



RECOMMANDATION DE PRATIQUE CLINIQUE DE LA SFORL 2023

Place de la rééducation dans la prise en charge des vertiges d'origine vestibulaire

PROMOTEUR :

Société Française d’Oto-Rhino-Laryngologie et de Chirurgie de la Face et du Cou.

Avec la participation de la :

Société française de gériatrie,

Société internationale de rééducation vestibulaire

Société française de kinésithérapie vestibulaire,

Société française de médecine physique et de réadaptation,

Société française de neurologie,

Société francophone d’études et de recherche en orthoptie diligentée par le conseil national professionnel des orthoptistes.

COMITÉ D’ORGANISATION

Pr Vincent Darrouzet, Service ORL et chirurgie cervico-faciale, Hôpital Pellegrin, 33076 Bordeaux cedex

Commission Expertise et Évaluation de la Société Française d’ORL & CFC :

Président : Pr Sébastien Vergez

Médecin coordonnateur : Dr Sophie Tronche

GROUPE DE TRAVAIL

Président :

Pr Vincent Darrouzet, Service ORL et chirurgie cervico-faciale, Hôpital Pellegrin, 33076 Bordeaux cedex

Dr Bertholon Pierre, Service ORL et chirurgie cervico-faciale Hôpital Nord, CHU Saint Etienne, Saint Etienne

Mr Blin Éric, masseur-kinésithérapeute, 13 place du Maréchal Foch, allée Foch, 95880 Enghien les Bains

Dr Bouccara Didier, Service ORL et chirurgie cervico-faciale, Hôpital Européen Georges Pompidou, APHP Paris. 15 rue Vasco de Gama 75015 paris

Pr Chabert Christian, Directeur de Recherche au CNRS – Neurosciences – Neurotologie, Laboratoire de Neurosciences Cognitive UMR7291 CNRS-AMU 13331 Marseille

Pr Charpiot Anne, Service ORL et chirurgie cervico-faciale, CHU Hautepierre, 67098 Strasbourg cedex

Mr Doutreligne Sébastien, masseur-kinésithérapeute, 107 rue de Nivelles, 59230 Saint Amand les Eaux

Dr Dubernard Xavier, Service ORL et chirurgie cervico-faciale, CHU Reims, 51100 Reims

Dr Elziere Maya, Service ORL et chirurgie cervico faciale, centre des vertiges C2, Hôpital Européen, 13003 Marseille

Dr Fraysse Marie-José, Service ORL et chirurgie cervico faciale, CHU Toulouse Purpan, 31059 Toulouse cedex 09

Pr Froment-Tilikete Caroline, neurologue, service de neuro-ophtalmologie et neuro-cognition, groupe hospitalier Est, Hôpital neurologique, 69677 Bron cedex

Dr Guillou Philippe, médecin généraliste, 163 Route d'Oberhausbergen, 67200 Strasbourg

Dr Hautefort Charlotte, Service ORL et chirurgie cervico-faciale, Hôpital Lariboisière, Paris

Pr Hitier Martin, Service ORL Chirurgie cervico-faciale, CHU de Caen, Université de Caen Normandie. Institut Universitaire d'Anatomie et de Chirurgie, INSERM U1075 COMETE

Dr Kossowski Michel, ORL, CEFON, 10 rue Falguière, 75015 Paris

Mme Laborie Marie -Laure, orthoptiste, 228 boulevard Montauriol, 82000 Montauban

Pr Lacour Michel, neurosciences, 21 Impasse des Vertus, 13710 FUYEAU

Dr Lassalle-Kinic Benoit, médecine physique et réadaptation, Institut régional de réadaptation UGECAM-NE, 75 boulevard Lobau, 54000 Nancy

Mr Le Perf Gaël, masseur-kinésithérapeute, CH Paul Coste Floret, Pavillon Jeanne d'Arc, 34240 Lamalou les Bains

Dr Lemaitre Elena Laura, médecine d'urgence, Hôpital de Hautepierre, Strasbourg

Dr Leplaideur Stéphanie, médecine physique et réadaptation, CRRF Kerpape Rue de l'Anse du Stole, 56270 Ploemeur

Dr Masgnaux Carole, service ORL et chirurgie cervico-faciale, Hôpital Lariboisière, Paris

Dr Mechtouff Laura, neurologue, Unité neurovasculaire, Hôpital Neurologique Pierre Wertheimer, Hospices Civils de Lyon, 59 boulevard Pinel, 69500 LYON-BRON

Dr Michel Emeline, gériatre, CHU Nice, Hôpital Cimiez, Service Hôpital de jour, 4 avenue Reine Victoria, 06 000 Nice

Pr Mom Thierry, Service ORL et chirurgie cervico-faciale, CHU d'Estaing, 63000 Clermont-Ferrand

Pr Parietti-Winkler Cécile, Service d'ORL et de chirurgie cervico-faciale, Hôpital central, 54035 Nancy cedex

Dr Nicolas-Puel Cécile, ORL, 1 rue des jonquilles, 34070 Montpellier

Mr Ortega Solis José, masseur-kinésithérapeute, 63 rue Crillon, 69006 Lyon

Pr Puisieux François, gériatre, CHU de Lille, 59000 Lille

Pr Quintyn Jean-Claude, ophtalmologiste, consultation d'ophtalmologie, CHU côte de nacre, 14000 Caen

Dr Regrain Edwin, médecin physique et réadaptation, CERVEM polyclinique les bleuets, 51100 Reims

Dr Reynard Pierre, service ORL et chirurgie cervico-faciale, service audiologie, hôpital Edouard Herriot, 69003 Lyon

Pr Schmerber Sébastien, service ORL et chirurgie cervico-faciale, CHU Grenoble Alpes, 38700 La Tronche

Pr Thai-Van Hung, service audiologie & explorations otoneurologiques, Hôpital Edouard Herriot, 69003 Lyon

Dr Van Nechel Christian, neurologue, neuro-ophtalmologiste, clinique des vertiges, 1050 Bruxelles, Belgique

Dr Weckel Alexandra, service ORL et chirurgie cervico-faciale, Hôpital PPR, CHU Purpan, 31067 Toulouse

GROUPE DE RELECTURE

Mme Bécaud Cécile, masseur-kinésithérapeute, rééducateur vestibulaire, 2 Domaine de la Bâtisse,

15260 Neuvéglise sur Truyère

Dr Bozec Hervé, ORL, 9 rue Arnaud de Villeneuve, Immeuble le Villeneuve, 66330 Cabestany

Mr Charton Vincent, masseur-kinésithérapeute, IRR Centre Louis Pierquin, 54000 Nancy.

Pr Deguine Olivier, ORL, Hôpital Pierre Paul Riquet CHU Toulouse - site Purpan
Place du Dr Baylac, 31059 Toulouse Cédex

Dr Discher Julie, ORL, Clinique de L'Union, Boulevard Ratalens 31240 Saint Jean

Mme Gerbaulet Dominique, masseur-kinésithérapeute, rééducateur vestibulaire, 81 boulevard Lazare Carnot BAL A7, 31000 Toulouse

Mr Lauer Alain, masseur-kinésithérapeute, rééducateur vestibulaire, Val Santé, 75 rue Jean Jaurès, 59410 Anzin

Mr Marlière Frédéric, masseur-kinésithérapeute, rééducateur vestibulaire, 77 allée des sablonnières, 45770 Saran

Mr Patrier Dominique, masseur-kinésithérapeute, rééducateur vestibulaire, 15 place Amelie Raba Leon, 33000 Bordeaux

Mme Prost Myriam, orthoptiste, 3 rue de l'Artisanat 69290 Grézieu-la-Varenne ;
Hôpital Henry Gabrielle, 20 routes de Vourles, 69230 Saint-Genis-Laval

Mr Regazzaci François-Noël, masseur-kinésithérapeute, 27 rue des Joncs, 20090 Ajaccio

Mr Renaudie Vincent, masseur-kinésithérapeute, 95 allée de Montfermeil, 93340 Le Raincy

Mme Serin-Brackman Véronique, orthoptiste, Clinique des Cèdres, 31700 Cornebarrieu

Dr Schwob Thierry, ORL, 27 rue Jean Heberling, 39100 Dole

Pr Yelnik Alain, médecine physique et de réadaptation, Université Paris Cité, UFR de médecine, 200, rue Faubourg-Saint-Denis, 75010 Paris

Table des matières

1. Introduction	11
2. La rééducation vestibulaire : les preuves de son efficacité	13
3. Les outils de la rééducation vestibulaire.....	15
3.1. Travail sur le fauteuil rotatoire	15
3.2. La rééducation optocinétique	17
3.3. La rééducation vestibulo-oculaire	18
3.4. Utilisation et utilité des plateformes.....	20
3.5. Exercices multisensoriels de l'équilibration posturale et de la marche.....	21
3.5.1. Principes	21
3.5.2. Rééducation de l'équilibre debout.....	22
3.5.3. Rééducation de la marche	22
3.5.4. Éducation thérapeutique	22
3.6. Réentraînement à l'effort et syndrome vestibulaire	23
3.7. Usage et pertinence de la kinésithérapie cervicale	24
3.8. Usage et pertinence de la kinésithérapie maxillo-faciale	25
3.9. Réalité virtuelle : mode ou réalité ?	26
3.10. Rééducation orthoptique	28
4. Les outils d'évaluations de l'équilibre postural : bilan clinique, bilan instrumental, questionnaires	30
4.1. Le bilan clinique	30
4.2. Le bilan instrumental	33
4.3. Les questionnaires.....	35
5. Place des médecins généralistes et des rééducateurs dans la filière de soins : pour une pertinence réaffirmée.....	38
5.1. Etat des lieux de la filière	38
5.1.1. Le médecin généraliste	38
5.1.2. L'ORL et le neurologue.....	38
5.1.3. L'ophtalmologiste et l'orthoptiste.....	39
5.1.4. Médecine Physique et de Réadaptation (MPR), gériatres et pédiatres	39
5.1.5. Les kinésithérapeutes formés à la rééducation vestibulaire	39
5.1.6. Que proposer pour améliorer cette filière dysfonctionnelle ?	40
6. Les vertiges aigus : un tri parfois difficile aux urgences	42
6.1. Le Vertige Positionnel Paroxystique Bénin.....	42
6.1.1. Le vertige positionnel paroxystique bénin du canal postérieur (VPPBpost) ..	42
6.1.2. Le vertige positionnel paroxystique bénin du canal horizontal (VPPBhor) ..	43
6.1.3. Le vertige positionnel paroxystique bénin du canal antérieur (VPPBant) ...	45
6.2. Le déficit vestibulaire unilatéral aigu (névrite vestibulaire).....	46
6.2.1. Rappels.....	46
6.2.2. Place de la rééducation vestibulaire	46
6.3. Rééducation vestibulaire et maladie de Menière	47
6.3.1. Place de la rééducation vestibulaire	48
6.4. La migraine vestibulaire	50
6.4.1. Analyse de la littérature	51
6.4.2. Résultats.....	52

6.4.3.	<i>Evaluation en IRM fonctionnelle</i>	53
6.5.	Les paroxysmies vestibulaires	53
6.6.	Les vertiges d'origine vasculaire	56
6.7.	Les vertiges post-traumatiques	58
6.7.1.	<i>Les vertiges positionnels paroxystiques bénins post traumatiques</i>	59
6.7.2.	<i>Les atteintes vestibulaires déficitaires aiguës post traumatiques</i>	59
7.	Les instabilités et vertiges chroniques	61
7.1	Les déficits unilatéraux tumoraux (neurinomes) ou iatrogènes	61
7.1.1.	<i>Rééducation vestibulaire-pathologie tumorale ou iatrogène</i>	61
7.2.	Déficits vestibulaires bilatéraux	64
7.2.1.	<i>Définition, critères et épidémiologie</i>	64
7.2.2.	<i>Efficacité de la rééducation vestibulaire (RV) chez les adultes atteints de vestibulopathie bilatérale (VB)</i>	64
7.2.3.	<i>Place des différentes modalités de rééducation</i>	65
7.2.4.	<i>Quid des facteurs pronostiques ?</i>	66
7.3.	Persistent Postural Perceptual Dizziness (PPPD) et vertiges à composante psychique	67
7.4.	Vertiges hémodynamiques	68
7.4.1.	<i>Les vertiges par altération du flux vertébro-basilaire</i>	68
7.4.2.	<i>Les vertiges hémodynamiques orthostatiques</i>	69
7.5.	Vertiges chroniques post-traumatiques	71
7.5.1.	<i>Les atteintes vestibulaires post traumatiques</i>	71
7.5.2.	<i>Les vertiges post traumatiques d'origine centrale présumée</i>	72
7.6.	Le syndrome de la 3ème fenêtré	75
7.7.	Les vertiges d'origine cervicale	76
7.7.1.	<i>Le vertige cervical proprioceptif</i>	76
7.7.2.	<i>Hyperactivation du système nerveux autonome : syndrome de Barré Liéou</i> 78	
7.8.	Les troubles de la vergence	78
7.9.	Effet secondaires des pharmacologies sur les résultats de la rééducation vestibulaire	81
7.9.1.	<i>Les prescriptions étiologiques</i>	81
7.9.2.	<i>Les prescriptions symptomatiques vestibulaires</i>	82
7.10.	Vertiges neurologiques	83
8.	Les troubles de l'équilibre du sujet âgé : spécificités cliniques et rééducatives	86
8.1.	Introduction	86
8.2.	La presbyvestibulie contribue au risque de chute	86
8.2.1.	<i>Orientation clinique</i>	86
8.3.	Spécificités rééducatives des troubles de l'équilibre chroniques et chutes du sujet âgé	87
8.3.1.	<i>Objectifs et principes</i>	88
8.3.2.	<i>Le bilan préthérapeutique</i>	88
8.3.3.	<i>Le déroulement de la rééducation</i>	88
9.	Particularités de la rééducation des troubles vestibulaires associés à des atteintes neurologiques	92
10.	Place de la rééducation dans le traitement du mal des transports ...	94

10.1.	Méthode.....	94
10.2.	Résultats recherche bibliographique.....	94
10.3.	Résultats niveau de preuve.....	94
10.4.	Définition	95
10.5.	Physiopathologie	95
10.6.	Traitement	96
10.7.	Résultats globaux.....	96
10.7.1.	<i>Type de protocole</i>	96
11.	Pathologies vestibulaires de l'enfant	99
11.1.	Introduction	99
11.2.	Principes de la rééducation vestibulaire chez l'enfant avec troubles vestibulaires 100	
12.	Conclusion	102
13.	Bibliographie	103

MÉTHODOLOGIE

Les recherches bibliographiques sont spécifiées pour chaque chapitre et des grilles d'analyse de la littérature sont disponibles dans un fichier à part. À chaque article il a été attribué un niveau de preuve, et à chaque recommandation une cotation en GRADE.

CORRESPONDANCE ENTRE L'ÉVALUATION DE LA LITTÉRATURE ET LE GRADE DES RECOMMANDATIONS

Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature	Force des recommandations
TEXTE : Argumentaire	Recommandation
Niveau 1	
Essais comparatifs randomisés de forte puissance	Grade A
Méta-analyse d'essais comparatifs randomisés	
Analyse de décision basée sur des études bien menées	Preuve scientifique établie
Niveau 2	
Essais comparatifs randomisés de faible puissance	Grade B
Etudes comparatives non randomisées bien menées	
Etudes de cohorte	Présomption scientifique
Niveau 3	
Etudes cas-témoins	
Essais comparatifs avec série historique	Grade C
Niveau 4	
Etudes comparatives comportant des biais importants	
Etudes rétrospectives	
Séries de cas	
Etudes épidémiologiques descriptives (transversale, longitudinale)	Faible niveau de preuve scientifique
Toute autre publication (avis d'expert, etc)	
Aucune publication	Accord professionnel *

*En l'absence de précision, les recommandations proposées correspondront à un accord professionnel.

Cette classification a pour but d'explicitier les bases des recommandations. L'absence de niveau de preuve doit inciter à engager des études complémentaires lorsque cela est possible. Cependant, l'absence de niveau de preuve ne signifie pas que les recommandations élaborées ne sont pas pertinentes et utiles (exemple de l'efficacité de la mastectomie dans le cancer du sein, des antibiotiques dans l'angine,...).

D'après le *Guide d'analyse de la littérature et gradation des recommandations HAS / Janvier 2000*, lui-même inspiré du Score de Sackett.

LISTE DES ABREVIATIONS

AAO-HNS American Association of Otolaryngology-Head and Neck Surgery
ABC : Activities specific Balance Confidence scale (Questionnaire structuré qui mesure la confiance d'un individu lors de l'exécution d'activités sans perdre l'équilibre)
AIRVO : Adaptation Incrémentée du Reflexe Vestibulo-Oculaire
AIT : Accident ischémique transitoire
APA : Ajustement postural anticipatoire
ATM : Articulation temporo-mandibulaire
AU : Appui unipodal
AVC : Accident vasculaire cérébral ou cérébelleux
AVD : Acuité Visuelle Dynamique
BBS : Berg Balance Scale
BESTest : Balance Evaluation Systems test
CAI : Conduit auditif interne
CANVAS : Cerebellar ataxia, neuropathy, vestibular areflexia syndrome
CCE : Cawthorne et Cooksey exercices
CDP : Computerized Dynamic Posturography
CE : Confidence ellipse of the center of pressure distribution area
CG : Centre de gravité
CP : Centre de pression
CSC : Canal semi circulaire
DGI : Dynamic Gait Index
DHI : Dizziness Handicap Inventory. C'est le nom d'un questionnaire permettant d'évaluer l'impact des vertiges et troubles de l'équilibre sur le quotidien du patient.
DTM : Dysfonctionnements temporo-mandibulaires
DVU : Déficit vestibulaire unilatéral
DVB : Déficit vestibulaire bilatéral
EDSS : Kurtzke expanded disability status scale
EVSS : Système de substitution vestibulaire électrotactile
FES : Falls Efficacy Scale
FGA : Functional Gait Assessment
FR : Fauteuil rotatoire
FRT : Functional reach test
FTSTS : Test Five Times Sit-to-Stand
GAS : Goal attainment scaling
GSE : Gaze stabilisation exercice
GVI : Gait variability index
HAD Hospital Anxiety and Depression
HINTS : Head Impulse, Nystagmus, Test of Skew
HIT : Head Impulse Test
HMD : Head-mounted display = acronyme anglais décrivant un visiocasque immersif de VR
HVUA : Hypofonction vestibulaire unilatérale aiguë
IC : Implant cochléaire
ISM : Inconfort Spatio-Moteur
IRM : Imagerie par résonance magnétique
ITC : Injection intratympaniques de corticoïdes
ITG : Injection intratympaniques de gentamicine
IVB : Insuffisance vertébro-basilaire
MFIS : Modified Fatigue Impact Scale
MiniBESTest : Mini Balance Evaluation Systems test
MRC : Mobilité du rachis cervical
MSSQ : Motion Sickness Susceptibility Questionnaire
NCV : Nerf cochléo-vestibulaire
NPQ : Niigata PPPD Questionnaire
NVI : Neuropsychological Vertigo Inventory
OH : Hypotension orthostatique
PA : Pression artérielle
PDQ : Perceived Deficits Questionnaire
POMA : Performance-oriented mobility assessment
POTS : Syndrome de tachycardie posturale

PPPD : Persistent Perceptual Postural Dizziness
PV : Paroxysme vestibulaire
QCS : Questionnaire des Caractéristiques Situationnelles
RAIG : Rotation selon un Axe Incliné par rapport à la Gravité
REZ : Root entry zone
RBT : Reactive balance training
RV : Réalité virtuelle
RV : Rééducation Vestibulaire
RVI : Réalité Virtuelle Immersive
RVNI : Réalité Virtuelle Non Immersive
RVO : Réflexe vestibulo-oculaire
SARA : Scale for the assessment and rating of ataxia
SEP : Sclérose en plaques
SF-36 : Short Form-36 Health Status Questionnaire
SMART : Spécifique- mesurable-acceptable-réaliste-temporellement défini
SNAGs : Sustained Natural Apophyseal Glides
SO : Symptômes otologiques
SOT : Sensory Organization test
SP : Syndrome pressionnel
STAI State-Trait Anxiety Inventory
SV : Sway velocity
SV : schwannome vestibulaire
TDM : Tomodensitométrie
TM : Thérapie manuelle
TUG : Timed Up and Go
TW : Tandem Walk
VAS : Visual analog scale
VADL : Vestibular Disorders Activities of Daily living scale
VCP : Vertige au changement de position
vHIT : Vidéo Head Impulse Test
VOR : Réflexe Vestibulo-Oculaire
VNG : Vidéonystagmographie
VNS : Vidéonystagmoscopie
VPPB : vertige paroxystique positionnel bénin
VR : Virtual Reality
VSSsf : Vertigo Symptom scale short form
VVAS : Visual Vertigo Analogue Scale
YO : Yeux ouverts
YF : Yeux fermés

1. Introduction

Le terme de rééducation vestibulaire (RV) est un terme restrictif car la réalité de la rééducation des vertiges et des troubles de l'équilibre correspond en fait :

À la rééducation vestibulaire proprement dite, indiquée pour les dysfonctionnements de l'appareil vestibulaire, qu'il s'agisse de déficit (névrite ; maladie de Menière, traumatismes) ou de surstimulation (VPPB). L'objectif est de « réparer » le dysfonctionnement (manœuvres des VPPB par exemple) ou d'optimiser des mécanismes de compensation quand le déficit persiste. Les kinésithérapeutes vestibulaires sont en première ligne après une démarche diagnostique.

À la rééducation des stratégies d'équilibre : certains troubles de l'équilibre résultent de discordances entre les différents capteurs (illusions sensorielles, mal des transports...), de sous-utilisation de certaines afférences (omission vestibulaire) ou au contraire de dépendance excessive à certaines afférences (dépendance visuelle). Là encore après une démarche diagnostique, le kinésithérapeute vestibulaire est en première ligne pour travailler sur la posture, la proprioception, la dépendance visuelle

À la rééducation des anomalies responsables d'une mauvaise perception de l'environnement : cette partie de la rééducation semble plutôt du domaine de l'orthoptie (rééducation de diplopies, travail sur les anomalies des vergences...). Même si parfois, certains orthoptistes utilisent les mêmes outils que ceux des explorations vestibulaires (vidéonystagmoscopie, vidéo-oculographie) ou que ceux de la rééducation vestibulaire (stimulation optocinétique, voire fauteuil rotatoire) la finalité n'est pas la même et l'orthoptiste ne peut se substituer au kinésithérapeute.

Ainsi définie nous conserverons dans cette recommandation, par souci didactique, le terme de rééducation vestibulaire.

Depuis quelques années, cette rééducation a pris une place importante dans l'offre de soins. En se développant et en se professionnalisant, elle a permis de mieux prendre en charge les problèmes vestibulaires et leurs conséquences en termes de coût sociétal, de qualité de vie, d'aptitude au travail voire de chutes et de risque vital engagé. Mais le vieillissement de la population française crée une demande prégnante bien difficile à assumer sur le territoire national.

Comme nous le verrons, l'efficacité symptomatique de la rééducation vestibulaire au sens large n'est guère remise en cause aujourd'hui, qu'il s'agisse de faciliter la compensation d'un déficit vestibulaire unilatéral ou bilatéral, ou de soulager par les manœuvres adaptées des vertiges positionnels paroxystiques périphériques. Le débat se situe davantage dans l'ordre et la nature des moyens humains et techniques à mettre en œuvre dans les différentes situations cliniques pour que cette efficacité soit au rendez-vous. En France, cette rééducation très experte est mise en œuvre habituellement par les masseurs-kinésithérapeutes, qui sont de fait les seuls acteurs paramédicaux habilités par la CNAM (Caisse Nationale d'Assurance Maladie). Dans d'autres pays, notamment anglo-saxons ou nordiques les « audiologistes » ou les « ergothérapeutes » peuvent être également impliqués, notamment aux États-Unis. Au cas par cas, les orthoptistes sont sollicités pour dépister puis rééduquer les troubles de l'oculomotricité.

Cette recommandation de bonne pratique clinique a un but précis : positionner la rééducation vestibulaire dans le parcours de soins du patient (enfant ou adulte) souffrant de troubles vestibulaires aigus ou chroniques, au travers des différents outils dont elle dispose et qu'il nous appartiendra de décliner voire de prioriser.

Nous avons volontairement et collégialement écarté de cette étude les troubles de l'équilibre d'origine purement centrale, non que la rééducation motrice n'y ait pas une place essentielle, mais parce que les stratégies et les outils mis en œuvre diffèrent sensiblement.

On saisit tout de suite l'importance primordiale d'un prérequis clinique orientant vers l'origine vestibulaire des troubles. Cette étape appartient au médecin. Il s'agit d'abord du médecin généraliste, référent du parcours de soins, puis très souvent du médecin spécialiste. De fait, l'ORL est le plus mis à contribution, car expert reconnu de l'oreille et des voies audio-vestibulaires périphériques, là où tout peut s'initier.

Notre travail revient aussi à positionner clairement les acteurs paramédicaux dans la filière de soins. Aujourd'hui, les masseurs-kinésithérapeutes ont une place essentielle. Ils apportent beaucoup par leurs compétences spécifiques, le plus souvent acquises au travers de formations post-universitaires venant combler un déficit manifeste de formation initiale dans cette thématique à risque. Les orthoptistes ont également un rôle important à jouer, par essence et par formation, dans le dépistage et la rééducation de troubles de l'oculomotricité pouvant s'intriquer aux déficits vestibulaires.

Nous remercions ici la Société Française d'ORL et de Chirurgie Cervico-Faciale qui nous a missionnés pour dessiner ce que doit être une prise en charge de qualité. Car constatation est faite par tous les acteurs médicaux de terrain de nombreux dysfonctionnements dans l'adressage des patients et leur prise en charge. Trop nombreux sont ceux chez lesquels l'étape médicale préalable a été déficitaire ou tout simplement court-circuitée. Trop nombreux sont aussi ceux chez lesquels une rééducation bien conduite a échoué par défaut de filtre diagnostique étiologique préalable. Ce phénomène n'est pas propre à la France. D'où l'intérêt que peut susciter ce travail multidisciplinaire auprès des ORL et des autres disciplines médicales impliquées dans le diagnostic et le traitement des vertiges.

Cette recommandation de bonne pratique clinique ne saurait apporter la pertinence attendue sans mettre à contribution les différents acteurs interagissant autour des patients vertigineux. En premier lieu les professions médicales impliquées dans leur parcours de soins, à des titres divers il est vrai, (médecine générale, ORL, neurologie, médecine physique et réadaptation, gériatrie, ophtalmologie, médecine d'urgence...) et en second lieu les paramédicaux, qu'il s'agisse des masseurs-kinésithérapeutes en charge de la rééducation vestibulaire en France ou des orthoptistes dont l'appui est fréquemment sollicité.

Pareil tour de table n'a jamais été réuni en France sur cette thématique. Le rapport, déjà ancien, remis en 1997 par le Pr Tran Ba Huy à l'ANAES (*Vertiges chez l'adulte : stratégies diagnostiques, place de la rééducation vestibulaire*) n'impliquait pas autant d'acteurs et ne s'intéressait pas aux pathologies de l'enfant, ce que nous avons tenu à faire. Quant à la recommandation de bonne pratique de la HAS de 2017, intitulée « *Vertiges paroxystiques positionnels bénins, manœuvres diagnostiques et thérapeutiques* » son focus était beaucoup plus limité que celui que nous avons défini ensemble.

2. La rééducation vestibulaire : les preuves de son efficacité

La rééducation vestibulaire (RV) a été proposée pour la 1ère fois à la fin de la seconde guerre mondiale par Cawthorne et Cooksey pour rééduquer le syndrome commotionnel de soldats anglais qui présentaient des doléances communes avec des patients atteints de la maladie de Menière [1] (niveau de preuve 4). Le programme comprenait des exercices physiques de difficulté croissante (assis, puis debout, avec mouvements de tête, fixation de cibles, jeux de balles), des exercices mentaux pour améliorer la concentration, ainsi que des activités écologiques. Mais aucune preuve de l'efficacité réelle de la RV n'était établie à cette époque. Les opinions d'experts furent les seules recommandations de pratique clinique proposées au cours des décennies suivantes. Les premiers essais cliniques contrôlés, en double aveugle, randomisés, contre placebo (patients sans rééducation) virent le jour dès les années 2000 et bénéficièrent des avancées majeures des neurosciences pour expliciter les effets bénéfiques de la RV sur la récupération fonctionnelle [2], [3] (niveau de preuve 1).

Dans leur revue d'essais cliniques randomisés portant sur 39 études de haute qualité et 2441 patients présentant un dysfonctionnement vestibulaire périphérique unilatéral, qui actualisait leurs revues précédentes de 2007 et 2011, McDonnell et Hillier concluaient en 2015 que la rééducation vestibulaire (RV) améliorait significativement la symptomatologie vestibulaire en comparaison de patients sans rééducation ou recevant un traitement pharmacologique [4] (niveau de preuve 1). Dans cette revue systématique de la base de données Cochrane, l'efficacité de la RV était jugée sur des critères subjectifs portant sur la symptomatologie vertigineuse (% de patients améliorés, fréquence et sévérité de l'instabilité), le statut physiologique (posturographie), et des aspects plus fonctionnels de la vie quotidienne (questionnaire type DHI : Dizziness Handicap Inventory). Il existe donc des preuves modérées à solides, selon ces auteurs, en faveur de la RV comme moyen sûr et efficace de rééducation d'un dysfonctionnement vestibulaire périphérique unilatéral.

Une revue de la littérature publiée l'année suivante par l'«American Physical Therapy Association» (APTA, section Neurologie) conforte et précise les conclusions de McDonnell et Hillier [5] (niveau de preuve 1). Établie à partir de 5 bases de données et 5 sources supplémentaires de publications indexées, incorporant méta-analyses, revues systématiques, études contrôlées et randomisées, études de cohortes et séries de cas cliniques, toutes en langue anglaise, cette publication fait état de preuves attestant de l'efficacité de la RV et de la prépondérance des bénéfices de cette thérapie par rapport aux risques pour les patients vestibulaires unilatéraux et bilatéraux (niveau de preuve 1).

Parmi les recommandations de pratique clinique, il est préconisé :

- 1) de ne pas effectuer d'exercices de stabilisation du regard isolés, sans mouvement de tête (niveau de preuve 1),
- 2) de proposer des exercices spécifiques ciblant des déficits identifiés ou des limitations fonctionnelles (niveau de preuve 2),
- 3) d'avoir recours à une RV supervisée si c'est la préférence du patient (niveau de preuve 2),

4) d'effectuer 3 fois par jour des exercices de stabilisation du regard comme l'un des composants d'un programme à faire chez soi (accord professionnel)

et 5), pour les patients sans comorbidité, de faire des séances de RV supervisées 1 fois par semaine pendant 2 à 3 semaines chez des patients unilatéraux au stade aigu, pendant 4 à 6 semaines pour des patients chroniques, et jusqu'à 8 à 12 semaines pour des patients bilatéraux.

Les dernières recommandations de pratique clinique publiées par l'APTA [6] actualisent cette dernière publication à partir de 6 bases de données et 67 articles publiés entre 2015 et juin 2020. Les conclusions sont identiques et font état du bénéfice de la RV, particulièrement pour les patients de plus de 50 ans présentant instabilité ou chutes et des symptômes d'hypofonction vestibulaire unilatérale, au stade aigu (niveau de preuve 1) comme au stade chronique (niveau de preuve 1) du déficit, ainsi que pour les patients avec hypofonction vestibulaire bilatérale (niveau de preuve 1). Les exercices de stabilisation du regard (niveau de preuve 1), la RV supervisée (niveau de preuve 1), et l'amélioration de la qualité de vie (niveau de preuve 1) sont à nouveau mentionnés parmi les bénéfices de la RV. De nouvelles preuves établies à partir de 18 études cliniques contrôlées et randomisées, 9 études prospectives et 6 études rétrospectives sur des cohortes précisent la durée et la fréquence des exercices d'équilibration posturale statique et dynamique, par exemple 20 minutes par jour pendant 4 à 6 semaines pour des patients avec hypofonction vestibulaire unilatérale chronique (niveau de preuve 2), et pendant 6 à 9 semaines pour des patients avec hypofonction vestibulaire bilatérale (accord professionnel).

Une nouveauté dans ces dernières recommandations est la prise en compte de facteurs limitant ou entravant la RV. La pharmacothérapie, les comorbidités et les aspects cognitifs y sont mentionnés (niveaux de preuve 1 à 2). Un autre facteur important mentionné est le temps séparant l'atteinte vestibulaire du début de la RV (niveau de preuve 1). Ce délai temporel attestant d'une période post-lésionnelle critique ou sensible pour l'élaboration des meilleures adaptations comportementales a bien été démontré sur des modèles animaux [2] (niveau de preuve 1). Des études cliniques référencées parues après juin 2020, date de la dernière revue de l'APTA, montrent clairement l'importance d'une RV très précoce pour la restauration d'une acuité visuelle dynamique normale [7] (niveau de preuve 1) et le retour à une dynamique canalaire normale [8] (niveau de preuve 1) chez le patient vestibulaire périphérique aigu. La RV précoce est une condition nécessaire mais non suffisante à la restauration des fonctions vestibulaires dynamiques. Le degré initial d'hypofonction vestibulaire constitue un second paramètre important pour retrouver une stabilisation optimale du regard [9] et de l'équilibre dynamique [10], [11] (niveau de preuve 1).

En conclusion, la rééducation vestibulaire est sans conteste une thérapie efficace pour optimiser et accélérer la récupération des fonctions ou la compensation des déficits vestibulaires d'origine périphérique, unilatéraux et bilatéraux. Elle apporte un bénéfice substantiel en termes de récupération de l'équilibre et de stabilisation du regard, réduit les plaintes liées aux symptômes, améliore la qualité de vie et permet le retour à des activités de la vie quotidienne. Mais de nombreuses questions restent encore sans réponse : Quels programmes de RV et pour quels tableaux cliniques ? Quels sont les paramètres les plus pertinents pour juger de son efficacité ? Quand arrêter la RV ? ... Autant d'interrogations sur lesquelles de prochaines études cliniques devront se pencher.

3. Les outils de la rééducation vestibulaire

3.1. Travail sur le fauteuil rotatoire

Le fauteuil rotatoire (FR) est un outil assez ancien d'exploration du système vestibulaire, il était utilisé dès 1906, comme outil d'examen de l'équilibre et de l'orientation dans les travaux de Robert Bárány qui lui valurent le prix Nobel de Médecine et de Physiologie en 1927 [12] (niveau de preuve 3). L'utilisation du FR en tant qu'outil de rééducation par phénomène d'habituation, est connu depuis 1923, c'est Raymond Dodge [13] (niveau de preuve 3) qui a montré que la répétition de stimulations sur FR provoquait une diminution de la perception de ces rotations.

Le test sur FR était préconisé par les services médicaux de l'aviation anglaise et américaine pour la sélection des pilotes, et par la suite le FR est devenu un outil d'entraînement pour diminuer les cinétoses chez les pilotes [14]. En 1963, Edward Collins publie une étude sur l'effet de rotations unilatérales chez des sujets sains, qui atteste de la réduction de perception de la rotation, au cours des répétitions [14] (niveau de preuve 3). Cette réduction est encore sensible 1 mois plus tard, prouvant l'existence d'un phénomène d'adaptation. C'est cette capacité d'adaptation du système vestibulaire qui va être par la suite utilisée pour le traitement des phénomènes vertigineux [15] (niveau de preuve 2).

L'entraînement de sportifs comme les gymnastes, a le même effet que des sessions de rotations sur FR. La comparaison des réponses entre sportifs et non-sportifs se fait essentiellement par la réduction de la constante de temps du système vestibulaire [16] (niveau de preuve 2), réduite chez le groupe sportif lors des tests sur FR (niveau de preuve 2). Il en est de même chez les danseurs professionnels, chez qui on retrouve de plus des corrélats neuro-anatomiques à l'IRM fonctionnelle, comme des modifications de la substance grise dans la partie postérieure du cervelet et dans le cortex vestibulaire pariéto-insulaire [17] (niveau de preuve 1).

L'utilisation du FR à visée thérapeutique et non plus seulement comme entraînement, a été décrite en 1973 [18] (accord professionnel), chez des patients ayant subi une neurotomie vestibulaire récente, et qui bénéficiaient alors d'exercices de réhabilitation au FR [18] (accord professionnel). En 1985, [19] (accord professionnel) l'indication est étendue à l'ensemble des hypofonctions vestibulaires unilatérales aiguës (HVUA). Il s'agit alors de faire tourner de façon horaire et antihoraire le patient au FR afin de réduire sa sensibilité aux rotations. En 1994, toujours dans la prise en charge des HVUA, [20] (niveau de preuve 4) des rotations unilatérales au FR, sont proposées pour faire baisser, par habituation, la réponse vestibulaire la plus élevée. Le protocole utilisé est une série de rotations unilatérales se faisant du côté du déficit vestibulaire, sujet les yeux fermés lors de la rotation, avec fixation d'une mire à l'arrêt brusque de la rotation du FR. La valeur retenue est donnée par le patient dès la stabilisation de son regard sur une cible visuelle. Ces rotations peuvent aussi être effectuées avec les yeux fermés sans cible visuelle, comme dans le test de Bárány, et la valeur retenue est alors le temps d'extinction de la sensation erronée de rotation persistante dans la direction opposée à l'arrêt du FR [20] (niveau de preuve 4).

En 2011, Ushio et coll.. [21] ont fourni la première démonstration que des rotations unidirectionnelles du corps sur FR, réalisées à grande vitesse du côté de

la lésion vestibulaire, réduisaient l'asymétrie de gain du réflexe vestibulo-oculaire (RVO).

Sadeghi et coll.. [22] (niveau de preuve 3) ont proposé d'utiliser le FR dans un protocole un peu différent pour la prise en charge de déficits unilatéraux chroniques. Dans leur étude, les auteurs placent le sujet dans le noir complet, puis provoquent une rotation unidirectionnelle dirigée du côté déficitaire avec une accélération de $80^\circ/s^2$ pendant 4 s, pour obtenir une vitesse de $320^\circ/s$, mais il s'agit ensuite de ralentir progressivement le FR avec une décélération de $10^\circ/s^2$ de façon à ne provoquer aucun nystagmus post-rotatoire. Sadeghi et coll. observent non seulement une diminution du temps du côté de la réponse la plus élevée, mais aussi une amélioration des réponses du côté déficitaire. Pour les auteurs, ce travail au FR permet donc de réduire la prépondérance directionnelle chez les sujets présentant un déficit vestibulaire unilatéral chronique non compensé, par augmentation du gain du RVO du côté lésé et diminution du côté sain [22] (niveau de preuve 3).

Dans le cadre des syndromes pressionnels (SP) tels que l'hydrops endolymphatique ou la maladie de Ménière, une prise en charge rééducative par habitude a été proposée par A. Semont en 1999 pour soulager « le symptôme vertige » [23] (niveau de preuve 4). La technique de rotation proposée devait se pratiquer de façon unilatérale pour diminuer la réponse du vestibule sain quand celle-ci était plus élevée que celle de l'oreille atteinte, ou de façon bilatérale quand la situation était inversée, en raison du caractère fluctuant du SP. Nyabenda et coll. en 2003 [24] (niveau de preuve 3) ont également utilisé le fauteuil rotatoire dans le traitement des SP, mais la rotation se faisait cette fois toujours de façon à réduire le temps de la plus forte réponse. De par son caractère fluctuant et sa complexité de prise en charge, la rééducation vestibulaire du patient souffrant de maladie de Ménière n'est pas recommandée en période critique [25] (accord professionnel).

Les travaux de Michel Lacour et coll. [26] (niveau de preuve 3) reprennent le protocole au FR décrit par Alain Sémont et utilisé par les kinésithérapeutes français sur les patients souffrant d'HVUA depuis la fin du XXe siècle [8] (niveau de preuve 3). Ce protocole consiste en des séries de rotations sur FR du patient les yeux fermés, du côté homolatéral à la lésion, avec arrêt brusque ; l'accélération du FR est importante ($>1000^\circ/s^2$), jusqu'à obtenir une vitesse supérieure à $200^\circ/s$, maintenue pendant 3 tours de 360° [26] (niveau de preuve 3), [8] (niveau de preuve 2). Les auteurs français notent que la rééducation au fauteuil permet des améliorations sur les tâches posturales et la perception du handicap [26] (niveau de preuve 3). Le travail au FR permet aussi d'augmenter significativement le gain du RVO du côté déficitaire et de réduire la prépondérance directionnelle lorsque la rééducation est entreprise de manière précoce (soit moins de 15 jours après le vertige inaugural) [8] (niveau de preuve 2). La récupération de la dynamique canalaire est d'autant plus complète qu'initialement le gain du RVO mesuré au vHIT était supérieur à 0.2. Dans les autres cas, des processus de substitution (saccades de rattrapage) peuvent se mettre en place [9], [11] (niveau de preuve 3). Pour Lacour et coll., une rééducation précoce est donc une condition nécessaire mais non suffisante pour récupérer complètement la fonction canalaire dynamique, le degré de perte vestibulaire initial jouant également un rôle crucial, et pour être efficaces les protocoles de rééducation doivent être effectués par séries de rotations unidirectionnelles du côté lésé dans le plan des canaux semi-circulaires concernés [9], [11] (niveau de preuve 3).

L'utilisation du FR permet de réduire l'asymétrie de gain du RVO. Il convient cependant de respecter certains principes pendant le traitement, sous peine d'aggraver la sensibilisation du sujet. Au cours des séances de rééducation vestibulaire, il sera donc important que le kinésithérapeute respecte les capacités neurosensorielles de son patient et guette particulièrement toute apparition de signes neurovégétatifs, afin de rester dans l'effet recherché de réduction des symptômes vertigineux, sans basculer dans la sensibilisation et l'exacerbation des doléances, voire l'iatrogénie [27] (accord professionnel). La surveillance du patient de tous les instants est requise, lorsque l'on utilise le FR comme outil thérapeutique, et le fauteuil doit être spécifique et de qualité. La formation et la compétence du kinésithérapeute vestibulaire sont donc fondamentales.

Recommandation 1

Il est recommandé de réaliser le travail au fauteuil rotatoire pour les patients présentant un déficit vestibulaire unilatéral aigu (Grade B) et ceux présentant un déficit vestibulaire unilatéral chronique mal compensé (Grade C), la rotation du fauteuil se faisant du côté du déficit vestibulaire (Grade C).

Il est recommandé de réaliser une prise en charge en rééducation vestibulaire, la plus précoce possible chez les patients souffrant d'une hypofonction vestibulaire unilatérale aiguë (Grade B).

La rééducation vestibulaire au fauteuil rotatoire des patients souffrant d'un syndrome pressionnel a été proposée dans le cadre d'équipes spécialisées en dehors de la période critique de la pathologie mais la littérature est actuellement trop insuffisante pour recommander cette indication (Accord professionnel).

3.2. La rééducation optocinétique

La stimulation optocinétique trouve son indication chez les patients présentant un déficit vestibulaire ou pour des patients souffrant de sensations vertigineuses d'origine visuelle. Les étiologies sont multiples et il est évoqué entre autres une hypersensibilité visuelle, un déficit vestibulaire et une étiologie centrale dans le cadre de pathologie de la substance blanche qui induisent une mauvaise pondération des entrées sensorielles au bénéfice de l'entrée visuelle.

Classiquement, les patients rapportent des difficultés dans des situations comme se déplacer dans une foule, un supermarché, traverser une rue, regarder un film d'action, faire défiler un texte sur un écran ou encore rouler sur une autoroute ou dans un tunnel... [28–30] (niveau de preuve 2)

La stimulation optocinétique est proposée en thérapie d'habituation, de substitution, de désensibilisation. [28], [29], [31–35] (niveau de preuve 2) Elle induit des réactions posturales, un phénomène de vection, et engage un réflexe optocinétique. [30–32], [35] (niveau de preuve 2) La stimulation de la vision périphérique entraîne une sensation de vection circulaire, alors que la vision centrale est responsable du nystagmus optocinétique. [31] (niveau de preuve 2)

La stimulation sera adaptée en fonction de son objectif de traitement. Tout d'abord, pour engager le réflexe optocinétique dans sa globalité, elle doit stimuler un champ visuel de plus de 30° d'excentration. Pour une thérapie de substitution de l'entrée vestibulaire déficitaire, la vitesse optimale se situe sous les 30°/sec

tant en horizontal qu'en vertical et les protocoles décrits dans la littérature se situent aux alentours de 10°/sec. En revanche, pour une thérapie d'habituation, de diminution de la sensation de vection, les vitesses seront plus élevées allant de 45° à 120°/sec dans la littérature. [31], [36] (niveau de preuve 2)

Elle présente une efficacité maximale avec une stimulation du champ visuel complet mais l'usage d'une stimulation sur écran permet d'obtenir des bénéfices équivalents sous réserve qu'elle soit supervisée et qu'elle stimule la vision au-delà de 30° d'excentration. [37], [38] (niveau de preuve 3)

Son usage en rééducation vestibulaire permet de diminuer l'apparition de sensations vertigineuses, les oscillations posturales et les symptômes comme la nausée, l'anxiété... Elle améliore la régularité du réflexe optocinétique et la qualité de vie du patient. [33–35], [37], [39] (niveau de preuve 2)

Également, chez le patient souffrant de troubles vestibulaires uni ou bilatéraux, elle améliore les performances du test d'organisation sensorielle notamment les épreuves liées à l'entrée visuelle. [33], [35], [39–41] (niveau de preuve 2)

Finalement, elle est efficace dans le traitement du mal de mer et du débarquement. [29], [42] (niveau de preuve 3)

Recommandation 2

La stimulation optocinétique est indiquée dans la prise en charge des déficits vestibulaires et des sensations vertigineuses visuellement induites. (Grade B)

3.3. La rééducation vestibulo-oculaire

Depuis 1975, il a été mis en évidence que le gain du RVO pouvait être modifié en générant un glissement rétinien. [43–45] (niveau de preuve 2). L'adaptation du gain du RVO aux conditions environnementales est une propriété essentielle, sous contrôle cérébelleux, garantissant une stabilisation optimale du regard chez le sujet non pathologique, qui peut être utilisée pour compenser les déficits vestibulo-oculaires en pathologie vestibulaire. [46] (niveau de preuve 2)

Différentes approches rééducatives ont été développées, chez des patients présentant un déficit vestibulaire, parmi lesquelles :

- des exercices de stabilisation du regard consistant à réaliser des mouvements de la tête dans les plans des canaux semi-circulaires déficitaires, tout en maintenant le regard sur une cible fixe située droit devant le patient (exercices de type RVOx1)
- des exercices de stabilisation du regard où le sujet est équipé d'un capteur de mouvement qui, lors des mouvements de la tête, déplace une cible laser dans la direction opposée, le patient ayant pour consigne de la fixer du regard. La cible laser lors de l'exercice, verra son mouvement augmenté par incrémentations successives pour permettre une adaptation progressive du gain du réflexe vestibulo-oculaire. Nous parlerons ici d'exercices d'AIRVO quand le laser générera ce stimulus incrémenté dans les mouvements ipsilatéraux à la lésion. [47], [48] (niveau de preuve 2). Nous ne développerons pas les exercices RVOx2 qui proposent un stimulus incrémenté bilatéral (qui a l'inconvénient de générer une

hypercompensation du gain du RVO du côté sain, délétère en rééducation). [46], [49], [50] (niveau de preuve 2)

- les exercices d'AVD, semblables aux exercices RVOx1 à ceci près que le patient doit reconnaître un optotype, un mot ou une figure apparaissant pendant une courte période de temps (50 ms) sur un moniteur situé devant lui, lorsqu'il réalise un mouvement de tête dans le plan du canal étudié, avec une vitesse prédéfinie ne permettant pas d'utiliser les mouvements oculaires de poursuite lente ou le réflexe optocinétique [51] (niveau de preuve 2).

Ces exercices peuvent être réalisés en position assise, debout ou encore en marchant, afin d'y associer un travail de l'équilibre postural. Ils sont réalisés sur une faible amplitude (15° à gauche / 15° à droite) et à haute vitesse (>150°/sec) pour éviter les stratégies de poursuite oculaire. [46], [49], [50], [52] (niveau de preuve 2) Le caractère croissant des mouvements de cibles dans l'AIRVO permet une plus grande augmentation du RVO que les exercices RVOx1. [47], [48], [53] (niveau de preuve 2). La distance à la cible influence le gain demandé pour maintenir une bonne AVD. Même si elle n'interfère pas sur la récupération du RVO, il est recommandé de varier les distances des cibles visuelles pour améliorer l'AVD tant sur la vision de loin que de près [54-56] (niveau de preuve 2).

Ces exercices ont démontré leur supériorité face aux exercices qui utilisent exclusivement les mouvements oculaires de poursuite ou saccades (qui ne sollicitent pas le RVO). Ces derniers ne doivent pas être utilisés isolément en rééducation. [1-6] (niveau de preuve 2). Les mouvements actifs de tête, donc préprogrammés, permettent le développement de saccades anticipatrices, et l'exploitation de l'information proprioceptive cervicale [62] (niveau de preuve 2).

D'autre part, les exercices de stabilisation du regard améliorent l'acuité visuelle dynamique, soit par le biais d'une augmentation du gain du RVO, soit par une augmentation des saccades compensatrices précoces (covert saccades) se substituant au RVO [46-49], [51], [52], [58] (niveau de preuve 2). Ils améliorent également le DHI [47], [48], [51], [52], [58] (niveau de preuve 2). Néanmoins, l'amélioration de l'AVD et du gain du RVO n'est pas corrélée à une diminution des oscillopsies [47], [58] (niveau de preuve 2). Ils sont bénéfiques également pour l'équilibre postural tant statique que dynamique avec une amélioration du Romberg, des mesures posturographiques et de la marche. [57] (niveau de preuve 2). Réalisés activement, ils permettent d'augmenter également le gain du RVO en condition de mouvements passifs de la tête [59] (niveau de preuve 2).

Il a été récemment démontré qu'une rééducation précoce, chez des sujets souffrant d'hypofonction vestibulaire aiguë, comprenant des exercices de stabilisation du regard donne de meilleurs résultats qu'une rééducation tardive [51] (niveau de preuve 2).

Enfin, la rétention du bénéfice d'une rééducation par exercices de stabilisation du regard est démontrée jusqu'à 6 mois chez le sujet chronique et jusqu'à 12 mois chez le sujet sain avec un maintien de la valeur du RVO et du DHI obtenue en post-rééducation [63], [64] (niveau de preuve 2).

Recommandation 3

Les exercices de stabilisation du regard sont recommandés chez les patients présentant un déficit du Réflexe Vestibulo Oculaire ou de l'Acuité Visuelle Dynamique (Grade B).

Une prise en charge précoce est recommandée pour les patients souffrant de déficit vestibulaire aigu (Grade B).

Les mouvements oculaires de poursuite ou de saccades, pratiqués de façon isolée sans mouvement de tête ne sont pas recommandés en rééducation vestibulaire (Grade B).

3.4. Utilisation et utilité des plateformes

La posture est l'orientation de tout segment du corps par rapport au vecteur gravitationnel [65] (niveau de preuve 4) et s'organise sur le modèle du pendule inversé [66] (niveau de preuve 4). La stabilité et l'équilibration posturale sont des éléments essentiels de l'évaluation de l'efficacité des interventions rééducatives que ce soit par des échelles [67] (niveau de preuve 2) ou par des plateformes de posturographie [68], [69] (niveau de preuve 4). Pour apprécier l'efficacité de la posture immobile ou dans la marche, on utilise l'observation des oscillations [70] (niveau de preuve 4). La fonction vestibulaire, la fonction visuelle et la fonction somesthésique sont les éléments sensoriels de régulation de l'équilibre. Pour une évaluation quantitative de l'utilisation de chaque entrée sensorielle il faut pouvoir séparer les différentes modalités et leurs importances réciproques. Le Test d'Organisation Sensoriel (SOT) est le plus pratiqué, il est composé des 6 conditions suivantes : yeux ouverts sur sol stable, yeux fermés sur sol stable, yeux ouverts avec impossibilité d'utiliser les informations visuelles pour se stabiliser, yeux ouverts sur sol non répondant, yeux fermés sur sol non répondant, yeux ouverts avec impossibilité d'utiliser les informations visuelles pour se stabiliser et sur sol non répondant.

La mesure des oscillations corporelles sans utiliser de plate-forme mais dans les 6 conditions du SOT peut être réalisées par accélérométrie [71] (niveau de preuve 4) ou en analysant les limites de stabilité [72] (niveau de preuve 4).

Les plateformes de posturographie utilisent des capteurs de pression [73] (niveau de preuve 4) une calibration est nécessaire pour obtenir une mesure correcte [73] (niveau de preuve 4). Le signal émis par les capteurs de pression sont alors analysés de façon à modéliser le déplacement du centre de gravité (CG) à partir du centre de pression (CP). En posturographie, la variation du centre de gravité du corps (CG) correspond à la stabilité du contrôle postural. Plus ces variations seront importantes plus le contrôle postural sera réduit.

Il n'y a pas de consensus sur le traitement du signal [74] (niveau de preuve 4). Il n'y a pas de consensus sur la façon de réaliser un bilan posturographique. Il est conseillé de faire entre 2 à 4 enregistrements, le temps d'acquisition doit avoir un minimum de 30 secondes [75] (niveau de preuve 4). Il est nécessaire de faire précéder le temps d'enregistrement d'une explication du déroulement de l'examen, la participation et la compréhension sont nécessaires à l'exécution des commandes.

Pour l'usage en médecine et en rééducation, il est à rappeler qu'aucun diagnostic étiologique ne peut être posé à partir de l'utilisation d'une plateforme, il ne peut s'agir que d'un diagnostic fonctionnel [76] (niveau de preuve 4).

Comme tout outil de mesure, les tests sur plateforme doivent fournir des mesures fiables, et reproductibles. Il est indispensable de connaître :

- La valeur de l'erreur standard de mesure
- Les données normatives en fonctions de l'âge, du poids ou de la taille suivant le mode de calcul du logiciel dédié.
- Le minimum de changement détectable
- La fiabilité des test/re tests par l'intermédiaire de l'ICC
- La sensibilité et la spécificité [71] (niveau de preuve 4)

Les normes proposées pour le SOT doivent être prises avec beaucoup de défiance chez les patients présentant des pathologies motrices (Parkinson, syndrome cérébelleux, troubles psychologiques, etc)

Certains tests, comme le SOT sur Equitest ont fait l'objet d'une validation dans le cadre des expertises médico-légales [77] (niveau de preuve 4)) et peuvent déterminer les instabilités anorganiques avec une sensibilité évaluée à 86.9% [78] (niveau de preuve 2).

On peut utiliser les plateformes en rééducation vestibulaire, voir les travaux de Nardone et coll. [79] (niveau de preuve 4), qui montrent dans une étude en cross-over, l'amélioration de l'équilibre chez les patients vestibulaires après une rééducation sur plateforme oscillante. Dans le cadre d'une rééducation précoce (15 jours) suite à un déficit vestibulaire unilatéral Marioni et coll. [80] (accord professionnel) ont montré dans une étude prospective contrôlée randomisée la récupération de l'équilibre après exercices sur plateformes et à domicile ; à 6 semaines le groupe déficitaire était au même niveau que le groupe sain et bien au-dessus des résultats du groupe sans rééducation. Winkler et coll. [81] (niveau de preuve 1) retrouvent les mêmes résultats avec des exercices de déstabilisation aléatoire en angulation et vitesse sur plateforme.

Recommandation 4

Le groupe de travail ne recommande pas l'utilisation des plateformes de posturographie en diagnostic étiologique et restreint sa seule utilité à la comparaison du patient avec lui-même (Accord Professionnel)

3.5. Exercices multisensoriels de l'équilibration posturale et de la marche

3.5.1. Principes

La rééducation de l'ataxie vestibulaire et de la marche est une rééducation neurologique même si celle-ci est sensorielle et non à visée neuromotrice. En cela les principes de Kleim et Jones concernant la rééducation des troubles neurologiques, peuvent lui être appliqués [82] (accord professionnel).

La rééducation de l'ataxie vestibulaire reste une rééducation vestibulaire et suit en cela les principes énoncés par Demanze et Lacour [2] (accord professionnel)

3.5.2. Rééducation de l'équilibre debout

Le choix des exercices reposera sur un bilan inventoriant les déficits analytiques et fonctionnels pour fixer les objectifs basés sur l'acronyme SMART. On peut reprendre l'évolution de l'équipe de l'Université du Michigan [83] (accord professionnel), avec variation de la position de pieds, et travail en appui unipodal. Il ne doit pas y avoir d'appui possible mais une aide avec des poids accrochés à une sangle tels des ancrs peut être proposée pour se stabiliser [84] (niveau de preuve 4). Des mouvements de tête peuvent se rajouter avec ouverture et occlusion des yeux, ou en reprenant les techniques vestibulo-oculaire du x1 et du x2 (fois 1 et fois 2) [85], [86] (accord professionnel). On peut modifier plus subtilement qu'en fermant les yeux, le traitement de l'information visuelle, en utilisant un parapluie bicolore que le patient fait tourner devant lui ou en utilisant les stimulations optocinétiques [87] (avis d'expert) ou sur un coussin de mousse dédié ou lors d'exercices sur plateau roulant comme dans le reactive balance training RBT [88] (niveau de preuve 1). La réalité virtuelle (voir chapitre 3.9) va pouvoir intervenir pour proposer des exercices plus ludiques. L'utilisation des plateformes type Wii apporte aussi cet aspect ludique et entraînant à la rééducation notamment chez les sujets âgés [89] (niveau de preuve 4)

3.5.3. Rééducation de la marche

La participation de la fonction vestibulaire est très importante lors des changements volontaires (passage de l'immobilité à la marche, impliquant les ajustements posturaux anticipatoires (APA) et lors des points critiques du cycle de marche [90] (accord professionnel), la rééducation doit tenir compte de ce paramètre.

La rééducation de l'équilibre lors de la marche peut être réalisée sur des parcours de marche avec des sols de différentes consistances yeux fermés ou yeux floutés (niveau de preuve 4) ce qui est plus difficile [91] (niveau de preuve 4) ou en modifiant la vitesse de marche [92] (accord professionnel). Les solutions techniques proposées font appel actuellement avec efficacité aux tapis roulants [93] (niveau de preuve 2). La rééducation peut consister en une marche normale sur le tapis roulant ou avec des déséquilibres latérales [94] (niveau de preuve 1). Une double tâche cognitive ou motrice, lors des exercices d'équilibration à la marche sur tapis roulant, peut se révéler une thérapie très efficace en fin de rééducation sur des populations sportives [95] (accord professionnel).

3.5.4. Éducation thérapeutique

Elle vise à aider les patients à acquérir ou maintenir les compétences dont ils ont besoin pour gérer au mieux leur vie avec un handicap qui peut devenir chronique. Elle fait partie intégrante et de façon permanente de la prise en charge du patient. Elle comprend des activités organisées, y compris un soutien psychosocial, conçues pour rendre les patients conscients et informés de leur maladie, des soins, et des comportements liés à la santé et à la maladie (source HAS). Ainsi il est conseillé en dehors des séances de rééducation d'effectuer des exercices de rééducation vestibulaire à domicile [95] (accord professionnel). Il est important que le patient puisse posséder son propre indicateur de performance pour suivre son évolution. Cela peut être des tests chronométrés ou des scores d'objectifs personnalisés comme le GAS [96].

Cependant il est acquis que les séances supervisées par un kinésithérapeute formé sont plus efficaces que l'auto-rééducation Pavlou et coll. [37] (niveau de preuve

1) ; Hsu et coll., [97] (niveau de preuve 4). Le Tai chi et le sport sont à conseiller [98] (Accord professionnel)

Il est recommandé de faire pratiquer des exercices multisensoriels dans la rééducation vestibulaire qui doivent associer la stabilisation du regard et du corps en réduisant le plus possible le recours à des stratégies d'évitement. Les exercices doivent être fonctionnels et ludiques et intégrer des doubles tâches et des APA, utiliser l'ensemble des outils décrits dans les précédents chapitres. Ils peuvent être prescrits pour une réalisation à domicile et doivent s'intégrer dans les activités de la vie quotidienne et peuvent être complétés par des activités sportives adaptées et du Tai Chi. (Accord professionnel).

3.6. Réentraînement à l'effort et syndrome vestibulaire

Nous avons effectué une revue manuelle de la littérature en décembre 2022 sur les bases de données : Pubmed, Cochrane Library, PEDro ; en utilisant les mots clés : Physical activity, exercise, exercise training, dizziness, vestibular, vestibular rehabilitation,

Comme toute pathologie limitant l'activité, un déficit vestibulaire engendre un déconditionnement à l'effort nécessitant une prise en charge spécifique.

Les connaissances dans le cadre de la pathologie vestibulaire restent encore limitées [4], [61] (niveau de preuve 2), [99] (niveau de preuve 3). Chez les patients présentant des vertiges chroniques, certains rapports d'auto-questionnaires indiquent une diminution d'activité physique associée au handicap, à l'anxiété, à l'instabilité posturale et à une récupération réduite de la fonction vestibulaire [100] (niveau de preuve 4), [101], [102] (niveau de preuve 2). Des études ont analysé les données de l'activité physique par accéléromètre de patients présentant un vertige. Elles concluent que leur niveau d'activité est limité. Une de ces études indique que l'activité physique légère est le premier facteur affectant le score DHI (avant la position du centre de pression, le genre, et le score d'anxiété sur l'HAD) [103], [104] (niveau de preuve 2). Cependant, le lien de causalité n'est pas démontré. Une étude de faible puissance suggère qu'un programme de marche de 30 minutes par jour pourrait réduire le handicap perçu et l'anxiété de patients souffrant d'une hypofonction vestibulaire chronique [105] (niveau de preuve 3).

De plus, certaines réponses comportementales aux vertiges provoquent un évitement d'activités provoquant les symptômes. Ce qui prive le patient de l'exposition nécessaire pour favoriser l'adaptation [106] (niveau de preuve 4). Respecter une progressivité dans les activités et prioriser des exercices centrés sur une tâche écologique pourraient permettre une meilleure participation du patient et un transfert de l'amélioration dans ses activités quotidiennes [107] (niveau de preuve 2).

L'intérêt de l'activité physique est bien décrit dans le suivi de nombreuses pathologies : cancérologie [108], accidents vasculaires cérébraux, SEP, réadaptation cardiaque [109]. Au vu des données scientifiques sur l'intérêt de l'activité physique, un réentraînement à l'effort (aérobie et renforcement musculaire) et la mise en place d'une activité physique au long cours pourraient être proposés aux patients en rééducation vestibulaire.

L'HAS a produit en Juillet 2022 un guide de consultation et prescription médicales d'activité physique à des fins de santé chez l'adulte [110]. Ce guide concerne l'ensemble des patients atteints d'une pathologie chronique ou présentant un état de santé pour lequel l'activité physique a des effets bénéfiques prouvés. Il reprend les différentes étapes de la consultation médicale nécessaires avant la mise en place d'activités physiques, qui ne seront pas décrits ici (évaluation médicale minimale ; consultation médicale d'activité physique...).

Recommandation 5

En lien avec les recommandations de l'HAS sur la "prescription d'activité physique à des fins de santé", le réentraînement à l'effort (travail aérobic et renforcement moteur) associé à un accompagnement au maintien d'une activité physique est recommandé dans le cadre de la rééducation vestibulaire (Grade C).

3.7. Usage et pertinence de la kinésithérapie cervicale

Le lien entre le système vestibulaire et le rachis cervical est établi depuis longtemps. Les noyaux vestibulaires reçoivent de nombreuses afférences corticales, cérébelleuses, de structures du tronc cérébral, ainsi que des afférences proprioceptives du rachis cervical. [111–113] (niveau de preuve 3)

Les patients souffrant de sensations vertigineuses chroniques présentent pour la plupart des cervicalgies [114], [115] (niveau de preuve 1) et par conséquent une perte de mobilité et des troubles proprioceptifs du rachis cervical [114], [116], [117] (niveau de preuve 1). Ces doléances observées, dans le cadre d'un VPPB, disparaissent après la réalisation d'une manœuvre libératrice [118] (niveau de preuve 2) À l'inverse, chez les patients ayant subi un traumatisme cervical, les sensations vertigineuses sont les seconds symptômes rapportés après la douleur. [119] (niveau de preuve 3)

Cette inter-relation entre le rachis cervical et le système vestibulaire interroge sur l'impact d'une atteinte d'une structure sur l'autre et sur l'intérêt de la kinésithérapie du rachis cervical chez le sujet algique et instable.

Différentes approches sont proposées dans la littérature :

- Les thérapies physiques telles que l'usage de compresses chaudes ou froides, d'appareils à ultrasons et les massages à visée relaxante ne sont pas recommandées chez le patient cervicalgique [120], [121] (niveau de preuve 1)
- Les méthodes de mobilisation passive et d'étirement (SNAGs, Maitland, Mulligan) ont démontré leur efficacité par le biais d'une diminution du score du DHI, de la fréquence des troubles de l'équilibre, de l'échelle visuelle analogique de la douleur et une augmentation de mobilité du rachis cervical (MRC). Elles n'apportent pas d'amélioration significative concernant la proprioception cervicale [121–126] (niveau de preuve 2)
- À l'opposé, les thérapies actives proprioceptives et de renforcement musculaire (dont certaines font partie de protocoles de rééducation vestibulaire) permettent une diminution durable des cervicalgies, de la prise médicamenteuse. Elles améliorent la MRC, la proprioception du rachis

cervical et l'équilibre au long terme sans recours à un traitement local. [112], [114], [124], [127-132] (niveau de preuve 2) Leur association aux techniques passives ont démontré une efficacité supérieure à un traitement passif isolé. [120] (niveau de preuve 2)

Dans le cadre de troubles post traumatiques, sauf avis médical contraire, le traitement conservateur prolongé par usage de collier cervical n'est pas recommandé malgré une amélioration de la symptomatologie douloureuse par absence de mouvements. [120], [124], [130], [133] (niveau de preuve 1) En cas de commotion cérébrale, l'association d'une kinésithérapie cervicale à une rééducation vestibulaire est recommandée. [134] (niveau de preuve 2)

Enfin, l'association à une cervicalgie de vertiges ou d'instabilité, exige un diagnostic médical. Il permettra de valider l'indication de kinésithérapie cervicale, d'un traitement médicamenteux adapté et d'une rééducation vestibulaire si nécessaire. [135] (niveau de preuve 3)

Recommandation 6

Une kinésithérapie active du rachis cervical est recommandée dans la prise en charge du patient cervicalgique vertigineux, instable (Grade B).

Elle nécessite un diagnostic étiologique préalablement à la mise en place de protocoles de rééducations. (Grade B)

Elle peut être complémentaire à une rééducation vestibulaire (Accord professionnel).

3.8. Usages et pertinence de la kinésithérapie maxillo-faciale

Les troubles de l'articulation temporo-mandibulaire (ATM) proviennent de facteurs biomécaniques, neuromusculaires, psychosociaux et biologiques ; en raison de cette étiologie multifactorielle, la définition de la maladie n'est pas univoque, son étiopathogénie reste incertaine. [136] (niveau de preuve 4) Les dysfonctionnements temporo-mandibulaire (DTM) sont généralement divisés entre troubles musculaires (ou myogènes) et désordres articulaires (arthrogènes), principalement en fonction de la présence ou de l'absence de modifications articulaires destructrices présentes à l'imagerie de l'ATM. [136] (niveau de preuve 4)

Le symptôme le plus courant signalé par les patients est une douleur irradiant vers les oreilles, la région périorbitaire ou la partie postérieure du cou. D'autres symptômes courants comprennent les bruits de l'ATM, une amplitude de mouvement mandibulaire limitée, ainsi que des difficultés de mastication, d'élocution ou encore des symptômes otologiques (SO). [137] (niveau de preuve 4)

La prévalence des SO dans la population DTM est plus élevée que dans la population générale, la plénitude d'oreille étant le symptôme le plus fréquemment signalé (74,8%), suivi de l'otalgie (55,1%), des acouphènes (52,1%), des sensations vertigineuses (40,8%) et de la perte auditive (38,9%), [138], [139] (niveau de preuve 4). Cependant, même si ces résultats indiquent une corrélation

entre les DTM et la présence de SO, ils n'ont pas montré de relation de cause à effet. [137], [138] (niveau de preuve 4)

Sur la base de ces données, de nombreuses tentatives ont été réalisées pour décrire les interactions physiopathologiques entre SO et DTM, mais la physiopathologie des troubles otologiques chez les patients atteints de DTM reste incertaine. De plus, les preuves à l'appui de ces hypothèses sont faibles et non étayées dans la littérature, des recherches supplémentaires sont donc nécessaires. [137], [139] (niveau de preuve 4)

Par conséquent, en cas de symptômes otologiques chez un patient atteint de DTM, un diagnostic différentiel complet reposant sur un examen clinique oto-neurologique approfondi est nécessaire pour en déterminer l'étiologie et fournir un plan de prise en charge thérapeutique adéquat. [140] (niveau de preuve 4) Cette prise en charge des DTM nécessite une approche multimodale comprenant la réassurance et le conseil du patient, le repos, la chaleur, la kinésithérapie maxillo-faciale, la pharmacothérapie et la thérapie orthopédique intra-orale. [2] (niveau de preuve 4) Il n'y a pas de consensus sur la prise en charge des symptômes otologiques lorsqu'ils coexistent avec des DTM, certaines preuves scientifiques suggèrent qu'une thérapie conservatrice ou réversible de l'ATM, comme la kinésithérapie maxillo-faciale, pourrait être une approche efficace en offrant un soulagement significatif, voire complet, mais qui pourrait aussi être une coïncidence avec le traitement. [137], [139], [141] (niveau de preuve 4). Dans la littérature, il n'existe pas de preuves scientifiques du lien entre les vertiges périphériques et les dysfonctionnements temporo-mandibulaires.

Recommandation 7

Il n'est pas recommandé d'effectuer de kinésithérapie maxillo-faciale chez un patient souffrant de vertiges (Accord professionnel).

3.9. Réalité virtuelle : mode ou réalité ?

La réalité virtuelle (RV) est une technologie qui permet de plonger une personne dans la simulation d'un monde créé numériquement. Il peut s'agir d'une reproduction d'un monde réel ou imaginaire. L'expérience est à la fois visuelle, auditive et dans certains cas, haptique avec la production d'un retour sensoriel tactile. Plus la couverture sensorielle est large (visuelle, auditive, haptique), plus elle est immersive [142] (niveau de preuve 3). La RV ne doit pas être confondue avec la réalité augmentée, qui superpose une image numérique sur la vision que l'utilisateur a de son environnement.

La rééducation par RV peut utiliser différents supports d'affichage (moniteur, vidéo projecteur, salle immersive ou encore visiocasque), et différentes technologies d'interaction homme-machine (manette, joystick, capteur de mouvement, capteur de force). La diversité des technologies et des logiciels démultiplie les possibilités thérapeutiques, mais également complexifie l'évaluation de l'efficacité et de l'innocuité de ces pratiques.

Dans les outils de rééducation, on distingue la RV non immersive (RVNI) de la RV immersive (RVI). La RVNI va utiliser par exemple un moniteur standard et des dispositifs tel que la Wii Fit ou le Kinect®, alors que la RVI se pratique le plus souvent, au moyen d'un visiocasque (HMD) qui place un système d'affichage

stéréoscopique devant les yeux du sujet. Ces casques sont équipés de capteurs qui détectent les mouvements de la tête pour permettre à l'utilisateur d'explorer l'environnement numérique autour de lui, les images sont alors recalculées en temps réel pour se synchroniser avec la direction du regard. Ainsi, le dispositif montre à l'individu un environnement virtuel, tout en l'occultant visuellement du monde réel, cette solution de RV est considérée pour cela comme immersive.

Une revue systématique et méta-analyse récente [143] (niveau de preuve 2), incluant cinq essais contrôlés randomisés avec 204 sujets présentant un désordre vestibulaire périphérique, a montré que le score DHI était significativement meilleur avec une large taille d'effet, après une rééducation incluant de la RVI par rapport à une rééducation sans RV. Ces données sont confortées par une autre revue systématique incluant dix études dont six essais contrôlés randomisés [144] (niveau de preuve 2) qui concluent à l'existence de données préliminaires suggérant un bénéfice de la RV.

Par ailleurs, plusieurs études se sont intéressées à l'efficacité de la RV sur la compensation des troubles de l'équilibre. Dans trois de ces études aucune différence significative n'a pu être mise en évidence entre le groupe interventionnel, qui a été traité avec la RVNI et le groupe contrôle qui a suivi une rééducation vestibulaire classique [145–147] (niveau de preuve 2). En revanche, trois autres études trouvent une amélioration statistiquement significative en faveur de la thérapie par RV, sur des paramètres posturographiques et sur le Dynamic Gait Index, dont deux études traitant le patient avec de la RVI [64], [148] (niveau de preuve 2) et une traitant le patient avec de la RVNI [97] (niveau de preuve 2), mais également sur la qualité de vie des patients souffrant de maladie de Ménière [97], [148] (niveau de preuve 2) ou ceux souffrant du mal des transports [149] (niveau de preuve 3).

Enfin, une revue systématique récente [150] (niveau de preuve 3) montre que, lorsque la RV est réalisée au domicile du patient en complément de la rééducation supervisée, les résultats sont plus nuancés. Il est d'ailleurs intéressant de noter que dans la plupart des protocoles, la RV est utilisée en tant qu'adjuvant à la rééducation vestibulaire.

L'hétérogénéité des résultats observés ne permettent pas d'affirmer une supériorité d'efficacité de la RV en comparaison d'une rééducation vestibulaire sans RV. Cependant, la RVI semble être plus efficace que la RVNI que ce soit pour la rééducation des troubles de l'équilibre de la marche ou encore de l'impact des vertiges dans les activités du quotidien.

Les études existantes utilisant des technologies et des mesures très différentes et variées, il est très difficile de comparer les résultats d'une étude à l'autre, et il semble nécessaire de poursuivre la recherche dans ce domaine. Il paraît pourtant intéressant d'utiliser la RV en rééducation et de l'associer avec de la rééducation vestibulaire classique, car son usage a une dimension ludique [143] (niveau de preuve 2).

Le coût récent des dispositifs de RVI aidant à sa démocratisation, la RV n'a de cesse de s'améliorer, de se diversifier et de prendre une place grandissante en tant qu'outil complémentaire de rééducation même si son utilisation ne fait pas consensus. Son usage en rééducation vestibulaire, nécessite une formation et une bonne connaissance de ses inconvénients. On peut noter parmi les effets secondaires et indésirables de la RV, le cyber malaise qui trouve son origine dans un conflit sensoriel non résolu entre la perception de mouvement fournie par la vision, et les informations vestibulaires et proprioceptives signalant au SNC une

immobilité. Toutefois, une exposition progressive à la RV permet une diminution de ces symptômes, probablement par repondération sensorielle [150] (niveau de preuve 2).

Enfin, il est important de savoir que l'*Epilepsy Foundation* recommande d'éviter l'exposition à des stimuli lumineux, dont la RV, pouvant provoquer des crises chez les sujets présentant une épilepsie photosensible [151] (niveau de preuve 2), soit chez 2 à 14% des sujets épileptiques [152] (niveau de preuve 2). Il existe malheureusement peu de publications sur les effets iatrogènes de la RV lors de son utilisation, et il sera nécessaire de réaliser des études sur ce sujet dans le futur. Pourtant il semble important de mettre en garde les thérapeutes sur la possibilité de créer un cyber malaise parfois durable chez le patient traité par RV thérapeutique.

Comme dans toute technique de rééducation vestibulaire usuelle, le respect des capacités neurosensorielles du patient est donc indispensable au cours de la séance, afin de rester une technique d'adaptation et de désensibilisation. Ainsi l'usage de la RV auprès de personnes souffrant de troubles vestibulaires ne doit être proposé par le kinésithérapeute vestibulaire, qu'aux patients qui sont bien éligibles à cette prise en charge, ayant aussi bénéficié d'un bilan vestibulaire préalable et présentant une indication claire à cette thérapie, sans céder à la mode grandissante de son usage thérapeutique en cabinet de rééducation.

Recommandation 8

Il n'est pas recommandé d'utiliser la réalité virtuelle à usage thérapeutique pour des patients n'ayant pas bénéficié d'un bilan vestibulaire préalable (Accord professionnel)

L'utilisation de la réalité virtuelle doit respecter les capacités neurosensorielles du patient traité (Accord professionnel)

La réalité virtuelle à usage thérapeutique peut être proposée en complément de la rééducation vestibulaire conventionnelle (Grade B)

La rééducation par réalité virtuelle n'est pas supérieure à la rééducation vestibulaire conventionnelle (Grade B).

La rééducation par réalité virtuelle est contre-indiquée pour les sujets présentant une épilepsie photosensible (Grade B) ou un cyber malaise durable (Accord professionnel)

3.10. Rééducation orthoptique

Les affections du système vestibulaire sont multiples. Les causes du vertige sont ainsi nombreuses et une prédominance vestibulaire, oculaire ou migraineuse peut quelquefois être mise en évidence. Le traitement d'un vertige peut prendre plusieurs formes. En cas d'atteinte oculomotrice, il est important d'entreprendre une rééducation orthoptique avec une réfraction correcte. De même, si un patient consulte pour un bilan orthoptique et qu'il s'avère lors du bilan qu'il existe un vertige, l'orthoptiste adresse le patient à un médecin spécialiste compétent dans ce domaine pour le diagnostic étiologique.

L'examen orthoptique dans le cadre de la prise en charge d'un patient vertigineux permet l'évaluation de l'intégrité de la fonction visuelle. Cette évaluation s'étend de la fonction sensorielle (rétine) à la fonction perceptivo-cognitive (voies visuelles et cortex). L'examen de la fonction oculaire fait partie des éléments de la réussite de la prise en soins avant de débiter la rééducation. Le bilan orthoptique commence par un interrogatoire complet, puis une analyse approfondie de la fonction visuelle (acuité visuelle statique et dynamique, étude de l'accommodation et ses relations avec le contexte fusionnel, évaluation des troubles neurosensoriels visuels contrastes, stéréopsie, sensibilité aux flux optiques, troubles perceptivo-cognitifs) [153] (accord professionnel). Ensuite, le bilan est complété par un examen de la fonction vestibulo-oculaire et celui de la fonction oculomotrice [154] (accord professionnel).

La rééducation orthoptique vise à améliorer la fonction visuelle.

Les anomalies des mouvements oculaires de stabilisation du regard et les mouvements d'orientation donnent des instabilités posturales dont le traitement fait partie de la prise en soin. La rééducation orthoptique permet au mieux de normaliser la fonction oculomotrice.

Pour faciliter la restauration et le retour à la normale d'un système vestibulaire altéré il peut être utile de réduire les insuffisances visuelles par des techniques spécifiques orthoptiques qui visent le renforcement de la fixation et de la perception visuelle. [155] (niveau de preuve 4)

4. Les outils d'évaluations de l'équilibre postural : bilan clinique, bilan instrumental, questionnaires

4.1. Le bilan clinique

L'évaluation clinique de l'équilibration posturale au décours d'une pathologie vestibulaire peut s'inscrire sur quatre registres : - la distinction du sujet sain du sujet atteint de trouble vestibulaire avec sensibilité et spécificité suffisante dans le cadre d'un screening ; - la validité et reproductibilité de la mesure du déficit d'équilibration posturale en maîtrisant la variabilité de la mesure découlant de trois types d'erreurs possibles (test, sujet, examinateur) ; - la nature du processus d'équilibration posturale qu'il mesure, - l'estimation du risque de chute. [156] (accord professionnel), [157] (niveau de preuve 2)

Pour cela, deux catégories d'évaluation clinique existent : des tests cliniques isolés, pouvant être associés, évaluant un ou plusieurs aspects de l'équilibration posturale, et des batteries standardisées composées fréquemment d'une sélection des tests précédents, souvent génériques et donnant un score composite. La plupart des études ont réalisé leur test sur des patients pieds nus ou en chaussette, parfois avec quelques instruments (obstacle, mousse...).

- Le test de Romberg (maintien de la station debout bipodale les yeux fermés pendant 15 à 60 secs), sensibilisé en position pieds en tandem ou sur mousse YO et YF, souffre d'un manque de sensibilité et spécificité pour distinguer les atteintes vestibulaires des sujets sains [158], [159] (niveau de preuve 4), [160] (niveau de preuve 2), [161] (niveau de preuve 4), bien que perturbé dans les DVU en phase aiguë en YF et sur mousse [162] (niveau de preuve 2). Intérêt en association à d'autres tests pour évaluer le retentissement sur l'équilibration [163] (niveau de preuve 3), mais reproductibilité et corrélation au risque de chute inconnues en cas de pathologie vestibulaire.

- L'appui unipodal, chronométré en secs, YO et YF, évalue le maintien d'un équilibre statique sur un membre inférieur portant et l'autre en suspension. Normé [164] (niveau de preuve 1), c'est un élément clé de l'équilibration posturale nécessitant des ajustements posturaux anticipés de transfert d'appui à la marche, au passage d'obstacle et escaliers [165] (niveau de preuve 2). Validé mais avec une corrélation au DHI discuté et ne permettant pas de distinguer le sujet sain du patient touché par une pathologie vestibulaire, il reste perturbé quel que soit les conditions pendant 3 mois après un DVU. [162], [166] (niveau de preuve 2), [167] (niveau de preuve 1). Intérêt en association à d'autres tests [163] (niveau de preuve 3), mais pas d'information sur la reproductibilité et corrélation au risque de chute en cas de pathologie vestibulaire.

