



Università degli studi di Genova

Scuola di scienze Mediche e Farmaceutiche

Master in Riabilitazione dei Disordini Muscoloscheletrici

A.A. 2015/2016

Campus Universitario di Savona

**Valutazione dei disturbi visivi nella riabilitazione dei
soggetti con disfunzione vestibolare periferica**

Relatore

Dott. Ft. OMT Chiara Arbasetti

Candidato

Dott. Ft. Alberto Dall'Ora

Sommario

Abstract	3
1. Introduzione	4
1.1. Sistema vestibolare.....	4
1.1.1. Anatomia e fisiologia.....	4
1.2. Disordini vestibolari.....	5
1.2.1. BPPV.....	5
1.2.2. Sindrome di Ménière	6
1.2.3. Neurite vestibolare	7
1.3. Strategie di valutazione	8
1.3.1. VOR.....	8
1.3.2. Nistagmo	9
1.3.3. Percezione visiva.....	9
2. Metodi.....	10
2.1. Criteri di inclusione.....	10
2.2. Ricerca elettronica.....	10
3. Risultati.....	12
4. Discussione	18
4.1. Caloric irrigation test.....	18
4.2. Head Impulse Test e Video Head Impulse Test.....	20
4.2.1. vHIT VS Caloric irrigation test.....	23
4.3. Active Head Rotation test.....	24
4.4. Bow and Lean test	25
4.5. Vestibular Evoked Myogenic Potentials	26
4.6. Subjective Visual Vertical and Horizontal.....	27
5. Conclusioni	28
6. Bibliografia	29

Abstract

Obiettivi:

I disturbi visivi dovuti a patologie vestibolari periferiche sono numerosi e molto diffusi. Attualmente esistono varie strategie di trattamento di queste patologie la cui efficacia varia anche in base al tempo necessario alla corretta presa in carico. Per poter sfruttare al meglio tali metodiche riabilitative risulta quindi sempre più importante identificare tempestivamente e con precisione le cause e la localizzazione del disturbo vestibolare in atto adottando le tecniche di valutazione più efficaci per ogni disturbo.

Materiali e Metodi:

La ricerca è stata effettuata sui database elettronici PubMed e PEDro includendo solo studi in lingua italiana o inglese eseguiti su una popolazione adulta con diagnosi di patologie vestibolari periferiche (BPPV, Vestibular Neuritis, Mènière's disease, ecc) e centrati sullo studio delle tecniche di valutazione dei disturbi visivi.

Risultati:

La ricerca ha portato ad individuare 14 studi (full text): 7 su Head Impulse Test (HIT) e Video Head Impulse Test (vHIT); 4 sul confronto tra vHIT e Caloric Test, di cui uno comprendente Cervical ed Ocular Vestibular Evoked Myogenic Potential (C-VEMP ed O-VEMP); 3 su Subjective Visual Vertical e Horizontal (SVV e SVH); 1 su Active Head Rotation Test (AHRT); 1 su Bow and Lean Test (BLt); 1 su Video-oculografia.

Conclusioni:

Le indicazioni più evidenti riguardano l'uso preferibile del vHIT al HIT, l'uso in batteria di: vHIT e Caloric test per la valutazione delle patologie vestibolari periferiche; BLt e Head Rotation test (HRt) per la valutazione di BPPV; VEMPs e vHIT per la valutazione di neurite vestibolare. L'AHRT è risultato molto sensibile nella valutazione di BPPV e l'uso della rotational chair nella valutazione di pz con neurite vestibolare e sindrome di Mènière in fase sub-acuta.

1. Introduzione

L'orientamento spaziale è garantito dall'interazione tra 3 sistemi complessi adattativi:

- Sistema Vestibolare (Centrale e Periferico)
- Sistema Visivo
- Sistema Somato-Sensoriale

Questi 3 sistemi producono una serie di afferenze ridondanti ed interconnesse che ci permettono di mantenere in maniera inconscia lo stato di equilibrio. Se uno di questi sistemi non funziona correttamente (perché danneggiato o perché le afferenze vengono distorte) il cervello riceverà segnali conflittuali che possono portare ad una alterazione del controllo sensori-motorio manifestabile sotto forma di vertigini, disturbi visivi, mal funzionalità dei riflessi oculari, ecc [1], [2].

Cambiamenti della funzione del sistema vestibolare possono manifestarsi con alterazioni della funzione visiva. Per valutare queste interazioni si possono analizzare 3 aree principali: i riflessi oculo-vestibolari, il nistagmo e l'acuità visiva.

1.1. Sistema vestibolare

1.1.1. Anatomia e fisiologia

Il sistema vestibolare periferico è formato da due labirinti simmetrici a livello dell'orecchio interno. Ogni labirinto è composto da uno "scheletro" osseo più esterno contenente perilinfia ed una parte membranosa più interna contenente endolinfia.

La parte membranosa si compone di 5 organi recettoriali: sacculo, utricolo e 3 canali semicircolari (anteriore, posteriore, orizzontale) posti sui 3 diversi piani dello spazio.

Sacculo ed utricolo contengono gli organi otolitici e sono sensibili alle accelerazioni lineari del corpo [1]. In particolare l'utricolo, posizionato sul piano orizzontale, è sensibile ad accelerazioni antero-posteriori e latero-laterali mentre il sacculo, sul piano verticale, è stimolato da accelerazioni antero-posteriori e verticali, come la forza di gravità.

I canali semicircolari (SCC) sono invece sensibili alle accelerazioni angolari causate dalle rotazioni della testa. Ognuno dei SCC del lato destro ha un canale omologo, posto sul piano, sul lato sinistro. Gli accoppiamenti omologhi sono: anteriore dx – posteriore sx, posteriore dx – anteriore sx,

orizzontali dx e sx. Le afferenze derivanti da questi canali sono legate in maniera funzionale ai muscoli extra-oculari, ciò ci permette di mantenere la fissazione visiva durante i movimenti della testa e del corpo.