- Le Clinical Test of Sensory Interaction and Balance propose une évaluation de l'équilibre bipodale en modulant les entrées sensorielles suivant 6 conditions : 1/ sol dur, yeux ouverts ; 2/ sol dur, yeux fermés ; 3/ sol dur, vision asservie en plaçant la tête dans un hémisphère type lanterne chinoise ; 4/ sol mousse, yeux ouverts ; 5/ sol mousse, yeux fermés ; 6/ sol mousse, vision asservie. Proposé pour une analyse observationnelle sur 30 secs pour chaque condition [168], [169] il peut être quantifiable avec score à 4 niveaux pour chaque épreuve, par une analyse chronométrée ou instrumentale sur plateforme dynamique [170] (voir posturographie). Des variations en appui unipodal ou tandem ont été proposées [171] (niveau de preuve 3). Les conditions 4 et particulièrement 5 et 6 sont perturbées chez les sujets de plus de 65 ans et en cas d'atteinte vestibulaire, sans

qu'il ne puisse être utilisé comme test diagnostique d'une atteinte vestibulaire [171] (niveau de preuve 3). Très fiable en test-retest, intra-test et interobservateur [171] (niveau de preuve 3) mais faiblement corrélé au DHI et aux tests fonctionnels [163] (niveau de preuve 3) et sans corrélation au risque de chute non étudiée.

- le Functional Reach Test [172] (niveau de preuve 2), mesurant en cm les limites de stabilité antérieure et latérales droite et gauche, renseigne sur les ajustements posturaux anticipés aux déplacements de centre de gravité et de tache aux membres supérieurs, de feedback sensoriel. Normé [172] (niveau de preuve 2), validé, reproductible, non corrélé au DHI mais au risque de chute en cas si limite de stabilité antérieure inférieure à 15 cm [166], [172] (niveau de preuve 2), [173] (niveau de preuve 4).

- Décrit comme un test vestibulo-spinal d'asymétrie vestibulaire, le Test de Fukuda est un piétinement sur place en aveugle bras tendus qui normalement n'entraîne pas de déviation de plus de 30° si 50 pas minimum consécutifs, ou de plus de 45° après 100 pas. En cas de déficit unilatéral vestibulaire, la déviation est plus marquée, orientée vers le coté atteint [174]. La mesure sur 50 pas est plus performante et des variantes avec mouvements de tête ne modifient pas les performances du test [175] (niveau de preuve 3). Critiqué pour son manque de fiabilité, de sensibilité et spécificité [175] (niveau de preuve 3), [176] (niveau de preuve 4), mais manquant aussi d'études poussées. Pas de donnée comme instrument de mesure de la rééducation ou de risque de chute.

- Le Timed Up and Go [177] (niveau de preuve 2), est un test fonctionnel universel de marche d'ajustements posturaux anticipés. Normé, augmentant avec l'âge [177] (niveau de preuve 2), [178] (niveau de preuve 3), il consiste à se lever sans l'usage des membres supérieurs, de marcher 3 m, de faire demi-tour vers la chaise et de se rasseoir, le plus rapidement possible. Validé et reproductible pour les atteintes vestibulaires, avec un risque de chute apparaissant au-delà de 11,1 secondes, et une sensibilité aux changements de 1,4 à 3 secondes [173], [179] (niveau de preuve 4), il est particulièrement intéressant pour les déficits bilatéraux [163].

- Autre test fonctionnel, les Cinq-transferts-assis-debout [180] sont mesurés comme le temps mis pour effectuer le plus rapidement possible le lever et l'assise sur une chaise sans l'aide des membres supérieurs. Ils dépendent d'ajustements posturaux anticipés, de la vitesse d'exécution de la force musculaire, de facultés cognitives et sensorielles [181]. Normés [182] (niveau de preuve 1), validés pour les pathologies vestibulaires [183] (niveau de preuve 4), avec une sensibilité aux changements de 2,7 secondes, [173] (niveau de preuve 4).

- La marche peut bénéficier d'une analyse qualitative, voire semi quantitative avec des scores [184] (niveau de preuve 2). Elle s'effectue sur des distances variables de 3m souvent pour des analyses quantitatives instrumentales à 10 m en pratique courante. [Elle peut être sensibilisée en Tandem Walk, perturbée en cas d'atteinte vestibulaire YO comme YF, sur mousse [160], [162] (niveau de preuve 2), [163] (niveau de preuve 3), [185] (niveau de preuve 2) ou lors des mouvements de tête horizontaux avec des résultats plus discutés [162] (niveau de preuve 2), [163] (niveau de preuve 3), [184] (niveau de preuve 2). On peut y adjoindre des passages d'obstacle (voir items du DGI) une double tache cognitive [184] (niveau de preuve 2), ou varier vitesse lente (0,6m/s) de confort et rapide [185], [186] (niveau de preuve 2). Quantitativement, elle est normée pour des vitesses de confort et maximales [187] (niveau de preuve 1), avec ralentissement sur DVU et

DVB [162] (niveau de preuve 2), [188] (niveau de preuve 4). En décomptant le nombre de pas, on obtient une longueur moyenne de pas, une cadence (pas/seconde), un temps moyen d'un cycle de marche (équivalent de deux pas, en secondes) [189] ou le Walk ratio (longueur de pas /cadence) reflète la qualité de la marche automatique dans un état stable avec une consommation d'énergie minimale [190] (niveau de preuve 2). Abaissé en cas de DVU aigue [189], ce dernier est également un coefficient de variabilité de longueur de pas, analysé plus précisément par tapis de capteurs de pression portable [186] (niveau de preuve 2). En cas d'ataxie vestibulaire, la variabilité de longueur de pas est anormale en marche lente (vitesse environ de 0,6m/s), reste normale en marche de confort et marche rapide), et est corrélé au risque de chute [186], [190](niveau de preuve 2).

Bien que perturbé en cas de déficit vestibulaire, aucun de ces tests pris isolément ne permet néanmoins de distinguer un sujet sain d'un patient atteint de pathologie vestibulaire [163] (niveau de preuve 3),[184](niveau de preuve 2). Mais la plupart (hormis la marche avec mouvement de tête) ont une bonne reproductibilité [2](niveau de preuve 2),[180](niveau de preuve 4),[184](niveau de preuve 2) avec une sensibilité aux changements pour la vitesse établie pour une atteinte vestibulaire de 0,1 à 0,2 m/s [157](niveau de preuve 2),[173](niveau de preuve 4).

- Le Dynamic Gait Index se compose de huit items évaluant la marche à vitesse de confort, lors des changements de vitesse imposés, avec mouvements horizontaux de tête, mouvements verticaux de tête, lors d'un demi-tour, d'un passage et d'un contournement d'obstacle, et lors des escaliers. Avec une cotation à quatre niveaux donnant un score sur 24, validé pour les atteintes vestibulaires, il est reproductible [157], [191](niveau de preuve 2), avec une sensibilité au changement >3 [157] (niveau de preuve 2). Certains items pris isolément sont considérés comme peu fiables en test retest (Contournement obstacle, mouvement de tête horizontaux, et demi-tour) [157], [191] (niveau de preuve 2). Le risque de chute apparaît pour des scores inférieurs ou égaux de 17 [179] (niveau de preuve 4).

- Dérivé du DGI, le Functional Gait Assessment combine 7 items du DGI à la marche en aveugle, TW et la marche en arrière. Il est validé et reproductible [192] (niveau de preuve 2).

Echelles génériques

- Le BESTest est un test de l'équilibre dont l'objectif est d'évaluer le contrôle postural sur 6 domaines : contraintes biomécaniques, limite de stabilité/verticalité, anticipations, réactions posturales, orientation sensorielle, stabilité locomotrice. Réalisé en 20 à 30 minutes, le score est exprimé en pourcentage. Il est significativement moins bon chez les patients avec troubles de l'équilibre que les contrôles [165] (niveau de preuve 2). Le changement minimal détectable est à 8.9 [193] (niveau de preuve 2). Un Cut off à 69% est prédicteur du risque de chutes dans une population de patients neurologique. Excellentes reproductibilités mais non discriminants pour les maladies vestibulaires, son intérêt est d'évaluer les différents domaines de l'équilibre pour définir un programme de rééducation spécifique.

- Le MiniBESTest est une version courte du BESTest (14 items cotés sur 3 administrés en 15 minutes), raccourci suite à des analyses factorielles permettant de centrer l'évaluation sur l'équilibre dynamique et d'améliorer l'utilisation clinique. Quatre sections du BESTest sont évaluées : anticipations, réactions posturales,

orientation sensorielle, stabilité locomotrice. Même si peu de patients présentant un syndrome vestibulaire ont été inclus dans les études, son intérêt dans l'évaluation clinique et préthérapeutique justifie son utilisation régulière [194] (niveau de preuve 2). La fiabilité test-retest est excellente, ainsi que la reproductibilité inter-observateur. Le changement minimal détectable est à 3.5 points [195] (niveau de preuve 2).

- Le Berg Balance Scale est une évaluation de l'équilibre statique et du risque de chute en 14 items. Initialement évalué pour les personnes âgées [196] (niveau de preuve 2), ses fiabilités inter et intra-observateurs sont excellentes. Il a été repris par de nombreuses études, notamment dans le secteur Neurologique. Il est administré en 15-20 minutes. La corrélation a été retrouvée avec le DGI [197] (niveau de preuve 4), [198]. Le score maximal est à 56. Un cut off à 45 peut être utilisé pour discriminer les patients avec dysfonction vestibulaire.

Recommandation 9

Les tests cliniques d'équilibration sont assez peu sensibles pour le diagnostic et pour le suivi pour être utilisés séparément. (Grade B). Leurs associations augmentent leur sensibilité et leur spécificité particulièrement dans les atteintes bilatérales (Grade B). L'usage d'au moins un test fonctionnel est recommandé (Accord Professionnel).

La majorité des tests utilisés, analytiques ou fonctionnels, sont reproductibles et valides pour mesurer les troubles d'équilibration posturale au décours d'une pathologie vestibulaire. (Grade B). Certains sont plus adaptés au suivi grâce à des études de sensibilités au changement. (Grade B)

En association, ils permettent un screening des altérations de l'équilibration posturales, utilisables comme base des exercices de rééducation vestibulaire (Accord professionnel).

4.2. Le bilan instrumental

Certains outils utiles au diagnostic des désordres vestibulaires présentent également un intérêt pour la rééducation, car ils permettent de quantifier le degré de sévérité de l'atteinte et de suivre l'évolution de la récupération ou de la compensation. C'est le cas notamment de l'examen du nystagmus et des tests évaluant la stabilisation du regard [5], [199] (niveau de preuve 1).

Dans le cadre de la prise en charge de patient présentant un déficit périphérique unilatéral aigu, l'examen et le suivi du nystagmus spontané, sous vidéonystagmoscopie (VNS) et dans l'obscurité, est un indicateur pertinent de la compensation centrale de l'asymétrie de réflexivité entre les deux vestibules ou de la récupération du déficit [200] (niveau de preuve 2). Cependant, cet examen ne permet pas de faire la distinction entre récupération ou compensation de la fonction. Cette observation peut être complétée par une mesure de la phase lente du nystagmus grâce à un dispositif de vidéonystagmographie (VNG). L'examen des nystagmus positionnels sera développé dans le chapitre 6.1.

Le vidéo Head Impulse Test (vHIT) est une procédure de mesure du gain du RVO de référence [201] (niveau de preuve 3) [202], [203] (niveau de preuve 1). Le test consiste pour le patient de garder les yeux fixés sur une cible située devant

lui, alors que l'examineur réalise une impulsion de la tête dans le plan d'un canal semi-circulaire, non prédictible, d'environ 15° en 100 ms [204] (niveau de preuve 4). Ce test permet indépendamment pour chaque canal de quantifier le gain du RVO mais aussi de visualiser les éventuelles saccades de rattrapage qui peuvent être précoces, traduisant l'utilisation d'un processus de substitution, ou tardive. Rey-Martinez et coll. [205] (niveau de preuve 3) ont d'ailleurs développé un logiciel quantifiant la précocité et l'organisation des saccades de rattrapages permettant une analyse plus fine de ce processus. Le VHIT permet donc de quantifier la fonction de stabilisation du regard des vestibules lors de fortes accélérations circulaires de la tête et d'identifier la présence de processus de substitution dans le cas où la fonction est déficitaire. Le test présente une excellente fiabilité test-retest, cependant les résultats sont très sensibles au changement d'examineur [206], [207] (niveau de preuve 2) et au changement de dispositifs [208] (niveau de preuve 3).

Les tests cinétiques au fauteuil permettent d'évaluer la prépondérance directionnelle nystagmique qui exprime la symétrie des gains, des phases ou des constantes de temps du RVO des canaux semi-circulaires horizontaux entre les oreilles gauche et droite [209] (niveau de preuve 4). De nombreuses procédures sont retrouvées dans la littérature, par exemple les tests de vection et de fixation qui permettent d'apprécier la perception du patient [210] (Accord professionnel). Cependant, bien qu'en pratique ces tests soient répandus, ils souffrent d'un manque d'étude avec une méthodologie adéquate évaluant leurs fiabilité et validité, par conséquent leur utilisation ne peut être, pour l'instant, recommandée. Il en va de même pour l'épreuve rotatoire impulsionnelle, qui a été largement enseignée, mais dont la fiabilité et la validité ont fait l'objet de fortes critiques [211] (niveau de preuve 2). La Bárány Society recommande plutôt l'utilisation de tests sinusoïdaux ou en créneaux, avec une mesure objective de la vitesse du fauteuil et des phases lente des nystagmus, pour le diagnostic des déficits bilatéraux ou des presbyvestibulie [202], [203] (niveau de preuve 1). Ils peuvent donc être considérés comme valides pour suivre les progrès lors de la rééducation. Les tests sinusoïdaux consistent à mesurer les gains du RVO grâce à un dispositif de vidéonystagmographie, lors d'un mouvement harmonique à une fréquence sinusoïdale donnée, avec une vitesse maximale de 60°/s. Des valeurs normatives ont été établies par Chan et coll. [212] (niveau de preuve 2) sur une large gamme de fréquences d'oscillation du fauteuil. La fiabilité est excellente chez les enfants [213] (niveau de preuve 2). Les tests en créneaux nécessitent une accélération du fauteuil jusqu'à une vitesse déterminée (le plus souvent 60°/s et 240°/s), de maintenir cette vitesse constante et de mesurer la constante de temps après l'arrêt du fauteuil. Notons que quel que soit le test utilisé, dans le cadre du suivi en rééducation, d'un patient présentant un déficit unilatéral, l'intérêt est porté sur la symétrie des réponses qui est un indicateur de compensation.

L'acuité visuelle dynamique (AVD) est la différence mesurée, par le biais de la lecture d'optotypes sur une charte d'acuité visuelle, entre l'acuité tête fixe et l'acuité lorsque la tête est en mouvement à une vitesse supérieure à 120°/s ou à une fréquence d'oscillation supérieur à 2 Hz [209] (niveau de preuve 4). Les mouvements de tête peuvent être passifs, actifs ou induits par la marche ou la course. Il s'agit d'un test fonctionnel qui propose un contenu sémantique nécessitant une exigence élevée d'efficacité de la stabilisation du regard. Cependant, Il existe, au sein de la littérature, une forte hétérogénéité des mesures de fiabilité et de validité en fonction des dispositifs, des procédures et des algorithmes utilisés [214–217] (niveau de preuve 2).

Recommandation 10

L'observation du nystagmus spontanée sous VNS et dans l'obscurité est un bon indicateur de compensation ou de récupération d'un déficit unilatéral. (Grade B)

L'utilisation d'un dispositif de vHIT est recommandée lors du suivi en rééducation afin de quantifier la fonction vestibulaire lors de forte accélération de la tête et d'identifier la présence de processus de substitution dans le cas où la fonction est déficitaire. (Grade B)

L'utilisation des tests cinétiques au fauteuil rotatoire avec mesure instrumentale et objective de la vitesse du fauteuil et des phases lentes des nystagmus est recommandé pour évaluer la symétrie des réponses à moyenne vitesse. (Grade B)

L'hétérogénéité des résultats des études sur la fiabilité et la validité des dispositifs de mesure de l'acuité visuelle dynamique ne permettent pas d'établir de recommandation à ce jour. (Grade B)

4.3. Les questionnaires

De nombreux questionnaires ont été développés dans le cadre de l'évaluation des symptômes des désordres vestibulaires. Une grande majorité vise à mesurer la perception des patients, ceci est d'autant plus intéressant que la sémiologie comprend des signes subjectifs (étourdissement, vertige, nausée, etc). Cependant, très peu de ces questionnaires ont fait l'objet d'une traduction en langue française, nous verrons donc dans un premier temps les outils disponibles en français et dans un second ceux qui pourraient faire l'objet d'une traduction en raison de leurs qualités métrologiques et de leurs pertinences au sein de la prise en charge en rééducation.

- Le Dizziness Handicap Inventory (DHI) est probablement l'auto-questionnaire le plus connu et le plus utilisé, il est composé de 25 items évaluant la perception, par le patient, du handicap lié aux vertiges et aux troubles de l'équilibre. La cotation se fait par une échelle ordinaire de 3 points (0 : non ; 2 : parfois ; 4 : oui), cependant dans sa version française Nyabenda et coll. ont proposé une échelle ordinaire de 5 points (0 : non, jamais ; 1 : rarement ; 2 : parfois ; 3 : souvent ; 4 : oui, en permanence) permettant un peu plus de nuances [218] (niveau de preuve 2). Le score total est sur 100 points, trois sous-scores sont calculés le score physique calculé sur 28, le score émotionnel sur 36 et le score fonctionnel sur 36. Plus les scores sont élevés plus le patient ressent un handicap important. Whitney et coll. (2004) ont, d'ailleurs, proposé trois scores de coupure : 0-30 handicap léger ; 31-60 handicap modéré ; 61-100 handicap sévère. Le DHI présente une excellente consistance interne et reproductibilité, ainsi qu'une bonne validité [218] (niveau de preuve 2), [219] (niveau de preuve 4). La différence minimale cliniquement significative en termes de qualité de vie est de 18 points [220] (niveau de preuve 2).
- Le Neuropsychological Vertigo Inventory (NVI) est un auto-questionnaire qui a la particularité d'évaluer la perception de l'impact des vertiges sur les processus cognitifs. Sept dimensions sont explorées (perception spatiale, perception temporelle, attention, mémoire, émotions, vision et motricité) au travers de six questions par dimension, auxquelles les sujets peuvent répondre à l'aide d'une échelle ordinaire de cinq points. Le score total présente une bonne consistance interne et les sous-scores une consistance

d'acceptable à bonne. Quatre des sept dimensions explorées (attentionnelle, émotionnelle, visuelle et motrice) permettent de distinguer les sujets sains, des sujets présentant des vertiges [221] (niveau de preuve 2).

- La Visual Vertigo Analogue Scale (VVAS) a été développé afin de mesurer le vertige visuel, elle est constituée de neuf items décrivant des situations du quotidien, le sujet évalue son niveau d'étourdissement pour chacune de ces situations par une échelle analogique de 0 à 10 (0 indique pas d'étourdissement et 10 indique une sensation d'étourdissement la plus intense). La VVAS présente une bonne validité concurrente en affichant une forte corrélation avec le score moyen du Space Motion Discomfort ($r = 0.82$) [222] (niveau de preuve 2).
- La version courte du Motion Sickness Susceptibility Questionnaire (MSSQ) a pour objet d'évaluer la susceptibilité au mal des transports. Il est composé de deux sections, l'une évaluant le mal dans différents modes de transports (voiture, autobus, train, avion, etc) ressenti avant l'âge de 12 ans et la seconde section quantifie ces mêmes symptômes mais ressentis lors des dix dernières années. Pour la cotation, les sujets utilisent une échelle ordinale de 4 points (0 : jamais malade ; 1 : rarement malade ; 2 : parfois malade ; 3 : fréquemment malade). Le MSSQ présente une excellente reproductibilité, une bonne consistance interne ainsi qu'une validité prédictive du mal du transport [223] (niveau de preuve 2). Paillard et coll. ont montré que les sujets souffrant d'un déficit vestibulaire uni ou bilatéral présentaient des scores significativement plus faibles au MSSQ que des sujets sains ou des patients présentant soit un VPPB ou une migraine vestibulaire [224] (niveau de preuve 2).
- Le Questionnaire des caractéristiques situationnelles (QCS) mesure l'intensité des symptômes d'étourdissements, de vertiges et/ou d'instabilité dans certaines circonstances. Le questionnaire est divisé en trois parties ; deux évaluent l'inconfort spatio-moteur (ISM I et II) et une l'agoraphobie. La validation de la version française a montré que la partie ISM-I et agoraphobie n'avaient pas une bonne validité de construit, alors que l'ISM-II permettait quant à elle de différencier des populations avec des troubles de panique et agoraphobie de population saines. De plus, l'ISM-II possède une bonne consistance interne et une bonne validité convergente en corrélant avec des questionnaires évaluant les phobies et l'anxiété [225] (niveau de preuve 2).
- L'European Evaluation of Vertigo (EEV), contrairement aux autres questionnaires, est renseignée par le thérapeute ou le médecin et évalue uniquement le vertige et les symptômes associés. Cette échelle présente une excellente fiabilité et une bonne sensibilité. Elle est valide pour évaluer la composante physique liée au vertige, mais n'est pas corrélée aux aspects émotionnels ou le handicap [226] (niveau de preuve 2).

Une revue systématique récente a évalué la qualité métrologique de neuf questionnaires d'évaluation des vertiges à partir de la méthode COSMIN. Deux questionnaires ressortent particulièrement : le Vestibular Rehabilitation Benefit Questionnaire (VRBQ) qui permet de mesurer la perception des symptômes et l'impact des vertiges sur la qualité de vie et le Vertigo symptom scale (VSS) qui a été développé pour mesurer la sévérité du vertige sans être contaminé par la symptomatologie causée par l'anxiété [227] (niveau de preuve 1). D'autre part, le Niigata PPPD Questionnaire (NPQ) a été récemment développé, pour faciliter le diagnostic et le suivi des patients présentant un PPPD, il semble d'autant plus intéressant que ces patients ont en majorité des doléances subjectives parfois

difficiles à décrire et que le sous-score stimulation visuelle possède une capacité discriminative avec une sensibilité de 82% et une spécificité de 74% [228] (niveau de preuve 4). À notre connaissance, ces questionnaires n'ont pas encore fait l'objet d'une validation en langue française.

Recommandation 11

L'utilisation d'auto-questionnaire est recommandée pour évaluer les symptômes subjectifs et leurs conséquences sur la qualité de vie des patients présentant un désordre vestibulaire (Grade B)

Le choix du questionnaire dépend de la spécificité des paramètres que le thérapeute ou le médecin souhaite mesurer (Accord professionnel)

5. Place des médecins généralistes et des rééducateurs dans la filière de soins : pour une pertinence réaffirmée

Une filière de soins efficace sous-entend dans l'ordre de pertinence un diagnostic étiologique puis une orientation thérapeutique. Pas de traitement, et en l'espèce, pas de rééducation vestibulaire sans diagnostic préalable, même si en matière de vertiges il est parfois complexe à établir en dehors peut-être du VPPB, le plus fréquent d'entre eux mais aussi le plus piégeant, car il porte bien mal son nom ! S'il « saute aux yeux » du patient et de bon nombre de médecins, c'est un diagnostic fait par excès car tout changement de position aggrave un vertige et l'erreur peut conduire à de lourds retards diagnostiques, s'il n'est pas sémiologiquement affirmé. L'efficacité du traitement passe également par sa rapidité de mise en œuvre. Une prise en charge précoce en rééducation est essentielle tant pour apporter un soulagement aux patients que pour se conformer aux résultats des études montrant un niveau de récupération inversement proportionnel au délai de la rééducation. Cette rapidité du diagnostic étiologique nous oblige [2] (niveau de preuve 3),[11] (niveau de preuve 1),[51] (niveau de preuve 3).

5.1. Etat des lieux de la filière

5.1.1. Le médecin généraliste

En France, diagnostiquer une maladie est un acte médical, même si les modifications législatives en cours tendent à assouplir cette notion en faisant fi des implications médico-légales suscitées. L'inconfort, l'invalidité et l'anxiété induits par les déficits vestibulaires aigus conduisent le patient à souhaiter un avis médical rapide. Deux situations sont possibles : celle du vertige aigu et violent qui conduit le patient dans un SAU (service d'accueil d'urgence) dans un camion de pompier et celle du vertige moins intense voire apaisé « qui peut attendre » où le patient requiert l'avis de son médecin traitant. Dans le premier cas, la démarche diagnostique est conduite par un médecin urgentiste qui peut s'appuyer dans l'urgence sur des examens d'imagerie voire dans certains centres sur un avis ORL. Dans le deuxième cas, le médecin généraliste, pivot de la filière de soins, se trouve confronté à un contexte clinique qui ne lui est pas familier et qui le met bien souvent mal à l'aise. Le vertige ne représenterait que 1,5% des consultations de médecine générale selon, l'étude ECOGEN [229] (niveau de preuve 4). Le médecin généraliste ne dispose ni des outils ni souvent de la formation pour poser un diagnostic [230] (niveau de preuve 3). Pour autant, c'est notre conviction, il doit conserver sa place centrale dans la démarche diagnostique des plaintes de «vertiges», pour préciser cette plainte, qui peut relever d'un déficit vestibulaire mais aussi de symptômes d'instabilité en relation avec des troubles tensionnels, métaboliques, déficits sensitifs, psychiques, interférences médicamenteuses dont il a connaissance mieux que quiconque, ... qui ne requièrent pas, ou pas la même consultation spécialisée [231] (niveau de preuve 3).

5.1.2. L'ORL et le neurologue

Dans tous les pays européens, les vertiges font partie de la compétence des ORL ou des neurologues, moins impliqués en France dans cette thématique. Ils sont

formés pour cela au cours de leur cursus, même si ce dernier diffère d'un pays à l'autre. La connaissance et la prise en charge des pathologies vestibulaires correspondent à ce qu'il est convenu d'appeler l'otoneurologie et plus précisément l'otoneurologie vestibulaire qui leur est enseignée. Ils sont les seuls en France à maîtriser l'ensemble des outils d'évaluation de la fonction vestibulaire et cochléaire car l'un ne va pas sans l'autre. Ils sont donc l'aval naturel du médecin généraliste dans l'étape diagnostique. Au cours de ces dernières années, le diagnostic différentiel des vertiges et les outils d'exploration se sont considérablement enrichis, avec bien souvent l'invalidation de concepts plus anciens. Nombreux sont les nouveaux cadres cliniques récemment définis et méconnus de la prise en charge primaire : Persistent Perceptual Postural Dizziness (PPPD), paroxysmies, migraines vestibulaires, maladie de Minor. L'expertise en otoneurologie vestibulaire requiert ainsi, plus encore que par le passé, une formation continue pour le médecin spécialiste [232] (niveau de preuve 4). Pour ce qui est en revanche des troubles de l'équilibre chroniques, ou des vertiges complexes ou la séméiologie s'enrichit de signes centraux connexes, les neurologues sont souvent sollicités soit par le médecin généraliste soit par l'ORL.

5.1.3. L'ophtalmologiste et l'orthoptiste

Les troubles visuels peuvent largement interférer avec les troubles de l'équilibre, surtout chez l'enfant et la personne âgée : soit parce que la vision n'est pas optimale et ne peut jouer son rôle de béquille venant compenser le déficit vestibulaire, soit parce qu'une pathologie pressionnelle, inflammatoire, dégénérative ou affectant la mobilité oculaire est à rechercher et s'associe de façon syndromique au vertige. L'avis de l'ophtalmologiste peut donc être essentiel. Ainsi, dans l'hypertension intracrânienne primitive où les vertiges sont fréquents, l'étude du fond d'œil et de la papille du nerf optique a un rôle central. L'ophtalmologiste travaille en lien étroit avec l'orthoptiste. L'avis de ce dernier dans les pathologies vestibulaires centrales, bien plus que dans les pathologies périphériques qui nous occupent ici, est très utile. Une rééducation orthoptique peut parfois s'avérer précieuse sous prescription médicale et participer de la prise en charge thérapeutique.

5.1.4. Médecine Physique et de Réadaptation (MPR), gériatres et pédiatres

Ces trois spécialités ne sont pas à exclure du champ diagnostique et thérapeutique. Le MPR intervient en règle dans un suivi rééducatif complexe pour des vertiges syndromiques, sortant du champ de cette recommandation. Les gériatres ont un rôle tout à fait essentiel et leur montée en compétence est ici nécessaire, car leur patientèle est particulièrement touchée par cette pathologie. Les pédiatres, en première ligne en parallèle du médecin généraliste, savent la démarche diagnostique à adopter face aux vertiges de l'enfant, le plus souvent migraineux, mais aussi potentiellement en lien avec des troubles de vergence, plus exceptionnellement induits par des pathologies inflammatoires ou tumorales de la fosse postérieure.

5.1.5. Les kinésithérapeutes formés à la rééducation vestibulaire

Nous les appellerons « kinés vestibulaires » (KV), même s'il n'y a pas de dénomination légale derrière ce terme ni surtout de spécialisation reconnue et organisée par l'Ordre des Masseurs-Kinésithérapeutes qui régule la profession.

On assiste en France aujourd'hui à un manque croissant et très inquiétant de médecins ORL ou neurologues experts en otoneurologie et les délais pour les consulter sont souvent importants. Cet état de fait, assez propre à notre pays, conduit fréquemment le médecin généraliste, confronté à la demande pressante des patients de voir leurs symptômes réduits rapidement, à référer le patient directement au KV, qu'il juge mieux formé que lui dans ce domaine, sans véritable diagnostic préalable. La prescription se limite souvent à une description des symptômes. Force est de constater qu'ils adressent trop souvent le patient vertigineux au KV avec une demande de traitement de « vertiges positionnels paroxystiques bénins » ou seulement de « vertiges » peu étayée. Mais la présence de cette prescription médicale préalable, qui sous-entend une étape diagnostique minimale, réduit la pression médico-légale sur le KV qui, rappelons-le, a un rôle exclusivement thérapeutique.

La place de la rééducation vestibulaire est d'autant plus déterminante que peu de médicaments ont démontré leur efficacité pour réduire les symptômes de « vertiges », hormis pour quelques étiologies spécifiques telle que la migraine ou les paroxysmies vestibulaires. *"Le kinésithérapeute vestibulaire se retrouve alors en situation inconfortable, devant l'absence d'orientation diagnostique précise ou face à une prescription inadaptée..."*. Il faut enfin souligner qu'ils sont aussi trop peu nombreux à être formés et à pouvoir faire face à une demande croissante. Les français vivent plus vieux et la prévalence des vertiges augmente avec l'âge.

5.1.6. Que proposer pour améliorer cette filière dysfonctionnelle ?

L'objectif à atteindre est qu'une première hypothèse diagnostique soit posée par le médecin généraliste ou urgentiste en première ligne afin d'orienter le patient vers la prise en charge spécialisée adéquate (ORL, neurologue, MPR, gériatre, « stroke unit » hospitalière), ou de gérer les étiologies qui relèvent de sa compétence (orthostatisme, interférence médicamenteuse, anxiété, ...).

L'amélioration de cette prise en charge initiale tant au niveau du médecin généraliste qu'aux urgences hospitalières requiert un complément de formation, car la formation initiale facultaire est clairement insuffisante [229] (niveau de preuve 4). Des organigrammes tels que TiTrATE [233] (niveau de preuve 4), sont utiles pour guider l'anamnèse, et la recherche des signes cliniques les plus pertinents pour évaluer le risque d'un accident vasculaire cérébral [234], [235] (niveau de preuve 2), [236] (niveau de preuve 3), [237] (niveau de preuve 4). Il s'avère cependant que, sans une formation des médecins de premiers recours à la recherche de ces signes cliniques, ces algorithmes décisionnels perdent leur efficacité [238] (niveau de preuve 2). Cette formation complémentaire peut être allégée par l'envoi de vidéos de quelques éléments de l'examen clinique à un centre expert [239] (niveau de preuve 3) ou l'usage de systèmes experts qui montrent des résultats encourageants [240–242] (niveau de preuve 4),¹⁶. Ceux-ci sont davantage développés pour les patients se présentant dans un service d'urgence mais la gestion initiale du patient y est fort similaire à celle attendue du généraliste. Des applications pour téléphones portables sont également en développement [243] (niveau de preuve 4). Cette évolution est encouragée par les experts [244], [245] (niveau de preuve 4).

Cette montée en compétence de ces médecins devrait leur permettre de distinguer les vertiges positionnels paroxystiques bénins, étiologie la plus fréquente, des déficits labyrinthiques de nature différente et d'atteinte vestibulaire neurologique qui cachent de vraies urgences.

Lorsque cette phase initiale est bien conduite et les diagnostics qui relèvent de l'urgence ou d'un risque d'évolution inquiétante exclus, il est acceptable que le patient soit adressé directement en rééducation pour que celle-ci soit précoce, sans qu'il soit besoin d'une consultation ORL ou neurologique.

Une rééducation bien conduite commence par une écoute attentive des plaintes du patient et un bilan fonctionnel [2], [1] (niveau de preuve 3). Cette écoute est déterminante pour l'élaboration du bilan diagnostique kinésithérapique et la conception d'un programme individualisé de rééducation. Il est dès lors admissible que la rééducation soit entreprise parallèlement à une démarche diagnostique en cours, pour autant que le rééducateur soit formé à l'identification des signes cliniques d'alerte ou discordants avec les données fournies sur la prescription. De plus, si l'évolution en rééducation n'est pas celle attendue, il est impératif que le patient soit réadressé aux médecins référents en précisant les motivations.

6. Les vertiges aigus : un tri parfois difficile aux urgences

6.1. Le Vertige Positionnel Paroxystique Bénin

Le vertige positionnel paroxystique bénin (VPPB) est la première cause de vertiges. Il est suspecté dès l'interrogatoire, car le patient rapporte un vertige rotatoire, bref (moins d'une minute), déclenché par certains mouvements et certaines positions de la tête dans l'espace. Plusieurs variantes de VPPB sont maintenant décrites. En 1952, Dix et Hallpike [246] (niveau de preuve 4) décrivent la manœuvre déclenchante élective d'un VPPB du canal postérieur (VPPBpost) et les caractéristiques du nystagmus (essentiellement rotatoire et vertical supérieur). Le vertige positionnel paroxystique bénin du canal horizontal (VPPBhor) a été décrit dans sa forme géotropique par Mc Clure en 1985 [247] (niveau de preuve 4) puis dans sa forme agéotropique par Baloh en 1995 [248] (niveau de preuve 4). Le VPPB par atteinte du canal antérieur (VPPBant) est une entité rare et controversée [249] (niveau de preuve 1). Les critères diagnostiques de chaque VPPB ont fait l'objet d'un article de consensus de la société Bárány en 2015 et ces critères doivent être appliqués [249] (niveau de preuve 1).

Le VPPB est supposé être causé par un déplacement d'otolithes depuis l'utricule dans le canal semi-circulaire atteint : c'est la théorie de la "canalolithiase". Plus rarement ces canolithes pourraient adhérer à la cupule, on parle alors de théorie de la "cupulolithiase". Cette théorie mécanique a permis le développement de traitements physiothérapeutiques visant à repositionner les otolithes. Chaque variante de VPPB bénéficie ainsi de manœuvres adaptées à l'orientation du canal atteint que nous envisagerons séparément.

Au cours de l'examen clinique, il est important d'identifier d'éventuels "drapeaux rouges" contre-indiquant les manœuvres thérapeutiques et nécessitant un avis spécialisé : céphalées, diplopie, ataxie, cervicalgies intenses... [250] (niveau de preuve 1). Ainsi l'expertise du clinicien est importante, elle permet la qualité et la sécurité du traitement du patient atteint de VPPB. Les médecins non spécialisés et les masseurs-kinésithérapeutes doivent suivre une formation continue spécifique pour pouvoir exécuter les tests diagnostiques adéquats et les manœuvres thérapeutiques adaptées au traitement du VPPB [250] (niveau de preuve 1). L'utilisation d'un dispositif de vidéonystagmoscopie rend plus précis l'examen du nystagmus qui objective la migration lithiasique au cours du VPPB [250], [251] (niveau de preuve 1).

6.1.1. Le vertige positionnel paroxystique bénin du canal postérieur (VPPBpost)

Le diagnostic du VPPB postérieur repose sur la mise en évidence d'un nystagmus de positionnement torsionnel géotropique, vertical supérieur, épuisable et paroxystique, par le test de référence de la manœuvre de Dix et Hallpike [250], [251] (niveau de preuve 1). Le traitement d'un VPPBpost repose essentiellement sur 2 manœuvres thérapeutiques. D'une part, la manœuvre libératrice de Sémont *et coll.* décrite en 1985 [252] (niveau de preuve 4). D'autre part, la manœuvre de repositionnement des otolithes proposée par Epley en 1992 [253] (niveau de preuve 4). De très nombreuses études ont été publiées quant au traitement d'un VPPBpost qui se heurtent à l'utilisation de variantes de la manœuvre thérapeutique, à la répétition éventuelle de la manœuvre thérapeutique au cours de la même séance et à des difficultés méthodologiques (en terme de groupe contrôle, randomisation, critères d'efficacité...). Dans ces conditions, il n'est pas

utile de reprendre une analyse exhaustive de la littérature qui a permis une recommandation de l'HAS en 2017 [250] (niveau de preuve 1). Cette recommandation, basée notamment sur une méta-analyse en réseau de Liu de 2016, permet 2 conclusions. D'une part, elle confirme l'efficacité de la manœuvre de Sémont ou d'Epley par rapport à un traitement simulé, à 1 semaine post-traitement, et à la fin de l'étude [254]. D'autre part, elle montre l'absence de différence significative entre ces 2 manœuvres en termes d'efficacité et de récurrence [250] (niveau de preuve 1). Une méta-analyse en réseau de 2022 (41 études incluant 4036 patients) confirme l'efficacité de la manœuvre de Sémont ou d'Epley à 1 semaine et à 1 mois [254], [255] (niveau de preuve 1). Une analyse plus fine en fonction de l'âge montre une supériorité de la manœuvre d'Epley à celle de Sémont chez les patients âgés de plus de 55 ans, probablement car cette dernière devient de réalisation technique plus difficile [254] (niveau de preuve 1). Cette méta-analyse met en avant l'intérêt d'une nouvelle manœuvre hybride entre celle de Sémont et d'Epley, dénommée manœuvre de Gans, qui ne nécessite pas d'extension cervicale [254] (niveau de preuve 1).

Un point controversé est le contrôle immédiat de l'efficacité de la manœuvre thérapeutique avec réalisation d'une nouvelle manœuvre thérapeutique en cas d'échec [252] (niveau de preuve 4). Une analyse de la littérature de 2014 plaide pour la réalisation de plusieurs manœuvres thérapeutiques au cours de la même séance en l'absence de guérison sans pouvoir préciser le nombre optimal de manœuvres [255–257] (niveau de preuve 1). Une étude prospective récente de 2021 compare 72 patients ayant bénéficié d'une seule manœuvre d'Epley versus 71 patients ayant bénéficié de plusieurs manœuvres (moyenne de 2,36 +/- 1,15) [258] (niveau de preuve 2). Cette étude recommande de réaliser une seule manœuvre versus plusieurs au cours d'une même séance compte tenu d'une efficacité identique mais d'une meilleure tolérance [258] (niveau de preuve 2).

Enfin, il existe un risque de chute, avec ou sans vertiges, au cours des manœuvres thérapeutiques si bien qu'il importe de contrôler le patient au cours du traitement puis de l'installer confortablement en position assise pendant les 30 minutes qui suivent la procédure [259] (niveau de preuve 4).

6.1.2. Le vertige positionnel paroxystique bénin du canal horizontal (VPPBhor)

La manœuvre spécifique de diagnostic du VPPB du canal semi-circulaire horizontal est la manœuvre de roulis en décubitus (Supine roll test). Cette manœuvre déclenche un nystagmus horizontal pur s'inversant lors du changement de rotation de la tête (grade C) [250] (niveau de preuve 1). Les caractéristiques du nystagmus positionnel horizontal qui va battre vers le plancher (géotropique) ou vers le plafond (agéotropique) lors des rotations de la tête en position couchée permettent de distinguer VPPBhor de forme géotropique et agéotropique. Il est nécessaire de différencier ces 2 formes, car le nystagmus positionnel provoqué est paroxystique dans la forme géotropique (concept de canalolithiase) mais durable dans la forme agéotropique (concept de cupulolithiase), ne répondant plus aux critères stricts d'un VPPB. Ainsi, cette forme de VPPBhor agéotropique pose plus de difficultés diagnostiques quant à une éventuelle origine neurologique centrale et thérapeutiques.

6.1.2.1. VPPBhor de forme géotropique

Différents traitements ont été proposés mais un certain consensus se dégage autour de 3 manœuvres [250], [258] (niveau de preuve 1). Historiquement, il s'agit de la « rotation barbecue » proposée par Lempert en 1994 et 1996 [260], [261] (niveau de preuve 4), de la position prolongée du côté sain de Vanucchi en 1997 [262] (NP3), puis de la manœuvre de Gufoni en 1998, publiée en langue anglaise en 2001 [263], [264] (niveau de preuve 4).

La « rotation barbecue » de Lempert consiste chez un patient couché à plat dos, tête médiane, en une rotation de 270 degrés du côté sain par paliers successifs de 90° [260], [261] (niveau de preuve 4). On peut éventuellement rajouter un palier supplémentaire de 90 degrés réalisant un tour complet (360 degrés).

La position prolongée du côté sain consiste à demander au patient de dormir pendant 12 heures de ce côté [262] (niveau de preuve 3). Vannucchi a d'emblée montré que cette manœuvre était plus efficace que des manœuvres de secouages de la tête en position couchée ou l'absence de traitement [262] (niveau de preuve 3).

La manœuvre de Gufoni consiste chez un sujet assis, au milieu du lit d'examen, jambes pendantes, à le coucher rapidement du côté sain et à maintenir cette position 1 mn après l'arrêt du nystagmus [263], [264] (niveau de preuve 4). La tête du patient est ensuite basculée rapidement de 45 degrés vers le bas (nez vers le bas) en maintenant cette position pendant 2 mn. On rassoit ensuite lentement le patient.

L'efficacité de ces manœuvres versus l'absence de manœuvres ou des manœuvres fictives est objectivée dans au moins 3 études prospectives [265] (niveau de preuve 2). Pour Casani [266] (niveau de preuve 2) la réalisation d'une rotation barbecue associée à une position prolongée du côté sain (54 patients) ou la pratique d'une manœuvre de Gufoni (58 patients) était plus efficace que l'absence de manœuvre (groupe contrôle). Pour Kim, la rotation barbecue de Lempert ou la manœuvre de Gufoni était plus efficace qu'une manœuvre fictive lors du contrôle des manœuvres déclenchantes à 1 heure et 1 mois [267] (niveau de preuve 2). Enfin, Mandala a montré l'efficacité de la manœuvre de Gufoni dans le VPPBhor géotropique versus une manœuvre fictive lors du contrôle des manœuvres déclenchantes à 1 heure et 1 jour [268] (niveau de preuve 2). Si l'efficacité de ces manœuvres semble assez comparable, on notera que la position prolongée du côté sain est de réalisation plus simple que la manœuvre de Gufoni, elle-même de réalisation plus simple que la rotation barbecue de Lempert.

6.1.2.2. VPPBhor de forme agéotropique

Il n'y a pas actuellement de consensus thérapeutique pour de multiples raisons. D'emblée, l'interprétation du résultat des manœuvres thérapeutiques se heurte à la difficulté d'affirmer le côté atteint, plus difficile dans cette variété de VPPBhor, ne permettant pas d'affirmer si la manœuvre thérapeutique a été réalisée du côté sain ou pathologique. On est ensuite confronté à de multiples manœuvres pour lesquelles on peut citer la rotation barbecue [269] (niveau de preuve 4) ou une variante la manœuvre de Zuma [270] (niveau de preuve 4), la manœuvre du head shaking en position assise [271], [272] (niveau de preuve 2) ou couchée [266] (niveau de preuve 2), celle de Gufoni. Pour cette dernière, il existe un consensus pour coucher le patient du côté atteint mais certains auteurs proposent ensuite de tourner ensuite la tête de 45 ° vers le bas [263], [268], [272-274] (NP4) d'autres vers le haut [271], [275], [276] (niveau de preuve 4). Enfin, plusieurs

études cliniques, de méthodologie souvent satisfaisante (étude prospective, randomisée, parfois en double aveugle), donnent des résultats discordants [268], [271], [276] (niveau de preuve 4). En 2017, Bhattacharrayya [257] (niveau de preuve 4) conclut en l'absence de consensus quant au traitement d'un VPPBhor agéotropique, constat qui persiste actuellement malgré des publications récentes [270], [274] (niveau de preuve 4).

6.1.3. Le vertige positionnel paroxystique bénin du canal antérieur (VPPBant)

Le VPPBant est classé en 2015 par la société Bárány dans les syndromes émergents et controversés [249] (niveau de preuve 1). Son existence est probable mais rare, compte tenu de l'orientation du canal antérieur qui permet une évacuation spontanée des débris otolithiques dans l'utricule. On admet que le nystagmus positionnel est vertical inférieur avec une composante torsionnelle discrète, pas toujours accessible à l'œil nu, déclenché par la manœuvre de Dix Hallpike d'un ou des 2 côtés et même plus volontiers par la manœuvre d'hyperextension cervicale en position médiane [249], [277], [278] (niveau de preuve 1). La rareté conjuguée à la difficulté de poser le diagnostic d'un VPPBant conduit naturellement à l'absence de consensus quant au traitement, en dépit de nombreuses manœuvres proposées [278] (niveau de preuve 4).

Recommandation 12

Il est recommandé d'utiliser un dispositif de vidéonystagmoscopie lors de l'examen clinique du patient (Accord professionnel) et d'appliquer les critères internationaux de la Bárány pour diagnostiquer le VPPB (Grade A).

Il est recommandé lors de l'examen, d'identifier les éventuels drapeaux rouges nécessitant un avis spécialisé et contre-indiquant les manœuvres thérapeutiques (Accord professionnel).

Le traitement d'un VPPBpost repose sur la manœuvre thérapeutique de repositionnement des otolithes d'Epley ou la manœuvre libératrice de Sémont *et coll.* (Grade A). Le traitement d'un VPPBhor de forme géotropique repose sur les manœuvres de Gufoni, de position prolongée du côté sain ou de rotation barbecue de Lempert (Grade B). Il n'y a pas de consensus pour le traitement d'un VPPBhor de forme agéotropique ou VPPBant. (Accord professionnel).

En cas de nystagmus positionnel horizontal agéotropique lors des rotations de la tête en décubitus dorsal (compatible avec un VPPBhor agéotropique) ou de nystagmus essentiellement vertical inférieur lors des manœuvres de Dix Hallpike, il faut être plus vigilant quant à une origine neurologique centrale (Accord professionnel)

Il n'est pas recommandé de réaliser plusieurs manœuvres thérapeutiques au cours de la même séance (Accord professionnel).

Au cours des manœuvres thérapeutiques, il est important de sécuriser le patient, car une chute brutale, avec ou sans vertige, peut survenir lors du traitement. Il est prudent de garder le patient en position assise pendant les quelques minutes qui suivent (Accord professionnel).

6.2. Le déficit vestibulaire unilatéral aigu (névrite vestibulaire)

6.2.1. Rappels

Ce qu'il a été convenu d'appeler « névrite vestibulaire » correspond à une perte brutale et isolée, totale ou partielle de la fonction vestibulaire. Il n'y a jamais d'atteinte auditive associée. C'est la première cause de nystagmus spontané et la troisième cause de vertige d'origine périphérique [279] (niveau de preuve 4). Le diagnostic est fait lors d'un épisode de grand vertige rotatoire brutal, de durée comprise entre 24 et 72h, sans signes auditifs, accompagné le plus souvent de nausées et vomissements [280] (niveau de preuve 4).

L'atteinte peut être globale et provoquer une déafférentation ou une atteinte directe de l'ensemble des capteurs vestibulaires, situation assez rare finalement, ou sélective (plus fréquente) ne touchant alors que les capteurs ou les fibres efférentes des territoires innervés par le nerf vestibulaire supérieur (ampoules des canaux supérieur et latéral et utricule) ou le nerf vestibulaire inférieur (ampoule du canal postérieur). Le saccule étant innervé par les deux contingents est rarement impacté dans les atteintes sélectives.

Le déficit vestibulaire est harmonieux et isolé. Il associe une déviation segmentaire et posturale du côté atteint et un nystagmus spontané battant du côté opposé, diminué à la fixation oculaire et augmenté au Head Shaking Test et au test vibratoire osseux (TVO), et ne changeant pas de sens lors du changement de direction du regard ou du changement de position de la tête. Le nystagmus observé peut être horizonto-rotatoire dans les atteintes complètes ou supérieures et torsionnel et vertical inférieur dans les névrites inférieures. Le test d'Halmagyi (Head Impulse Test clinique) est pathologique du côté lésé ou dans l'axe du ou des canaux déafférentés. Le traitement porte principalement sur la rééducation vestibulaire (RV) [5] (niveau de preuve 2).

Afin de pouvoir estimer les capacités de récupération, des explorations vestibulaires complémentaires sont nécessaires. Outre une audiométrie, un vidéo head impulse test, des potentiels évoqués vestibulaires myogéniques sont précieux pour caractériser l'étendue de l'atteinte.

6.2.2. Place de la rééducation vestibulaire

La RV a fait l'objet de nombreuses études. On retiendra une large méta analyse publiée en 2015 par Hall et coll. qui a permis d'extraire ses grands principes [5] (niveau de preuve 2). Elle a tout d'abord permis de préciser que ses bénéfices étaient supérieurs aux risques qu'elle engendre, qu'il ne fallait pas réaliser d'exercice de stabilisation du regard isolés sans mouvements de la tête, que les exercices devaient être ciblés sur les déficits et limitations fonctionnelles identifiés, qu'une rééducation supervisée était nécessaire en plus des auto-exercices (exercices de stabilisation du regard 3 fois par jour), que le nombre de séances de RV supervisées dépendait des comorbidités du patient et que sa précocité était essentielle à une restauration d'une activité vestibulaire normale et d'une dynamique canalaire. Restaient de nombreuses questions en suspens : sous quel délai commencer la rééducation ? À quelle intensité doit-elle être réalisée ? Y a-t-il un lien entre l'intensité du déficit du réflexe vestibulo-oculaire (RVO) initial et la récupération ?

Dans une étude prospective, il a été montré qu'une RV précoce, entamée dans les deux semaines après l'épisode aigu permettait une amélioration du RVO et de l'AVD mais aussi du score au DHI (Dizziness Handicap Inventory) [281] (niveau de preuve 2).

Dans une autre étude, la même équipe a conclu que la précocité de la RV (dans les deux semaines suivant le déficit) et le niveau du déficit vestibulaire (gain du RVO du canal horizontal >0.2) étaient déterminants pour la récupération du gain du RVO [2], [9], [11], [60] (niveau de preuve 2).

La précocité de la RV en cas de déficit vestibulaire aigu est donc essentielle tant sur le plan de la compensation que de la restauration d'un gain efficace du RVO.

Recommandation 13

Il est recommandé de traiter la névrite vestibulaire par une rééducation vestibulaire qui doit être la plus précoce possible (Grade A).

Il est recommandé de privilégier les processus d'adaptation sur les processus d'habituation en utilisant un protocole propre à chaque patient dans une approche globale, en évitant de réaliser des exercices de stabilisation du regard sans mouvements de la tête (Grade B).

6.3. Rééducation vestibulaire et maladie de Ménière

La maladie de Ménière (MDM) se caractérise par des crises de vertige récidivantes d'une durée de 20 minutes à 12 heures, une perte auditive fluctuante, en général unilatérale, le plus souvent sur les fréquences graves, des acouphènes ou une sensation de plénitude d'oreille [282] (accord professionnel). La maladie évolue au début par crises, séparées par des périodes de rémission. Progressivement, l'audition qui est initialement altérée préférentiellement sur les fréquences graves, se dégrade jusqu'à une altération à peu près homogène en plateau autour de 65-70 dB. Les vertiges sont d'une durée d'au moins 20 minutes, classiquement rotatoires et accompagnés de signes végétatifs importants. D'autres troubles vestibulaires peuvent être présents, tels des épisodes de VPPB [283] (niveau de preuve 4). On note aussi chez l'immense majorité des patients, une tendance à l'hypovalence vestibulaire du côté atteint, à l'épreuve calorique, à moyen et à long terme [284] (niveau de preuve 3). Les crises de vertiges et la rapide défaillance vestibulaire intercritique, souvent fluctuante, sont responsables d'une très importante altération de la qualité de vie. L'atteinte peut se bilatéraliser [202] (accord professionnel).

La prise en charge des patients vertigineux est graduelle. Quand les traitements médicaux et les conseils hygiéno-diététiques puis les traitements conservateurs de la fonction vestibulaire (injections transtympaniques de corticoïdes, ou chirurgie du sac endolymphatique) échouent à éradiquer les crises ou en cas de crises de Tumarkin, des traitements visant à diminuer voire à supprimer la fonction vestibulaire sont proposés [285] (accord professionnel). Il peut s'agir d'injections transtympaniques de gentamicine, d'une neurectomie vestibulaire voire à l'extrême en cas de surdité subtotale d'une destruction chirurgicale du vestibule [285]. Ces traitements augmentent le déficit vestibulaire du côté atteint [286] (niveau de preuve 4) . Les patients ont ainsi pour la plupart une hypovalence vestibulaire du côté atteint, pouvant fluctuer, en lien avec la maladie ou le traitement [285]

(niveau de preuve 4). Dans une analyse plus fine de l'atteinte vestibulaire clinique, des patients atteints de MDM, Pykkö et coll. ont récemment montré à partir de l'analyse de questionnaires reçus de 539 patients (sur 1035 envois), que les troubles de l'équilibre pouvaient être de trois types : instabilité, tangage et impression de vertiges rotatoires. La prise en charge est à adapter selon eux à l'atteinte gênant le plus le patient [287] (niveau de preuve 4).

6.3.1. Place de la rééducation vestibulaire

6.3.1.1. Traitement des VPPB

Les épisodes de VPPB [283] (niveau de preuve 4), [288], [289] (niveau de preuve 1) appellent des manœuvres libératrices qui sont moins efficaces que dans les VPPB de novo [283], [288], [289]. Les VPPB intercritiques peuvent être responsables d'une gêne importante [283] (niveau de preuve 4), [290] (niveau de preuve 2). Dans une étude prospective monocentrique (niveau de preuve 2), Socher et coll. ont montré que la rééducation vestibulaire dans une cohorte observationnelle de 12 patients atteints de maladie de Menière et souffrant de VPPB intercritiques, était bénéfique, en améliorant leur DHI (version brésilienne), surtout les scores des questions centrées sur l'aspect physique du handicap [290] (niveau de preuve 2). Leur rééducation était basée sur la réalisation d'une manœuvre d'Epley suivi de l'apprentissage de manœuvres d'habituation de Brandt et Daroff, et de rééducation visuelle de type Cawthorn-Cooksey.

6.3.1.2. Gestion de l'hypovalence vestibulaire spontanée ou provoquée

De nombreuses options de traitement ont été proposées pour réduire ou à tout le moins contrôler les crises. Selon les recommandations de la SFORL et de l'AAOHNS [285], [291] (accord professionnel), il est préconisé de réaliser la rééducation vestibulaire (RV) dans le cadre d'une instabilité intercritique chronique ou à la suite d'un traitement provoquant un déficit vestibulaire.

Il existe très peu d'articles traitant de l'efficacité de la RV dans la maladie de Menière.

6.3.1.2.1. RV et labyrinthectomies

Perez et coll., dans une étude prospective interventionnelle non comparative, retrouvaient une amélioration du contrôle postural selon des paramètres posturographiques après RV avec biofeedback sur plateforme, après labyrinthectomie [292] (niveau de preuve 4). Étant donné la présence d'un déficit vestibulaire (partiel ou complet), les recommandations sur la prise en charge rééducative chez des patients avec déficit vestibulaire pourraient être extrapolées [61]. Dans tous les cas, l'intérêt de la RV après interventions provoquant un déficit, fait l'objet d'un consensus [285], [291] (accord professionnel).

6.3.1.2.2. RV et hypovalence intercritique

Gottshall et coll. [293], dans une étude prospective interventionnelle non comparative (niveau de preuve 4) retrouvait une amélioration du contrôle postural selon des échelles cliniques et la posturographie ainsi qu'une diminution de la gêne (selon le DHI et l'échelle ABC). Cette étude intéressait 26 patients « stabilisés », dont certains après injection de corticoïdes. Ils avaient au minimum un intervalle de 3 mois entre deux crises de vertiges. La prise en charge était axée sur des

exercices de rééducation de l'équilibre et de stabilisation du regard, au rythme d'une séance/semaine pendant 8 semaines.

Garcia et coll. [148] ont conduit une étude contrôlée randomisée sur l'efficacité de la RV dans ce même contexte, portant sur 23 patients (21 en contrôle) (niveau de preuve 2). Le critère d'inclusion principal était la persistance des symptômes entre les crises (sans définition de l'intervalle entre les crises). Tous les patients étaient sous bétahistine (48 mg/jour) et suivaient des recommandations diététiques. L'intervention associait des séances de rééducation du contrôle postural avec biofeedback sur plateforme et des exercices en réalité virtuelle (stabilisation du regard et optocinétique), au rythme de 2 séances par semaines pendant 6 semaines. Les auteurs rapportent un meilleur résultat du groupe RV concernant la qualité de vie selon le DHI, le degré des symptômes selon une échelle visuelle analogique et certains paramètres du contrôle postural selon des critères posturographiques.

Hsu et coll. [97] (niveau de preuve 2) ont mené une étude contrôlée randomisée à simple insu, chez 34 patients présentant une instabilité chronique sur 3 mois ou plus (36 dans le groupe contrôle). Il s'agissait d'une RV en réalité virtuelle 3D (6 séances au total sur une période de 4 semaines), avec des exercices modifiés à partir du protocole de Cawthorne-Cooksey. Les patients ayant participé au groupe entraînement montraient une amélioration significative du contrôle postural, selon des paramètres posturographiques, par rapport au groupe contrôle.

Nyabenda et coll. [294] ont étudié l'efficacité d'une RV utilisant des stimulations rotatoires au fauteuil afin de provoquer un phénomène d'habituation. Il s'agissait d'une étude interventionnelle non comparative (niveau de preuve 4). Au total, 23 patients ont participé à l'étude, le critère principal d'inclusion était la présence de troubles de l'équilibre pendant au moins 6 à 14 jours par an. La fréquence des crises de vertiges était très variable mais toutefois élevée (2 à 10 crises par mois). Le traitement consistait en deux séances de RV par semaine, pour un nombre total moyen de 11 séances. On observait une amélioration des symptômes selon le DHI, une réduction de l'asymétrie des réponses en post-rotatoire (selon le stop subjectif) ainsi qu'une diminution du degré de déviation segmentaire (selon le test de Fukuda et de la marche aveugle).

L'auto-entraînement du patient à domicile sous forme d'exercices de RV, a été rapporté comme efficace : sur la base de 539 réponses (sur 1035 envois) à un questionnaire sur le type de RV prescrite, Pykkö et coll. en 2022 ont rapporté que 70% des patients faisaient des exercices chez eux (niveau de preuve 4) [295]. Ils choisissaient leurs exercices en fonction de la nature de leur gêne : tangage, instabilité avec trébuchage, vertiges rotatoires. Il pouvait s'agir de marche, d'exercices d'équilibre faits seuls ou guidés par un tiers. Le groupe des patients trébucheurs était celui où ces exercices étaient le plus pratiqués, suivi par le groupe de patients se plaignant de tangage. Il est important de noter que les patients se plaignant de sensation rotatoire préféraient les exercices guidés [295].

Recommandation 14

On entend par patient stabilisé, un patient n'ayant plus de crise vertigineuse rotatoire mais une sensation persistante d'altération de son équilibre (Accord professionnel). Le délai permettant de définir cet état reste à définir plus précisément même si une durée de 3 mois est retrouvée dans la littérature.

Il n'est pas recommandé de réaliser des séances de rééducation de l'équilibre chez des patients non stabilisés ou en période critique. (Accord professionnel).

Il est recommandé de réaliser des séances de rééducation chez les patients atteints de maladie de Ménière présentant des troubles de l'équilibre ou des sensations vertigineuses chronique entre les crises (Grade B).

Il est recommandé de réaliser des séances de rééducation vestibulaire chez des patients présentant un déficit vestibulaire spontané et non compensé, d'installation progressive ou provoqué par un traitement chirurgical ou par des injections de gentamicine (Accord professionnel).

Il est recommandé d'adapter le type de rééducation vestibulaire à la plainte clinique du patient, et à l'altération du bilan vestibulaire objectif, ceci demandant l'intervention d'un thérapeute pour adapter correctement la rééducation (Accord professionnel)

Il est recommandé de proposer aux patients ayant une maladie de Ménière et souffrant de VPPB intercritiques une rééducation vestibulaire (Grade B).

Il est recommandé de conseiller aux patients gardant une gêne type instabilité de réaliser des activités physiques sollicitant la fonction d'équilibration » (Accord professionnel)

Cependant, en cas d'atteinte vestibulaire intercritique avec impression rotatoire, l'auto-rééducation vestibulaire n'est pas recommandée. Il est préférable que la rééducation soit guidée par un spécialiste. (Accord professionnel).

6.4. La migraine vestibulaire

La migraine vestibulaire affecterait 1% de la population [296] (niveau de preuve 4). Conceptualisée depuis une trentaine d'années, ce n'est qu'en 2012 que la Bárány Society et l'International Headache Society se sont entendues sur une définition [297] (niveau de preuve 4). Elle est caractérisée par des épisodes de symptômes vestibulaires, d'intensité modérée à sévère, de durée variable de 5 minutes à 72 heures, survenant chez des patients ayant des antécédents actuels ou passés de migraine avec ou sans aura, selon les critères de l'International Classification of Headache Disorders (ICHD). Une annexe précise toutefois que la durée des symptômes peut dépasser quelques jours pour 30% des patients et même quelques semaines [297] (niveau de preuve 4). La moitié des épisodes vestibulaires doivent être accompagnés d'un ou plusieurs phénomènes migraineux (céphalée migraineuse ou photophobie et phonophobie). Les épisodes sont définis par la période durant laquelle les symptômes sont constants ou brefs mais répétitifs.

Elle serait en lien avec un dysfonctionnement central ou périphérique du système vestibulaire [298] (niveau de preuve 4).

Même si sa définition évoque spécifiquement des épisodes critiques, certains patients décrivent en intercritique une instabilité chronique, une intolérance aux mouvements, et développent de mauvaises stratégies avec une dépendance visuelle et une perte de confiance sur le plan postural, souvent associée à une anxiété [298] (niveau de preuve 4), [299], [300] (niveau de preuve 3). Ces manifestations n'apparaissent pas dans les critères diagnostiques de 2012. Mais

un panel d'experts a récemment souligné l'importance de reconnaître cette forme chronique de la maladie [298] (niveau de preuve 4).

Son traitement est essentiellement pharmacologique, s'adressant à l'épisode aigu, ou venant en prophylaxie de nouvelles crises [301], [302] (niveau de preuve 4). Viennent en appui des recommandations d'hygiène de vie concernant l'alimentation, le sommeil, et l'éviction des déclencheurs.

La rééducation vestibulaire (RV) semble avoir toute sa place dans l'arsenal thérapeutique, notamment dans les formes chroniques [298], [301–303] (niveau de preuve 4). Mais l'hypersensibilité multisensorielle présente chez certains patients [304], [305] (niveau de preuve 3) peut les rendre intolérants au travail de RV en cas de déficit vestibulaire voire aggraver leur symptomatologie. La rééducation devra alors s'adapter, être moins intense et plus progressive.

6.4.1. Analyse de la littérature

Après analyse de la littérature depuis 2020, nous avons retenu huit articles évaluant la place de la RV [306–313]. Trois autres articles moins ciblés présentent un intérêt dans la discussion. Le premier traite de la migraine comme facteur associé à une mauvaise réponse à la RV [314]. Le second s'intéresse aux traitements de la migraine sans différencier RV et traitement pharmacologique [315]. La dernière étude a évalué la RV optocinétique supervisée ou non chez un groupe de patients, dont seuls 40% étaient atteints de migraine vestibulaire [37]. Aucune de ces études n'est contrôlée avec un groupe témoin (sans traitement ou autre traitement) et/ou randomisée, à l'exception de la dernière citée qui a randomisé 3 types de stimulation optocinétique, mais sans individualiser le groupe « migraine vestibulaire » représentant donc environ 40% dans chaque bras traité, ce qui empêche toute conclusion sur le bénéfice de la RV optocinétique. Trois études prospectives peuvent être classées de niveau 3 en tant qu'étude cas témoins correctement réalisées évaluant le bénéfice de la RV dans différents sous-groupes de patients [308], [309], [312]. Les autres études sont rétrospectives, de niveau 4 [306], [307], [311], [313], ou sans étude cas-témoin [310], voire mal décrite [307].

Les critères diagnostiques utilisés sont soit ceux de Lempert et coll. [297], soit ceux de Neuhauser et coll. [296], sauf pour les articles antérieurs (migraine-related disorders).

Les outils d'évaluation étaient divers :

- une auto-évaluation des symptômes chroniques vestibulaires selon des échelles classiques et validées (notamment DHI ; ABC),
- une évaluation externe des signes vestibulaires essentiellement posturaux (notamment Dynamic gait index ; FGA ; Computerized dynamic posturography)
- une auto-évaluation de l'état général ou psychologiques (notamment SF-36, Situational Characteristic Questionnaire, Somatosensory Catastrophizing Scale, Beck Depression Inventory, Beck Anxiety Inventory)
- une évaluation des céphalées (pour deux études : Headache Impact Test (HIT-6), Frequency of Headache)

Aucune étude ne s'est intéressée à l'effet prophylactique sur les épisodes de migraine vestibulaire.

Le type de RV et sa durée étaient bien spécifiés, sauf pour trois études rétrospectives [313–315]. Il s'agit le plus souvent d'exercices enseignés par les kinésithérapeutes puis réalisés à domicile, avec une supervision le plus souvent hebdomadaire. La durée de la RV est généralement de 8 semaines (de 4 semaines à 4 mois).

Sur les dix études évaluant le bénéfice de la RV seule, quatre études n'ont pas contrôlé les traitements médicamenteux associés [306], [311], [313], [314], quatre ont contrôlé l'absence de changement de traitement médicamenteux pendant l'essai [37], [293], [308], [310], et deux ont arrêté tout traitement pharmacologique [309], [312].

Seules deux études ont évalué le bénéfice à distance de la RV [308], [309], les autres le faisant immédiatement à la fin de la période de traitement.

6.4.2. Résultats

Impact de la migraine sur l'efficacité de la RV en cas de vestibulopathie.

Deux études assez récentes ont comparé l'effet de la RV en cas de migraine vestibulaire ou de vestibulopathie sans migraine. Une étude prospective bien menée démontre que même si les scores de départ sont moins bons chez les migraineux (n=20) que les non migraineux (n=16), le bénéfice de la RV est significatif et parallèle dans les deux groupes [308] (niveau de preuve 3). L'autre étude, rétrospective, retrouve un même bénéfice dans les deux groupes de 30 patients ainsi qu'un effet significatif de la RV sur les céphalées en cas de migraine vestibulaire [311] (niveau de preuve 4). Deux études rétrospectives anciennes de la même équipe ont comparé le bénéfice de la RV dans un groupe de migraine vestibulaire et de vestibulopathie associée à la migraine [306] (niveau de preuve 4) ou dans un groupe de patients avec vestibulopathie associée à la migraine et de vestibulopathie sans migraine [314] (niveau de preuve 4). Dans les deux études, les traitements pharmacologiques et kinésithérapiques ne sont pas contrôlés. Elles concluent à un bénéfice de la RV dans tous les groupes, inférieur cependant en présence de migraine, suggérant qu'elle serait un facteur défavorable à l'efficacité de la rééducation. Mais le niveau de preuve est faible.

6.4.2.1. Impact de la RV sur les céphalées

Une étude s'est intéressée à l'effet de la RV sur les céphalées, les symptômes vestibulaires et les conséquences psychologiques (anxiété dépression) dans trois sous-groupes de patients : migraine vestibulaire (n=28), céphalées de tension avec instabilité (n=79), instabilité sans céphalées (n=144) [309] (niveau de preuve 3). Cette étude prospective démontre que la RV améliore les céphalées dans les deux groupes de patients céphalalgiques, le DHI uniquement chez les patients avec migraine vestibulaire, et le contrôle postural chez tous les patients.

6.4.2.2. Impact de l'anxiété sur l'efficacité de la RV

Une étude prospective récente a évalué l'effet de l'anxiété comme facteur de réponse à la RV dans un groupe de 74 patients présentant une migraine vestibulaire [312] (niveau de preuve 3). Au travers de scores posturaux, d'auto-évaluations vestibulaire et psychiques, après 8 semaines de RV, le bénéfice est identique sur tous les scores chez les patients anxieux (n=43) ou non anxieux (n=31).

6.4.2.3. Impact d'antécédents de traumatisme crânien

Deux études s'intéressent au facteur traumatisme crânien associé à la migraine vestibulaire. Une étude est prospective et évalue le bénéfice de la RV chez 34 patients classés en 4 groupes en fonction du caractère « idiopathique » des céphalées associées au vertige, ou associée à un VPPB, ou post-traumatique ou les deux [307] (niveau de preuve 4). Le manque de données (nombre de patients dans chaque groupe) empêche de conclure. L'autre étude est rétrospective et s'intéresse à l'impact d'antécédents traumatiques dans un groupe de 93 patients [313] (niveau de preuve 4). Elle conclut que les antécédents traumatiques ont un impact négatif sur l'efficacité de la RV chez les patients migraineux, et montre que les patients migraineux avec traumatisme crânien (n=20) répondent moins bien que les patients avec traumatisme crânien sans migraine (n=40). Il s'agit d'une étude récente, ignorant cependant les critères de 2012, et ne spécifiant pas le type de RV entreprise.

6.4.3. Evaluation en IRM fonctionnelle

Une étude prospective (niveau 4) a étudié le changement d'état de repos de régions cérébrales en IRM fonctionnelle, avant et après RV chez 14 patients [310] (niveau de preuve 4). Cette étude ne comporte aucune comparaison de sous-groupes et montre, en parallèle des changements observés en IRM fonctionnelle, que le DHI des patients s'améliore.

Recommandation 15

Il est recommandé de prescrire la rééducation vestibulaire chez des patients présentant des symptômes vestibulaires chroniques dans le cadre d'une migraine vestibulaire (Grade B). Elle améliore en effet les scores d'auto-évaluation vestibulaire, psychologique et d'hétéro-évaluation posturale de manière égale que chez les patients non migraineux. Elle améliore en outre les céphalées de la migraine vestibulaire et des céphalées de tension, quel que soit le niveau d'anxiété (grade C).

6.5. Les paroxysmies vestibulaires

Jannetta a été le premier à soupçonner une relation entre un "vertige positionnel invalidant" de courte durée et la présence d'un vaisseau sanguin comprimant le nerf cochléo-vestibulaire (NCV) dans sa zone de pénétration dans le tronc cérébral (root entry zone, (REZ)), lors d'explorations neurochirurgicales de l'angle ponto-cérébelleux [316], [317] (niveau de preuve 4). La compression progressive des fibres nerveuses dans cette zone entraînerait une hyperactivité de ces dernières, puis des symptômes d'hypoactivité et finalement une perte totale de fonction [317] (niveau de preuve 4). Par analogie avec les conflits impliquant une structure vasculaire et d'autres nerfs crâniens (IV,V,VII, IX), la présence d'un vaisseau comprimant partiellement le NCV entraînerait une démyélinisation et la présence de décharges éphaptiques induisant de brefs symptômes vestibulaires ou auditifs [318] (niveau de preuve 4). Le NCV peut être lésé par des compressions locales en dehors de la REZ, dans la zone de transition entre myéline centrale et périphérique; contrairement aux autres nerfs crâniens, cette dernière ne chevauche pas la REZ [319] (niveau de preuve 4). La compression est souvent

générée par un vaisseau sanguin (l'artère cérébelleuse antéro-inférieure dans 75% des cas), plus rarement par une tumeur au sein du conduit auditif interne [319] (niveau de preuve 4) [320] (niveau de preuve 2) [321] (avis d'expert).

Le terme de **paroxysme vestibulaire** (PV) a été décrit pour la première fois par Brandt pour caractériser les courtes crises de vertiges [322] (niveau de preuve 4). La prévalence des PV n'est pas connue, il s'agirait d'une pathologie rare [8] (niveau de preuve 4) ou sous diagnostiquée. Les PV correspondent à de courtes crises de vertiges rotatoires ou non, d'une durée de quelques secondes à quelques minutes, corrélées à la position de la tête, et à une hyperacousie ou un acouphène. La société Bárány a proposé de nouveaux critères en 2016 [323]. Le diagnostic de PV correspond alors aux cinq critères suivants : 1) au moins 10 crises de vertiges rotatoires ou non, 2) durée inférieure à une minute, 3) réponse à un médicament antiépileptique (MAE) 4) phénoménologie stéréotypée chez un patient spécifique et 5) pas d'autre diagnostic.

Une approche non invasive est préférable en première intention, avec des MAE tels que la carbamazépine ou l'oxcarbazépine [322–326] (niveau de preuve 4). En cas d'intolérance médicamenteuse, si le côté responsable des symptômes est clairement identifié, que le patient reste invalidé et que le test thérapeutique aux MAE est positif, une décompression chirurgicale neurovasculaire peut être discutée [322], [323], [325], [327] (niveau de preuve 4).

Cliniquement, il est possible de retrouver des signes d'irritation ou de déficit vestibulaire, un acouphène voire une surdité. La recherche d'un nystagmus induit par la manœuvre d'hyperventilation dans cette pathologie est conseillée [318], [328], [329] (niveau de preuve 4) mais sa réalisation doit être prudente en raison d'une vasoconstriction secondaire. En l'absence de prise en charge, une surdité ou un déficit vestibulaire au test calorique ou au head impulse test peuvent apparaître [318] (niveau de preuve 4) [319] (niveau de preuve 2). Par ailleurs, en particulier en cas de signes auditifs orientant vers une atteinte du nerf cochléaire, il est fréquemment réalisé une recherche des potentiels évoqués auditifs provoqués pour étude des temps de conduction [330–332] (niveau de preuve 4). L'IRM des CAI est impérative pour visualiser le conflit entre le NCV et la structure causant la compression [318], [320] (niveau de preuve 4); l'emploi de séquences en haute résolution CISS ou FIESTA est préférable [318], [323], [333] (niveau de preuve 4). Il est nécessaire de rappeler que la découverte d'une image de conflit en IRM peut être fortuite et ne s'accompagne pas systématiquement de symptômes.

La prise en charge consiste également à aider à la gestion de l'anxiété et au repérage des facteurs déclenchant des crises (position, effort physique, hyperventilation, etc). Il n'existe pas de données dans la littérature discutant d'un éventuel intérêt de la rééducation vestibulaire. La rééducation pourrait permettre d'optimiser la fonction vestibulaire ou de prendre en charge une dépendance visuelle. La présence de paroxysmes vestibulaires n'implique donc pas une rééducation vestibulaire spécifique.

Recommandation 16

Il est recommandé de prescrire une rééducation vestibulaire dans les cas de paroxysmes vestibulaires associés à un déficit vestibulaire, un syndrome irritatif ou une dépendance visuelle. (Accord professionnel).

Il est recommandé de prescrire une rééducation vestibulaire en cas de déficit vestibulaire postopératoire (Accord professionnel).

6.6. Les vertiges d'origine vasculaire

Pour évaluer les niveaux de preuve de la rééducation vestibulaire dans les vertiges d'origine vasculaire, nous avons recherché sur Pubmed les articles associés aux mots clés suivants : ("Vascular vertigo" OR "Stroke" OR ("Ear, Inner" AND ("ischemia" OR "hemorrhage"))) AND ("Vestibular symptoms" OR "Vestibular disease" OR "Vestibular disorders") AND ("Physical therapy" OR "Physiotherapy" OR "Rehabilitation" OR "Exercise" OR "Vestibular rehabilitation" OR "Vestibular treatment"). Nous avons également inclus 6 études portant sur l'effet de la rééducation vestibulaire dans les vertiges d'origine vasculaire [334] (niveau de preuve 4) ; [335] (niveau de preuve 4) ; [336] (niveau de preuve 4) ; [337] (niveau de preuve 4) ; [338] (niveau de preuve 4) ; [339] (niveau de preuve 4) et 1 revue systématique récente [340] (niveau de preuve 2). Nous avons en revanche exclu les études évaluant l'effet de la rééducation vestibulaire sur la qualité de la marche et de l'équilibre après un AVC tout venant.

Les vertiges sont des symptômes fréquents au cours des accidents vasculaires cérébraux (AVC) de la circulation postérieure (vertébro-basilaire) [341]. Les lésions responsables de vertiges isolés sont habituellement de petite taille et situées au niveau du tronc cérébral, des pédoncules cérébelleux ou du cervelet [342]. Des vertiges ont aussi été décrits chez environ 10% des patients avec une lésion supratentorielle [343]. L'atteinte vasculaire peut également concerner l'oreille interne et être de nature ischémique par occlusion de l'artère auditive interne, une branche de l'artère cérébelleuse moyenne, ou hémorragique [344].

Les vertiges d'origine vasculaire sont de survenue brutale et peuvent être transitoires ou persister de façon plus ou moins prolongée [345]. Ils sont habituellement associés à d'autres signes neurologiques mais peuvent survenir de façon isolée.

Ils représentent une minorité (3 à 5%) des vertiges pris en charge dans les services d'accueil des urgences [346]. La distinction entre vertiges d'origine vasculaire et non vasculaire peut être difficile à faire lorsque les vertiges sont isolés. Le diagnostic d'ischémie labyrinthique est particulièrement difficile car les vertiges sont associés à des signes cochléaires et que les lésions ne sont pas visibles à l'IRM. Le surcroît de risque d'AVC au décours d'un vertige considéré comme périphérique est probablement le témoin d'erreurs diagnostiques [347], [348]. Il est néanmoins important de faire cette distinction car la prise en charge et le pronostic diffèrent. Le fait de méconnaître une cause vasculaire peut priver le patient d'une prise en charge urgente (traitements de reperfusion à la phase aiguë, craniectomie décompressive en cas d'infarctus malin, introduction précoce d'un traitement préventif...) et grever le pronostic du patient. A l'inverse, le fait de surdiagnostiquer une cause vasculaire chez tout patient présentant un vertige aigu conduit à une consommation peu efficiente du système de soins.

L'examen clinique occupe une place importante dans l'orientation diagnostique. L'anamnèse permet de préciser les antécédents (facteurs de risque cardiovasculaires, cardiopathie emboligène...), les caractéristiques des vertiges (mode d'installation, facteurs déclenchants, durée...) et d'éventuels signes neurologiques ou cochléaires associés. L'examen clinique doit comporter un examen neurologique complet incluant un examen vestibulaire et oculomoteur. Ce dernier inclut également la batterie de tests du HINTS (Head Impulse, Nystagmus, Test of Skew). Celui-ci a montré une excellente sensibilité (100%) et spécificité

(96%) pour faire le diagnostic d'AVC chez des patients avec un syndrome vestibulaire aigu isolé et au moins un facteur de risque vasculaire en comparaison avec l'IRM différée [234]. L'examen clinique ne sera bien sur contributif qu'en cas de symptômes persistants. L'imagerie permet de confirmer le diagnostic d'AVC dans certains cas face à un vertige isolé et de vérifier la perméabilité artérielle mais il faut en souligner les limites. L'IRM en séquences de diffusion, bien que plus sensible que le scanner pour détecter des lésions de la fosse postérieure, est négative dans 12 à 50% des cas dans les 48 premières heures, en particulier pour les lésions de volume limité [234], [349]. Ce constat souligne l'importance d'avoir des outils cliniques sensibles et de contrôler l'imagerie > 48 heures en cas de forte suspicion clinique.

Des critères diagnostiques ont été proposés en 2022 par la Bárány society [350]. Le diagnostic de vertige vasculaire est défini par un vertige/étourdissement ou une instabilité brutale durant ≥ 24 heures avec la présence d'une lésion ischémique ou hémorragique de l'encéphale ou de l'oreille interne à l'imagerie, sans autre cause identifiée. En l'absence de lésion visible, le diagnostic est probable lorsqu'il existe au moins l'un des signes suivants associés aux vertiges : un déficit neurologique focal central ; ≥ 1 composant du central HINTS [head impulse test normal, nystagmus de direction changeante en fonction de la position du regard ou skew déviation prononcée] ; une autre anomalie oculomotrice centrale ; un risque élevé d'évènements vasculaires (score ABCD2 ≥ 4 , fibrillation atriale...).

Peu d'études ont évalué jusqu'à présent l'effet de la rééducation vestibulaire chez les patients atteints de vertiges d'origine vasculaire. Nous avons identifié au total 1 étude prospective randomisée contrôlée [339] (niveau de preuve 2), 5 séries de cas rétrospectives non contrôlées [334] (niveau de preuve 4) ; [335] (niveau de preuve 4) ; [336] (niveau de preuve 4) ; [337] (niveau de preuve 4) ; [338] (niveau de preuve 4) et 1 revue systématique [340] (niveau de preuve -). L'ensemble de ces études portait sur un échantillon de taille réduite (maximum 107 patients avec vertiges et maximum 25 patients avec vertiges d'origine vasculaire). Deux de ces études ont inclus des patients avec des vertiges d'origine vasculaire avec des localisations lésionnelles variables (tronc cérébral, cervelet) [339] (niveau de preuve 2) ; [337] (niveau de preuve 4) alors que les autres études ont inclus des patients avec des vertiges d'origine centrale au sens large ou périphérique [334] (niveau de preuve 4) ; [335] (niveau de preuve 4) ; [336] (niveau de preuve 4) ; [338] (niveau de preuve 4). Le type de rééducation vestibulaire et la durée du traitement n'ont été correctement standardisés que dans l'étude prospective randomisée (rééducation vestibulaire : exercices enseignés par les kinésithérapeutes et réalisés ensuite à domicile par les patients, 2 à 3 fois/j soit environ 20 à 30 min/j pendant 6 semaines ; visual feedback posturography training : 3 fois / semaine durant 25 à 30 min pendant 6 semaines sous supervision) [339] (niveau de preuve 2). L'évaluation de l'efficacité de la rééducation était basée sur la différence avant-après le programme de rééducation. Les critères de jugement reposaient sur l'auto-évaluation des symptômes vestibulaires ressentis par les patients par différentes échelles, validées pour les études les plus récentes (Echelle d'invalidité fonctionnelle, Dizziness Handicap Inventory (DHI); Activities-Specific Balance Confidence Scale (ABC) et l'évaluation externe des signes vestibulaires essentiellement posturaux (Computerized dynamic posturography, Dynamic gait index ; confidence ellipse (CE) of the center of pressure distribution area, Sway velocity (SV), Test Five

Times Sit-to-Stand (FTSTS), Berg Balance Scale (BBS), Test Up & Go chronométré).

Ces quelques études montrent une évolution favorable des différents critères de jugement dans le temps, mais la seule étude randomisée dont nous disposons ne montre pas clairement de différence entre les patients ayant suivi une rééducation vestibulaire et le groupe contrôle.

Les limites de ces études sont les suivantes :

- échantillon de taille réduite

- hétérogénéité des populations d'étude :

- *5 études sur 7 ont inclus des patients avec vertiges d'origine centrale au sens large et/ou périphérique [334] (niveau de preuve 4) ; [335] (niveau de preuve 4) ; [336] (niveau de preuve 4) ; [338] (niveau de preuve 4) ; [340] (niveau de preuve 2)

- *2 études ont inclus des patients avec des vertiges uniquement d'origine vasculaire, mais parmi eux il existait une variabilité de la localisation lésionnelle et donc de la présentation clinique et des symptômes associés qui peuvent contribuer à la variabilité de la réponse au traitement [337] (niveau de preuve 4); [339] (niveau de preuve 2)

- absence de rééducation vestibulaire standardisée et de groupe contrôle en dehors de l'étude randomisée [339] (niveau de preuve 2)

Nous ne disposons donc pas de suffisamment d'arguments scientifiques pour recommander la rééducation vestibulaire chez des patients présentant des symptômes vestibulaires d'origine vasculaire. Les données disponibles semblent toutefois indiquer que la rééducation vestibulaire ne présente pas de danger et qu'il est faisable de la combiner aux autres programmes de rééducation.

Recommandation 17

Le groupe de travail n'a pas émis de recommandation quant à la prescription de la rééducation vestibulaire chez des patients présentant des symptômes vestibulaires d'origine vasculaire. (Accord professionnel)

6.7. Les vertiges post-traumatiques

Les vertiges aigus post traumatiques résultent soit d'un impact direct (traumatisme crânien avec ou sans fracture du rocher) soit de lésions indirectes, à distance ou liées à des accidents pressionnels (effets de blast ou barotraumatismes).

Dans la phase aiguë, on observe soit des vertiges positionnels soit des atteintes vestibulaires déficitaires aiguës.

6.7.1. Les vertiges positionnels paroxystiques bénins post traumatiques

Ils représentent la cause la plus importante des vertiges périphériques post traumatiques (23%). [351] (niveau de preuve 4) à 61% [352] (niveau de preuve 4). L'impact du traumatisme peut être distant de l'oreille et de la boîte crânienne et le mécanisme conduisant à la mobilisation des otolithes est la brutale décélération. Il a été décrit la possibilité d'un processus dégénératif post commotion labyrinthique aboutissant secondairement au déplacement des otolithes. [353] (niveau de preuve 4). Ainsi le vertige positionnel peut être immédiat ou retardé. Il peut être masqué du fait d'autres lésions et ne se manifestent que lorsque le patient aura retrouvé sa mobilité. La particularité des VPPB post traumatiques est d'être plus fréquemment bilatéraux ou pluricanalaires sur un même côté et plus difficiles à traiter. [354] (niveau de preuve 2).

La prise en charge est décrite dans le paragraphe dédié aux VPPB

Recommandation 18

Les VPPB post traumatiques sont souvent multicanalaires ou bilatéraux. Leur prise en charge par les manœuvres nécessite une hiérarchisation (Accord professionnel)

6.7.2. Les atteintes vestibulaires déficitaires aiguës post traumatiques

6.7.2.1. Les commotions labyrinthiques

Les traumatismes crâniens peuvent induire une commotion labyrinthique qui se traduit par un déficit vestibulaire aigu, partiel ou complet, sans lésion, ni fracture visible en imagerie [355] (niveau de preuve 4) et qui présente un potentiel de récupération spontané. Les signes peuvent apparaître dans les 24 à 48 heures qui suivent le traumatisme [356] (niveau de preuve 4).

6.7.2.2. Les atteintes labyrinthiques par fracture du rocher

La fracture du rocher est identifiée au scanner et le trait de fracture peut être longitudinal ou transversal. Lorsque le trait de fracture est translabyrinthique, le déficit est souvent complet et l'évolution repose sur une bonne compensation centrale.

La rééducation vestibulaire a donc sa place comme dans tous les déficits vestibulaires aigus. La particularité reste que parfois, du fait des lésions neurologiques associées (coma) et d'autres lésions associées ne permettant pas la mobilisation du patient, le diagnostic ou la rééducation sont retardés, avec un risque de compensation imparfaite. L'absence de compensation doit faire rechercher une autre cause passée inaperçue et méconnue (fistule, déhiscence secondaire).

6.7.2.3. Les atteintes labyrinthiques par fistule périlymphatique

Les fistules périlymphatiques peuvent résulter de fractures du rocher, de traumatismes cervicaux [357] (niveau de preuve 4) ou d'accidents pressionnels (barotraumatismes ou blasts). Le diagnostic de certitude est la présence d'un

pneumolabyrinthe. La prise en charge est avant tout chirurgicale pour colmater la fistule et la rééducation trouve sa place après réévaluation post opératoire pour faciliter la compensation d'un éventuel déficit.

Recommandation 19

Il est recommandé de prescrire une rééducation vestibulaire pour les déficits vestibulaires aigus post traumatiques en l'absence de compensation spontanée. (Accord professionnel)

7. Les instabilités et vertiges chroniques

7.1 Les déficits unilatéraux tumoraux (neurinomes) ou iatrogènes

7.1.1. Rééducation vestibulaire-pathologie tumorale ou iatrogène

7.1.1.1. Introduction

Le schwannome vestibulaire (SV) est la plus fréquente des tumeurs de la fosse postérieure. Il représente plus de 80% des tumeurs de l'angle pontocérébelleux, loin devant le méningiome (5 % des cas). Il se développe aux dépens des cellules de Schwann de la huitième paire crânienne, essentiellement à partir des fibres du nerf vestibulaire, le plus souvent pour certains auteurs des fibres de la branche vestibulaire inférieure [358] (niveau de preuve 2). Chez les patients qui en sont porteurs, l'altération progressive de la fonction vestibulaire est accompagnée par la mise en place graduelle de mécanismes adaptatifs centraux aboutissant à une compensation du contrôle de l'équilibre, expliquant la rareté de la symptomatologie vestibulaire aiguë chez ces patients. Cependant, cette compensation posturale reste imparfaite, ces patients utilisant généralement des stratégies sensorimotrices peu efficaces, à l'origine de réponses inappropriées à la déstabilisation, en particulier dans les situations complexes [359] (niveau de preuve 2). Ils présentent ainsi des performances posturales inférieures à celles de sujets sains [360] (niveau de preuve 2), ce qui peut expliquer que, bien que l'instabilité ne soit la doléance principale que dans 10 à 19% des cas, elle soit retrouvée dans 50 à 75% des cas et reste sous-estimée d'après de nombreux auteurs [361], [362] (niveau de preuve 3). La dégradation des performances posturales grève la qualité de vie de ces patients, [363] (niveau de preuve 2) justifiant ainsi une prise en charge des troubles de l'équilibre, parallèlement au traitement de la pathologie tumorale.

Les modalités de prise en charge thérapeutique regroupent l'abstention-surveillance, la radiothérapie stéréotaxique par Cyberknife ou par Gammaknife et l'exérèse chirurgicale de la tumeur. Le choix du traitement dépend de la présentation clinique, de la taille de la tumeur, de l'expertise des équipes et du choix du patient [362] (niveau de preuve 3). Lorsqu'une solution thérapeutique est retenue, les conséquences de celle-ci sur la fonction d'équilibration s'ajoutent à celles de la tumeur et de son développement. Il est donc nécessaire de distinguer les indications éventuelles d'une rééducation de l'équilibre au préalable de toute prise en charge thérapeutique ou en cas d'abstention-surveillance, des indications éventuelles après prise en charge thérapeutique par chirurgie ou radiothérapie.

7.1.1.2. Avant la prise en charge thérapeutique ou en cas d'abstention-surveillance

Ribeyre et coll. [360] (niveau de preuve 2) ont mis en évidence que les performances posturales décrivaient, en fonction de la taille du SV, une courbe en cloche, avec une amélioration progressive du contrôle postural jusqu'au stade III de la classification de Koos, puis une dégradation, ramenant les performances pour le stade IV au niveau de celles du stade I. Le retentissement de la taille de la tumeur sur le contrôle de la posture est observé indépendamment de la survenue d'une compensation vestibulaire aux épreuves vestibulaires instrumentales,

conduisant à l'hypothèse que la compensation vestibulaire ne résume pas à elle seule la compensation posturale. D'autres facteurs, intrinsèques au patient lui-même cette fois, peuvent influencer le contrôle de l'équilibre, comme les paramètres psycho-affectifs. En effet, les performances posturales des patients présentant un SV sont d'autant plus dégradées que les affects anxio-dépressifs sont marqués et que les stratégies de « coping » utilisées par les patients pour faire face à leur maladie, ont recours au déni [363] (niveau de preuve 2). L'altération des performances posturales étant corrélée à une dégradation de la qualité de vie [363] (niveau de preuve 2), un accompagnement psychologique ciblé, en association à la rééducation de l'équilibre, doit être proposé aux patients présentant un SV, parallèlement à la prise en charge spécifique de la tumeur.

7.1.1.3. Après la prise en charge thérapeutique (chirurgie ou radiothérapie)

7.1.1.3.1. Exérèse chirurgicale

L'exérèse chirurgicale provoque une déafférentation vestibulaire unilatérale aiguë, décompensant ainsi une situation préalablement compensée, ce qui explique le syndrome vestibulaire déficitaire aigu et la dégradation importante des performances posturales post-opératoires [359] (niveau de preuve 2). Les mécanismes centraux d'adaptation se mettant en place progressivement sont caractérisés non seulement par une compensation vestibulaire avec substitution sensorielle, mais également par de nouvelles stratégies sensorimotrices plus efficaces pour l'équilibration et la résolution des conflits sensoriels. Cette compensation vestibulaire et posturale conduit à une disparition progressive des symptômes et à une amélioration des performances posturales, qui non seulement retrouvent leur niveau préopératoire en 1 à 3 mois mais le dépassent dans la plupart des cas à partir de 3 mois. Les patients deviennent donc à moyen et long terme après chirurgie, plus performants pour contrôler leur équilibre qu'avant chirurgie [359], [364], [365] (niveau de preuve 2), ce qui suggère d'une part que la suppression complète des informations vestibulaires semble moins gênante pour le contrôle de l'équilibre que des informations vestibulaires persistantes rendues pathologiques par la tumeur, et d'autre part que les mécanismes adaptatifs préopératoires sont soit moins efficaces soit partiellement différents de ceux se mettant en place après la chirurgie [360]. La mise en place d'un programme de rééducation vestibulaire postopératoire accélère la compensation vestibulaire et posturale et l'atténuation du déséquilibre perçu [366] (niveau de preuve 2), ce d'autant plus que le programme de rééducation a recours à des exercices de biofeedback visuel [367] (niveau de preuve 2). Différents facteurs, inhérents au patient ou à la tumeur, ont été identifiés comme prédictifs de la compensation de l'équilibre après la chirurgie. Parmi eux, le statut vestibulaire et la pratique d'activités physiques préopératoires jouent un rôle majeur. Concernant la fonction vestibulaire, plus l'asymétrie vestibulaire préopératoire est prononcée, plus les performances posturales sont abaissées avant la chirurgie et élevées immédiatement après [368] (niveau de preuve 2) et moins le déséquilibre perçu et ses conséquences sur la qualité de vie sont importants après la chirurgie [369] (niveau de preuve 2). L'altération préopératoire de la fonction vestibulaire pourrait déclencher, avant même la chirurgie, l'installation des mécanismes de compensation, anticipant ainsi partiellement les effets de la désafférentation vestibulaire chirurgicale sur la compensation de l'équilibre [370] (niveau de preuve 2). Pour autant, les études tentant d'évaluer l'effet d'une déafférentation vestibulaire pré-opératoire par injection trans-tympanique de gentamycine, sur la

compensation de l'équilibre après exérèse chirurgicale du SV présentent des résultats contradictoires [371–373]. Concernant l'activité physique, une pratique régulière apparaît comme le principal facteur prédictif non seulement de la rapidité et de l'efficacité de la compensation de l'équilibre après la chirurgie [368], [374] mais également de l'amélioration de l'équilibre perçu après chirurgie [374] (niveau de preuve 2). La pratique régulière d'une activité physique pourrait améliorer la neuroplasticité impliquée dans les apprentissages moteurs, permettant ainsi au patient actif de tirer bénéfice plus rapidement et plus efficacement de la rééducation post-opératoire [375] (niveau de preuve 2). L'avancée en âge ne semble pas, à elle-seule, un facteur de risque de mauvaise compensation de l'équilibre après chirurgie, à la fois en termes de performances posturales et de qualité de vie [368].

7.1.1.3.2. Radiothérapie

Les études évaluant les conséquences fonctionnelles de la radiothérapie réalisée en cas de SV s'intéressent pour l'extrême majorité d'entre elles à la préservation de la fonction auditive et de la fonction faciale. Très rares sont celles qui s'intéressent aux fonctions vestibulaire et posturale et leur évolution, présentant alors des données cliniques ou le plus souvent anamnestiques en rapport avec l'équilibre perçu après radiothérapie. Pourtant, Bojrab et coll. relate la survenue, 6 mois après radiothérapie par Gamma Knife, d'une symptomatologie vestibulaire aiguë chez plus de 46% des patients [376] (niveau de preuve 4). Cette incidence est d'autant plus importante que les patients présentent des doléances concernant leur équilibre avant la radiothérapie [376] (niveau de preuve 4). Il n'existe aucune étude dans la littérature présentant une évaluation quantitative des fonctions vestibulaire et posturale et de leur évolution après radiothérapie. Les conséquences de la radiothérapie réalisée chez les patients présentant un SV semblent donc largement sous-estimées.

Recommandation 20

Il est recommandé de réaliser des séances de rééducation vestibulaire chez les patients présentant un syndrome vestibulaire unilatéral après exérèse chirurgicale, quelle que soit la voie d'abord, en privilégiant les exercices incluant un biofeedback visuel (Grade B).

Il est recommandé de réaliser une rééducation vestibulaire la plus précoce possible chez les patients présentant un syndrome vestibulaire unilatéral après exérèse chirurgicale. (Accord professionnel).

Il est recommandé de réaliser des séances de rééducation vestibulaire chez des patients présentant des doléances quant à l'équilibre et un déficit vestibulaire non compensé en rapport avec la tumeur, en cas d'abstention surveillance ou au préalable de toute prise en charge thérapeutique (chirurgie ou radiothérapie) (Grade C).

La pratique d'une activité physique régulière est recommandée chez les patients ne présentant pas de doléances cliniques ou présentant un déficit vestibulaire compensé, en cas d'abstention surveillance ou au préalable de toute prise en charge thérapeutique (chirurgie ou radiothérapie) (Grade B).

Un accompagnement psychologique est recommandé en association avec la rééducation de l'équilibre chez les patients présentant des troubles

anxiodépresseurs, en cas d'abstention surveillance ou au préalable de toute prise en charge thérapeutique (chirurgie ou radiothérapie) (Grade B).

7.2. Déficits vestibulaires bilatéraux

7.2.1. Définition, critères et épidémiologie

Le terme "aréflexie vestibulaire bilatérale" est souvent utilisé pour faire référence au déficit bilatéral complet du réflexe vestibulo-oculaire RVO [377]. Le terme "vestibulopathie bilatérale" (VB) a été utilisé dans une récente déclaration de consensus de la Société Bárány [202] (niveau de preuve 1).

Les critères diagnostiques incluent la sensation de démarche instable, aggravée dans l'obscurité ou sur un sol irrégulier, et/ou des oscillopsies pendant un mouvement rapide de la tête. Ils incluent également une altération bilatérale du RVO dans les canaux semi-circulaires horizontaux [202] (niveau de preuve 1) exprimée par un gain horizontal < 0.6 au vidéo head impulse test latéral (VHIT) et/ou une réflectivité calorique $< 6^\circ/\text{sec}$ en stimulation bithermique, et/ou le gain < 0.1 aux tests cinétiques [202] (niveau de preuve 1). Les tests otolithiques par potentiels (cVEMP et oVEMP), les gains des canaux verticaux au VHIT, et le contrôle postural ne sont pas pris en compte dans ces critères.

Aux Etats-Unis, la prévalence des VB est estimée à 28 pour 100 000 [378] (niveau de preuve 1). Aucune cause n'est retrouvée dans la moitié des cas [202], [379], [380] (niveau de preuve 1), même si Eliezer et coll. [381] (niveau de preuve 4) trouvent des anomalies des espaces endolymphatiques dans 59.6% des cas. Les traitements ototoxiques, la maladie de Ménière bilatérale, et les méningites sont les principales étiologies. Plus rarement sont mis en cause les tumeurs touchant les deux voies vestibulaires, les atteintes auto-immunes, les commotions labyrinthiques bilatérales, la sidérose superficielle, et certaines maladies neurodégénératives telle que le CANVAS (liste non exhaustive) [202] (niveau de preuve 1).

7.2.2. Efficacité de la rééducation vestibulaire (RV) chez les adultes atteints de vestibulopathie bilatérale (VB)

La méta-analyse de Porciuncula et coll. [382], (niveau de preuve 1), basée sur 5 études de niveau 2 et 9 études de niveau 3, conclut à une amélioration par la RV de la stabilité du regard et de la posture, avec un niveau de preuve modéré. Concernant la Réalité Virtuelle (RV), le niveau de preuve est insuffisant.

Hall et coll. [61] (niveau de preuve 1), en 2022, ont publié des recommandations de pratique clinique sur la RV dans les atteintes uni et bilatérales (niveau de preuve 1). Elles font suite à celles publiées en 2016 [5] (niveau de preuve 1)

. Ils concluent sur la nécessité de proposer une RV en cas de VB, avec des preuves scientifiques établies, à la condition de ne pas proposer une prise en charge par des mouvements volontaires de saccades ou de poursuite, sans mouvements de tête. Ils proposent la RV avec un Grade B de recommandation, de même que le feedback sensoriel.

Herdman et coll. [58] (niveau de preuve 1), dans une étude contre placebo, randomisée, en double aveugle, portant sur 13 patients, ont noté une amélioration significative dans le groupe interventionnel, avec un programme d'exercices de

stabilisation du regard avec mouvements de tête, objectivé sur les scores en Acuité Visuelle Dynamique (AVD). Cette étude démontre l'absence de bénéfices des exercices de stabilisation du regard, sans mouvements de tête.

Deux études menées par Krebs et coll.[383], [384] (niveau de preuve 1), portant sur 16 et 73 patients respectivement, soutiennent des exercices de stabilisation du regard, de marche et d'équilibration comme bénéfiques avec une amélioration de la vitesse de marche, de la stabilité posturale et les mécanismes de déplacements.

D'autres articles sont de niveau de preuve inférieur :

Lehnen et coll. [385] (niveau de preuve 2), dans une étude randomisée, en cross-over (mais uniquement sur 2 patients), a étudié l'effet d'exercices de stabilisation du regard, avec un effet positif sur la vision dynamique, attribué à l'amélioration du gain du RVO et à l'efficacité des saccades compensatrices. Ils ont montré que seule la condition avec exercices de stabilisation du regard couplée à des mouvements de tête était bénéfique.

Herdman et coll. [386] (niveau de preuve 4), dans une étude rétrospective sur 69 cas, suggèrent une diminution du risque de chute et une amélioration de la qualité de vie.

Pour ce qui est de l'efficacité à moyen terme de la RV, l'étude de Allum et coll. [387] (niveau de preuve 4), étude longitudinale sur 1 patient

, a révélé que durant et après une RV conduite durant 9 mois (2 sessions par semaine), on observait une amélioration de la marche et de la posture (sans amélioration du RVO), à 9 mois mais également à 1 an, suggérant que l'amélioration pouvait se maintenir à distance de la RV.

7.2.3. Place des différentes modalités de rééducation

Gimmon et coll. [388] (niveau de preuve 4), en 2019, ont montré, sur 1 seul sujet, qu'une rééducation par « incremental RVO adaptation », utilisant des rotations de tête, en actif et passif, couplées à la projection d'une cible laser, améliorent le RVO, la posture et la marche.

Concernant la stimulation optocinétique, Pavlou et coll. [41](niveau de preuve 1), en 2004 (étude de niveau 1, mais non exclusive des BV), ont comparé une RV associant des exercices d'équilibre, de marche, de stabilisation du regard et exercices de Cawthorne-Cooksey (CCE) associé ou non à des stimulations optocinétiques. Ils ont retrouvé une amélioration plus marquée du score SOT (Sensory Organisation Test) dans le groupe avec stimulations optocinétiques. Ces mêmes auteurs [37] en 2013 (niveau de preuve 1), ont évalué différentes modalités de stimulation optocinétique, chez des sujets avec atteinte unilatérale et bilatérale. Ils suggèrent d'utiliser une stimulation dynamique.

Un seul article évoque la VR : Van Kerckhoven et coll. [389], en 2014, ont montré une amélioration de 50% du DHI d'un patient ayant bénéficié de cette technique (niveau de preuve 4).

Le feedback sensoriel et le feedback sensoriel augmenté par stimulations sont également proposés. Coelho et coll. [84](niveau de preuve 1) en 2019, ont montré qu'un système de feedback sensoriel (anchor) permettait de meilleurs résultats sur la vitesse de marche dans le groupe de patients en bénéficiant. Brugnera et coll. [390] (niveau de preuve 2), ont démontré, au travers d'une étude randomisée contre placebo, l'apport d'un dispositif vibrotactile, comme outil d'amélioration du

contrôle postural (9 participants VB sur 13 patients). Uneri et Polat [391](niveau de preuve 4), en 2008, avaient déjà souligné l'intérêt d'un dispositif de stimulation électrotactile, de même que Honneger et coll. [392] (niveau de preuve 4), en 2013, en utilisant un dispositif de feedback prothétique.

L'acuité visuelle dynamique (AVD) est également proposée. *Cependant, aucune littérature de qualité n'est disponible.* Herdman et coll [393](niveau de preuve 4), en 2001, ont montré des scores significativement différents entre l'AVD « prévisible » versus AVD « non prévisible » avec une différence entre ces scores significativement supérieurs chez les sujets avec atteinte bilatérale. Même si cette étude ne permet pas d'en affirmer l'intérêt dans ce contexte, elle semble intéressante à utiliser.

D'autres techniques ont été évaluées, tel le Tai Chi par McGibbon et coll. en 2004 [394] (niveau de preuve 1). Ces auteurs rapportent une amélioration plus importante de la stabilité de la vision dans le groupe RV et de la stabilité posturale dans le groupe Tai chi.

Jauregui-Renaud et coll. en 2007 [395] (niveau de preuve 2), ont comparé l'efficacité des exercices de Cawthorne-Cooksey seul ou couplés à des exercices de respiration ou à des exercices proprioceptifs. Une amélioration a été notée sur l'équilibre statique et sur le DHI dans tous les groupes.

7.2.4. Quid des facteurs pronostiques ?

Gillespie et Minor [396] (niveau de preuve 4), en 1999, dans une étude rétrospective, ont évalué les facteurs de mauvais pronostic chez 35 sujets avec VB. Une pathologie chronique sous-jacente à l'atteinte vestibulaire, des comorbidités (>ou=4), ainsi que des gains faibles sur les épreuves rotatoires, étaient retrouvés comme facteur de mauvais pronostic.

Recommandation 21

La rééducation vestibulaire doit être proposée en cas de déficit vestibulaire bilatéral (Grade A)

Les exercices de saccade/poursuite sans mouvements de tête ne sont pas recommandés en cas de déficit vestibulaire bilatéral (Grade A)

L'adaptation incrémentale du réflexe vestibulo-oculaire peut être proposée aux patients atteints de déficit vestibulaire bilatéral (Grade C)

La stimulation optocinétique doit être proposée aux patients atteints de déficit vestibulaire bilatéral, en favorisant une stimulation en conditions dynamiques (Grade A)

Le feedback sensoriel couplé ou non avec des stimulations pressionnelles ou électriques peut être proposée comme outil complémentaire durant une rééducation vestibulaire aux patients atteints de déficit vestibulaire bilatéral (Grade A)

7.3. Persistent Postural Perceptual Dizziness (PPPD) et vertiges à composante psychique

La rééducation des vertiges ou troubles de l'équilibre dont l'étiologie relève exclusivement ou largement d'une composante psychique impose un abord différent. Les symptômes sont plus persistants et l'anxiété est souvent au premier plan [397] (Accord professionnel). Celle-ci induit un état d'hypervigilance et d'hypersensibilité aux mouvements lorsque l'état de mal-être s'exprime par des vertiges [398] (Accord professionnel). L'anxiété accroît l'utilisation des informations visuelles et est souvent à l'origine d'une intolérance aux mouvements autour de soi, une dépendance visuelle excessive de l'équilibration [399] (Accord professionnel).

Actuellement, les termes de « Persistent Postural Perceptual Dizziness » (PPPD) sont utilisés pour le diagnostic des symptômes de vertiges et instabilités chroniques qui, sans justification par une pathologie somatique chronique, persistent au-delà du délai habituel de récupération, probablement en raison d'un facteur psychique de comorbidité. Des critères diagnostiques sont définis dans la littérature [400] (Accord professionnel) et inclus dans l'ICD-11 [401]. Ce diagnostic est la troisième étiologie des vertiges en termes de fréquence après les VPPB et la migraine vestibulaire [400] (Accord professionnel).

La rééducation vestibulaire a montré son efficacité chez les patients souffrant de PPPD [402] (niveau de preuve 2),[403] (niveau de preuve 3),[199] (Accord professionnel) et de vertiges chroniques [404] (Accord professionnel). Cette rééducation comporte des exercices de stabilisation du regard, d'habituation, y compris en condition optocinétique, des exercices destinés à améliorer l'équilibration et la marche, et la promotion d'une activité physique régulière [2], [5] (Accord professionnel),[4] (niveau de preuve 1). Toutefois, des stimulations intenses et répétées telles qu'utilisées dans les déficits vestibulaires seront souvent mal tolérées, aggravant les symptômes et aboutiront à l'arrêt de la rééducation. La rééducation doit débiter et croître très progressivement avec des pauses et être associée à des exercices d'habituation de quelques minutes à domicile [199], [231], [404], [405] (Accord professionnel). Son efficacité est d'autant plus élevée que la rééducation est personnalisée et supervisée par un thérapeute [199], plus précoce et le score initial du DHI moins élevé [402] (niveau de preuve 2) . Un traitement purement pharmacologique d'au moins 6 mois n'avait pas amélioré les symptômes pour 66,7% des patients [402] (niveau de preuve 2).

Plusieurs études montrent l'intérêt d'ajouter à la rééducation vestibulaire une éducation du patient à la compréhension de ses symptômes et une hygiène de vie, une prise en charge psychothérapeutique et des techniques de relaxation [406] (niveau de preuve 1),[407] (niveau de preuve 2),[408] (niveau de preuve 1),[409] (niveau de preuve 4). Une étude randomisée en double aveugle montre une efficacité supplémentaire lorsque la rééducation vestibulaire classique est associée à une prise en charge comportementale et cognitive [410] (niveau de preuve 2). Il est intéressant de noter que dans cette étude les aspects psychothérapeutiques sont abordés par le physiothérapeute formé à ceux-ci. Une thérapie comportementale et cognitive, l'appel à des techniques de relaxation ou de sophrologie, ne peuvent réussir que si le patient adhère à cette démarche et en comprend donc la justification. De ce point de vue, le rééducateur peut jouer un rôle essentiel en amenant le patient à accepter la place déterminante des aspects psychiques dans la genèse de ces symptômes.

Le caractère chronique des symptômes peut amplifier le mal-être psychique (accroissement de l'anxiété face à l'avenir, dépression par flétrissement de la qualité de vie) imposant une prise en charge spécifique à chaque patient et souvent pluridisciplinaire.

Les résultats de la rééducation peuvent être entravés lorsque le patient est en attente de reconnaissance des dommages subis par exemple après un traumatisme ou lorsque la situation lui apporte des bénéfices secondaires [411] (Accord professionnel).

Pour le traitement de l'acrophobie, une méta-analyse montre une efficacité similaire ou légèrement supérieure de l'utilisation des outils de réalité virtuelle par rapport à l'exposition in vivo [412] (niveau de preuve 1).

La rééducation a aussi sa place dans le traitement des troubles de l'équilibre ou de la marche d'origine psychique (marche psychogène) [413] (niveau de preuve 1). Des recommandations proposent qu'elle se fonde sur une l'explication de l'objectif de changer la façon dont son cerveau traite les informations, la prise de conscience par la démonstration qu'un mouvement normal peut se produire, des répétitions de mouvement avec attention détournée et d'une éducation aux changements de comportements inadaptés liés aux symptômes [414] (Accord professionnel).

Recommandation 22

Il est recommandé d'inclure la rééducation vestibulaire dans la prise en charge des patients souffrant de Persistent Perceptual Dizziness, associée à une prise en charge de la composante psychique, souvent anxieuse (Grade A), et une prise en charge pharmacologique.

Le travail rééducatif devra être en permanence ajusté compte tenu de l'hypersensibilité de ces patients afin d'éviter l'accentuation des symptômes. (Accord professionnel)

7.4. Vertiges hémodynamiques

Les vertiges hémodynamiques sont liés à une altération transitoire de la vascularisation soit du territoire cérébral dans son ensemble, soit du territoire vasculaire postérieur vertébrobasilaire. Les critères diagnostiques ont fait l'objet de consensus de la Bárány Society [415], [416]. (niveau de preuve 4)

7.4.1. Les vertiges par altération du flux vertébro-basilaire

7.4.1.1. Syndromes de compression des artères vertébrales

Les critères diagnostiques de la Bárány Society sont les suivants [415] (niveau de preuve 4) :

A- vertige avec ou sans acouphène provoqué par le maintien de la tête en position excentrée, spécialement à la station debout

B- présence d'un nystagmus concomitant au vertige

C- l'un ou l'autre des critères suivants provoqué par le mouvement de la tête :

- Compression confirmée en angiographie dynamique

- Mise en évidence de la réduction du flux vasculaire postérieur au doppler transcrânien

D- absence de critères pour une autre pathologie

On observe souvent une artère vertébrale hypoplasique et c'est la compression de l'artère dominante au contact de l'articulation C1-C2 lorsque la tête est tournée du côté opposé qui est responsable de la réduction du flux. [417] (niveau de preuve 2).

Le nystagmus constaté est souvent vertical inférieur avec une composante horizontale et torsionnelle, dirigée du côté de l'artère comprimée [417] (niveau de preuve 2).[418] (niveau de preuve 2) ou plus rarement du côté opposé [419] (niveau de preuve 4). Quand il y a des acouphènes ils sont souvent retardés par rapport au vertige qui est immédiat. Certains patients présentent un phénomène d'habituation à la répétition des manœuvres de déclenchement, avec une atténuation, voire une disparition du nystagmus [419] (niveau de preuve 4).

7.4.1.2. Le vol sous-clavier

Il résulte d'une réduction du flux vertébro-basilaire par compression de l'artère sous clavière à proximité de la naissance de l'artère vertébrale (dans la pince costo-claviculaire), responsable d'une inversion du flux de l'artère vertébrale. Le côté gauche est atteint 3 fois plus souvent que le droit et la cause principale en est l'athérosclérose [415] (niveau de preuve 4).

7.4.1.3. L'insuffisance vertébro-basilaire

Ce terme semble impropre : on doit parler d'accident ischémique transitoire dans le territoire vertébro-basilaire (IVB)[415], [420] (niveau de preuve 4) en lien avec l'athérosclérose, un embol ou une dissection artérielle. Parmi les nombreux symptômes cliniques rapportés, le vertige est le plus fréquemment signalé, dans 28 % des cas, suivi de l'instabilité/incoordination (8 %) et de la diplopie (7 %). Les différents tests cliniques surtout utilisés dans la prise en charge en kinésithérapie musculo-squelettique sont d'un pauvre apport. Le « vertébral artery test » présente une spécificité de 67 à 100%, mais une sensibilité de 0 à 47% [421] (niveau de preuve 1). Ces mêmes auteurs demandent même l'abandon de ces tests qui représentent une fausse assurance d'absence d'effets iatrogènes de la physiothérapie du rachis cervical [422] (niveau de preuve 4).

Dans ces contextes de réduction du flux vertébro-basilaire, la rééducation vestibulaire n'a pas d'indication.

Recommandation 23

La suspicion d'IVB doit être un drapeau rouge pour le kinésithérapeute qui doit réorienter le patient vers le prescripteur (Grade C).

7.4.2. Les vertiges hémodynamiques orthostatiques

Les vertiges orthostatiques sont un symptôme de dysautonomie neuro végétative et surviennent souvent dans un contexte d'hypotension orthostatique ou de tachycardie posturale.

Les critères retenus par la Bárány Society sont [416] (niveau de preuve 4):

A- au moins 5 épisodes de vertiges ou d'instabilité, provoqués par le passage en position orthostatique, qui disparaissent en position assise ou couchée

B- hypotension orthostatique ou syndrome de tachycardie ou de syncope posturale documentées au lever ou au head-up tilt test

C- l'absence de meilleure explication

L'hypotension orthostatique est définie par une baisse excessive de la pression artérielle en position debout. La définition de consensus est une chute > 20 mmHg de la systolique, ou de 10 mmHg de la diastolique. Lors de tests chez des patients souffrant d'hypotension orthostatique, il a été objectivé un nystagmus le plus souvent inférieur chez 30%, témoignant probablement d'une hypoperfusion dans le territoire postérieur. La durée des troubles était plus courte chez ces patients que chez ceux ne présentant pas de nystagmus [423] (niveau de preuve 2).

Le syndrome de tachycardie posturale (PoTS) est un syndrome multifactoriel défini par une augmentation de la fréquence cardiaque supérieure à 30 bpm, dans les 10 premières minutes après la mise en station debout ou sur un tilt-test et l'absence d'hypotension orthostatique.

La rééducation quelle qu'elle soit n'a pas fait ses preuves dans la prise en charge de l'hypotension orthostatique. Parmi les moyens non médicamenteux on conseille le renforcement musculaire, la contention veineuse, l'hydratation, l'augmentation des apports de sels et la fragmentation des repas [424] (niveau de preuve 1)

Le vertige hémodynamique orthostatique est probable si [416] (niveau de preuve 4):

A - il y a eu au moins 5 épisodes provoqués lors du passage en orthostatisme, disparaissant en position assise ou couchée

B- au moins un des symptômes suivants associé : sensation de fatigue, difficultés de concentration ou de penser, vision trouble, tachycardie et palpitations

C- absence de meilleure explication.

Ce diagnostic est compliqué à poser en raison des multiples diagnostics différentiels possibles : VPPB, du PPPD, des troubles dépressifs, de l'aréflexie vestibulaire bilatérale, des neuropathies sensorielles des membres inférieurs, du tremblement orthostatique primaire (tremblement à haute fréquence (14-18 Hz), des jambes ou des bras disparaissant lors de la marche ou de la mobilisation du corps). Les troubles de la marche chez le sujet âgé sont fréquents et peuvent coexister avec les troubles posturaux hémodynamiques. La modification de la PA notamment chez le patient parkinsonien doit être systématiquement recherchée. Le bilan neurologique et l'imagerie doivent permettre de faire la différence entre un syndrome parkinsonien, une leucoaraïose, qui peuvent mimer un vertige orthostatique hémodynamique.

Recommandation 24

Il n'est pas recommandé de réaliser spécifiquement une rééducation vestibulaire dans les vertiges orthostatiques dans ce cas mais des conseils d'hygiène de vie peuvent être dispensés (hydratation, bas de contention, etc). (Grade C).

7.5. Vertiges chroniques post-traumatiques

Les vertiges chroniques post traumatiques sont souvent observés dans les suites d'un traumatisme crânien et résultent d'une participation vestibulaire périphérique ou centrale, voire mixte [425] (niveau de preuve 4) et d'une participation centrale, prenant en compte les éventuelles séquelles neurologiques, mais aussi d'autres mécanismes à la physiopathogénie encore mal connue. Ceci est d'autant plus complexe que le traumatisme crânien s'accompagne souvent d'un traumatisme cervical.

Une intrication entre ces différents mécanismes reste toujours possible.

En termes de fréquence c'est la seconde plainte après les céphalées [425] (niveau 4).

L'exploration des troubles de l'équilibre post traumatiques doit comprendre une vidéonystagmographie avec Video Head Impulse Test, des potentiels évoqués otolithiques, une posturographie, une étude de la marche [426] (niveau de preuve 4).

Nous excluons de ce chapitre les vertiges d'origine cervicale déjà traités dans cette recommandation.

7.5.1. Les atteintes vestibulaires post traumatiques

7.5.1.1. Le défaut de compensation d'un déficit unilatéral

Il doit faire rechercher une cause associée mais il peut être également favorisé par le retard de mise en route de la rééducation (cf. vertiges aigus post traumatiques). Il représente 35% des vertiges périphériques post traumatiques [427] (niveau de preuve 4).

7.5.1.2. La vestibulopathie récurrente

C'est la cause périphérique post traumatique la plus fréquente (35%) [427] (niveau 4). Ce sont des crises de vertige qui durent de quelques minutes à quelques heures, soit à type de vertige rotatoire soit à type de troubles plus otolithiques (sensation de translation, d'inclinaison). Elle pourrait s'apparenter à des équivalents migraineux mais sa physiopathologie reste encore méconnue [351] (niveau de preuve 4). La place de la rééducation reste à définir.

7.5.1.3. L'hydrops endolymphatique post traumatique ou maladie de Menière post traumatique :

Le traumatisme pourrait entraîner des modifications mécaniques ou biochimiques dans l'oreille interne au niveau des cellules produisant l'endolymphe [428] (niveau de preuve 4) ou affectant les mécanismes de résorption (fibrose post-traumatique) [429] (niveau de preuve 4). Les troubles pourraient s'installer entre 1 mois et plusieurs années après le traumatisme.

7.5.1.4. La déhiscence canalaire supérieure

La déhiscence canalaire supérieure : suppose une paroi très mince du canal et il est possible même après un traumatisme mineur qu'il y ait une augmentation de la pression intracrânienne suffisante pour causer une déhiscence symptomatique [430] (niveau de preuve 4).

7.5.1.5. Désordre otolithique post traumatique

Les désordres otolithiques sont caractérisés par des sensations d'enfoncement dans le sol, de marcher dans du coton, d'ébriété, d'illusions sensorielles de déplacement verticaux ou horizontaux qui surviennent classiquement immédiatement après le traumatisme et pourraient durer pendant 10 semaines [431] (niveau de preuve 4).

Des études réalisées chez l'animal mettant en évidence la destruction des otoconies après un traumatisme, ont prouvé définitivement leur existence [432] (niveau de preuve 2). Les résultats des tests paracliniques avec l'évaluation de la verticale visuelle subjective statique et dynamique, des potentiels évoqués otolithiques cervicaux et oculaires avec recherche de seuils et de fréquences seront évocateurs de cette entité. 72 % des patients présentant une instabilité post-traumatique ont des tests otolithiques anormaux [433] (niveau de preuve 3). La kinésithérapie vestibulaire peut être tentée mais certains syndromes otolithiques sont parfois réfractaires. Une rééducation utilisant la stimulation sonore comme feedback aurait été utilisée avec de bons résultats [434] (niveau de preuve 2).

Recommandation 25

Il est recommandé de réaliser une rééducation vestibulaire pour les troubles otolithiques post traumatiques, après un bilan adapté (Grade B).

7.5.2. Les vertiges post traumatiques d'origine centrale présumée

7.5.2.1. Syndrome post commotionnel

7.5.2.1.1. Description

Une commotion cérébrale se produit lorsqu'une force externe (un impact direct ou indirect à la tête) provoque une perturbation du fonctionnement du cerveau. Cette secousse peut être causée aussi bien par un impact direct à la tête, au visage ou au cou que par un impact à toute autre partie du corps occasionnant une force impulsive transmise au cerveau. Elle se définit en commotion légère, moyenne ou sévère selon le score de Glasgow, l'existence d'une perte de connaissance initiale ou d'une amnésie post-traumatique. Des lésions axonales diffuses seraient secondaires à des forces de cisaillement dans le système nerveux central après une brusque décélération [435] (niveau de preuve 4) Celles-ci peuvent être visualisées par l'IRM, objectivant ainsi la lésion. La spectroIRM est intéressante pour caractériser au mieux ces dernières [436] (niveau de preuve 1).

Le syndrome post commotionnel (ex syndrome subjectif du traumatisé crânien) ou vertige post-traumatique d'origine psychogène, est une entité qui doit rester un diagnostic d'élimination après avoir éliminé toutes les autres étiologies. On insistera donc sur l'importance des explorations fonctionnelles audio-vestibulaires et d'imagerie qui doivent être réalisées avant d'envisager ce diagnostic. L'existence d'un syndrome post commotionnel n'est possible que si le patient a présenté un traumatisme crânien ou cervical. Il peut être initial ou séquellaire d'une atteinte organique. Classiquement, les patients se plaignent de céphalées diffuses à prédominance postérieure résistantes aux antalgiques, d'étourdissements, d'instabilité, de difficultés de concentration, de troubles du

sommeil, de troubles de l'humeur (alternance d'épisodes d'irritabilité et de phases dépressives), d'asthénie physique et psychique avec baisse de la libido [437] (niveau de preuve 4).

La symptomatologie s'amende au bout de 1 à 2 mois dans 50 % des cas. L'ensemble des explorations est souvent normal. Sur le plan diagnostique, chez les patients souffrant de syndrome post commotionnel, les scores de stabilité sont abaissés lors des tests en posturographie, yeux fermés quand la tête est tournée ou en flexion ou en extension par rapport à une population témoin. [438] (niveau de preuve 3).

7.5.2.1.2. Place de la rééducation

Si le repos a longtemps été prôné dans les suites immédiates d'une commotion cérébrale, la mobilisation précoce et la stimulation précoce semblent avoir un effet bénéfique et supérieur au repos par rapport à la récupération. [439] (niveau de preuve 4).

La méthode de rééducation la plus adaptée reste à définir mais la place de la kinésithérapie vestibulaire pour les troubles de l'équilibre post commotion semble utile pour améliorer la qualité de vie [440] (niveau de preuve 2).

La prise en charge en kinésithérapie de la commotion cérébrale débute par une évaluation multimodale, qui permet une prise en charge orientée sur les déficits ou hypersensibilités du patient. Elle passe par une évaluation musculo squelettique, visuo-vestibulaire, sensorielle et cardio-vasculaire comme l'illustrent les questionnaires d'intensité de symptômes que sont le RIVERMEAD score, le Vestibular Ocular Motor Screening (VOMS) et le Post Concussion Symptom Checklist [441-443] (niveau de preuve 2). Le Test d'organisation sensorielle de la posturographie permet également d'orienter la rééducation face à une clinique polymorphe. Il peut révéler, même en dehors d'un trouble vestibulaire, visuel, proprioceptif identifié, une anomalie d'intégration centrale de ces entrées sensorielles [444] (niveau de preuve 3).

La rééducation vestibulaire permet une amélioration des symptômes et un retour plus rapide aux activités du quotidien par le biais d'une prise en charge de la cervicalgie, d'une rééducation vestibulaire en cas de VPPB ou d'asymétrie vestibulaire et de la mise en place d'activités aérobiques en cas de troubles du système autonome [441], [445] (niveau de preuve 1). L'instabilité post-commotionnelle se résout spontanément dans 85-90% des cas dans les trois premières semaines suivant le traumatisme [2] (niveau de preuve 4). Cependant, une rééducation précoce (<30j post commotion) permet un retour plus rapide aux activités quotidiennes et permet une disparition des symptômes accélérée. [446], [447] (niveau de preuve 3). Au-delà, une rééducation vestibulaire est bénéfique même à 3 mois du choc. [425], [426], [447], [448] (niveau de preuve 4). Elle permet une amélioration du RVO. Concernant les sensations vertigineuses perçues (DHI), et les troubles oculomoteurs (poursuites, saccades et vergence), la rééducation vestibulaire n'apporte pas de bénéfices supérieurs à une approche comportementale où le sujet est incité à réaliser des exercices physiques, diminuer son stress et augmenter son temps de sommeil. [449] (niveau de preuve 2).

Les sujets présentant des doléances de troubles de l'équilibre peuvent démontrer des pertes d'automatisme de la marche, des difficultés dans la marche en double tâche, (motrice ou cognitive). Le Test d'Organisation Sensoriel, le Clinical Test of Sensory Interaction in Balance et le Romberg ne dépistent pas ces troubles. [426], [450], [451] (niveau de preuve 2).

Le test des limites de stabilité, la marche en tandem, le test up & go chronométré en simple et double tâche semblent plus sensibles. [452], [453] (niveau de preuve 2).

La rééducation de ces troubles moteurs manque d'études permettant son évaluation [441] (niveau de preuve 1).

Les exercices les plus prescrits aux États-Unis sont les exercices de stabilisation du regard, d'équilibre statique, dynamique [454] (niveau de preuve 3).

Recommandation 26

Après une commotion cérébrale, une rééducation précoce (<30j) adaptée au contexte est recommandée. (Grade B)

La rééducation est établie sur base d'une évaluation multimodale permettant une prise en charge orientée sur les déficits ou hypersensibilités du patient. (Grade B)

7.5.2.2. La désorientation spatiale post-traumatique

Elle se caractérise par une instabilité déclenchée en position érigée et s'améliorant lors de la marche lente. Ces patients se plaignent aussi de céphalées ; il est alors difficile de les différencier des « migraines post-traumatiques ». On retrouve chez ces patients, lors des tests vestibulaires, et particulièrement aux épreuves cinétiques, une atteinte des fréquences moyennes (0,32 Hz) avec un gain altéré. Chez les patients présentant une instabilité et pour lequel un traumatic brain injury (TBI) est suspecté, l'acuité visuelle dynamique est directement corrélée au score de Dizziness Handicap Inventory (DHI) et à la reprise des activités quotidiennes [455] (niveau de preuve 3). La mise en évidence de ces lésions axonales diffuses et l'existence d'une désorientation spatiale post traumatique orientent vers une récupération lente et difficile. Un bilan neuropsychologique pourrait compléter le dossier dans le cadre de troubles cognitifs. La durée des symptômes a largement été débattue, allant de quelques semaines à quelques mois, voire quelques années. La persistance à long terme est tout aussi possible [456] (niveau de preuve 4).

7.5.2.3. Les troubles visuospatiaux et oculomoteurs

Les patients peuvent rapporter une instabilité posturale et visuelle, des oscillopsies, une mauvaise estimation des distances, une désorientation topographique. Ils présentent donc des troubles visuo-spatiaux et oculomoteurs. Un bilan orthoptique voire une acuité visuelle dynamique aident au diagnostic. Il y sera recherché des troubles de l'accommodation, de la version, de la vergence, une photophobie et une anomalie du champ visuel. 39 à 90 % des patients en seraient atteints [457-459] (niveau de preuve 4).

Une prise en charge adaptée permet une évolution favorable dans la plupart des cas et de bon pronostic [460] (niveau de preuve 4). De fait, connues comme étant légères et de bon pronostic, elles demandent à être systématiquement recherchées, notamment après traumatisme cervical par coup du lapin. Le diagnostic précoce est essentiel car il semble que la rééducation oculomotrice précoce améliore rapidement la fonction d'équilibre [461] (niveau de preuve 4).

7.6. Le syndrome de la 3ème fenêtre

Anatomiquement, la capsule otique comporte deux fenêtres : l'ovale et la fenêtre ronde. Dès lors qu'une ouverture anatomique supplémentaire existe et qu'elle est cliniquement symptomatique apparaît un syndrome spécifique dit de la troisième fenêtre. La capsule otique peut être elle-même déhiscente, la localisation la plus fréquente intéresse le canal semi-circulaire supérieur [462] (niveau de preuve 4). Un contact labyrinthoméningé se crée formant alors le syndrome de Minor (0.5% de la population) [430], [463] (niveau de preuve 4). Des critères cliniques, électrophysiologiques et radiologiques ont été spécifiquement définis en 2021 par la société Bárány [464] (niveau de preuve 3). La capsule otique peut aussi s'ouvrir à partir d'une déhiscence créée par une structure de proximité, notamment vasculaire (contact labyrinthovasculaire par la veine jugulaire interne, le sinus pétreux supérieur...), nerveuse (déhiscence cochléo-faciale) ou à partir d'une pathologie issue de la caisse tympanique (contact labyrinthopétreux) [462] (niveau de preuve 4). D'autres cas existent comme les pathologies acquises (schwannomes intralabyrinthiques) ou congénitales de l'oreille interne (dilatations de l'aqueduc du vestibule ou de la cochlée). Il peut exister plusieurs localisations de déhiscence chez un même patient.

Cliniquement le syndrome de la troisième fenêtre se caractérise par la présence unilatérale de symptômes cochléo vestibulaires avec sur le plan auditif la présence d'une hypoacousie, d'acouphènes pulsatiles, d'une autophonie, de résonances multiples dans l'oreille (bruit des talons, du cœur, des mouvements du globe oculaire, des paupières...) [463], [465] (niveau de preuve 4), [464] (niveau de preuve 3). Sur le plan vestibulaire, on retrouve des vertiges parfois positionnels, déclenchés au bruit fort (phénomène de Tullio), parfois une instabilité [464] (niveau de preuve 3). Certaines formes de ce syndrome peuvent s'intriquer avec un hydrops évoquant la Maladie de Menière.

Sur le plan électrophysiologique, la présence d'une troisième fenêtre entraîne fréquemment une augmentation de l'amplitude des potentiels évoqués utriculaire et sacculaire, avec des seuils de recueil abaissés du côté atteint. La TDM est essentielle pour étudier l'os de la capsule otique et localiser la troisième fenêtre. L'IRM est plutôt prescrite pour préciser l'interface de certaines déhiscences ou éliminer les diagnostics différentiels [466] (niveau de preuve 4).

Le choix thérapeutique est guidé par le handicap du patient. En cas de surveillance, le patient devra limiter les traumatismes crâniens ou les facteurs favorisant les vertiges (manœuvres à glotte fermée, etc). Si la chirurgie est retenue, plusieurs techniques existent : resurfacing de la capsule otique par voie sus pétreuse, comblement du canal par voie sus pétreuse ou mastoïdienne [467] (niveau de preuve 3), stenting par voie endovasculaire [466], [468], [469] (niveau de preuve 4). Aucun traitement médical n'est recommandé.

La rééducation vestibulaire n'est pas recommandée avant la chirurgie : elle ne prévient pas l'évolution de la maladie et son effet est limité dès lors que le vestibule est soumis à des fluctuations pressionnelles secondaires à la troisième fenêtre. Seule une rééducation posturale pourrait trouver un sens chez ces patients. La rééducation vestibulaire postopératoire trouve sa place en fonction de la souffrance vestibulaire secondaire à la chirurgie [470], [471] (niveau de preuve 4). En cas de resurfacing, aucun déficit vestibulaire ne devrait avoir lieu, car aucune action directe n'a eu lieu sur le vestibule. En cas de plugging, au-delà de la diminution du gain du canal semi-circulaire supérieur attendue, mais non systématique surtout si le plugging a eu lieu à distance de l'ampoule, l'équipe de Minor [472]

(niveau de preuve 4) décrit que 30% des patients développent une atteinte pan vestibulaire impactant dans 15% des cas le CSC postérieur. Dans cette situation, la diminution du gain du CSC latéral régresse en 40 jours en moyenne alors que le gain du CSC postérieur ne récupère que rarement. L'apparition de VPPB est constatée dans 25% des cas [473] (niveau de preuve 3). À distance du geste opératoire, la diminution progressive des gains de plusieurs récepteurs est le marqueur d'une fibrose intravestibulaire. Le syndrome de la troisième fenêtré n'implique donc pas une rééducation vestibulaire spécifique, la prise en charge sera adaptée au bilan vestibulaire et postural et à son évolution [474] (accord professionnel) (rééducation posturale, haute et basse fréquence par AVD ou fauteuil rotatoire, manœuvres libératrices...).

Recommandation 27

Il est recommandé de réaliser une rééducation vestibulaire postopératoire dans le cas d'un déficit vestibulaire consécutif à la chirurgie (Grade C).

7.7. Les vertiges d'origine cervicale

Les vertiges d'origine cervicale restent une entité controversée. Trois hypothèses physiopathogéniques ont pu être avancées [475] (niveau de preuve 4) : le vertige cervical proprioceptif, l'hyperactivation du système nerveux autonome, souvent post-traumatique (syndrome de Barré-Liéou) et les vertiges vasculaires cervicaux, traités par ailleurs.

7.7.1. Le vertige cervical proprioceptif

Le système proprioceptif cervical analyse la position des articulations vertébrales les unes par rapport aux autres ainsi que la tension des muscles du cou et de la nuque. Il repose sur des mécanorécepteurs situés sur les capsules des articulations intervertébrales [475] (niveau de preuve 4) et dans les fuseaux des muscles contribuant à la statique cervicale, notamment les muscles profonds de la nuque. Tous ces récepteurs peuvent être altérés par des traumatismes, de la fatigue musculaire, des atteintes dégénératives ou des phénomènes douloureux [476] (niveau de preuve 3). Or les noyaux vestibulaires en reçoivent des afférences proprioceptives, facilitatrices ou inhibitrices, essentiellement des capsules articulaires C1-C2, des muscles sous occipitaux et des muscles profonds paravertébraux. [477] (niveau de preuve 4). Un dysfonctionnement de ce système pourrait ainsi être responsable d'instabilité par action sur les noyaux vestibulaires. Il a été montré que des injections d'anesthésiques locaux au niveau des racines postérieures cervicales hautes [478] (niveau de preuve 4) ou des stimulations électriques des muscles cervicaux [479] (niveau de preuve 4) peuvent entraîner de l'instabilité, une sensation de bascule et un nystagmus. Une stimulation électrique unilatérale des muscles cervicaux peut perturber la verticale visuelle subjective [480] (accord professionnel). Une stimulation vibratoire sur les muscles de la nuque peut entraîner une sensation d'inclinaison de la tête et une perturbation de la perception de la verticalité, voire une sensation visuelle de déplacement d'une cible [481] (niveau de preuve 4).

Pour autant, il n'y a toujours pas de consensus sur leur physiopathogénie, et sur les moyens diagnostiques et le traitement pouvant en découler [482] (niveau de preuve 4).

Le diagnostic de vertige cervical repose pour Wrisley et coll. sur l'association vertiges et troubles de l'équilibre et douleurs cervicales, après qu'une origine vestibulaire ou neurologique a été éliminée [483] (niveau de preuve 4). Pour Brandt et Bronstein, les symptômes du vertige cervical, s'il existe, seraient une sensation d'étourdissement ou d'instabilité, de flottement, une légère ataxie dans la posture et la démarche, accentuées par les mouvements de tête [484] (niveau de preuve 4).

Pour d'autres auteurs, il faut y ajouter des céphalées, des sensations de plénitude de l'oreille, des douleurs des articulations temporo-mandibulaires et des troubles psychologiques [485] (niveau de preuve 2), qui sont autant de signes peu spécifiques.

Pour Thomson-Harvey et Hein, il est raisonnable d'envisager une origine cervicale devant des troubles de l'équilibre sans pathologie vestibulaire, migraineuse ou neurologique retrouvée en cas de traumatisme cervical récent, d'anomalies à l'IRM ou de sévère raideur cervicale. [486] (niveau de preuve 4).

La difficulté du diagnostic tient au fait que les mouvements de tête comportent à la fois une stimulation vestibulaire, visuelle et proprioceptive cervicale et que l'on ne dispose pas de tests spécifiques.

Le « coup du lapin » est fréquemment en cause et s'associe à des vertiges dans 20 à 90% des cas [483] (niveau de preuve 4). Dans une étude réalisée par Treleven et coll. [119] (niveau de preuve 3) en 2003, il a été montré que les patients atteints présentaient des erreurs d'évaluation de la position articulaire significativement plus importantes et un indice de douleur plus élevé que les témoins, témoignant d'un dysfonctionnement des mécanorécepteurs. Pour Yacovino et Hain [124] (niveau de preuve 4), la douleur, la limitation des mouvements et les raideurs capsulaires et les contractures musculaires pouvaient, en modifiant l'équilibre cervical proprioceptif, être responsables d'instabilité chronique. D'autres anomalies cervicales peuvent être incriminées et notamment la dégénérescence des vertèbres et des disques (spondylose cervicale incriminée dans 65% des troubles de l'équilibre chez la personne âgée [487] (niveau de preuve 3).

Enfin d'une façon plus générale tout phénomène limitant la mobilité rachidienne (arthrose, contractions musculaires, douleurs inflammatoires) ou douloureux pourrait s'accompagner d'instabilité [484] (niveau de preuve 4).

La kinésithérapie active du rachis cervical trouve une indication dans ces vertiges cervicaux, dont la notion même reste controversée et qui doivent rester un diagnostic d'exclusion, imposant un avis médical spécialisé [488] (niveau de preuve 3), [489] (niveau de preuve 4), [490] (niveau de preuve 2) .

Les approches rééducatives sont diverses. Les techniques de thérapie manuelle (TM) (massages, mobilisations, trigger points et étirements), le travail actif, proprioceptif, postural, conservatif peuvent s'associer à une rééducation vestibulaire [484], [490] (niveau de preuve 4) qui est indiquée si un trouble vestibulaire est identifié. Elle ne peut se substituer à la TM du rachis cervical. [484] (niveau de preuve 4, [490] (niveau de preuve 2).

En l'absence de signes vestibulaires, différentes méthodes de mobilisations passives et d'étirements comme la méthode de SNAGs (Où le rachis est mobilisé en rotation avec un appui sur les apophyses articulaires et placé en posture répétée et maintenue 3 secondes en rotation maximale supportée par le patient) ont démontré leur efficacité par le biais d'une diminution du score du DHI, de

l'échelle visuelle analogique de la douleur et une augmentation de mobilité du rachis cervical (MRC). Elles n'apportent pas d'amélioration significative concernant la fréquence des crises et la proprioception cervicale [122], [124] (niveau de preuve 3), [123] (niveau de preuve 4)

Dans le cadre de troubles post traumatiques, sauf avis médical contraire, le traitement conservateur par usage de collier cervical n'est pas recommandé malgré une amélioration de la symptomatologie par absence de mouvements. [123] (niveau de preuve 2), [133] (niveau de preuve 3), [130] (Niveau de preuve 4).

Les thérapies actives (proprioceptives et de renforcement musculaire) sont recommandées. Elles permettent une augmentation de amplitudes MRC, une diminution durable des cervicalgies, ainsi que des troubles de l'équilibre au long terme. [128–130] (niveau de preuve 4)

Recommandation 28

Une kinésithérapie active du rachis cervical est recommandée dans la prise en charge du vertige cervical (Grade B).

Le vertige cervical n'implique pas une rééducation vestibulaire spécifique mais une prise en charge adaptée au bilan vestibulaire et postural (Accord professionnel).

7.7.2. Hyperactivation du système nerveux autonome : syndrome de Barré Liéou

Les symptômes apparaissent après un traumatisme cervical et sont peu spécifiques : « *dizziness* », sensations de plénitude, vision floue, asthénopie. Y sont souvent associés d'autres signes « sympathiques » comme des douleurs thoraciques, arythmie, gêne respiratoire, mais aussi sensation de fatigue intense et des signes psychiatriques (anxiété, dépression, insomnie) [491] (niveau de preuve 2).

La pathogénie suspectée de cette entité très controversée serait une réduction du flux vasculaire vertébro-basilaire par stimulation sympathique excessive des plexus sympathiques périvertébraux. Mais on trouve également des fibres sympathiques post ganglionnaires le long du ligament postérieur cervical, des capsules articulaires vertébrales, du sac dural [492] (niveau de preuve 2), dont la stimulation, notamment à la suite d'un traumatisme, pourrait produire les mêmes effets.

Le traitement est médical et repose sur l'utilisation de traitements antidépresseurs ayant une action inhibitrice alpha adrénergique. La rééducation vestibulaire n'y a pas de place.

7.8. Les troubles de la vergence

La vision a une place prépondérante dans la construction d'une représentation mentale de l'espace dont l'instabilité ou la mauvaise orientation sont à l'origine du symptôme « vertige ». La vision contribue à l'apprentissage de la verticalité, notion essentielle pour permettre au sujet d'acquérir la notion de stabilité

posturale. Un examen oculomoteur comprenant au moins une recherche et analyse des nystagmus, des mouvements oculaires anormaux (flutter, opsoclonus ...) et des déviations oculaires (dont les microstrabismes, skew deviation) et l'analyse de la fixation, des saccades (parésie, dysmétrie, dysconjugaison, saccades verticales convexes), de la poursuite, et des vergences lors de la prise en charge d'un patient atteint de vertiges est requis. En effet, leurs dysfonctionnements sont susceptibles d'induire des symptômes de vertige et de trouble de l'équilibre [493] (niveau de preuve 4) Cette analyse des nystagmus, poursuite et saccades oculaires peut contribuer à la localisation labyrinthique ou neurologique du déficit vestibulaire [494] (niveau de preuve 4), [495] (niveau de preuve 4).

Chez les patients dont les vertiges ou des céphalées sont induits par des tâches visuelles ou qui disparaissent à la fermeture des yeux, un bilan ophtalmologique perceptif et oculomoteur complet est requis. Ces altérations de la vision peuvent en effet être un facteur déclenchant de migraines, dont des migraines vestibulaires.

Les altérations des vergences sont multiples, comportant des insuffisances et des excès. Une classification des désordres de la vergence est disponible dans l'ICD-11-9C83 [401] (niveau de preuve 4). Les altérations les plus fréquentes sont les insuffisances de convergence et les spasmes de convergence – accommodation.

La vision binoculaire est requise pour une perception correcte de la troisième dimension, vision stéréoscopique, dans l'espace. Elle améliore significativement les performances des sportifs [496] (niveau de preuve 3). Mais, la preuve de l'intérêt de la vision stéréoscopique n'a pas été correctement recherchée chez des patients souffrant de vertiges induits par la vision. Une étude rapporte que la présence ou l'absence de vision binoculaire, évaluée de façon basique, n'est pas déterminante dans les réponses à des questionnaires portant sur l'intensité des vertiges, les circonstances déclenchantes, la qualité de la marche, leurs conséquences anxigènes ou dépressives et les résultats aux épreuves posturographiques. Mais l'étude de la vision stéréoscopique se base sur l'interrogatoire et sur un test ne permettant pas de quantifier de façon fine la vision stéréoscopique [497] (niveau de preuve 4). Par contre, il est certain que la vision stéréoscopique intervient de façon essentielle dans la vision du relief et ainsi contribue, sans être indispensable, au maintien de l'équilibre.

En 1978, on estimait que l'insuffisance de convergence avait dans la population générale une prévalence de 7% chez l'adulte [498] (niveau de preuve 1) et près de 14% chez l'enfant [499] (niveau de preuve 1). L'analyse des symptômes chez 254 patients consécutifs de 10-40 ans d'un centre optométrique rapporte une incidence de 8,6% de l'insuffisance de convergence et la présence de céphalées comme plainte la plus fréquente (41,1%) [500] (niveau de preuve 4). Tant dans cette étude que dans le guide de l'« American optometric association », les vertiges et troubles de l'équilibre ne sont pas mentionnés comme symptômes induits par les troubles de vergence [496] (niveau de preuve 4). Si les défauts de vergence altèrent la qualité de la fixation, notamment au terme des saccades oculaires, la relation directe de cause à effet entre l'insuffisance de convergence et des symptômes de vertige et troubles de l'équilibre n'a pas été mise en évidence sur une étude portant sur 31 enfants [501] (niveau de preuve 4). Cependant, des défauts de vergence ont été constatés chez 11 patients présentant une hypofonction vestibulaire [502] (niveau de preuve 3) et sur 13 patients souffrant de vertiges [503] (niveau de preuve 4).

Des vertiges ou instabilités ont été attribués chez des enfants à des troubles de convergence mais l'hypothèse de vertiges d'origine migraineuse n'a pas été exclue [504–506] (niveau de preuve 4). Dans une étude prospective de 49 enfants porteurs d'une insuffisance de convergence, des vertiges sont rapportés chez 80% de ces enfants. Après rééducation orthoptique, à 4 mois, maintenu à 6 mois, tous les enfants avaient une disparition de leurs vertiges, mais cette étude ne prend pas en compte le nombre important d'enfant atteints de céphalées (86%) dont 56% à caractère pulsatile [507] (niveau de preuve 4). La migraine est en effet chez l'enfant, la première étiologie des vertiges [508], [509] (niveau de preuve 4) et peut être favorisée par des atteintes ophtalmologiques méconnues [508] (niveau de preuve 4). Le lien entre ces deux entités, la migraine et les troubles oculomoteurs est complexe et on peut regretter qu'il n'y ait pas d'étude recherchant systématiquement un trouble oculomoteur ou optique ainsi qu'une origine migraineuse.

L'amélioration chez l'adulte de certains paramètres posturographiques tant les yeux ouverts que fermés après un traitement orthoptique améliorant le déficit de vergence n'a pas pu établir une relation causale directe entre insuffisance de convergence et vertiges [510] (niveau de preuve 4).

Il n'y a donc pas actuellement d'élément de preuve suffisante pour établir une relation directe entre les troubles de convergence et des symptômes de vertiges ou instabilité posturale [501] (niveau de preuve 4) car il n'est pas systématiquement recherché une origine migraineuse aux vertiges [503–507] (niveau de preuve 4).

Recommandation 29

Une proposition de recommandation est d'adresser en rééducation orthoptique les patients souffrant de vertiges pour lesquels un trouble oculomoteur est identifié et dont les symptômes, favorisés par une tâche ou un environnement virtuel, sont réduits à la fermeture des yeux. Compte tenu d'une possibilité de vertiges liés à des migraines induites par des troubles visuels ou oculomoteurs, un examen ophtalmologique ou orthoptique est requis chez les patients souffrant de céphalées. (Accord professionnel)

7.9. Effet secondaires des pharmacologies sur les résultats de la rééducation vestibulaire

Dans certaines situations cliniques, la rééducation vestibulaire permet de réduire le délai de mise en fonction d'une compensation centrale efficace. C'est le cas lorsque le déficit vestibulaire est récent, unilatéral, stable, isolé, et d'apparition brutale [4] (niveau de preuve 1).

Un traitement pharmacologique peut modifier la fonction d'équilibration, accélérer ou retarder l'amélioration des vertiges. L'effet primaire (ou principal) d'un médicament est désiré, les effets secondaires peuvent être indésirables. C'est le cas de certains toxiques (vestibulotoxiques ou neurotoxiques) qui modifient les fonctions vestibulaires périphériques [511], [512] (niveau de preuve 1). C'est le cas également des neuro-sédatifs qui modifient temporairement les fonctions centrales adaptatives. Les médecins sont amenés à faire 1) des prescriptions « *étiologiques* », où la toxicité est acceptée pour traiter des conditions médicales graves et souvent mortelles ; des pharmacologies « *préventives* » pour protéger les fonctions d'organe et éviter les conséquences dramatiques en termes de handicap et de décès, 2) et des pharmacologies « *symptomatiques* », qui améliorent le confort du patient et préviennent indirectement les conséquences de leur expressivité.

7.9.1. Les prescriptions étiologiques

Cancers et infections : traiter pour préserver la vie, une vestibulotoxicité acceptée.

Il existe deux grands groupes de médicaments vestibulotoxiques : les chimiothérapies (vincristine principalement) et les antibiotiques (aminoglycosides, antipaludéens) [511], [512] (niveau de preuve 1).

Recommandation 30

Il est recommandé, lorsqu'un patient présente des troubles de l'équilibre alors qu'il est traité par des médicaments vestibulotoxiques ou neurotoxiques pour un cancer ou une infection grave, de poursuivre le traitement de la maladie causale, et d'adapter si possible les traitements toxiques, d'établir l'étiologie du vertige, et d'associer une prise en charge symptomatique pour les vertiges. (Accord professionnel)

À distance de la prise d'un vestibulotoxique ou d'un neurotoxique, avec le grand âge, les séquelles toxiques majorent le déficit vestibulaire périphérique de la presbyvestibulie. Les vertiges et les instabilités s'expriment généralement plus précocement, et de manière plus sévère.

Recommandation 31

Lorsque les séquelles pharmacologiques (vestibulotoxiques ou neurotoxiques) aggravent une presbyvestibulie, il est recommandé une prise en charge rééducative adaptée (Accord professionnel)

Neurologie et psychiatrie : neurosédatifs, un compromis entre la maladie et le confort vestibulaire.

Les troubles neurologiques ou psychiatriques nécessitent des médicaments pour traiter la maladie, limiter l'expression des symptômes et éviter les conséquences, notamment celle dramatique du passage à l'acte suicidaire. Parmi ces thérapeutiques, certaines sont neuro-sédatives (anxiolytiques, antidépresseurs tricycliques, antiépileptiques, ...), d'autres induisent de plus un syndrome parkinsonien (neuroleptiques). Dans un tel contexte, neurologique et pharmacologique, la compensation centrale d'un trouble vestibulaire périphérique peut être impactée. Si l'action neuro-sédative de certaines substances prises de façon prolongée, modifie la compensation centrale et retardent l'efficacité de la rééducation vestibulaire [513] (niveau de preuve 3) et [514] (niveau de preuve 2), elles facilitent les fonctions neuro-exécutives et psycho-émotionnelles, nécessaires pour réaliser la rééducation dans de bonnes conditions.

Recommandation 32

Il est recommandé pour les patients en cours de rééducation vestibulaire, traités dans le même temps par des neurosédatifs, d'adapter la durée de la rééducation (Accord professionnel)

Troubles du rythme cardiaque : prévenir les lésions d'organe, prendre parfois un risque vestibulotoxique.

Les antiarythmiques régulent la fréquence cardiaque. Ils préviennent les pathologies thromboemboliques et leur conséquence en termes de handicap ou de décès. L'amiodarone est un anti-arythmique dont la neurotoxicité peut, chez les personnes âgées, potentialiser les troubles de l'équilibre [515] (niveau de preuve 4).

Recommandation 33

Lorsque les troubles de l'équilibre d'un patient sous amiodarone s'aggravent malgré une rééducation vestibulaire bien menée, il est recommandé de revoir le diagnostic étiologique et de discuter l'impact de l'amiodarone sur les troubles de l'équilibre. (Accord professionnel)

7.9.2. Les prescriptions symptomatiques vestibulaires

Calmer une grande crise de vertige périphérique et ses vomissements : nécessité d'une pharmacologie première pour verticaliser au plus vite le patient et permettre une rééducation précoce.

Lorsqu'un déficit vestibulaire périphérique unilatéral survient brutalement, quelle qu'en soit l'étiologie, le patient a une grande crise de vertige, parfois accompagnée de nausées. Bien souvent, il reste alité et il vomit. Dans cette situation, la rééducation vestibulaire est une indication reconnue [4] (niveau de preuve 1). Pour autant, elle n'est possible que lorsque le patient est apte à se tenir debout, qu'il n'a plus de nausées ou de vomissements, et qu'il est réhydraté et réalimenté. Ainsi, les thérapeutiques anti-vertigineuses et antiémétiques sont parfois

nécessaires dans la phase initiale de la crise. Les anti-vertigineux sans effets sédatifs comme l'Acétylleucine [516] (niveau de preuve 1) n'interfèrent pas avec la compensation centrale et la rééducation vestibulaire. Ils permettent une guérison symptomatique plus rapide. Parmi les antiémétiques, certains sont des neuroleptiques. S'ils ont leur place dans la phase initiale de la grande crise de vertige, leur utilisation prolongée au-delà de la symptomatologie nauséuse peut ralentir la compensation centrale et les résultats de la rééducation.

Recommandation 34

Après la phase initiale d'une grande crise de vertige périphérique avec vomissements, il est recommandé de terminer la prescription d'antiémétiques et d'anti-vertigineux sédatifs, avant de débiter une rééducation vestibulaire. (Accord professionnel)

Migraine vestibulaire : attention au syndrome parkinsonien des neuroleptiques avec la flunarizine.

Les crises de migraine sont traitées avec un éventail de médicaments [517] (niveau de preuve 1). On distingue les traitements de courte durée, ceux de la crise, et les traitements de fond. Il n'y a pas d'antimigraineux qui aient montré des effets vestibulotoxiques. Il n'y a pas non plus d'interaction entre les traitements de la crise ou les traitements de fond sur la compensation centrale et la rééducation vestibulaire, hormis la flunarizine qui peut induire un syndrome parkinsonien et modifier l'action motrice.

7.10. Vertiges neurologiques

Les vertiges d'origine neurologique représentent environ 24% des étiologies identifiées dans un centre expert dont la moitié en relation avec des migraines vestibulaires [518] (niveau de preuve 4). Ces atteintes neurologiques peuvent s'exprimer par des vertiges, des ataxies ou des troubles de l'acuité visuelle dynamique suivant la localisation et l'importance du territoire concerné. Au terme d'une revue de la littérature, Tarnutzer et coll. estiment que 10-20% des patients se présentant aux urgences pour instabilité présentent un déficit vestibulaire aigu dont 25% ±15% sont consécutifs à un accident vasculaire cérébral et 4% à une affection démyélinisante [519] (accord professionnel) dont la sclérose en plaques [520-522] (accord professionnel). Il faut y ajouter d'autres étiologies neurologiques inflammatoires autoimmunes, telles que les ataxies cérébelleuses auto-immunes primaires ou secondaire [523] (accord professionnel), ou associées à des vascularites [524] (accord professionnel), des atteintes métaboliques (notamment carencielles en vitamine B1 [525] (accord professionnel), B12, folates, etc), des anomalies génétiques (comme les ataxies spinocérébelleuse, autosomales dominantes et épisodiques familiales) [526] (accord professionnel), à des atteintes toxiques [527] (accord professionnel) et tumorales.

Certaines affections sont potentiellement curables et d'autres à risque de récurrences, imposant un bilan étiologique avant toute rééducation. Les patients qui consultent aux urgences pour vertiges ont un risque double d'AVC ou d'accident cardiovasculaire au cours des 3 années suivantes [528] (niveau de preuve 3) et 62%

des patients avec des vertiges par AVC vertébro-basilaire ont au moins eu un épisode de vertiges isolés [345] (niveau de preuve 4).

Enjeu majeur de la rééducation, l'instabilité et les chutes y sont plus fréquentes : plus de 30% des patients atteints de SEP tomberont dans l'année qui vient [529] (niveau de preuve 4).

Une rééducation vestibulaire, réalisée sur six semaines, combinant exercices de stabilité du regard, d'équilibration statique et dynamique multisensorielle et de marche, permet d'améliorer l'équilibration posturale des patients avec une atteinte centrale [337], [338] (niveau de preuve 4). De même, en cas d'atteinte par une SEP, l'équilibration, la marche la fatigue, l'endurance et le DHI progressent après rééducation de 6 à 8 semaines [530] (niveau de preuve 2), [531] (niveau de preuve 1), [532] (niveau de preuve 3). L'effet rémanent de cette rééducation, avec exercice d'entretien est démontré à deux mois, sous couvert d'exercices d'entretien [17] (niveau de preuve 1).

Mais, globalement, l'efficacité de la rééducation vestibulaire est moins bonne en cas d'atteinte vestibulaire centrale que périphérique [337], [338], [533] (niveau de preuve 3), surtout si les deux sont associées. En cas d'atteinte centrale, les stratégies de mouvement sont souvent mal coordonnées pour le contrôle postural : hypermétries tronculaires du centre de pression [534], [535] (accord professionnel), ajustements posturaux inadéquats ou désynchronisés [92], [535], [536] (accord professionnel). S'y ajoutent la perturbation de la marche visuellement guidée et de la position précise du pas à atteindre, et les troubles de coordination bilatérale des membres retentissant davantage sur la variation de longueur et largeur de pas, particulièrement en marche lente. [92], [537] (accord professionnel). La rééducation de la marche revêt donc plus d'importance lors d'une atteinte centrale [537] (accord professionnel). La stabilité du regard, altérée par une atteinte vestibulaire centrale et cérébelleuse [531] (niveau de preuve 1), [538] (accord professionnel), mais aussi un tremblement intentionnel, un « gaze evoked nystagmus » ou une dysmétrie saccadique, a très peu bénéficié d'études, sans efficacité démontrée de la rééducation [531] (niveau de preuve 1).

La majorité des vertiges et instabilités d'origine neurologique résulte d'une atteinte du cervelet et de ses connexions [539], [540] (niveau de preuve 4). Le cervelet a pour fonction essentielle l'ajustement [541] des réponses sensorielles [542], motrices [543] et cognitives [544] (accord professionnel). Cet ajustement fait appel à des modèles internes permettant les anticipations et enrichis par apprentissage [543] (accord professionnel). L'atteinte cérébelleuse est donc le principal facteur d'échec de rééducation vestibulaire, par défaut de biofeedback et trouble de l'apprentissage [337], [338] (niveau de preuve 3), nécessitant d'être accommodée : beaucoup de répétitions, hautes intensités, rééducation à plus long terme, travail avec environnements changeants, augmentation de l'indigage sensoriel et guidance verbale du thérapeute [545]. Cependant, si l'atteinte cérébelleuse est prédominante, un programme relativement intensif pendant 4 semaines associant exercices statiques, dynamiques, mouvements corporels globaux et stratégies de chute, améliorent la marche, l'équilibration statique et dynamique, même en cas d'atteinte dégénératives [538] (accord professionnel). Suite aux difficultés d'apprentissage et de rétention à long terme, l'effet rémanent à un an pour des atteintes chroniques dépend de la réalisation des auto-exercices personnalisés 1h par jour [546] (niveau de preuve 3). De plus, la présence d'une atteinte proprioceptive associée rend les effets de la rééducation plus modestes [546] (niveau de preuve 3).

Enfin, deux troubles potentiels compliquent la prise en charge rééducative, particulièrement dans la SEP. La fatigue centrale, touchant jusqu'à 87% des patients atteints de la sclérose en plaques et hors autre cause secondaire [547] (accord professionnel), est un perturbateur de l'intégration sensorielle de l'équilibration posturale, des limites de stabilité et reste fortement corrélée avec une atteinte du tronc cérébral et cérébelleuse [535] (accord professionnel), [548] (niveau de preuve 3). Les troubles cognitifs, même minimes [549] (niveau de preuve 3), en particulier l'allongement du temps de réaction lors d'une double tâche cognitive, affecte les ajustements posturaux anticipés de différentes tâches posturales [535] (accord professionnel). Si l'atteinte est donc multisystémique type SEP, une rééducation sur quatre semaines mêlant des exercices de stratégies motrices, sensorielles et d'utilisation d'une double tâche cognitive ou motrice améliore les capacités de marche et de l'équilibration statique et dynamique, réduit le nombre de chutes mais sans effet ressenti sur les questionnaires [550] (niveau de preuve 2).

Reste que les effets de la rééducation sont tributaires de la stabilité de la cause des symptômes et de leur éventuel traitement.

Recommandation 35

Les vertiges centraux nécessitent une enquête étiologique, qu'il convient de traiter en priorité, d'autant que la cause est parfois curable.

Il est recommandé de réaliser une rééducation multisensorielle et motrice en cas d'atteinte centrale, et de l'adapter en fonction des autres atteintes neurologiques associées. (Accord professionnel)

8. Les troubles de l'équilibre du sujet âgé : spécificités cliniques et rééducatives

8.1. Introduction

Les troubles de l'équilibre sont très fréquents et parfois sous-estimés car considérés comme liés au vieillissement. Leur gravité potentielle est le risque de chutes et leurs complications.

Le dernier plan antichute des sujets âgés date du 20 mars 2022 et a recensé plus de 100 000 hospitalisations et près de 10 000 décès par an [551] (niveau de preuve 1). La peur de chuter peut être à l'origine d'un cercle vicieux incluant réduction des activités physiques et de la mobilité, déconditionnement et augmentation du risque de nouvelle chute [552]. Leur prévention a fait l'objet de recommandations nationales et internationales [553] (niveau de preuve 1).

Pour les patients à haut risque, il est recommandé de rechercher des facteurs de risque et de corriger ceux qui peuvent l'être [553] (niveau de preuve 1).

La clinique permet d'évaluer le risque de chute et peut s'aider d'explorations complémentaires, en suivant les recommandations validées (Tableau n°1) [553] (niveau de preuve 1).

8.2. La presbyvestibulie contribue au risque de chute

Son diagnostic repose sur des critères cliniques précis associés à des modifications paracliniques [203] (niveau de preuve 1). Par ailleurs, lors du vieillissement certaines pathologies vestibulaires tels les vertiges positionnels paroxystiques bénins (VPPB) ou la maladie de Ménière ont des profils cliniques et évolutifs de ceux différents de l'adulte jeune.