Le informazioni acquisite dal sistema vestibolare vengono integrate oltre che con le afferenze dell'apparato visivo, nuclei oculo-motori, anche quelle dell'apparato somato-sensoriale, vie vestibolo-spinali e vestibolo-cerebellari.

L'interazione di questi 3 sistemi (vestibolare, visivo e somato-sensitivo) si traduce in tre riflessi principali: vestibolo-oculare (VOR), vestibolo-collico (VCR) e vestibolo-spinale (VSR). Il primo, ha il compito di stabilizzare la vista mantenendo la fissazione visiva durante i movimenti angolari della testa, il secondo stabilizza la testa attraverso l'attivazione della muscolatura cervicale, il terzo agisce per stabilizzare il corpo e prevenire le cadute.

1.2. Disordini vestibolari

Disturbi dell'apparato vestibolare periferico possono manifestarsi con 3 sintomi principali: vertigine, disturbi di equilibrio, disturbi oculari. Questi sintomi possono mescolarsi tra loro manifestandosi sovrapposti in diverse patologie dell'apparato vestibolare.

Le principali disfunzioni vestibolari periferiche sono la vertigine parossistica posizionale benigna (BPPV), la labirintite o neurite vestibolare (VN), la sindrome di Mènière, l'emicrania vestibolare (VM), la fistola perilinfatica e disturbi vestibolari bilaterali.

Successivamente sono presentate brevemente le principali patologie dell'apparato vestibolare periferico.

1.2.1. BPPV

Si tratta della disfunzione vestibolare più comune e rappresenta la causa di un terzo delle visite specialistiche. La sua prevalenza è di 10.7 – 64 / 100.000, l'incidenza annua è di 100 / 100.000 con un rapporto F:M di 2:1 e può colpire a qualunque età ma le percentuali aumentano con l'aumentare dell'età, soprattutto tra i 50 – 70 anni. [3]

Si tratta di un disturbo causato dalla presenza di detriti che dai SCC possono migrare nell'ampolla causando canalitiasi (più frequente) o nella cupola, causando cupolitiasi (meno frequente) [4].

Nell'85 – 95 % dei casi risultano essere affetti i canali semicircolari posteriori (pSCC), poi i SCC orizzontali (oSCC) e per ultimi gli anteriori (aSCC) [5] [6].

Questa sindrome è caratterizzata da episodi di vertigine di breve durata (1 – 2 minuti, anche mantenendo la posizione provocativa) dovuti a rapidi cambiamenti della posizione del capo, alcune volte è proprio una posizione precisa del capo a scatenare i sintomi, e solitamente associati ad episodi di nausea e vomito la cui durata può variare da alcune ore a giorni. Più frequentemente i movimenti critici sono l'estensione, la rotazione o la flessione laterale dal lato dell'orecchio affetto, oppure il cambio di decubito nel letto [7].

Per i clinici che trattano le patologie vestibolari con regolarità, la diagnosi può essere fatta alla prima osservazione sulla base della raccolta anamnestica e di semplici test di provocazione come il Dix-Hallpike [7], tuttavia c'è una moderata percentuale di pazienti che affrontato un iter clinico significativo prima di giungere ad una diagnosi con un conseguente dispendio economico medio stimato in circa 2600 \$ (circa 1900 €) per paziente [8]. La diagnosi di BPPV è solitamente confermata tramite l'uso di test posizionali come Dix-Hallpike test (SN 79% SP 75%) e Side-Lying test (SN90% SP 75%) con o senza l'uso di occhiali di Frenzel che permettono di valutare in modo più specifico il nistagmo riducendo la fissazione visiva. La direzione del nistagmo corrisponde al piano parallelo al canale semicircolare offeso [9] [4]. Per una descrizione più accurata della manovra di Dix-Hallpike guardare il video riportato in bibliografia [10].

La prognosi è favorevole e spontanea (il 16-86% dei pazienti migliora in 1-3 mesi) ma le recidive a 10 anni sono circa il 50% [11]. I sintomi possono essere ridotti in quantità e qualità attraverso manovre o esercizi, che hanno lo scopo di riposizionare gli otoliti. Se la patologia non si riduce con l'intervento del terapeuta o in autonomia allora viene presa in considerazione l'ipotesi chirurgica [1].

1.2.2. Sindrome di Mènière

La sindrome di Mènière presenta una incidenza di 15.3 – 515 / 100.000 abitanti.

Si tratta di un disordine della funzione dell'orecchio interno causata da un aumento della pressione dei fluidi contenuti nei SCC. Si presenta come una sensazione di pienezza dell'orecchio, riduzione dell'udito, acufeni, tinniti, seguiti da attacchi vertiginosi oggettivi o soggettivi di tipo rotatorio, riduzione dell'equilibrio, nistagmo, nausea e vomito. La durata degli attacchi può variare da 20' a 24h. I sintomi generalmente si riducono in 72 ore fino a scomparire nel giro di qualche settimana.

Nel corso del tempo possono presentarsi delle recidive ma con intensità e durata inferiori. Ad inizio generalmente unilaterale, a distanza di anni è frequente il coinvolgimento dell'orecchio interno controlaterale. I soggetti più a rischio hanno tra i 40 e i 50 anni, vittime di traumi alla testa, con storia di familiarità alla sindrome. Sembra infatti che nel 15% dei casi ci sia un fattore genetico. La possibile spiegazione per tale disturbo consiste nell'alterazione tra produzione-riassorbimento del liquido perilinfatico, fondamentale per la buona funzionalità dell'orecchio interno.

La diagnosi avviene tramite visita otologica e diversi test clinici: audiometria, Caloric test (o water bitermal caloric test), elettrococleografia. Il trattamento consiste in farmaci, gestione della dieta e dell'attività fisica, consulenza psicologica, riabilitazione (utile nel caso di una perdita definitiva delle funzioni vestibolari o post-chirurgia) e chirurgica (in ultima istanza) [1].

1.2.3. Neurite vestibolare

La neurite vestibolare, meno frequente, rappresenta il 3.2 – 9% dei pazienti visitati nei centri specializzati ed ha un'incidenza di 3.5 / 100.000 abitanti.

Definita anche come labirintite o vestibolopatia unilaterale acuta, è una delle cause più frequenti di vertigine. Preceduta spesso da un episodio infettivo, consiste in una infiammazione del nervo vestibolare, ma l'eziologia rimane ancora incerta. I sintomi cardinali sono prolungata vertigine rotazionale esacerbata dal movimento della testa, nistagmo spontaneo orizzontale/rotatorio diretto verso l'orecchio sano, alterazioni dell'equilibrio con tendenza a cadere verso il lato dell'orecchio affetto e nausea. Si può presentare in 3 condizioni caratteristiche: superiore che è la più comune (55 – 90%) e comprende aSCC, oSCC, utricolo e loro afferenze; inferiore (15 – 30%) che comprende pSCC, sacculo e loro afferenze; totale (3.7 – 15%) [12].

I sintomi di solito si riducono in 48-72h e la prognosi non supera le 6 settimane. Non raramente si mantengono leggeri sintomi nel lungo periodo e le recidive sono rare. Questa condizione più frequentemente affligge i soggetti tra la terza e sesta decade, con un picco tra le donne alla quarta e tra gli uomini alla sesta. In base a test di valutazione come l'Head Impulse test (HIT) ed il Caloric test è possibile identificare gli organi vestibolari disfunzionali e di conseguenza la branca del nervo affetta. Il trattamento della neurite prevede farmaci, riposo a letto finché i sintomi invalidanti non si riducono, e attenzione alla dieta (alcuni alimenti possono ritardare o accelerare il recupero); la riabilitazione ha un ruolo importante al fine di stimolare la plasticità neurale, l'adattamento del SNC e la ricerca di nuove strategie [1] [12].

Il peso sociale delle disfunzioni vestibolari è importante: l'80% dei pazienti riferiscono una interferenza con le attività di vita quotidiana, il 27% riferisce di aver cambiato lavoro, il 21% lo ha lasciato, il 50% lamenta una riduzione di efficienza nella propria attività lavorativa. La qualità di vita (QoL) dei pazienti affetti risente pesantemente della sintomatologia di queste patologie. I soggetti affetti da sindrome di Mènière hanno una notevole riduzione della QoL [11]. È stato accertato inoltre che le disfunzioni vestibolari sono correlate con alterazione dell'umore e rischio di caduta, soprattutto negli anziani. Il trattamento ospedaliero e non di conseguenze come le cadute, che possono comportare spesso fratture, ricovero e assistenza, ha un costo annuale di oltre 20 miliardi di dollari solo negli USA [13].

1.3. Strategie di valutazione

Attualmente, per tutte le principali patologie del sistema vestibolare periferico, esistono varie strategie di trattamento la cui efficacia varia anche in base al tempo necessario all'individuazione della giusta patologia. Per poter sfruttare al meglio tali metodiche riabilitative risulta sempre più importante identificare con precisione le cause e la locazione del disturbo vestibolare in atto tempestivamente e con precisione [11]. Le tecniche di valutazione di questi disturbi si concentrano sull'utilizzo di manovre posizionali o provocative e sull'analisi dei principali segni associati come il nistagmo, i VOR e la percezione visiva (SVV, SVH) [14].

1.3.1. VOR

I riflessi oculo – vestibolari sono movimenti necessari a mantenere stabile il focus visivo indipendentemente dai movimenti di capo e corpo. Questo riflesso produce quindi dei movimenti di uguale intensità ma di direzione opposta rispetto ai movimenti della testa e tale risposta risulta perfetta, in condizioni normali, per i movimenti compresi entro il range di frequenza dei movimenti naturali della testa (0.1-5.0 Hz) [15] [16].

I Movimenti della Testa a Bassa Frequenza (< 0.1 Hz), che si realizzano ad esempio durante le rotazioni prolungate del capo, provocano dopo alcuni secondi il ritorno della cupola dei canali semicirculari nella posizione di riposo, con scomparsa dei movimenti oculari anche se la rotazione persiste. In questi casi si avrebbe il deterioramento della visione dell'ambiente circostante e pertanto interviene il SNC con il meccanismo del “velocity storage” (VSM) che elaborando il segnale proveniente dal labirinto prolunga la risposta compensatoria oculare anche se la cupola è tornata in posizione di riposo. In questa situazione i movimenti oculari non sono tuttavia perfetti in quanto

risultano meno veloci e di direzione non esattamente opposta rispetto a quelli del capo. Anche per Rotazioni della Testa ad Elevata Frequenza ($>$ di 5 Hz) il VOR non funziona perfettamente e i movimenti oculari hanno velocità inferiore e direzione non esattamente opposta rispetto a quelli della testa.

I caratteri della risposta in frequenza del VOR devono essere sempre tenuti presenti per la corretta valutazione del suo stato funzionale.

I test termici e quelli rotatori costituiscono le più diffuse metodiche di studio del VOR

1.3.2. Nistagmo

Si tratta di un'oscillazione ritmica degli occhi generalmente involontaria. Rappresenta un segno di problematiche patologiche spesso a carico del sistema vestibolare centrale e periferico oltre che ad altre problematiche del SNC. Presenta tuttavia diverse caratteristiche di velocità, affaticabilità e direzione in base alla causa scatenante; per problematiche dell'apparato vestibolare periferico si presenta più spesso sul piano orizzontale dell'occhio piuttosto che verticale o torsionale [7] [17] [16].

1.3.3. Percezione visiva

Si rappresenta come la capacità di discriminare il "perceptual upright", ovvero la capacità valutare la posizione di oggetti nello spazio discriminando, la verticalità e l'orizzontalità visiva ed il riconoscimento di lettere o altri oggetti di grandezze diverse o in diversi orientamenti spaziali [14].