8.2.1. Orientation clinique

8.2.1.1. Données d'interrogatoire

On différencie l'instabilité permanente de celle intermittente et provoquée. On recherchera un facteur déclenchant (traumatisme, nouveau traitement, amaigrissement) et des symptômes associés tels que céphalées, hypoacousie, ou troubles visuels, sensitifs, moteurs. Les recommandations [553] (niveau de preuve 1), doivent conduire à identifier les facteurs de risque de chute qui sont intrinsèques (pathologies, médicaments, mode de vie) et extrinsèques (environnement et isolement social [553] (niveau de preuve 1), (Tableau). Les déficits visuels (glaucome, dégénérescence maculaire liée à l'âge, cataracte) sont essentiels à rechercher de même que les troubles cognitifs, une perte des activités posturales anticipées, la dépression, la maladie de Parkinson, une dénutrition, une sarcopénie, une hypotension orthostatique, un diabète, une neuropathie périphérique, des pathologies des pieds ou une consommation d'alcool. Enfin la notion de traumatisme crânien doit conduire à penser au risque d'hématome sous-dural.

8.2.1.2. Examen physique

Il associe une évaluation globale de la statique et du contrôle de la posture, de l'état général, et la recherche de maladies neurologiques, cardio-vasculaires [554], ostéo-articulaires, de troubles cognitifs et dépressifs et de troubles visuels. On sera attentif aux douleurs et déformation des pieds et au chaussage.

Des tests cliniques simples et bien connus sont précieux. Nous ne les détaillerons pas ici :

- Le "Timed up and go test », mesure de la vitesse de la marche (niveau de preuve 1).
- La station unipodale, que le sujet doit tenir plus de 5 secondes [555].
- Le test en double tâche « Stop Walking when Talking » [556].
- La poussée sternale [557] (niveau de preuve 2).

Les rééducateurs préfèrent souvent le test de Tinetti plus complet mais plus long à réaliser [558].

L'examen ORL a lui pour objectif de détecter une atteinte vestibulaire statique ou positionnelle (VPPB) par une VNS complétée d'un HIT.

Recommandation 36

Il est recommandé de réaliser chez une personne âgée présentant des vertiges et troubles de l'équilibre une évaluation du risque de chutes (Grade A).

La recherche d'une pathologie vestibulaire, en particulier systématiquement d'un vertige positionnel paroxystique bénin est recommandée (Grade B)

8.2.1.3. Bilan complémentaire

La clinique oriente les explorations du tableau 2 qui visent à écarter un schwannome vestibulaire, une maladie de Menière, un VPPB [559], [560] et à apprécier la compensation. La posturographie, peut être utile pour rechercher les facteurs prédictifs de chutes et adapter la rééducation [561] (niveau de preuve 2), [562], [563] (niveau de preuve 1). Les atteintes visuelles possibles sont multiples, en particulier la DMLA, et justifient un suivi régulier [561-563] (niveau de preuve 2).

8.3. Spécificités rééducatives des troubles de l'équilibre chroniques et chutes du sujet âgé

La rééducation vestibulaire (RV) s'élargit ici en rééducation des troubles de l'équilibre. Elle nécessite un savoir-faire et un plateau technique adéquat, ainsi que la compliance du patient. Elle est pluridisciplinaire. En raison de la multiplicité des pathologies associées et de la diversité des modalités de rééducation proposées l'analyse de l'efficacité de celle-ci est relativement complexe [564].

8.3.1. Objectifs et principes

Le but est d'améliorer les entrées vestibulaires, visuelles et somesthésiques, ainsi que les capacités motrices et de favoriser la compensation. Son principe essentiel est de perturber une des entrées sensorielles pour obliger le patient à contrôler l'équilibre avec les 2 autres.

En pratique :

- Perturbation de la fonction vestibulaire : mouvement de tête répétés dans les différents plans de l'espace,
- Perturbation de la fonction visuelle : boule optocinétique, travail les yeux fermés,
- Perturbation de la fonction somesthésique : marche pieds-nus, sur sols variés, mousses, trampolines, plateformes dynamiques...
- Avec un renforcement musculaire analytique.

Il faut ici prendre en compte l'augmentation des temps de réaction et les troubles cognitifs. Difficultés d'attention, de compréhension des consignes, d'intégration des conseils, mémoire labile fluctuant avec le stress, état dépressif fréquent rendent les apprentissages plus délicats. La presbyacousie complique également les choses et un appareillage auditif peut être nécessaire.

En utilisant différentes modalités et supports dont :

- Renforcement des groupes musculaires déficitaires ;
- Choix des aides techniques, d'aides aux transferts et de marche : canne, rollator ; aide minimale efficace.
- Massages, physiothérapie
- Travail plus fonctionnel en fin de rééducation (extérieur, escaliers...)

8.3.2. Le bilan préthérapeutique

Il faut connaître les souhaits et attentes du patient et s'appuyer sur l'anamnèse par l'interrogatoire et sur une évaluation fonctionnelle et informer du déroulement des séances et des objectifs.

8.3.3. Le déroulement de la rééducation

8.3.3.1. Les différentes directions rééducatives

- Travailler l'équilibre statique : poussées déséquilibrantes, équilibre unipodal, ballon de Klein...
- Travailler l'équilibre dynamique : parcours d'obstacles, jeux de ballons, travail en double tâche, plans instables, sols de densités différentes, jeux sur plateformes...
- Travailler le relevé du sol.
- Apprentissage des réactions parachute
- Intérêt de la Wii qui est moyen moderne et ludique, accessible aux patients présentant des troubles cognitifs.

8.3.3.2. Les modalités pratiques

On prévoira 1 à 2 séances par semaine. On rééduquera par étapes, le syndrome statique puis le dynamique afin de ne pas mettre en échec. On se mettra en situation écologique (montée et descente d'un trottoir...), toujours en encourageant, en expliquant, en accompagnant. On y rajoutera des exercices quotidiens à la maison, adaptés au patient et l'on conseillera une heure de marche à pied quotidienne.

8.3.3.3. Des exercices adaptés à la pathologie

En cas de déficit vestibulaire bilatéral le travail sera axé sur la compensation visuelle et proprioceptive. En cas de dépendance visuelle on axera sur un travail d'équilibre yeux fermés et sur l'optocinétisme. S'il existe, des troubles de la sensibilité profonde (polyneuropathie), le travail sur les entrées visuelle et vestibulaire sera privilégié.

8.3.3.4. Prises en charge adjuvantes :

8.3.3.4.1. L'Orthoptie

L'âge entraîne dès 45 ans une dégradation de la fonction visuelle, avec l'apparition de la presbytie, du glaucome chronique, et l'œil est souvent impacté par les conséquences du diabète et des pathologies neurodégénératives voire inflammatoires ou auto-immunes qui touchent à la fois l'aspect sensoriel (rétine) et oculomoteur.

À l'inverse, les anomalies de vergence sont elles-mêmes pourvoyeuses de troubles de l'équilibre et d'instabilité. C'est ainsi que la symptomatologie vertigineuse peut persister malgré une amélioration de la compensation vestibulaire. La rééducation oculomotrice est importante. Il faut savoir s'appuyer dans ce contexte d'âge sur une évaluation de l'ensemble des capacités visuelles (sensorielles et motrices) du patient : mesure de l'acuité visuelle, évaluation de la stéréoscopie, évaluation de la qualité de la fixation oculaire. Toute anomalie retrouvée orientera le patient vers l'ophtalmologiste.

La prise en charge rééducative sera adaptée à la pathologie visuelle sous-jacente : rééducation basse vision (malvoyance type DMLA, Glaucome, Rétinopathie diabétique...), neuro-visuelle (séquelles AVC avec notamment la rééducation de l'hémignégligence spatiale), fusionnelles (rééducation des vergences)

8.3.3.4.2. Psychologique

Elle est parfois justifiée car le vertige est un facteur traumatique du point de vue psychologique. Les chutes et leurs conséquences dégradent lourdement l'état thymique. Le patient doit faire le deuil de son autonomie antérieure et a du mal à accepter son état de dépendance.

8.3.3.4.3. Cognitive

Il faut tenir compte des influences de la cognition sur le contrôle postural. Son renforcement est important pour améliorer l'équilibre, la marche et la posture. Cela pourrait constituer un nouveau vecteur d'intervention et un enjeu important dans l'amélioration de la qualité de vie de ces patients. C'est ainsi que des programmes de réhabilitation basés sur l'amélioration des capacités cognitives sont particulièrement intéressants quand les patients ne peuvent pas effectuer de

réhabilitation basée uniquement sur des exercices physiques. Ce type de réhabilitation cognitive pourrait être proposée, associée ou en alternance avec certains entraînements physiques portant sur l'équilibre et la force. Il faut également souligner l'intérêt de l'ergothérapie couplée à la RV dans ce contexte.

8.3.3.5. Vers quelles structures adresser les patients ?

Les patients les plus lourds justifient d'un adressage en Unités de soins de suite et de réadaptation polyvalents ou gériatriques (SSR). Les plus autonomes et les mieux accompagnés peuvent être pris en charge en hôpital de jour ou en externe. Existent également des « consultations chute » dans le réseau gérontologique. Mais on bute sur le nombre insuffisant de gériatres et de rééducateurs formés au regard du besoin croissant. Les ateliers « Equilibre », Gym senior peuvent être de bons compléments.

Tableau 1 : Principaux facteurs de risque de chute chez les personnes âgées, d'après les Recommandations pour la pratique clinique : « Prévention des chutes accidentelles chez la personne âgée » établie par la Société Française de Documentation et de Recherche en Médecine Générale en partenariat avec la HAS

Facteurs intrinsèques	Facteurs extrinsèques
<ul style="list-style-type: none"> - Âge supérieur à 80 ans, - Antécédents de chute, - Activités de la vie quotidienne et mobilité réduites, - Polymédication : plus de 4 médicaments, - Prise de psychotropes, - Pathologies spécifiques : <ul style="list-style-type: none"> - Maladie de Parkinson, - Troubles neurocognitifs majeurs - Dépression <ul style="list-style-type: none"> - Incontinence, notamment urinaire par impériosité, - Troubles de la marche et de l'équilibre <ul style="list-style-type: none"> Postural ou dynamique, - Réduction de l'acuité visuelle - Hypotension orthostatique - Dénutrition - Sarcopénie - Comportement : consommation d'alcool, sédentarité, malnutrition, prise de risques. 	<ul style="list-style-type: none"> - Chaussage, habillage - Environnement : logement inadapté, aide de marche inadéquate.

Tableau 2 : Principaux examens complémentaires et investigations sollicités dans le cas des troubles de l'équilibre des personnes âgées.

Évaluations qui sont fréquemment utiles :

- *La consultation d'ophtalmologie* : elle permet de vérifier que la correction visuelle est adaptée, et de dépister une cataracte débutante ou évoluée, une dégénérescence maculaire liée à l'âge
- *L'ECG* contribue à identifier un trouble du rythme ou de la conduction
- *Le bilan biologique* : sont demandés quasi systématiquement : ionogramme sanguin à la recherche d'une hyponatrémie et dosage de la glycémie, d'urgence si le patient est diabétique. En fonction de l'interrogatoire, de l'examen clinique et du traitement du patient : NFS plaquettes surtout si signe d'anémie ou de risque d'anémie ;
- Les autres examens biologiques éventuellement utiles pour limiter le risque de chute et de leurs conséquences sont :
 - Dosage de vitamine D* : La prévalence de la carence en vitamine D est estimée entre 40 et 50 % chez les personnes âgées de plus de 65 ans sans chute et atteindrait 70 % chez les chuteurs ;
 - Dosage de l'HBA1c* chez les diabétiques ;
 - Dosage de l'INR* si prise d'anticoagulant
- Autres examens et évaluations qui sont décidés d'après l'orientation clinique :
 - À partir de ces premiers éléments d'orientation clinique peuvent se justifier un avis cardiovasculaire, neurologique, rhumatologique, ORL.
 - Scanner cérébral ou IRM en cas de confusion ou de signes neurologiques déficitaires, et en cas de notion de traumatisme crânien.
 - Échographie cardiaque en cas de signe d'insuffisance cardiaque ou de cardiopathie,
 - Holter des 24 heures en cas de palpitations, de troubles du rythme ou de la conduction,
 - Échodoppler des vaisseaux du cou en cas de souffle cervical ou d'antécédent d'accident vasculaire cérébral.

9. Particularités de la rééducation des troubles vestibulaires associés à des atteintes neurologiques

De nombreuses pathologies neurologiques peuvent s'associer à un trouble vestibulaire. Méconnus et dans bien des cas ignorés, ces déficits impactent la rééducation des patients pour la rendre moins efficace, au pire inefficace.

La neuropathie périphérique et l'atteinte vestibulaire peuvent partager des étiologies communes : génétique avec atteinte cérébelleuse dans les atrophies spinocérébelleuses SCA1,2 3 et 6, la maladie de Friedreich ou le syndrome de CANVAS [565] ; génétique sans atteinte cérébelleuse dans certaines formes de la maladie Charcot Marie Tooth [566]; métabolique avec le diabète [567] ; toxique ou dysimmunitaire dont de nombreuses vascularites [568], notamment la sarcoïdose [569], la maladie de Behcet [570] et les vascularites avec ANCA [571]. Ne faisant pas partie du bilan de routine de la neuropathie, l'atteinte vestibulaire est souvent sous-diagnostiquée [572]. Pourtant, 73% des patients ayant une neuropathie, quelle qu'en soit la cause, ont une diminution moyenne unilatérale ou bilatérale du gain au VHIT de 0,2 [573] (niveau de preuve 2). A l'inverse, 22% des patients avec une atteinte vestibulaire bilatérale ont une neuropathie [574] (niveau de preuve 3). L'atteinte proprioceptive est responsable de l'apparition d'une instabilité avec majoration des oscillations posturales en particulier dans l'obscurité [575], [576] (niveau de preuve 2), d'une hypopallesthésie et d'une perte de sensibilité à la pression. Ces conséquences sont corrélées à un risque de chute plus élevé [577] (niveau de preuve 1) et à un trouble de la marche caractérisé par une vitesse plus lente, un temps de double appui allongé, un polygone de sustentation élargi et une irrégularité de pas, en particulier lors des conditions de marche lente et d'obscurité [578] (niveau de preuve 2), [579] (niveau de preuve 3), [580] (niveau de preuve 4). Une neuropathie d'origine diabétique peut être aussi associée à un déficit moteur concernant la cheville [581] (niveau de preuve 3). Une neuropathie périphérique ne peut donc que majorer des troubles vestibulaires particulièrement si l'atteinte est bilatérale.

La rééducation d'une atteinte somesthésique, essentiellement étudiées dans les neuropathies, est efficace sur l'équilibration posturale statique et dynamique et sur la marche [582], [583] (niveau de preuve 2), [79], [584] (niveau de preuve 3). Rares sont les études s'intéressant à la rééducation de l'instabilité posturale résultant d'une ataxie proprioceptive et vestibulaire [585] (accord professionnel). La rééducation vestibulaire traditionnelle type Cawthorne & Cooksey permet un gain significatif au DHI d'au moins 18 points pour 60% des patients et une amélioration de la stabilité bipodale sur sol instable en obscurité [586] (niveau de preuve 3). Un contact léger (< 100 g) d'un doigt avec un objet stable sera utile en cas d'atteinte vestibulaire bilatérale : il permet la stabilisation de la représentation mentale de l'espace, se substituera à la référence de la verticale abolie et améliorera ainsi la stabilité du patient sur sol instable [587], [588] (niveau de preuve 3). Ce contact léger améliore la marche avec amélioration de la stabilité de la marche, de la variabilité de pas, de la vitesse en cas de neuropathie. Cette rééducation peut être en revanche perturbée si la neuropathie concerne les quatre membres ou si le patient est atteint d'une myélopathie cervicale. La coexistence d'une neuropathie altérant le biofeedback et d'une atteinte cérébelleuse entraîne aussi des perturbations d'apprentissage et donc de l'efficacité de la rééducation de l'équilibration posturale. [546] (niveau de preuve 3).

La rééducation est aussi plus complexe si une atteinte cérébelleuse s'additionne à une atteinte vestibulaire. Il faut en effet prendre en compte l'ataxie, les troubles oculomoteurs, l'incoordination des membres inférieurs, les troubles d'apprentissage et cognitifs présents (Voir chapitre vertiges centraux). C'est particulièrement le cas si l'atteinte vestibulaire est bilatérale. En effet, l'intégrité des structures cérébelleuses médianes (vermis, flocculus, nodulus) est déterminante pour l'ajustement des mouvements des yeux, de la tête et du corps dans l'espace au départ d'informations sensorielles, notamment vestibulaire et de modèles internes, fruits de l'apprentissage [337], [338], [589], [590] (niveau de preuve 4). L'atteinte de ces structures cérébelleuses perturbe la régulation de la stabilité posturale dynamique à la marche par la variation de longueur et de largeur des pas et la majoration des irrégularités à la marche lente.

L'association d'une atteinte extrapyramidale comme la maladie de Parkinson et d'un trouble vestibulaire est sous-estimée. On y retrouve des hyporéflexies, voire aréflexies aux tests caloriques (31%) fortement corrélées à la présence d'une instabilité posturale [591] (niveau de preuve 3) et à la déviation de la verticale visuelle subjective [592], [593] (niveau de preuve 3). On remarque que la dépendance visuelle est plus fréquente [592] (niveau de preuve 3). La survenue de chutes n'est pas corrélée avec une altération unilatérale des potentiels évoqués myogéniques cervicaux présente chez 37 % des patients atteints de maladie Parkinson [594] (niveau de preuve 3). Ces chutes sont plutôt favorisées par l'atteinte extrapyramidale (freezing, festination, bradykinésie, perte de réflexes posturaux, impact des médicaments) majorée par le déficit vestibulaire [595] (accord professionnel). La perte d'habileté lors des mouvements automatiques au cours de l'équilibration posturale perturbe l'apprentissage et la rééducation. Cela nécessite de nombreuses répétitions des exercices fonctionnels d'équilibration et de marche. Ils doivent être de complexité croissante, ajustés sur des objectifs personnels avec une forte implication cognitive (feedback, indicage visuel ou auditif, imagerie mentale, motivation, double tâche cognitive) [596] (accord professionnel).

L'association d'une atteinte neurologique à un trouble vestibulaire, en particulier s'il est bilatéral majore donc fortement le risque de chute [595] (accord professionnel), [597-599] (niveau de preuve 2). Un travail d'éducation sur les facteurs environnementaux extérieurs ou intérieurs et d'apprentissage comme l'enseignement de la technique pour se relever après une chute font partie intégrante de la rééducation. L'usage d'aides techniques doit être discuté au cas par cas car elles peuvent être source d'incoordination, d'interférence lors de double tâche cognitive et de problèmes de contrôle lors du transfert du poids corporel [600] (niveau de preuve 4).

Ces particularités doivent sensibiliser le thérapeute au dépistage des troubles sensitifs, cérébelleux et extrapyramidaux pour personnaliser davantage la prise en charge thérapeutique, d'une atteinte vestibulaire et la rendre plus efficiente.

10. Place de la rééducation dans le traitement du mal des transports

10.1. Méthode

Pour évaluer les niveaux de preuve de la rééducation vestibulaire dans le mal des transports, nous avons recherché sur Pubmed les articles associés aux mots clés suivants depuis 2000 : ("motion sickness" OR "mal de débarquement syndrome") AND ("Vestibular symptoms" OR "Vestibular disease" OR "Vestibular disorders") AND ("Physical therapy" OR "Physiotherapy" OR "Rehabilitation" OR "Exercise" OR "Vestibular rehabilitation" OR "Vestibular treatment").

Ont été exclues les études de traitement pharmacologique, et les études utilisant des traitements non-pharmacologiques ne correspondant pas à une rééducation (exemple, port de lunettes avec horizon artificiel, utilisation d'odeur ou de musique pendant l'exposition...). En effet, l'utilisation de ces technologies ne constitue pas en tant que telle, une rééducation et les études n'indiquent pas d'efficacité en cas d'arrêt de la technique. De plus, leur bénéfice n'apparaît pas meilleur qu'une rééducation contre le mal des transports [601], [602].

10.2. Résultats recherche bibliographique

Quatorze études ont été retenues : parmi elles, 7 étudient des personnes sensibles au mal de mer et leur capacité à naviguer après la rééducation [42], [603–608]. Quatre études concernent des élèves pilotes sensibles au mal de l'air, et leur capacité à revoler après la rééducation [609–612]. Deux études concernent des personnes souffrant de mal des transports sans distinction et étudient l'évolution des paramètres physiologiques et l'amélioration des symptômes après rééducation [149], [613]. Une étude concerne des volontaires sains réalisant le programme d'entraînement vestibulaire des astronautes visant à diminuer le mal de l'espace et étudie la capacité à supporter l'entraînement et ses répercussions physiologiques [614], [22].

10.3. Résultats niveau de preuve

Une seule étude peut être classée en niveau 1 : il s'agit d'une étude prospective, randomisée, en simple aveugle [606]. Elle étudie 30 jeunes hommes sujets au mal de mer avec un protocole d'habituation utilisant une chaise rotatoire, avec ou sans stimulation galvanique en opposition de phase. Il s'agit donc d'un conflit entre les entrées vestibulaires canalaire et otolithique. Le groupe placebo subissait la rotation sans stimulation galvanique.

Six études prospectives sont classées de niveau 2 : la première est une étude prospective randomisée de 15 personnes souffrant de mal des transports (7 sujets avec un protocole d'habituation au conflit visuo-vestibulaire et 8 contrôles avec exercices visuo-vestibulaire sans conflit) [42]. Deux autres études sont des études prospectives non randomisées comparant un groupe de personnes sensible au mal des transports et un groupe contrôle non sensible au mal des transports, chacun des groupes effectuant le même protocole [149], [613]. La quatrième étude de niveau 2, étudie l'habituation d'une cohorte de 106 passagers lors d'un voyage en

bateau de plusieurs semaines [603]. Enfin deux études de niveau 2 étudient l'habituatation à des exercices sur fauteuil rotatoire avec inclinaison de la tête (corioliolis stress test) chez des élèves pilotes [611] ou des volontaires sains [614].

Les sept autres études sont de niveau 4 avec 6 études rétrospectives (3 concernant le mal de mer [605], [607], [608], 3 concernant le mal de l'air [609], [612], [615]) et un cas clinique de rééducation du mal de mer ;[604].

10.4. Définition

Le mal des transports est un syndrome qui survient en réponse à un mouvement réel ou perçu, qui inclut des symptômes gastro-intestinaux, principalement des nausées ou un embarras gastrique, et des signes d'atteinte du système nerveux central et autonome. Le mal des transports est considéré comme une forme physiologique de vertige, car il n'est pas indicatif d'un processus pathologique et peut être induit chez presque tous les sujets humains normaux. Il existe une énorme variabilité dans la susceptibilité au mal des transports, car il peut être produit avec une provocation minimale chez certains individus, mais peut être très difficile à obtenir chez d'autres [616]. Le mal de mer est fréquent en bateau, appelé alors « mal de mer » ou naupathie, dont les symptômes ont été décrits par Hippocrate et ont donné naissance au mot nausée (du Grec Naus : navire).

Mais le mal des transports apparaît également sur des transports terrestres : voiture, train, montagnes –russes, manèges ... ou en avion (mal de l'air) ou lors de vols spatiaux (mal de l'espace). Plus récemment ont été décrits des symptômes de mal des transports induit par des stimulations visuelles, sans réel déplacement de l'individu : mal des simulateurs, cybersickness ou encore mal des transports induit par la vision (Visually Induced motion sickness).

Bien qu'une sensibilité à un type de mal des transports soit souvent associée à une sensibilité aux autres types de mal des transports, certains individus peuvent être plus sensibles à certains transports qu'à d'autres [617].

10.5. Physiopathologie

L'hypothèse la plus souvent évoquée pour expliquer le mal des transports est un conflit sensoriel dans l'intégration des informations visuelles, vestibulaires et somatosensorielles [618].

Ces conflits ont pu être classés en 2 catégories : conflit visuel vs. vestibulaire, ou conflit vestibulaire canalaire vs. otolithique, avec 3 types de conflits au sein de ces 2 catégories (selon le ou les sens (s)) soit au final 6 types de conflits [618], [619]. D'autres hypothèses considèrent que le mal des transports est dû à l'activation anormale des voies vestibulo-autonomes par des mouvements auxquels l'organisme n'arrive pas à s'adapter [620]. Ces théories évoquent la possibilité d'adaptation du système nerveux en cas d'exposition répétée au mal des transports, en recalibrant les entrées sensorielles [619], [620].

10.6. Traitement

Le traitement habituel du mal des transports consiste en des mesures non-pharmacologiques ou pharmacologiques. Les mesures non-pharmacologiques peuvent être comportementales pour lutter contre les facteurs favorisants (froid, fatigue, odeur désagréable ...), réduire le conflit sensoriel (localisation au centre du bateau, regarder l'horizon...) [621], ou pratiquer des respirations actives (sous contrôle de la conscience/intention).

Les traitements pharmacologiques utilisent des antihistaminiques (Cinnarizine, dimenhydrinate, diphenhydramine, prométhazine...) ou des anticholinergiques (scopolamine) [618]. Enfin, l'habituation est un phénomène naturel observé la plupart du temps après 48h à 15j d'exposition [603], [621] et cherche à être favorisée et maintenue par les techniques de rééducation.

10.7. Résultats globaux

Toutes les études retrouvées montrent un effet positif de la rééducation dans le mal des transports. Les études concernant le mal de mer sont résumées dans le tableau 1 et celle concernant le mal de l'air dans le tableau 2.

10.7.1. Type de protocole

10.7.1.1. Habituation au conflit visuo-vestibulaire :

La plupart des études concernent le mal de mer avec des protocoles d'habituation utilisant un conflit visuo-vestibulaire. Le premier cas publié utilisait des exercices visuo-vestibulaires réalisables à domicile associé à des exercices d'équilibre [604]. Les protocoles d'études utilisent du matériel classique de stimulation optocinétique (i.e. planetarium) [42], [604], [605], [607], de la stimulation optocinétique associée à un fauteuil rotatoire (en inversion de phase) [613], de la réalité virtuelle [149], ou l'utilisation de technologies dédiées avec déplacements verticaux et réalité virtuelle [608].

10.7.1.2. Habituation au conflit otolithico-canalair :

Une étude fait état d'une amélioration des personnes sensibles au mal de mer, par une habituation avec un fauteuil rotatoire associé à de la stimulation galvanique [606]. Bien que le mécanisme exact de la stimulation galvanique ne soit pas entièrement connu, elle stimule certainement les senseurs otolithiques, et éventuellement aussi les senseurs canaux [622-625]. Associée à un fauteuil rotatoire en opposition de phase, ce protocole de rééducation [606] constitue donc une habituation au conflit entre informations canaux et otolithiques.

Enfin, les protocoles visant à traiter le mal de l'air utilisent tous des fauteuils rotatoires avec inclinaison de la tête ou du tronc (Coriolis stress test), qui crée un conflit entre les informations canaux et otolithiques [609-612], [614], [615].

10.7.1.3. Effet physiologique de la rééducation

Les paramètres physiologiques ont été étudiés lors de protocoles d'habituation au conflit otolithico-canaux [606], [611], [614].

Chez les personnes sensibles au mal des transports, le gain du réflexe vestibulo-oculaire et la constante de temps centrale sont plus élevés que chez les personnes peu sensibles [613], [626], [627]. La constante de temps centrale peut être déterminée par le temps nécessaire au nystagmus post-rotatoire pour diminuer jusqu'à 37% de sa vitesse maximale [606] et donne une idée sur le fonctionnement du système de stockage des vitesses [626], [628].

Deux études utilisant une habitude au conflit otolithico-canalaires montrent que l'habitude réduit la constante de temps chez les sujets sensibles et les sujets non sensibles au mal des transports [606], [614].

Wang et coll. par contre ne retrouvent pas de diminution de la durée du nystagmus post-rotatoire lors d'un protocole de 5 jours [611]. L'habitude ne modifie pas le gain du réflexe vestibulo-oculaire, ni chez les personnes initialement sensibles ni chez les personnes non sensibles au mal des transports [614]. Par contre, le pic de vitesse du nystagmus post-rotatoire diminue [611], [614].

Lors de protocole d'habitude au conflit visuo-vestibulaire, on observe également une diminution de la constante de temps [613]. Cette réduction est plus importante chez les sujets initialement sensibles au mal des transports. Bien que leur constante de temps soit initialement plus élevée, son niveau devient ainsi comparable à celle des sujets non sensibles en fin de protocole d'habitude [613].

Le protocole d'habitude visuo-vestibulaire ne modifiait pas le gain du RVO ni chez les sujets normaux ni chez ceux sensibles au mal des transports [613]. Par ailleurs, la rééducation en réalité virtuelle (conflits visuo-vestibulaire) améliore l'équilibre dans les situations de conflits sensoriels analysées en posturographie [149].

10.7.1.4. Efficacité clinique

L'efficacité clinique est évaluée à partir de questionnaires, ou sur la capacité à exercer une profession en mer ou dans les airs.

Dans son étude randomisée Gutkovich et coll. montrent qu'une semaine après leur protocole d'habitude de 2 jours utilisant la stimulation galvanique, 31 % des sujets sensibles avaient le mal de mer en bateau, contre 60 % dans le groupe du protocole placebo [606]. Avec un protocole de rééducation optocinétique, bihebdomadaire pendant plusieurs semaines, 71% des sujets améliorent leurs symptômes mal de mer, contre 12% avec un protocole placebo [42]. Le même type de protocole avec 8 sessions en moyenne retrouvait 80% de personnes améliorées plusieurs mois après la rééducation [605]. Une autre étude montrait que l'intensité des symptômes était réduite de moitié après une dizaine de séances optocinétiques, avec un bénéfice persistant pendant plusieurs années [607].

Un protocole de 5 jours, utilisant la rééducation optocinétique associée à une chaise rotatoire en opposition de phase, montrait une diminution des symptômes de mal des transports créés par la RAIG, et des symptômes de mal des transports en condition réelle de transport [613]. Un protocole utilisant la réalité virtuelle améliore significativement les 12 symptômes évalués de mal des transports. Ce protocole consistait en 6 séances de jeux de playstation (montagne russe) réalisées en 2 à 3 semaines [149].

Les protocoles de fauteuil rotatoire avec inclinaison de la tête ou du tronc (coriolis stress test) montrent également une efficacité sur la diminution des symptômes lors de ces tests, la diminution du mal de l'air, et la capacité à poursuivre une carrière de pilote ou de personnel navigant [609-612], [614].

Certains de ces protocoles associent à l'habituatation, de la thérapie cognitivo-comportementale [609], [610].

10.7.1.5. Effet à long terme

Après arrêt du protocole de rééducation, certains paramètres physiologiques finissent par retrouver leur niveau de base, mais le bénéfice sur l'amélioration des symptômes paraît conservé :

La diminution de la constante de temps obtenue après 2 jours de protocole d'habituatation avec stimulation galvanique revenait à son niveau initial une semaine après la fin du protocole, mais les sujets restaient moins sensibles au mal de mer qu'un groupe contrôle [606]. Ils consommaient également moins de médicaments contre le mal de mer comparativement au groupe contrôle dans les 3 mois suivant la rééducation [606]. Le protocole d'optocinétique associé au fauteuil rotatoire montrait un effet bénéfique qui était encore retrouvé après 2 mois [613].

Le protocole d'une dizaine de séances optocinétique montre une persistance de l'amélioration des symptômes pendant au moins 5 mois [42] et même plusieurs années (1 à 9 ans de recul) [607] .

Concernant l'effet des protocoles type coriolis stress test utilisé pour le mal de l'air, la diminution de la constante de temps persistait jusqu'à au moins 60 jours après les 10 jours d'entraînement [614]. Après un protocole de 5 jours, la diminution du pic de vitesse du nystagmus post-rotatoire persistait jusqu'à 9 semaines pour des élèves pilotes et 14 semaines pour des non-pilotes [611]. Cliniquement, la diminution des réactions végétatives grâce à l'entraînement persistait 1 semaine pour des personnes non-pilotes et 5 semaines pour des élèves pilotes [611]. D'autres études montrent un bénéfice du protocole utilisant cette technique 2 ans après la fin de la rééducation ayant permis à des élèves pilotes d'achever leur formation, et de poursuivre leur carrière normalement [610], [612].

10.7.1.6. Effet secondaire

Les protocoles sont réalisés de façon progressive et adaptée au patient afin de permettre l'habituatation. Certaines études précisent que le protocole n'entraîne pas d'effet secondaire [605], [607]. Aucune étude ne signale une aggravation des symptômes suite au protocole.

Recommandation 37

Il est recommandé de prescrire la rééducation vestibulaire chez des patients présentant un mal des transports invalidant. (Grade B)

11. Pathologies vestibulaires de l'enfant

11.1. Introduction

Chez le jeune enfant, il n'est pas toujours évident d'identifier une symptomatologie vertigineuse, car il n'est souvent pas possible de verbaliser la plainte avant un certain âge [629] (niveau de preuve 4). Les parents rapportent alors plutôt des troubles de l'équilibre ou s'inquiètent d'un retard de développement posturo-moteur.

Une étude épidémiologique menée aux États-Unis montre que la prévalence de vertiges et troubles de l'équilibre dans la population pédiatrique est de 5,3 % et augmente avec l'âge, elle oscille entre 4,1 % pour les enfants âgés de 3 à 5 ans à 7,5 % pour les enfants âgés de 15 à 17 ans [630] (niveau de preuve 4). Dans une étude de cohorte récente portant sur un échantillon de 1037 enfants consultant pour instabilités, une atteinte vestibulaire a été décelée dans 36,5 % des cas [631] (niveau de preuve 4). Les étiologies les plus fréquentes comprennent les malformations de l'oreille interne, les contusions labyrinthiques, les névrites vestibulaires, les méningites ou la prise de médicaments ototoxiques [631], [632] (niveau de preuve 4). La migraine vestibulaire est considérée comme la cause la plus fréquente chez des enfants et adolescents d'une symptomatologie vertigineuse, des autres étiologies possibles sont les troubles neurologiques, des troubles visuels ou des manifestations liées à de l'anxiété [631] (niveau de preuve 4).

L'atteinte vestibulaire pourrait concerner jusqu'à 50 % des enfants atteints de surdité neurosensorielle [633] (niveau de preuve 4). En cas de surdité bilatérale profonde l'implantation cochléaire est une solution efficace pour restaurer l'audition; étant donné qu'il existe un risque d'altération de la fonction sacculaire voire utriculaire ou canalaire en lien avec la pose de l'IC, le bilan pré-implantation doit donc comporter une évaluation vestibulaire [634] (niveau de preuve 4).

Le système vestibulaire permet la stabilisation du regard par le biais du réflexe vestibulo-oculaire (RVO). Il participe à la perception de la verticalité et il intervient dans l'élaboration de synergies musculaires nécessaires au contrôle et l'orientation posturale par le biais des réflexes vestibulo-spinaux. Le système vestibulaire joue un rôle capital dans l'orientation antigravitaire et participe à l'élaboration des différents ajustements posturaux, éléments indispensables pour l'acquisition des différentes étapes du développement posturo-moteur. Il est possible d'observer une hypotonie axiale pendant les premiers mois de vie dans le cadre d'une atteinte vestibulaire, notamment de la partie otolithique [635] (niveau de preuve 4). Les enfants présentant un déficit vestibulaire à la naissance ou peu après peuvent présenter un retard moteur qui ne se comble pas sans intervention rééducative [636] (niveau de preuve 4).

La conséquence d'une atteinte vestibulaire complète ou partielle non compensée chez l'enfant se manifeste le plus souvent par des troubles de l'équilibre, avec risque de chutes [636] (niveau de preuve 4). Un déficit du RVO provoque un défaut de stabilisation du regard lors des mouvements rapides de la tête, au-delà de 100°/s pouvant entraîner une baisse de l'acuité visuelle dynamique (AVD) et une sensation de flou visuel pouvant correspondre à des oscillopsies [204] (accord professionnel).

11.2. Principes de la rééducation vestibulaire chez l'enfant avec troubles vestibulaires

La rééducation vestibulaire (RV) en pédiatrie est adaptée en fonction du stade du développement posturo-moteur. Elle doit être personnalisée, active, précoce et ludique pour permettre une compliance optimale [629] (niveau de preuve 4). L'objectif est d'utiliser des exercices pour améliorer l'intégration de l'information vestibulaire ou pour favoriser le phénomène de substitution sensorielle. La présence des parents des jeunes enfants pendant les séances et leur implication est très importante pour mettre en évidence les objectifs fonctionnels à travailler et poursuivre les exercices au domicile.

Rine et coll. ont montré dans une étude contrôlée randomisée chez 25 enfants avec surdité et atteinte vestibulaire qu'une prise en charge de 12 semaines, axée sur des exercices de rééducation de l'équilibre, de la coordination œil-tête et œil-main ainsi que de la motricité globale permet de rattraper le retard des acquisitions posturo-motrices et d'améliorer le contrôle postural [637] (niveau de preuve 2). Ebrahimi et coll. dans une étude contrôlée randomisée ont montré l'intérêt de la RV dans une population de 24 enfants avec surdité et atteinte vestibulaire bilatérale [638] (niveau de preuve 2). La RV incluait des exercices de rééducation de l'équilibre et de stabilisation du regard lors des mouvements de la tête ; la rééducation s'est déroulée sur une période de 8 semaines, à raison de 3 fois par semaine. À la fin de l'intervention, le groupe expérimental montrait une amélioration significative au niveau de la stabilité posturale selon des paramètres de posturographie dynamique, par rapport au groupe contrôle.

En cas d'atteinte vestibulaire unilatérale, l'objectif est de favoriser la compensation vestibulaire et par conséquent d'améliorer le contrôle postural, l'atténuation des symptômes et la reprise des activités de la vie courante. Medeiro et coll. dans une étude prospective interventionnelle non comparative ont montré une disparition des sensations vertigineuses, des symptômes neurovégétatifs et une amélioration du contrôle postural (en posturographie dynamique) chez une cohorte de 16 enfants après prise en charge avec RV. La rééducation s'est déroulée sur une période de deux mois, elle était axée sur des exercices d'habituation, de stabilisation du regard lors des mouvements de la tête et de rééducation de l'équilibre [639] (niveau de preuve 4).

Dans le cadre de vertiges après un traumatisme crânien, Schneider et coll. ont mené une étude contrôlée randomisée en rééduquant un échantillon de 29 adolescents présentant des sensations vertigineuses persistantes dans les suites d'une commotion cérébrale [134] (niveau de preuve 2). Le traitement comportait des exercices de RV et de kinésithérapie de la colonne cervicale. Huit semaines après le début de la prise en charge, 73% des participants du groupe entraîné ont eu une rémission des symptômes permettant la reprise du sport, contre seulement 7% dans le groupe contrôle. Storey et coll. ont analysé dans une étude de cohorte rétrospective l'efficacité de la rééducation vestibulaire chez une population de 109 enfants ayant eu une commotion cérébrale. À la fin de la prise en charge rééducative, 80% des patients montraient une diminution de la symptomatologie

vertigineuse, ainsi qu'une amélioration au niveau de l'équilibre et de la fonction vestibulo-oculaire [640] (niveau de preuve 4).

Les patients avec atteinte vestibulaire, commotion cérébrale ou pathologie migraineuse peuvent devenir très sensibles aux stimulations visuelles. Ce phénomène est provoqué par la dépendance vis à vis de l'information visuelle pour la perception et le contrôle postural. Les patients peuvent développer des vertiges ou une désorientation spatiale déclenchés par un stimulus visuel complexe en mouvement. Chez l'adulte, une des techniques utilisées pour diminuer ce type de symptômes est l'utilisation de stimulations optocinétiques, avec un générateur type planétarium ou à l'aide de la réalité virtuelle [41] (niveau de preuve 2). À ce jour, il n'existe pas à notre connaissance de publications analysant une telle approche chez des enfants ou des adolescents. Il faut souligner le fait que ce type d'exercices sollicite la capacité de repondération sensorielle, dont le processus de maturation est relativement long [641] (niveau de preuve 4). Par conséquent, il semble judicieux de ne pas utiliser ce type de stimulations chez l'enfant et de les utiliser avec prudence chez l'adolescent, dans l'attente de recommandations de bonne pratique ou d'études abordant ce sujet.

Recommandation 38

Il est recommandé de pratiquer la rééducation vestibulaire chez des enfants dont l'atteinte vestibulaire entraîne des troubles fonctionnels (équilibre, niveau posturo-moteur, déficit RVO) ou des symptômes des vertiges, de manière adaptée à l'âge de l'enfant (Grade B).

Il est recommandé de faire des séances de rééducation vestibulaire chez des enfants ayant eu un traumatisme crânien, avec des vertiges ou des troubles de l'équilibre persistants (Grade B).

Il n'est pas recommandé d'utiliser les stimulations optocinétiques et la réalité virtuelle dans le cadre de la rééducation vestibulaire chez les enfants et les jeunes adolescents (Accord professionnel).

12. Conclusion

Ce travail collaboratif a permis pour la première fois de mettre sur la table, de façon rationnelle et non émotionnelle les modalités rééducatives des différents vertiges d'origine vestibulaire. C'était important et attendu car la démographie des ORL est inquiétante, ce qui peut conduire à des « fausses routes », à des dérives s'écartant de la pertinence du chemin clinique qui doit rester notre boussole, malgré les difficultés. Certains pourront se trouver déçus que des solutions faisant partie de leur pratique quotidienne n'apparaissent dans les recommandations édictées. C'est le filtre de la médecine évaluée par la preuve qui y conduit, et demain sera sans doute différent à la lumière des expériences publiées. Il faut remercier ici les rédacteurs et relecteurs qui ont contribué à ce travail important. Issus des différentes professions du soin aux patients vertigineux, ils se sont beaucoup investis pour faire que ce travail soit mené à bien. Je souhaite que les différents acteurs de la filière rééducative ou diagnostique se retrouvent dans ces recommandations et les appliquent. Elles ont une valeur temporelle réduite car nos connaissances évoluent vite, les critérisations s'affinent et de nouveaux cadres pathologiques s'identifient, à la lumière de ce que nous font découvrir les nouveaux outils diagnostiques otoneurologiques et les progrès incessants de la neuro-imagerie. Il faudra s'adapter et sans doute remettre le métier sur l'ouvrage rapidement pour adapter nos comportements.

Au-delà de ce travail, il faut comprendre l'importance de chaque profession, pour faire que le patient vertigineux ne se trouve pas comme aujourd'hui, désemparé, en errance comme c'est hélas trop souvent le cas. La place dans la démarche de soins du médecin, qu'il soit ORL, MPR, neurologue, ophtalmologue, gériatre, médecin généraliste doit être précise, leur collaboration est indispensable dans les cas complexes. Il en est de même pour les paramédicaux, et particulièrement les kinésithérapeutes vestibulaires dont nous attendons tous beaucoup. La rééducation vestibulaire a une place essentielle aujourd'hui dans le paysage de la santé publique. Elle doit appartenir à un professionnel dûment formé après qu'un diagnostic médical ait été posé, sinon suggéré. C'est la pertinence à laquelle sont attachés les rédacteurs de ce travail.

13. Bibliographie

- [1] Cooksey, F. S. Rehabilitation in vestibular injuries. Proc R Soc Med 1946; 39 :273-278.
- [2] Lacour, M., Bernard-Demanze, L. Interaction between vestibular compensation mechanisms and vestibular rehabilitation therapy: ten recommendations for optimal functional recovery. Front Neurol 2015; 5: 285.
- [3] Lacour, M., Helmchen, C., Vidal, P. P. Vestibular compensation : the neuro-otologist's best friend. J Neurol 2016;.
- [4] McDonnell, M. N., Hillier, S. L. Vestibular rehabilitation for unilateral peripheral vestibular dysfunction. Cochrane Database Syst Rev 2015; 1: 005397, doi: 10.1002/1465185.CD005397.pub4.
- [5] Hall, C. D., Herdman, S. J., Whitney, S. L. Vestibular rehabilitation for peripheral vestibular hypofunction: an evidence-based clinical practice guideline: from the American Physical Therapy Association Neurology Section. J Neurol Phys Ther 2016; 40(2): 124-155, doi: 10.1097/NPT.0000000000000120.
- [6] Courtney, D. H., Herdman, S. J., SL, W. Vestibular rehabilitation for peripheral vestibular hypofunction: an updated clinical practice guideline from the academy of neurologic physical therapy of the american physical therapy association. J Neurol Phys Ther 2022; 46: 118-177.
- [7] Lacour, M., Tardivet, L., Thiry, A. Recovery of dynamic visual acuity in acute unilateral peripheral vestibulopathy: earlier is better. Eur. Arch Otorhinolaryngol 2019; 277(1): 103-113.
- [8] Lacour, M., Tardivet, L., Thiry, A. A critical period for rehabilitation of unilateral vestibular hypofunction patients with the unidirectional rotation paradigm. J Rehab Ther. 2020; 2(1): 16-22.
- [9] Lacour, M., Tardivet, L., Thiry, A. Two conditions to fully recover dynamic canal function in unilateral peripheral vestibular hypofunction patients. J Vest Res 2021; 31: 407-421, doi: 10.3233/VES-201557.
- [10] Lacour, M., Tardivet, L., Thiry, A. Rehabilitation of posture control in unilateral vestibular hypofunction patients depends on vestibular rehabilitation onset and postural task difficulty. J Rehab Ther. 2020; 2(2): 13-26.
- [11] Lacour, M., Tardivet, L., Thiry, A. Posture deficits and recovery after unilateral vestibular loss: early rehab and degree of vestibular hypofunction matter. Front Hum Neurosci 2021; 15: 776970, doi: 10.3389/fnhum.2021.776970.
- [12] Bárány, R. Augenbewegungen durch Thoraxbewegungen ausgelöst. Zbl Physiol 1906; 20: 298-302.
- [13] Dodge, R. Habituation to Rotation. J. Exp. Psychol. 1923; 6(1).
- [14] Collins, W. E. Task-control of arousal and the effects of repeated unidirectional angular acceleration on human vestibular responses. .
- [15] Whitney, S. L., Alghwiri, A. A., Alghadir, A. An overview of vestibular rehabilitation. Handb Clin Neurol 2016; 137: 187-205.

- [16] Quarck, G., Denise, P. Caractéristiques du reflexe vestibulo-oculaire chez les gymnastes. *Mov. Sport Sci.* 2(55): 101-112.
- [17] Nigmatullina, Y., Hellyer, P. J., Nachev, P., Sharp, D. J., Seemungal, B. M. The neuroanatomical correlates of training-related perceptuo-reflex uncoupling in dancers. *Cereb Cortex* 2015; Feb;25(2):554-62, doi: 10.1093/cercor/bht266.
- [18] Sémont, A. Techniques de rééducation post-opératoire des neurectomies vestibulaires et exemples d'application. , 1973 *Probl. Actuels Otorhinolaryngol.* : 115-8.
- [19] Sémont, A. Rééducation de la fonction d'équilibration. *Ann Kinésithér* 1985; 12(10): 495- 503,.
- [20] Sémont, A., Vitte, E., Sterkers, J. M., Freyss, G. Rééducation vestibulaire. Ed. Tech. *Encycl Med CHir Paris-Fr. Oto-Rhino-Laryngol.* 1994; 20-206-A-10: 5.
- [21] Ushio, M., Minor, L. B., Della Santina, C. C., Lasker, D. M. Unidirectional rotations produce asymmetric changes in horizontal VOR gain before and after unilateral labyrinthectomy in macaques. *Exp. Brain Res.* 2011; 210(3-4): 651-660.
- [22] Sadeghi, N. G., Sabetzad, B., Rassaian, N., Sadeghi, S. G. Rebalancing the Vestibular System by Unidirectional Rotations in Patients With Chronic Vestibular Dysfunction. *Front Neurol* 2019;.
- [23] Sémont, A. La rééducation d'un syndrome pressionnel (Hydrops). *Kinésithérapie Sci.* 1999;(394): 28- 30,.
- [24] Nyabenda, A. Intérêt du traitement par exercices rotatoires chez les patients atteints de syndrome de Ménière, méthode utilisée au service d'ORL des cliniques universitaires Saint-Luc. *Ann. Réadapt. Médecine Phys.* 2003; 46(9).
- [25] Nevoux, J., Franco-Vidal, V., Bouccara, D., Parietti-Winkler, C. Groupe de travail de la SFORL. Diagnostic and therapeutic strategy in Ménière's disease. Guidelines of the French Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery Society (SFORL. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis* 2017; 16: 30222-30228.
- [26] Lacour, M., Tardivet, L., Thiry, A. Rehabilitation of balance control with the rotatory chair protocol depends on rehabilitation onset and postural task difficulty in unilateral vestibular hypofunction patients. *J. Rehabil. Ther.* 2020; 2(2).
- [27] Demanez, J. P. in *Compte-rendu de congrès de la société internationale de rééducation vestibulaire Kinésithérapie les Annales.* , 14(N). : 1632-8345, 2004.
- [28] Brodsky, M. C. Latent Nystagmus: Vestibular Nystagmus With a Twist. *Arch Ophthalmol* 2004; 122(2).
- [29] Mucci, V., Perkisas, T., Jillings, S. D., Rompaey, V., Ombergen, A., Fransen, E. Sham-Controlled Study of Optokinetic Stimuli as Treatment for Mal de Debarquement Syndrome. *Front Neurol* 2018; 9(887).
- [30] Van Ombergen, A., Lubeck, A., Van Rompaey, V., Maes, L., Stins, J., Van de Heyning, P., Wuyts, F., Bos, J. The Effect of Optokinetic Stimulation on Perceptual and Postural Symptoms in Visual Vestibular Mismatch Patients. *Glas. S.*
- [31] Brandt, T., Dichgans, J., Koenig, E. Differential Effects of Central Versus Peripheral Vision on Egocentric and Exocentric Motion Perception. *Exp Brain Res* 1973; 16(476).
- [32] Brandt, T., Dichgans, J., Büchle, W. Motion habituation: inverted self-motion perception and optokinetic after-nystagmus. *Exp Brain Res* 1974; 21(4): 337-52.

- [33] Rossi-Izquierdo, M., Santos-Pérez, S., Soto-Varela, A. What is the most effective vestibular rehabilitation technique in patients with unilateral peripheral vestibular disorders?. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2011; 268(11): 1569-74.
- [34] Pavlou, M., Quinn, C., Murray, K., Spyridakou, C., Faldon, M., Bronstein, A. M. The effect of repeated visual motion stimuli on visual dependence and postural control in normal subjects. *Gait Posture* Janv 2011; 33(1): 113-8.
- [35] Vitte, E., Sémont, A., Berthoz, A. Repeated optokinetic stimulation in conditions of active standing facilitates recovery from vestibular deficits. *Exp Brain Res* 1994; 102(1).
- [36] Takahashi, M., Sakurai, S., Kanzaki, J. Horizontal and vertical optokinetic nystagmus in man. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 1978; 40(1): 43-52.
- [37] Pavlou, M., Bronstein, A. M., Davies, R. A. Randomized Trial of Supervised Versus Unsupervised Optokinetic Exercise in Persons With Peripheral Vestibular Disorders. *Neurorehabil Neural Repair* 2013; Mar-Apr;27(3):208-18.
- [38] Abadi, R. V., Howard, I. P., Ohmi, M., Lee, E. E. The Effect of Central and Peripheral Field Stimulation on the Rise Time and Gain of Human Optokinetic Nystagmus. *Percept.* Août 2005; 34(8): 1015-24.
- [39] Manso, A., Ganança, M. M., Caovilla, H. H. Vestibular rehabilitation with visual stimuli in peripheral vestibular disorders. *Braz. J. Otorhinolaryngol.* Mars 2016; 82(2): 232-41.
- [40] Loader, B., Gruther, W., Mueller, C. A., Neuwirth, G., Thuerner, S., Ehrenberger, K., Mittermaier, C. Improved postural control after computerized optokinetic therapy based on stochastic visual stimulation in patients with vestibular dysfunction. *J Vestib Res* 2007; 17(2-3): 131-6.
- [41] Pavlou, M., Lingeswaran, A., Davies, R. A., Gresty, M. A., Bronstein, A. M. Simulator based rehabilitation in refractory dizziness. *J Neurol* Août 2004; 251(8).
- [42] Ressiot, E., Dolz, M., Bonne, L., Marianowski, R. Prospective study on the efficacy of optokinetic training in the treatment of seasickness. *Eur. Ann. Otorhinolaryngol. Head Neck Dis.* 2013; 130: 263-268.
- [43] Gauthier, G. M., Robinson, D. A. Adaptation of the human vestibuloocular reflex to magnifying lenses. *Brain Res.* 1975; 92: 331-335.
- [44] Gonshor, A., Melvill Jones, G. Extreme vestibulo-ocular adaptation induced by prolonged optical reversal of vision. *J Physiol* 1976; 256: 381-414.
- [45] Gonshor, A., Melvill Jones, G. Short-term adaptative changes in the human vestibulo-ocular reflex arc. *J Physiol* 1976; 256: 361-379.
- [46] Migliaccio, A. A., Schubert, M. C. Unilateral Adaptation of the Human Angular Vestibulo-Ocular Reflex. *JARO* 2013; 14: 29-36.
- [47] Meldrum, D., Jahn, K. Gaze stabilization exercises in vestibular rehabilitation: review of the evidence and recent clinical advances. *J Neurol* 2019; 266(Suppl 1): 11-18.
- [48] Rinaudo, C. N., Schubert, M. C., Cremer, P. D., Figtree, W. V. C., Todd, C. J., Migliaccio, A. A. Once-Daily Incremental Vestibulo-Ocular Reflex Adaptation Training in Patients With Chronic Peripheral Vestibular Hypofunction: A 1-Week Randomized Controlled Study. *J. Neurol. Phys. Ther.* 2021; 45(2): 87-100.

- [49] Migliaccio, A. A., Schubert, M. C. Pilot Study of a New Rehabilitation Tool: Improved Unilateral Short-term Adaptation of the Human Angular Vestibulo-ocular Reflex. *Otol Neurotol* 2014; Dec;35(10):e310-6.
- [50] Crane, B. T., Schubert, M. C. An Adaptive Vestibular Rehabilitation Technique. *Laryngoscope* 2018;(128(3):713-718).
- [51] Lacour, M., Tardivet, L., Thiry, A. Rehabilitation of dynamic visual acuity in patients with unilateral vestibular hypofunction: earlier is better. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2020; Jan;277(1):103-113. doi: 10 1007 00405-019-05690-4.
- [52] Schubert, M. C., Migliaccio, A. A., Clendaniel, R. A., Allak, A., Carey, J. P. Mechanism of Dynamic Visual Acuity Recovery With Vestibular Rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil* 2008;(89(3)): 500-507.
- [53] Rinaudo, C. N., Schubert, M. C., Figtree, W. V. C., Cremer, P. D., Migliaccio, A. A. Human Vestibulo-Ocular Reflex Adaptation Reduces when Training Demand Variability Increases. *JARO* 2021; 22(2): 193-206.
- [54] Peters, B. T., Bloomberg, J. J. Dynamic visual acuity using « far » and « near » targets. *Acta Otolaryngol. (Stockh.)* 2005; 125(4): 353-357.
- [55] Lasker, D. M., Ramat, S., Carey, J. P., Minor, L. B. Vergence-mediated modulation of the human horizontal angular VOR provides evidence of pathway-specific changes in VOR dynamics. *Ann N Acad Sci* 2002; 956: 324-37.
- [56] Chang, T., Schubert, M. C. Convergence Vestibulo-ocular Reflex in Unilateral Vestibular Hypofunction: Behavioral Evidence in Support of a Novel Gaze Stability Exercise. *J Neurol Phys Ther* 2021; 45(1): 3-11.
- [57] Herdman, S. J., Clendaniel, R. A., Mattox, D. E., Holliday, M. J., NIPARKO, J. K. Vestibular adaptation exercises and recovery: Acute stage after acoustic neuroma resection. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1995; 113(1): 77-87.
- [58] Herdman, S. J., Hall, C. D., Schubert, M. C., Das, V. E., Tusa, R. J. Recovery of dynamic visual acuity in bilateral vestibular hypofunction. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2007; 133(4): 383-9.
- [59] Mahfuz, M. M., Schubert, M., Figtree, F., Todd, C., Khan, S., AA, M. Optimal Human Passive Vestibulo-Ocular Reflex Adaptation Does Not Rely on Passive Training. *J. Assoc. Res. Otolaryngol.* 2018; 19(3): 261271.
- [60] Herdman, S. J., Schubert, M. C., Das, V. E., Tusa, R. J. Recovery of dynamic visual acuity in unilateral vestibular hypofunction. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2003; Aug;129(8):819-24.
- [61] Hall, C. D. *et al.* Vestibular Rehabilitation for Peripheral Vestibular Hypofunction: An Updated Clinical Practice Guideline From the Academy of Neurologic Physical Therapy of the American Physical Therapy Association. *J Neurol Phys Ther* 2022; 1;46(2):118-177.
- [62] Ischebeck, B. K., Vries, J., Wingerden, J. P., Kleinrensink, G. J., Frens, M. A., Geest, J. N. The influence of cervical movement on eye stabilization reflexes: a randomized trial. *Exp Brain Res* 2018; Jan;236(1):297-304.
- [63] Rinaudo, C. N., Schubert, M. C., Cremer, P. D., Figtree, W. V. C., Todd, C. J., Migliaccio, A. A. Comparison of Incremental Vestibulo-ocular Reflex Adaptation Training Versus x1 Training in Patients With Chronic Peripheral Vestibular Hypofunction: A Two-Year Randomized Controlled Trial. *J. Neurol. Phys. Ther.* 2021; 45(4): 246-258.

- [64] Viziano, A. Long-term effects of vestibular rehabilitation and head-mounted gaming task procedure in unilateral vestibular hypofunction: a 12-month follow-up of a randomized controlled trial'. *Clin. Rehabil.* 2019; 33(1): 24-33.
- [65] Winter, D. A. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait Posture* 1995; 3(4): 193-214.
- [66] Gurfinkel, E. V. Physical foundations of stabilography. *Agressologie* 1973; c(C):9-13. PMID): 4793851.
- [67] Berg, K. O., Wood-Dauphinee, S. L., Williams, J. I., Maki, B. Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. *Can J Public Health* 1992;.
- [68] Monsell, E. M., Furman, J. M., Herdman, S. J., Konrad, H. R., Shepard, N. T. Computerized dynamic platform posturography. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1997; 117(4): 394-8.
- [69] Horak, F., Henry, S., Shumway-Cook, A. Postural perturbations: new insights for treatment of balance disorders. *Phys Ther* 1997; May;77(5):517-33, doi: 10.1093/ptj/77.5.517.
- [70] Kamen, G., Patten, C., Du, C. D., Sison, S. An accelerometry-based system for the assessment of balance and postural sway. *Gerontology* 1998; 44(1): 40-5, doi: 10.1159/000021981.
- [71] Whitney, S. L., Roche, J. L., Marchetti, G. F., Lin, C. C., Steed, D. P., Furman, G. R., Musolino, M. C., Redfern, M. S. A comparison of accelerometry and center of pressure measures during computerized dynamic posturography: a measure of balance. *Gait Posture* 2011; Apr;33(4):594-9, doi: 10.1016/j.gaitpost.2011.01.015.
- [72] Hirvonen, T. P., Aalto, H., Pyykkö, I. Stability Limits for Visual Feedback Posturography in Vestibular Rehabilitation. *Acta Otolaryngol. (Stockh.)* 1997; 117:sup529,104-107, doi: 10.3109/00016489709124096.
- [73] Duarte, M., Freitas, S. M. Revision of posturography based on force plate for balance evaluation. *Rev Bras Fisioter* 2010;.
- [74] Visser, J. E., Carpenter, M. G., Kooij, H., Bloem, B. R. The clinical utility of posturography. *Clin Neurophysiol* 2008;(v;119(11):2424-36), doi: 10.1016/j.clinph.2008.07.220.
- [75] Le Clair, K., Riach, C. Postural stability measures: what to measure and for how long. .
- [76] Di Fabio, R. P. Sensitivity and Specificity of Platform Posturography for Identifying Patients With Vestibular Dysfunction. *Phys. Ther.* 1995; 75(4): 290-305,, doi: 10.1093/ptj/75.4.290.
- [77] Décret n° 2003-462 du 21 mai 2003 relatif aux dispositions réglementaires des parties I, II et III du code de la santé publique NOR : SANP0321523D, JORF n°122 du 27 mai 2003 Texte n° 3. , [En ligne]. Disponible sur: https://www.legifrance.gouv.fr/eli/decret/2003/5/21/SANP0321523D/jo/article_num1
- [78] Artuso, A., Garozzo, A., Contucci, A. M., Frenguelli, A., Girolamo, S. Role of dynamic posturography (Equitest) in the identification of feigned balance disturbances. *Acta Otorhinolaryngol Ital* 2004; Feb;24(1):8-12. PMID: 15270427.
- [79] Nardone, A., Godi, M., Artuso, A., Schieppati, M. Balance Rehabilitation by Moving Platform and Exercises in Patients With Neuropathy or Vestibular Deficit.

Arch. Phys. Med. Rehabil. 2010; 91(12): 1869-1877, doi: 10.1016/J.APMR.2010.09.011.

[80] Marioni, G., Fermo, S., Zanon, D., Broi, N., Staffieri, A. Early rehabilitation for unilateral peripheral vestibular disorders: a prospective, randomized investigation using computerized posturography. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2013; Feb;270(2):425-35. doi: 10.1007/00405-012-1944-4.

[81] Winkler, P. A., Esses, B. Platform tilt perturbation as an intervention for people with chronic vestibular dysfunction. *J Neurol Phys Ther* 2011; Sep;35(3):105-15, doi: 10.1097/NPT.0b013e31822a2af9.

[82] Kleim, J. A., Jones, T. A. Principles of experience-dependent neural plasticity: implications for rehabilitation after brain damage. *J Speech Lang Hear Res* 2008; Feb;51(1):S225-39.

[83] Bao, T., Klatt, B., Carender, W., Kinnaird, C., Whitney, S., Sienko, K. Evaluating a conceptual progression framework by grouping balance exercises based on difficulty. . 2015.

[84] Coelho, A. R., Fontes, R. C., Moraes, R., Barros, C. G. C., Abreu, D. C. C. Effects of the Use of Anchor Systems in the Rehabilitation of Dynamic Balance and Gait in Individuals With Chronic Dizziness of Peripheral Vestibular Origin: A Single-Blinded, Randomized, Controlled Clinical Trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2020; Feb;101(2):249-257, doi: 10.1016/j.apmr.2019.07.012.

[85] Herdman, S., Clendaniel, R. Vestibular Rehabilitation, 4e. McGraw Hill 2014;, [En ligne]. Disponible sur: <https://fadavispt.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1878§ionid=140994821>

[86] Herdman, S. J. Assessment and treatment of balance disorders in vestibular deficient patient. , in *Balance proceedings of the APTA Forum*, P. Duncan, Éd., Nashville, TN, 1990.

[87] Pavlou, M. The use of optokinetic stimulation in vestibular rehabilitation. *J Neurol Phys Ther* 2010; Jun;34(2):105-10, doi: 10.1097/NPT.0b013e3181d8e6bf.

[88] Lesinski, M., Hortobágyi, T., Muehlbauer, T., Gollhofer, A., Granacher, U. Effects of Balance Training on Balance Performance in Healthy Older Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Med* 2015; Dec;45(12):1721-38, doi: 10.1007/s40279-015-0375-y.

[89] Meldrum, D., Glennon, A., Herdman, S., Murray, D., McConn-Walsh, R. Virtual reality rehabilitation of balance: assessment of the usability of the Nintendo Wii) Fit Plus. *Disabil Rehabil Assist Technol* Mai 2012; 7(3): 205-10.

[90] Bent, L. R., McFadyen, B. J., Inglis, J. T. Vestibular contributions during human locomotor tasks. *Exerc Sport Sci Rev* 2005; Jul;33(3):107-13, doi: 10.1097/00003677-200507000-00002.

[91] Yelnik, A. P., Tasseel Ponche, S., Andriantsifanetra, C., Provost, C., Calvalido, A., Rougier, P. Walking with eyes closed is easier than walking with eyes open without visual cues: The Romberg task versus the goggle task. *Ann Phys Rehabil Med* 2015; Dec;58(6):332-5, doi: 10.1016/j.rehab.2015.08.004.

[92] Schniepp, R., Möhwald, K., Wuehr, M. Gait ataxia in humans: vestibular and cerebellar control of dynamic stability. *J. Neurol.* Oct 2017; 264(S1): 87-92.

- [93] Hirjaková, Z., Bizovská, L., Bzdúšková, D., Hlavačka, F., Janura, M. Postural stability after treadmill and overground walking in young and elderly. *Gait Posture* 2020;; doi: 10.1016/j.gaitpost.2020.05.014.
- [94] Kurz, I., Gimmon, Y., Shapiro, A., Debi, R., Snir, Y., Melzer, I. Unexpected perturbations training improves balance control and voluntary stepping times in older adults - a double blind randomized control trial. *BMC Geriatr* 2016;; doi: 10.1186/s12877-016-0223-4.
- [95] Sessoms, P. H., Gottshall, K. R., Collins, J. D., Markham, A. E., Service, K. A., Reini, S. A. Improvements in gait speed and weight shift of persons with traumatic brain injury and vestibular dysfunction using a virtual reality computer-assisted rehabilitation environment. *Mil Med* 2015; (Suppl):143-9. doi: 10.7205-14-00385.
- [96] Ottenbacher, K. J., Cusick, A. Goal attainment scaling as a method of clinical service evaluation. *Am J Occup Ther* 1990; Jun;44(6):519-25, doi: 10.5014/ajot.44.6.519.
- [97] Hsu, S.-Y. Three-dimensional, virtual reality vestibular rehabilitation for chronic imbalance problem caused by Menière's disease: a pilot study'. *Disabil. Rehabil.* 2017; 39(16): 1601-1606.
- [98] Huang, H. W., Nicholson, N., Thomas, S. Impact of Tai Chi Exercise on Balance Disorders: A Systematic Review. *Am J Audiol* 2019; 10;28(2):391-404, doi: 10.1044/2018_AJA-18-0115.
- [99] Regauer, V., Seckler, E., Müller, M., Bauer, P. Physical therapy interventions for older people with vertigo, dizziness and balance disorders addressing mobility and participation: A systematic review. *BMC Geriatr.* 2020; 20: 494, doi: 10.1186/s12877-020-01899-9.
- [100] Ekwall, A., Lindberg, Å., Magnusson, M. Dizzy – Why Not Take a Walk? Low Level Physical Activity Improves Quality of Life among Elderly with Dizziness. *Gerontology* 2009; 55(6): 652-659, doi: 10.1159/000235812.
- [101] Kammerlind, A.-S. C., Ernsth Bravell, M., Fransson, E. I. Prevalence of and factors related to mild and substantial dizziness in community-dwelling older adults: A cross-sectional study. *BMC Geriatr.* 2016; 16(1): 159, doi: 10.1186/s12877-016-0335.
- [102] Van Laer, L., Hallemans, A., Rompaey, V., Valck, C., Heyning, P., Vereeck, L. Subjective perception of activity level : A prognostic factor for developing chronic dizziness after vestibular schwannoma resection?. *Front. Neurol.* 2022; 13: 925801, doi: 10.3389/fneur.2022.925801.
- [103] Kamo, T., Ogihara, H., Tanaka, R., Kato, T., Tsunoda, R., Fushiki, H. Relationship between physical activity and dizziness handicap inventory in patients with dizziness –A multivariate analysis. *Auris. Nasus. Larynx* 2022; 49(1): 46-52, doi: 10.1016/j.anl.2021.04.004.
- [104] Morimoto, H., Asai, Y., Johnson, E. G., Koide, Y., Niki, J., Sakai, S., Nakayama, M., Kabaya, K., Fukui, A., Mizutani, Y., Mizutani, T., Ueki, Y., Mizutani, J., Ueki, T., Wada, I. Objective measures of physical activity in patients with chronic unilateral vestibular hypofunction, and its relationship to handicap, anxiety and postural stability. *Auris. Nasus. Larynx* 2019; 46(1): 70-77, doi: 10.1016/j.anl.2018.06.010.

- [105] Asai, H., Murakami, S., Morimoto, H., Asai, Y., Johnson, E. G., Yamashita, Y., Horiba, M., Mizutani, Y., Kabaya, K., Ueki, Y. Effects of a walking program in patients with chronic unilateral vestibular hypofunction. *J. Phys. Ther. Sci.* 2022; 34(2): 85-91, doi: 10.1589/jpts.34.85.
- [106] Yardley, L., Redfern, M. S. Psychological factors influencing recovery from balance disorders. *J. Anxiety Disord.* 2001; 15(1-2): 107-119, doi: 10.1016/S0887-6185(00)00045-1.
- [107] Tekin Dal, B., Bumin, G., Aksoy, S., Günaydın, R. Ö. Comparison of Activity-Based Home Program and Cawthorne-Cooksey Exercises in Patients With Chronic Unilateral Peripheral Vestibular Disorders. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 2021; 102(7): 1300-1307, doi: 10.1016/j.apmr.2020.12.022.
- [108] Ancellin, R., Gaillot-de Saintignon, J. Bénéfices de l'activité physique pendant et après cancer : Des connaissances scientifiques aux repères pratiques. *Oncologie* 2017; 19(3-4): 95-107, doi: 10.1007/s10269-017-2703-3.
- [109] Perk, J. *et al.* European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice (version 2012) : The Fifth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (constituted by representatives of nine societies and by invited experts) * Developed with the special contribution of the European Association for Cardiovascular Prevention & Rehabilitation (EACPR). *Eur. Heart J.* 2012; 33(13): 1635-1701, doi: 10.1093/eurheartj/ehs092.
- [110] Scemama, A. HAS-Consultation et prescription médicale d'activité physique à des fins de santé chez l'adulte. . 2022.
- [111] Cullen, K. E., Roy, J. E. Signal Processing in the Vestibular System During Active Versus Passive Head Movements. *J Neurophysiol* 2004; 91(1919): 1933.
- [112] Trealeven, J. Sensorimotor disturbances in neck disorders affecting postural stability, head and eye movement control. *Manual Therapy.* , 13(1). : 2-11, 2008.
- [113] McCarthy, J., Castro, P., Cottier, R., Buttell, J., Qadeer Arshad, Q., Amir Kheradmand, A., Kaski, D. Multisensory contribution in visuospatial orientation: an interaction between neck and trunk proprioception. *Exp. Brain Res.* 2021; 239: 2501-2508.
- [114] Kvale, A., Wilhelmsen, K., Fiske, H. A. Physical findings in patients with dizziness undergoing a group exercise programme. *Physiother Res Int* 2008; 13(3): 162-175.
- [115] Iglebakk, W., Tjell, C., Borenstein, P. Pain and other symptoms in patients with chronic benign paroxysmal positional vertigo (BPPV). *Scand. J. Pain* 2013; 4: 233-240.
- [116] Stanton, T. R., Leake, H. B., K., C., Moseley, G. L. Evidence of impaired proprioception in chronic, Idiopathic Neck Pain: Systematic review and Meta analysis. *Phys Ther* 2016; jun;96(6):876-887.
- [117] Williams, G., Sarig-Bahat, H., Williams, K., Tyrrell, R., Treleaven, J. Cervical kinematics in patients with vestibular pathology vs. patients with neck pain: A pilot study. *J Vestib Res* 2017; 27: 137-145.
- [118] Iglebakk, W., Tjell, C., Borenstein, P. Treatment of chronic canalithiasis can be beneficial for patients with vertigo/dizziness and chronic musculoskeletal pain, including whiplash related pain. *Scand. J. Pain* 2015; 8: 1-7.

- [119] Treleaven, J., Jull, G., Sterling, M. Dizziness and unsteadiness following whiplash injury: Characteristic features and relationship with cervical joint position error. *J Rehabil Med* 2003; 35: 36-43.
- [120] Hurwitz, E., Carragee, E. J., Velde, G., Carroll, L. J., Nordin, M., Guzman, J., Peloso, P. M., Holm, L. W., Côté, P., Hogg-Johnson, S., Cassidy, J. D., Haldeman, S. Treatment of neck pain: noninvasive interventions: results of the Bone and Joint Decade 2000-2010 Task Force on Neck Pain and Its Associated Disorders. *Spine* 2008; 15:S123-52.
- [121] Wong, J. J., Shearer, H. M., Mior, S., Jacobs, C., Côté, P., Randhawa, K., Yu, H., Southerst, D., Varatharajan, S., Sutton, D., Velde, G., Carroll, L. J., Ameis, A., Ammendolia, C., Brison, R., Nordin, M., Stupar, M., Taylor-Vaisey, A. Are manual therapies, passive physical modalities, or acupuncture effective for the management of patients with whiplash-associated disorders or neck pain and associated disorders? An update of the Bone and Joint Decade Task Force on Neck Pain and Its Associated Disorders by the OPTIMA collaboration. *Spine J* 2016; 16(12): 1598-1630.
- [122] Micarelli, A. Postural and clinical outcomes of sustained natural apophyseal glides treatment in cervicogenic dizziness patients: A randomised controlled trial. *Clin Rehabil* 2021; 35(11): 1566-1576.
- [123] Yaseen, K., Hendrick, P., Ismail, A., Felemban, M., M.A, A. The effectiveness of manual therapy in treating cervicogenic dizziness: a systematic review. *J Phys Ther Sci* 2018; 30: 96-102.
- [124] Yacovino, D. A., Hain, T. C. Clinical Characteristics of Cervicogenic-Related Dizziness and Vertigo. *Semin Neurol* 2013; 33: 244-255.
- [125] Reid, S. A., Callister, R., Katekar, M. G., Rivett, D. A. Effects of Cervical Spine Manual Therapy on Range of Motion, Head Repositioning, and Balance in Participants With Cervicogenic Dizziness: A Randomized Controlled Trial. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 2014; 95: 1603-12.
- [126] Reid, S. A., Callister, R., Snodgrass, S. J., Katekar, M. G., Rivett, D. A. Manual therapy for cervicogenic dizziness: Long-term outcomes of a randomised trial. *Man. Ther.* 2015; 20(1): 148-56.
- [127] Revel, M., Minguet, M., Gergoy, P., Vaillant, J., Manuel, J. L. Changes in Cervicocephalic Kinesthesia After a Proprioceptive Rehabilitation Program in Patients With Neck Pain: A Randomized Controlled Study. *Arch Phys Med Rehabil* 1994; Aug;75(8):895-9.
- [128] Minguez-Zuazo, A., Grande-Alonso, M., Saiz, B. M., Touche, R., Lara, S. L. Therapeutic patient education and exercise therapy in patients with cervicogenic dizziness: a prospective case series clinical study. *J. Exerc. Rehabil.* 2016; 12(3): 216-225.
- [129] Malmström, E. M., Karlberg, M., Melander, A., Magnussen, M., Moritz, U. Cervicogenic dizziness - musculoskeletal findings before and after treatment and long-term outcome. *Disabil. Rehabil.* 2007; 29(15): 1193-1205.
- [130] Duquesnoy, B., Catanzariti, J. F. Vertiges et rachis cervical. *Rev. Rhum.* 2008; 75: 733-736.
- [131] Karlberg, M., Magnusson, M., Malmstrom, E. M., Melander, A., Moritz, U. Postural and Symptomatic Improvement After Physiotherapy in Patients With Dizziness of Suspected Cervical Origin. *Arch Phys Med Rehabil* 1996; 77: 874-82.

- [132] Hansson, E. E., Persson, L., Malmstrom, E. M. Influence of vestibular rehabilitation on neck pain and cervical range of motion among patients with whiplash associated disorder: a randomized controlled trial. *J Rehabil Med* 2013; 45: 906-910.
- [133] McPhee Christensen, S., Rasmussen, M., Lund Jespersen, C., Sterling, M., Skou, S. Soft-collar use in rehabilitation of whiplash-associated disorders - A systematic review and meta-analysis. *Musculoskelet. Sci. Pract.* 2021; 55(102426).
- [134] Schneider, K. J., Meeuwisse, W. H., Nettel-Aguirre, A., Barlow, K., Boyd, L., Kang, J., Emery, C. A. Cervicovestibular rehabilitation in sport-related concussion: a randomised controlled trial. *Br J Sports Med* 2014; 48: 1294-1298.
- [135] Van Leeuwen, R., Zaag-Loonen, H. Dizziness and neck pain: a correct diagnosis is required before consulting a physiotherapist. *Acta Neurol Belg* 2017; 117: 241-4.
- [136] Viziano, A., Micarelli, A., Carlino, P., Granito, I., Alessandrini, M. Bridging the gap between temporomandibular disorders, static balance impairment and cervicogenic dizziness: Posturographic and clinical outcomes. *J Electromyogr Kinesiol* 2020; 54(102455), doi: 10.1016/j.jelekin.2020.102455.
- [137] Hernández-Nuño de la Rosa, M. *et al.* Is there an association between otologic symptoms and temporomandibular disorders?: An evidence-based review. *J Am Dent Assoc* 2021;.
- [138] Porto de Toledo, I., Stefani, F., Porporatti, A. Prevalence of otologic signs and symptoms in adult patients with temporomandibular disorders: a systematic review and meta-analysis. *Clin. Oral Investig.* 2017; 21(2): 597-605.
- [139] Salvetti, G., Manfredini, D., Barsotti, S., Bosco, M. Otologic symptoms in temporomandibular disorders patients: is there evidence of an association-relationship?. *Minerva Stomatol* 2006;(v-Dec;55(11-12):627-37).
- [140] Micarelli, A., Viziano, A., Granito, I., Micarelli, R. X., Augimeri, I., Alessandrini, M. Temporomandibular disorders and cervicogenic dizziness: Relations between cervical range of motion and clinical parameters. *Cranio* 2022; Jul;40(4):348-357, doi: 10.1080/08869634.2020.1780772.
- [141] Bjorne, A. Symptom relief after treatment of temporomandibular and cervical spine disorders in patients with Meniere's disease: a three-year follow-up. *Cranio* 2003;.
- [142] Piette, P. et P., J. Réalité virtuelle et rééducation'. *Kinésithérapie Rev.* 2012; 12(128-129): 38-41.
- [143] Heffernan, A., Abdelmalek, M., Nunez, D. A. Virtual and augmented reality in the vestibular rehabilitation of peripheral vestibular disorders: Systematic review and meta-analysis. *Sci. Rep.* 2021; 11(1): 17843, doi: 10.1038/s41598-021-97370-9.
- [144] Xie, M., Zhou, K., Patro, N., Chan, T., Levin, M., Gupta, M. K., Archibald, J. Virtual Reality for Vestibular Rehabilitation: A Systematic Review. *Otol. Neurotol.* 2021;; doi: 10.1097/MAO.0000000000003155.
- [145] Meldrum, D. Effectiveness of Conventional Versus Virtual Reality-Based Balance Exercises in Vestibular Rehabilitation for Unilateral Peripheral Vestibular Loss: Results of a Randomized Controlled Trial'. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 2015; 96(7): 1319- 1328 1.

- [146] Rosiak, O. Evaluation of the effectiveness of a Virtual Reality-based exercise program for Unilateral Peripheral Vestibular Deficit'. . : 7, XXXX.
- [147] Jahn, K. Vestibular rehabilitation therapy and Nintendo Wii balance board training both improve postural control in bilateral vestibulopathy'. *J. Neurol.* 2018; 265(S1): 70-73.
- [148] Garcia, A. P. Vestibular rehabilitation with virtual reality in Menière's disease'. *Braz. J. Otorhinolaryngol.* 2013; 79(3): 366-374, doi: 10.5935/1808-8694.20130064.
- [149] Ugur, E., Konukseven, B. O. The potential use of virtual reality in vestibular rehabilitation of motion sickness. *Auris. Nasus. Larynx* 2022; 49(5): 768-781.
- [150] Gallagher, M., Ferrè, E. R. Cybersickness: A Multisensory Integration Perspective. *Multisensory Res.* 2018; 31(7): 645-674, doi: 10.1163/22134808-20181293.
- [151] Fisher, R. S., Acharya, J. N., Baumer, F. M., French, J. A., Parisi, P., Solodar, J. H., Szaflarski, J. P., Thio, L. L., Tolchin, B., Wilkins, A. J., Kasteleijn-Nolst Trenité, D. Visually sensitive seizures: An updated review by the Epilepsy Foundation. *Epilepsia* 2022; 63(4): 739-768, doi: 10.1111/epi.17175.
- [152] Martins da Silva, A., Leal, B. Photosensitivity and epilepsy : Current concepts and perspectives—A narrative review. *Seizure* 2017; 50: 209-218, doi: 10.1016/j.seizure.2017.04.001.
- [153] Cohen, A. H. Vision rehabilitation for visual-vestibular dysfunction: the role of the neuro-optometrist. *NeuroRehabilitation* 2013; 32(3): 483-492, doi: 10.3233/NRE-130871.
- [154] Gaymard. Conséquences oculomotrices des troubles vestibulaires centraux *Revue francophone d'orthoptie* 2017;10:139-144. .
- [155] Batuecas-Caletrio, A., Rey-Martinez, J., Trinidad-Ruiz, G., Matíño-Soler, E., Cruz-Ruiz, S. S., Muñoz-Herrera, A., Perez-Fernandez, N. Vestibulo-Ocular Reflex Stabilization after Vestibular Schwannoma Surgery: A Story Told by Saccades. *Front. Neurol.* 2017; 8: 15, doi: 10.3389/fneur.2017.00015.
- [156] Herdman, S. H. J. Vestibular Rehabilitation, Davies. . 2017.
- [157] Hall, C. D., Herdman, S. J. Reliability of clinical measures used to assess patients with peripheral vestibular disorders. *J Neurol Phys Ther* Juin 2006; 30(2): 74-81.
- [158] Graybiel, A., Fregly, A. R. A New Quantitative Ataxia Test Battery: APPENDIX A. Postural Equilibrium Tests and Clinical-Type Ataxia Tests: Apparatus, Administration, and Scoring Procedures. *Acta Oto-Laryngol.* Janv 1966; 61(1 6).
- [159] Fregly, A. R., Graybiel, A. Labyrinthine Defects as Shown by Ataxia and Caloric Tests. *Acta Otolaryngol Stockh* 1970; 69: 216-22.
- [160] Longridge, N. S., Mallinson, A. I. Clinical romberg testing does not detect vestibular disease. *Otol Neurotol* Juill 2010; 31(5): 803-6.
- [161] Jacobson, G. P., McCaslin, D. L., Piker, E. G., Gruenwald, J., Grantham, S., Tegel, L. Insensitivity of the « Romberg Test of Standing Balance on Firm and Compliant Support Surfaces » to the Results of Caloric and VEMP Tests. *Ear Hear.* Nov 2011; 32(6).