2. Metodi

2.1. Criteri di inclusione

Sono stati selezionati solo studi:

- Con pazienti umani che avessero un'età superiore a 16 anni, senza distinzione di genere
- Riguardanti la valutazione di disturbi visivi dovuti a problematiche dell'apparato vestibolare periferico
- Pubblicati negli ultimi 10 anni a partire da Novembre 2016, l'ultimo aggiornamento è stato eseguito il 30 Aprile 2017
- Reperibili in full-text
- Reperibili in lingua italiana o inglese

Si è deciso di prendere in considerazione solo gli studi pubblicati negli ultimi 10 anni in quanto le tecniche e le tecnologie per la valutazione sono evoluti velocemente negli ultimi anni rendendo inutilizzati metodi meno evoluti.

2.2. Ricerca elettronica

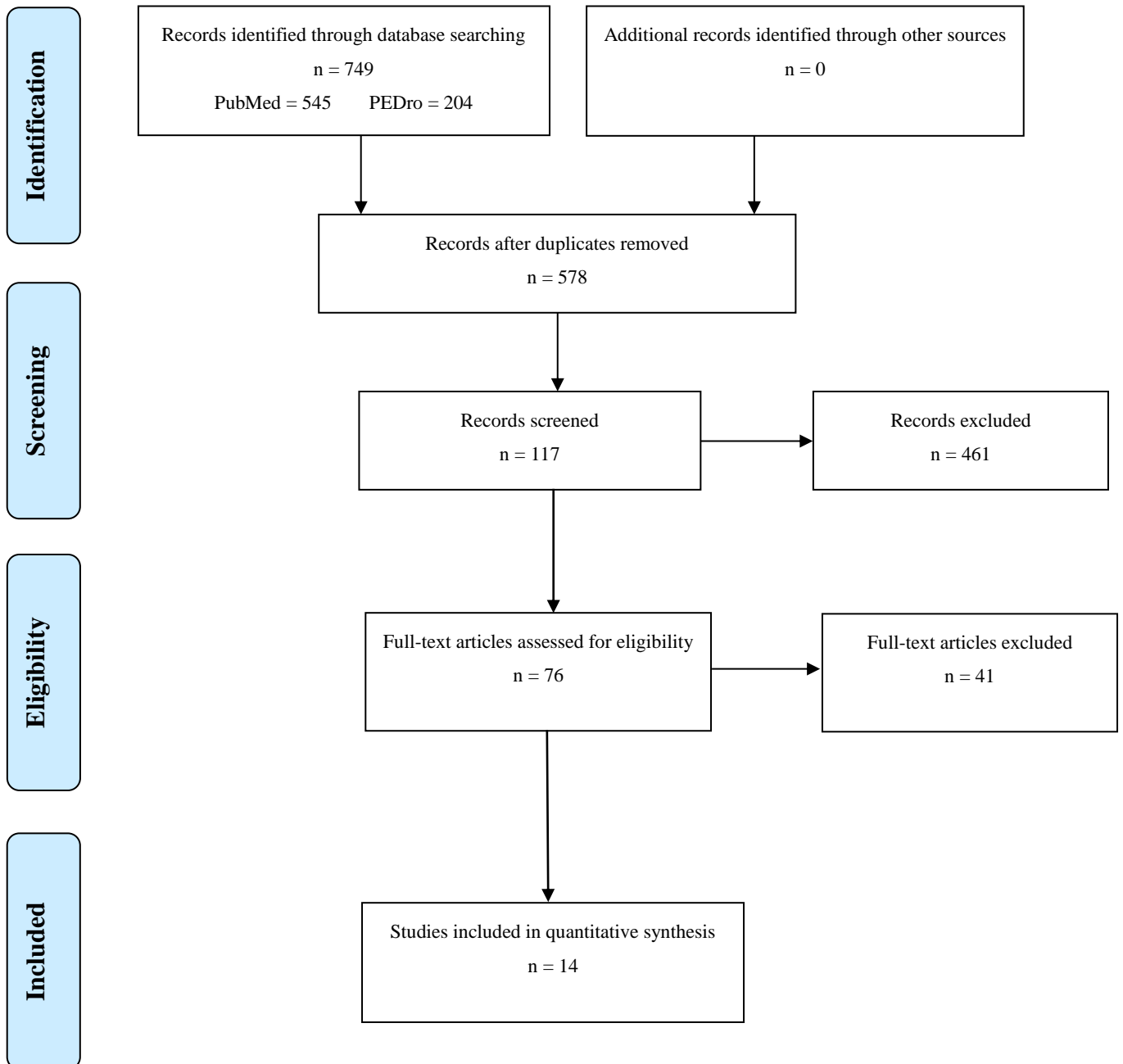
La ricerca è stata eseguita sui database elettronici PubMed e PEDro tramite l'utilizzo di un'unica stringa adeguatamente costruita con l'uso di operatori booleani (and, or...) e riportata qui sotto.

"((((((((((((bppv) OR upvd) OR pvd) OR "peripheral vestibular system") OR "vestibular disease"[MeSH Terms]) OR "benign paroxysmal positional vertigo"[MeSH Terms])) OR "meniere disease"[MeSH Terms]) OR "vestibular neuronitis"[MeSH Terms]))) AND (((((((((((("gaze stability") OR "eye head coordination") OR "visual disturbance") OR "head impulse test") OR ("rod and frame test")) OR "video oculography") OR "visual perception"[MeSH Terms])) OR "rotational chair test") OR "water caloric test")) OR "vertigo symptom scale") OR electronystagmography))) AND (((evaluation) OR valuation*) OR rating*) OR test*) OR physio*)"*

Tramite la ricerca effettuata sono stati inizialmente trovati 749 articoli. Successivamente si è proceduto ad eliminare gli articoli doppi arrivando ad un totale di 578 articoli i quali sono stati ulteriormente selezionati tramite i criteri di inclusione sopra elencati arrivando così ad un totale di 117 articoli. Si è quindi proceduto ad escludere gli articoli irrilevanti o non pertinenti all'oggetto dello studio tramite: lettura del titolo, lettura dell'abstract, lettura del full-text e analisi qualitativa degli stessi. Al termine di questo ultimo procedimento di esclusione sono stati individuati ed analizzati 14 articoli.

Tutti gli articoli sono stati ricercati on-line sui siti web degli stessi database elettronici: se il full text tuttavia non era disponibile è stato richiesto al Servizio Centro Servizi Bibliotecari di Medicina

(CSB) dell'Università degli Studi di Genova [18] mediante richiesta on-line sul sito web di NILDE (Network Inter-Library Document Exchange) [19]. Il processo di ricerca degli articoli è stato di seguito rappresentato graficamente tramite flow chart.



3. Risultati

VESTIBULAR NEURITIS						
Anno	Articolo	Disegno	Soggetti	Obiettivo	Metodo	Risultati
2009	MacDougall et al: The video head impulse test [20]	Prospective cross-sectional comparison	8 pz con VOR loss 8 sani	Validazione vHIT	vHIT vs HIT misurato tramite "scleral search coils"	Entrambi i metodi di valutazione sono molto ripetibili (coefficiente di correlazione 0.930; sensibilità 95% (intervallo di confidenza 0,69 - 1). vHIT rivela movimenti overt, covert e nistagmo spontaneo a livello del "scleral search coil" (vedi discussione 4.2).
2009	Hong et al: Subjective visual vertical during eccentric rotation in patients with vestibular neuritis [21]	Prospective cross-sectional comparison	15 pz con VN 20 sani	Valutare gli effetti di una rotazione eccentrica durante la valutazione dell'SVV in pazienti con VN compensata	SVV during eccentric rotation VS SVV in resting state	In stato stazionario non risultano differenze tra pz e controllo. Alla valutazione con rotazione eccentrica verso il lato disfunzionale risulta una differenza statisticamente significativa tra pz e controllo ($p < 0.05$). La valutazione del SVV durante rotazione eccentrica può essere utile per diagnosticare un deficit vestibolare unilaterale compensato.
2010	Byun et al: Role of SVV test during eccentric rotation in the recovery phase of VN [22]	Prospective cross-sectional comparison	19 pz con VN acuta 31 pz con VN sub-acuta 31 sani	Determinare l'abilità del SVV dinamico di trovare anomalie latenti in pz con VN in fase sub-acuta (compensata)	static SVV VS dynamic SVV	Static SVV risulta significativo ($p < 0.05$) solo nel confronto sani VS VN acuta. Dynamic SVV, con rotazione dal lato disfunzionale) risulta significativo ($p < 0.05$) sia nel confronto sani VS VN acuta che nel confronto sani VS VN sub-acuta.

2010	Viciano et al: Dynamic visual acuity during head-thrust test in canal planes in healthy subjects and patients with VN [23]	Prospective cross-sectional comparison	50 pz 73 sani	Ottenere valori di riferimenti per HT-DVA in soggetti sani e valutare l'applicabilità in pz con unilateral VN	HT-DVA in sani VS unilateral VN	HT-DVA risulta affidabile con i sogg. Sani ($p=0.001-0.007$) e presenta una correlazione con l'età per tutti i canali ($p<0.0001$) per normale riduzione dell'acuità visiva. HT-DVA risulta avere sensibilità 22% e specificità 85% in unilateral VN per il canale orizzontale.
2014	Zellhuber et al: Relation of the vHIT and caloric irrigation: a study on the recovery in unilateral VN [24]	Retrospective study	19 pz con unilateral VN	Comparare l'andamento nel tempo dei parametri vHIT VS parametri caloric irrigation	vHIT VS caloric irrigation	Alcuni parametri (UW vs GA, UW vs 1-GHIT) non presentano una correlazione lineare nel tempo. Questo può spiegare una differente risposta ai test, vHIT e caloric irrigation, a diversi tempi di valutazione. vHIT e bithermal caloric irrigation testano VOR a diverse frequenze (5Hz vs 0.003Hz) e questo può spiegare differenze nei risultati dei 2 test.
2014	Bartolomeo et al: Value of the vHIT in assessing vestibular deficits following VN [25]	Prospective cross-sectional comparison	29 pz con VN	Valutare la capacità del vHIT di testare i deficit vestibolari in pz con VN	2 times vHIT e HIT confrontato con caloric irrigation, rotatory chair, pure tone audiometry, VEMP	In fase acuta HIT e vHIT sono in grado di identificare correttamente tutti i casi di VN. Al follow-up (1 mese) vHIT risulta più performante del HIT. Con un deficit al caloric test maggiore del 40% si ottiene 100% di specificità e 86.7% di sensibilità al vHIT mentre bassi valori al caloric test sono associati a normali risultati al vHIT ($p<0.001$). vHIT risulta veloce, conveniente e specifico ma, specialmente per disturbi moderati, deve essere confrontato con un caloric test.