- [162] Allum, J. H. J., Adkin, A. L. Improvements in trunk sway observed for stance and gait tasks during recovery from an acute unilateral peripheral vestibular deficit. *Audiol Neurootol* Oct 2003; 8(5): 286-302.
- [163] Gill-Body, K. M., Beninato, M., Krebs, D. E. Relationship among balance impairments, functional performance, and disability in people with peripheral vestibular hypofunction. *Phys. Ther.* 2000; 80(8): 748-58.
- [164] Bohannon, R. W. Single Limb Stance Times: A Descriptive Meta-Analysis of Data From Individuals at Least 60 Years of Age. *Top. Geriatr. Rehabil.* Janv 2006; 22(1): 70-7.
- [165] Horak, F. B., Wrisley, D. M., Frank, J. The Balance Evaluation Systems Test (BESTest) to Differentiate Balance Deficits». *Phys. Ther.* 2009; 89(5): 484-98.
- [166] Mann, G. C., Whitney, S. L., Redfern, M. S., Borello-France, D. F., Furman, J. M. Functional reach and single leg stance in patients with peripheral vestibular disorders. *J Vestib Res* Oct 1996; 6(5): 343-53.
- [167] Bohannon, R. W., Larkin, P. A., Cook, A. C., Gear, J., Singer, J. Decrease in Timed Balance Test Scores with Aging. *Phys. Ther.* 1984; 64(7): 1067-70.
- [168] Shumway-Cook, A., Horak, F. B. Assessing the Influence of Sensory Interaction on Balance. *Phys. Ther.* 1986; 66(10): 1548-50.
- [169] Horak, F. B. Clinical Measurement of Postural Control in Adults. *Phys. Ther.* 1987; 67(12): 1881-5.
- [170] Nashner, L. M., Black, F. O., Wall, C. Adaptation to altered support and visual conditions during stance: patients with vestibular deficits. *J. Neurosci.* 1982; 2(5): 536-44.
- [171] Cohen, H., Blatchly, C. A., Gombash, L. L. A Study of the Clinical Test of Sensory Interaction and Balance. *Phys. Ther.* 1993; 73(6): 346-51.
- [172] Duncan, P. W., Weiner, D. K., Chandler, J., Studenski, S. Functional reach: a new clinical measure of balance. *J. Gerontol.* 1990; 45(6).
- [173] Meretta, B. M., Whitney, S. L., Marchetti, G. F., Sparto, P. J., Muirhead, R. J. The five times sit to stand test: responsiveness to change and concurrent validity in adults undergoing vestibular rehabilitation. *J. Vestib. Res.* 2006; 16(4): 233-43.
- [174] Fukuda, T. The Stepping Test: Two Phases of the Labyrinthine Reflex. *Acta Oto-Laryngol.* Janv 1959; 50(1-2): 95-108.
- [175] Bonanni, M., Newton, R. A. Test-retest reliability of the Fukuda Stepping Test. *Physiother. Res. Int.* Mars 1998; 3(1).
- [176] Honaker, J. A., Boismier, T. E., Shepard, N. P., Shepard, N. T. Fukuda Stepping Test: Sensitivity and Specificity. *J. Am. Acad. Audiol.* 2009; 20(5): 311-4.
- [177] Podsiadlo, D., Richardson, S. The timed «Up & Go»: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc* Févr 1991; 39(2): 142-8.
- [178] Bohannon, R. W. Reference Values for the Timed Up and Go Test: A Descriptive Meta-Analysis. *J. Geriatr. Phys. Ther.* 2006; 29(2): 64-8.
- [179] Whitney, S. L., Marchetti, G. F., Schade, A., Wrisley, D. M. The sensitivity and specificity of the Timed «Up & Go» and the Dynamic Gait Index for self-reported falls in persons with vestibular disorders. *J Vestib Res* 2004; 14(5): 397-409.

- [180] Guralnik, J. M., Simonsick, E. M., Ferrucci, L., Glynn, R. J., Berkman, L. F., Blazer, D. G. A Short Physical Performance Battery Assessing Lower Extremity Function: Association With Self-Reported Disability and Prediction of Mortality and Nursing Home Admission. *J. Of Gerontology*. 1994; 49(2):M85-94.
- [181] Lord, M., SR, SM, C., K, M., B, T., A. Sit-to-stand performance depends on sensation, speed, balance, and psychological status in addition to strength in older people. *J. Gerontol. A. Biol. Sci. Med. Sci.* 2002; 57(8).
- [182] Bohannon, R. W. Reference values for the five-repetition sit-to-stand test: a descriptive meta-analysis of data from elders. *Percept. Mot. Ski.* 2006; 103(1): 215-22.
- [183] Whitney, S. L., Wrisley, D. M., Marchetti, G. F., Gee, M. A., Redfern, M. S., Furman, J. M. Clinical measurement of sit-to-stand performance in people with balance disorders: validity of data for the Five-Times-Sit-to-Stand Test. *Phys Ther* Oct 2005; 85(10): 1034-45.
- [184] Cohen, H. S., Mulavara, A. P., Peters, B. T., Sangi-Haghpeykar, H., Bloomberg, J. J. Tests of walking balance for screening vestibular disorders. *J. Vestib. Res.* 2012; 22(2): 95-104.
- [185] Cohen, H. S., Stitz, J., Sangi-Haghpeykar, H., Williams, S. P., Mulavara, A. P., Peters, B. T. Tandem walking as a quick screening test for vestibular disorders: Tandem Walking for Vestibular Screening. *Laryngoscope* Juill 2018; 128(7): 1687-91.
- [186] Schniepp, R., Wuehr, M., Neuhaeuser, M., Kamenova, M., Dimitriadis, K., Klopstock, T. Locomotion speed determines gait variability in cerebellar ataxia and vestibular failure. *Mov. Disord.* Janv 2012; 27(1): 125-31.
- [187] Bohannon, R. W., Williams Andrews, A. Normal walking speed: a descriptive meta-analysis. *Physiother.* Sept 2011; 97(3): 182-9.
- [188] Borel, L., Harlay, F., Lopez, C., Magnan, J., Chays, A., Lacour, M. Walking performance of vestibular-defective patients before and after unilateral vestibular neurectomy. *Behav. Brain Res.* Avr 2004; 150(1-2): 191-200.
- [189] Perry, J., Burnfield. *Gait Analysis*, 2nd éd. Slack Inc, 2010.
- [190] Sekiya, N., Nagasaki, H. Reproducibility of the walking patterns of normal young adults: test-retest reliability of the walk ratio (step-length/step-rate). *Gait Posture* 1998; 7(3): 225-7.
- [191] Wrisley, D. M., Walker, M. L., Echternach, J. L., Strasnick, B. Reliability of the dynamic gait index in people with vestibular disorders. *Arch Phys Med Rehabil* Oct 2003; 84(10): 1528-33.
- [192] Wrisley, D. M., Marchetti, G. F., Kuharsky, D. K., Whitney, S. L. Reliability, Internal Consistency, and Validity of Data Obtained With the Functional Gait Assessment. *PHYS THER* 2004; 84(10): 906-18.
- [193] Padgett, P. K., Jacobs, J. V., Kasser, S. L. Is the BESTest at Its Best? A Suggested Brief Version Based on Interrater Reliability, Validity, Internal Consistency, and Theoretical Construct». *Phys. Ther.* 2012; 92(9): 1197-1207.
- [194] Godi, M., Franchignoni, F., Caligari, M., Giordano, A., Turcato, A. M., Nardone, A. Comparison of Reliability, Validity, and Responsiveness of the Mini-BESTest and Berg Balance Scale in Patients with Balance Disorders». *Phys. Ther.* 2013; 93(2): 158-67.

- [195] Franchignoni, F., Horak, F., Godi, M., Nardone, A., Giordano, A. Using psychometric techniques to improve the Balance Evaluation System's Test: the mini-BESTest ». *J. Rehabil. Med. Off. J. UEMS Eur. Board Phys. Rehabil. Med.* 2010; 42(4): 323-31.
- [196] Berg, K., Sharon Wood-Dauphine, J. W., Gayton, D. Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument ». *Physiother. Can.* 1989; 41(6): 304-11.
- [197] Whitney, S., Wrisley, D., Furman, J. Concurrent Validity of the Berg Balance Scale and the Dynamic Gait Index in People with Vestibular Dysfunction ». *Physiother. Res. Int. J. Res. Clin. Phys. Ther.* 2003; 8(4): 178-86.
- [198] Cohen, H. S., Kimball, K. T. Usefulness of Some Current Balance Tests for Identifying Individuals with Disequilibrium Due to Vestibular Impairments ». *J. Vestib. Res. Equilib. Orientat.* 2008; 18(5-6): 295.
- [199] Hall, C. D., Herdman, S. J., Whitney, S. L. Vestibular Rehabilitation for Peripheral Vestibular Hypofunction : An Updated Clinical Practice Guideline From the. *Acad. Neurol. Phys. Ther. Am. Phys. Ther. Assoc.* 2021; 00: 60.
- [200] Guidetti, G., Monzani, D., Rovatti, V., Service, A. Clinical examination of labyrinthine-defective patients out of the vertigo attack : Sensitivity and specificity of three low-cost methods. . : 6, XXXX.
- [201] Eza-Nuñez, P., Fariñas-Alvarez, C., Fernandez, N. P. Comparison of three diagnostic tests in detecting vestibular deficit in patients with peripheral vestibulopathy. *J. Laryngol. Otol.* 2016; 130(2): 145-150, doi: 10.1017/S0022215115003114.
- [202] Strupp, M., Kim, J.-S., Murofushi, T., Straumann, D., Jen, J. C., Rosengren, S. M., Della Santina, C. C., Kingma, H. Bilateral vestibulopathy : Diagnostic criteria Consensus document of the Classification Committee of the Bárány Society. *J. Vestib. Res.* 2017; 27(4): 177-189, doi: 10.3233/VES-170619.
- [203] Agrawal, Y., Berg, R., Wuyts, F., Walther, L., Magnusson, M., Oh, E., Sharpe, M., Strupp, M. Presbyvestibulopathy : Diagnostic criteria Consensus document of the classification committee of the Bárány Society. *J. Vestib. Res.* 2019; 29(4): 161-170, doi: 10.3233/VES-190672.
- [204] Halmagyi, G. M., Chen, L., MacDougall, H. G., Weber, K. P., McGarvie, L. A., Curthoys, I. S. The Video Head Impulse Test. *Front. Neurol.* 2017; 8, doi: 10.3389/fneur.2017.00258.
- [205] Rey-Martinez, J., Batuecas-Caletrio, A., Matíño, E., Perez Fernandez, N. HITCal : A software tool for analysis of video head impulse test responses. *Acta Otolaryngol. (Stockh.)* 2015; 135(9): 886-894, doi: 10.3109/00016489.2015.1035401.
- [206] Singh, N. K., Govindaswamy, R., Jagadish, N. Test-Retest Reliability of Video Head Impulse Test in Healthy Individuals and Individuals with Dizziness. *J. Am. Acad. Audiol.* 2019; 30(09): 744-752, doi: 10.3766/jaaa.17080.
- [207] Cochrane, G. D., Christy, J. B., Kicker, E. T., Kailey, R. P., England, B. K. Inter-rater and test-retest reliability of computerized clinical vestibular tools. *J. Vestib. Res.* 2021; 31(5): 365-373, doi: 10.3233/VES-201522.
- [208] van Dooren, T. S., Starkov, D., Lucieer, F. M. P., Vermorken, B., Janssen, A. M. L., Guinand, N., Pérez-Fornos, A., VanRompaey, V., Kingma, H., van de Berg,

R. Comparison of three video head impulse test systems for the diagnosis of bilateral vestibulopathy. *J. Neurol.* 2020; 267(S1): 256-264, doi: 10.1007/s00415-020-10060-w.

[209] Gimmon, Y., Schubert, M. C. Vestibular Testing-Rotary Chair and Dynamic Visual Acuity Tests. , *Advances in Oto-Rhino-Laryngology*, J. Lea et D. Pothier, Éd., 2019, : 39-46. doi: 10.1159/000490270.

[210] Grapinet, J., Renaud-Picard, L., Cordu, J. Y. Asymétrie vestibulaire : D'abord symétriser le réflexe vestibule-oculaire. *Solal* 2006;.

[211] Ulmer, E., Herman, P., Tronche, S., Tran Ba Huy, P., Toupet, M., Gentine, A. L'épreuve rotatoire impulsionnelle ne remplace pas les tests caloriques. *Ann. Oto-Laryngol. Chir. Cervico-Faciale* 1997; 114(5): 165-175.

[212] Chan, F. M., Galatioto, J., Amato, M., Kim, A. H. Normative data for rotational chair stratified by age: Normative Data for Rotational Chair. *The Laryngoscope* 2016; 126(2): 460-463, doi: 10.1002/lary.25497.

[213] Christy, J. B., Payne, J., Azuero, A., Formby, C. Reliability and Diagnostic Accuracy of Clinical Tests of Vestibular Function for Children. *Pediatr. Phys. Ther.* 2014; 26(2): 180-189, doi: 10.1097/PEP.000000000000039.

[214] Vital, D., Hegemann, S. C. A., Straumann, D., Bergamin, O., Bockisch, C. J., Angehrn, D., Schmitt, K.-U., Probst, R. A New Dynamic Visual Acuity Test to Assess Peripheral Vestibular Function. *Arch. Otolaryngol. Neck Surg.* 2010; 136(7): 686, doi: 10.1001/archoto.2010.99.

[215] Viciano, D., Ferrer, J., Palma, M. J., Zapata, C., Lopez-Escamez, J. A. Dynamic visual acuity during head-thrust test in canal planes in healthy subjects and patients with vestibular neuritis. *Acta Otolaryngol. (Stockh.)* 2010; 130(11): 1260-1266, doi: 10.3109/00016481003785994.

[216] Riska, K. M., Hall, C. D. Reliability and Normative Data for the Dynamic Visual Acuity Test for Vestibular Screening. *Otol. Neurotol.* 2016; 37(5): 545-552, doi: 10.1097/MAO.0000000000001014.

[217] Verbecque, E., Crieckinge, T., Vanloot, D., Coeckelbergh, T., Heyning, P., Hallemans, A., Vereeck, L. Dynamic Visual Acuity test while walking or running on treadmill: Reliability and normative data. *Gait Posture* 2018; 65: 137-142, doi: 10.1016/j.gaitpost.2018.07.166.

[218] Nyabenda, A., Briart, C., Deggouj, N., Gersdorff, M. Étude normative et de la reproductibilité d'une échelle du handicap lié aux troubles de l'équilibre et aux vertiges. *Ann. Réadapt. Médecine Phys.* 2004; 47(3): 105-113, doi: 10.1016/j.annrmp.2003.11.002.

[219] Mutlu, B., Serbetcioglu, B. Discussion of the dizziness handicap inventory. *J. Vestib. Res.* 2013; 23(6): 271-277, doi: 10.3233/VES-130488.

[220] Jacobson, G. P., Newman, C. W. The Development of the Dizziness Handicap Inventory. *Arch. Otolaryngol. - Head Neck Surg.* 1990; 116(4): 424-427, doi: 10.1001/archotol.1990.01870040046011.

[221] Lacroix, E., Deggouj, N., Salvaggio, S., Wiener, V., Debue, M., Edwards, M. G. The development of a new questionnaire for cognitive complaints in vertigo: The Neuropsychological Vertigo Inventory (NVI). *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.* 2016; 273(12): 4241-4249, doi: 10.1007/s00405-016-4135-x.

- [222] Dannenbaum, E., Chilingarian, G., Fung, J. Validity and Responsiveness of the Visual Vertigo Analogue Scale. *J. Neurol. Phys. Ther.* 2019; 43(2): 117-121, doi: 10.1097/NPT.0000000000000261.
- [223] Golding, J. F. Predicting individual differences in motion sickness susceptibility by questionnaire. *Personal. Individ. Differ.* 2006; 41(2): 237-248, doi: 10.1016/j.paid.2006.01.012.
- [224] Paillard, A. C., Quarck, G., Paolino, F., Denise, P., Paolino, M., Golding, J. F., Ghulyan-Bedikian, V. Motion sickness susceptibility in healthy subjects and vestibular patients : Effects of gender, age and trait-anxiety. *J. Vestib. Res.* 2013; 23(4-5): 203-209, doi: 10.3233/VES-130501.
- [225] Vaillancourt, L., Bélanger, C., Léger-Bélanger, M.-P., Jacob, R. G. Validation de la version française du questionnaire des caractéristiques situationnelles dans la mesure de l'inconfort spatio-moteur. *L'Encéphale* 2012; 38(3): 248-256, doi: 10.1016/j.encep.2011.06.001.
- [226] Megnigbeto, C. A., Sauvage, J.-P., Launois, R. The European Evaluation of Vertigo scale (EEV) : A Clinical Validation Study». . XXXX.
- [227] Stewart, V. M., Mendis, M. D., Low Choy, N. A systematic review of patient-reported measures associated with vestibular dysfunction. *Syst. Rev. Vestib. Meas. Laryngoscope* 2018; 128(4): 971-981, doi: 10.1002/lary.26641.
- [228] Yagi, C., Morita, Y., Kitazawa, M., Nonomura, Y., Yamagishi, T., Ohshima, S., Izumi, S., Takahashi, K., Horii, A. A Validated Questionnaire to Assess the Severity of Persistent Postural-Perceptual Dizziness (PPPD) : The Niigata PPPD Questionnaire (NPQ). *Otol. Neurotol.* 2019; 40(7): 747-752, doi: 10.1097/MAO.0000000000002325.
- [229] Letrilliart, L., Supper, I., Schuers, M., Darmon, D., Boulet, P., Favre, M. ECOGEN : étude des Éléments de la COnsultation en médecine GENérale. *Exercer* 2014; 25(114): 148-57.
- [230] Meldrum, D., Burrows, L., Cakrt, O., Kerkeni, H., Lopez, C., Tjernstrom, F., Vereeck, L., Zur, O., Jahn, K. Vestibular rehabilitation in Europe: a survey of clinical and research practice. *J Neurol* 2020; Dec;267(Suppl 1):24-35. doi: 10.1007/00415-020-10228-4.
- [231] Whitney, S. L., Sparto, P. J., Furman, J. M. Vestibular Rehabilitation and Factors That Can Affect Outcome. *Semin Neurol* 2020; Feb;40(1):165-172, doi: 10.1055/s-0039-3402062.
- [232] Tjernström, F., Zur, O., Jahn, K. Current concepts and future approaches to vestibular rehabilitation. *J Neurol* 2016; Apr;263 Suppl 1:S65-70, doi: 10.1007/s00415-015-7914-1.
- [233] Newman-Toker, D. E., Edlow, J. A. TiTrATE: A Novel, Evidence-Based Approach to Diagnosing Acute Dizziness and Vertigo. *Neurol. Clin.* 2015; 33(3): 577-599, viii, doi: 10.1016/j.ncl.2015.04.011.
- [234] Kattah, J. C., Talkad, A. V., Wang, D. Z. HINTS to Diagnose Stroke in the Acute Vestibular Syndrome: Three-Step Bedside Oculomotor Examination More Sensitive Than Early MRI Diffusion-Weighted Imaging. *Stroke* 2009; 40: 3504-3510.

- [235] Vanni, S., Pecci, R., Casati, C., Moroni, F., RissoM, O. STANDING, a four-step bedside algorithm for differential diagnosis of acute vertigo in the Emergency Department. *Acta Otorhinolaryngol* 2014; 34: 419-26.
- [236] Venhovens, J., Meulstee, J., VerhagenWIM. Acute vestibular syndrome: a critical review and diagnostic algorithm concerning the clinical differentiation of peripheral versus central aetiologies in the emergency department. *J Neurol* 2016; 263: 2151-7, doi: 10.1007/s00415-016-8081-8.
- [237] Edlow, J. A., Newman-Toker, D. Using the physical examination to diagnose patients with acute dizziness and vertigo. *J Emerg Med* 2016; 50: 617-28, doi: 10.1016/j.jemermed.2015.10.040.
- [238] Ohle, R., Montpellier, R., Marchadier, V., Wharton, A., McIsaac, S., Anderson, M. Can emergency physicians accurately rule out a central cause of vertigo using the HINTS examination? a systematic review and meta-analysis. *Acad Emerg Med* 2020; 27: 887-96, doi: 10.1111/acem.13960.
- [239] von Martial, R., Leinweber, C., Hubert, N., Rambold, H., Haberl, R. L., Hubert, G. J., Müller-Barna, P. Feasibility of Telemedical HINTS (Head Impulse-Nystagmus-Test of Skew) Evaluation in Patients With Acute Dizziness or Vertigo in the Emergency Department of Primary Care Hospitals. *Front. Neurol.* 2022; 12, Consulté le: 6 juillet 2023. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fneur.2021.768460>
- [240] Müller-Barna, P., Hubert, G. J., Boy, S., Bogdahn, U., Wiedmann, S., Heuschmann, P. U. TeleStroke units serving as a model of care in rural areas: 10-year experience of the TeleMedical project for integrative stroke care. *Stroke* 2014; 45: 2739-44, doi: 10.1161/STROKEAHA.114.006141.
- [241] Müller-Barna, P., Hubert, N. D., Bergner, C., Schütt-Becker, N., Rambold, H., Haberl, R. L. TeleVertigo: diagnosing stroke in acute dizziness: a telemedicine-supported approach. *Stroke* 2019; 50: 3293-8, doi: 10.1161/STROKEAHA.119.026505.
- [242] Chari, D. A., Wu, M. J., Crowson, M. G., Kozin, E. D., Rauch, S. D. Telemedicine algorithm for the management of dizzy patients. *OtolaryngolNeck Surg* 2020; 163: 857-9, doi: 10.1177/0194599820935859.
- [243] Parker, T. M., Farrell, N., Otero-Millan, J., Kheradmand, A., McClenney, A., Newman-Toker, D. E. Proof of concept for an « eyePhone » app to measure video head impulses. *Digit Biomark* 2020; 5: 1-8, doi: 10.1159/000511287.
- [244] Green, K. E., Pogson, J. M., Otero-Millan, J., Gold, D. R., Tevzadze, N., Saber Tehrani, A. S. Opinion and special articles: remote evaluation of acute vertigo: strategies and technological considerations. *Neurology* 2021; 96: 34-8, doi: doi: .1212/WNL.0000000000010980.
- [245] Shaikh, A. G., Bronstein, A., Carmona, S., Cha, Y.-H., Cho, C., Ghasia, F. F. Consensus on virtual management of vestibular disorders: urgent versus expedited care. *Cerebellum* 2021; 20: 4-8, doi: 10.1007/s12311-020-01178-8.
- [246] Dix, M. R., Hallpike, C. S. The pathology, symptomatology and diagnosis of certain common disorders of the vestibular system. *Proc R Soc Med* 1952; 45: 341-54.
- [247] McClure, J. A. Horizontal canal BPV. *J Otolaryngol* 1985; 14: 30-5.

- [248] Baloh, R. W., Yue, Q., Jacobson, K. M., Honrubia, V. Persistent direction-changing positional nystagmus : another variant of benign positional nystagmus?. *Neurology* 1995; 45: 1297-301.
- [249] von Brevern, M., Bertholon, P., Brandt, T., Fife, T., Imai, T., Nuti, D., Newman-Toker, D. Benign paroxysmal positional vertigo: Diagnostic criteria Consensus document of the Committee for the Classification of Vestibular Disorders of the Bárány Society. *J. Vestib. Res.* 2015; 25(3-4): 105-117, doi: 10.3233/VES-150553.
- [250] Haute Autorité de Santé. Recommandations de bonne pratique. Vertiges Positionnels Paroxystiques Bénins. Manœuvres diagnostiques et thérapeutiques. Déc 2017; 114.
- [251] von Brevern, M., Bertholon, P., Brandt, T., Fife, T., Imai, T., Nuti, D., Newman-Toker, D. Benign paroxysmal positional vertigo: Diagnostic criteria Consensus document of the Committee for the Classification of Vestibular Disorders of the Bárány Society. *Acta Otorrinolaringol. Esp.* 2017; 68(6): 349-360, doi: 10.1016/j.otorri.2017.02.007.
- [252] Sémont, A., Freyss, G., Vitte, E. Curing the BPPV with a liberatory manœuvre. *Adv Otorhinolaryngol* 1988; 42: 290-3.
- [253] Epley, J. M. The canalith repositioning procedure : for treatment of benign paroxysmal positional vertigo. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1992; 107: 399-404.
- [254] Liu, Y., Wang, W., Zhang, A., Bai, X., Zhang, S. Epley and Semont maneuvers for posterior canal benign paroxysmal positional vertigo : a network meat-analysis. *Laryngoscope* 2016; 126: 951-955.
- [255] Li, D., Cheng, D., Yang, W., Chen, T., Zhang, D., Ren, J., Zhao, Y. Current therapies in patients with posterior semicircular canal BPPV, a systematic review and network meat-analysis. *Otol Neurotol* 2022; 43: 421-428.
- [256] Reinink, H. Rapid systematic review of repeated application of the epley maneuver for treating posterior BPPV. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2014; 151: 399-406.
- [257] Bhattacharayya, N. Clinical practice guideline : benign Paroxysmal positional Vertigo (Update). *Otolaryngol Head Neck Surg* 2017; 156 1-47.
- [258] Isaradisaiikul, S., Chowsilpa, S., Hanprasertpong, C., Rithirangsriroj, T. Single cycle versus multiple cycles of canalith repositioning procedure for treatment of posterior canal benign paroxysmal positional vertigo : a randomized controlled trial. *Otol Neurotol* 2021; 42: 121-128.
- [259] Uneri, A. Falling sensation in patients who undergo the Epley maneuver : a retrospective study. *Ear Nose Throat J* 2005; 84: 84-85.
- [260] Lempert, T. Horizontal benign positional vertigo. *Neurology* 1994; 44: 2213-4.
- [261] Lempert, T., Klaus, T. W. A positional maneuver for treatment of horizontal-canal benign. .
- [262] Vannucchi, P., Giannoni, B., Pagnini, P. Treatment of horizontal semicircular canal benign paroxysmal positional vertigo. *J Vestib Res* 1997; 7: 1-6.
- [263] Gufoni, M., Mastro Simone, L., Nasso, F. Trattamento con manovra di riposizionamento per la canalolitiasi orizzontale. *Acta Otorhinolaryngol Ital* 1998; 18 :363-367.

- [264] Ciniglio Appiani, G., Catania, G., Gagliardi, M. A liberatory maneuver for the treatment of horizontal canal paroxysmal positional vertigo. *Otol Neurotol* 2001; 22: 66-69.
- [265] van den Broek, E. M. J. M., van der Zaag-Loonen, H. J., Brintjes, T. D. Systematic Review: Efficacy of Gufoni Maneuver for Treatment of Lateral Canal Benign Paroxysmal Positional Vertigo with Geotropic Nystagmus. *Otolaryngol.--Head Neck Surg. Off. J. Am. Acad. Otolaryngol.-Head Neck Surg.* 2014; 150(6): 933-938, doi: 10.1177/0194599814525919.
- [266] Casani, A. P., Nacci, A., Dallan, I., Panicucci, E., Gufoni, M., Sellari-Franceschini, S. Horizontal semicircular canal benign paroxysmal positional vertigo : effectiveness of 2 different methods of Treatment. *Audiol Neurotol* 2011; 16: 175-84.
- [267] Kim, J. S., Oh, S. Y., Lee, S. H. Randomized clinical trial for geotropic horizontal canal benign paroxysmal positional vertigo. *Neurology* 2012; 79: 700-7.
- [268] Mandala, M., Pepponi, E., GP, S. Double-blind randomized trial on the efficacy of the Gufoni Maneuver for treatment of Lateral canal BPPV. *Laryngoscope* 2013;.
- [269] Fife, T. D. Recognition and Management of Horizontal Canal Benign Positional Vertigo. *Am J Otol* 1998; 19: 345-51.
- [270] Zuma et Maia, F., Ramos, B., Cal, R., Brock, C., Mangabeira Albernaz, P., Strupp, M. Management of Lateral Semicircular Canal Benign Paroxysmal Positional Vertigo. *Front Neurol* 2020; 11: 1040.
- [271] Kim, J. S., Oh, S. Y., Lee, S. H. Randomized clinical trial for ageotropic horizontal canal benign paroxysmal positional vertigo. *Neurology* 2012; 78: 159-66.
- [272] Oh, S. Y., Kim, J. S., Jeong, S. H. Treatment of apogeotropic benign positional vertigo : comparison of therapeutic head-shaking and modified Semont maneuver. *J Neurol* 2009(256).
- [273] Casani, A., Vannucci, G., Fattori, B., Berrettini, S. The treatment of horizontal canal positional vertigo : our experience in 66 cases. *Laryngoscope* 2002; 112: 172-178.
- [274] Lee, J., Lee, D. H., Noh, H., Shin, J. E., Kim, C. H. Immediate and short-term effects of Gufoni and Appiani liberatory maneuver for treatment of ageotropic horizontal canal benign paroxysmal positional vertigo. A prospective randomized trial. *Laryngoscope Investig. Otolaryngol.* 2021; 6: 832-838.
- [275] Ciniglio Appiani, G., Catania, G., Gagliardi, M., Cuiuli, G. Repositioning maneuver for the treatment of the ageotropic variant of horizontal canal benign paroxysmal positional vertigo. *Otol Neurotol* 2005; 26: 257-260.
- [276] Hwang, M., Kim, S. H., Kang, K. W., Lee, D., Lee, S. Y., Kim, M. K., Lee, S. H. Canalith repositioning in apogeotropic horizontal canal benign paroxysmal positional vertigo : do we need faster maneuvering?. *J Neurol Sci* 2015; 358: 183-187.
- [277] Bertholon, P., Bronstein, A. M., Davies, R. A., Rudge, P., Thilo, K. V. Positional down beating nystagmus in 50 patients: cerebellar disorders and possible anterior semicircular canalolithiasis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2002; 72: 366-72.

- [278] Bhandari, A., Bhandari, R., Kingma, H., Strupp, M. Diagnostic and therapeutic maneuvers for anterior canal BPPV canalolithiasis : three dimensional stimulations. *Front Neurol* 2021; 1-7.
- [279] Lee, H. J., Kim, S. H., Jung, J. Long-Term Changes in Video Head Impulse and Caloric Tests in Patients with Unilateral Vestibular Neuritis. *Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg* 2019; 62(1): 23-7.
- [280] Jeong, S. H., Kim, H. J., Kim, J. S. Vestibular Neuritis. *Semin Neurol* 2013; 33(03): 185-94.
- [281] Michel, L., Laurent, T., Alain, T. Rehabilitation of dynamic visual acuity in patients with unilateral vestibular hypofunction: earlier is better. *Eur Arch Otorhinolaryngol Janv* 2020; 277(1): 103-13.
- [282] Lopez-Escamez, J. A., Carey, J., Chung, W. H., Goebel, J. A., Magnusson, M., Mandalà, M., Newman-Toker, D. E., Strupp, M., Suzuki, M., Trabalzini, F. Bisdorff A : Diagnostic criteria for Menière's disease. *J Vestibul Res* 2015; 25: 1-71.
- [283] Balatsouras, D. G., Ganelis, P., Aspris, A., Economou, N. C., Moukos, A., Koukoutsis, G. Benign Paroxysmal Positional Vertigo Associated with Meniere's Disease: Epidemiological, Pathophysiologic, Clinical, and Therapeutic Aspects. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2012; 121: 682-8.
- [284] Oliveira, L. N. R., Oliveira, C. L. A., Lopes, K. C., Ganança, F. F. Diagnostic assessment of patients with Meniere's disease through caloric testing and the video-head-impulse test. *Braz J Otorhinolaryngol* 2021; Jul-Aug;87(4):428-3.
- [285] Nevoux, J., Franco-Vidal, V., Bouccara, D., Parietti-Winkler, C., Uziel, A., Chays, A., Dubernard, X., Couloigner, V., Darrouzet, V., Mom, T., SFORL, G. Diagnostic and therapeutic strategy in Menière's disease. Guidelines of the French Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery Society (SFORL. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis* 2017; Dec;134(6):441-444.
- [286] Canale, A., Caranzano, F., Lanotte, M., Ducati, A., Calamo, F., Albera, A., Lacilla, M., Boldreghini, M., Lucisano, S., Albera, R. Comparison of VEMPs, VHIT and caloric test outcomes after vestibular neurectomy in Menière's disease. *Auris. Nasus. Larynx* 2018; Dec;45(6):1159-1165.
- [287] Pyykö, I., Pyykö, N., Zou, J., Manchaiah, V. Characterization of balance problems and rehabilitation needs in patients with Menière's disease. *Audiol Res* 2022; 12: 22-32.
- [288] Kutlubaev, M. A., Xu, Y., Hornibrook, J. Benign Paroxysmal Positional Vertigo in Meniere's Disease: Systematic Review and Meta-Analysis of Frequency and Clinical Characteristics. *J Neurol* 2021; 268: 1608-1614.
- [289] Sfakianaki, I., Binos, P., Karkos, P., Dimas, G. G., Psillas, G. Risk factors for recurrence of benign paroxysmal positional vertigo. *J Clin Med* 2021; 10(4372).
- [290] Socher, D. D., Socher, J. A., Bolfe Azzi, V. J. Evaluation of quality of life pre- and post-vestibular rehabilitation in patients with benign paroxysmal positional vertigo associated with Meniere's disease. *Int Arch Otorhinolaryngol* 2012; 16: 430-6.
- [291] Basura, G. J. *et al.* Clinical Practice Guideline: Menière's Disease. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2020; Apr;162(2_suppl):S1-S55.

- [292] Perez, P., Santandreu, E., Benitez, J. Improvement of postural control in patients with peripheral vestibulopathy. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2006; 263: 414-420.
- [293] Gottshall, K. R., Hoffer, M. E., Moore, R. J., Balough, B. J. The role of vestibular rehabilitation in the treatment of Meniere's disease. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2005; Sep;133(3):326-8.
- [294] Nyabenda, A., Briart, C., Deggou, J. Benefit of rotational exercises for patients with Meniere's syndrome, method used by the ENT department of St.-Luc university clinic. *Ann Redapt Med Phys* 2003; 45: 607-614.
- [295] Pyykö, I., Pyykö, N., Zou, J., Manchaiah, V. Does the self-training in Menière's disease fit the disease characteristics and help alleviate the balance problems. *J Int Adv Otol* 2022; 18: 25-31.
- [296] Neuhauser, H., Leopold, M., Brevern, M., Arnold, G., Lempert, T. The interrelations of migraine, vertigo, and migrainous vertigo. *Neurology* 2001; 56: 436-41.
- [297] Lempert, T., Olesen, J., Furman, J., Waterston, J., Seemungal, B., Carey, J., Bisdorff, A., Versino, M., Evers, S., Newman-Toker, D. Vestibular migraine: diagnostic criteria. *J Vestib Res* 2012; 22(4): 167-172.
- [298] Mallampalli, M. P. *et al.* Care Gaps and Recommendations in Vestibular Migraine: An Expert Panel Summit. *Front Neurol* 2022; 12: 812-678.
- [299] Bisdorff, A. F. Management of vestibular migraine. *Ther Adv Neurol Disord.* , 4(3). : 183-191, 2011.
- [300] Furman, J. M., Balaban, C. D. Vestibular migraine. *Ann N Acad Sci* 2015; 1343: 90-96.
- [301] Byun, Y. Treatment of vestibular migraine: a systematic review and meta-analysis. *The laryngoscope* 2021; 131: 186-194.
- [302] Power, L., Shute, W., McOwan, B., Murray, K., Szmulewicz, D. Clinical characteristics and treatment choice in vestibular migraine. *J Clin Neurosci* 2018; 52: 50-53.
- [303] Alghadir, A., Anwer, S. Effects of Vestibular Rehabilitation in the Management of a Vestibular Migraine: A Review. *Front Neurol* 2018; 9: 440.
- [304] Demarquay, G., Mauguière, F. Central Nervous System Underpinnings of Sensory Hypersensitivity in Migraine: Insights from Neuroimaging and Electrophysiological Studies. *Headache* 2016; Oct;56(9):1418-1438.
- [305] Suzuki, K., Suzuki, S., Shiina, T., Okamura, M., Haruyama, Y., Tatsumoto, M., Hirata, K. Investigating the relationships between the burden of multiple sensory hypersensitivity symptoms and headache-related disability in patents with migraine. *J Headache Pain* 2021; 22(1): 77.
- [306] Whitney, S. L., Wrisley, D. M., Brown, K. E., Furman, J. M. Physical therapy for migraine-related vestibulopathy and vestibular dysfunction with history of migraine. *Laryngoscope* 2000; 110: 1528-1534.
- [307] Gottshall K.R., M., Hoffer, M. Vestibular rehabilitation for migraine associated dizziness. *Int Tinnitus J* 2005; 11: 81-4.

- [308] Vitkovic, J., Winoto, A., Rance, G., Dowell, R., Paine, M. Vestibular reha–bilitation outcomes in patients with and without vestibular migraine. *J Neurol* 2013; 260(12): 3039-3048.
- [309] Sugaya, N., Arai, M., Goto, F. Is the headache in patients with vestibular migraine attenuated by vestibular rehabilitation?. *Front Neurol* 2017; 8(124): 124.
- [310] Liu, L., Hu, X., Zhang, Y., Pan, Q., Zhan, Q., Tan, G., Wang, K., Zhou, J. Effect of Vestibular Rehabilitation on Spontaneous Brain Activity in Patients With Vestibular Migraine: A Resting-State functional Magnetic Resonance Imaging Study. *Front Hum Neurosci* 2020; 14(227).
- [311] Koc, A., Cevizci Akkilic, E. Effects of vestibular rehabilitation in the management of patients with and without vestibular migraine. *Braz J Otorhinolaryngol* 2021; 21: 1808-8694.
- [312] Balci, B., Akdal, G. Outcome of vestibular rehabilitation in vestibular migraine. *J Neurol* 2022;, doi: 10.1007/s00415-022-11250-4.
- [313] Stancel-Lewis, J., Lau, J. W. L., Male, A., Korres, G., Rogel-Salazar, J., Pavlou, M., Bamliou, D. E. Vestibular Rehabilitation Therapy for the Treatment of Vestibular Migraine, and the Impact of Traumatic Brain Injury on Outcome: A Retrospective Study. *Otol Neurotol* 2022; 43(3): 359-367.
- [314] Wrisley, D. M., Whitney, S. L., Furman, J. M. Vestibular rehabilitation outcomes in patients with a history of migraine. *Otol Neurotol* 2002; 23(4): 483-487.
- [315] Dornhoffer, L., JR, YF, D., L, R., H.G. Factors implicated in response to treatment/prognosis of vestibular Migraine. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2021; Jan;278(1):57-66.
- [316] Jannetta, P. J. Neurovascular cross-compression in patients with hyperactive dysfunction symptoms of the eighth cranial nerve. *Surg Forum* 1975; 26: 467-9.
- [317] Jannetta, P. J., Møller, M. B., Møller, A. R. Disabling positional vertigo. *N Engl J Med* 1984;, doi: 10.1056/NEJM198406283102604.
- [318] Hüfner, K., Barresi, D., Glaser, M., Linn, J., Adrion, C., Mansmann, U., Brandt, T., Strupp, M. Vestibular paroxysmia: diagnostic features and medical treatment. *Neurology* 2008; 71(13): 1006-14.
- [319] Haller, S., Etienne, L., Kövari, E., Varoquaux, A. D., Urbach, H., Becker, M. Imaging of Neurovascular Compression Syndromes: Trigeminal Neuralgia, Hemifacial Spasm, Vestibular Paroxysmia, and Glossopharyngeal Neuralgia. *AJNR Am J Neuroradiol* 2016; 37(8): 1384-92.
- [320] Best, C., Gawehn, J., Krämer, H. H., Thomke, F., Ibis, T., Müller-Forell, W., Dieterich, M. MRI and neurophysiology in vestibular paroxysmia: contradiction and correlation. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2013; 84: 1349-1356, doi: 10.1136/jnnp-2013-305513.
- [321] Reynard, P., Ionescu, E., Karkas, A., Ltaeif-Boudrigou, A., Thai-Van, H. Unilateral cochleovestibular nerve compression syndrome in a patient with bilateral IAC osteoma. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis* 2020; May;137(3):213-216, doi: 10.1016/j.anorl.2019.12.004.
- [322] Brandt, T., Dieterich, M., paroxysmia, V. Vascular compression of the eighth nerve?. *Lancet* 1994; 343: 798-99.

- [323] Strupp, M., Lopez-Escamez, J. A., Kim, J. S., Straumann, D., Jen, J. C., Carey, J., Bisdorff, A., Brandt, T. Vestibular paroxysmia: Diagnostic criteria. *J Vestib Res* 2016; 26(5-6): 409-15.
- [324] Levine, R. A. Typewriter tinnitus: a carbamazepine-responsive syndrome related to auditory nerve vascular compression. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 2006; 68(1): 46-7.
- [325] Russell, D., Baloh, R. W. Gabapentin responsive audiovestibular paroxysmia. *J Neurol Sci* 2009; 281(1-2): 99-100.
- [326] Bayer, O., Brémová, T., Strupp, M., Hüfner, K. A randomized double-blind, placebo-controlled, cross-over trial (Vestparoxy) of the treatment of vestibular paroxysmia with oxcarbazepine. *J Neurol* 2018; Feb;265(2):291-298, doi: 10.1007/s00415-017-8682-x.
- [327] Jannetta, P. J., Møller, M. B., Møller, A. R., Sekhar, L. N. Neurosurgical treatment of vertigo by microvascular decompression of the eighth cranial nerve. *Clin Neurosurg* 1986; 33: 645-65.
- [328] Minor, L. B., Haslwanter, T., Straumann, D., Zee, D. S. Hyperventilation-induced nystagmus in patients with vestibular schwannoma. *Neurology* 1999; 53: 2158-2168.
- [329] Sakellari, V., Bronstein, A. M., Corna, S., Hammon, C. A., Jones, S., Wolsley, C. J. The effects of hyperventilation on postural control mechanisms. *Brain* 1997; 120: 1659-1673.
- [330] De Ridder, D., Heijneman, K., Haarman, B., van der Loo, E. Tinnitus in vascular conflict of the eighth cranial nerve: a surgical pathophysiological approach to ABR changes. *Prog Brain Res* 2007; 166: 401-411.
- [331] De Ridder, D., Vanneste, S., Adriaensens, I., Lee, A., Heyning, P., Möller, A. Vascular compression of the cochlear nerve and tinnitus: a pathophysiological investigation. *Acta Neurochir Wien* 2012; 154(5): 807-13.
- [332] Sun, H., Tian, X., Zhao, Y., Jiang, H., Gao, Z., Wu, H. Application of ABR in pathogenic neurovascular compression of the 8th cranial nerve in vestibular paroxysmia. *Acta Neurochir Wien* 2022; , doi: 10.1007/s00701-022-05157-2.
- [333] Karamitros, A., Kalamatianos, T., Stranjalis, G., Anagnostou, E. Vestibular paroxysmia: Clinical features and imaging findings; a literature review. *J Neuroradiol* 2022; Mar;49(2):225-233, doi: 10.1016/j.neurad.2021.07.007.
- [334] Telian, S. A., Shepard, N. T., Smith-Wheelock, M. Habituation Therapy for Chronic Vestibular Dysfunction: Preliminary Results. *Otolaryngol-head Neck Surg* 1990; 103: 89-95.
- [335] Keim, R. J., Cook, M., Martini, D. Balance Rehabilitation Therapy. *The Laryngoscope* 1992; 102: 1302-1307.
- [336] Cowand, J. L., Wrisley, D. M., Walker, M. Efficacy of Vestibular Rehabilitation. *Otolaryngol-head Neck Surg* 1998; 118: 49-54.
- [337] Suarez, H., Arocena, M., Suarez, A. Changes in Postural Control Parameters after Vestibular Rehabilitation in Patients with Central Vestibular Disorders. *Acta Otolaryngol. (Stockh.)* 2003; 123: 143-147.
- [338] Brown, K. E., Whitney, S. L., Marchetti, G. F., Wrisley, D. M., Furman, J. M. Physical therapy for central vestibular dysfunction. *Arch Phys Med Rehabil* 2006; 87(1): 76-81.

- [339] Balci, B. D., Akdal, G., Yaka, E. Vestibular rehabilitation in acute central vestibulopathy: A randomized controlled trial. *VES* 2013; 23: 259-267.
- [340] Tramontano, M., Russo, V., Spitoni, G. F. Efficacy of Vestibular Rehabilitation in Patients With Neurologic Disorders: A Systematic Review. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 2021; 102: 1379-1389.
- [341] Searls, D. E. Symptoms and Signs of Posterior Circulation Ischemia in the New England Medical Center Posterior Circulation Registry. *Arch Neurol* 2012; 69: 346.
- [342] Choi, J.-H., Kim, H.-W., Choi, K.-D. Isolated vestibular syndrome in posterior circulation stroke: Frequency and involved structures. *Neurol. Clin. Pract.* 2014; 4: 410-418.
- [343] Man Chan, Y., Wong, Y., Khalid, N. Prevalence of acute dizziness and vertigo in cortical stroke. *Euro J Neurol.* 2021; 28: 3177-3181.
- [344] Kim, J. S., Cho, K.-H., Lee, H. Isolated labyrinthine infarction as a harbinger of anterior inferior cerebellar artery territory infarction with normal diffusion-weighted brain MRI. *J. Neurol. Sci.* 2009; 278: 82-84.
- [345] Grad, A. Vertigo of Vascular Origin: Clinical and Electronystagmographic Features in 84 Cases. *Arch Neurol* 1989; 46: 281.
- [346] Newman-Toker, D. E., Hsieh, Y.-H., Camargo, C. A. Spectrum of Dizziness Visits to US Emergency Departments: Cross-Sectional Analysis From a Nationally Representative Sample. *Mayo Clin. Proc.* 2008; 83: 765-775.
- [347] Lavallée, P. C., Sissani, L., Labreuche, J. Clinical Significance of Isolated Atypical Transient Symptoms in a Cohort With Transient Ischemic Attack. *Stroke* 2017; 48: 1495-1500.
- [348] Atzema, C. L., Grewal, K., Lu, H. Outcomes among patients discharged from the emergency department with a diagnosis of peripheral vertigo: Outcomes in patients discharged with peripheral vestibular disorders. *Ann Neurol* 2016; 79: 32-41.
- [349] Saber Tehrani, A., Kattah, J., Mantokoudis, G. Small strokes causing severe vertigo: Frequency of false-negative MRIs and nonlacunar mechanisms. *Neurology* 2014; 83: 169-173.
- [350] Kim, J.-S., Newman-Toker, D. E., Kerber, K. A. Vascular vertigo and dizziness: Diagnostic criteria: Consensus document of the committee for the classification of vestibular disorders of the Bárány society. *VES* 2022; 32: 205-222.
- [351] Carr, S., Rutka, J. Post-traumatic dizziness. *Curr.Otorhinolaryngol.Rep* 2017; 5: 142-151.
- [352] Davies, R., Luxon, L. Dizziness following head injury : a neuro-otological study. *J. Neurol.* 1995; 242: 222-230.
- [353] Korczynska, M. J., Pajor, A., Skora, W. Benign paroxysmal positional vertigo in patients after mild traumatic brain injury. *Adv Clin Exp Med* 2018; 27(10): 1355-1359.
- [354] Di Cesare, T., Tricarico, L., Passali, G., Sergi, B., Paludetti, G., Galli, J., PicCiotti, M. Traumatic benign paroxysmal positional vertigo : experience and comparison with idiopathic BPPV. *Int J Audiol* 2012; 60(5): 393-397.

- [355] Bartholomew, R., Lubner, R., Knoll, R., Ghanad, I., Jung, D., Nadol Jr, J., Alvarez, V., Remenschneider, A., Kozin, E. Labyrinthine concussion: historic otopathologic antecedents of a challenging diagnosis. *Laryngoscope Investig. Otolaryngol.* 2020; 5: 267-277.
- [356] Chiaramonte, R., Bonfiglio M., R., D'Amore, A., Viglianesi, A., Cavallaro, T., Chiaramonte, I. Traumatic labyrinthine concussion in a patient with sensorineural hearing loss. *Neuroradiol J* 2013; 26: 52-55.
- [357] Markou, K., Rachovitsas, D., Veros, K., Tsiropoulos, G., Tsalighopoulos, M., Psillas, G. Perilymphatic fistula of the round window after whiplash injury: another cause of inner ear conductive hearing loss. *Am J Otolaryngol.-Head Neck Med. Surg.* 2014; 822-825.
- [358] Roosli, C., FH, L., Jr, Cureoglu, S., Merchant, S. N. *Audiol Neurootol* 2012; 17(2): 121-5.
- [359] Parietti-Winkler, C., Gauchard, G. C., Simon, C., Perrin, P. P. *Neurosci Res Jun*; 2006;55(2):171-81.
- [360] Ribeyre, L., Frère, J., Gauchard, G., Lion, A., Perrin, P., Spitz, E., Parietti-Winkler, C. *Clin Neurophysiol* 2015; 126(4): 787-93.
- [361] Darrouzet, V., Martel, J., Enée, V., Bébéar, J. P. *Guérin J Laryngoscope Apr* 2004; 114(4): 681-8.
- [362] Goldbrunner, R., Weller, M., Regis, J., Lund-Johansen, M., Stavrinou, P., Reuss, D., Evans, D. G., Lefranc, F., Sallabanda, K., Falini, A., Axon, P., Sterkers, O., Fariselli, L., Wick, W., Oncol, T. J. C. N. *Neuro Oncol* 2020; 22(1): 31-45.
- [363] Ribeyre, L., Spitz, E., Frère, J., Gauchard, G., Parietti-Winkler, C. *J Vestib Res Nov* 2016; 26(4): 387-94.
- [364] Parietti-Winkler, C., C, G. G. C., C, S., PP, P. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2010; 81(8): 934-6.
- [365] Loyd, B. J., Saviers-Steiger, J., Fangman, A., Paul, S. S., Fino, P. C., Lester, M. E., Dibble, L. E. *Arch Phys Med Rehabil Mar* 2021; 102(3): 456-462.
- [366] Enticott, J. C., O'leary, S. J., Briggs, R. J. *Otol Neurotol* 2005; 26(2): 265-9.
- [367] Čakrt, O., Chovanec, M., Funda, T., Kalitová, P., Betka, J., Zverina, E., Kolár, P. *Jerábek J Eur Arch Otorhinolaryngol Sept* 2010; 267(9): 1355-60.
- [368] Parietti-Winkler, C., Lion, A., Frère, J., Perrin, P. P., Beurton, R., Gauchard, G. C. *Neurorehabil Neural Repair Jun* 2016; 30(5): 395-401.
- [369] Humphriss, R. L., Baguley, D. M., Moffat, D. A. *Otol Neurotol* 2003; 24(4): 661-5.
- [370] Parietti-Winkler, C., Gauchard, G. C., Simon, C., Perrin, P. P. *Neuroscience. Jan* 2011; 172: 285-92.
- [371] Tjernström, F., Fransson, P. A., Kahlon, B., Karlberg, M., Lindberg, S., Siesjö, P., Magnusson, M. *J Vestib Res* 2018; 27(5-6): 313-325.
- [372] Hrubá, S., Chovanec, M., Čada, Z., Balatková, Z., Fík, Z., Slabý, K., Zvěřina, E., Betka, J., Plzak, J., Čakrt, O. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2019; 276(10): 2681-2689.
- [373] Fellmann, J., Bächinger, D., Dalbert, A., Rössli, C., Huber, A., Wettstein, V. G. *J Vestib Res* 2022; 32(1): 49-56.

- [374] Van Laer, L., Hallemans, A., Van Rompaey, V., De Valck, C., Van de Heyning, P., Vereeck, L. *Front Neurol* 2022; 13.
- [375] Gauchard, G. C., Parietti-Winkler, C., Lion, A., Simon, C., Perrin, P. P. *Gait Posture* 2013; 37(1): 82-87.
- [376] Bojrab, D. 2nd, Fritz, C., Lin, K., Schutt, C., Hong, R., Babu, S., Chen, P., Maitz, A., Bojrab, D. *Otol Neurotol* 2021; 42(6): 912-917.
- [377] Ulmer, E., Magnan, J., Chays, A. Bilateral vestibular areflexia: quantification is required. *Ann Oto-Laryngol Chir Cervico Faciale Bull Soc Oto-Laryngol Hopitaux Paris* 2002; 119(4): 216-26.
- [378] Ward, B. K., Agrawal, Y., Hoffman, H. J., Carey, J. P., Della Santina, C. C. Prevalence and Impact of Bilateral Vestibular Hypofunction: Results From the 2008 US National Health Interview Survey. *JAMA Otolaryngol Neck Surg* 2013; 1;139(8):803.
- [379] Hain, T. C., Cherchi, M., Yacovino, D. A. Bilateral Vestibular Weakness. *Front Neurol* 2018; 9(344).
- [380] Fujimoto, C., Yagi, M., Murofushi, T. Recent advances in idiopathic bilateral vestibulopathy: a literature review. *Orphanet J Rare Dis* 2019; Dec;14(1):202.
- [381] Eliezer, M., Hautefort, C., Nechel, C., Duquesne, U., Guichard, J. P., Herman, P. Electrophysiological and inner ear MRI findings in patients with bilateral vestibulopathy. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2020; May;277(5):1305-14.
- [382] Porciuncula, F., Johnson, C. C., Glickman, L. B. The effect of vestibular rehabilitation on adults with bilateral vestibular hypofunction: A systematic review. *J Vestib Res* 2012; 20;22(5-6):283-98.
- [383] Krebs, D. E., Gill-Body, K. M., Riley, P. O., Double-Blind, P. S. W. Placebo-Controlled Trial of Rehabilitation for Bilateral Vestibular Hypofunction: Preliminary Report. *Otolaryngol Neck Surg* 1993; Oct;109(4):735-41.
- [384] David, E. K., Kathleen, M. G. B., Stephen, W. P., Jose, V. R., Mara, W. R. Vestibular Rehabilitation: Useful but not Universally so. *Otolaryngol Neck Surg* 2003; Feb;128(2):240-50.
- [385] Lehnen, N., Kellerer, S., Knorr, A. G., Schlick, C., Jahn, K., Schneider, E. Head-Movement-Emphasized Rehabilitation in Bilateral Vestibulopathy. *Front Neurol* 2018; 9(562).
- [386] Herdman, S. J., Hall, C. D., Maloney, B., Knight, S., Ebert, M., Lowe, J. Variables associated with outcome in patients with bilateral vestibular hypofunction: Preliminary study. *J Vestib Res* 2015; 15;25(3,4):185-94.
- [387] Allum, J. H. J., Rust, H. M., Honegger, F. Functional Testing of Vestibulo-Spinal Contributions to Balance Control: Insights From Tracking Improvement Following Acute Bilateral Peripheral Vestibular Loss. *Front Neurol* 2019; 10: 550.
- [388] Gimmon, Y., Migliaccio, A. A., Kim, K. J., Schubert, M. C. VOR adaptation training and retention in a patient with profound bilateral vestibular hypofunction. *The Laryngoscope* 2019; 129(11): 2568-73.
- [389] Van Kerckhoven, G., Mert, A., De Ru, J. Treatment of vertigo and postural instability using visual illusions. *J Laryngol Otol* 2014; 128(11): 1005-7.

- [390] Brugnera, C., Bittar, R. S. M., Greters, M. E., Basta, D. Effects of vibrotactile vestibular substitution on vestibular rehabilitation – preliminary study. *Braz J Otorhinolaryngol* 2015; 81(6): 616-21.
- [391] Uneri, A., Polat, Ş. Vestibular rehabilitation with electrotactile vestibular substitution: early effects. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2009; Aug;266(8):1199–203.
- [392] Honegger, F., Hillebrandt, I. M., Elzen, N. G., Tang, K. S., Allum, J. H. The effect of prosthetic feedback on the strategies and synergies used by vestibular loss subjects to control stance. *J NeuroEngineering Rehabil* 2013; Dec;10(1):115.
- [393] Herdman, S. J., Schubert, M. C., Tusa, R. J. Role of Central Preprogramming in Dynamic Visual Acuity With Vestibular Loss. *Arch Otolaryngol Neck Surg* 2001; 1;127(10):1205.
- [394] McGibbon, C. A., Krebs, D. E., Wolf, S. L., Wayne, P. M., Scarborough, D. M., Parker, S. W. Tai Chi and vestibular rehabilitation effects on gaze and whole-body stability. *J Vestib Res Equilib Orientat* 2004; 14(6): 467-78.
- [395] Jáuregui-Renaud, K., Villanueva Padrón, L. A., Cruz Gómez, N. S. The effect of vestibular rehabilitation supplemented by training of the breathing rhythm or proprioception exercises, in patients with chronic peripheral vestibular disease. *J Vestib Res Equilib Orientat* 2007; 17(1): 63-72.
- [396] Gillespie, M. B., Minor, L. B. Prognosis in Bilateral Vestibular Hypofunction. *The Laryngoscope* 1999; Jan;109(1):35–41.
- [397] Best, C., Eckhardt-Henn, A., R, T., Dieterich, M. Why Do Subjective Vertigo and Dizziness Persist over One Year after a Vestibular Vertigo Syndrome. *Basic and Clinical Aspects of Vertigo and Dizziness: Ann. N Acad Sci* 2009; 1164: 334-337, doi: 10.1111/j.1749-6632.2009.03847.x.
- [398] Furman, J. F., MS, R., Jacob, R. G. Vestibulo-ocular function in anxiety disorders. *J. Vestib. Res.* 2006; 16: 209-215.
- [399] Ohnoa, H., Wada, M., Saitoh, J., N, S., Nagai, M. The effect of anxiety on postural control in humans depends on visual information processing. *Neurosci. Lett.* 2004; 364: 37-39.
- [400] Staab, J. P., Eckhardt-Henn, A., Horii, A. Diagnostic criteria for persistent postural-perceptual dizziness (PPPD): consensus document of the committee for the Classification of Vestibular Disorders of the Bárány Society. *J Vestib Res* 2017; 27(04): 191-208.
- [401] World Health Organization. ICD-11 for Mortality and Morbidity Statistics. AB32.0 Persistent Postural-Perceptual Dizziness. . 2019. [En ligne]. Disponible sur: <https://icd.who.int/browse11/l-m/en#/>
- [402] Nada, E. H., Ibraheem, O. A., Hassaan, M. R. Vestibular Rehabilitation Therapy Outcomes in Patients With Persistent Postural-Perceptual Dizziness. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2019; 128(4): 323-329, doi: 10.1177/0003489418823017.
- [403] Thompson, K. J., Goetting, J. C., Staab, J. P., Shepard, N. T. Retrospective review and telephone follow-up to evaluate a physical therapy protocol for treating persistent postural-perceptual dizziness: a pilot study. *J Vestib Res* 2015; 25: 97-103.
- [404] Staab, J. P. Chronic subjective dizziness. *Continuum (Minneap Minn). Neuro-Otol.* 2012; 18(5): 1118-41, doi: 10.1212/01.CON.0000421622.56525.58.

- [405] Popkirov, S., Stone, J., Holle-Lee, D. Treatment of Persistent Postural-Perceptual Dizziness (PPPD) and Related Disorders. *Curr Treat Options Neurol* 2018; 13;20(12):50, doi: 10.1007/s11940-018-0535-0.
- [406] Axer, H., Finn, S., Wassermann, A., Guntinas-Lichius, O., Klingner, C. M., Witte, O. W. Multimodal treatment of persistent postural-perceptual dizziness. *Brain Behav.* 2020; 10(12), doi: 10.1002/brb3.1864.
- [407] Edelman, S., Mahoney, A. E. J., Cremer, P. D. Cognitive behavior therapy for chronic subjective dizziness : A randomized, controlled trial. *Am. J. Otolaryngol.* 2012; 33(4): 395-401, doi: 10.1016/j.amjoto.2011.10.009.
- [408] Trinidad, A., Goebel, J. Persistent Postural-Perceptual Dizziness—A Systematic Review of the Literature for the Balance Specialist. *Otol. Neurotol.* 39: 1291-1303, doi: 10.1097/MAO.0000000000002010.
- [409] Waterston, J., Chen, L., Mahony, K., J, G., Stuart, G. Persistent Postural-Perceptual Dizziness: Precipitating Conditions, Co-morbidities and Treatment With Cognitive Behavioral Therapy. *Front Neurol* 2021; 12(795516), doi: 10.3389/fneur.2021.795516.
- [410] Herdman, D., Norton, S., Murdin, L., Frost, K., Pavlou, M., Moss-Morris, R. The INVEST trial: a randomised feasibility trial of psychologically informed vestibular rehabilitation versus current gold standard physiotherapy for people with Persistent Postural Perceptual Dizziness. *J Neurol* 2022; Sep;269(9):4753-4763, doi: 10.1007/s00415-022-11107-w.
- [411] De Munter, L., Polinder, S., Haagsma, J., Kruithof, N., van de Ree, C., Steyerberg, E., de Jongh, M. Prevalence and Prognostic Factors for Psychological Distress After Trauma. *Arch Phys Med Rehabil* 2020; 101(5): 877-884, doi: 10.1016/j.apmr.2019.10.196.
- [412] Chou, P. H., Tseng, P. T., Wu, Y. C., Chang, J. P., Tu, Y. K., Stubbs, B., Carvalho, A. F., Lin, P. Y., Chen, Y. W., Su, K. P. Efficacy and acceptability of different interventions for acrophobia: A network meta-analysis of randomised controlled trials. *J Affect Disord* 2021; 282: 786-794, doi: 10.1016/j.jad.2020.12.172.
- [413] Jordbru, A. A., Smedstad, L. M., Klungsøyr, O. Psychogenic gait disorder: a randomized controlled trial of physical rehabilitation with one-year follow-up. *J Rehabil Med* 2014; 46: 181-187.
- [414] Nielsen, G., Stone, J., Matthews, A. Physiotherapy for functional motor disorders: a consensus recommendation. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2015; 86: 1113-1119.
- [415] Kim, J. S., Newman-Toker, D. E., Kerber, K. A., Jahn, K., Bertholon, P., Waterston, J., Lee, H., Bisdorff, A., Strupp, M. Vascular vertigo and dizziness : diagnostic criteria. *J Vest Res* 2022; 32(Pt-1): 1-18.
- [416] Kim, H. A., Bisdorff, A., Bronstein, A. M., Lempert, T., Rossi-Izquierdo, M., Staab, J. P., M, S., Kim, J. S. Hemodynamic orthostatic dizziness/vertigo. *Diagn. Criteria J Vest Res* 2019; 29: 45-56.
- [417] Choi, K. D., Choi, J. H., Kim, J. S. Rotational vertebral artery occlusion : mechanisms and long terme outcome. *Stroke* 2013; 44(7): 1817-24.

- [418] Strupp, M., Planck, J. H., Arbusow, V., Steiger, H. J., Bruckmann, H., Brandt, T. Rotational vertebral artery occlusion syndrome with vertigo due to « labyrinthine excitation. *Neurol.*-1379.
- [419] Choi, K. D., Shin, H. Y., Kim, J. S., Kim, S. H., Kwon, O. K., Koo, J. W., Park, S. H., Yoon, B. W., Roh, J. K. Rotational vertebral artery syndrome : oculographic analysis of nystagmus. *Neurology* 2005; 65: 1287-1290.
- [420] Caplan, L. R. *Vertebro-basilar ischemia and Hemorrhage : clinical findings, diagnosis and management of posterior circulation disease.* Cambridge, UK: Cambridge University press, 2015.
- [421] Hutting, N., Verhagen, A. P., Vijverman, V., Keesenberg, M. D., Dixon, G., Scholten-Peeters, G. G. Diagnostic accuracy of premanipulative vertebrobasilar insufficiency tests: a systematic review. *Man Ther* 2013; Jun;18(3):177-82, doi: 10.1016/j.math.2012.09.009.
- [422] Hutting, N., Antonius, H., Kerry, R. Yes, we should abandon pre-treatment positional testing of the cervical spine. *Musculoskelet. Sci. Pract.* 2020; 49: 102181.
- [423] Choi, J. H., Seo, J. D., Kim, M. J., Choi, B. Y., Cho, B. M., Kim, J. S., Choi, K. D. Vertigo and nystagmus in orthostatic hypotension. *Eur J Leurol* 2015; Apr;22(4):648-55.
- [424] Logan, A., Freeman, J., Pooler, J., Kent, B., Gunn, H., Billings, S., Cork, E., Marsden, J. Effectiveness of non-pharmacological interventions to treat orthostatic hypotension in elderly people and people with a neurological condition: a systematic review. *JB I Evid Synth* 2020; Dec;18(12):2556-2617.
- [425] Gianoli, G. J. Post concussive dizziness : a review and clinical approach in the patient. *Front Neurol* 2022; 12(718318), doi: 10.3389/fneur.2021.718318.
- [426] Mallinson, A., Maire, R., Beyaert, C., Vibert, D., Coffinet, L., Longridge, N., Vanspauwen, R., Dumas, G., Petersen, H., Perrin, P. Understanding and managing trauma-induced vestibular deficits. *J Int Adv Otol* 2021; 17(6): 559-656, doi: 10.5152/iao.2021.21258.
- [427] Misale, P., Hassannia, F., Dabiri, S., Brandstaetter, T., Rutka, J. Post traumatic peripheral vestibular disorders (excluding positional vertigo) in workers. *Nat. Sci. Rep.* 2021; 11(23436), doi: 10.1038/s41598-021-02987-5.
- [428] Paparella, M. M., Mancini, F. Trauma and Meniere's syndrome. *Laryngoscope* 1983; 93: 1004-1012.
- [429] Schuknecht, H. F. Pathophysiology of endolymphatic hydrops. *Arch Otorhinolaryngol* 1976; 212 :253-262.
- [430] Carey, J. P., Minor, L. B. N., T, G. Dehiscence or thinning of bone overlying the superior semicircular canal in a temporal bone survey. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2000; 126(2): 137-147.
- [431] Ernst, A., Basta, D., Seidl, R. O., Todt, I., Scherer, H., Clarke, A. Management of posttraumatic vertigo. *Otolaryngol-Head Neck Surg J Am Acad Otolaryngol-Head Neck Surg* 2005; 132(4): 554-8.
- [432] Zhou, D., Xu, W., He, L. Histopathology of nonacoustic labyrinth following head injury in guinea pigs. *Zhonghua Er Bi Yan Hou Ke Za Zhi* 1994; 29(6): 350-2.

- [433] Lee, J. D., Park, M. K., Lee, B. D., Park, J. Y., Lee, T. K., Sung, K.-B. Otolith function in patients with head trauma. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngol* 2011; Oct;268(10):1427–30.
- [434] Ernst, A., Singbartl, F., Basta, D., Seidl, R. O., Todt, I., Eisenschenk, A. Short-term rehabilitation of patients with post traumatic otolith disorders by auditory feedback training: a pilot study. *J Vestib Res* 2007; 17: 137-144.
- [435] Alexander, M. P. Mild traumatic brain injury: pathophysiology, natural history, and clinical management. *Neurology* 1995; Jul;45(7):1253–60.
- [436] Joyce, J. M., La, P. L., Walker, R., Harris, A. D. Magnetic resonance spectroscopy of traumatic brain injury and subconcussive Hits: A systematic review and meta-analysis. *J. Neurotrauma* 2022; 39: 1455-1476, doi: 10.1089/neu.2022.0125.
- [437] Polinder, S., Cnossen, C., Real, R. G., Covic, A., Gorbunova, A., Voormolen, D. C., Master, C. L., Haaqma, J. A., Diaz-Arrastia, R., Steinbuechel, N. A multidimensional approach to post concussion symptoms in mild traumatic brain injury. *Front Neurol* 2018; 9: 1113.
- [438] Carrick, F. R., Pagnacco, G., Hunfalvai, M., Azzolino, S., Oggero, E. Head Position and Posturography: A Novel Biomarker to Identify Concussion Sufferers. *Brain Sci.* 2020; 10(12): 1003, doi: 10.3390/brainsci10121003.
- [439] Leddy, J., Wilber, C., Willer, B. Active recovery from concussion. *Curr Opin Neurol* 2018; December;31(6):681-686, doi: 10.1097/WCO.0000000000000611.
- [440] Soberg, H. L., Andelic, N., Langhammer, B., Tamber, A. L., Bruusgaard, A., Kleffelgaard, I. Effect of vestibular rehabilitation on change in health related quality of life in patients with dizziness and balance problems after traumatic brain injury : a randomized Trial. *J Rehabil Med* 2021; 53 :jrm00181.
- [441] Quatman-Yates, C. C., Hunter-Giordano, A., Shimamura, K. K., Landel, R., Alsalaheen, B. A., Hanke, T. A., McCulloch, K. Physical therapy evaluation and treatment after concussion/mild traumatic brain injury. *J Orthop Sports Phys Ther* 2020; 50(4).
- [442] Langevin, P., Frémont, P., Fait, P., Dubé, M. O., Bertrand-Charette, M., Jean-Sébastien Roy, J. S. Cervicovestibular Rehabilitation in Adults with Mild Traumatic Brain Injury: A Randomized Clinical Trial. *J Neurotrauma* 2022; Apr;39(7-8):487-496.
- [443] Kontos, A. P., Eagle, M., SR, G, S., A, M., A, P., N, F., LM, E., RJ, C., JR, Ortega, J., Collins, M. W. Discriminative Validity of Vestibular Ocular Motor Screening in Identifying Concussion Among Collegiate Athletes: A National Collegiate Athletic Association–Department of Defense Concussion Assessment. *Res. Educ. Consort. Study Am J Sports Med Juill* 2021; 49(8): 2211-7.
- [444] Campbell, K. R., Parrington, L., Peterka, R. J., Martini, D. N., Hullar, T. E., Horak, F. B., Chesnutt, J. C., Fino, P. C., King, L. A. Exploring persistent complaints of imbalance after mTBI: Oculomotor, peripheral vestibular and central sensory integration function. *J Vestib Res* 2021; 31(6): 519-530.
- [445] Brown, L., Camarinos, J. The Role of Physical Therapy in Concussion Rehabilitation. *Semin. Pediatr. Neurol. Juill* 2019; 30: 68-78.
- [446] Ahluwalia, R., Miller, S., Dawoud, F. M., Malave, J. O., Tyson, H., Bonfield, C. M., Yengo-Kahn, A. M. A Pilot Study Evaluating the Timing of Vestibular Therapy

After Sport-Related Concussion: Is Earlier Better?. *Sports Health* nov; 2021;13(6):573-9.

[447] Kleffelgaard, I., Soberg, H. L., Tamber, A. L., Bruusgaard, K. A., Pripp, A. H., Sandhaug, M. The effects of vestibular rehabilitation on dizziness and balance problems in patients after traumatic brain injury: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* Janv 2019; 33(1): 74-84.

[448] Valovich McLeod, T., Hale, T. Vestibular and balance issues following sport-related concussion. *Brain Inj.* 28 janv; 2015;29(2):175-84.

[449] Kontos, A. P., Eagle, M., SR, A, K., V, D., J, M., C, H., CL, B., NA, C., M.W. A Randomized Controlled Trial of Precision Vestibular Rehabilitation in Adolescents following Concussion: Preliminary Findings. *J Pediatr* 2021; 239: 193-199.

[450] Joseph, A. C., Lippa, S. M., Moore, B., Bagri, M., Row, J., Chan, L., Zampieri, C. Relating Self-Reported Balance Problems to Sensory Organization and Dual-Tasking in Chronic Traumatic Brain Injury. *PMR* Août 2021; 13(8): 870-9.

[451] Murray, N., Salvatore, A., Powell, D., Reed-Jones, R. Reliability and Validity Evidence of Multiple Balance Assessments in Athletes With a Concussion. *J. Athl. Train.* 2014; 49(4): 540-9.

[452] Row, J., Chan, L., Damiano, D., Shenouda, C., Collins, J., Zampieri, C. Balance Assessment in Traumatic Brain Injury: A Comparison of the Sensory Organization and Limits of Stability Tests. *J. Neurotrauma* 2019; 36(16): 2435-42.

[453] Howell, D. R., Wilson, J. C., Brilliant, A. N., Gardner, A. J., Iverson, G. L., Meehan, W. P. Objective clinical tests of dual-task dynamic postural control in youth athletes with concussion. *J. Sci. Med. Sport* 2019; 22(5): 521-5.

[454] Alsalaheen, B. A., Whitney, S. L., Mucha, A., Morris, L. O., Furman, J. M., Sparto, P. J. Exercise prescription patterns in patients treated with vestibular rehabilitation after concussion. *PhysiotherResInt* 2013; 18(2): 100-108.

[455] Gottshall, K., Drake, A., Gray, N., McDonald, E., Hoffer, M. E. Objective vestibular tests as outcome measures in head injury patients. *The Laryngoscope* 2003; Oct;113(10):1746-50.

[456] Hoffer, M. E., Gottshall, K. R., Moore, R., Balough, B. J., Wester, D. Characterizing and treating dizziness after mild head trauma. *Otol Neurotol Publ Am Otol Soc Am Neurotol Soc Eur Acad Otol Neurotol* 2004; 25(2): 135-8.

[457] Suchoff, I. B., Kapoor, N., Ciuffreda, K. J., Rutner, D., Han, E., Craig, S. The frequency of occurrence, types, and characteristics of visual field defects in acquired brain injury: a retrospective analysis. *Optom St Louis Mo* 2008; May;79(5):259-65.

[458] van Stavern, G. P., Biousse, V., Lynn, M. J., Simon, D. J., Newman, N. J. Neuro-ophthalmic manifestations of head trauma. *J Neuro-Ophthalmol J North Am Neuro-Ophthalmol Soc* 2001; 21(2): 112-7.

[459] Ciuffreda, K. J., Kapoor, N., Rutner, D., Suchoff, I. B., Han, M. E., Craig, S. Occurrence of oculomotor dysfunctions in acquired brain injury: a retrospective analysis. *Optom St Louis Mo* 2007; Apr;78(4):155-61.

[460] Burke, J. P., Orton, H. P., West, J., Strachan, I. M., Hockey, M. S., Ferguson, D. G. Whiplash and its effect on the visual system. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol Albrecht Von Graefes Arch Klin Exp Ophthalmol* 1992; 230(4): 335-9.

- [461] Storaci, R., Manelli, A., Schiavone, N., Mangia, L., Prigione, G., Sangiorgi, S. Whiplash injury and oculomotor dysfunctions: clinical-posturographic correlations. *Eur Spine J Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc* 2006; Dec;15(12):1811-6.
- [462] Reynard, P., Idriss, S., Ltaief-Boudrigoua, A., Bertholon, P., Pirvan, A., Truy, E., Thai-Van, H., Ionescu, E. Proposal for an unitary anatomo-clinical and radiological classification of third window abnormalities. *Front Neurol* 2022; 12(792545).
- [463] Minor, L. B., Cremer, P. D., Carey, J. P., Della Santina, C. C., Streubel, S. O., Weg, N. Symptoms and signs in superior canal dehiscence syndrome. *Ann N Acad Sci* 2001; 942: 259-73.
- [464] Ward, B. K., Berg, R., Rompaey, V., Bisdorff, A., Hullar, T. E., Welgampola, M. S., Carey, J. P. Superior semicircular canal dehiscence syndrome: Diagnostic criteria consensus document of the committee for the classification of vestibular disorders of the Barany Society. *J Vestib Res* 2021; 31(3): 131-141.
- [465] Bertholon, P., Reynard, P., Lelonge, Y., Peyron, R., Vassal, F., Karkas, A. Hearing eyeball and/or eyelid movements on the side of a unilateral superior semicircular canal dehiscence. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2018; 275(2): 629-635.
- [466] Ionescu, E., Reynard, P., Coudert, A., Roiban, L., Boudrigoua, A. L., Thai-Van, H. Superior Semicircular Canal Dehiscence by Superior Petrosal Sinus: Proposal for Classification. *J Int Adv Otol* 2021; 17(1): 35-41.
- [467] Wackym, P. A., Balaban, C. D., Zhang, P., Siker, D. A., Hundal, J. S. Third Window Syndrome: Surgical Management of Cochlea-Facial Nerve Dehiscence. *Front Neurol* 2019; 10(1281).
- [468] Ionescu, E. C., Coudert, A., Reynard, P., Truy, E., Thai-Van, H., Ltaief-Boudrigoua, A., Turjman, F. Stenting the Superior Petrosal Sinus in a Patient With Symptomatic Superior Semicircular Canal Dehiscence. *Front Neurol* 2018; 9(689).
- [469] Thénint, M. A., Barbier, C., Hitier, M., Patron, V., Saleme, S., Courthéoux, P. Endovascular treatment of symptomatic vestibular aqueduct dehiscence as a result of jugular bulb abnormalities. *J Vasc Interv Radiol* 2014; 25(11): 1816-20.
- [470] Mantokoudis, G., Saber Tehrani, A. S., Wong, A. L., Agrawal, Y., Wenzel, A., Carey, J. P. Adaptation and Compensation of Vestibular Responses Following Superior Canal Dehiscence Surgery. *Otol Neurotol Publ Am Otol Soc Am Neurotol Soc Eur Acad Otol Neurotol* 2016; 37(9): 1399-405.
- [471] Carey, J. P., Migliaccio, A. A., Minor, L. B. Semicircular canal function before and after surgery for superior canal dehiscence. *Otol Neurotol Publ Am Otol Soc Am Neurotol Soc Eur Acad Otol Neurotol Avr* 2007; 28(3): 356-64.
- [472] Ward, B. K., Carey, J. P., Minor, L. B. Superior Canal Dehiscence Syndrome: Lessons from the First 20 Years. *Front Neurol* 2017; 8(177), doi: 10.3389/fneur.2017.00177.
- [473] Barber, C., SR, YS, O., M, L., BM, R., AK, K., E.D. Benign paroxysmal positional vertigo commonly occurs following repair of superior canal dehiscence. *The Laryngoscope* 2016; 126(9): 2092-7.
- [474] Carender, W. J., Grzesiak, M. Vestibular rehabilitation following surgical repair for Superior Canal Dehiscence Syndrome: A complicated case report. *Physiother Theory Pr. Févr* 2018; 34(2): 146-56.

- [475] Li, Y., Peng, B. Pathogenesis, diagnosis and treatment of cervical vertigo. *Pain Physician* 2015; 18(4): 583-95.
- [476] L'Heureux-Lebeau, B., Godbout, A., Berbiche, D., Saliba, I. Evaluation of paraclinical test in the diagnosis of cervicogenic dizziness. *Otol Neurotol* 2014; 35: 1858-1865.
- [477] Brown, J. Cervical contributions to balance : cervical vertigo in Berthoz A, Vidal PP, Fraf W(eds). *The head neck sensory motor system*. Oxf. Univ. Press N. Y. 1992; 644-647.
- [478] Paul, T., De Jong, M., Vianney de Jong, J., Cohen, B., Leonard, B., Jongkees, L. Ataxia and nystagmus induced by injection of local anesthetics in the neck. *Ann Neurol* 1977; 1: 240-246.
- [479] Biemond, A., De Jong, J. On cervical nystagmus and related disorders. *Brain* 1969; 92: 437-458.
- [480] Wapner, S., Werner, H., Chandler, K. Experiments on sensory tonic field theory of perception. *Exp Psychol* 1951; 42: 341-45.
- [481] Karnath, H. O., Sievering D, F., M. The interactive contribution of neck muscle proprioception and vestibular stimulation to subjective "straight ahead" orientation in man. *Exp Brain Res* 1994; 101(1): 140-6.
- [482] Heindenreich, K., Beaudoin, K., White, J. Cervicogenic dizziness as a cause of vertigo while swimming ; an unusual case report. *Am J Otolaryngol* 2008; 29: 429-31.
- [483] Wrisley, D. M., Whitney, S. I., Furman, J. M. Cervicogenic Dizziness: A Review of Diagnosis and Treatment. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 2000; 30(12): 755-766.
- [484] Brandt, T., Bronstein, A. M. Cervical vertigo. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2001; 71: 8-12.
- [485] Reid, S., Rivett, D., Katekar, M., Callister, R. Efficacy of manual therapy treatments for people with cervicogenic dizziness and pain protocol of a randomised controlled trial. *BMC Musculoskele Disrod* 2012; 13: 201.
- [486] Thomson-Harvey, A., Hain, T. Symptoms in cervical vertigo. *Laryngoscope Investig. Otolaryngol.* 2019; 109-115.
- [487] Colledge, N., Barr-Hamilton, R. M., Lewis, S., Sellar, R., Wilson, J. Evaluation of investigations to diagnose the cause of dizziness in elderly people : A community based controlled study. *BMJ* 1996; 313: 788-793.
- [488] Ryan, G. M., Cope, S. Cervical vertigo. *Lancet* 1955; 269: 1355-8.
- [489] Reiley, A. S., Vickory, F. M., Funderburg, S. E., RA, C., RA, C. How to diagnose cervicogenic dizziness. *Arch. Physiother.* 2017; 7(12).
- [490] Cherchi, M., DiLiberto, F., Yacovino, D., Das, S. The Enduring Controversy of Cervicogenic Vertigo, and Its Place among Positional Vertigo Syndromes. *Audiol Res* 2021; 11: 491-507.
- [491] Morinaga, Y., Nii., K., Hanada, H., Y, K, S., R, I. Clinical features of Barré Liéou syndrome and efficacy of Trazodone for its treatment : a retrospective single center study. *Drug Discov. Thérapeutiques* 2021; 15(2): 108-111.
- [492] Li, J., Gu, T., Yang, H., Liang, L., Jiang, D., Wang, Z. Sympathic nerve innervation in cervical posterior longitudinal ligament as a potential causative

factor in cervical spondylosis with sympathetic symptoms and preliminary evidence. *Med Hypotheses* 2014; 82: 631-635.