2015	Magliulo et al: A 1-year follow-up study with C-VEMPs, O-VEMPs and vHIT in VN [26]	Prospective study	28 pz con VN	Valutare l'efficacia del protocollo diagnostico formato da C-VEMP, O-VEMP e vHIT durante un anno di valutazioni su un gruppo di pz con VN	1 anno di follow-up con C-VEMP, O-VEMP e vHIT confrontato con caloric irrigation	vHIT è risultato significativamente associato ai sintomi clinici dei pz (vHIT negativo = 1/2 rischio di manifestazioni sintomatiche). Il numero di organi vestibolari periferici coinvolti, determinato con vHIT e VEMPS, correla con il prospetto prognostico (p=0.0001). Alterazioni al C-VEMP / O-VEMP sembrano correlare con una prognosi peggiore. Il protocollo usato è risultato efficace nel differenziare gli organi vestibolari periferici coinvolti (VEMPs = VN totale, superiore, inferiore; vHIT = coinvolgimento dei singoli canali) potendoli classificare in 6 classi con differenti pattern prognostici.
2016	Roberts et al: A video-oculographic study of acute vestibular syndromes [27]	Prospective cross-sectional comparison	8 pz con VN acuta 10 sani	Valutare l'usabilità quotidiana del vHIT in pz con VN acuta	vHIT quotidiano per 1-3/5 giorni	Le valutazioni quotidiane con vHIT risultano ben tollerate dai pz. vHIT può essere utile per selezionare i pz che necessitano di cure farmacologiche
2013	Blodow et al: Detection of isolated covert saccades with the vHIT in peripheral vestibular disorders [28]	Prospective case-control study	117 pz: 52 VN, 31 unilateral vestibular schwannoma, 22 MD, 12 bilateral vestibulopathy 20 sani	Valutare l'utilità del vHIT rispetto al HIT nell'investigare hVOR	HIT VS vHIT	vHIT permette di distinguere chiaramente sogg. Sani e sogg. Con hVOR anormale e permette la valutazione di movimenti saccadici non valutabili con HIT. Si distinguono 3 tipologie di movimenti saccadici: covert, overt e combinati covert + overt.

Legenda: VOR: Vestibulo Ocular Reflex; vHIT: Video Head Impulse test; HIT: Head Impulse Test; VN: Vestibular Neuritis; SVV: Subjective Visual Vertical; HT-DVA: Head Thrust – Dynamic Visual Acuity; UW: Unilateral Weakness; GA: Gain Asimmetry; 1-GHIT: 1 – Gain in Head Impulse Test; VEMP: Vestibular Evoked Myogenic Potential; C-VEMP: Cervical – VEMP; O-VEMP: Ocular – VEMP; MD: Mènière's Disease

Mènière's disease						
2008	Pagarkar et al: Subjective visual vertical and horizontal: effect of the preset angle [14]	Prospective case-control study	19 pz: 9 con PVD (peripheral vestibular disease), 10 con MD 17 sani	Valutare la relazione tra angolo iniziale del marker lineare ed i valori finali di SVV e SVH	SVV + SVH	Non esiste ancora un protocollo di somministrazione dei 2 test che tenga conto dell'angolo di partenza dei marker. Nel gruppo di studio la direzione iniziale del marker può influenzare i risultati di SVV e SVH (maggiormente per SVV) mentre non risultano differenze nel gruppo di controllo. Precisare l'angolo di partenza può aumentare la sensibilità del SVV
2014	Zulueta-Santos et al The vestibulo-ocular reflex assessment in patients with Mènière's disease: examining all semicircular canals [29]	Prospective study	36 pz con MD unilaterale	Provare l'ipotesi che il VOR evocato dalla stimolazione dei diversi SCC si comporta in modo differente in base al canale stimolato nei pz con MD unilaterale	vHIT	Il canale posteriore dell'orecchio affetto ed il canale superiore accoppiato dell'orecchio sano risultano più frequentemente soggetti a risultati anormali. La distribuzione dei risultati anomali dipende dalla durata dei disturbi e correla con la perdita di udito.
2014	Blodow et al: Caloric stimulation and vHIT in MD and vestibular migraine [30]	Prospective cross-sectional comparison	30 pz MD	Comparare i risultati di vHIT e caloric test e determinare quale test è più sensibile nel discriminare disfunzioni vestibolari periferiche (MD) da disfunzioni più centrali (VM)	vHIT VS caloric test	I disturbi di hVOR appaiono più comuni e severi in MD. Il caloric test risulta essere più sensibile nell'identificare i disturbi di hVOR (caloric = 67%, vHIT = 37%). Il vHIT è più adatto a rilevare disturbi di elevata frequenza di hVOR. Per determinare disturbi del hVOR dipendentemente dalla frequenza risulta efficace combinare i 2 test in batteria.

2014	Heuberger et al: Covert anti-compensatory quick eye movements during head impulses [31]	Prospective study	266 sogg: 43 con VM, 35 con MD, 37 vestibulopathy, 14 vestibular paroxysmal, 26 UPVD, 111 con altre patologie	Valutare se la presenza di covert anti-compensatory quick eye movements (CAQEM) può causare covert fittizi che possono portare ad errori di valutazione durante vHIT. Valutare se CAQEM possono discriminare l'origine dei disturbi vestibolari periferici.	vHIT VS HIT	CAQEM non hanno influenzato i risultati del HIT (gli esperti non contavano i risultati border-line). Si ipotizza che i CAQEM osservati con vHIT siano causati da deficit vestibolari contro-laterali (CAQEM sono presenti soprattutto in pz con UPVD). Non si sono riscontrate correlazioni con l'età dei pz. CAQEM possono essere indicatori di gain asimmetrico e possono aiutare a differenziare VM e MD in presenza di segni clinici ambigui.
2015	McGarvie et al: What does the dissociation between the results of vHIT VS caloric testing reveal about vestibular dysfunction in Mènière disease? [32]	Retrospective study	22 pz con MD unilaterale	Valutare cosa possono rivelare le discrepanze nei risultati di vHIT e caloric test	vHit VS caloric test	Gli autori confutano l'ipotesi della differenza di frequenza di lavoro dei 2 test. Propongono l'ipotesi che le differenze nei risultati ai 2 test siano dovute ad un allargamento dei dotti membranosi, dovuto alla patologia, che riduce il responso della stimolazione calorica.