[493] Biotti, A. Vighetto Oculomotor disturbances during major neurodegenerative diseases *La lettre du neurologue. Lett. Neurol.* 2014; 18(2).

[494] Wu, C. N., Luo, S. D., Chen, S. F., Huang, C. W., Chiang, P. L., Hwang, C. F., Yang, C. H., Ho, C. H., Cheng, W. D., Lin, C. Y., Li, Y. L. Applicability of Oculomotor Tests for Predicting Central Vestibular Disorder Using Principal Component Analysis. *J Med* 2022; 2;12(2):203, doi: 10.3390/jpm12020203.

[495] Tirelli, G., Rigo, S., Bullo, F., Meneguzzi, C., Gregori, D., Gatto, A. Saccades and smooth pursuit eye movements in central vertigo. *Acta Otorhinolaryngol Ital* 2011; Apr;31(2):96-102.

[496] American optometric association. Optometric clinical practice guideline - care of the patient with accommodative and vergence dysfunction. . 2011. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.aoa.org>.

[497] Pavlou, M., Acheson, J., Nicolaou, D., Fraser, C. L., Bronstein, A. M., Davies, R. A. Effect of Developmental Binocular Vision Abnormalities on Visual Vertigo Symptoms and Treatment Outcome. *J Neurol Phys Ther* 2015; Oct;39(4):215-24, doi: 10.1097/NPT.000000000000105.

[498] Cooper, J., Duckman, R. Convergence insufficiency: incidence, diagnosis, and treatment. *J Am Optom Assoc* 1978; 49: 673-80.

[499] Borsting, E., Rouse, M. W., Deland, P. N. Association of symptoms and convergence and accommodative insufficiency in school-age children. *Optometry* 2003; 74: 25-34.

[500] Wajuihian, S. O. Characterizing Refractive Errors, Near Accommodative and Vergence Anomalies and Symptoms in an Optometry Clinic. *Br Ir Orthopt J* 2022; 14;18(1):76-92, doi: 10.22599/bioj.267.

[501] Ward, L. M., Gaertner, C., Olivier, L., Ajrezo, L., Kapoula, Z. Vergence and accommodation disorders in children with vertigo: A need for evidence-based diagnosis. *EClinical Med.* 2020; 21100323.

[502] Kapoula, Z., Gaertner, C., Yang, Q., Denise, P., Toupet, M. Vergence and Standing Balance in Subjects with Idiopathic Bilateral Loss of Vestibular Function. *PLoS One* 2013; 18;8(6):e66652, doi: 10.1371/journal.pone.0066652.

[503] Bauwens, A., Kapoula, Z., Aakash, G., Guérin, R. L'asthénopie vestibulaire de mieux en mieux cernée. *Rev. Francoph. Orthopt.* 2021; 14: 74-80.

[504] Bucci, M. P., Kapoula, Z., Bui-Quoc, E., Bouet, A., Wiener-Vacher, S. Saccades and vergence performance in a population of children with vertigo and clinically assessed abnormal vergence capabilities. *PLoS One* 2011; 2011;6(8):e23125, doi: 10.1371/journal.pone.0023125.

[505] Bucci, M. P., Lê, T. T., Wiener-Vacher, S., Brémond-Gignac, D., Bouet, A., Kapoula, Z. Poor postural stability in children with vertigo and vergence abnormalities. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2009; Oct;50(10):4678-84, doi: 10.1167/iovs.09-3537.

[506] Delfosse, G., D, B.-G., Kapoula, Z. Postural Patterns of the Subjects with Vergence Disorders: Impact of Orthoptic Re-education, a Pilot Study. *Br. Ir. Orthopt. J.* 2018; 14(1): 64-70.

- [507] Wiener-Vacher, S., Wiener, S. I., Ajrezo1, L., Obeid1, R., Mohamed, D., Boizeau, P., C, A., Bucci, M. P. Dizziness and Convergence Insufficiency in Children: Screening and Management. *Front. Integr Neurosci* 2019; 13(25), doi: 10.3389/fnint.2019.00025.
- [508] Wiener-Vacher, S. Les vertiges chez l'enfant [Vertigo in children]. *Arch Pediatr* 2004; 11(12): 1542-5, doi: 10.1016/j.arcped.2004.03.012.
- [509] Fancello, V., Palma, S., Monzani, D., Pelucchi, S., Genovese, E., Ciorba, A. Vertigo and Dizziness in Children: An Update. *Child. Basel* 2021; 8;8(11):1025, doi: 10.3390/children8111025.
- [510] Morize, A., Kapoula, Z. Reeducation of vergence dynamics improves postural control. *Neurosci Lett* 2017; 656: 22-30, doi: 10.1016/j.neulet.2017.07.025.
- [511] Rizk, H. G., Lee, J. A., Liu, Y. F., Endriukaitis, L., Isaac, J. L., WM, B. Drug-Induced Ototoxicity: A Comprehensive Review and Reference Guide. *Pharmacother. Déc* 2020; 40(12): 1265-75.
- [512] Jozefowicz-Korczynska, M., Pajor, A., Lucas Grzelczyk, W. The Ototoxicity of Antimalarial Drugs—A State of the Art Review. *Front Neurol* 2021; 12(661740).
- [513] Shepard, N. T., Telian, S. A., Smith-Wheelock, M. Habituation and Balance Retraining Therapy. *Neurol. Clin.* 1990; 8(2): 459-75.
- [514] Li, X., Hamdy, R., Sandborn, W., Chi, D., Dyer, A. Long-term effects of antidepressants on balance, equilibrium, and postural reflexes. *Psychiatry Res. Juill* 1996; 63(2-3): 191-6.
- [515] Hindle, J. V., Ibrahim, A., Ramaraj, R. Ataxia caused by amiodarone in older people. *Age Ageing* 2008; 37(3): 347-8.
- [516] Tighilet, B., Leonard, J., Bernard-Demanze, L., Lacour, M. Comparative analysis of pharmacological treatments with N-acetyl-dl-leucine (Tanganil) and its two isomers (N-acetyl-L-leucine and N-acetyl-D-leucine) on vestibular compensation: Behavioral investigation in the cat. *Eur. J. Pharmacol. Déc* 2015; 769: 342-9.
- [517] A.N.A.E.S. Prise en charge diagnostique et thérapeutique de la migraine chez l'adulte et chez l'enfant : aspects cliniques et économiques. . 2002.
- [518] Strupp, M., Dieterich, M., Brandt, T. The treatment and natural course of peripheral and central vertigo. *Dtsch Arztebl Int* 2013; Jul;110(29-30):505-15: 515-6, doi: 10.3238/arztebl.2013.0505.
- [519] Tarnutzer, A. A., Berkowitz, A. L., Robinson, K. A., Hsieh, Y. H., Newman-Toker, D. E. Does my dizzy patient have a stroke? A systematic review of bedside diagnosis in acute vestibular syndrome. *CMAJ* 2011; 14;183(9):E571-92, doi: 10.1503/cmaj.100174.
- [520] Marrie, R. A., Cutter, G. R., Tyry, T. Substantial burden of dizziness in multiple sclerosis. *Mult Scler Relat Disord. Epub* 2013; Jan;2(1):21-8, doi: 10.1016/j.msard.2012.08.004.
- [521] Alpini, D., Caputo, D., Pugnetti, L., Giuliano, D. A., Cesarani, A. Vertigo and multiple sclerosis: aspects of differential diagnosis. *Neurol Sci* 2001;(v;22 Suppl 2:S84-7), doi: 10.1007/s100720100041.
- [522] Meshref, M., Shaheen, A., Elmatboly, A. M., Hamdallah, A., Abdella, W. S., Amro, Y., Khairat, S. M., Swed, S. Central positional vertigo as first initial multiple

sclerosis symptom: A case report with systematic review. *Clin Case Rep* 2022; 8;10(8):e6154, doi: 10.1002/ccr3.6154.

[523] Hadjivassiliou, M., Graus, F., Honnorat, J., Jarius, S., Titulaer, M., Manto, M., Hoggard, N., Sarrigiannis, P., Mitoma, H. Diagnostic Criteria for Primary Autoimmune Cerebellar Ataxia-Guidelines from an International Task Force on Immune-Mediated Cerebellar Ataxias. *Cerebellum* 2020; Aug;19(4):605-610, doi: 10.1007/s12311-020-01132-8.

[524] Byram, K., Hajj-Ali, R. A., Calabrese, L. CNS Vasculitis: an Approach to Differential Diagnosis and Management. *Curr Rheumatol Rep* 2018; 30;20(7):37, doi: 10.1007/s11926-018-0747-z.

[525] Kattah, J. C. The Spectrum of Vestibular and Ocular Motor Abnormalities in Thiamine Deficiency. *Curr Neurol Neurosci Rep* 2017; 17(5): 40.

[526] He, M., Zhang, H. N., Tang, Z. C., Gao, S. G. Balance and coordination training for patients with genetic degenerative ataxia: a systematic review. *J Neurol* 2021; Oct;268(10):3690-3705, doi: 10.1007/s00415-020-09938-6.

[527] Fonnum, F., Lock, E. A. Cerebellum as a target for toxic substances. *Toxicol Lett* 2000; 113: 9-16, doi: 10.1016/s0378-4274(99)00246-5.

[528] Lee, C. C., Su, Y. C., al, H. Risk of stroke in patients hospitalized for isolated vertigo: a four-year follow-up study. *Stroke* 2011; 42: 48-52.

[529] Matsuda, P. N., Shumway-Cook, A., Bamer, A. M. Falls in multiple sclerosis: incidence, causes, risk factors and health care provider response. *PMR* 2011; 3: 624-632.

[530] Hebert, J., Corboy, J., Manago, M., Schenkman, M. Effects of Vestibular Rehabilitation on Multiple Sclerosis-Related Fatigue and Upright Postural Control: A Randomized Controlled Trial. *Phys. Ther.* 2011; 91(8): 1166-83.

[531] Hebert, J., Corboy, J., Vollmer, T., Forster, J., Schenkman, M. Efficacy of Balance and Eye-Movement Exercises for Persons With Multiple Sclerosis (BEEMS). *Neurology* 2018; 90(9): e797-807.

[532] Ozgen, G., Karapolat, H., Akkoc, Y., Yuceyar, N. Is customized vestibular rehabilitation effective in patients with multiple sclerosis? A randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med* 2016; Aug;52(4):466-78.

[533] Badke, M. B., Shea, T. A., Miedaner, J. A., Grove, C. R. Outcomes after rehabilitation for adults with balance dysfunction. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 2004; 85(2): 227-33.

[534] Cameron, M. H., Horak, F. B., Herndon, R. R., Bourdette, D. Imbalance in multiple sclerosis: a result of slowed spinal somatosensory conduction. *Somatosens. Mot. Res.* 2008; 25: 113-22.

[535] Jacobs, J. V., Kasser, S. L. Effects of dual tasking on the postural performance of people with and without multiple sclerosis: a pilot study. *J. Neurol.* 2011; 259(6): 1166-76.

[536] Krishnan, V., Kanekar, N., Aruin, A. S. Anticipatory postural adjustments in individuals with multiple sclerosis. *Neurosci. Lett.* Janv 2012; 506(2): 256-60.

[537] Gimmon, Y., Millar, J., Pak, R., Liu, E., Schubert, M. C. Central not peripheral vestibular processing impairs gait coordination. *Exp. Brain Res.* 2017; 235(11): 3345-55.

- [538] Mañago, M. M., Schenkman, M., Berliner, J., Hebert, J. Gaze stabilization and dynamic visual acuity in people with multiple sclerosis. *J. Vestib. Res.* 2017; 26(5-6): 469-77.
- [539] Choi, K.-D., Lee, H., Kim, J.-S. Vertigo in brainstem and cerebellar strokes. *Curr Opin Neurol* 2013; 26(1): 90-95.
- [540] Kim, S. H., Kim, H. J., Kim, J. S. Isolated vestibular syndromes due to brainstem and cerebellar lesions. *J Neurol* 2017; Oct;264(Suppl 1):63-69, doi: 10.1007/s00415-017-8455-6.
- [541] Massaquoi, S. G. Physiology of clinical dysfunction of the cerebellum. *Handb Clin Neurol* 2012; 103: 37-62, doi: 10.1016/B978-0-444-51892-7.00002-4.
- [542] Breska, A., Ivry, R. B. The human cerebellum is essential for modulating perceptual sensitivity based on temporal expectations. *Elife* 2021; 24;10:e66743, doi: 10.7554/eLife.66743.
- [543] Bastian, A. J. Cerebellar limb ataxia: abnormal control of self-generated and external forces. *Ann N Acad Sci* 2002; 978: 16-27, doi: 10.1111/j.1749-6632.2002.tb07552.x.
- [544] Schmahmann, J. D. Disorders of the cerebellum: ataxia, dysmetria of thought, and the cerebellar cognitive affective syndrome. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci* 2004; Summer;16(3):367-78, doi: 10.1176/jnp.16.3.367.
- [545] Kelly, G., Shanley, J. Rehabilitation of ataxic gait following cerebellar lesions: Applying theory to practice. *Physiother. Theory Pract.* 2016; 32(6): 430-7.
- [546] Ilg, W., Synofzik, M., Brötz, D., Burkard, S., Giese, M. A., Schöls, L. Intensive coordinative training improves motor performance in degenerative cerebellar disease. *Neurology* 2009; 73(22): 1823-30.
- [547] Ford, H., Trigwell, P., Johnson, M. The nature of fatigue in multiple sclerosis. *J Psychosom Res* 1998; Jul;45(1):33-8.
- [548] Hebert JR, C. JR. The association between multiple sclerosis-related fatigue and balance as a function of central sensory integration. *Gait Posture* 2013; May;38(1):37-42.
- [549] Boes, M. K., Sosnoff, J. J., Socie, M. J., Sandroff, B. M., Pula, J. H., Motl, R. W. Postural control in multiple sclerosis: effects of disability status and dual task. *J Neurol Sci* 2012; 15;315(1-2):44-8.
- [550] Cattaneo, D., Jonsdottir, J., Zocchi, M., Regola, A. Effects of balance exercises on people with multiple sclerosis: a pilot study. *Clin Rehabil* 2007; Sep;21(9):771-81.
- [551] Santé Publique France. Plan anti chute des personnes âgées : la contribution de Santé Publique France au dispositif. . 2022.
- [552] Vellas, B. J., Wayne, S. J., Romero, L. J., Baumgartner, R. N., Garry, P. J. Fear of falling and restriction of mobility in elderly fallers. *Age Ageing* 1997; 26: 189-93.
- [553] Montero-Odasso, M., Velde, N., Martin, F. C., Petrovic, M., Pin Tan, M., Ryg, J. World guidelines for falls prevention and management for older adults: a global initiative. *Age Ageing* 2022; 51: 9,, doi: 10.1093/ageing/afac205.
- [554] Bloch, F. Chute de la personne âgée. , EMC - AKOS (Traité de Médecine), 2015, : 1-5.

- [555] Vellas, B. J., Wayne, S. J., Romero, L. J., Baumgartner, R. N., Rubenstein, L. Z., Garry, P. J. One-leg balance is an important predictor of injurious falls in older persons. *J Am Geriatr Soc* 1997; 45: 735-8.
- [556] Lundin-Olsson, L. N., Gustafson, Y. Stops walking when talking" as a predictor of falls in elderly people. *Lancet* 1997; 1;349(9052):617.
- [557] Clark, R. D., Lord, W., SR, I.W. Clinical parameters associated with falls in an elderly population. *Gerontology* 1993; 39: 117-23.
- [558] Tinetti, M. E. Performance-Oriented Assessment of Mobility Problems in Elderly Patients. *J Am Geriatr Soc* 1986; 34: 119-26.
- [559] Ballester, M., Liard, P., Vibert, D., Häusler, R. Menière's disease in the elderly. *Otol Neurotol* 2002; 23: 73-8.
- [560] Jumani, K., Powel, J. Benign Paroxysmal Positional Vertigo: Management and Its Impact on Falls Kiran Jumani K. Powell *J Ann Otol Rhinol Laryngol* 2017; 126(8): 602-605.
- [561] Ghulyan, V., Paolino, M. Étude comparative de l'équilibre dynamique des chuteurs et non chuteurs. *Fr ORL* 2005; 88 :89-96.
- [562] Py, R. Déficiences visuelles » Elsevier Masson, Rapport SFO. . 2017.
- [563] Chatard, H. Mouvements oculaires au cours du vieillissement. *Rev. Francoph. D'Orthoptie* 2019; 12: 14-16.
- [564] H.A.S. RAPPORT HAS Des-recommandations-pour-un-repérage-plus-précoce-de-la-dmla. . novembre 2022.
- [565] Szmulewicz, D. J., McLean, C. A., MacDougall, H. G., Roberts, L., Storey, E., Halmagyi, G. M. CANVAS an update: Clinical presentation, investigation and management. *J. Vestib. Res.* 2014; 24(5): 465-74.
- [566] Poretti, A., Palla, A., Tarnutzer, A. A., Petersen, J. A., Weber, K. P., Straumann, D. Vestibular impairment in patients with Charcot-Marie-Tooth disease. *Neurology* 2013; 80(23): 2099-105.
- [567] Agrawal, Y., Carey, J. P., Della Santina, C. C., Schubert, M. C., Minor, L. B. Disorders of Balance and Vestibular Function in US Adults: Data From the National Health and Nutrition Examination Survey, 2001-2004. *Arch Intern Med* 2009; 169(10): 968.
- [568] Rahne, T., Plontke, S., Keyßer, G. Vasculitis and the ear: a literature review. *Curr Opin Rheumatol* 2020; Jan;32(1):47-52, doi: 10.1097/BOR.0000000000000665.
- [569] Colvin, I. B. Audiovestibular Manifestations of Sarcoidosis: A Review of the Literature:. *The Laryngoscope* 2006; 116(1): 75-82.
- [570] Ertugrul, O., Mutlu, A., Zindanci, I., Cam, O. H., Ozluoglu, L. Audiological and vestibular measurements in Behçet's disease. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2019; Jun;276(6):1625-1632, doi: 10.1007/s00405-019-05403-x.
- [571] Coates, M. L., Martinez Del Pero, M. Updates in antineutrophil cytoplasmic antibody (ANCA)-associated vasculitis for the ENT surgeon. *Clin Otolaryngol* 2020; May;45(3):316-326, doi: 10.1111/coa.13524.
- [572] Buetti, B., Luxon, L. M. Vestibular involvement in peripheral neuropathy: A review. *Int. J. Audiol.* 2014; 53(6): 353-9.

- [573] Palla, A., Schmid-Priscoveanu, A., Studer, A., Hess, K., Straumann, D. Deficient high-acceleration vestibular function in patients with polyneuropathy. *Neurology* 2009; 72(23): 2009-13.
- [574] Zingler, V. C., Cnyrim, C., Jahn, K., Weintz, E., Fernbacher, J., Frenzel, C. Causative factors and epidemiology of bilateral vestibulopathy in 255 patients: Bilateral Vestibulopathy. *Ann Neurol* 2007; 61(6): 524-32.
- [575] Simoneau, G. G., Ulbrecht, J. S., Derr, J. A., Becker, M. B., Cavanagh, P. R. Postural Instability in Patients with Diabetic Sensory Neuropathy. *Diabetes Care* 1994; 17(12): 1411-21.
- [576] Boucher, P., Teasdale, N., Courtemanche, R., Bard, C., Fleury, M. Postural Stability in Diabetic Polyneuropathy. *Diabetes Care* 1995; 18(5): 638-45.
- [577] Schwartz, A. V., Hillier, T. A., Sellmeyer, D. E., Resnick, H. E., Gregg, E., Ensrud, K. E. Older Women With Diabetes Have a Higher Risk of Falls. *Diabetes Care* 2002; 25(10): 1749-54.
- [578] Roman de Mettelinge, T., D, C., P, C., N, D. N., K, D. Understanding the Relationship between Type 2 Diabetes Mellitus and Falls in Older Adults: A Prospective Cohort Study. *Bayer Éditeur PLoS ONE* 2013; 8(6).
- [579] Wuehr, M., Schniepp, R., Schlick, C., Huth, S., Pradhan, C., Dieterich, M. Sensory loss and walking speed related factors for gait alterations in patients with peripheral neuropathy. *Gait Posture* 2014; 39(3): 852-8.
- [580] Allet, L., Armand, S., Golay, A., Monnin, D., Bie, R. A., Bruin, E. D. Gait characteristics of diabetic patients: a systematic review. *Diabetes Metab Res Rev* 2008; 24(3): 173-91.
- [581] Gutierrez, E. M., Helber, M. D., Dealva, D., Ashton-Miller, J. A., Richardson, J. K. Mild diabetic neuropathy affects ankle motor function. *Clin. Biomech.* 2001; 16: 522-8.
- [582] Richardson, J. K., Sandman, D., Vela, S. A focused exercise regimen improves clinical measures of balance in patients with peripheral neuropathy. *Arch Phys Med Rehab* 2001; 82(2): 205-9.
- [583] Allet, L., Armand, S., Bie, R. A., Golay, A., Monnin, D., Aminian, K. The gait and balance of patients with diabetes can be improved: a randomised controlled trial. *Diabetologia* 2010; 53(3): 458-66.
- [584] Richardson, J. K., Thies, S. B., DeMott, T. K., Ashton-Miller, J. A. Interventions Improve Gait Regularity in Patients with Peripheral Neuropathy While Walking on an Irregular Surface Under Low Light: interventions for neuropathic gait. *JAGS* 2004; 52(4): 510-5.
- [585] D'Silva, L. J., Lin, J., Staecker, H., Whitney, S. L., Kluding, P. M. Impact of Diabetic Complications on Balance and Falls: Contribution of the Vestibular System. *Phys. Ther.* 2016; 96(3): 400-9.
- [586] Aranda, C., Meza, A., Rodríguez, R., Mantilla, M. T., Jáuregui-Renaud, K. Diabetic Polyneuropathy May Increase the Handicap Related to Vestibular Disease. *Arch. Med. Res.* 2009; 40(3): 180-5.
- [587] Lackner, D., JR, P, J., J, H., F, K., D, R., E. Precision contact of the fingertip reduces postural sway of individuals with bilateral vestibular loss. *Exp Brain Res* 1999; 126(4): 459-66.

- [588] Creath, R., Kiemel, T., Horak, F., Jeka, J. J. The role of vestibular and somatosensory systems in intersegmental control of upright stance. *J. Vestib. Res. Equilib. Orientat.* 2008; 18(1): 39.
- [589] Mitoma, H., Manto, M. The physiological basis of therapies for cerebellar ataxias. *Ther. Adv. Neurol. Disord.* 2016; 9(5): 396-413.
- [590] Voogd, J., Barmack, N. H. Oculomotor cerebellum. *Prog Brain Res* 2006; 151: 231-68, doi: 10.1016/S0079-6123(05)51008-2.
- [591] Reichert, W. H., Doolittle, J., McDowell, F. H. Vestibular dysfunction in Parkinson disease. *Neurology* 1982; 32(10): 1133-1133.
- [592] Azulay, J. P., Mesure, S., Amblard, B., Pouget, J. Increased visual dependence in Parkinson's disease. *Percept Mot Ski.* 2002; 95(3 Pt 2): 1106-14.
- [593] Pereira, C. B., Kanashiro, A. K., Maia, F. M., Barbosa, E. R. Correlation of impaired subjective visual vertical and postural instability in Parkinson's disease. *J. Neurol. Sci.* 2014; 346(1-2): 60-5.
- [594] Pollak, L., Prohorov, T., Kushnir, M., Rabey, M. Vestibulocervical reflexes in idiopathic Parkinson disease. *Neurophysiol. Clin. Neurophysiol.* 2009; 39(4-5): 235-40.
- [595] Keus, S., Munneke, M., Graziano, M., Paltamaa, J., Pelosin, E., Domingos, J., Ramaswamy, B., Prins, J., Struiksma, C., Rochester, L., Nieuwboer, A., Bloem, B. European Physiotherapy Guideline for Parkinson's Disease. 2014;.
- [596] Redgrave, P., Rodriguez, M., Smith, Y., Rodriguez-Oroz, M. C., Lehericy, S., Bergman, H. Goal-directed and habitual control in the basal ganglia: implications for Parkinson's disease. *Nat. Rev. Neurosci.* 2010; 11(11): 760-72.
- [597] Fonteyn, E. M. R., Schmitz-Hübsch, T., Verstappen, C. C., Baliko, L., Bloem, B. R., Boesch, S. Falls in Spinocerebellar Ataxias: Results of the EuroSCA Fall Study. *Cerebellum* 2010; 9(2): 232-9.
- [598] Homann, B., Plaschg, A., Grundner, M., Haubenhofner, A., Griedl, T., Ivanic, G. The impact of neurological disorders on the risk for falls in the community dwelling elderly: a case-controlled study. *BMJ Open* 2013; 3(11): e003367.
- [599] Schlick, C., Schniepp, R., Loidl, V., Wuehr, M., Hesselbarth, K., Jahn, K. Falls and fear of falling in vertigo and balance disorders: A controlled cross-sectional study. *J. Vestib. Res.* 2016; 25(5-6): 241-51.
- [600] Bateni, H., Maki, B. E. Assistive devices for balance and mobility: Benefits, demands, and adverse consequences. *Arch Phys Med Rehabil* 2005; 86: 134-145.
- [601] Krueger, W. W. Controlling motion sickness and spatial disorientation and enhancing vestibular rehabilitation with a user-worn see-through display. *The Laryngoscope* 2011; 121(S2): S17-S25.
- [602] Bonato, F., Bubka, A., Krueger, W. W. A wearable device providing a visual fixation point for the alleviation of motion sickness symptoms. *Mil. Med.* 2015; 180(12): 1268-1272.
- [603] Li, J., Zhu, L., Yuan, W., Jin, G., Sun, J. Habituation of seasickness in adult during a long voyage. *Zhonghua Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi* 2012; 47(8): 642-645.
- [604] Rine, R. M., Schubert, M. C., Balkany, T. J. Visual-vestibular habituation and balance training for motion sickness. *Phys. Ther.* 1999; 79(10): 949-957.

- [605] Trendel, D., Haus-Cheymol, R., Erauso, T., Bertin, G., Florentin, J. L., Vaillant, P. Y. Optokinetic stimulation rehabilitation in preventing seasickness. *Eur. Ann. Otorhinolaryngol. Head Neck Dis.* 2010; 127(4): 125-129.
- [606] Gutkovich, Y. E., Lagami, D., Jamison, A., Fonar, Y., Tal, D. Galvanic vestibular stimulation as a novel treatment for seasickness. *Exp. Brain Res.* 2022; 240(2): 429-437.
- [607] Maffert, A., Aupy, B. Optokinetic stimulation efficiency for sea sickness treatment. *Int. Marit. Health* 2020; 71(4): 249-252.
- [608] Maffert, A., Beust, L. Preliminary study after two years of use of Nausicaa system for seasickness management. *Int. Marit. Health* 2022; 73(4): 172-177.
- [609] Lucertini, M., Lugli, V. The Italian Air Force rehabilitation programme for airsickness. *Acta Otorhinolaryngol Ital* 2004; 24(4): 181-7.
- [610] Lucertini, M., Verde, P., Trivelloni, P. Rehabilitation from airsickness in military pilots: long-term treatment effectiveness. *Aviat. Space Environ. Med.* 2013; 84(11): 1196-1200.
- [611] Wang, L., Cao, Y., Tan, C., Zhao, Q., He, S., Niu, D. Uncoupling VOR and vestibuloautonomic retention to Coriolis acceleration training in student pilots and control subjects. *J. Vestib. Res.* 2017; 27(2-3): 103-12.
- [612] Rastogi, P., Khatua, S. S. Motion Sickness Desensitisation Therapy: An Indian Experience. *Indian J. Aerosp. Med.* 2014; 58(2): 8-11.
- [613] Dai, M., Raphan, T., Cohen, B. Prolonged reduction of motion sickness sensitivity by visual-vestibular interaction. *Exp. Brain Res.* 2011; 210: 503-513.
- [614] Clément, G., Deguine, O., Parant, M., Costes-Salon, M. C., Vasseur-Clausen, P., Pavy-LeTraon, A. Effects of cosmonaut vestibular training on vestibular function prior to spaceflight. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2001; 85: 539-545.
- [615] Lugli, L., Baroni, G., Anelli, F., Borghi, A. M., Nicoletti, R. Counting is easier while experiencing a congruent motion. *PloS One* 2013; 8(5): e64500.
- [616] Cha, Y. H., Golding, J. F., Keshavarz, B., Furman, J., Kim, J. S., Lopez-Escamez, J. A. Motion sickness diagnostic criteria: consensus document of the classification committee of the Bárány society. *J. Vestib. Res.* 2021; 31(5): 327-344.
- [617] Golding, J. F. Motion sickness. *Handb. Clin. Neurol.* 2016; 137: 371-390.
- [618] Koch, A., Cascorbi, I., Westhofen, M., Dafotakis, M., Klapa, S., Kuhtz-Buschbeck, J. P. The neurophysiology and treatment of motion sickness. *Dtsch. Ärztebl. Int.* 2018; 115(41): 687.
- [619] Reason, J. T. Motion sickness adaptation: a neural mismatch model. *J. R. Soc. Med.* 1978; 71(11): 819-829.
- [620] Yates, B. J., Miller, A. D., Lucot, J. B. Physiological basis and pharmacology of motion sickness: an update. *Brain Res. Bull.* 1998; 47(5): 395-406.
- [621] Besnard, S., Bois, J., Hitier, M., Vogt, J., Laforet, P., Golding, J. F. Motion Sickness Lessons from the Southern Ocean. *Aerosp Med Hum Perform* 2021; 92(9): 720-7.
- [622] Bense, S., Stephan, T., Yousry, T. A., Brandt, T., Dieterich, M. Multisensory cortical signal increases and decreases during vestibular galvanic stimulation (fMRI). *J. Neurophysiol.* 2001; 85(2): 886-899.

- [623] Wardman, D. L., Fitzpatrick, R. C. What does galvanic vestibular stimulation stimulate?. *Sensorimotor Control Mov. Posture* 2002; 119–128.
- [624] Curthoys, I. S., MacDougall, H. G. What galvanic vestibular stimulation actually activates. *Front. Neurol.* 2012; 3: 117.
- [625] Długańczyk, J., Gensberger, K. D., Straka, H. Galvanic vestibular stimulation: from basic concepts to clinical applications. *J. Neurophysiol.* 2019; 121(6): 2237-2255.
- [626] Dai, M., Kunin, M., Raphan, T., Cohen, B. The relation of motion sickness to the spatial–temporal properties of velocity storage. *Exp. Brain Res.* 2003; 151: 173-189.
- [627] Clement, G., Reschke, M. F. Relationship between motion sickness susceptibility and vestibulo-ocular reflex gain and phase. *J. Vestib. Res.* 2018; 28(3-4): 295-304.
- [628] Dai, M., Klein, A., Cohen, B., Raphan, T. Model-based study of the human cupular time constant. *J. Vestib. Res.* 1999; 9(4): 293-301.
- [629] Rine, R. M. Vestibular Rehabilitation for Children. *Semin Hear* 2018; Aug;39(3):334-344.
- [630] Li, C. M., Hoffman, H. J., Ward, B. K., Cohen, H. S., Rine, R. M. Epidemiology of Dizziness and Balance Problems in Children in the United States: A Population-Based Study. *J Pediatr* 2016; 171: 240-7.
- [631] Wiener-Vacher, Q., SR, J, P., A.L. Epidemiology of Vestibular Impairments in a Pediatric Population. *Semin Hear* 2018; Aug;39(3):229-242.
- [632] Camet, M. L., Hayashi, S. S., Sinks, B. C., Henry, J., Gettinger, K., Hite, A., Kiefer, J., Mohrmann, C., Sandheinrich, T., Gao, F., Hayashi, R. J. Determining the prevalence of vestibular screening failures in pediatric cancer patients whose therapies include radiation to the head/neck and platin-based therapies: A pilot study. *Pediatr Blood Cancer* 2018; Jun;65(6):e26992.
- [633] Cushing, S. L., Gordon, K. A., Rutka, J. A., James, A. L., Papsin, B. C. Vestibular end-organ dysfunction in children with sensorineural hearing loss and cochlear implants: an expanded cohort and etiologic assessment. *Otol Neurotol* 2013; Apr;34(3):422-8.
- [634] Krause, E., Louza, J. P., Wechtenbruch, J., Gürkov, R. Influence of cochlear implantation on peripheral vestibular receptor function. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2010; Jun;142(6):809-13.
- [635] Abadie, V., Wiener-Vacher, S., Morisseau-Durand, M. P., Porée, C., Amiel, J., Amanou, L., Peigné, C., Lyonnet, S., Manac’h, Y. Vestibular anomalies in CHARGE syndrome: investigations on and consequences for postural development. *Eur J Pediatr* 2000; Aug;159(8):569-74.
- [636] Rine, R. M., Cornwall, G., Gan, K., LoCascio, C., O’Hare, T., Robinson, E., Rice, M. Evidence of progressive delay of motor development in children with sensorineural hearing loss and concurrent vestibular dysfunction. *Percept Mot Ski.* 2000; 90(3 Pt 2): 1101-12, doi: 10.2466/pms.2000.90.3c.1101.
- [637] Rine, R. M., Braswell, J., Fisher, D., Joyce, K., Kalar, K., Shaffer, M. Improvement of motor development and postural control following intervention in children with sensorineural hearing loss and vestibular impairment. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2004; 68(09): 1141-1148.

[638] Ebrahimi, A. A., Jamshidi, A. A., Movallali, G., Rahgozar, M., Haghgoo, H. A. The Effect of Vestibular Rehabilitation Therapy Program on Sensory Organization of Deaf Children With Bilateral Vestibular Dysfunction. *Acta Med Iran* 2017; 55(11): 683-689.

[639] Medeiros, I. R., Bittar, R. S., Pedalini, M. E., Lorenzi, M. C., Formigoni, L. G., Bento, R. F. Vestibular rehabilitation therapy in children. *Otol Neurotol* 2005; Jul;26(4):699-703.

[640] Storey, E. P. B. A., Wiebe, D. J. P., D'Alonzo, B. A. M. P. H., Nixon-Cave, K. P. T., PhD, P. C. S., Jackson-Coty, J. P. T., DPT, P. C. S., Goodman, A. M. M. D., Grady, M. F. M. D., CAQSM, M., MD, C. L., C.A.Q.S.M. Vestibular Rehabilitation Is Associated With Visuovestibular Improvement in Pediatric Concussion. *J. Neurol. Phys. Ther.* 2018; 42(ue 3): 134-141.

[641] Bair, W. N., Kiemel, T., Jeka, J. J., Clark, J. E. Development of multisensory reweighting for posture control in children. *Exp Brain Res* 2007; 183(4): 435-446, doi: 10.1007/s00221-007-1057-2.

Chapitre 2 - Grille d'analyse de la littérature

Références 1-11	Design d'étude (prospective, rétrospective, méta-analyse, cohorte, etc.)	Nombre de patients inclus	Paramètres analysés (examens, traitements, etc.)	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
FS Cooke, 1946	Observation clinique		Posture oculomotricité	Proposition du 1er protocole de réhabilitation vestibulaire	4	Naissance du concept de réhabilitation vestibulaire
Lacour & Bernard-Demanze, 2015	Revue	Modèles animaux	Posture oculomotricité	10 recommandations pour la rééducation vestibulaire	1	
Lacour et al., 2016	Revue	Modèles animaux	Déficits statiques et dynamiques	Applications possibles en pathologie vestibulaire	1	
Mc Donnell & Hillier, 2016	Méta analyse sur 39 études	2441	% de patients améliorés, Fréquence sévérité, intensité des symptômes	Evidence modérée à forte que la réhabilitation vestibulaire est efficace	1	
Hall et al., 2016	Méta analyse	Actualisation de la réf 4	Mêmes critères	Confirmation de l'efficacité de la réhabilitation vestibulaire	1	
Courtney et al., 2022	Méta analyse	18 essais randomisés, 9 études rétrospectives et 8 prospectives	Posture équilibre questionnaires	Amélioration qualité de vie amélioration récupération fonctionnelle, réduction des plaintes, nouvelles recommandations (fréquence, intensité, durée et précocité de la réhabilitation)	1	
Lacour et al., 2019	Etude clinique	28	Acuité Visuelle Dynamique	Nécessité d'une réhabilitation précoce	1	
Lacour et al., 2020	Etude clinique	59	Efficacité d'exercices de stabilisation du regard et du fauteuil rotatoire	Résultats optimaux avec une rééducation précoce	1	
Lacour et al., 2021	Etude clinique	81	Gain du RVO, saccades oculaires, DHI	2 conditions pour récupération optimale : précocité de la rééducation et degré du déficit vestibulaire initial	1	
Lacour et al., 2020	Etude clinique	40	Posture statique et dynamique	Nécessité d'une rééducation précoce surtout en condition d'équilibration dynamique	1	
Lacour et al., 2021	Etude clinique	69	Posture statique et dynamique	Nécessité d'une rééducation précoce, risque de chute réduit	1	

Chapitre 3.1 - Grille d'analyse de la littérature

Mots clefs : Fauteuil rotatoire, rééducation vestibulaire, processus d'habituation, réflexe vestibulo-oculaire

Base de données : Pubmed, Google Scholar, ScienceDirect, Pedro - Intervalle de temps : 1923-2022

Références 12-27	Design d'étude (prospective, rétrospective, méta-analyse, cohorte, etc.)	Nombre de patients inclus	Paramètres analysés (examens, traitements, etc.)	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
Bárány, 1906	Essais comparatifs avec série historique		Temps d'extinction de la sensation de rotation yeux fermés	Réduction du temps du côté du vestibule lésé	3	Référence historique
Dodge, 1923	Essais comparatifs avec série historique		Temps d'extinction de la sensation de rotation yeux fermés	Réduction des réponses au fur et à mesure des rotations	3	Référence historique
Collins, 1963	Essais comparatifs avec série historique	10	Diminution du nystagmus per-rotatoire en ENG	Réduction de la vitesse du nystagmus du côté de la rotation au fur et à mesure des sessions et rétention dans le temps	3	Référence historique
Whitney et al., 2016	Revue de la littérature		Description des concepts de la rééducation vestibulaire Habituation, Adaptation, Substitution	Efficacité de l'habituation	4	
Quarck et al., 2015	Étude prospective	42	Modification de la réponse vestibulaire sur fauteuil rotatoire chez le sportif versus le non sportif	Les réponses per-rotatoires et post-rotatoires sont réduites chez le sujet entraînés	2	
Nigmatullina et al., 2013	Étude prospective	49	Nystagmus per-rotatoire, perception de la rotation chez des danseurs et non danseurs avec IRM fonctionnelle	Réduction de la vitesse et de la perception de la rotation chez le danseur. Réduction des réponses de la partie postérieure du cervelet et une absence d'activation dans le cortex de la perception de rotation par rapport au groupe non danseurs	1	
Sémont, 1973	Avis d'expert		Réponses post rotatoires au fauteuil			Accord professionnel à discuter
Sémont, 1985	Avis d'expert		Réponses post rotatoires au fauteuil Symétrisation des réponses	Amélioration de la qualité de vie après rééducation		Accord professionnel à discuter

Sémont, 1994	Revue de la littérature		Revue de techniques de rééducation s'appuyant sur des études de cas-témoins	Amélioration de la qualité de vie après rééducation	4	
Ushio et al. 2011	Étude sur modèle animal	3	<p>N = 3 macaques</p> <p>Paradigme 1 : Test en condition normale avant opération</p> <p>Paradigme 2 : Test après une labyrinthectomie unilatérale. Protocole de rotation du côté lésionnel mis en place dans 2ème mois post-op</p> <p>Paradigme 3 : Protocole de rotation bidirectionnel</p> <p>Protocole chaise rotatoire :</p> <p>30 rotations gauches et 30 droites randomisées avant la session. Puis 5400 rotations vers la gauche d'environ 2s avec 1.1s de repos entre chaque pendant 3 heures. Enfin, 30 rotations gauches et 30 droites randomisées.</p> <p>Évaluation:</p> <p>Mesure du VOR lors d'une rotation unilatéral dans le noir accélération 1000°/s² jusqu'à un pic de vitesse de 150°/s maintenu 0.45s puis arrêt brutal (décélération 1000°/s)</p>	<p>Paradigme 1 : Augmentation significative du gain du VOR après la stimulation. Disparition de l'effet après une semaine.</p> <p>Paradigme 2 : Avant l'entraînement asymétrie significative des gains en défaveur du côté opéré.</p> <p>Après l'entraînement, diminution significative de l'asymétrie, par augmentation du gain du côté lésé et diminution du côté sain</p> <p>Paradigme 3 : Pas de changement significatif</p>		

Sadeghi et al, 2019	Étude prospective en double aveugle	16	<p>Désordre vestibulaire chronique n = 16</p> <p>Effet court terme n=8, 1 séance</p> <p>Effet long terme, n=8 6 séances sur 4 semaines</p> <p>Protocole FR:</p> <p>Rotation du côté déficitaire les yeux ouverts et dans le noir avec accélération sur 4s de 80°/s2 jusqu'à atteindre 320°/s puis décélération lente 10°/s2 sur 30s.</p> <p>Répété 5 fois</p> <p>Évaluation:</p> <p>Prépondérance directionnelle au FR vitesse max 40°/s, 0.2 Hz</p> <p>Questionnaire symptômes subjectif</p>	<p>Symétrisation des réponses</p> <p>Amélioration de la qualité de vie au questionnaire symptômes subjectif</p>	3	
Sémont, 199	Avis d'expert		<p>Réponses post rotatoires au fauteuil</p> <p>Symétrisation des réponses</p>			Accord professionnel à discuter
Nyabenda et al, 2003	Études cas témoins	23	<p>Épreuves vestibulo spinales, épreuves rotatoires, questionnaires</p>	Amélioration de l'ensemble des tests	3	
Nevous et al, 2017	Recommandations Pratique Clinique		<p>Stratégie diagnostique et thérapeutique dans la maladie de Menière</p>			Recommandations SFORL 2016

Lacour et al, 2020	Étude prospective	40	<p>N = 40 déficit unilatéral aigu</p> <p>Early : n = 19, 12 femmes, 59,3 ans, début rééducation 7.2 jours</p> <p>Late 1 : n=13, 7 femmes, 65,9 ans, début rééducation 22.9 jours</p> <p>Late 2: n = 8, 6 femmes, 61.2 ans, début rééducation 44.1 jours</p> <p>Protocole FR : Rotation yeux fermés du côté de l'atteinte, 3 tours à 200-250°/s (1000°/s²). Arrêt brutal. Ouverture des yeux et fixation d'un point à l'arrêt du fauteuil.</p> <p>5 à 10 répétitions</p> <p>8 séances sur 4 semaines</p> <p>Évaluation : DHI Posturographie, SOT + Posturo pro</p>	<p>Amélioration de l'équilibre après la réadaptation avec le protocole au FR</p> <p>Non dépendant du délai entre le début de la pathologie et le début de la réadaptation pour les tâches posturales statiques</p> <p>Meilleure performance dans le groupe Early par rapport aux groupes Late 1 et Late 2 pour les tâches posturales dynamiques</p> <p>La perception par le patient du handicap lié aux vertiges était réduite dans les trois groupes de patients, avec des réductions significativement plus importantes dans le groupe précoce</p>	3	Absence d'un groupe contrôle de prise en charge précoce
Demanez, 2004	Étude cas témoin	1	Qualité de vie	Dégradation de la qualité de vie après chaque session de fauteuil		Accord professionnel à discuter

Lacour et al, 2020	Étude prospective	31	<p>N = 31</p> <p>Déficit Unilatéral Aigu</p> <p>2 groupes : protocole FR Vs protocole AVD</p> <p>3 sous-groupes :</p> <p>Early : n = 14, 10 femmes, 61 ans, début rééducation 7.3 jours</p> <p>Late 1 : n = 10, 6 femmes, 57,3 ans, début rééducation 23.6 jours</p> <p>Late 2 : n = 7, 4 femmes, début rééducation 55.1 jours</p> <p>Protocole chaise rotatoire : Rotation yeux fermés du côté de l'atteinte, 3 tours à 200-250°/s (1000°/s²). Arrêt brutal. Ouverture des yeux et fixation d'un point à l'arrêt du fauteuil</p> <p>Protocole AVD</p> <p>Évaluation : Gain VOR (vHIT), Prépondérance Directionnelle (vHIT)</p>	<p>Pas de différence significative entre les deux protocoles</p> <p>Différence significative après RV entre les 3 sous-groupes (Early, Late 1 et Late 2) sur gain du RVO et PD</p> <p>Diminution significative de la prépondérance pour le groupe précoce par augmentation significative du gain du côté lésé</p>	2	Absence d'un groupe contrôle de prise en charge précoce
--------------------	-------------------	----	--	---	---	---

Lacour et al, 2021	Étude rétrospective	81	<p>N = 81</p> <p>Déficit Unilatéral Aigu</p> <p>4 sous-groupes</p> <p>Early rehab gain<0.2 n =20</p> <p>Early rehab gain>0.2 n = 23</p> <p>Late rehab gain<0.2 n = 22</p> <p>Late rehab gain>0.2 n =16</p>	<p>L'entraînement avec le protocole d'exercices de stabilisation du regard ou le paradigme de rotation unidirectionnelle induit une meilleure récupération du réflexe vestibulo-oculaire angulaire lorsque la rééducation est précoce</p> <p>Deux stratégies différentes :</p> <p>Récupération dynamique de l'aVOR avec une rééducation précoce et,</p> <p>La substitution comportementale basée sur des saccades compensatoires avec une rééducation tardive</p> <p>Une rééducation précoce est une condition nécessaire mais non suffisante pour récupérer. Le degré d'hypofonctionnement du côté lésé joue également un rôle crucial</p> <p>La récupération de l'aVOR est fonction du canal qui a été stimulé pendant la rééducation</p> <p>Les résultats subjectifs tels que le score DHI et les mesures objectives telles que la VVS statique et dynamique ne sont pas corrélés avec la récupération de la stabilité du regard</p>	3	
--------------------	---------------------	----	--	---	---	--

Lacour et al, 2022	Étude rétrospective	69	<p>N = 69 Déficit Unilatéral Aigu</p> <p>4 sous-groupes :</p> <p>Early rehab gain<0.2 n =25 Early rehab gain>0.2 n = 19 Late rehab gain<0.2 n = 15 Late rehab gain>0.2 n =10</p>	<p>La récupération de la fonction d'équilibre dépend de deux conditions nécessaires à la récupération complète de la fonction dynamique du canal, à savoir une réhabilitation précoce et le degré d'hypofonction vestibulaire pré-réhabilitation</p> <p>Cette affirmation doit toutefois être limitée aux tâches posturales dynamiques.</p> <p>Les patients ayant bénéficié d'une réhabilitation précoce et d'un gain d'aVOR supérieur à 0,20 avant la réhabilitation ont présenté le meilleur profil de récupération</p>	3	<p>Étude rétrospective sur la même cohorte que Lacour et coll.. 2021 mais pas avec le même nombre de sujet</p>
--------------------	---------------------	----	--	---	---	--

3.2 - Grille d'analyse de la littérature

Mots clefs : Stimulation optocinétique, rééducation vestibulaire

Base de données : Pubmed, Google Scholar, PEDro, ScienceDirect - Intervalle de temps : 1950-2022

Références 28-42	Design d'étude (prospective, rétrospective, méta-analyse, cohorte, etc.)	Nombre de patients inclus	Paramètres analysés (examens, traitements, etc.)	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
Brodsky, 2004	Review		Analyse neuroanatomique et clinique des liens entre les informations visuelles et le système vestibulaire	Les stimulations optocinétiques alimentent le noyau vestibulaire et contribue à la perception du mouvement en parallèle des afférences vestibulaires	4	
Mucci et al, 2018	CRT	25 sujets avec mal du débarquement 13 consécutifs à l'usage d'un transport et 12 spontanés	Questionnaire MISC et EVA des symptômes, mesure posturo avant et après stim opto	Amélioration des sujets grâce aux stimulations optocinétique et mouvements de tilt de la tête	3	Semi randomisation des effectifs
Van Ombergen et al, 2016	Prospective	9 sujets avec symptômes lors de conflits visuo vestibulaires vs 9 sujets sains	Exposition à stimulation optocinétique > mesure des déviations posturales et de la verticale subjective + questionnaires	Les patients présentant une dépendance visuelle présentent des déviations posturales plus marquées, des altérations de la verticale subjective et une aggravation aux scores des questionnaires de symptômes de désorientation spatiale, oculomoteurs, et de nausées.	3	
Brandt et al, 1973	Prospective	43 sujets sains	Evaluation des effets d'une stimulation optocinétique chez sujets sains avec variations des angles et de zones de vision (centrale ou périphérique) sur reflexe opto et vection circulaire	La stimulation de la vision périphérique entraine une sensation de vection circulaire, alors de la vision centrale est responsable du reflexe optocinétique. Une stimulation sur un angle de 60° suffit à engendrer un reflexe optocinétique. La réponse maximale est obtenue entre 90 et 120°/sec.	2	

Brandt et al, 1974	Prospective	5 + 9 sujets	Sur 5 sujets études des effets consécutifs à une stimulation opto (vection circulaire et reflexe optocinétique) Sur 9 sjts étude de l'influence des vitesse et des angles de stimulations sur ces mêmes effets consécutifs		3	
Rossi-Izquierdo et al, 2011	Prospective Comparative	24 12> Posturo 12> opto	Sujets instables avec patho vestibulaire chronique > effet des 2 techniques sur instabilité > Mesure: DHI, Posturo > TOS et limites de stabilité	Sur TOS > amélioration supérieur sur le score visuel preference en Opto En reed posturo > amélioration de l'entrée visuelle, vestibulaire et limites de stabilités	3	
Pavlou et al, 2011	CRT	26 sjts sains Gpe controle et gpe expe	Test de dépendance visuelle avant et après reed opto par Rod & frame et Rod & disc tests avec mesure de la verticale subjective et une mesure des déviations posturales	Diminution de la sensibilité aux mouvements du champ visuel tant sur le plan postural que perceptif avec la stimulation opto	3	
Vitte et al, 2005	CRT	5 areflexiques bilatéraux, 5 unilatéraux, 5 sjts sains	Reed opto > Mesure nystagmus opto et post opto > TOS equitest	Amelioration de la régularité du reflexe opto Diminution des déviations posturales durant la stimulation et amélioration des scores au TOS	3	Diminution des déviations posturales non mesurées par méthodes objectives. Faible échantillon
Takahashi et al, 1978	Prospective	20 sujets sains	Stimulation opto horizontale et verticale et mesure du nystagmus opto	Vitesse phase lente égale à vitesse du stimulus jusqu'à 30°/sec	2	
Pavlou et al, 2013	Prospective comparative	60 patients vestibulaire chroniques 3 groupes avec TTT différents	> 1 groupe opto champ visuel complet > 1 groupe sur ecran tv sous supervision > 1 groupe sur écran TV sans supervision	Amélioration significativement supérieure pour les patients stimulés en champ visuel complet et sur ecran avec supervision. (Posturographie dynamique - TOS, Evaluation fonctionnelle de la marche, et questionnaires SCQ VSS BEck depression inventory	3	

Abadi et al, 2005	Prospective	4 sujets sains	Etude du gain et de la chronologie d'installation du reflexe optocinétique selon la vitesse et l'amplitude de champ de la stimulation	Perte de gain et de vitesse d'installation du reflexe avec un masque de champs central de 12,5° et baisse plus minime avec un de 20°	2	
Manso et al, 2016	Cohorte	40 (20 groupe experimental 20 groupe controle)	Reeducation selon le protocole de Cawthorne-Cooksey VS Stimulation opto avec progressivement mouvements de tete et plan instable Mesure du DHI, EVA des sensations vertigineuses, romberg et test d'appui unipodal	Bénéfices identiques dans les 2 groupes	2	Emploi d'exercices avec des mouvements de tête qui induisent des stimulations vestibulaires
Loader et al, 2007	CRT	24	Sujets avec persistance de troubles de l'équilibre depuis au moins 3 mois. > 1 groupe test et 1 contrôle	Le groupe test voit son TOS significativement amélioré sur les épreuves 4,6 et le composite	2	
Pavlou et al, 2004	Prospective	40	Sujets avec sensations vertigineuse persistantes > 1 groupe reeducation vesti et un groupe avec stimulation opto	Amélioration des indices de sensibilité visuelle aux mouvements	3	
Ressiot et al, 2013	Prospective	15 (7 groupe test et 8 controle)	Evaluation de l'impact d'une stimulation optocinétique avec groupe controle en utilisant l'échelle de Graybiel avec des sujets souffrant tous de mal de mer (Score GAYBIEL > stage II)	Amélioration pour la plupart des sujets du groupe test	3	Taille de l'échantillon faible. Peu de sujets de l'échantillon initial (30 sujets) ont terminé le protocole de l'étude. Biais de selection.

3.3 - Grille d'analyse de la littérature

Mots clefs : Rééducation vestibulo-oculaire, stabilisation du regard, acuité visuelle dynamique, adaptation incrémentée
 Base de données : Pubmed, Google Scholar, PEDro, ScienceDirect - Intervalle de temps : 1950-2022

Références 43-64	Design d'étude (prospective, rétrospective, méta-analyse, cohorte, etc.)	Nombre de patients inclus	Paramètres analysés (examens, traitements, etc.)	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
Gautier & Robinson, 1975	Retrospective	?	Modulation du RVO lors du port de verres grossissants	Le RVO est plastique et s'adapte aux perturbations générant des dysméttries vestibulo oculaires	3	Taille de l'échantillon inconnu
Gonshor & Melvill Jones, 1976	Prospective	4 sujets sains	Mesure du RVO avant et après le port prolongé (2,6,7,21j) de lentilles induisant une inversion horizontale de l'image	Le RVO évolue en gain et en phase. Il diminue fortement lors du port des lunettes et revient à la norme en 2 à 3h pour la phase du RVO et en 2 à 3 semaines pour le gain	3	
Gonshor & Melvill Jones, 1976	Prospective	7 sujets	Mesure du RVO en fixant une cible lors de rotation sinusoïdale avec ou sans fond miroir	Le RVO n'est pas modifié dans l'épreuve contrôle. Lors de l'exposition à l'image miroir, le RVO est diminué.	2	
Migliaccio & Schubert, 2013	Prospective	9 sujets sains	Mesure RVO sur mvts passifs et actifs avant et après reeducation AIRVO	Gain du RVO majoré selectivement du côté stimulé	2	

Meldrum et al, 2019	Prospective	/	<p><u>Intervention :</u> Exercice de stabilisation du regard type rvox1, rvo x2 et AIRVO</p> <p><u>Evaluations :</u> Gain du RVO (vHIT) AVD Oscillopsie</p>	<p>Amélioration du gain du RVO actif et dans une moindre mesure passif mesuré au vHIT, chez les sujets sains et chez les sujet présentant un déficit unilatéral chronique</p> <p>Les exercices RVOx2 semblent permettre une plus grande augmentation du RVO actif que les exercices RVOx1.</p> <p>Le protocole est constitué d'impulsions de la tête du côté lésionnel et ceux pendant au moins 15 min</p> <p>Amélioration du gain du RVO n'est pas forcément nécessaire pour améliorer les fonctions posturales dynamiques</p> <p>Amélioration l'AVD, pour une grand part des patients par l'augmentation du nombre et l'organisation de saccade de couverture.</p> <p>Le DHI semble être corrélée à l'organisation des saccades de couverture.</p> <p>La rééducation vestibulaire réduit la perception des oscillopsies, même si elle ne comporte pas d'exercices de stabilisation du regard</p> <p>Les oscillopsies ne sont pas corrélée à l'AVD</p> <p>Les oscillopsies sont corrélées à la perception de contrôle sur la santé</p>	<p>2</p> <p>Les améliorations du gain et de l'AVD ne sont pas corrélées aux symptômes subjectifs (Oscillopsie, étourdissement, etc.)</p>
---------------------	-------------	---	---	---	--

Rinaudo et al, 2021	Essai Controlé randomisé en double aveugle	24 hypofonction vestibulaire périphérique isolé chronique et stable. GI : n = 13, 60.05 ± 15.22 ans, 6 femmes, déficit depuis 46.23 ± 71.93 mois GC : n = 11, 68.39 ± 9.27 ans, 4 femmes, déficit depuis 44.18 ± 50.63 mois 4 sessions de 15 min.	<u>Intervention</u> : Dispositif StableEyes : comprenant un IMU et laser orientable. Lorsque le sujet réalise une impulsion de la tête d'un côté le pointeur laser s'oriente dans le sens opposé, le sujet doit maintenir son regard sur la cible. Groupe interventionnel : Protocole IVA (augmentation progressive du gain de 0.1 toutes les 90 s) Groupe Contrôle : Protocole VORx1 <u>Evaluation</u> : Gain RVO (vHIT) Latence Saccade compensatoire AVD Equilibre statique et dynamique DHI	Augmentation significative du gain du RVO pour le groupe intervention par rapport au groupe contrôle. Diminution significative du temps de latence des saccades de rattrapage entre la session 1 et 5 pour le groupe contrôle. Non retrouvé pour le groupe intervention. Amélioration significative de l'AVD au cours du temps pour les deux groupes. Pas de différence intergroupe. Pas de différence significative au DHI Amélioration significative du DGI au cours du temps pour les deux groupes. Pas de différence intergroupe. Pas de différence intergroupe sur le GaitRite Amélioration significative de l'équilibre en condition 2 (SOT) pour le Groupe intervention	2	Gain RVO initialement supérieur dans le groupe contrôle. Comparabilité des groupes au départ ? Taille d'effet faible à modérée, la différence minimale cliniquement pertinente est elle dépassée ? Dispositif actuellement non commercialisé
Migliaccio & Schubert, 2014	Prospective	10 sujets (6 contrôles et 4 patients)	Protocole AIRVO	Amélioration su RVO du côté stimulé uniquement	2	
Crane & Schubert, 2018	Prospective	4 patients (2nevrites, 2schwannomes)	Exercices d'AVD à domicile durant 4 semaines	Diminution significative du DHI	2	

Lacour et al, 2020	Prospective, Essais comparatif	28 Déficit Unilat Aigu 3 groupes : Early (<15j), n = 10, 63.1 ans, 5 femmes Late1 (15<n<30), n=9, 66.1 ans, 5 femmes Late2 (>30), n=9, 60.2 ans, 5 femmes	<u>Intervention</u> : Saccade active de la tête du côté lésionnel d'au moins 10° à une vitesse comprise entre 150 et 300°/s. Un optotype est projeté sur l'écran situé devant pendant 50ms lorsque le sujet réalise le mvt à la bonne vitesse. Entraînement dans les plans déficitaires. 2 sessions par semaines pendant 4 semaines <u>Evaluation</u> : Gain RVO (vHIT) Prépondérance directionnelle Temps de latence des saccades compensatrices % cover saccade AVD DHI	Diminution significative du score DHI pour les 3 groupes entre avant et après la rééducation. Mais score significativement plus faible pour le groupe early et Late 1 par rapport au groupe Late2 après la rééducation Amélioration significative de l'AVD pour les 3 groupes entre avant et après la rééducation. Mais score significativement plus faible pour le groupe early par rapport aux groupes Late1 et Late2 après la rééducation Augmentation significative du gain du RVO dans le groupe Early après rééducation Diminution significative du pourcentage de saccade de couverture dans le groupe Early en post rehab par rapport au pre rehab Augmentation significative du pourcentage de saccade de couverture dans le groupe Late1 et Late2 en post rehab par rapport au pre rehab	2	Durée des séances et nombre de saccade de la tête non rapportés. Absence de groupe contrôle pour comparaison avec le groupe Early
Schubert et al, 2008		5	Etude des stratégies développées dans la récupération de l'AVD	Certains sujets voient le gain de RVO augmenté et d'autres développent des stratégies de saccades multiples Les sujets chroniques et les mouvements volontaires développent préférentiellement la stratégie par saccades multiples.	3	
Rinaudo et al, 2021	Etude comparative	20	Différents paramètres de la reeducation VO Gain demandé RVO, Pic vitesse de tete et main, amplitude mvt de tete et main	Methode X2 améliore plus le gain de RVO. La rééducation automatisée non prédictible est plus efficace	3	Faible échantillon. Gain du RVO est-il observé dans les AVJ pour protocole automatisé? Pas d'évaluation DHI

Peters & Bloomberg, 2005	Prospective	10	Mesure de l'acuité statique debout à une distance de 50 cm et à une distance de 4 m Et mesure de l'acuité dynamique sur un tapis de marche à 1.79 m/s	1) AVD significativement moins bonne lorsque la cible est proche par rapport à la cible lointaine.	2	
Lasker et al, 2022	Prospective	4 sujets sains et 1 sujets avec deficit vestibulaire	Mesure du RVO avec cible à 124 ou 15 cm. Mvts de tetes de 10 à 20 degrés à une vitesse de 80 à 150°/sec	Le RVO est augmenté pour la cible proche sans différence de latence	3	
Chang & Schubert, 2021	CRT	22 sujets avec deficit unilateral et 12 sujets sains en controle	Mesure du RVO lors de mvts passifs en ipsi et controlateral à la lésion avec l'usage de cible éloignée et proche	Le RVO ipsilatéral et diminué pour les cibles éloignées comme rapprochées sans majoration du RVO liée à la convergence	2	Intérêt de travailler avec des cibles à distances variables
Herdman et al, 1995	CRT	19 sujets ayant subi une neurectomie	Différentes mesures posturographiques en Pré opératoire, J+3 et J+6	Amélioration de l'équilibre statique et dynamique supérieur au groupe controle qui n'a pas réalisé de mouvements de tête	2	
Herdman et al, 2007	CRT	13 patients avec deficit vestibulaire bilateral	Mesures d'AVD avant et après réalisation d'un protocole d'exercices de stabilisation du regard avec groupe exp et controle	Amélioration de l'AVD significative pour le groupe expérimental	2	
Mahfuz et al, 2018	Prospective	10 sujets sains	Réalisation de différentes sessions d'exercices de type AIRVO en actif, passif	Augmentation et retention du gain similaire entre l'approche active et passive avec un bénéfice sur les RVO actifs et passifs	2	
Herdman et al, 2003	CRT	21	Mesure de l'AVD chez des sujets présentant un déficit vestibulaire lors de mouvements actifs et passifs avant et après un protocole d'exercices de stabilisation du regard	Différence avec le groupe controle qui n'a pas executé que des saccades sans mouvements de tête. Le groupe Test seul présente une amélioration de l'AVD en actif et en passif.	2	
Hall et al, 2022	Meta analyse					RPC de l'APTA sur l'hypofonction vestibulaire périphérique
Ischebeck et al, 2018						

Rinaudo et al, 2021	Essai croisé Contrôlé randomisé en double aveugle	21 C-AIRVO Group, n = 9, 67.27 ± 9.83 ans, 3 femmes, déficit depuis 52.67 ± 52.52 mois AIRVO-C Group, n = 12, 58.83 ± 15.13 ans, 5 femmes, déficit depuis 50.08 ± 74.14 mois	<u>Intervention</u> : Dispositif StableEyes Entraînement tous les jours pendant 15 min pendant 6 mois. Washout 6 mois Groupe interventionnel : Protocole AIRVO (augmentation progressive du gain de 0.1 toutes les 90 s) Groupe Contrôle : Protocole RVOx1 <u>Evaluation</u> : Gain RVO (vHIT) Latence Saccade compensatoire AVD Equilibre statique et dynamique DHI	Pour les sujets ayant réalisé au moins 4 sessions par semaine Augmentation significative du gain du RVO en actif (20%) et en passif (30%) dans le groupe IVA. Différence intergroupe significative. Rétention des progrès à 6 mois. Diminution significative du temps de latence des saccades compensatoire pour le groupe contrôle par rapport au groupe intervention Pas de différence significative sur le test d'équilibre Diminution significative du DHI pour le groupe intervention par rapport au groupe contrôle	2	La taille d'effet semble plus importante lors d'un traitement long. A évaluer en phase aigu et subaigu
Viziano et al, 2019	CRT	47	Vestibulo-ocular reflex gain, posturographic parameters such as length, surface, and fast Fourier transform power spectra, self-report, and gait performance measure scores	A 12 mois, le RVO, le DHI, et les analyses posturographiques conservent des valeurs similaires à celles mesurées en post rééducation. L'usage de réalité virtuelle combinée à la rééducation classique apporterait un bénéfice supplémentaire.	2	Absence du protocole de rééducation dans l'article

3.4 - Grille d'analyse de la littérature

Références 65-81	Design d'étude (prospective, rétrospective, méta-analyse, cohorte, etc.)	Nombre de patients inclus	Paramètres analysés (examens, traitements, etc.)	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
Winter, 1995	Revue de la littérature		Analyse cinématique, posturographique electromyographique		4	Article cité 4031 fois
Gurfinke, 1973	Revue de la littérature				4	
Berg et al, 1992	Etude de cohortes	113	Questionnaires tests cliniques		2	
Monsell et al, 1997	Revue de la littérature				4	
Horak et al, 1997	Revue de la littérature				4	
Kamen et al, 1998	Etude prospective non randomisée	20			3	
Whitney et al, 2011	Etude de cohorte	81	Posturographie, accélérométrie		4	
Hirvonen, 1997	Etude de cohorte	11	Posturographie		4	
Duarte & Freitas, 2010	Revue de la littérature		Posturographie		4	
Visser et al, 2008	Revue de la littérature				4	
Le Clair & Rjach, 1996	Etude de cohorte		Posturographie		4	
Richard, 1995	Revue de la littérature	836	Posturographie Vidéonystagmographie		4	
Décret n° 2003-462 du 21 mai 2003	Etude de cohorte	37	Posturographie Tests cliniques		4	
Artuso et al, 2004	Etude de cohorte				2	
Nardone et al, 2010	Etude de cohorte	3	Posturographie Vidéonystagmographie Tests cliniques Questionnaires		4	
Marioni et al, 2013	Avis d'expert					Accord Professionnel

Winkler & Esses, 2011	Etude contrôlée randomisée	39	Posturographie		1	
-----------------------	----------------------------	----	----------------	--	---	--

3.5 - Grille d'analyse de la littérature

Références 82-98	Design d'étude (prospective, rétrospective, méta-analyse, cohorte, etc.)	Nombre de patients inclus	Paramètres analysés (examens, traitements, etc.)	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
Kleim et al, 2008	revue de la littérature				avis d'expert	Cité 2507 fois
Lacour et Bernard-Demanze, 2014	revue de la littérature				avis d'expert	
Bao et al., 2015	Revue de la littérature				avis d'expert	
Coelho et al., 2020	Etude en simple aveugle randomisé				niveau 4	
Herdman et Clendaniel, 2014	revue de la littérature				avis d'expert	
Herdman, 1990	revue de la littérature				avis d'expert	
Pavlou, 2010	revue de la littérature				avis d'expert	
Lesinski et al., 2015	Méta analyse		Test de l'appui unipodal		niveau 2	
Meldrum et al/, 2012	Revue de la littérature	200			avis d'expert	
9bis	Etude prospective	32	DHI Test de Tinetti		niveau 4	
Bent et al., 2005	Etude prospective	20			niveau 4	

Yelnik et al., 2015	Etude prospective randomisée	50			niveau de preuve 4	
Schniepp et al., 2017	revue de la littérature				avis d'expert	
Hirjaková et al., 2020	Etude contrôlée randomisée	50	Plateforme statique vitesse de déplacement du centre de masse		niveau 2	
Kurz et al., 2016	Etude contrôlée randomisée en double aveugle	53	Posturographie statique questionnaires		niveau 1	
Sessoms et al., 2015	Cas clinique	1				Accord professionnel
Ottenbacher et al., 1990	Recommandation de bonnes pratiques					
Pavlou et al., 2013	Etude contrôlée randomisée	60	Posturographie dynamique FGA Questionnaire		niveau de preuve 1	
Hsu et al., 2017	Etude Prospective	70	Posturographie statique		niveau de preuve 4	
Huang et al., 2019	Revue de la littérature				avis d'expert	

3.6 - Grille d'analyse de la littérature

Références 99-110	Design d'étude	Nombre de patients inclus	Paramètres analysés	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
Hall et al., 2021	Guidelines	Academy of Neurological Physical Therapy of the American Physical Therapy Association	NA	NA	NA	
McDonnell et Hillier, 2015	Systematic review Cochrane	39 essais contrôlés randomisés	Changement du vertige (par ex en fréquence ou intensité), mesure fonction, qualité de vie	Des preuves, de modérées à solides : rééducation vestibulaire est un traitement efficace et sans danger pour le syndrome vestibulaire périphérique unilatéral. Des preuves modérées indiquent que la rééducation vestibulaire permet une résolution des symptômes et une amélioration du fonctionnement à moyen terme. Il n'existe pas suffisamment de preuves pour distinguer les différentes formes de rééducation vestibulaire.	2	
Regauer et al., 2020	Revue systematique	20 essais randomisés 2 essais non randomisés Patients ≥ 65 ans	Evaluations de la mobilité, vertige et qualité de vie	Thérapies physiques hétérogènes. Pas de différences entre les groupes	3	
Yardley et al., 2001	Revue	Méthodologie non décrite	Méthodologie non décrite	Facteurs psychologiques pouvant aggraver le vertige : évitement, anxiété, charge cognitive limitant le traitement central	4	
Tekin et al., 2021	Essai contrôlé randomisé en simple aveugle	75 participants repartis en 3 groups (Activité, exercices, contrôle)	VAS VADL	Efficacité du programme centré sur activité pour améliorer les tâches quotidiennes	2	

Ekwall et al., 2009	Etude transversale	4360 participants âgés de plus de 75 ans	Questionnaire	L'exercice, léger (promenade) ou intense (jardinage), a été corrélé à une réduction du risque de mauvaise qualité de vie chez les personnes âgées souffrant de vertiges	2	
Kammerlind et al., 2016	Etude transversale	305 patients (79 présentant vertiges importants, 49 vertiges légers)	Evaluation de l'activité physique sur Questionnaire rétrospectif	Sans préjuger de la causalité, les sujets présentant des vertiges importants étaient moins actifs physiquement.	2	
Van Laer et al., 2022	Cohorte rétrospective	66 patients postopératoire résection Schwannome vestibulaire	Questionnaire	les patients souffrant de vertiges chroniques présentaient des niveaux d'activité physique plus faible	3	
Kamo et al., 2022	Etude transversale	59 patients présentant des vertiges	Mesure de l'activité physique par accéléromètre DHI HAD	activité physique légère = 1er facteur affectant le score DHI (avant la position du centre de pression, le genre, et le score d'anxiété	2	Toutes pathologies dont 11 'autres' Absence de groupe contrôle
Morimoto et al., 2019	Essai prospectif, non randomisé	28 patients 28 sujets sains appariés en âge	Mesure de l'activité physique par accéléromètre	Temps de sédentarité patients > sujets sains Temps activité physique légère patients < sujets sains	2	Pas d'ajustement aux facteurs confondants
Asai et al., 2022	Etude prospective non randomisée	21 patients présentant des vertiges chroniques	Mesure de l'activité physique par accéléromètre DHI	Consigne de marche 30 min/j Suggère Réduction handicap perçu et anxiété	3	Anova pre/post traitement sans ligne de base Absence de groupe contrôle
Ancellin et al., 2017	Guidelines	Bénéfices de l'activité physique pendant et après cancer	NA	NA	NA	
Perk et al., 2012	Guidelines	European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice	NA	NA	NA	

Scemama et al., 2022	Guide Méthodologique	Consultation et prescription médicale d'activité physique à fins de santé chez l'adulte	NA	NA	NA	
----------------------	----------------------	---	----	----	----	--

3.7 - Grille d'analyse de la littérature

Mots clefs : Rachis cervical - instabilité - trouble de l'équilibration - rééducation - kinésithérapie
 Base de données: Pubmed – ScienceDirect - Intervalle de temps: 1950-2022

Références 111-135	Design d'étude	Nombre de patients inclus	Paramètres analysés	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
Cullen et Roy, 2004	Review		Etude du parcours du signal vestibulaire durant les mouvements actifs et passifs	Le traitement des afférences vestibulaires diffère entre les mouvements actifs et passifs	4	Nombreuses études sur animal reprises dans cet article
Trealeven, 2008	Review	/	Description des méthodes d'évaluation et de prise en charge des troubles sensorimoteurs du rachis cervical	Une thérapie sur mesure peut être proposée sur base des déficits retrouvés (troubles proprioceptifs, stabilité du regard, oculomotricité, poursuite, saccades, coordination Yeux/tête, stabilité posturale)	4	
McCarthy et al, 2008	Prospective	10	Impact de la proprioception du tronc sur l'orientation visuospatiale	une inclinaison du tronc et gardant la tête verticale induit une erreur de perception de la verticale	3	
Kyale et al, 2008	Prospective	32 sujets avec dysfonction vestibulaire:	Evaluation GPE52 et formulaire VSS avant et après rééducation	Les patients présentant un trouble vestibulaire ont des tensions musculaires et des pertes de mobilité du rachis	3	

		20 Test 12 Contrôle		cervical. La rééducation les améliore et améliore la stabilité perçue		
Iglebekk et al, 2013	Etude de cohorte	69	Etudes des symptômes associés au VPPB chronique	87% des sujets rapportent une cervicalgie	1	
Stanton et al, 2016	Revue systematique et meta analyse	/	Proprioception cervicale chez le cervicalgie chronique	Les patients cervicalgiques chroniques présentent plus de troubles proprioceptifs du rachis cervical que les sujets sains	1	
Williams et al, 2017	Prospective	20 controle 14 sujets vestibulaires 20 sujets cervicalgiques	Comparaison de la cinématiques des mouvements du rachis cervical entre les différents groupes	Le sujet cervicalgique présente une perte de vélocité et une mobilité asymétrique. Les sujets vestibulaires ne présentent pas de différences significatives avec les sujets controles à l'exception des sujets présentant encore des sensations vertigineuses.	3	
Iglebekk et al, 2015	Prospective	19	Patients cervicalgies et présentant des VPPB chroniques sont manoeuvrés et sont évalués avant/après par questionnaire	Le questionnaire évalue la présence de vertiges, douleurs, perturbations visuelles,nausées, acouphènes,... Après manoeuvre, les douleurs, les sensations vertigineuses, les nausées, les perturbations visuelles, les acouphènes sont améliorées	3	
Trealeven et al, 2003	Prospective	102 sujets avec des troubles associés à un traumatisme cervical	comparaison entre sujets avec trauma cervical et controle de leur capacite à realiser un test de repositionnement de tête	les sujets avec trauma cervical sont moins performants sur le test de repositionnement de tête. Lorsqu'ils sont instables, l'erreur de repositionnement	3	

		44 sujets controle		est plus importante ainsi que l'index de douleur cervicale		
Hurwitz et al, 2008	Best evidence synthesis	Analyse de 170 articles	Analyse des articles sur les interventions non invasives	Les thérapies actives démontrent une efficacité supérieure, le port de collier cervical n'apporte pas de bénéfice	1?	
Wang et al, 2016	Best evidence synthesis		Revue de littérature pour évaluer l'intérêt des thérapies passives et de l'acupuncture sur les traumatismes cervicaux.	Les mobilisations passives sont efficaces. L'électrothérapie, le contracté relâché, le massage de confort, les compresses chaudes, froides, et les ultrasons ne sont pas efficaces	1?	
Micarelli et al, 2021	RCT	41 sujets tests et 39 controle	Sujets présentant un vertige cervical sont traités par thérapie manuelle (SNAGs)	Amélioration significative du DHI, Neck Disability Index, et EVA de la douleur chez le groupe test ainsi qu'une amélioration de la mobilité du rachis cervical et de paramètres posturographiques	2	
Yaseen et al, 2018	Review		Revue de littérature sur l'efficacité de la thérapie manuelle sur le vertige cervical	La thérapie manuelle semble efficace mais l'hétérogénéité des techniques étudiées nécessite de futures recherches pour réhausser le niveau d'évidence	4	
Yacovino et al, 2013	Review		Revue des étiologies possible de vertiges, instabilités liées au rachis cervical et de leur prise en charge	La thérapie manuelle dans le cadre de trouble proprioceptif est indiquée	4	

Reid et al, 2014	RCT	86	3 groupes: SNAG, mob passive et placebo > Mesure de la mobilité du rachis cervical et test de repositionnement cervical avant et après 6 semaines de TTT	La traitement passif par SNAGs améliore la mobilité du rachis cervical jusqu'à 12 semaines mais n'améliore pas le test de repositionnement cervical. La mobilisation passive simple n'a pas d'effet	2	
Reid et al, 2015	RCT	86	3 groupes: SNAG, mob passive et placebo > Mesure de la mobilité du rachis cervical et test de repositionnement cervical avant et après 6 semaines de TTT	L'évaluation à 12 mois retrouve une amélioration de mobilité du rachis, du DHI, et de l'échelle GPE avec un bénéfice supérieur pour la thérapie par SNAGs	2	
Revel et al, 1994	RCT	60	Effet d'un programme de rééducation de coordination cervico oculaire sur la proprioception du cervicalgique	Le groupe test présente une amélioration significative face au groupe controle	2	
Minguez-Zuazo et al, 2016	Prospective	7	8 séances de rééducation active et mesure de la mobilité du rachis cervical, controle postural et questionnaires sur trouble de l'équilibre, psy	Amélioration du vécu du patient, du confort cervical, de l'instabilité perçue, de la mobilité du rachis	4	
Malmström et al, 2007	Prospective	22	Examen postural, et musculosquelettique de patients présentant un vertige cervical et rééducation adaptée au bilan	Le rachis cervical est pour la plupart douloureux et hypomobile avec la présence de trouble proprioceptif et posturaux. La rééducation améliore ces symptômes au long cours	3	
Duquesnoy et Catanzarti, 2008	Revue		Description des étiologie de vertige cervical et des traitements	Le facteur proprioceptif est une indication à une thérapie active et le port de collier cervical doit être limité	4	

Karlberg et al, 1996	RCT	17	Reéducation sur base des symptômes de sujets présentant un vertige cervical	Mesures posturographiques, EVA cervicalgies, et intensité/fréquences des vertiges > Rééducation améliore l'ensemble des éléments mesurés	2	Traitement multimodal
Hansson et al, 2013	RCT	29 sujets avec trauma cervical	Intensité de la douleur, mobilité cervicale, DHI et évaluation de l'équilibre statique et dynamique	La rééducation vestibulaire n'améliore pas les douleurs cervicales et la mobilité du rachis. Une corrélation est retrouvée entre la mobilité du rachis cervicale et l'instabilité perçue au DHI	2	
McPhee et al, 2013	Meta analyse		Usage du collier cervical dans le cadre d'un traumatisme du rachis cervical	Accord pour dire qu'il n'est pas indiqué mais les études sont de faible niveau de preuve	2	
Schneider et al, 2014	RCT	31	Comparaison d'une prise en charge combinée en rééducation vestibulaire et du rachis cervical contre une rééducation basée sur une éducation posturale + travail de mobilité cervicale	Le groupe traitement permet une récupération dans 73% des cas contre 7% dans le groupe contrôle en 8 semaine.	2	
Van Leeuwen et van der Zaag-Loonen, 2017	Prospective	455	Analyse de la fréquence de prise en charge de sujets cervicalgiques instables par des kinésithérapeutes sans prise en charge du trouble vestibulaire	Sur 455 sujets instables, 191 présentent une cervicalgie. Parmi ces derniers, 87 ont été soignés en kinésithérapie du rachis cervical. Parmi eux, 81 (94%) auraient pu bénéficier d'un traitement médicamenteux	3	

3.8 - Grille d'analyse de la littérature

Mots clefs : Articulation temporo-mandibulaire, kinésithérapie maxillo-faciale, rééducation vestibulaire
Bases de données: Pubmed, Google Scholar, ScienceDirect - Intervalle de temps: 1990-2022

Références 136-141	Design d'étude (prospective, rétrospective, méta-analyse, cohorte,)	Nombre de patients inclus	Paramètres analysés (examens, traitements,...)	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
Viziano et al., 2020	Prospective	236	Posturographie statique, DHI, échelle TSK-17, HADS, JFLS-20	Corrélations positives significatives entre groupes DTM et CGD	4	
Hernández-Nuño de la Rosa et al., 2021	Review		Symptômes otologiques et DTM	Conditions comorbides entre SO et DTM	4	Études transversales, séries de cas
Porto de Toledo et al., 2017	Review Méta-analyse		Symptômes otologiques et DTM	Prévalence des SO chez les patients DTM	4	
Salvetti et al., 2006	Review		Hypothèses étiopathogéniques des SO chez DTM	Faiblesse méthodologique de la plupart des études	4	Suggestions pour futures recherches
Micarelli et al., 2020	Prospective	254	Amplitude mouvement cervical CROM, DHI, échelle Tampa TSK-17, HADS, JFLS-20	Corrélations significatives négatives entre DTM et CROM Corrélations significatives positives entre DHI, TSK-17 et HADS	4	Relation potentielle entre DTM et atteinte mobilité du rachis cervical
Bjorne et al., 2003	Comparative	24	Symptômes DTM et troubles de colonne cervicale (TCC) chez patients atteints Maladie de Menière, Questionnaires auto-administrés, EVA	Un traitement coordonné DTM et TCC est efficace chez patient souffrant de Maladie de Menière	4	Association claire dans la Maladie de Menière entre DTM et troubles cervicaux, pouvant être causé par le même stress,

						nervosité, tension musculaire
--	--	--	--	--	--	-------------------------------

3.9 - Grille d'analyse de la littérature

Mots clefs : Réalité virtuelle, rééducation vestibulaire, équilibre

Base de données : Pubmed, Google Scholar, ScienceDirect, Pedro, EM Consulte - Intervalle de temps : 2000-2022

Références 142-152	Design d'étude (prospective, rétrospective, méta-analyse, cohorte,)	Nombre de patients inclus	Paramètres analysés (examens, traitements)	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
Piette et al., 2012	Revue de littérature			Avant 2012, les études menées pour prouver l'efficacité de la VR dans la récupération motrice n'apportent aucune conclusion définitive	3	Kinésithérapie, la Revue, éditions Elsevier
Heffernan et al., 2021	Revue systématique et méta-analyse	Désordres vestibulaires périphériques 5 RCT n = 204	Études portant sur des interventions expérimentales de Réalité Virtuelle ou de Réalité Augmentée , seules ou en combinaison avec de rééducation. Interventions de contrôle = absence de traitement, médicaments et régime alimentaire, régime alimentaire seul, médicaments seuls, placebo et médicaments, placebo seul,	La méta-analyse montre un effet, significatif, de taille modéré à large en faveur de la réalité virtuelle/réalité augmentée. Avec cependant, une hétérogénéité des résultats sur le score DHI. (SMD = -1.13 [-1.74, -0.52] p=0.03 i2= 67%) Amélioration significative du score Activities-specific balance confidence (ABC) par rapport au	2	Faible nombre de RCT et RoB fort

			<p>chirurgie seule, rééducation vestibulaire seule, ou rééducation vestibulaire en combinaison avec placebo, etc.</p> <p>Évaluation : DHI , ABC</p>	<p>groupe contrôle dans les 3 études ayant mesuré ce paramètre.</p> <p>Des effets secondaires (nausée, symptôme oculomoteur et désorientation) s'atténuant au fil des séances de rééducation sont reporté dans 2 études</p>		
Xie et al., 2021	Revue systématique	<p>Diagnostics allant de tout vertige périphérique unilatéral à des pathologies spécifiques6 RCT et 4 autre études</p>	<p>Intervention = réalité virtuelle</p> <p>Contrôle = rééducation vestibulaire ou auto-exercice de Cawthorne-Cooksey</p> <p>Évaluation : ?</p>	<p>Conclusion du résumé : preuves préliminaires qui suggèrent les avantages de la rééducation vestibulaire basée sur la réalité virtuelle. Cependant, ces études sont limitées par leurs critères d'inclusion, l'hétérogénéité, la conception des comparateurs et les critères de jugement choisis. Des recherches supplémentaires devraient tenir compte de ces limites.</p>	2	Accès résumé uniquement
Meldrum D. et al., 2015	Étude contrôlée randomisée	<p>atteinte périphérique unilatérale</p> <p>n = 71 patients (44 F et 27 H) Age moyen :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Groupe contrôle = 50 ans - Groupe RV = 58 ans <p>Symptômes depuis en moyenne 5 ans</p> <p>Durée : 6 semaines de rééducation et évaluation à 8</p>	<p>Principale mesure : la vitesse de marche</p> <p>Mesures secondaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Autres paramètres de marche, - Test d'Organisation Sensorielle (SOT), - Acuité visuelle dynamique (DVA), - Échelle de dépression et anxiété (Hospital Anxiety and Depression Scale, HADS), - Questionnaire des bénéfices de la rééducation vestibulaire, - Activities-specific Balance 	<p>Comparaison intergroupe :</p> <p>Les deux groupes ont progressé ($p < 0.01$) mais sans différence significative pour la vitesse de marche ($p > 0,05$). Pas de différence significative également pour le SOT ou tout autre évaluation secondaire ($p > 0,05$).</p> <p>Résultats après intervention : Groupe traité en RVNI a pris significativement plus de plaisir à faire la rééducation ($p=0,001$) avec moins de difficultés ($p=0,009$) et moins de fatigue ($p=0,03$).</p>	2	

		<p>semaine et 6 mois Fréquence : 5 fois par semaine pendant 15 minutes</p> <p>Groupe contrôle : avec mousse d'équilibre (n = 36)</p> <p>Groupe RV : Wii balance board sur Wii fit Plus (n = 35) (RVNI)</p>	Confidence (ABC) questionnaire			
Rosiak O. et al., 2018	Étude contrôlée	<p>Type de pathologie vestibulaire : atteinte périphérique unilatérale</p> <p>n = 50 patients (27 F et 23 H) Age moyen :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Groupe contrôle = 46 ans - Groupe RV = 45 ans <p><i>Durée : 10 jours</i> <i>Fréquence : 10 sessions de rééducation de 30 minutes</i></p> <p>Groupe contrôle : Posturographie statique avec rétroaction visuelle (n = 25)</p> <p>Groupe RV : Traqueurs de mouvements + plateforme de force (= unité RV hybride) (RVNI) (n = 25)</p>	<p>Principale mesure : Équilibre sur plateforme de Posturographie avant l'étude et 1 mois après l'étude (yeux ouverts, YO, puis yeux fermés, YF) et évaluation de la surface et la longueur du centre de pression (COP)</p> <p>Mesures secondaires : Questionnaire sur les vertiges ressentis, forme courte (VSS-SF)</p>	<p>Comparaison intergroupe : Pas de différence d'amélioration de longueur ou de surface du COP entre les 2 groupes, que ce soit YO ou YF (p > 0,05).</p> <p>Résultats après intervention : Mesures du COP :</p> <ul style="list-style-type: none"> - YF amélioration significative (p < 0,05) pour les deux groupes. - YO amélioration significative pour la longueur du COP (groupe RV p = 0,006 et groupe contrôle p = 0,04) mais pas pour la surface du COP (p > 0,05) pour les deux groupes. - Amélioration significative des résultats au VSS-SF (p = 0,001) pour chaque groupe 	3	

<p>Jahn K. et al., 2018</p>	<p>Étude contrôlée randomisée</p>	<p>Type de pathologie vestibulaire :</p> <p>Hypofonction vestibulaire bilatérale</p> <p>n = 14 patients (5 F et 9 H)</p> <p>Age moyen = 68 ans (pas de différence des groupes)</p> <p>Durée : 5 semaines Fréquence : 2 sessions par semaines de 30 minutes</p> <p>Groupe contrôle : Rééducation vestibulaire classique (n = 7)</p> <p>Groupe RV : Rééducation avec Wii balance board (RVNI) (n = 7)</p>	<p>Principale mesure : Évaluations de l'équilibre par :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Berg BS, - tenir 30 secondes sur une mousse YF sur plateforme de stabilométrie. Mesures secondaires : Auto- évaluation des symptômes - DHI - échelle ABC 	<p>Comparaison intergroupe :</p> <p>On ne recense pas de différence significative entre les 2 traitements ($p > 0,05$)</p> <p>Résultats après intervention : Amélioration significative des 2 groupes pour la plateforme de stabilométrie avec mousse (groupe</p> <p>contrôle $p = 0,003$; groupe RV $p = 0,046$). De même pour le BBS (groupe contrôle $p = 0,008$; groupe RV $p = 0,02$).</p> <p>Pour les auto-évaluations, il n'y a pas d'amélioration significative des résultats ($p > 0,05$)</p>	<p>2</p>	
<p>Viziano A. et al., 2018</p>	<p>Étude contrôlée randomisée</p>	<p>n = 47 patients atteinte périphérique unilatérale</p> <p><i>Durée : 4 semaines</i></p>		<p>Comparaison intergroupe :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le groupe RV a montré une amélioration significativement plus élevée du RVO ($p < 0,001$). - Performance de marche (DGI) est significativement meilleure 	<p>2</p>	

		<p><i>Fréquence : tous les jours 20 minutes</i> Groupe contrôle : rééducation vestibulaire classique (n = 24) Groupe RV : rééducation classique avec en plus 20min de RV (avec casque de RV) quotidienne à domicile (n = 23) (RVI)</p>	<p>Principale mesure : Réflexe vestibulo- oculaire (RVO)</p> <p>Mesures secondaires : - Paramètres posturo graphiques (longueur, surface du COP, spectres de puissance transformés de Fourier) évalué les YO puis YF - Scores d'auto-évaluation (DHI et ABC) - Performance de la marche (DGI)</p>	<p>dans le groupe RVI (p = 0,0026). - ABC et DHI sont significativement plus bas dans le groupe RV comparé au groupe contrôle (p < 0,001)</p> <p>Résultats après intervention : - Le RVO s'est amélioré dans les 2 groupes (groupe RV p = 0,0021 ; groupe contrôle p = 0,0025). En conséquence : amélioration des paramètres induits (COP, temps tenu les yeux fermés, Posturographie) significatif dans le groupe traité (p<0,001). - DHI et ABC se sont améliorés pour le groupe RVI (score DHI du groupe RV p=0,002 ; score ABC du groupe RV p = 0,0022)</p>		
Garcia A. P. et al., 2013	Étude contrôlée randomisées	<p>Type de pathologie vestibulaire : maladie de Ménière</p> <p>n = 44 patients (28 F et 16 H) Age moyen = 48 ans</p> <p><i>Durée : 6 semaines</i> <i>Fréquence : 2 sessions par semaine, minimum 20 minutes</i></p> <p>Les évaluations sont effectuées en pré- et post-intervention.</p> <p>Groupe contrôle : avec rééducation classique</p>	<p>Principale mesure : DHI</p> <p>Mesures secondaires: - Dizziness Analog Scale (DAS) - Polygone de sustentation (= zone de stabilité)</p>	<p>Comparaison intergroupe : - Le score du DHI du groupe RV est plus bas significativement (p<0,001). - La DAS et le polygone de sustentation sont meilleurs significativement dans le groupe RV (score DAS p =0,012 et surface du polygone de sustentation p = 0,016).</p> <p>Résultats après intervention : - Le DHI s'est amélioré significativement pour le groupe RV (p < 0,001) mais pas pour le groupe contrôle (p = 0,092). - La DAS présente un meilleur score significativement dans les deux groupes (groupe RV p < 0,001 et groupe contrôle p =0,009) après rééducation. - Le polygone de sustentation est plus faible significativement pour le groupe RV (p < 0,001)</p>	2	

		vestibulaire (n = 21) Groupe RV : stimulation par lunettes de RV (RVI) (n = 23)		mais pas pour le groupe contrôle (p=0,566)		
Hsu S. Y. et al., 2017	Étude contrôlée randomisée	<p>Type de pathologie vestibulaire : Maladie de Ménière</p> <p>n = 70 patients (44 F et 26 H) Age moyen :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Groupe contrôle = 66 ans - Groupe RV = 69 ans <p>Stade de la maladie de Ménière : Durée : 4 semaines Fréquence : 6 sessions en tout, 30 minutes par session Groupe contrôle</p> <p>(C) : faisant des exercices simples de mobilisation (n = 34)</p> <p>Groupe RV : utilisant la Kinect® (RVNI) (n = 36)</p>	<p>Principale mesure : Exercices modifiés de Cawthorne-Cooksey</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mobilisation de la tête - Mobilisation des yeux - Extension active de la tête - Coordination <p>Mesures secondaires :</p> <p>Comparaison des paramètres d'équilibres avant et après l'étude (mesure du centre de gravité grâce à un SKG et mesure des trajectoires ML et AP)</p> <p>NB : Le centre de gravité peut être assimilé au COP car ils se suivent</p> <p>Comparaison intergroupe :</p> <p>Pour les paramètres d'équilibre, il y a une différence significative entre les 2 groupes pour le SKG, la déviation maximale ML et maximale AP :</p> <ul style="list-style-type: none"> - SKG (surface COP) p = 0,002 - max ML p = 0,009 	<p>Résultats après intervention : Différence significative d'amélioration pour le groupe traité comparé au groupe contrôle : Résultats RV : Résultats C : - Tête p=0,007 - p = 0,899</p> <p>39</p> <ul style="list-style-type: none"> - Groupe contrôle : stade I (13), stade II (5), stade III (12), stade IV (4). - Groupe RV : Stade I (9), stade II (9), stade III (15), stade IV (3). <p>Niveau fonctionnel de la maladie :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Groupe contrôle : niveau 2 (8), niveau 3 (24), niveau 4 (2) - Groupe RV : niveau 1 (2), niveau 2 (13), niveau 3 (11), niveau 4 (7), niveau 5 (3) <p>dans les déplacements et le COP est compris dans le centre de gravité (Péninou G. et al. 2018).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Yeux p=0,003 - Extension p < 0,001 - Coordination p=0,011 - Total p < 0,001 - p = 0,056 - p = 0,142 - p = 0,467 	2	

			- max AP p = 0,036	- p = 0,021		
Ugur E. et al, 2022	Étude contrôlée	<p>normal n=20</p> <p>patients MS mal des transports n=19</p> <p>6 sessions de VR en rééducation avec jeu "Roller Coaster Dreams" jouable via PlayStation VR HMD</p> <p>3x par semaine sur 2 semaines ou 2x par semaine sur 3 semaines</p>	<p>Les participants ont été évalués à la phase de pré-rééducation 2 fois et après les troisième et sixième séances de rééducation avec le test d'organisation sensorielle (SOT).</p> <p>L'efficacité du programme de réadaptation a été statistiquement analysée en comparant les résultats des SOT.</p>	<p>Tous les résultats SOT du groupe de patients ont été comparés les uns aux autres pour évaluer l'efficacité de la rééducation. Selon les comparaisons, une différence statistiquement significative a été trouvée entre les 1er, 2e, 3e et 4e scores d'équilibre SOT ; Condition 2 (p = 0,043), Condition 3 (p = 0,006), Condition 4 (p = 0,031), Condition 5 (p = 0,002) et Condition 6 (p = 0,040). Il n'y a pas de différence obtenue dans la condition 1 (p > 0,05). Les scores d'équilibre de SOT 3e et SOT 4e étaient similaires et les scores d'équilibre SOT 4e étaient les plus élevés parmi toutes les mesures SOT.</p>	3	
Kinne et al., 2019	Revue systématique	<p>Dysfonction vestibulaire</p> <p>6 RCT et une série de cas n = 331</p>	<p>Intervention = réalité virtuelle réalisée au domicile</p> <p>Contrôle = Rééducation vestibulaire traditionnelle</p>	<p>Les sujets quel que soit leur groupe présentent une amélioration après l'intervention.</p> <p>3 RCT sur 6 montrent une amélioration significativement</p>	3	Qualité méthodologique des études moyennes

			<p>Évaluation :</p> <p>DHI</p> <p>AVD</p> <p>Posturographie</p> <p>Équilibre statique et dynamique</p> <p>vHIT</p>	<p>plus grande dans le groupe réalité virtuelle par rapport au groupe contrôle.</p> <p>6 études sur 7 proposent la réalité virtuelle en complément d'une rééducation supervisée.</p>		
Gallagher, M. et al., 2018	Revue		<p>Analyse des processus en jeu lors du cybersickness et proposition d'amélioration</p>	<p>Le cybersickness émerge d'un conflit sensorielle entre la vision, la proprioception et le vestibule</p> <p>Une exposition graduelle permet de réduire le cybersickness</p>	2	
Fisher, R. S. et al., 2022	Revue		<p>Mise à jour des connaissances sur l'épilepsie photosensible</p>	<p>La prévention des crises nécessite l'évitement des stimuli provoquant dont la VR</p>	2	
Martins da Silva, A. et al., 2017	Revue		<p>Revue de l'influence des stimuli photiques sur la génération des crises d'épilepsie, abordant les premières descriptions du phénomène et son exploration ultérieure</p>	<p>L'épilepsie photosensible est liée à l'âge, plus fréquente chez les femmes, limitée dans le temps et étroitement liée à l'Épilepsie myoclonique juvénile</p>	2	

3.10 - Grille d'analyse de la littérature

Références 153-155	Design d'étude (prospective, rétrospective, méta- analyse, cohorte,)	Nombre de patients inclus	Paramètres analysés (examens, traitements,...)	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
Cohen, 2013					AP	
Gaymard, 2017					AP	
Batuecas-Caletrio, 2017					NP4	

4.1 - Grille d'analyse de la littérature

Références 158-198	Design d'étude (prospective, rétrospective, méta-analyse, cohorte, ...)	Nombre de patients inclus	Paramètres analysés (examens, traitements,...)	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
Graybiel et Fregly, 1966	Etude contrôlée normative, de validité et de corrélation	Etude de batterie de tests version longue (550 témoins 11 patients atteints de troubles vestibulaires) ; et version courte (927 témoins et 32 atteintes vestibulaires)	Batterie de test version longue (Test de maintien (secs) de position en tandem YO et YF et de nombre de pas lors de TW YO, sur rails de différentes dimensions); Batterie de test version courte (mêmes tests sur un rail et position tandem, appui unipodal et Romberg pieds joints sans rail)	Performances aux tests sur rail de version courte liées aux résultats des tests caloriques, Tests version longue et courte valide, normée ; corrélation positive entre tests sur rails et tests classiques (Appuis unipodaux, tandem et TW)	4	
Longridge et Mallinson, 2010	Etude prospective de corrélation de tests	52 sujets avec déficit vestibulaire, 44 témoins. Age moyen ?	Romberg, tandem YO et YF et TW YF	Manque de spécificité et de sensibilité du tandem et TW pour distinguer les atteintes vestibulaires des témoins,	2	Patients compensés et parfois asymptomatiques
Bohannon, 2006	Métanalyse pour normes	22 études regroupant 3484 sujets sains >60 ans	Passation Appui unipodal, détails de consigne de passation, Analyse par décade	Temps moyen 15,7 secs normes par décade	1	
Horak et al, 2009	Etude de validité	22 sujets avec et sans troubles de l'équilibre	Corrélation entre BESTest et ABC Scale	Les patients avaient un BESTest moins bon que les sujets sains. ICC pour reproductibilité interobservateur 0.91 [0.79-0.96] Correlation BESTtest and ABC scale $r=0.636$ $p<0.01$	2	
Mann GC et al, 1996	Etude prospective corrélation de tests	28 sujets (Age moyen 58 ans) atteints de trouble	Diag : Tests caloriques test cinétique sur fauteuil tests	FRT < 20 cm= AUP < 20secs, corrélation modérée (0,59);	2	hétérogénéité pour l'évolution (de 1,3

		vestibulaire périphérique	positionnels, analyse nystagmus DHI, FRT, AUP sur plateforme	Effet d'âge sur résultat AUP ; Pas de corrélation entre DHI et FRT et AUP		mois à 121 mois, DHI de 0 à 96)
Jacobson et al., 2011	Etude retrospective de corrélation	103 patients (âge moyen 59 ans) atteints de troubles vestibulaires	4 tests Romberg YO et YF, Romberg mousse YO et YF par rapport aux tests caloriques et cVEMP	Sensibilité 61% et spécificité 58% en fonction des tests caloriques, sensibilité 53% et spécificité 56% en fonction des cVEMP Pas d'usage comme test d'identification	4	Population des sujets vestibulaires hétérogène
Allum et Adkin, 2003	Etude prospective	Groupe témoins sains Groupe déficit unilatéral: 28 patients (Age moyen 54 ans)	Diag: nystagmus spontané, tests caloriques et cinétiques Examen à J0, S3, M3 : Romberg YO YF sans et avec mousse, AU YO sans et avec mousse, AU YF, TW 8 pas ; marche 3 m vitesse confort YF, marche et mouvement de tête horizontaux et verticaux, marche avec passage obstacle, escaliers. Tests réalisés 3 fois Mesure chronométrée et instrumentale oscillations frontales et sagittales pour	- Romberg YF patho durée J0, S3, M3 pour oscil. - AU tous pathologiques J0, S3, M3 en durée, J0 significativement J0 uniquement ; - TW significatif altéré uniquement J0 pour oscillations et sur mousse à J0 pour durée. - vitesse de marche ralentie à J0 et S3, oscillations altérées surtout J0 - Marche et mouvement de tête Hor. et vertic. ralentie à J0, M3, S3 ; à J0 et S3 pour oscil mouv. de tête verticaux - escaliers surtout significatif à J0 pour durée et oscillations - obstacles signif. A J0 et S3, pour durée et pas pour oscillations. -Aucun test isolément n'est discriminatif	2	
Gill-Body et al., 2000	Etude prospective de corrélation de tests	85 patients vestibulaires (62,5 ans moy):	Diag : calorique, test cinétiques TUG, DHI, Romberg, Romberg Mousse YO et YF Tandem	Tests d'équilibre moins bons pour DVB, mais TUG et DHI similaire au DVU	3	

		- 41 déficit unilatéral - 44 déficit bilatéral	position YO, TW 10 pas YO, marche avec mouvement de tête, Posturographie avec SOT	TUG + tests d'équilibre = 78% variance DHI DVB,. Tets équilibre = 13% variance DHI DVU (au mieux AU YO = 46% variance, TUG non significatif) SOT : pas de corrélation avec DHI dans les 2 groupes		
Cohen et al., 1993	Etude prospective normative et reproductibilité	62 sujets avec : Groupe 1 sain 25 à 45 ans, Groupe 2 sains 45 à 65 ans, Groupe 3 sains >65 ans, Groupe 4 patients avec atteintes vestibulaires Etude pilote 11 sujets sains de 20 à 24 ans	3 essais des 6 conditions de CTSIB, avec repos de 30 à 60 secs,	Corrélation haute 0,99 Test re-test, intra et interobservateur Pas de différence intergroupe pour conditions 1 à 3 ; score 4 à 6 moins bons si atteintes vestibulaires ; conditions 5 et 6 moins bons pour sujets âgés t vestibulaires, mais grande variabilité	3	
Duncan et al., 1990	Etude prospective de validité et de reproductibilité	128 sujets sains classés par classe d'âge de 20 ans	3 essais de FRT antérieur vs limite de stabilité posturographique	Corrélation FRT et limite de stabilité posturographique, coef variation 2,5%, test retest .81 et interobs .98 ; Sensibilité par rapport à l'âge	2	
Bonanni et Newton, 1998	Etude prospective validité et reproductibilité	30 sujets sains (Age moyen 32 ans)	Fukuda 50 pas et 100 pas, Nystagmus post rotatoire, test de proprioception de cheville	En comparaison avec résultat de Fukuda (1959) plus de 50 % des sujets ont des déviations Validité test test retest modéré pour 50 pas, non valide pour pour 100 pas A utiliser que version 50 pas en complément d'autres tests	3	
Honaker et al., 2009	Etude rétrospective de corrélation	702 patients (40-49 ans d'âge moyen) atteints de trouble	Fukuda 50 pas sans et avec mouvements de tête horizontaux 3hz et tests caloriques	Diag : caloriques, Electronysgmographie, Sensibilité au mieux de 69% et spécificité aux mieux de	4	Population hétérogène

		d'équilibration posturale chronique		91%, pas d'influence de mouvements de tête Pas d'usage seul		
Podsiadlo et Richardson 1991	Etude prospective validité et reproductibilité	60 patients âgés atteints de troubles rhumatologiques, Parkinson AVC, sujets fragiles	Corrélation Timed and go, vitesse de marche, BBS et Barthel	Corrélation bonne avec BBS et Barthel, modérée pour vitesse de marche. Variation de 5 secs max. intra et inter-examineur malgré fragilité patients TUG <20secs et vit marche >0,5m/s= marche de plus de 50 m, Escaliers possibles ; TUG > 30 secs et vit de marche < 0,5 m/s : escaliers impossible, assistance dans activités de vie quotidienne	2	
Bohannon, 2006	Métanalyse pour normes	21 études regroupant 4395 Sujets sains de plus de 60 ans, groupés par décade,	TUG avec précision des consignes de passations	Score Moyen 9,8 secs, intervalle de confiance 8,9-9,9 secs	1	
Whitney et al., 2004	Etude rétrospective de reproductibilité et identification de risques de chute	103 patients atteints de pathologies vestibulaires périphériques centrales ou mixtes, symptômes à 3,4 ans en moyenne	Timed up and Go, DGI, analyse items mouvements de tête et marche du DGI, nombre de chute	30% de chute sur 6 derniers mois, 18%, multichuteurs, 35% > 60 ans ; Cut off TUG 11,1 secs (80% sensibilité) préférable à 13,5 secs (80% spécificité) ; DGI 17 (Sensibilité 61% et spécif 64%) Mouvement de tête horizontaux non fiables, Mouvement de tête verticaux corrélés au risque de chute (4 fois plus de chute) Pas de différence significative mono et multichuteurs	4	

Bohannon, 2006	Métanalyse pour normes	14 études retenues groupant 20617 sujets sains > 60 ans	5 transferts assis debout avec description de passation ; analyse par décade	Temps moyen 12,1 secs Hétérogénéité du groupe 70-79 ans	1	
Meretta et al., 2006	Etude Rétrospective comparative pré post traitement différents tests	117 patients atteints de pathologie vestibulaires périphériques, centrales ou mixtes, ayant reçu une rééducation vestibulaire, proprioceptive, stretching ou équilibration posturale	Five times sit to stand test, DGI, gait speed, DHI, ABC, nombre de chute	Cut off d'amélioration 2,7 secs pour Five times sit to stand test; corrélation avec Timed Up and Go et Vitesse de marche pour évaluation Timed and Go et DGI pour le changement; Cut off d'amélioration pour ABC ≥ 11 , TUG ≥ 3 secs, DGI ≥ 4 , DHI ≥ 18 ; 58% de non chuteurs.	4	
Cohen et al., 2012	Etude prospective de validité de tests de marche dans pathologies vestibulaires	127 sujets dont 61 témoins (âge moyen 49 ans), 21 VPPB traités au préalable (age moyens 58 ans, durée des symptômes 0,28 ans), 27 déficits unilatéraux (âge moyen 54 ans, durée moy. Symptômes 4 ans), 18 neurinomes opérés (Age moyen 55 ans, durée des symptômes 5,5 ans) Etude ancillaire de validité (ROC cut off , interobservateur)	Diag :Test caloriques, tests positionnels ; Marche avec mouvement de tête en vitesse de confort et score à 4 niveaux, TW sur 10 pas yeux ouverts et fermés en nombre de pas; test de passage d'obstacle sans et avec double tache cognitive ; Analyse cinématique ;	Pas de cut off, ni sensibilité ou spécificité >60% : pas d'usage diagnostic isolément.Nb de pas plus important en TW les yeux ouverts que fermés, témoins que patients, coef corrélation haut Yeux ouverts et fermés ; Niveau modéré YO à 5 pas et non fiable YF pour distinguer patients des témoins Marche avec mouvement de tête ralentie dans les deux groupes, plus ataxique pour déficit unilatéral et neurinome que normaux et VPPB, pas de cut off pour distinguer témoins-patients ; corrélation interobservateur haute vitesse et ataxie Pas de différence patients témoins sans et avec double tache, plus d'obstacle touché et ralentissement lors double tache cognitive témoins et	2	

		sur 89 sujets (Age moyen 34 ans)		patients, pas de distinction possible témoins – patients, corrélation haute sans double tache cognitive		
Cohen et al., 2018	Etude prospective de corrélation	292 sujets sains (âge moyen 55 ans) et 90 patients (âge moyen 59 ans) atteints de troubles vestibulaires	Diag vestibulaires VEMP-tests positionnels, caloriques. Si VPPB, traitement puis inclusions TW YO-YF, décompte des pas au-delà de 10 pas 3 essais avec analyse sensibilité et spécificité	Moins de pas en TW, YO ou YF chez patients VPPB et déficit unilatéral. Pas de cut off et sensibilité/spécificité insuffisante pour identifier les patients (23% non identifiés)	2	
Schniepp et al., 2012	Étude prospective	22 patients (âge moyen 64 ans) DVB, 40 patients ataxies cérébelleuses (âge moyen 56 ans), 51 sujets normaux (âge moyen 56 ans)	Diag vestibulaire : caloriques VHIT, cérébelleux clinique et génétique (SCA 3 et 6) - FGA, EVA instabilité, FES, - tapis capteur de pression de marche vitesse lente, rapide et de confort : analyse coef. de variabilité du pas	- FGA ↑, EVA ↑, ABC↓ FES ↑ - coef altéré en marche lent pour DVB et cérébelleux, uniquement cérébelleux en marche rapide ; marche identiques pour 3 groupes - choix de vitesse de confort différente de la vitesse la stable pour vestibulaire et témoin, très proche pour cérébelleux	2	
Bohannon et Williams Andrews, 2011	Métanalyse pour normes	41 articles retenus soit 23111 sujets sains	Analyse par genre et décade vitesse de marche de confort, hors tapis de marche, sur distance entre 3 et 30 m, avec déduction temps accélération et décélération	Normes par décade et genres variant de 0,94 m/s à 1,34 m/s chez la femme et de 0,96 m/s à 1,43 m/s chez l'homme	1	
Borel et al., 2004	Etude prospective de suivi	9 patients (âge moyen 45 ans) Ménière neurotomisés, Groupe témoin sain (Age moyen 40 ans)	Examen à J-1 de neurotomie, J7-J30-J90 Mesure vitesse de marche de confort et rapide YO et YF, cadence, longueur de pas, walk ratio	J-1: ↓ vitesse confort et rapide YO/YF (19/29%), walk ratio:, cadence (12 /12%) et lg pas (10/24%) J7: pas modification de vitesse mais ↓ du walk ratio par ↑ de la fréquence de pas, J30: normale en vitesse normal YO et YF	4	

				J90: marche rapide difficile surtout YF		
Sekiya et al., 1998	Etude prospective de validité et reproductibilité de tests	25 sujets sains (âge moyen 22,5 ans)	Marche sur 16 m avec 5 vitesses imposées différentes, mesure cadence et longueur de pas, Walk ratio Mesures 2 fois pour chaque vitesse à J0, H4, M3	- Pas de modification des tests à toutes les vitesses sauf extrêmes sur les trois sessions - Walk ratio invariant en fonction de la vitesse pour un même patient.	2	
Schniepp et al., 2017	Etude prospective descriptive	55 patients (Age moyen 74 ans) DVB (à 31 mois en moy. du début des symptômes) dont 24 patients avec des signes de neuropathies périphériques	- Diag : caloriques VHIT, - FGA, EVA instabilité, FES, - Nb. De chute. - tapis capteur de pression de marche vitesse lente, rapide et de confort : analyse coef. de variabilité du pas	2 paramètres prédictifs de chute : la présence d'une neuropathie périphérique et la variabilité du temps de cycle, altéré quelle que soit la vitesse de marche	2	
Hall et Herdman 2006	Etude prospective de corrélation et reproductibilité	16 patients (âge moyen 51 ans) atteinte de DVU ou DVB	Diag : HIT, tests cinétiques sur fauteuil ou tes caloriques. 5 tests : - Disability Rating Score ; - échelle subjective sans et lors mouvement de tête; - vitesse de marche ; - déviation à la marche ; - DGI	Test retest excellent pour toutes les mesures sauf échelle subjective vertiges et marche avec des mouvements de tête ; valeur de Variabilité établie pour chaque test et pour chaque items du DGI	2	
Wrisley et al., 2003	Etude prospective de corrélation	30 patients (âge moyen 61 ans) avec DVU et DVB, périphériques, centraux, cervicogenic dizziness,	ENG- score composite Posturographie-DHI- tests cinétiques Comparaisons avec étude précédentes, corrélation interobs	Coef de fiabilité modéré à .68 pour score composite avec certains items à plus de 80% pour marche vitesse ½ tour et passage obstacle, coef. de variabilité de .33 à .81 en fonction item, score composite à .63	2	Reproductibilité modérée mais population vestibulaire hétérogène en étiologie et en DHI (4 à 78 DHI moyen 46)

				Corrélation interobservateur haut .95		
Wrisley et al., 2004	Etude de validité et reproductibilité	6 patients (Age moyen 56 ans) (à 46 mois du début des troubles) vestibulaires, 10 examinateurs	Evaluation Fonctionnel Gait Assesment : vaillidté intrinsèque reproductibilité test retest intra et inter examinateur ABC DHI DGI nombre chute-TUG	Reproductibilité Inter .86 et intra .84 examinateur pour tous les items - cohérence interne bonne - validité >.50 avec DHI chute TUG DGI ABC	2	
Padgett et al., 2012	Etude transversale	1ere cohorte 20 participants avec et sans trouble neurologique. 2eme cohorte 26 patients avec ou sans SEP	Validité BESTest, MiniBESTest, Brief-BESTest.	ICC 0.98 Prédiction des chuteurs dans la 2 nd cohorte : 100% Brief-BESTest , 71% MiniBESTest , 86% BESTest.	2	
Godi et al., 2013.	Etude prospective de comparaison miniBESTest et BBS	93 participants ayant des troubles de l'équilibre	Fiabilité interobservateur et test-retest	Comportement identique des 2 échelles mais MiniBESTest semble avoir effet plafond plus faible et des niveaux de fiabilité légèrement plus élevés chez des patients montrant une amélioration de leur équilibre post rééducation	2	
Franchignoni et al., 2010	Etude de l'unidimensionnalité et de l'indépendance des item du BESTest	115 patients présentant des maladies neurologiques	Confirmatory factor analysis Horn's parallel Analysis	3 facteurs du BESTest expliquent 43%, 11% et 8% de la variance du BESTest. 14 items sont retenus	2	
Berg et al., 1989	Etude de fiabilité	38 patients âgés de 60 à 93 ans		ICC inter 0.98 intra-observateur 0.99	2	
Whitney et al., 2003	Etude retrospective	70 patients ayant passé les 2 tests dans une population prise en charge pour syndrome vestibulaire	Spearman rank order correlation	Corrélation BBS et DGI modérée (r=0.71 ; p<0.01)	4	

Cohen, 2008	Etude prospective des sensibilité et spécificité de test cliniques d'équilibres	80 participants : 40 sujets sains et 40 patients présentant une dysfonction vestibulaire		Pour diagnostiquer des troubles de l'équilibre, un Cutoff du BBS à 45/56 a une sensibilité à 0.75 et une spécificité 0.75	2	
-------------	---	---	--	---	---	--

4.2 - Grille d'analyse de la littérature

Mots Clés : Reliability, validity, rotary chair test, vHIT, dynamic visual acuity, vestibular assessment, videonystagscopy, vidéonystagmography, nystagmus
 Base de donnée : Pubmed, Google scholar, sralab

Références 199-216	Design d'étude	Nombre de patients inclus	Paramètres analysés (examens, traitements)	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
Hall et al., 2016	Meta-analyse				1	RPC de l'APTA sur l'hypofonction vestibulaire périphérique
Hall et al., 2022	Meta-analyse				1	RPC de l'APTA sur l'hypofonction vestibulaire périphérique
Guidetti et al., 2006	Comparative	528 patients avec vestibulopathie périphérique, 133 sujets sains	Mesure de la sensibilité et spécificité de l'observation du nystagmus spontanée et provoqué sous VNS, lunette de Frenzel et sans instrument	VNS: sensibilité 91.6% / spécificité 84.2% Frenzel : sensibilité 43.7% / spécificité 88.7% Observation directe :sensibilité 35.6% / spécificité 88.7%	2	
Eza-Nuñez et al., 2016	Comparative	116 patients (71 vestibulopathie périphérique, 45 non périphérique)	vHIT Rotary Chair Test Caloric Test	La concordance entre les tests est faible (fréquence des stimuli et processus étudiés différents) Accord en terme de diagnostic est fort Expliqué par la différence de seuil d'asymétrie entre les test vHIT a une puissance statistique suffisante pour	3	

				justifier son utilisation comme test de première intention.		
Strupp et al., 2017		NA	Définition des critères diagnostique de l'aréflexie vestibulaire bilatérale	<p>Bilaterally reduced or absent angular VOR function documented by</p> <ul style="list-style-type: none"> - bilaterally pathological horizontal angular VOR gain <0.6, measured by the video-HIT5 or scleral-coil technique and/or - reduced horizontal angular VOR gain <0.1 upon sinusoidal stimulation on a rotatory chair (0.1Hz, Vmax= 50°/sec) and a phase lead >68 degrees (time constant <5sec). 	1	Consensus Barany society
Agrawal et al. 2019		NA	Définition des critères diagnostique de la presbyvestibulie	<p>Mild bilateral peripheral vestibular hypofunction documented by at least 1 of the following:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. VOR gain measured by video-HIT between 0.6 and 0.83 bilaterally 2. VOR gain between 0.1 and 0.3 upon sinusoidal stimulation on a rotatory chair (0.1Hz, Vmax = 50–60°/sec) 	1	Consensus Barany society
Halmagyi et al. 2017)	Revue	NA	vHIT	<p>Description HIT & SHIT</p> <p>Base physiologique HIT</p> <p>Procédure de calcul du gain</p> <p>HIT & troubles centraux</p>	4	

Rey-Martinez et al. (2015)	Comparative	30	Développement du HITCal : logiciel d'analyse automatisée des saccade de refixation	Bonne concordance avec l'analyse manuelle (Cohen's kappa coefficient of 0.7 and a mean of Pearson's correlation of 0.8).	3	
Singh et al., 2019	Etudes de cohorte	20 sujets sains et 20 patients avec vertige	Fiabilité vHIT	Excellente fiabilité test-retest pour le gain de VOR dans les deux groupes (ICC = 0.76). Coefficient Kappa pour la présence de saccades de refixation a montré une concordance modérée à excellente (K = 0,63) pour le canal latéral. Pour le SCC antérieur et postérieur, il y avait une grande variabilité entre les sessions pour les saccades de refixation.	2	
Cochrane et al., 2021	Etudes de cohorte	60 sujets sains	Fiabilité inter et intra examinateur vHIT (Synapsys et EyeSeeCam)	EyeSeeCam : fiabilité inter-examineur pauvre à modérée, fiabilité test-retest modérée à bonne Synapsys : fiabilité inter-examineur pauvre à modérée, fiabilité test-retest pauvre à excellente	2	

Van Dooren et al., 2020	Comparative	46 patients avec une aréflexie vestibulaire bilatérale	Comparaison des gains mesurés avec trois dispositifs vHIT différents (otometrics, Interacoustics & Synapsys)	<p>Les gains du RVO mesurés par le dispositif Synapsys sont significativement inférieurs que ceux mesurés par les deux autres.</p> <p>Un accord diagnostique entre les 3 dispositifs est retrouvé pour 83% des patients.</p> <p>Le dispositif Synapsys indique des vitesses médiane de la tête significativement inférieure aux deux autres.</p> <p>Pas de différence significative en terme de fréquence et latence des saccades de couverture n'est retrouvé entre les trois dispositifs.</p>	3	
Gimmona & Schubert, 2019	Revue	NA	Rotary Chair Test Dynamic Visual Acuity Test	<p>Rotary Chair Test :</p> <p>Permet d'évaluer la fonction des canaux horizontaux.</p> <p>2 paradigmes principaux : sinusoidal (50/60°/s) et par pallier de vitesse (60 et 240 °/s)</p> <p>Variables mesurées : constante de temps, phase et gain</p> <p>Gold standard lorsque un aréflexie bilatéral est suspecté</p> <p>Bonne sensibilité (0.747) et faible à bonne spécificité (0.634) pour détecter une atteinte périphérique</p> <p>Excellente fiabilité chez les enfant (ICC 0.95)</p> <p>Dynamic Visual Acuity Test :</p>	4	

				<p>Mesure de la stabilisation du regard lors des mouvements de la tête</p> <p>Lecture d'un optotype sur une charte d'acuité visuelle (Snellen or LogMAR) lors de mouvements de tête > 120°/s ou fréquence d'oscillation > 2 Hz</p> <p>Mesure de la différence d'acuité en statique et en dynamique soit informatisée soit clinique (Cut-off = différence d'au moins 2 lignes)</p> <p>Différentes procédures : mouvement de tête passif ou actif, marche ou course</p> <p>Qualité métrologique variable en fonction des procédures</p>		
Grapinet et al., 2006	Revue	NA		Description d'une séance type de la rééducation de l'asymétrie vestibulaire.	Avis d'expert	Aucune références citées
Chan et al., 2016	Etudes de cohorte	100 sujets sains	Valeurs normatives du gain du VOR mesurées au fauteuil rotatoire à des fréquences comprise entre 0.01 à 0.64 Hz		2	
Christy et al., 2014	Etudes de cohorte	20 enfants perte auditive neurosensorielle et 23 enfant sains	fiabilité, valeurs diagnostiques et scores de changement minimal détectable, confiance à 90 % des tests cliniques pédiatriques de la fonction vestibulaire		2	
Vital et al., 2010	Etudes de cohorte	100 sujets sains & 15 patients avec déficit vestibulaire	Validité discriminative de l'AVD (optotype : Landolt ring)	Perte d'acuité visuelle corrélée au gain du RVO	2	

				Bonne validité discriminative (sains Vs déficit vestibulaire) sensibilité 100% spécificité 94%		
Vicana et al., 2010	Etudes de cohorte	73 sujets sains & 50 neuronites aigus	Fiabilité et validité discriminative de l'AVD avec trust de la tête	Fiabilité faible à modérée chez les sujets sain Faible sensibilité & forte spécificité	2	
Riska & Hall, 2016	Etudes de cohorte	46 sujets sains	Fiabilité test-retest et inter-examineur du test DVA informatisé de NeuroCom Valeurs de normative pour les adultes jeunes et âgés en bonne santé	Fiabilité intra et inter examineur très variable allant de pauvre à bonne	2	L'utilisation d'un paradigme de convergence et le fait de ne pas intégrer le paradigme du choix forcé peuvent contribuer à une mauvaise fiabilité.
Verbecquea et al., 2018	Etudes de cohorte	171 sujets sains	Validité et fiabilité d'une mesure de l'AVD lors de la marche et la course	Bonne cohérence (ICC \geq 0.761) au test-retest L'erreur de mesure ne dépasse pas une ligne soit (0.1 logMAR) Tous les sujet ont pu réaliser le test en marchant, cependant le taux d'abondant à la course augmente avec l'âge. Valeurs normative établie pour 6 décades (20 à 90 ans)	2	

4.3 - Grille d'analyse de la littérature

Mots Clés : Vestibular, questionnaire, patient-reported

Base de donnée : Pubmed, Google scholar, sralab - Intervalle de recherche : 1990-2022

Références 217-227	Design d'étude (prospective, rétrospective, méta- analyse, cohorte,)	Nombre de patients inclus	Paramètres analysés (examens, traitements)	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
Nyabenda et al., 2003	Prospective, transversale comparatif avec répétition de mesure	120 étape 1 47 étape2 Sujets sains	Valeur normative et reproductibilité de la version française du DHI (EHTEV à 5 niveaux de réponse)	Corrélations des scores avec l'âge 0,70 pour le handicap physique, 0,76 pour le handicap émotionnel, 0,69 pour le handicap fonctionnel et 0,83 pour le handicap total. Pas d'effet du sexe ICC 0,97 pour le facteur physique, 0,96 pour le facteur émotionnel, 0,97 pour le facteur fonctionnel et 0,98 pour le total des scores.	2	Pas de validation transculturelle

<p>Mutlu & Serbetcioglu, 2013</p>	<p>Revue</p>	<p>NA</p>	<p>Qualités métrologiques du DHI</p>	<p>Excellente consistance interne du score total et bonne des sous-score.</p> <p>Pas d'effet systématique de l'âge</p> <p>Excellente reproductibilité</p> <p>Forte corrélation avec :</p> <ul style="list-style-type: none"> Computerized dynamic posturography Functional reach Electronystagmography Dynamic gait index Head impulse test <p>Le DHI mesure la perception du patient et est un outils pertinent pour suivre l'efficacité du traitement.</p>	<p>4</p>	<p>Fiabilité mesuré par un coefficient de Pearson et non par un coefficient corrélation intraclasse</p>
---------------------------------------	--------------	-----------	--------------------------------------	---	----------	---

Stewart et al., 2017	Revue Systematique	NA	<p>Qualités clinimétrique et utilité des questionnaires évaluant les vertiges (Check-list COSMIN)</p> <p>Validité et utilité dans les service d'urgence</p> <p>Mesures étudiées :</p> <p>DHI</p> <p>VSS</p> <p>VAP</p> <p>VRBQ</p> <p>VVAS</p> <p>VHQ</p> <p>VDI</p> <p>VADL</p> <p>DHI-S</p>	<p>Le Vestibular Rehabilitation Benefit Questionnaire est l'outil présentant les meilleur qualité clinimétrique, Il permet de mesurer l'efficacité de la rééducation.</p> <p>Le Vertigo symptom scale posséda également de bonne qualité clinimétrique.</p> <p>Le VSS a été développé pour mesurer la sévérité du vertige sans être contaminé par la symptomatologie causée par l'anxiété.</p> <p>Bien que sa qualité métrologique soit moins bonne le DHI reste considéré comme un gold standard raisonnable</p>	2	Pas de traduction française du VRBQ et du VSS
Megnibeto et al., 2001	Prospective, transversale comparatif avec répétition de mesure	123	Qualité métrologique du EEV	<p>Fiabilité excellente, à l'exception de l'item sur la durée de l'illusion (modéré)</p> <p>La réactivité est bonne, à l'exception des signes neurovégétatif</p> <p>La validité est bonne pour évaluer la composante physique lié au vertige. Mais l'EEV n'est pas corrélée aux autres paramètre (émotion, handicap, etc)</p>	2	

Lacroix et al, 2016	Prospective, transversale comparatif	108 sujets présentant des vertiges 104 sujets sains	Développement et validation du NVI	<p>Consistance interne acceptable à bonne en fonction des sous échelle. Bonne pour le score total</p> <p>Validité discriminative : distinction entre sujets sains et sujets avec vertiges avec la sous échelle motrice, visuelle, attention et emotion, également avec le score totale</p> <p>Effet de l'age sur le sous-score emotion et attention</p>	2	
Vaillancourt et al., 2012	Prospective, transversale comparatif	96 sujets à des troubles de paniques et des évitements agoraphobiques	Validation de la version française du questionnaire d'inconfort spatio-moteur (space and motion discomfort)	<p>Le QCS comporte 3 sous échelle : inconfort spatio-moteur-I (ISM-I) ; inconfort spatio-moteur-II (ISM-II) et agoraphobie.</p> <p>La consistance interne : ISM-I et ISM-II possèdent une bonne homogénéité (α Chronbach. = 0.76 et 0.88). Faible homogénéité pour l'agoraphobie (0.54)</p> <p>Validité de construit : ISM-I n'est pas valide pour différencier un groupe clinique et témoin. ISM-II présente une bonne validité pour différencier les 2 groupes ($p < 0.05$)</p> <p>ISM-II présente une bonne validité de convergence (correlation significative avec IMA, QSP, QPP et ISA)</p>	2	

Paillard et al., 2013	Prospective, transversale comparatif	167 sujets sains 94 sujets présentant des vertiges chroniques	Evaluation de la susceptibilité au mal des transports chez des sujets sains et des patients souffrant de troubles vestibulaires chroniques et étudier sa relation avec le sexe, l'âge et l'anxiété.	Bonne consistance interne (α Chronbach = 0.87) Bonne validité discriminative : différence significative entre sujets sains, sujets avec déficit vestibulaire et sujets avec vertige mais sans déficit organique.	2	
Dannenbaum et al., 2019	Prospective, transversale	115	Evaluation de la validité concurrente et de la sensibilité au changement du VVAS	Bonne validité concurrente ($r = 0.82$ avec SMDavg) Sensible au changement lié à la rééducation	2	
Stewart et al., 2018	Revue systematique	58 études et 9 questionnaires examinés	DHI VSS VAP VRBQ VVAS VHQ VDI VD-ADL DHI-S	VRBQ : Excellente validité de contenu, de critère et de consistance interne, bonne fiabilité test-retest, pauvre réactivité VSS : Juste validité de contenu, bonne validité de critère et consistance interne, bonne fiabilité test-retest Les autres ont de moins bonne qualités métrologiques	1	
Yagi et al., 2019	Retrospective Comparative	100 (50 PPPD / 50 autres désordres vestibulaires)	Niigata PPPD Questionnaire (NPQ)	Bonne validité discriminatoire Cut-off score total 27/72 (Sen 0.70, Spe 0.68), 29/72 (Sen 0.68, Spe 0.70) Sous score stimulation visuelle 9/24 (Sen 0.82, Spe 0.74)	4	

6.1 - Grille d'analyse de la littérature

Références 245-277	Design d'étude	Nombre de patients inclus	Paramètres analysés	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
Dix et Hallpike, 1952	Descriptive	100 sujets	Analyse des nystagmus observés chez sujets avec vertiges positionnels, épreuves caloriques, recherches d'antécédents infectieux ou de traumatismes de l'oreille	Observations des positions déclenchantes et des nystagmus observés dans le VPPB et mise en évidence du caractère bénin de la pathologie	4	
McClure, 1985	Descriptive	7 sujets	Description de l'apparition de nystagmus horizontaux vers la gauche lors des rotations gauche de la tête en décubitus dorsal et inversément en sens inverse	Observation et description des nystagmus du VPPB du canal latéral	4	
Baloh et al, 1995	Descriptive	3	Description de la cupulolithiase et de la forme agéotropique du VPPB du canal lat		4	
Von Brevern et al, 2015		/	Consensus sur les critères diagnostiques du VPPB de la Barany		1	
Haute Autorité de Santé, 2017		/	Recommandations HAS du VPPB		1	
Sémont et al, 1988	Retrospective	711	Observations de nystagmus positionnels avant et après manœuvre Description de la manœuvre	83,96% de guérison après une manœuvre et 92,68% après 2 manœuvres	4	
Epley, 1992	Retro	30	Description de la manœuvre et évaluation du bénéfice de la manœuvre selon 4 catégories (résolution complète, VPPB résolu mais vertiges non positionnels persistants, résolution partielle et absence de bénéfice)	Résolution dans les suites immédiates chez les 30 sujets.	4	

Liu et al, 2016	Meta analyse	999 VPPB post	Comparaison efficacité des manœuvre libératrice d'Epley et de Semont	Efficacité similaire à 1 semaine et 1 mois	1	
Li et al, 2022	Méta analyse		Comparaison efficacité des manœuvre libératrice d'Epley et de Semont parmi 12 techniques de manœuvres	Efficacité dans le traitement du VPPB des manœuvres d'Epley et de Semont. Efficacité similaire à 1 semaine et 1 mois	1	
Reinink et al, 2014	Revue systematique		Analyse de l'intérêt de plusieurs sessions de manœuvre d'Epley pour traiter le VPPB	La répétition des manœuvre augmente le taux de disparition des symptômes	2	
Bhattacharayya et al, 2017	Revue		Recommandations de pratiques cliniques dans le cadre du VPPB		4	
Isaradisaikul et al, 2021	CRT	143 VPPB	Suivi du DHI et des resultats au Dix Hallpike à une semaine et 1 mois post manœuvre Un groupe avec manœuvre unique et un groupe avec manœuvres multiples	Pas de bénéfice supplémentaires à réaliser des manœuvres multiples	2	
Uneri, 2005	retrospective	436 MANŒUVRES	Analyse du % de sensation de chute se manifestant après une manœuvre d'Epley dans le TTT d'un VPPB	13% des sujets présentent une sensation de chute dont un sujet présentant la sensation 30 min après la manœuvre	4	
Lempert, 1994						article non retrouvé
Lempert et Klaus, 1996	Descriptive	2 cas	Description de la manœuvre barbecue sur 2 cas	Disparition des symptômes après la manœuvre	4	
Vannucchi et al, 1997	CRT	74 cas (3 groupes: Position prolongée/Head Shaking en position	Comparaison de 2 techniques sur le VPPB du canal horizontal avec groupe controle	Bénéfice supérieur de la manoeuvre de Vanucchi	3	sur base de l'abstract

		couchée/absence de TTT)				
Gufoni et al, 1998	Retrospective	24 patients traité avec manœuvre de Gufoni		Amélioration clinique chez 22 sujets sur 24	4	
Ciniglio et al, 2001	Retrospective	32 patients traité avec manœuvre de Gufoni		Disparition des symptômes en une manoeuvre chez tous les sujets	4	
Van den Broeck et al, 2014	revue systematique	389 sujets dans 3 RCT	efficacité de manœuvre de guffoni		2	
Casani et al, 2011	RCT	147	Comparaison de 2 méthodes de manœuvre du VPPB du canal lat	supériorité de la manœuvre de Gufoni sur la manœuvre barbecue+ position prolongée	2	
Kim et al, 2012	RCT	170 vppb canal lat > 3 gpes (barbecue/Gufoni/factice)	Comparaison effet à court (1h) et long terme (1mois) des manœuvre barbecue et e Gufoni	efficacité des 2 manœuvres (barbecue et Gufoni) dans le TTT du VPPB du canal lat	2	
Mandala et al, 2013	RCT	72 vppb canal lat 37 traité par Gufoni et 35 manœuvres factices	Résolution du VPPB à 1h et 24h de la manœuvre	résolution à 75 et 84% pour la manœuvre de Gufoni contre 10% pour la manœuvre factice	2	
Fife, 1998	Retrospective	24 sujets	Comparaison de différentes manœuvres sur VPPB horizontaux	Resolution des symptômes plus rapide avec la manœuvre barbecue	4	
Zuma e Maia et al, 2020	review		Description de la manoeuvre de Zuma		4	

Kim et al, 2012	RCT	157	Comparaison manœuvre Gufoni, head shaking et manœuvre factice	Efficacité de la manœuvre de Gufoni et Head shaking manœuvre vs manœuvre factive sur VPPB canal lat apogéotrope	2	
Oh et al, 2009	Comparative	103 patient avec apogéotrope VPPB du canal lat	Comparaison des manœuvres modifiée de Semont et du HS	Manœuvre HS plus efficace	4	
Casani et al, 2002	Prospective	66	évaluation manœuvre canal lat BARBECUE + position prolongée pour géotrope / Semont modifié pour apogéotrope	résolution des symptômes dans 90% des cas après 3 sessions	4	
Lee et al, 2021	comparative	25 SUJETS vppb canal lat apogéotrope (9 manœuvre de Gufoni / 16 Appiani)	Évaluation immédiate et à court terme des manœuvres de Gufoni et Apiani en TTT du VPPB du canal lat apogéotrope	Faible taux de résolution immédiate	4	
Ciniglio et al, 2005	prospective	8 patients avec vppb canal lat apogéotrope	Évaluation d'une manœuvre pour traiter la forme apogéotrope	Conversion de la forme apogéotrope en forme géotrope avec la manœuvre > réalisation de manœuvre de gufoni > Résolution du vppb	4	
Hwang et al, 2015	comparative	50spts (25 manœuvre rapide / 25 manœuvre lente)	Évaluation de l'impact de la vitesse de la manœuvre de Gufoni pour soigner le VPPB apogéotrope	Meilleur résultats avec manœuvre rapide	4	
Bertholon et al, 2002	retrospective	50 sujets avec nystagmus positionnel vertical inférieur	Clarifier la signification clinique du nystagmus positionnel vertical inférieur	Nombreuses atteintes cerebelleuses...	4	

Bhandari et al, 2021	/	/	Simulation 3D du vppb du canal antérieur pour définir des méthodes diagnostics et de traitement	La nouvelle manœuvre simplifiée de Yacovino serait la plus appropriée	?	
----------------------	---	---	---	--	---	--

6.2 - Grille d'analyse de la littérature

Références 278-280	Design d'étude	Nbr de patients	Paramètres analysés	Résultats	Niveau De Preuve	Commentaires	Article névrite
Hall et Herdman, 2016	métanalyse	5 bases de données et 5 sources supplémentaires de publications indexées, incorporant méta-analyses, revues systématiques, études contrôlées et randomisées, études de cohortes et séries de cas cliniques	efficacité de la rééducation vestibulaire et prépondérance des bénéfices par rapport aux risques	1 efficacité de la RV et prépondérance des bénéfices par rapport aux risques pour les patients présentant un déficit vestibulaire uni ou bilatéral (niveau I) 2 pas d'exercice de stabilisation du regard isolés sans mouvement de tête 3 exercices spécifiques ciblant des déficits identifiés ou limitations fonctionnelles 4 rééducation supervisée en plus des auto exercices 5 exercices de stabilisation du regard 3 fois par jour 6 nb de séances de RV supervisées en fonction des comorbidités 7 RV précoce pour restauration AV normale et dynamique canalaire	I		conseils destinés aux ORL / kinésithérapeutes pour PEC et RV après déficit vestibulaire aigu ou chronique, uni ou bilatéral
Lacour et Bernard-Demanze, 2015	revue de la littérature			recommandations pour rééducation optimale : rééducation active permet récupération plus rapide que passive, commencer la RV tôt, privilégier l'adaptation plutôt que les processus d'habituation, ne pas utiliser un protocole de RV stéréotypé mais propre à chaque patient, prendre en charge le patient dans sa globalité (sensitivo-moteur / cognitif), protocoles de RV doivent dépendre de la nature du déficit vestibulaire et du patient,	4 ?	recommandations d'ordre général	recommandations d'ordre général sans grande nouveauté par rapport à ce que l'on fait déjà ?

				diminuer anxiété et stress, intégrer situations de la vie quotidienne à la RV, motiver les patients			
Lacour et al, 2020	Prospective, Essais comparatif	28 : déficit unilatéral aigu prouvé par vHIT / histoire 3 groupes : Early (10) : <15j, 63.1ans Late1 (9) : 3-4sem, 66.1 ans Late2 (9) : > 1 mois, 60.2ans	AVD protocole par kinésithérapeute : stabilisation active du regard, 2 sessions par semaine de 30 minutes, pendant 4 semaines. Puis évaluation du score DHI, AVD, gain RVO, saccades compensatoires au HIT	DHI : diminution significative pour tous les groupes entre avant et après la rééducation. Score significatif après la rééducation pour les groupes early et Late1 par rapport au groupe Late2 AVD : amélioration significative pour les 3 groupes entre avant et après RV. score significatif pour groupe early par rapport Late1 et Late2 après rééducation gain du RVO : augmentation significative pour le groupe Early après rééducation % de saccades de couverture : diminution significative dans le groupe Early après RV % de saccades de couverture : augmentation groupe Late1 et Late2 après RV par rapport à avant RV	2	Possibilité de réaliser DVA si mauvaise acuité visuelle? Gain RVO compensé si RV commencée tôt ++	rééducation vestibulaire doit être la plus précoce possible après l'épisode aigu < 2 semaines pour permettre une amélioration du RVO.
Lee et al, 2018	rétrospectif, revue de dossiers	13 patients : 9 ayant eu épreuves caloriques et 10 ayant eu vHIT	Evaluation du vHIT ou des caloriques à la phase aigue de la névrite vestibulaire et après un temps de suivi > 6 mois, comparaison de l'amélioration du gain du VOR et des réponses aux caloriques pour chaque patient entre la phase aiguë et après RV	Pas d'amélioration des épreuves caloriques. Amélioration du gain au vHIT sur le CSC horizontal entre la phase aiguë et après un suivi > 6 mois (et rééducation vestibulaire), de façon significative.	4		rejoint article de LACOUR 2020 pour normalisation du VOR et rééducation la plus précoce possible nécessaire, article moins axé sur les techniques de rééducation vestibulaire, montre qu'une restauration du VOR est possible après déficit aigu et

							suivi > 6 mois (vs étude de lacour suivi sur seulement 3 mois)
Lacour et al, 2022	rétrospectif, revue de dossiers	2 groupes : RV précoce (<2 semaines) ou tardive (5-6 semaines) au sein de chaque groupe, 2 sous groupes gain du RVO > 0.2 ou <0.2 Early + VOR<0.2, N=25 Early +VOR>0.2, N=19 Late + VOR<0.2, N=15 Late + VOR>0.2, N=10	Analyse du contrôle postural avant et après rééducation vestibulaire sur support stable et dynamique avec yeux ouverts, fermés et stimulation optocinétique. (attraper la barre est équivalent à une chute)	la rééducation vestibulaire précoce et le niveau de déficit vestibulaire unilatéral comptent pour la récupération post déficit aigu. Si rééducation vestibulaire précoce + gain > 0.2 -> meilleure récupération par rapport aux autres groupes	4		importance du gain du RVO mesuré au vHIT à la phase aiguë de la névrite vestibulaire : si gain > 0.2, permet, avec RV précoce, d'obtenir de bons résultats posturaux
Herdman et al, 2003	prospectif, randomisé, en double aveugle	2 groupes : - RV avec exercices stimulant le RVO (N= 13) - exercices placebo (N=8)	déterminer les effets de la RV sur la récupération de la tête chez patients avec déficit vestibulaire unilatéral	l'utilisation de la RV est le principal facteur permettant la récupération chez patients avec déficit vestibulaire unilatéral.	1		importance des exercices de RV impliquant le RVO

6.3 - Grille d'analyse de la littérature

Mots clefs: Rééducation, Rééducation vestibulaire, Maladie de Menière

Base de données: Pubmed, Google Scholar, PEDro, Science Direct - Intervalle de temps: 1963-2022

Références 281-295	Design	Nombre des patients inclus	Paramètres analysés	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
Lopez-Escamez et al., 2015	Recommandations Professionnelles	Non applicable			Accord professionnel	
Balatsouras et al., 2012	Etude rétrospective cas-témoins	29	Analyse descriptive de cohorte de malades de Menière avec VPPB vs 233 témoins ayant un VPPB	<ul style="list-style-type: none"> -fréquence plus élevée de femmes -implication du CSCL plus fréquent -Durée des symptômes plus longue -plus d'hyporéflexie canalaire -besoin de plus de manœuvres libératrices et plus de récives 	4	Si le DHI montrait des valeurs normaux chez 74% des patients. Cela pourrait suggérer peut-être que 26% des patients gardent des gênes un an après l'intervention ? Si oui est-ce qu'il ne s'agit d'un problème d'un déficit vestibulaire non compensé ? Possible indication de rééducation vestibulaire ?
Oliveira et al., 2021	Etude de cohorte observationnelle cas-témoins	32	Analyse comparative avec témoins	<p>La plupart des patients avaient une hyporeflexie calorique plus marquée que les témoins, sur les deux oreilles (malade-saine)</p> <p>La plupart des patients avaient une VHIT normale</p> <p>Ceux avec VHIT anormale avaient aussi une hyporéflexie calorique</p>	3	

Strupp et al., 2017	Recommandations Professionnelles	Non applicable			Accord professionnel	
Nevoux et al., 2017	Recommandations des bonne pratiques	Non applicable		Préconisation de la rééducation vestibulaire pour les patients avec instabilité chronique entre crises	Accord professionnel	
Canale et al., 2018	Etude de cohortes rétrospective	15	Evaluation avec VHIT, VNG, PEOM et PEOC . Audio tonal et DHI chez des patients avec Menière un an après neurotomie	La plupart des patients montraient un déficit vestibulaire un an après neurotomie. Le DHI montrait des scores normaux chez 74 % des patients	4	Si le DHI montrait des valeurs normaux chez 74% des patients. Cela pourrait suggérer peut-être que 26% des patients gardent des gênes un an après l'intervention ? Si oui est-ce qu'il ne s'agit d'un problème d'un déficit vestibulaire non compensé ? Possible indication de rééducation vestibulaire ?
Pyykö et al., 2022	Etude rétrospective	539	Questionnaire sur le type de gêne vertigineuse	3 types de gêne : instabilité, tangage et impression de vertiges rotatoires Conseille d'adapter la rééducation au type de gêne	4	
Kutlubaev et al., 2021	Revue de littérature bien menée	N/A		Plus de VPPB chez la femme et dans l'oreille atteinte d'hydrops Plus d'atteinte du canal latéral que chez les non menière Plus de récurrence, et besoin de plus de manœuvres libératrices	1	
Sfakianaki et al., 2021	Revue de littérature exhaustive	N/A	Analyse d elittérature	VPPB et maladie de menière fréquemment associés ; 35% de	1	

				récurrence ; plus difficile à traiter		
Socher et al., 2012	Etude observationnelle de cohorte	12	Questionnaire de qualité de vie chez des patients atteints de Menière avec VPPB	Amélioration de la QOL après rééducation vestibulaire	2	
Basura et al., 2020	Recommandations des bonnes pratiques	Non applicable		Préconisation de la rééducation vestibulaire pour les patients avec instabilité chronique entre crises ou dans le cadre d'un déficit vestibulaire, non compensé, à la suite d'une labyrinthectomie	Accord professionnel	
Perez et al., 2006	Prospectif non-comparatif	15	Rééducation des patients avec Maladie de Menière (ayant subi une labyrinthectomie) avec biofeedback sur plateforme. Evaluation avec posturographie	Amélioration de la stabilité posturale selon des tests de posturographie statique et dynamique (Equitest)	4	L'approche rééducative bien que relativement pertinente semble incomplète. Il manque par exemple l'utilisation d'exercices d'habituation et de stabilisation du regard.
Hall et al., 2022	Recommandations des bonnes pratiques	Non applicable		Il est recommandé d'utiliser des exercices de rééducation de l'équilibre, d'habituation et de stabilisation du regard chez des patients avec déficit vestibulaire (non compensé) grade A et B.	Accord professionnel	
Gottshall et al., 2005	Prospectif non-comparatif	26	Résultats après 8 séances de rééducation vestibulaire avec protocole « classique ». Evaluation de l'équilibre avec DGI Dynamic Gait Index (échelle équilibre dynamique) posturographie. Evaluation des gênes avec des questionnaires DHI et ABC	Amélioration 12% de l'équilibre dynamique (DGI) et 25% statique (posturographie) Amélioration score DHI et ABC par rapport au début de la prise en charge rééducative.	4	Il semble intéressant la notion de « stabilisation » de la maladie pour les patients candidats à la rééducation en déterminant une période minimale sans crise de vertiges (3 mois)

Garcia et al., 2013	Essai contrôle randomisé	23 patients groupe expérimental et 21 patients groupe contrôle	Résultats après 12 séances de rééducation avec un système de réalité virtuelle. Evaluation de l'équilibre sur plateforme de posturographie. Evaluation des gênes avec DHI et EVA	Pas de différence significative au niveau de la posturographie entre les 2 groupes. Amélioration significative de la gêne fonctionnelle dans le groupe intervention par rapport au groupe contrôle.	2	Variabilité importante dans la fréquence des crises de vertiges parmi la population étudiée.
Hsu et al., 2017	Essai contrôle randomisé	36 patients groupe expérimental et 34 patients groupe contrôle	Résultats après 6 séances de rééducation avec un système de réalité virtuelle. Evaluation de l'équilibre sur plateforme de posturographie.	Amélioration significative du contrôle postural, selon l'évaluation posturographique par rapport au groupe contrôle	2	Il n'est pas précisé si les patients étaient sous traitement médicamenteux. Pas d'évaluation de la gêne fonctionnelle avec des échelles ou questionnaires dédiés.
Nyabenda et al., 2003	Prospectif non-comparatif	23	Evaluer l'efficacité de la rééducation par la répétition de rotations sur un fauteuil (11 séances en moyenne) Les paramètres évaluent la symétrie des réponses post-rotatoires, tests vestibulo-spinaux et le DHI	Amélioration score du DHI, une réduction de l'asymétrie des réponses en post-rotatoire ainsi qu'une diminution du degré de déviation segmentaire	4	Il n'est pas précisé si les patients étaient sous traitement médicamenteux. Variabilité importante dans la fréquence des crises de vertiges parmi la population étudiée. Les tests utilisés pour évaluer, stop subjectif en post-rotatoire et les tests vestibulo-spinaux n'ont pas des bonnes propriétés psychométriques.
Pyykö et al., 2022	Etude rétrospective	539	Auto rééducation à domicile	Efficacité de ce type de rééducation vestibulaire dans la maladie de Ménière	4	Envoi de questionnaires

6.4 - Grille d'analyse de la littérature

Mots clés: Vestibular migraine, migraine-related vestibulopathy, migraine-associated vestibulopathy/dizziness, migrainous vertigo
 Base de données: Pubmed - Intervalle de temps: 2000-2022

Références 296-315	Design d'étude (prospective, rétrospective, méta-analyse, cohorte,)	Nombre de patients inclus	Paramètres analysés (examens, traitements,...)	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
Wrisley et al., 2002	Etude Retrospective chez 31 patients présentant des troubles vestibulaires, avec migraine. N'ont pas pris les MV. Et groupe contrôle de 31 patients vestibulaires sans migraine apparié en âge, étiologie et tests vestibulaires,	62 patients	Perception of Dizziness Symptoms (PDS) Dizziness Handicap Inventory (DHI) Activities-Specific Balance Confidence Scale (ABC) Dynamic Gait Index (DGI) Timed Up & Go Test Composite score [ABC score] + [100 – DHI score] + [4*DGI]	Patients avec migraines ont des scores moins bons au départ, mais s'améliorent avec la RV. Un peu moins que les patients sans migraine. (p < 0.05).	4	Pas de contrôle du ttt kinésithérapique 12 rééducateurs Parlent de clinically significant change sans définir comment ils le mesurent ? Aucun contrôle des ttt médicamenteux
Gottshall et Hoffer, 2005	Etude prospective non randomisée, évaluant l'effet de la RV chez des patients avec symptômes vestibulaires associés à la migraine, classés ensuite en 4 groupes notamment avec ou sans étiologie post-traumatique	34 patients (25 hommes) Rangés en 4 groupes A: idiopathic migraine-associated dizziness (IMAD)	dizziness handicap index (DHI) activities specific balance confidence (ABC) dynamic gait index (DGI) computerized dynamic posturography (CDP)	DHI, ABC, DGI et CDP améliorés sur le groupe en entier (pas de stat) DHI amélioré pour chaque groupe ABC, DGI, CDP amélioré pour les post-traumatique seulement	4	Pas les critères reconnus de MV : symptômes vestibulaires associés à la migraine On ne connaît pas le nombre de patients dans chaque groupe KV sur 8 semaines, avec exercices en ambulatoire

		<p>B: IMAD and benign positional Vertigo IMADBVP)</p> <p>C: posttraumatic closed-head injury migraine-associated dizziness (PTMAD)</p> <p>D: PTMAD and BPV (PTMADBPV)</p>				<p>Traitement par neurontin chez tous les patients (200mg/j)</p> <p>Résultats très succints.</p> <p>Ne permet pas de conclure.</p>
Pavlou, 2013	<p>Etude randomisée, contrôlée en groupe parallèle, visant à comparer la réponse à de la RV personnalisée sur les vertiges et instabilité chronique en lien avec une vestibulopathie périphérique. Les 3 types de RV sont, soit une lampe optocinétique, encadré en cabinet (OKF) soit un DVD sur écran à domicile encadré (OKS) ou non encadré (OKU), et évaluant le rôle de la migraine dans les réponses</p>	<p>20 patients dans chaque groupe</p>	<p>Computerized dynamic posturography</p> <p>Functional Gait Assessment (FGA)</p> <p>Situational Characteristic Questionnaire (SCQ)</p> <p>The Vertigo Symptom Scale : VSS-V (vestibular) et VSS-A (Autonomic/anxiety)</p> <p>The Beck Depression Inventory (BDI)</p> <p>The Beck Anxiety Inventory (BAI)</p>	<p>Résultats significatifs :</p> <p>Posturography: OKF et OKS</p> <p>FGA: OKF et OKS</p> <p>SCQ, VSS (A-V) : OKF, OKS, OKU</p> <p>BDI: OKF</p> <p>BAI : OKF et OKS</p> <p>Migraineurs showed a greater improvement on SCQ, VSS-A</p> <p>Bcp de perdus de vue dans le groupe OKU</p>	2	<p>8 semaines de RV personnalisée, mais contrôlée</p> <p>Pas d'évaluation des patients avec MV (environ 40% dans chaque groupe) par rapport aux autres</p> <p>Montrent principalement que la RV à domicile encadrée est plus efficace que non encadrée.</p>
Vitkovic et al., 2013	<p>Etude prospective évaluateur-aveugle pour évaluer le bénéfice de 9 semaines de rééducation</p>	<p>36 patients Groupe de patient avec dizziness ou vertige provoqués ou</p>	<p>Spielberger state and trait anxiety index scale</p> <p>DHI</p> <p>ABC</p>	<p>Amélioration du score composite (p\0.001) avec un effet groupe (p = 0.021) mais pas d'interaction</p>	3	<p>Bon critères d'inclusion</p> <p>Traitement bien contrôlé en durée</p> <p>2 Kinés aveugle du groupe</p>

	<p>vestibulaire en comparant un groupe de patients avec atteinte vestibulaire chronique et migraines vestibulaires et un groupe de patients avec atteinte vestibulaire chronique sans migraine</p> <p>Etudes comparatives non randomisées bien menées</p>	<p>aggravés par les mouvements de la tête ou du corps et au moins 1 des 3 suivants 1) anomalies aux tests, 2) instabilité, 3) limitation des activités de la vie quotidienne.</p> <p>Puis différencie les MV (n=20) (sur les critères de Neuhauser) et les autres Vestibular Impairment (n=16) (sans migraines)</p>	<p>Vestibular rehabilitation benefit questionnaire</p> <p>Vestibular symptom index</p> <p>Static posturography</p> <p>Tandem stance and single leg stance</p> <p>Step—test</p> <p>Tandem walk</p> <p>Ten meter walk with and without head turns</p> <p>Finalemment: composite score, subjective score and vestibular weighted physical performance score.</p>	<p>(p = 0.949)</p> <p>Amélioration non significative du Score subjectif et pas d'effet du groupe</p> <p>(p = 0.032).</p> <p>Pour la mesure de performance physique vestibulaire, pas d'amélioration significative mais presque p = 0.054) et pas d'effet du groupe.</p> <p>A priori pas d'effet des ttt médicamenteux.</p>		<p>Montrent que patient avec médicaments répondent pareil mais score de départ moins bons.</p> <p>Même bénéfice de la rééducation vestibulaire chez les patients migraineux, même si leur score de départ est moins bon</p>
Sugaya et al., 2017	<p>Etude prospective, non randomisée, visant à comparer l'effet de la RV sur les céphalées, mais aussi les symptômes vestibulaires et les facteurs psychologiques chez des patients présentant une MV, des céphalées de tension associée à une instabilité ou une instabilité sans céphalées.</p>	<p>251 patients avec vertiges comprenant 28 patients</p> <p>Céphalées de MV, 79 patients céphalées de tension, et 144 patients sans céphalées (4 MV, sans céphalées actuellement ; 20 psychogènes)</p> <p>Patients recrutés si les</p>	<p>Dizziness Handicap Inventory (DHI)</p> <p>Frequency of Dizziness</p> <p>Headache</p> <p>Impact Test (HIT-6)</p> <p>Frequency of Headache</p> <p>Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS)</p> <p>Somatosensory Catastrophizing Scale (SSCS)</p> <p>Posturography</p>	<p>Amélioration du HIT-6 score, fréquence des céphalées dans les groupes MV, céphalées de tension, mais pas dans le groupe sans céphalées</p> <p>Amélioration du DHI uniquement dans le groupe MV</p> <p>Amélioration globale de la posturo sans effet de groupe.</p> <p>Dans le groupe MV, corrélation amélioration HIT-6 et DHI</p>	3	<p>Bons critères de VM</p> <p>Traitement codifié sur 5 jours d'hospitalisation, puis continué à domicile.</p> <p>Evalués à J0, 1 mois et 4 mois</p> <p>Suppression des ttt</p> <p>Inclue des patients avec un diagnostic de vertige psychogène</p> <p>Démontrent un effet de la RV sur les céphalées et les symptômes vestibulaires dans le groupe MV.</p>

		symptômes persistents après 3 mois malgré un ttt bien conduit				
Liu et al., 2020	Etude prospective pour observer un changement d'amplitude des fluctuations de faible fréquence (état de repos en IRM fonctionnelle) de régions cérébrales avant et après la rééducation vestibulaire, chez des patients MV	14 sujets	Dizziness Handicap Inventory (DHI) SF-36 Hamilton Depression Scale (HAMD) Hamilton Anxiety Scale (HAMA)	Amélioration du DHI, HAMA, du rôle-physique et du rôle-émotionnel de la DF36 Modification du « resting state » du cervelet postérieur gauche, et corrélation avec le DHI	4	N'expliquent pas pourquoi avoir pris des patients MV, par rapport à V RV, durant un mois, partiellement à la maison et supervisée. Bons critères d'inclusions sur VM Continuent à prendre leur ttt, mais pas de changement pendant 1 mois Globalement l'étude n'était pas faite pour évaluer le bénéfice de la RV, mais montrent une amélioration du DHI. Pas de groupe contrôle donc niveau de preuve faible.
Dornhoffer et al., 2021	Etude retrospective sur les facteurs influençant la réponse aux ttt médicamenteux et RV dans la MV	47 patients	DHI	Les facteurs sexe féminin, VPPB, haut DHI, associés à un meilleur résultat. Les facteurs cervicalgie, oscillopsie associés à un moins bon résultat.	4	Definite vestibular migraine, per the Barany Society criteria Aucun contrôle de la durée du ttt, du type de ttt. N'apporte rien comme niveau de preuve de RV.
Koc et al, 2021	Etude retrospective. Evaluent l'effet de la reeducation vestibulaire sur les symptômes vestibulaires et la qualité de vie, chez des patients	60 patients, 30 dans chaque groupe	Dizziness Handicap Inventory (DHI) Vestibular Disorders Activities of Daily Living Scale (VADL) frequency of dizziness and headache	Démontrent l'efficacité de la RV dans les deux groupes sur tous les scores, sans différence entre les deux groupes. Amélioration des céphalées dans le groupe MV	4	Bons critères d'inclusion de MV 2 kinés, durée précisée Groupes non appariés pour l'âge

	présentant une MV en comparaison à des patients présentant des symptômes vestibulaires sans migraine		Computerized Dynamic Posturography (CDP)			Non contrôle des ttt médicamenteux Plutôt la meilleure étude retrospective
Stancel-Lewis et al., 2022	Etude retrospective sur 93 patients présentant une MV et ayant bénéficié de RV, avec évaluation avant et après la reeducation vestibulaire. Analyse de l'impact d'antécédents de traumatisme crânien sur l'efficacité de la RV. Groupe contrôle de 40 patients avec TC sans migraine.	93 patients MV 40 contrôles TC sans migraine	Dizziness Handicap Inventory (DHI) functional gait assessment (FGA) Visual analogue scales (VAS) Severité de la sensation vertigineuse Impact sur la qualité de vie	Amélioration du DHI, du FGA ; du VASs, du VASi Résultats moins bons dans le groupe MV-TC voire même aggravés par la RV. TC améliorés par la rééducation vestibulaire mais impact négatif de la MV dans la réponse à la rééducation	4	Partent de l'hypothèse que la MV peut faire suite à une histoire de TC (mécanisme ?) N'ont pas pris les derniers critères diagnostiques de migraine vestibulaire Programme de rééducation vestibulaire mal précisé notamment en durée Niveau de preuve faible car pas de contrôle du traitement.
Balci et Akdal, 2022	Etude prospective non contrôlée non randomisée, En partie comparative, pour évaluer l'effet de la RV sur l'équilibre, la marche, le handicap dans un groupe de patients avec MV et évaluant ceux avec et sans anxiété associée	74	Clinical Test of Sensory Integration in Balance (mCTSIB) Dynamic Gait Index (DGI) Dizziness Handicap Inventory (DHI) Panic Agoraphobic Spectrum Self-Report version (PAS-SR)	Amélioration du DGI ET DHI, du taux de chute du mCTSIB. L'amélioration du DGI et DHI et mCTSIB est observée dans les deux groupes de patients ; avec et sans anxiété	3	8 semaines de RV individualisée Critères de Neurhauser et pas les récentes... Inclusion sur DHI>30 Pas de traitement pharmacologique RV à domicile supervisée pendant 8 semaines, bien décrite. Pas de groupe contrôle. Résultats intéressants. Niveau de preuve solide.