Legenda: MD: Mènière's Disease; SVV: Subjective Visual Vertical; SVH: Subjective Visual Horizontal; vHIT: Video Head Impulse Test, VOR: Vestibular Ocular Reflex; SCC: Semi Circular Canal; hSCC: Horizontal SCC; VM: Vestibular Migraine; hVOR: Horizontal VOR; vVOR: Vertical VOR; UPVD: Unilateral Peripheral Vestibular Disease; CAQEM: Covert Anti-compensatory Quick Eye Movements; BPPV: Benign Positional Paroxysmal Vertigo

BPPV						
2009	Ganança et al: Active head rotation in BPPV [33]	Retrospective study	100 pz con BPPV	Valutare il ruolo dell'Active Head Rotation Test (AHRT) nel rilevare disfunzioni in hVOR e vVOR	AHRT (dizziness durante la rotazione, gain, phase e asimmetria)	AHRT non permette di identificare il lato o la sede della lesione ma una sua positività è indice di un disordine del sistema vestibolare
2010	Lee et al: Efficacy of the "Bow and Lean Test" or the management of Horizontal canal BPPV [34]	Prospective study	225 casi, 211 pz con hSCC BPPV	Valutare l'efficacia del Bow and Lean test	61 Head Roll test (HRt) 164 Bow and Lean test (BLt) + HRt	BLt riesce a fornire più informazioni riguardo all'orecchio affetto senza la comparazione dell'intensità del nistagmo come nel HRt e permette di differenziare canalolitiasi e cupulolitiasi. Si consiglia l'uso dei 2 test in batteria.
2011	DeStefano et al: Spontaneous nystagmus in BPPV [35]	Retrospective study	412 pz: 292 pBPPV, 110 hBPPV, 10 aBPPV	Valutare la presenza e le caratteristiche del nistagmo spontaneo in pz con BPPV	video-oculografia per valutazione del nistagmo prima e durante Head shaking, Dix-Hallpike, McClure-Pagnini	Si propone l'idea di un nistagmo spontaneo apparente. Il nistagmo spontaneo è stato osservato solo in pz con hBPPV in posizione seduta ma si fermava se la testa del pz veniva flessa di 30°. La presenza di NY non rappresenta un fattore prognostico ma ci permette di distinguere precocemente hBPPV da altre vertigini posizionali.
2016	Seo et al: Head position and increased head velocity to optimize vHIT sensitivity [36]	Prospective study	18 pz: 10 VN, 6 MD, 2 vestibular schwannoma 20 sani	Valutare l'effetto della posizione iniziale della testa sui VOR durante vHIT per identificare le metodiche ottimali di esecuzione del vHIT.	vHIT	L'utilizzo di una posizione di partenza con la testa in flessione fa correlare significativamente i risultati del vHIT con quelli del caloric test (p=0.003). Tale correlazione svanisce posizionando la testa in head-up position. Per aumentare la sensibilità del vHIT si consiglia una posizione di partenza della testa a 30° di flessione (ottimizza la linea d'azione della stimolazione) ed una velocità di impulso di 150°-200°/s.

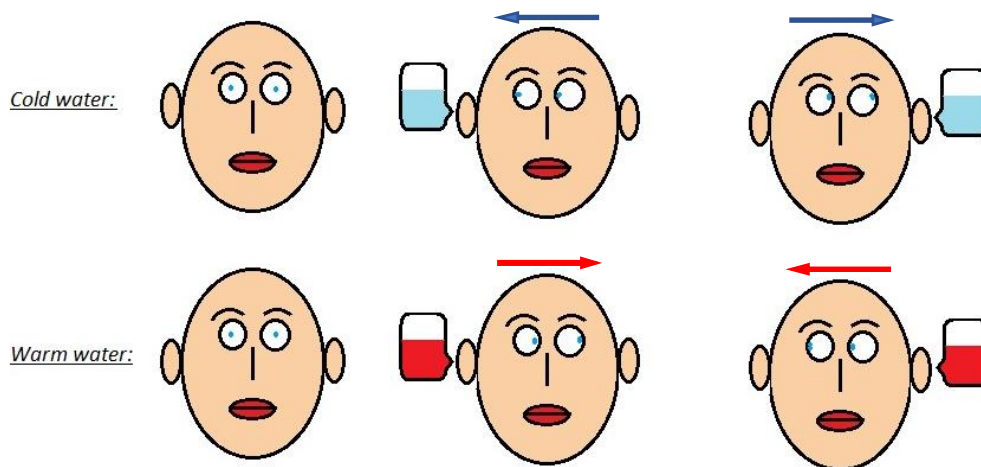
4. Discussione

Come detto in precedenza i segni clinici che caratterizzano le diverse patologie dell'apparato vestibolare periferico sono trasversali tra le patologie stesse. Ciò è dimostrato anche dal fatto che le principali tecniche valutative riportate nei risultati sono utilizzate per determinare diverse patologie.

Di seguito sono riportate le tecniche individuate per la valutazione dei disturbi visivi dovuti a problematiche dell'apparato vestibolare periferico specificando per ognuna i risultati ottenuti per le diverse patologie studiate.

4.1. Caloric irrigation test

Il caloric test rappresenta il gold standard nella valutazione della funzione vestibolare e permette un esame quantitativo di tale funzione tramite una comparazione dei risultati del lato affetto con quelli del lato non affetto. Tuttavia risulta un test limitato in quanto permette una stimolazione ottimale del solo SCC laterale, e non permette di individuare disfunzioni vestibolari durante la fase di ricovero o neuriti vestibolari che inficiano il territorio del nervo vestibolare inferiore [25].



Caloric Bithermal Irrigation test

Il caloric test consiste in una stimolazione termica, indotta tramite irrigazione del condotto acustico con acqua calda e fredda che genera correnti convettive endolinfatiche create dalla differenza di gradiente di temperatura, che induce l'eccitazione o l'inibizione dell'attività del canale semicircolare orizzontale con conseguente provocazione di nistagmo [30]. Nello specifico utilizzando uno stimolo calorico caldo si ottiene un flusso convettivo endolinfatico che determina una deflessione verso l'ampolla della cupola che provoca un nistagmo orizzontale diretto verso il lato irrigato; al contrario l'irrigazione con acqua fredda causa un moto convettivo verso l'utricolo che causa un nistagmo