Whitney et al., 2000	Retrospectif, visant à évaluer l'effet de la RV dans un groupe de patients avec MV vs un groupe de patients avec vestibulopathie et migraine	39 (14 MV, 25 MH)	Perception of dizziness symptoms (0-100) (PDS), DHI (dizziness handicap inventory), ABC (Activity specific balance confidence scale), DGI (dynamic gait index) et un score composite (CS) des 3 échelles, nombre de chutes	<p>Pour les MV (14 patients), amélioration significative du DHI, ABC, DGI et CS</p> <p>Pas d'amélioration de PDS</p> <p>Mieux quand ils sont sous traitement</p>	4	<p>Les critères d'inclusion ne correspondent pas aux critères actuels. Ils ont pris 14 patients avec « migraine-related vestibulopathy » et 25 patients qui présentent une vestibulopathie et des migraines associées ;</p> <p>Pas de traitement RV contrôlé, 5 kiné différents et traitement adapté à chaque patient en fonction de l'examen du kiné, de durée différente</p> <p>Peu de patients avec MV (14)</p> <p>Pas de contrôle des ttt médicamenteux associés.</p>
----------------------	--	-------------------	--	--	---	---

6.5 - Grille d'analyse de la littérature

Mots clefs : Paroxysmie vestibulaire - vertiges paroxystiques - rééducation posturale - Kinésithérapie

Base de données: Pubmed, Google scholar, IOS press - Taylor & Francis - Wiley - Frontiers - Wolters Kluwer - Springer - ScienceDirect - Aves - SciTeMed

Intervalle de temps: 1950-2022

Références 316-333	Design d'étude	Nombre de patients inclus	Paramètres analysés	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
Jannetta, 1975	Descriptive		Clinical and Operative findings	Description of disabling positional vertigo	4	"neurovascular cross-compression in patients with hyperactive dysfunction symptoms of VIII nerve"
Jannetta et al., 1984	Case series	9	Audiometric, clinical data. Posturography and caloric testing	Symptoms relieved after surgery (decompression)	4	
Hüfner et al., 2008	Case series	32	Clinical findings Caloric testing Treatment with antiepileptic drugs	Hyperventilation-induced nystagmus: 70% Treatment=reduction in the attack frequency, intensity and duration	4	
Haller et al., 2016	Radiological study, case series	/	1)Anatomical and radiological study, localisation of conflict in the CAI (transition zone)	1)Neurovascular compression syndromes also occur if outside the TZ. More common if contact occurs at the TZ or central myelin section	4	
Best et al., 2013	Controlled study	20	Characterize the position of the NCV and surrounding structures Séquence IRM CISS	7/20: AICA and VIII compression Mean distance between the root entry zone and the site	4	AICA impliquée dans 75 % des cas

				of compression 4.8mm ± 3.3mm		
Reynard et al., 2020	Case report	1	3)VP in a patient with CAI osteoma and conflict	Symptoms disappeared with antiepileptic drugs	Avis expert	
Brandt et Dietrich, 1994	Observational study	11	Elaboration of VP criteria		4	Introduction of "vestibular paroxysmia"
Strupp et al., 2016	Conference de consensus, review	/	3)New VP Diagnostic criteria		4	
Levine, 2006	Case series	6		Surgical decompression relieve typewriter tinnitus	4	
Russemm et Baloh, 2009	Case series	2	Vertigo and tinnitus	Response to antiepileptic drugs	4	Description of audio vestibular paroxysmia
Bayer et al., 2018	Randomized controlled study Vs placebo Double blind	43 VP patients	Oxcarbazepine followed by placebo or vice versa with a 1-month wash-out period in between	Reduction of VP attacks under treatment compared to placebo. No new side effects.	2	Trileptal >placebo
Jannetta et al., 1986	Case series	21	Microvascular decompression.		4	Selection criteria for surgery were variable. No standardized outcome measures
Minor et al., 1999	Case series	6 vestibularschwannomas	Recording magnitude and time course of eye movements and hyperventilation-induced nystagmus.	Recovery nystagmus with slow-phase components corresponding to excitation of the vestibular nerve.	4	

Sakellari et al., 1997	Retrospective study	17	Study of the effect of hyperventilation on postural balance (somatosensory evoked potentials, eye movements)	In all patients, a horizontal nystagmus either appeared or was enhanced for 60 s after voluntary hyperventilation	4	
De Ridder et al., 2007	Retrospective study	78	Changes in ABR and tinnitus were followed in patients with conflict.	No ABR changes during the first 2 years. After that a decrease of the amplitude of peak II occurred, and prolongation of I-III.	4	
De Ridder et al., 2012	Retrospective study	22	ABR I-III intervals before and after surgery	Preoperatively, difference between the ipsi- and contralateral IPL III-V. Disappears postoperatively	4	
Sun et al., 2022	Retrospective study	79	VP and non VP group Audiological and electrophysiological (ABR) were compared	Prolonged IPL I-III suggested that vascular contact of the VIII nerve was pathological. References for microvascular decompression surgery of VP.	4	
Moller, 1990	Case series	41	Microvascular decompression	success rate between 73% and 80%	4	Selection criteria for surgery were variable. No standardized outcome measures
Karamitros et al., 2022	Review	/	Study of the existing literature on vestibular paroxysmia and to search for the most appropriate imaging technique	3D CISS MRI sequence is superior to any other sequence	4	

6.6 - Grille d'analyse de la littérature

Mots clefs : Vascular vertigo; brainstem; cerebellum; dizziness; stroke.
Base de données: Pubmed - Intervalle de temps: 1993-2022

Références 334-350	Design d'étude (prospective, rétrospective, méta-analyse, cohorte, ...)	Nombre de patients inclus	Paramètres analysés (examens, traitements,...)	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
Telian et al., 1990	Série de cas rétrospective évaluant l'effet de la rééducation vestibulaire chez des patients pris en charge pour un syndrome vestibulaire central et/ou périphérique > 2 mois	N=65 dont 3 AVC et 1 diagnostic d'insuffisance vertébrobasilaire	-échelle d'invalidité fonctionnelle (0-6)	Amélioration du score chez 82% des patients, y compris chez les patients avec une atteinte centrale	4	Population hétérogène avec une minorité d'AVC (syndrome vestibulaire central et/ou périphérique), taille réduite de l'échantillon, absence de groupe contrôle
Keim et al., 1992	Série de cas rétrospective évaluant l'effet de la rééducation vestibulaire chez des patients pris en charge pour un syndrome vestibulaire central et/ou périphérique chronique	N=107 dont 16 AVC et 6 ischémies labyrinthiques, Mais seulement 56 patients ont accepté de participer au programme de rééducation vestibulaire	-Observation du médecin, du kinésithérapeute, du patient +/- de sa famille -Computerized dynamic posturography (uniquement chez 5 patients)	Amélioration du score chez 89% des patients, y compris chez les patients avec une atteinte centrale	4	Population hétérogène avec une minorité d'AVC (syndrome vestibulaire central et/ou périphérique), taille réduite de l'échantillon, absence de groupe contrôle, programme variable en fonction du diagnostic, absence d'échelle validée pour l'évaluation
Cowand et al., 1998	Série de cas rétrospective évaluant l'effet de la rééducation vestibulaire chez des patients pris en charge pour un syndrome vestibulaire central et/ou périphérique	N=37 dont 3 AVC	-Dizziness Handicap Inventory (DHI)	Amélioration avant-après du score DHI, bénéfice plus important sur la composante émotionnelle du DHI chez les patients avec syndrome vestibulaire périphérique	4	Population hétérogène avec une minorité d'AVC (syndrome vestibulaire central et/ou périphérique), taille réduite de l'échantillon, absence de groupe contrôle
Suarez et al., 2003	Série de cas rétrospective de patients admis dans un centre de rééducation	N=14	-confidence ellipse (CE) of the center of pressure distribution area	Diminution significative avant-après des paramètres après le programme de	4	Taille réduite de l'échantillon, absence de groupe contrôle

	pour un AVC du tronc cérébral.		-Sway velocity (SV)	rééducation chez 10/14 patients ; augmentation des paramètres à distance de la rééducation (moyenne 12 mois) chez 7/7 patients		
Brown et al., 2006.	Série de cas rétrospective évaluant l'effet de la physiothérapie vestibulaire chez des patients pris en charge pour un syndrome vestibulaire central +/- périphérique (mixte)	N=48 dont 10 AVC (ont été exclus les AVC cérébelleux)	-Activities-Specific Balance Confidence Scale (ABC) -Dizziness Handicap Inventory (DHI) -Dynamic Gait Index (DGI) -Test Up & Go chronométré -Test Five Times Sit-to-Stand (FTSTS)	Amélioration avant-après de tous les paramètres, bénéfice moindre en cas de dysfonction cérébelleuse.	4	Population hétérogène, taille réduite de l'échantillon, absence de groupe contrôle
Balci et al., 2013	Etude prospective randomisée évaluant l'effet de la rééducation (Visual Feedback Posturography Training et rééducation vestibulaire) vs contrôle (exercices à domicile) après un AVC de la circulation postérieure (tronc cérébral ou cervelet)	n=25 (groupe rééducation :12 (6/6), groupe contrôle : 13)	-Berg Balance Scale (BBS) -Test "Up and Go" (TUG) chronométré -Dynamic Gait Index (DGI) -Dizziness Handicap Inventory (DHI)	Amélioration avant-après de tous les paramètres chez l'ensemble des patients, amélioration plus importante mais non significative du BBS dans le groupe rééducation vs contrôle.	2	Population hétérogène (pont, bulbe, cervelet), taille réduite de l'échantillon limitée, groupe rééducation scindé en 2 (6/6)
Tramontano et al., 2021	Revue systématique	N=12 études		La rééducation vestibulaire ne présente pas de danger ; il est faisable de la combiner aux autres programmes de rééducation	-	Revue systématique incluant l'ensemble des pathologies neurologiques responsable d'une atteinte vestibulaire centrale

6.7 - Grille d'analyse de la littérature

Mots clés : post traumatic vertigo, post traumatic BPPV, traumatic labyrinthine concussion, traumatic perilymphatic fistula.

Références 351-357	Design d'étude (prospective, rétrospective, méta- analyse, cohorte,)	Nombre de patients inclus	Paramètres analysés (examens, traitements,...)	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
Carr et Rutka, 2017	Etude descriptive retrospective	3438 trauma crâniens (accidents du travail)	Etiologie des atteintes de l'oreille interne	23% de VPPB	4	
Davies et Luxon, 1995	Etude comparative	2 groupes de 50 patients présentant de vertiges ou instabilité post TC : 1 groupe pour expertise, 1 groupe clinique		61% de VPPB	4	
Korczynska, 2018	Etude descriptive et revue de la littérature	179 VPPB			4	
Di Cesare, 2012	Etude comparative	716 vppb idiopathiques Vs 79 vppb post traumatiques	Analyse clinique	Fréquence de récurrence, d'atteinte bilatérale ou d'atteinte unilatérale multicanalaire plus importante	2	
Bartholomew, 2020	Revue de la littérature				4	
Chiaramonte, 2013	Cas clinique				4	
Markou, 2014	Cas clinique				4	

7.1 - Grille d'analyse de la littérature

Mots clefs : Rééducation, Rééducation vestibulaire, Compensation de l'équilibre, Schwannome vestibulaire
 Base de données : Pubmed, Google Scholar, PEDro, Science Direct - Intervalle de temps : 1963-2022

Références 358-375	Design d'étude (prospective, rétrospective, méta-analyse, cohorte,)	Nombre de patients inclus	Paramètres analysés (examens, traitements,...)	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
Ribeyre et al., 2016	prospective	26	<p>Analyse posturographique (test d'organisation sensorielle) et tests psychométriques validés :</p> <p>IPQ-R (représentations de la maladie)</p> <p>Brief-COPE (stratégies de coping)</p> <p>HADS (niveaux d'anxiété et dépression)</p> <p>WHOQOL-Bref (conséquences de la maladie et de la prise en charge sur la qualité de vie)</p>	<p>Corrélation entre altération des performances posturales et dégradation de la qualité de vie/présence d'affects anxio-dépressifs/utilisation du déni comme stratégie de coping</p>	2	
Enticott et al., 2005	prospective	65 patients : 27 patients contrôle, 30 patients avec exercices (commencés 3 jours après la chirurgie) 8 avec rééducation vestibulaire	Mesures objectives de l'état de compensation post-op : nystagmus spontané , analyse du gain du RVO , DHI	<p>Moins d'asymétrie vestibulaire après chirurgie, amélioration du DHI ; le résultat des épreuves caloriques pré-opératoires ne prédit pas la sévérité des troubles vestibulaires post-opératoire.</p> <p>Cette étude fournit l'évidence qu'un programme de rééducation vestibulaire et d'éducation accélère la compensation après chirurgie du SV.</p>	2	
Cakrt et al., 2010	prospective	17 patients répartis en 2 groupes ; groupe rééducation	Rééducation intensive post op après résection par vois rétro sigmoïde d'un SV (du 5ème au 14 ème jour)	Les exercices spécifiques axés sur le feedback visuel améliorent la compensation centrale après chirurgie du SV	2	

		avec feedback visuel et groupe avec rééducation standard	Evaluation posturographique dans 4 conditions ; Modified Clinical test for Sensory interaction of balance ; étude du centre de pression (COP)	et peuvent améliorer la qualité de vie des patients.		
Van Laer et al., 2022					2	
Bojrab et al., 2021	Rétrospective	98 patients	Mesures de symptômes vestibulaires	On note plus de symptômes vestibulaires après radiothérapie par gammaknife chez les patients qui avaient déjà des symptômes avant le traitement. La taille de la tumeur n'a pas d'influence sur la probabilité de développer des symptômes vestibulaires et d'avoir recours à la rééducation vestibulaire en post-opératoire.	4	

7.2 - Grille d'analyse de la littérature

Références 376-395	Design d'étude (prospective, rétrospective, méta-analyse, cohorte,)	Nombre de patients inclus	Paramètres analysés (examens, traitements,...)	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
Revue de la littérature						
Porciuncula et al, 2012	Revue systématique de la littérature	14 études, 327 patients dont 164 avec VB		Niveau de preuve modéré en faveur de la rééducation vestibulaire	Niveau 1	
Hall et al, 2022	Revue systématique de la littérature			Grade A : Réhabilitation vestibulaire	Niveau 1	
Articles sur RV et BV						
Lehnen et al, 2018	Etude randomisée, en cross over	2 patients	Exercices de stabilisation du regard couplé ou non à des mouvements de tête Analyse VOR avec VHIT et score vision dynamique	Amélioration avec exercice de stabilisation couplé aux mouvements de tête uniquement	Niveau 2	Uniquement 2 patients
Herdman et al, 2015	Etude rétrospective	69 patients		Amélioration de la qualité de vie, diminution du risque de chute avec une rééducation vestibulaire	Niveau 4	
Herdman et al, 2007	Etude prospective, randomisée, double aveugle, contre placebo	13 patients (8 groupe intervention – 5 groupe placebo)	Exercices de stabilisation du regard AVD Oscillopsies avec score visuel analogique	Groupe interventionnel : amélioration significative AVD, pas de corrélation avec les oscillopsies	Niveau 1	
Krebs et al, 1993	Etude contrôlée en double aveugle	8 sujets par groupe (2 groupes)	Vitesse de marche, montée d'escaliers, score DHI	Amélioration de vitesse de marche de 10% groupe A / 1% groupe B Score DHI pas de différence	Niveau 1	

Krebs et al, 2003	Etude contrôlée, randomisée, double aveugle, contre placebo	124 patients dont 73 VB	Vitesse de marche et stabilité	Amélioration groupe RV à 6 semaines ($p < 0.01$) et à 12 semaines ($p = 0.05$), mais pas à 12 mois	Niveau 1	Etude sur des Déficit bilatéraux et Unilatéraux
Efficacité à long terme						
Allum et al, 2019	Suivi longitudinal	1 patient	Rééducation vestibulaire durant 9 mois, 2 séances / semaine Contrôle postural, marche, gain du VOR	Amélioration du contrôle postural, de la marche, sans amélioration du VOR	Niveau 4	Pas d'atteinte de la fonction otolithique
Différentes modalités						
Incremental VOR adaptation						
Gimmon Y et al, 2019	Etude d'1 cas	1 patient	Incremental VOR adaptation (mouvements de rotation actif et passif de tête, couplé à projection laser)	Amélioration posture et marche et amélioration gain du VOR	Niveau 4	
Stimulation optocinétiq						
Pavlou et al, 2004	Etude contrôlée, contre placebo	20 patients dans chaque groupe (3/20 avec VB)	Equilibre, marche, exercices de cawthorne-coksey +/- optocinetique	Amélioration significative SOT Avec optocinétiq amélioration symptômes	Niveau 1 mais pas tous bilat	Atteintes Uni/Bi
Pavlou M et al, 2013	Etude randomisée, contrôlée	20 patients par groupe, 3 groupes (2/20 VB)	Différentes modalités de stimulation optocinétiq, +/- travail supervisé	Amélioration plus importante dans le groupe avec stimulation dynamique	Niveau 1	
Réalité virtuelle						
van Kerckhoven G et al, 2014	Etude d'1 cas	1 sujet	Réalité virtuelle	DHI diminué de 50%	Niveau 4	
Feedback sensoriel +/- augmenté par stimulations						
Coelho et al, 2020	Etude en simple aveugle, randomisée, contrôlée, contre placebo	3 groupes de 14 patients dont seulement 1-2 par groupe avec VB	Exercices de marche et d'équilibre +/- anchor système vs placebo Analyse DHI, mini-BEST	Amélioration de la vitesse de marche dans le groupe avec le système anchor	Niveau 1	Anchor system = Paire de cable avec poids à l'extrémité de 125grammes Uni et Bilatéraux

Brugnera et al, 2015	Etude randomisée, prospective, contre placebo	13 dont 9 avec atteinte bilatérale	Dispositif vibrotactile Vertiguard™ Analyse SOT, CDP, ABC, DHI	Amélioration du contrôle postural dans certaines conditions SOT	Niveau 2	<i>Article en Portugais</i>
Uneri et Polat, 2008	Etude prospective 10 patients	10 patients	EVSS = système de substitution vestibulaire électrotactile	Amélioration SOT et DHI	Niveau 4	
Honegger F et al, 2013	Etude de cas	7 sujets avec VB	Feedback prothétique	Amélioration	Niveau 4	
Acuité Visuelle Dynamique						
Autre						
McGibbon et al, 2004	Etude randomisée	53 patients dont 20 BV Analyse finale sur 26 patients	Groupe RV vs groupe tai chi Evaluation stabilité du corps, stabilité regard, stabilité du pas	Stabilité du regard plus significative groupe RV (p=0.005) Stabilité corporelle globale plus améliorée dans le groupe tai chi (p=0.04) Stabilité du pas améliorée surtout dans le groupe RV (p = 0.02)	Niveau 1	
Jáuregui-Renaud K et al, 2007	Essai comparatif, non randomisé	3 groupes de 17 patients, dont la moitié uni/bi	Cawthorne et Cooksey exercices (CCE) seul vs CCE et exercices de respiration vs CCE et exercices proprioceptifs	Amélioration DHI et équilibre statique dans les 3 groupes, analyse à 8 semaines	Niveau 2	Population d'uni et bilat
Facteurs pronostiques						
Gillespie MB et Minor, 1999	Etude rétrospective	30 patients	Exercices au domicile de stabilisation du regard 5-10 minutes, 3 fois par jour	Amélioration chez 18/32 Equilibre et marche	Niveau 4	Ont étudié facteur mauvais pronostic : -pathologie chronique sous-jacente -comorbidités (>ou=4) -gains faibles sur chaise rotatoire

7.3 - Grille d'analyse de la littérature

Références 396-413	Design d'étude (prospective, rétrospective, méta-analyse, cohorte,)	Nombre de patients inclus	Paramètres analysés (examens, traitements,...)	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
McDonnell et Hillier, 2015	Métaanalyse	39 études randomisées incluant 2441 patients	Efficacité de la rééducation vestibulaire (variable selon les études)	Arguments solides pour établir l'utilité de la rééducation vestibulaire chez les patients instables ou présentant un déficit vestibulaire unilatéral	1	
Trinidad et al., 2018	Métaanalyse	15 études retenues	Efficacité des traitements de rééducation, TCC, pharmacologique (variable selon les études)	78% des patients présentent une réduction des symptômes après 32 mois	1	Importance de l'éducation des patients
Nada et al., 2019	Etude prospective randomisée	60 patients sans pathologie vestibulaire documentée ni traitement vestibuloplégique.	DHI Exercices à domicile de stabilisation du regard et de marche pendant 6 semaines. Ajout d'un placebo pour le 2 ^o groupe.	Réduction des scores physiques et fonctionnels du DHI pour les 2 groupes. Pas d'amélioration du score émotionnel. Pas de gain supplémentaire pour le groupe avec ajout d'un placebo.	2	Pas de comparaison avec traitement par placebo seul
Herdman et al., 2022	Etude prospective Randomisée en double aveugle	Thérapie cognitive (n=20) versus rééducation vestibulaire (n=20)	DHI dizziness handicap inventory, VVAS visual vertigo analogue scale, %TSI Percentage time symptoms interfere with normal activities, EG-5D-5L European quality of life questionnaire (EuroQol), EQ VAS EuroQol visual analogue scale, B-IPQ brief illness perceptions questionnaire, CBRQ cognitive behavioural responses to symptoms questionnaire, PHQ9 patient health questionnaire 9 item scale, GAD7 generalised anxiety disorders 7 item scale, PHQ-ADS patient health	Efficacité thérapeutique plus grande lors de l'association d'un traitement comportemental et cognitif à la rééducation vestibulaire classique	2	La composante comportementale et cognitive du traitement est assumée par le physiothérapeute.

			questionnaire-anxiety and depression scale.			
Thompson et al., 2015	Etude retrospective téléphonique	26 patients porteurs de PPPD associé ou non à un déficit vestibulaire.	DHI HAD Exercices à domicile d'habituations posturale, à des stimuli visuels mobiles, exercices respiratoires, aérobie et de renforcement cervical.	Follow-up moyen de 27 ;5 mois. Rééducation jugée utile par 14/26 patients	3	Possible interférence d'un traitement pharmacologique pour 20/26 patients.
Popkirov et al., 2018	Avis d'expert				4	
Chou et al., 2021	Méta analyse d'essais randomisés	946 sujets pour 17 études	Echelle subjective d'évaluation de l'acrophobie	Efficacité similaire ou légèrement supérieure de l'utilisation des outils de réalité virtuelle par rapport à l'exposition in vivo	1	
Jordbru et al., 2014	Etude prospective randomisée	60 traités ou non par une activité physique adaptée et une information sur les mécanismes cognitifs de ses symptômes.	Functional Independence Measure (FIM). Functional Mobility Scale (FMS). Health-related quality of life.(SF12)	Amélioration significative de tous les paramètres pour le groupe traité. Persistance de l'effet bénéfique à un an.	1	
Axer, et al., 2020	Etude prospective non randomisée comparant l'efficacité d'un traitement associant rééducation vestibulaire et thérapie cognitive et comportementale chez des patients souffrant d'instabilité chronique répartis en 2 groupes.	305 patients diagnostiqués PPPD et 352 patients porteurs d'un déficit somatique	Vertigo Severity Scale (VSS) Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS) évalué à la prise en charge et après 6 mois	Amélioration significative après traitement pour les deux groupes.	1	
Edelman et al., 2012	Etude de cohorte de l'efficacité d'un traitement TCC	41 patients avec instabilité chronique subjective	Dizziness Handicap Inventory (DHI) Depression, Anxiety and Stress Scales (DASS) Dizziness Symptoms Inventory Safety Behaviours Inventory	Amélioration de toutes les évaluations hormis pour l'échelle DASS	2	

Waterston et al., 2021	Etude retrospective Sans groupe contrôle	150 patients diagnostiqués PPPD traités par 6 séances de « Cognitive Behavioral Therapy »	Dizziness symptoms (DSI) Dizziness handicap Inventory (DHI) Avoidance and safety behaviors and anxiety (DASS-21)	Amélioration significative de tous les paramètres mesurés	4	100 patients ont aussi utilisés des traitements pharmacologique. Utilisation concomitante de techniques de relaxation et mindfulness
------------------------	---	---	--	---	---	---

7.4 - Grille d'analyse de la littérature

Mots clefs : Insuffisance vertébrobasilaire, Vertiges, vertige hémodynamique postural, vertige positionnel, accident ischémique transitoire
 Base de données : Pubmed, Google Scholar, ScienceDirect, Pedro - Intervalle de temps : 1946-2022

Références 414-423	Design d'étude (prospective, rétrospective, méta-analyse, cohorte,)	Nombre de patients inclus	Paramètres analysés (examens, traitements,...)	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
Kim et al, 2022	Revue de la littérature				4	Document de Consensus de la Barany Society
Kim et al, 2019	Analyse de décision basée sur des études bien menées		Pression artérielle Rythme cardiaque		4	Conférence de consensus du Comité pour la classification des troubles vestibulaires de la Société Bárány
Choi et al, 2013	Analyse de l'évolution de patients présentant une occlusion perrotatoire de l'artère vertébrale documentée radiologiquement	21	Analyse de la VNG et du suivi	Nystagmus vertical inférieur +/- lat vers le côté lésé	2	
Strupp et al, 2000	Cas clinique	1			4	
Choi et al, 2005	Cas cliniques	4			4	
Caplan, 2015	Revue de la littérature				4	
Koska et al, 1994	Série de cas		Angio-IRM		4	
Coman, 1986	Avis d'expert		Description d'un test diagnostic Pouvant objectiver l'IVB	5 D	4	

Moors et Stapleton, 2022	Revue de la littérature		Actualisation des signes et symptômes retrouvés dans l'IVB	93	4	
Hutting et al., 2012	Revue systématique	1199				
Hutting et al., 2020	Revue de la littérature		Validité des tests manuels d'objectivation d'une IVB	Les tests proposés dans la littérature n'ont aucune sensibilité	4	
Aoki et al., 2012	Etude de cohortes	248	Analyse des critères d'hypotension orthostatiques dans 3 groupes de patient : c VEMP presents, C VEMP asymétrique, c Vemp absents	Plus d'hypoTA orthostatique dans le groupe c VEMP abolis	2	
Yates et Bronstein et al., 2005	Revue de la littérature				4	
Jian et al., 1999	Protocole expérimental	6	Analyse de l'effet de la labyrinthectomie bilatérale sur les mécanismes de régulation de la pression artérielle chez le chat	Altération des processus de régulation	1	
Holmes et al., 2002	Protocole expérimental	3	Analyse de l'effet de la destruction du nodulus et de l'uvula sur la régulation pressionnelle chez le chat	Altération durable des processus de régulation	1	
Morti et al., 2005	Protocole expérimental	5	Analyse de l'effet de la destruction des noyaux vestibulaires sur la régulation pressionnelle chez le chat	Altération des processus de régulation	1	
Pyykö et al., 2018	Etude retrospective	952	A partir d'un questionnaire adressé à 952 patients souffrant de maladie de Menière 38 ont présenté des crises de Tumarkin avec syncope		4	

Kim et Lee, 2014	Etude comparative	58	58 patients traités pour VPPB divisés en 2 groupes : instabilité résiduelle et absence d'instabilité résiduelle	Constate plus d'hypoTA ortho dans le groupe qui garde de l'instabilité	4	
Kim et Rhim, 2022	Etude rétrospective	239 patients	239 patients suivis sur 9,1 mois en moyenne regroupés en 3 groupes : pas de récurrence de vppb (n = 209), une seule récurrence (n = 22), plusieurs récurrences (n=8)	Il y a moins de risque de récurrence en l'absence d'hypotension orthostatique	4	
Choi et al., 2015	Etude comparative	33 patients avec hypoTA ortho et 30 patients témoins	Analyse du nystagmus lors de tests de provocation d'hypotension orthostatique	10 patients ont présenté un nystagmus dans le groupe hypotension ; soit vertical inférieur pur, soit vertical inférieur et latéral. La durée des signes cliniques était plus courte en cas de nystagmus présent	2	
Logan et al., 2020	metanalyse	44 études			1	

7.5 - Grille d'analyse de la littérature

Mots clés : commotion cérébrale, syndrome post commotionnel, rééducation vestibulaire, kinésithérapie
 Base de données : PubMed – Science Direct Google scholar, PEDro - Intervalle de temps : 1950-2022

Références 424-460	Design d'étude (prospective, rétrospective, méta-analyse, cohorte,)	Nombre de patients inclus	Paramètres analysés (examens, traitements,...)	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
Gianoli, 2022	Revue de la littérature				Niveau 4	
Mallinson et al., 2021	Revue de littérature				Niveau 4	
Misale et al., 2021	Etude rétrospective	4291 TC par accident du travail présentant des troubles de l'équilibre.	Détermination de l'étiologie des atteintes vestibulaires périphériques	25% sont des atteintes vestibulaires périphériques dont 82% des VPPB	Niveau 4	
Carr et Rutka, 2017	Etude rétrospective	3438 TC avec tb de l'équilibre		23% sont des VPPB et 4,3% sont des atteintes périphériques autres dont 35% des vestibulopathies récurrentes	Niveau 4	
Paparella et al., 1983	Etude descriptive	19 patient développant une maladie de Menière dans les suites d'un trauma			Niveau 4	
Schuknecht et al., 1976	Etude descriptive				Niveau 4	
Carey et al., 2000	Etude descriptive	1000 rochers		1,3% sont inf à 0,1 mm Pourrait être fragilisé à la suite d'un TC	Niveau 4	
Ernst et al., 2005	Série de cas prospectifs	63 Vertiges traumatiques consécutifs	Atteinte immédiate : commotion lab 16, FPL 6, V cervicogénique 12 Atteinte secondaire : désordre oto 5, hydrops 12, vppb 9	Tous ont récupéré à 1 an sauf les désordres oto et les V cervicogéniques	Niveau 4	

Zhou et al., 1994	Etude expérimentale	11 cobayes avec TC	Analyse des structures labyrinthiques non acoustiques chez la moitié sacrifiée juste après le TC et l'autre 15 jours après	Détérioration des structures otolithiques	Niveau 2	
Lee et al., 2011	Etudes de cas	28 patients avec TC, à 3 mois	Analyse audio, VVS, peo U et peo S	18 avaient un dizziness : plus de dysfonctionnement otolithique dans ce groupe	Niveau 3	
Ernst et al., 2007	Etude prospective non randomisée	2 groupes de patient présentant des dizziness depuis plus d'un an en lien avec un désordre otolithique	Etude de l'intérêt de la rééducation vestibulaire comparée avec rééducation vestibulaire+feed back auditif	Meilleur résultat, au moins à court terme quand feedback auditif	Niveau 2	
Alexander, 1995	Revue de littérature				Niveau 4	
Joyce et al., 2022	Meta-analyse				Niveau 1	
Polinder et al., 2018	Revue de la littérature				Niveau 4	
Carrick et al., 2020	Etude cas temoins	575 TC avec dizziness comparés avec 60 sujets sains	Etude posturographique classique et mesure de la stabilité en fonction de diverses positions de la tete	En cas de sd post commotionnel : moins grande stabilité sur plate forme YF tete tournée ou tete en flexion ou hyperextension	Niveau 3	
Leddy et al., 2018	Revue de littérature				Niveau 4	
Soberg et al., 2021	Etude randomisée simple aveugle	Analyse de la rééducation vestibulaire en cas de troubles de l'équilibre post TC(syndrom e post commotionnel	Utilisation de divers questionnaires d'évaluation	Les facteurs prédictifs de l'évolution de la qualité de vie après un traumatisme crânien étaient le fait de recevoir une rééducation vestibulaire (p=0,049), la détresse psychologique de base (p=0,020)	Niveau 2	

Quatman-Yates et al., 2020	Meta analyse	/	Thérapies physiques des symptômes post commotion		1	
Langevin et al., 2022	CRT	60 patients	Groupe exercices aerobiques sous seuil d'apparition des symptômes VS exercices + reeducation cervicovestibulaire	Les benefices sont identiques pour les 2 groupes après 6 semaines de reeducation le groupe cervicovestibulaire présente des bénéfices supérieurs sur la mobilité cervicale et la fonction vestibulaire	2	
Kontos et al., 2021 (Res. Educ. Consort. Study Am J Sports Med)	CRT	13 patients avec deficit vestibulaire bilatéral	Mesures d'AVD avant et après réalisation d'un protocole d'exercices de stabilisation du regard avec groupe exp et controle	Amélioration de l'AVD significative pour le groupe expérimental	2	
Campbell et al., 2021	Comparative	119 58 commotions 61 contrôles	Comparaison des résultats d'épreuves oculomotrices, vestibulaires et posturo	Le TOS retrouve plus d'anomalies chez les sujets commotion que les épreuves vestibulaires et oculomotrices	3	
Brown et al., 2019	Review		Point sur le role du kinésithérapeute dans la prise en charge des différentes dysfonctions succédant à une commotion	L'approche est multimodale et s'intéresse au système autonome, au système vestibulo oculaire, à l'oculomotricité, aux cinétoses, au rachis cervical et au controle postural	4	
Ahluwalia et al., 2021	Retrospective	23 10 reeducation précoce (<30j) 13 tardive (>30j)	Evaluation des délais de retour en cours, au sport et de disparition des symptômes chez les jeunes sportifs ayant présenté une commotion cérébrale suite à une prise en charge précoce (<30j post trauma) et tardive (>30j post trauma)	Différence significative avec un bénéfice sur les délais de retour en cours, au sport et de disparition des symptômes lors d'une prise en charge précoce	3	
Kleffelgaard et al., 2019	RCT	65 sujets avec commotion pris en charge entre 3 et 12	1 groupe controle d'activité physique	acceleration de la recuperation sur dhi au premier suivi, puis bénéfice identique au second	3	Période de suivis très variable d'un sujet à l'autre

		semaines post trauma	1 groupe test d'activité physique et de rééducation vestibulaire 8 sem de rééducation			(2,7±0,8 mois et 4,4±1 mois)
Valovich et al., 2015	CRT	22 sujets avec déficit unilatéral et 12 sujets sains en controle	Mesure du VOR lors de mvts passifs en ipsi et controlateral à la lésion avec l'usage de cible éloignée et proche	Le VOR ipsilatéral et diminué pour les cibles éloignées comme rapprochées sans majoration du VOR liée à la convergence	2	Intérêt de travailler avec des cibles à distances variables
Kontos et al., 2021 (J Pediatr)	RCT	50 Sjts avec commotion	1 Gpe intervention vestib (25sjts) et un controle (25sjts) Evaluation amélioration VOMS, DHI, mBESS, PCSS	Amélioration du VOR supérieur pour le groupe vestibulaire Le DHI s'améliore de manière comparable dans 2 groupes Pas d'amélioration sur l'occulomotricité (poursuite, saccades, convergence)	2	
Joseph et al., 2021	Prospective cohort	50 sjts avec commotion 26 avec tbles de l'équilibre et 24 asymptomatiques	Dual task test, Sensory Organization Test, Neurobehavioral Symptom Inventory, Dizziness Handicap Inventory, and assessments of four cognitive domains and depression.	La capacité marche en double tâche est corrélée au DHI. Les patients symptomatiques présentent plus de difficulté dans les activités en double tâche (cognitives, marche) Le TOS n'est pas altéré plus dans un groupe que l'autre	2	
Murray et al., 2014	Review		Evaluation des outils d'évaluation de l'équilibre dans le cas de troubles post commotion	Le TOS, le CTSIB et le Romberg ne dépisent pas ces troubles	4	
Row et al., 2019	Cohorte	48 patients	Comparaison du TOS et du test de limite de stabilité chez sujets ayant présenté une commotion	le test de limites de stabilité présente plus d'anomalies que le SOT	2	
Howell et al., 2019	Comparative	23 commotion 27 controle	Comparaison resultats up and go chronométré en simple et double tâche et marche en tandem	Les temps sont plus long chez le groupe commotion pour l'ensemble des tests. La marche en tandem semble s'améliorer plus rapidement avec l'évolution clinique. L'ajout de tâche	3	

				cognitive permet la détection de troubles persistants.		
Alsalaheen et al., 2013	Retrospective	104 patients présentant un commotion cérébrale	Evaluation de l'impact d'une stimulation optocinétique avec groupe controle en utilisant l'échelle de Graybiel avec des sujets souffrant tous de mal de mer (Score GAYBIEL > stage II)	Les exercices les plus prescrits aux US sont les exercices de Coordination Oeil-Tete, d'équilibre statique, et d'équilibre à la marche.	3	
Gottshall et al., 2003	Etude cas temoins	Comparaison de 53 patient souffrant de troubles de l'équilibre après TC léger avec 46 témoins	Etude acuité visuelle dynamique et DHI	l'amélioration de l'AVD et du score du DHI sont de bons marqueurs de l'ammélioration des troubles	Niveau 3	
Hoffer et al., 2004	Etude descriptive	58 patients avec TC léger et tb de l'équilibre	Caractérisation des troubles de l'équilibre	19% souffraient de désorientation spatiale post TC	Niveau 4	
Suchoff et al., 2088	Etude retrospectives	Analyse des altérations du CV chez 220 patients (160 post TC et 60 post AVC)		Altérations du CV dans 38% des TC	Niveau 4	
Van Stavern et al., 2001	Etude rétrospective	Une revue rétrospective des dossiers de tous les patients ayant reçu un code de diagnostic de traumatisme crânien dans l'unité de neuro-ophtalmologi		56% avaient un examen neuro oph anormal	Niveau 4	

		e : de l'Université Emory entre 1991 et 1999. 326 patients				
Ciuffreda et al., 2007	Etude retrospective	Analyse des dysfonctionnements oculomoteurs chez 220 patients (160 post TC et 60 post AVC)		Dans les TC 90% présentent des troubles oculomoteurs : essentiellement des troubles de l'accommodation et des vergences	Niveau 4	
Burke et al., 1992	Etude descriptive	Etudes des fonction oph chez 39 patients avec coup de lapin		Principale anomalie constatée : diminution de la convergence et de l'accommodation chez 6 patients	Niveau 4	
Storaci et al., 2006	Etude descriptive	40 patients avec coup du lapin présentant des troubles de l'équilibre. De nombreux patients souffrant d'un coup du lapin de degré II présentent des dysfonctionnements oculomoteurs liés à des perturbations de l'entrée	Etude posturographique :	Rééducation oculomotrice peut résoudre l'altération de la fonction vestibulaire Si la rééducation est retardée ou si porte un collier cervical il faudra plus de séances.	Niveau 4	

		des afférences cervicales ou vestibulaires				
--	--	---	--	--	--	--

7.6 - Grille d'analyse de la littérature

Mots clefs : Third mobile window syndrome, otic capsule dehiscence, vestibular rehabilitation, physiotherapy

Base de données : Pubmed, Google Scholar IOS press - Taylor & Francis - Wiley - Frontiers - Wolters Kluwer - Springer - ScienceDirect - Aves - SciTeMed

Intervalle de temps : 1950-2022

Références 461-473	Design d'étude	Nombre de patients inclus	Paramètres analysés	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
Reynard et al., 2022	short review	/	TMWS mechanisms	TMWS classification	4	/
Minor et al., 2001	Retrospective	28	SSCD description	Clinical, cVemp and TDM criteria	4	/
Carey et al., 2000	Retrospective	1000 temporal bones	Incidence and etiology of dehiscences	SSCD approximately 0.5% of temporal bone specimens	4	Microscopic study
Ward et al., 2021	Review	/	14)SSCD Diagnostic criteria consensus	15)SSCD Diagnostic criteria consensus	3	Barany society
Bertholon et al., 2018	Case series	3	SSCD clinical assessment	Hearing eyelid and eyeball	4	/
Ionescu et al., 2021	Case series	3	14)Dehiscence by SPS assessment	IRM and clinical study	4	Dehiscence by SPS classification
Wackym et al., 2019	Case-control study	16	SSCD surgery (8) DHI cVEMP HIT	DHI improvement reduction in cVEMP thresholds	3	/
Ionescu et al., 2018	Case report	1	Endovascular approach of dehiscence by vascular structure	Pulsatile tinnitus cured	4	/

Thénint et al., 2014	Prospective	3	Endovascular approach for vertigo /tinnitus	Vertigo and pulsatile tinnitus cured	4	/
Mantokoudis et al., 2016	Prospective longitudinal	5	Plugging of SSCD (middle cranial fossa) VOR measures	VOR gain significantly reduced for all SC	4	/
Carey et al., 2007	Prospective	19	SSCD surgery	Vertigo cured	4	/
Ward et al., 2017	Review	/	SSCD:diagnostic criteria, future research directions		4	review
Barber et al., 2016	Retrospective	180 (84: surgery)	Prevalence of BPPV before and following surgery	23% developed BPPV following SCD repair versus 6.2% of nonoperated	3	
Carender et al., 2018	Case report	1	Interest of Postoperative vestibular rehabilitation following SSCD surgery	Postoperative vestibular rehabilitation beneficial	AP	/

7.7 - Grille d'analyse de la littérature

Mots clefs : Rachis cervical - instabilité - trouble de l'équilibration - rééducation - kinésithérapie

Base de données : Pubmed – ScienceDirect - Intervalle de temps : 1950-2022

Références 474-491	Design d'étude	Nombre de patients inclus	Paramètres analysés	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
Li et Peng, 2015	revue de littérature		physiopathogenie des vertiges cervicaux		niveau 4	
L'heureux-Lebeau et al., 2014	etude cas témoin	50	DHI, score d'anxiété, erreur d'appréciation de la position de la tete, test de torsion cervicale	dans le groupe "vertiges cervicaux" douleurs cervicales lors de l'examen, plus d'erreur dans l'analyse du positionnement de la tete et nystagmus sup de 2°/s dans les tests de torsion cervicale, par rapport au groupe témoin	niveau 3	
Brown, 1992	revue de la littérature				niveau 4	
Paul et al., 1977	etude expérimentale	non précisé	etude de l'effet d'une infiltration d'AL chez le lapin, le chat et l'homme	anesthésie locale de muscles profonds cervicaux responsable de sensation d'instabilité	niveau 4	
Biamond et De Jong, 1969	revue de la littérature				niveau 4	
Wapner et al., 1951	etude descriptive		analyse de la VVS en fonction stimulations électriques des muscles cervicaux		accord professionne l	

Karnath et al., 1994	etude descriptive	70	comparaison de la stimulation calorique et de la stimulation vibratoire cervicale sur la perception de la verticalité et l'illusion de déplacement	sensation de déplacement des cibles et et modification des repères de verticalité observée par la vibration comme pour la stimulation calorique	niveau 4	
Heindenreich et al., 2008	case report				niveau 4	
Wrisley et al., 2000	revue de la littérature				niveau 4	
Brandt et Bonstein, 2001	revue de la littérature				niveau 4	
Reid et al., 2012	protocole de randomisation	90 patients prévus			niveau 2	
Thompson-Harvey et Hain, 2019	etude descriptive	48	evaluation d'un questionnaire		niveau 4	
Treleaven et al., 2003	etude prospective	3 patients avec déficit unilatéral avant et après rééducation et 7 sujets sains	mesure réflexe cervico oculaire	gain du reflexe cervico oculaire quasi nul si déficit unilatéral	niveau 3	
Yacovino et Hain, 2013	etude cas temoin	12 patients déficitaires vestibulaires bilatéraux et 13 temoins	étude du reflexe cervico oculaire	augmentation du gain chez les déficitaires bilatéraux	niveau 3	
Colledge et al., 1996	etude cas témoin	12 sujers temoins et 30	étude du reflexe cervico-oculaire	augmentation du gain chez les déficitaires bilatéraux	niveau 3	

		déficitaires vestibulaires				
Ryan et Cope, 1955	etude descriptive	26 sujets en bonne santé	comparaison des gains des reflexes vestibulo oculaire lors de la rotation corps entier versus rotation de la tete sur tronc fixe.		niveau 3	
Reiley et al., 2017	etude comparative	10 sujets sains et 2 vestibulopathes	Eude VOR lors d'oscillations du corps entier, de la tete seul passive , de la tete seule par mouvement actif	pas de différences des gais sauf chez les vestibulopathes	niveau 4	
Cherchi et al., 2021	essai contrôle randomisé	20 sujets sains	Etude COR et VOR après 20 mn d'efforts cervicaux et 60 mn de blocage cerviical puis 120 mn pour 11 patients	pas de modification des COR et VOR après exercice cervical. Après 60 mn de blocage : augmentation du VOR mais rien au COR Apres 120 mn augmentation du COR mais VOR normalisé	niveau 2	
Micarelli et al., 2021	etude cas temoin	102/42	comparaison d'erreurs d'évaluation de la position de la tete dans une population de sujets ayant présenté un coup du lapin (102) et une population temoin (42). dans les position de la tete	constatation de plus d'erreurs et de plus de douleurs cervicales dans la population "coup du lapin" avec vertiges	niveau 3	
Yaseen et al., 2018	revue de la littérature				niveau 4	
McPhee Christensen, 2021	etude cas temoins	149/97	evaluation de divers paramètres dans une population de sujets de plus de 65 ans vertigineux (149) et contrôle (97)	grande fréquence de spondylolyse chez les vertigineux	niveau 3	

Duquesnoy et Catanzariti, 2008	Case report	/	Cervical vertigo description	Symptoms can be produced by bending the neck only.	4	Premiere description dans la littérature
Minguez-Zuazo et al., 2016	Review	/	CGD Diagnostic criteria		4	
Malmström et al., 2007	Review	/	Diagnosis and treatment approach		4	
Morinaga et al., 2021	RCT	80	DHI, NDI, NPI, cervical ROM	Significant decrease for DHI, NDI, NPI. Improve Neck ROM	2	Amélioration du DHI de 6 points: 26 > 20.
Li et al., 2014	Review of 4 RCT		Manual therapy effectiveness	DHI, intensity and frequency improvement	2	/

7.8 - Grille d'analyse de la littérature

Références 492-509	Design d'étude	Nombre de patients inclus	Paramètres analysés	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
Pavlou et al., 2015	Etude comparative randomisée	33 sujets dont 8 avec absence de vision binoculaire	Acuité visuelle de loin et de près, vision des couleurs, réfractométrie, cover test de loin et de près, Point maximal de convergence, Amplitude de fusion, vision stéréoscopique, Motricité oculaire, tests vestibulométriques caloriques. Beck's Anxiety Inventory, Beck's Depression Inventory; Functional Gait Assessment; Situational Characteristics Questionnaire; Vertigo Symptom Scale (autonomic and somatic anxiety symptoms); Vertigo Symptom Scale (global vertigo symptoms)	Pas de différence significative des réponses initiales aux questionnaires entre sujets avec et sans vision binoculaire. Amélioration des scores au seul questionnaire Vertigo Symptom Scale après rééducation orthoptique seulement dans le groupe sans vision binoculaire.	4	La recherche de la vision stéréoscopique se base essentiellement sur l'interrogatoire. Les examens pour la vision stéréoscopique ne sont pas détaillés
Ward et al., 2020	Etude comparative non randomisée	31 enfants (11 ± 3.29 ans) avec des plaintes de vertiges et bilan vestibulaire normal et 53 témoins	Bilan vestibulaire(EVAR, OVAR, VEMP, Tests caloriques). Cover Test, Vision stéréoscopique (TNO), Point maximal de convergence (PMC), Amplitudes de fusion en convergence et divergence, Rapport AC/A	Aucune différence des paramètres de vergence entre enfants symptomatique et témoins lors des mesures instrumentales contrastant avec les mesures cliniques.	4	Souligne la nécessité de mesures instrumentales précises et d'études complémentaires.

			Réfractométrie haploscopique REMOBI			
Kapoula et al., 2013	Etude comparative non randomisée	11 sujets avec atteinte vestibulaire bilatérale idiopathique 16 témoins	Test de vergence Equilibre debout	La zone normalisée de 90% du balancement du corps était significativement plus élevée chez les patients que chez les témoins pour toutes les conditions.	3	
Bauwens et al., 2021	Etude prospective non comparative	13 patients atteints de vertige adultes	Etude de la vergence avec vidéo oculographie	Atteinte de la vergence	4	Pas de comparaison avant les vertiges ou de témoins
Bucci et al., 2009		28 enfants avec vertiges et céphalées sans déficit vestibulaire et 19 enfants témoins	Bilan vestibulaire, Examen orthoptique Posturographie avec fixation à 40 et 200 cm.	Stabilité supérieure en fixation binoculaire de près. Moindre stabilité chez les enfants souffrant de vertiges.	4	Compte tenu de la présence de céphalées, l'absence de signe vestibulaire n'est pas suffisante pour attribuer l'origine des vertiges aux troubles de convergence
Delfosse et al., 2018	Etude comparative prè et post traitement sans sujets contrôles	6 sujets avec insuffisance de convergence	Amplitude de fusion en convergence. Paramètre posturographiques	Réduction de l'instabilité yeux ouverts par comparaison à yeux fermés pour 2 des 5 paramètres posturographiques	4	Ne mentionne pas la présence de symptômes de vertige ou des troubles de l'équilibre dans la vie journalière

Wiener-Vacher et al., 2019	Etude prospective non randomisée	49 enfants (9-13 ans) se plaignant d'instabilité et porteurs d'une insuffisance de convergence sans déficit vestibulaires. 109 enfants témoins	Bilan vestibulaire Point maximal de convergence (PMC) Amplitudes de fusion en convergence et divergence, Vision stéréoscopique (TNO), Cover-Uncover Test	Amélioration des paramètres oculomoteurs après rééducation orthoptique (non limitée aux seules vergences). Mention d'une diminution des plaintes de vertiges pour l'ensemble du groupe mais non quantifiée	4	PMC normal 86% des enfants souffrent de céphalées. Instabilité d'origine migraineuse non évaluée. Effet possible de l'accroissement de l'activité physique suite à la réduction du temps devant écran non évalué.
Morize, et Kapoula, 2017	Etude comparative prè et post traitement	19 sujets dont 10 avec une insuffisance de convergence	Convergence Insufficiency Symptom Survey Questionnaire. Point maximal de convergence, Amplitude de fusion , vision stéréoscopique. Paramètres posturographiques	Amélioration des mesures de vergence après rééducation orthoptique. Amélioration d'un paramètre posturographique tant les yeux ouverts que fermés.	4	

7.9 - Grille d'analyse de la littérature

Mots clefs : Ototoxicité, sédatifs, vestibuloplégiques, antiémétiques

Base de données: Pubmed , Cochrane Library - Intervalle de temps: 1990-2021

Références 510-516	Design d'étude (prospective, rétrospective, méta-analyse, cohorte,)	Nombre de patients inclus	Paramètres analysés (examens, traitements,...)	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
McDonnell et Hillier	Revue de question, méta-analyse, visant à évaluer l'efficacité de la rééducation vestibulaire sur une population adulte ayant un déficit vestibulaire périphérique unilatéral symptomatique.	39 études dont 2441 patients	Comparaison de la rééducation vestibulaire par rapport à un contrôle Recherche du critère principal, amélioration symptomatique du vertige ; Recherche de critères secondaires, amélioration de l'état de santé globale du patient.	Il existe des preuves modérées que la rééducation vestibulaire résout les symptômes et améliore le fonctionnement à moyen terme ; pour les VPPB, les manœuvres physiques sont plus efficaces à court terme que la rééducation vestibulaire.	1	
Rizk et al., 2020	Revue de question ayant pour objectif de lister les pharmacologies ototoxiques et rechercher de iatrogénicité.	Tous les rapports d'effet indésirables ont été examinés jusqu'au 16 janvier 2020	Recherche des effets indésirables sur les bases de données Micromedex (IBM), Lexicomp (Wolters Kluwer), manuel Drug Induced Diseases, PubMed et Cochrane	L'étude retient 194 médicaments ototoxiques, 100 sont vestibulo-toxiques et 142 peuvent induire une instabilité.	1	
Jozefowicz-Korczynska et al., 2021	Revue de question ayant pour objectif de résumer les connaissances actuelles sur la survenue de troubles de l'audition et de l'équilibre après un traitement antipaludique.	Recherche sur PubMed (Medline) et Embase (sur OVID) des articles publiés de 1985 à août 2020.	Antipaludéens utilisés pour le paludisme, à titre curatif ou préventif, les maladies auto-immunes, les maladies rhumatismales, certaines maladies virales et les cancers.	Les effets indésirables audio-vestibulaires varient en fonction du médicament, de sa dose et de sa voie d'administration, ainsi que de l'association médicamenteuse, de la maladie traitée et des prédispositions individuelles du patient.	1	

Shepard et al., 1990	Etude rétrospective, étude des résultats d'une prise en charge rééducative.	98 patients, 60 femmes, 38 hommes	Programme rééducatif personnalisé	La rééducation pour les troubles de l'équilibre en prise en charge unique ou en association avec les traitements pharmacologiques ou chirurgicaux.	3	Pas de contrôle
Li et al., 1996	Etude rétrospective randomisée visant à comparer l'équilibre de 30 patients déprimés, 18 traités par antidépresseurs tricycliques (ATC) et 21 traités par des inhibiteurs sélectifs de la recapture de la sérotonine (ISRS) pendant ≥ 1 an et 30 sujets témoins	30 patients dans chaque groupe	L'équilibre et les réflexes posturaux ont été évalués par une plateforme Balance Master System (NeuroCom International, Inc.).	Les patients sous ATC avaient des troubles de l'équilibre. Les patients sous ISRS n'en avaient pas.	2	Peu de patients
Hindle et al., 2008	Etude de cas	1 patient, 1 femme 95 ans	Constatation clinique d'une ataxie contemporaine de la prise d'amiodarone, étude des nystagmus spontanés, évaluation de l'inconfort ressenti.	Arrêt de l'ataxie 1 mois après l'arrêt de l'amiodarone.	4	Pas de contrôle Etude d'un cas, évaluation subjective d'un ressenti d'instabilité, dans un contexte d'insuffisance cardiaque et d'hypotension artérielle.

Tighilet et al., 2015	Étude chez le chat, comparaison de la récupération posturale 6 semaines après une neurotomie vestibulaire unilatérale (UVN) avec N-acétyl-DL-leucine, avec N-acétyl-L-leucine ou avec N-acétyl -D-leucine. Comparaison par rapport à un groupe placebo (UVN + eau salée).	17 chats traités (4 avec N-acétyl-DL-leucine), (4 avec N-acétyl-L-leucine), (4 avec N-acétyl-D-leucine) 5 chats témoins.	Mesure de l'activité sensorimotrice globale (grilles d'observation), du contrôle postural (mesure de la surface d'appui), l'équilibre locomoteur (performance maximale au test du faisceau tournant), et le nystagmus vestibulaire spontané (enregistré à la lumière).	Le N-acétyl-DL-leucine et le N-acétyl-L-leucine induisent une accélération significative du processus de compensation vestibulaire. A la phase initiale d'un déficit vestibulaire unilatéral brutal, le Tanganil* (N-acétyl-L-Leucine) est efficace.	Modèle animal de neurotomie vestibulaire
ANAES, 2002.	Synthèse des recommandations interprofessionnelles			Les traitements de la migraine (de la crise et de fond) sont pharmacologiques. Chez l'adulte, <i>"les données de la littérature ne permettent pas de conclure quant à l'efficacité ... des manipulations cervicales dans la prévention de la migraine."</i> Chez l'enfant, il n'est pas non plus mentionné d'indication de rééducation.	

7.10 - Grille d'analyse de la littérature

Références 517-549	Design d'étude (prospective, rétrospective, méta-analyse, cohorte...)	Nombre de patients inclus	Paramètres analysés (examens, traitements...)	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
Suarez et al., 2003	Étude prospective non contrôlée observationnelle	14 patients âge moyen 73 ans,	Effet rééducation vestibulaire Posturographie (aire, vitesse du centre pression, analyse en ondelette) vision stabilisée et sous optocinétique, et DHI pré et post rééducation. pour 7 patients effet à 12 mois en moy	10/14 patients ont une amélioration significative de tous les paramètres posturographiques corrélés au DHI 3 patients sans amélioration ; âge > 80 ans, atteinte cérébelleuse à ENG Pas d'effet rémanent pour 7 patients à 12 mois	4	Caractères de centralité ? Pas de groupe contrôle
Brown et al., 2006	Étude retrospective de cas	48 patients (âge moyen 64 ans) avec atteintes chroniques centrales (TC, AVC, cérébelleuse, vestibulaire central)	DHI, ABC, TUG, DGI, FTSTS pré et post rééducation avec 1 groupe DHI 0-60 et 1 groupe 61-100	Amélioration significative DHI, DGI et TUG sur vestibulaire, DGI et FTSTS pour AVC, DGI pour atteinte mixte central et périphérique, DHI pour TC. Pas d'amélioration significative pour atteinte cérébelleuse	4	
Badke et al., 2004	Étude retrospective de cas	20 patients atteints vestibulaires age moyen 65 ans : 9 atteintes centrales, 5 atteintes périphériques et 6 atteintes mixtes	DGI, BBS, Acuité visuelle dynamique, posturographie dynamique avec SOT avant et après rééducation vestibulaire	Pour atteinte périphérique : amélioration DGI, AVD, sans amélioration posturographie Pour atteinte centrale : amélioration BBS et DGI sans amélioration AVD et posturographie Efficacité moindre si atteinte centrale	4	Caractères de centralité ? Pas de groupe contrôle
Krishnan et al., 2012	Etude prospective randomisée controlee	11 patients atteints de SEP âge moyen 52 ans et 11 sujets sains 51 ans âge moyen	Limite de stabilité et analyse de déplacement du centre de pression sur posturographie, EMG de surface, accéléromètre	Après flexion extension des bras : ajustements posturaux anticipés retardés, insuffisants, inexistant, voire inversés, et amplitude de	2	

				déplacement du centre de pression augmentés. Limites de stabilité réduite chez les patients atteints de SEP		
Gimmon et al., 2017	Etude prospective contrôlée	83 patients dont - 61 avec une atteinte périphérique (âge moy. 63 ans), - 17 avec migraines et 5 vertiges sans atteinte périphériques (âge moy. 52 ans) 35 témoins sains	Analyse marche sur GAitRite : vitesse, temps pas, longueur de pas, temps et longueur de cycle de marche, largeur de cycle de marche, variabilité de temps, de largeur et longueur de index de coordination de phase et %asymétrie , Yeux ouverts et Yeux fermés	Témoins longueur et temps de pas et de cycle, vitesse plus importante que deux Groupes Atteinte centrale avec moins bon index de coordination de phase, Yeux ouvert ou fermés, que sujet sains ou atteinte vestibulaire périphérique	3	
Hebert et Corboy, 2013	Etude prospective de cohorte de corrélation	17 patients atteints de SEP (âge moy. 39 ans)	Score fatigue par MFIS, Posturographie dynamique avec SOT, test de 6minutes, EDSS	Fort Corrélation MFIS, expliquant 62 % de la variation du score composite SOT et items physiques et cognitifs aux subscore posturographie, faible au test de 6min; Corrélation modérée à forte entre fatigue et condition 4,5,6. Corrélation atteinte tronc cérébrale et/ou cérébelleuse et fatigue et posturographie	3	
Jacobs et Kasser, 2011	Etude prospective contrôlée de cohorte	13 patients atteints de SEP (âge moy. 50ans) 13 sujets témoins sains (âge moy. 50 ans)	3 tâches posturales mesurée par analyse plateforme et cinématique de marche : initiation de pas, limite de stabilité antérieure et inclinaison postérieure de plateforme, sans et avec test de Stroop auditif Mesure: score fatigue, ABC, évaluation cognitive, TUG sans et avec double tâche cognitive,	-Pour initiation de pas : allongement du délai de déclenchement, de la durée des ajustements posturaux anticipés pour patients SEP que contrôles, majorés en double tâche davantage pour patients SEP que témoins. -pour limite de stabilité : délai plus long en double tâche, amplitude du déplacement centre de pression limitée et	3	

				<p>plus variable en double tache pour patient SEP ;</p> <p>-pour inclinaison de plateau allongement du temps de réaction et augmentation de l'amplitude du placement du centre de pression chez patients SEP, avec effet double tache plus marqué en cas de SEP.</p> <p>-TUG moins bon et impact de double tache cognitif uniquement chez patients SEP.</p> <p>-la fatigue est le seul facteur corrélé aux effets de la double tache cognitive.</p>		
Boes et al., 2012	Etude prospective de cohorte	45 patients SEP catégorisé en 2 groupes d'atteintes mineures (EDSS <3,5 age moy. 46 ans) et modérées (4<EDSS<6,5, age moy. 58 ans)	Analyse posturographique sans et avec tache cognitive	<p>Instabilité plus marquée pour les atteintes moyennes.</p> <p>Double tache cognitive : augmentation de surface, vitesse moyenne dans les deux directions.</p> <p>Corrélation fatigue niveau EDSS et instabilité</p>	3	
Hebert et al., 2011	Etude randomisée contrôlée d'efficacité thérapeutique	<p>Groupe témoin 13 patients (âge moy. 50ans) atteints de SEP sans intervention,</p> <p>Groupe 12 patients SEP (âge moy. 46 ans) avec rééducation vestibulaire (4sem. 60min, 2 fois par sem.)</p> <p>Groupe 13 patients SEP (âge moy. 42</p>	Posturographie SOT, MFIS, DHI, Test de marche de 6minutes, échelle de dépression	Efficacité sur l'équilibration, la fatigue et DHI pour le groupe Rééducation, Effet seulement sur l'équilibration pour le groupe exercice	2	

		ans) et exercice physique				
Hebert et al., 2018	Etude randomisée contrôlée simple aveugle d'efficacité thérapeutique	88 patients atteints de SEP 44 patients contrôles (âge moyen 43) sans rééducation 44 patients (âge moy. 46.5) avec 6 sem. Rééducation équivalent vestibulaire supervisée 2 fois par sem. et autoexercices, puis 8 sem. Supervision 1 fois par sem. et autoexercices Stratification des patients par atteinte ou non cérébelleuse et tronc cérébrale	Après chaque rééducation : Posturographie avec SOT, MFIS, vitesse de marche, AVD, score composite de stabilisation du regard, PDQ, SR 36 DHI	Amélioration sur posturographie pour groupe rééd. A S6 et S14 ; Amélioration plus marquée des conditions 3 à 6 et score composite en cas d'atteinte cérébelleuse Amélioration DHI, MFIS, PDQ, and SF-36 mais pas AVD ni vitesse de marche, à S6 comme à S14	1	
Ozgen et al., 2016	Etude randomisée contrôlée d'efficacité thérapeutique	40 patients SEP : 20 dans groupe rééducation vestibulaire 8 sem. (âge moyen 42,5 ans); 20 dans groupe contrôle (39,5 ans)	Romberg, Tandem Romberg, Romberg sur r mousse, Posturographie sur mousse Test 6m FTSTS , BBS TUG, FGA et DGI, Test de 6 minutes, échelle dépression de Beck ABC et DHI	Pour groupe rééducation : amélioration de tous les paramètres sauf Tandem Yeux fermés et Romberg sur mous Yeux ouverts	2	
Ilg et al., 2009	Etude prospective crossover d'efficacité thérapeutique	16 patients avec atteintes cérébelleuses dégénératives avec 1 sous-groupe de 10 patients ataxies à prédominance cérébelleuse	Rééducation 1h x3/sem sur 4 sem: Exercices statiques, exercices dynamiques, mouvements corporels globaux, stratégies du pas et de prévention chute.	Effet positif sur le score SARA, marche (vitesse et variabilité de pas), équilibration statique et Dynamique. -Ataxies cérébelleuses seules : Effet rétention, Effet	3	

		(SARA moy 19,7, Age moy.64 ans) et 6 à prédominance proprioceptive (SARA moy. 13,6, age moy. 56 ans),	Mesures effets : (SARA, ICARS, BBS, Analyse cinématique de la marche et gains sur objectifs personnalisés) à 3 étapes : 8 sem. Avant rééducation, S0 de rééducation, S4 à la fin de rééducation, S12 avec 2 mois d'autoexercices dans intervalle	sur Coordination des membres inférieurs et marche -Atteinte proprioceptive associée = résultats plus modestes Meilleur résultat si autoexercices à domicile Effet rémanence à 1 an dépendant de la réalisation des auto-exercices.		
Cattaneo et al., 2007	Etude randomisée contrôlée d'efficacité thérapeutique	44 patients atteints de SEP avec 3 groupes : Groupe Rééducation de 23 patients (âge moy.44 ans) Groupe 12 patients (âge moy. 47 ans) rééducation conventionnelle Groupe témoins 15 patients SEP (âge moy. 46 ans)	Groupe rééducation avec exercices de Stratégies motrices et de Stratégies sensorielles Groupe ; 45 min x3/sem pendant 4 semaines Rééducation conventionnelle : renforcement musculaire étirement, marche.45 min x3/sem pendant 4 semaines Mesures effets : DGI, DHI, BBS, nombre de chute	Groupe rééducation stratégie motrice et sensorielles : Amélioration de 3,85 pts au DGI, réduction du nombre de chute et amélioration de l'équilibration statique et dynamique (-6 points) Pas d'effet DHI et ABC	2	
Lee et al., 2011	Essais comparatifs avec série historique	3021 patients avec vertiges et 3021 sujets témoins hospitalisés pour appendicectomie	Comparaison des comorbidités et facteurs socio-économiques	6.1% des patients souffrant de vertiges ont présenté un AVC contre 1.9% dans le groupe contrôle. En présence d'au moins 3 facteurs de risque vasculaire , le risque d'AVC est multiplié par 5.51 après ajustement des comorbidités et facteurs socio-économiques.	3	
Grad et Baloh, 1989	Etude rétrospective	84 patients consultant pour vertiges et dont l'étiologie est un	Examen Clinique Questionnaire de vertiges	Pour 50% des patients les vertiges étaient le seul symptôme.	4	

		AVC vertebro-basilaire	CTscan/IRM ENG	12/42 patients ont présentés des antécédents d'épisodes de vertiges. 42% ont des résultats anormaux à la VNG.		
Matsuda et al., 2011	Etude rétrospective	265 patients souffrant de SEP	Questionnaire; facteur de risqué et « health care provider »	58.2% des patients ont été victime d'au moins une chute Recommandations de techniques de sécurisation, usage d'aide à la marche et d'exercices.	4	

8 - Grille d'analyse de la littérature

En raison de l'impact en termes de santé publique des troubles de l'équilibre et chutes des personnes âgées plusieurs recommandations pluridisciplinaires sont référencées (1,2 et 16)

Références 550-563	Design d'étude (prospective, rétrospective, méta-analyse, cohorte,)	Nombre de patients inclus	Paramètres analysés (examens, traitements,...)	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
Vellas et al., 1997	Recommandations Pluridisciplinaires				I	Algorithme présentant la prise en charge selon la présence ou l'absence de chute(s) au cours des douze derniers mois Recommandations d'évaluations cliniques, paracliniques et de mesures thérapeutiques
Montero-Odasso et al., 2022	Conférence de Consensus				I	Mise au point sur la caractérisation de la presbyvestibulie avec le support de tests fonctionnels
Bloch, 2015	Étude de sensibilité et spécificité Cohortes	30	Réalisation du Timed up and go test dans plusieurs conditions dans deux groupes de patients (absence de chutes, au moins deux chutes)	Sensibilité de 87% et spécificité de 87% pour la prédiction du risque de chute	2	Effectifs limités
Lundin-Olsson et al., 1997	Étude prospective	81	Chez 81 patients d'âge moyen 83 ans vivant en résidence suivi validé à un an pour 76 d'entre eux avec au moins une chute dans deux tiers des cas	Analyse des différents paramètres prédictifs de chute : troubles cognitifs...	2	Étude relativement ancienne (1993)
Tinetti, 1986	Étude rétrospective	40	Patients consultant pour chute(s) et présentant un VPPB	A distance de 6 mois des mesures thérapeutiques du VPPB réduction des chutes. Effet supérieur en l'absence de comorbidité	2	Intérêt de la recherche systématique du VPPB en cas de chute

Ghulyan, 2005	Méta analyse		Analyse portant sur 22 études dont 20 randomisées avec un effectif de 1876 patients	Efficacité de la rééducation vestibulaire et des manœuvres thérapeutiques des VPPB	2	Hétérogénéité des études, des modalités thérapeutiques et des résultats
---------------	--------------	--	---	--	---	---

9 - Grille d'analyse de la littérature

Références 564-599	Design d'étude (prospective, rétrospective, méta-analyse, cohorte,)	Nombre de patients inclus	Paramètres analysés (examens, traitements,...)	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
Richardson et al., 2001	Etude prospective randomisée contrôlée	20 patients neuropathies : 1 groupe témoin 10 patients et 1 groupe rééducation	Groupe rééducation : exercice journalier pendant 3 sem. Exercice de renforcement musculaire et équilibration impliquant la cheville ; Groupe témoin : exercice en position assise Mesure avant et après intervention : Appui unipodal, tandem chronométré, FRT, ABC	Appui unipodal, tandem chronométré, FRT amélioré significativement uniquement dans le groupe rééducation, ABC non significatif	2	
Allet et al., 2010	Etude randomisée contrôlée	71 patients neuropathies (âge moyen 63 ans) avec un groupe rééducation et un groupe témoin sans intervention	Groupe rééducation, 1H. 2 fois par sem., 12sem., exercice marche, équilibration et renforcement dans tâches fonctionnelles, Mesure avant et après rééducation et M6 après intervention : vitesse de marche condition écologique, équilibration (POMA), marcher sur une poutre, plateforme posturographique, FES	Gain vitesse de marche significatif de 0.149 m/s, gain de 34% équilibre dynamique, <31% Equilibre statique et FES	2	
Nardone et al., 2010	Etude crossover	33 patients avec ataxie (Age moyen 58,4 ans) avec un groupe neuropathies (n=19) et un groupe atteinte	Rééducation sur plateforme translationnelle plan horizontal et YO et YF) vs Exercices Cawthorne-Cooksey pour atteinte vestibulaire et Exercices dérivés d'exercices de Frenkel 1H par jour sur 5 jours. Résultats avant et après chaque interventions posturographie surface, subjective, analyse de	Efficacité sur tous les indicateurs des programmes d'exercices comme sur plateforme dans les deux groupes, Effets thérapeutiques plus marqués pour le groupe vestibulaire	3	

		vestibulaire (n=14)	mouvement de tête, score marche et équilibre POMA	Effet thérapeutique plus marqués après le deuxième programme		
Aranda et al., 2009	Etude comparative	20 sujets diabétiques (âge moyen 56 ans ± 7.8) avec vestibulopathie unilatérale aux tests caloriques sans prépondérance dont 10 sans neuropathie et 10 avec neuropathie	Rééducation vestibulaire type Cawthorne & Cooksey 7 semaines avec évaluation à J-1 et S7 par DHI, Posturographie statique (YPO, YF, avec et sans mousse), score de neuropathie Michigan	Gain pour les deux groupes au DHI d'au moins 18 points pour 60% des patients ; Pour groupe neuropathie : Amélioration de la stabilité bipodale sur sol instable en obscurité. Pour groupe sans neuropathie : diminution des oscillations dans les 4 conditions posturographiques, et baisse du coef. de Romberg sur sol instable	3	
Richardson et al., 2004	Etude comparative interventionnelle	42 patients avec neuropathies étiologies différentes, âge moyen 65 ans	Analyse effet sur la marche de l'utilisation d'une canne, d'une orthèse médiolatérale de cheville droite et gauche et tact fin de la main sur surface verticale. Mesure avant et après 5 min, puis sans intervention, de variabilité largeur de et longueur de pas, largeur moyenne de pas vitesse de marche	Variabilité de largeur améliorée pour les trois interventions, Variabilité de temps de longueur de pas amélioré uniquement pour pour les orthèses et toucher fin ; Vitesse de marche ralentie avec canne Effet rémanent à l'arrêt uniquement que sur la vitesse	4	
Ilg et al., 2009	Etude prospective crossover d'efficacité thérapeutique	16 patients avec atteintes cérébelleuses dégénératives avec 1 sous-groupe de 10	Rééducation 1h x3/sem sur 4 sem: Exercices statiques, exercices dynamiques, mouvements corporels globaux, stratégies du pas et de prévention chute.	Effet positif sur le score SARA, marche (vitesse et variabilité de pas), équilibration statique et Dynamique. -Ataxies cérébelleuses seules : Effet rétention,	3	

		<p>patients ataxies à prédominance cérébelleuse (SARA moy 19,7, Age moy.64 ans) et 6 à prédominance proprioceptive (SARA moy. 13,6, age moy. 56 ans),</p>	<p>Mesures effets : (SARA, ICARS, BBS,</p> <p>Analyse cinématique de la marche et gains sur objectifs personnalisés) à 3 étapes : 8 sem. Avant rééducation, S0 de rééducation, S4 à la fin de rééducation, S12 avec 2 mois d'autoexercices dans intervalle</p>	<p>Effet sur Coordination des membres inférieurs et marche</p> <p>-Atteinte proprioceptive associée = résultats plus modestes</p> <p>Meilleur résultat si autoexercices à domicile</p> <p>Effet rémanence à 1 an dépendant de la réalisation des auto-exercices.</p>		
Suarez et al., 2003	Étude prospective non contrôlée observationnelle	14 patients âge moyen 73 ans,	<p>Effet rééducation vestibulaire Posturographie (aire, vitesse du centre pression, analyse en ondelette) vision stabilisée et sous optocinétique, et DHI pré et post rééducation. pour 7 patients effet à 12 mois en moy</p>	<p>10/14 patients ont une amélioration significative de tous les paramètres posturographiques corrélés au DHI</p> <p>3 patients sans amélioration ; âge > 80 ans, atteinte cérébelleuse à ENG</p> <p>Pas d'effet rémanent pour 7 patients à 12 mois</p>	4	
Brown et al., 2006	Étude retrospective de cas	48 patients (âge moyen 64 ans) avec atteintes chroniques centrales (TC, AVC, cérébelleuse , vestibulaire central)	<p>DHI, ABC, TUG, DGI, FTSTS pré et post rééducation avec 1 groupe DHI 0-60 et 1 groupe 61-100</p>	<p>Amélioration significative DHI, DGI et TUG sur vestibulaire, DGI et FTSTS pour AVC, DGI pour atteinte mixte centrale et périphérique, DHI pour TC.</p> <p>Pas d'amélioration significative pour atteinte cérébelleuse</p>	4	

10 - Grille d'analyse de la littérature

Mots clefs : Vestibular motion sickness, motion sickness-related vestibulopathy, motion sickness-associated vestibulopathy/dizziness
 Base de données: Pubmed, google scholar - Intervalle de temps: 2000-2022

Références 600-627	Type d'étude	Sujets inclus	Type de conflit	Type de traitement	Paramètres analysés	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
Gutkovic et al., 2022	Prospective, simple aveugle	30 personnes sensibles au mal de mer	Mal de mer	Fauteuil rotatoire et stimulation galvanique - Conflit canal vs. otolith	Evaluation de la constant de temps (velocity step tests) - Mal de mer en bateau par questionnaire - Prise de médicament anti-naupathique.	Diminution de la constant de temps - Diminution de la prévalence du mal de mer sévère en bateau, une semaine après la fin du protocole - Diminution des traitements dans les 3 mois suivant le protocole.	1	Protocole avec stimulation galvanique (technique peu utilisée en rééducation classique)
Ressiot et al., 2013	Prospective Randomisée Double aveugle	15 personnes sensibles au mal de mer (7 tests , 8 contrôle)	Mal de mer	Optocinetique et mouvement de tête - Conflits visuo-vestibulaire - 10 séances (1 à 2 / semaine)	Questionnaire	71 % des sujets améliorés (contre 12 % des contrôles). - Maintien de l'amélioration pendant 5 mois	2	Protocole optocinetique réalisable avec du matériel standard. - Etude sur sujets militaires - Faible nombre de sujet, mais effet significatif - Protocole placebo incluant des exercices d'équilibres qui peuvent potentiellement améliorer certain mal

								des transport (mais moins que le protocole optocinétique)
Ugur et al., 2022	Prospective non randomisées	19 sensibles au mal des transport et 20 contrôles non sensibles	Mal des transports	Réalité virtuelle - Conflit visuo-vestibulaire - 6 sessions en 2 à 3 semaines	Posturographie - questionnaire	amélioration de l'équilibre dans les situations de conflits sensoriels -Amélioration significative des 12 symptômes du mal des transports	2	
Dai et al., 2011	Prospective	29 sujets sensibles au mal des transports	RAIG - Conflit canal vs. Otolith - Et en transport	Optocinetique + fauteuil rotatoire - Conflits visuo-vestibulaire - 5 jours	gain du RVO - Constante de temps - Questionnaire sur le mal des transports avant et après habitude	- Diminution de la constante de temps - Diminution du mal des transports lors du test en rotation inclinée (RAIG) - Diminution du mal des transports en condition réelle pendant au moins 18 semaines.	2	Type de mal des transports non-précisé - Rééducation par habitude au conflit visuo-vestibulaire montre une efficacité sur le conflit canalo-otolithique évalué par RAIG.
Li et al., 2012	Prospective, cohorte	106 sujets âgés de 23 à 53 ans (59 hommes et 47 femmes)	Mal de mer	Habitude Mal de mer	Questionnaires - Echelle visuelle analogique	Diminution de l'intensité et de la prévalence des symptômes après 2 semaines de navigation chez 77% des hommes et 47% des femmes	2	Rééducation par exposition naturelle à la situation
Maffert et al., 2020	Retrospective	181 sujets sensibles au mal	Mal de mer	Optocinetique -	Questionnaire et échelle visuelle analogique	Intensité des symptômes de mal de mer réduit de moitié, et bénéfique persistant	4	Amélioration aussi des autres mal des transports (voiture, avion, train)

		de mer		Conflit visuo-vestibulaire +/- Proprioceptif - 10 séances		pendant plusieurs années.		Absence d'effet secondaire du protocole
Maffert et al., 2022	Retrospective	28 sujets sensibles au mal de mer	Mal de mer	Nausicaa : Oscillation verticale et réalité virtuelle - Conflit Visuo-otolithique - 10 séances	Questionnaire et échelle visuelle analogique	- 82% des personnes se sentent améliorés (62% importante amélioration et 20% amélioration partielle) - L'intensité des symptômes est diminuée en moyenne de moitié - L'inhabilité à travailler est réduite de moitié	4	Matériel expérimental spécifiquement conçu pour la rééducation du mal de mer (système Nausicaa) Absence d'effet secondaire
Trendel et al., 2010	Retrospective	75 personnes sensibles au mal de mer	Mal de mer	Optocinetique - Conflit visuo-vestibulaire - 1/semaine pendant 10 à 14 semaines	Questionnaire	80% des personnes étaient améliorées 1 à 15 mois après la rééducation	4	Amélioration aussi pour les autres mal des transports pour 93 % des personnes
Rine et al. 1999	Cas clinique	1	Mal de mer	Habituation Conflits visuo-vestibulaire	Questionnaire symptômes	Régression des symptômes permettant la reprise du travail d'oceanographie	4	

				Exercice d'équilibre				
Lucertini et al., 2013	Retrospectif	20 sujets / 65 control	Mal de l'air	Coriolis stress test : - Conflit canal vs. otolith - Et thérapie cognitivo-comportementale	Symptômes lors du coriolis stress test - Capacité à finir la formation et exercer comme pilote	Amélioration des symptômes lors du Coriolis stress test - Succès à long terme de 85% avec poursuite de carrière - Effet mainenu à long terme (2 à 11 ans de recul)	4	2 cas sur 17 ont "rechuté" et resuivi une rééducation
Rastogi et al., 2014	retrospective	18vétudiant pilotes souffrant de mal de l'air malgré une première rééducation	Mal de l'air	Coriolis stress test : - Conflit canal vs. otolith	Capacité à supporter le programme et à revoler	77 % parviennent à finir l'intégralité du programme. 90% poursuivent une activité de pilote ou personnel navigant.	4	

11 - Grille d'analyse de la littérature

Mots clés : Contrôle postural ; Pédiatrie ; Rééducation vestibulaire ; Trouble de l'équilibre ; Vertige,
Base de données: Pubmed, Google Scholar, PEDro, Science Direct - Intervalle de temps: 1960-2022

Références 628-640	Design d'étude (prospective, rétrospective, méta-analyse, cohorte,)	Nombre de patients inclus	Paramètres analysés (examens, traitements,...)	Principaux résultats	Niveau de preuve	Commentaires
Rine, 2018	Revue	/	Review of vestibular-related impairments in children, determinants of the symptoms and functional impairments of vestibular dysfunction, the mechanisms of recovery in children, the challenges of VR for children, and a summary of research on the efficacy for VR for children.		4	
Li et al., 2016	Etude épidémiologique	n = 10,954 aged 3-17 years	Prevalence of dizziness and balance problems in children population	Prevalence of dizziness and balance problems was 5.3% (3.3 million US children); females, 5.7%, males, 5.0%.	4	
Wiener-Vacher et al., 2018	Etude épidémiologique	n = 2,528	Prevalence of vestibular impairment (VNS, HIT)	A vestibular impairment was shown in 51.5% of the children tested (1,304/2,528).	4	
Camet et al., 2018		50 children	Feasibility of implementing vestibular screens for children exposed to ototoxic agents.	Vestibular failures were observed in 30 participants	4	
Cushing et al., 2013	Prospective and cross-sectional	153 children (19 with unilateral CI, 34 before).	Children with sensorineural hearing loss: vestibular impairments (VOR, VEMPs)?	Unilateral dysfunction of the horizontal canal or the saccule was equally distributed between the implanted and nonimplanted ear	4	
Krause et al., 2010	Prospective clinical study	32 patients (15 to 83 years) cochlear implantation	Assessed pre- and postoperatively for caloric response and VEMPs. Postoperatively for vertigo symptoms.	Cochlear implantation represents a significant risk factor for horizontal semicircular canal impairment (P < 0.001) and sacculus impairment (P = 0.047) in the implanted ear.	4	
Abadie et al., 2000	Prospective study	17 CHARGE syndrome patients	Inner ear CT scan, vestibular evaluation of both canal and otolith functions.	Anomalies of semicircular canals were frequently found (94%), easily detectable on CT scan and associated with no response on canal function evaluation	4	

Rine et al., 2000	?	39 (24- to 83-mo.-old) children with sensorineural hearing impairment.	Gross motor development, and the effect of age, sex and vestibular function on it, was examined	Delayed gross motor development was evident regardless of age, but only children less than 5 years of age had developmental balance deficits on initial testing	4	
Halmagyi et al., 2017	Review	/	seven current, interesting, and controversial aspects of video Head Impulse Testing are described		AP	
Rine et al., 2004	Contrôle randomisée	25 enfants	12 semaines de rééducation de l'équilibre, de la coordinations et motricité globale	Rattrapage du retard des acquisitions posturo-motrices amélioration du contrôle postural	2	
Ebrahimi et al., 2017	Contrôle randomisée	24 enfants	rééducation de l'équilibre et de stabilisation du regard lors des mouvements de la tête	groupe expérimental: amélioration significative de la stabilité posturale (posturographie dynamique)	2	
Medeiros et al., 2005	Prospective interventionnelle non comparative	16 enfants	La rééducation de deux mois, axée sur des exercices d'habituation, de stabilisation du regard, de l'équilibre	disparition des sensations vertigineuses, des symptômes neurovégétatifs et une amélioration du contrôle postural (en posturographie dynamique)	4	
Schneider et al., 2014	Contrôlée randomisée	29 adolescents : sensations vertigineuses après commotion cérébrale	Huit semaines de RV	Groupe entraîné : 73% rémission des symptômes. 7% dans le groupe contrôle.	2	
Storey et al., 2018	cohorte rétrospective	109 enfants : ayant eu une commotion cérébrale.	Prise en charge par RV Evaluation symptômes, équilibre et RVO	80% : diminution des vertiges, et amélioration au niveau de l'équilibre et RVO	4	
Pavlou et al., 2004	Contrôlée comparative randomisée	40 chronic peripheral vestibular patients randomized in group	Sessions twice weekly for 8 weeks. Response was assessed with dynamic posturography, vestibular time constants, and questionnaires	Posturography and subjective scores had significantly improved for both groups, although Group study showed greater improvement	2	

		control and study group				
Bair et al., 2007	Prospective	41 typically developing children from 4.2 to 10.8 years old	The purpose is to characterize the development of multisensory reweighting for postural control.	Children can reweight to multisensory inputs from 4 years on. The amount of reweighting increased with age indicating development of a better adaptive ability.	4	