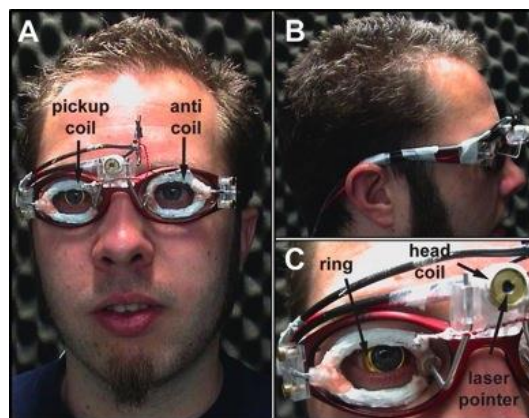
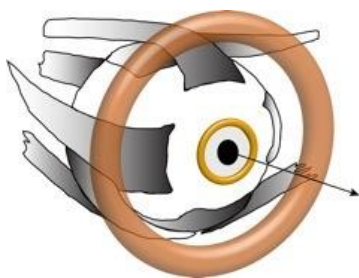
diretto contro-lateralmente al lato irrigato (vedi immagine sopra) [32] [37]. Rappresenta una metodica di studio non fisiologica dell'apparato vestibolare in quanto crea una stimolazione a bassa frequenza (0.03 Hz su uno spettro di risposta di 0.01 – 8 Hz), ma stimolando un solo labirinto alla volta costituisce un metodo utile per valutare separatamente ciascun emisistema vestibolare [32].

Vantaggi	Svantaggi
Facilmente eseguibile	Provoca nausea
Studiano separatamente ciascun emisistema vestibolare	Studia una sola frequenza di stimolazione ed è uno stimolo non fisiologico
	Presenta ampia variabilità di risposta interindividuale
	Studiano esclusivamente il VOR a partenza dal canale orizzontale

4.2. Head Impulse Test e Video Head Impulse Test

L'Head Impulse Test è un esame clinico utile ad identificare deficit del sistema vestibolare periferico come VN e MD. Il test consiste in rotazioni passive (eseguite da un clinico) e veloci del capo del paziente sui piani corrispondenti ai piani dei 3 SCC e serve ad individuare movimenti saccadici degli occhi al termine della rotazione detti Overt [20]. Durante la rotazione possono inoltre avvenire dei movimenti saccadici non percepibili ad occhio nudo, e quindi non valutabili tramite HIT [28], chiamati Covert (compensatory overt). Overt e Covert possono risultare ancor più difficili da individuare in presenza di nistagmo spontaneo.

Il gold standard ancora attuale per la valutazione di tali movimenti è rappresentato dal “Magnetic scleral search coil test” (MSSC) che misura e registra accuratamente i movimenti della testa e degli occhi durante HIT [15]. Tuttavia tale test risulta costoso e di difficile applicabilità nell'uso clinico quotidiano [20].



Magnetic Scleral search coil

Un'alternativa al MSSC è rappresentata dalla video-oculografia che consiste in una piccola telecamera ad infrarossi, montata su degli occhiali speciali [38] [39], che registra i movimenti oculari durante HIT (vHIT) o altri test. MacDougall et al. [20] hanno dimostrato nel 2009 che vHIT e MSSC-HIT hanno equivalente capacità di identificare deficit vestibolari periferici registrando ed individuando Overt e Covert anche in presenza di un nistagmo spontaneo vigoroso. Inoltre vHIT risulta più facilmente utilizzabile nell'ambito clinico quotidiano [27] e permette di identificare le 3 condizioni di presentazione dei movimenti saccadici: Overt, Covert e Overt + Covert [28]. Tuttavia la sola presenza di movimenti saccadici non costituisce prova evidente di una disfunzione vestibolare in quanto alcuni movimenti saccadici possono essere registrati anche in soggetti sani [27].

Oltre a questi movimenti saccadici il vHIT è in grado di valutare anche i CAQEM (Covert anti-compensatory quick eye movements), movimenti oculari in direzione della rotazione della testa che distolgono la fissazione dal target [31]. Heuberger et al. ipotizzano che questi CAQEM siano dovuti a lievi deficit vestibolari controlaterali e questa teoria sarebbe supportata dalla loro presenza in pz con problematiche vestibolari bilaterali. La presenza di CAQEM, che distolgono la fissazione visiva, può provocare movimenti oculari simili agli Overt ma causati da problematiche differenti; questo potrebbe aiutare anche a differenziare disturbi periferici come MD da disturbi apparentemente più centrali come l'emicrania vestibolare [31].



Occhiali per vHIT

Secondo Roberts et al. [27] la negatività al vHIT, in presenza di sintomi clinici non specifici che possono mimare sintomi vestibolari periferici, è indice di una possibile patologia del sistema nervoso centrale. In caso di assenza di patologie centrali una negatività al vHIT rappresenta una riduzione del 50% del rischio di manifestazione di sintomi clinici [26]. Al contrario una positività marcata può essere indice di un deficit vestibolare severo e può quindi essere usata per selezionare i pazienti per un trattamento farmacologico tempestivo [27].

Zulueta-Santos et al. [29] hanno utilizzato vHIT per valutare tutti i SCC in pazienti con MD riscontrando più frequentemente deficit nel canale posteriore dell'orecchio affetto e nel canale accoppiato dell'orecchio non affetto (SCC superiore). Hanno inoltre evidenziato come il deficit uditivo fosse proporzionale al numero di SCC positivi al vHIT.

La valutazione del nistagmo tramite vHIT può inoltre essere utile per differenziare tra VN e BPPV in quanto nella VN è sempre presente un nistagmo spontaneo [40] [27]. Tale nistagmo spontaneo tuttavia può essere presente anche in pz con BPPV ma l'applicazione della video-oculografia, nella valutazione di pz con BPPV, abbinata a normali test clinici specifici quali Head Shaking test, Dix-Hallpike test e Head Roll test o McClure-Pagnini test al fine di rendere più sensibili e specifiche tali valutazioni ha permesso di valutare come questo nistagmo spontaneo sia solo apparente in quanto presente solo in posizione neutra del capo e non presente con il capo in flessione [35].

	Vantaggi	Svantaggi
HIT	Semplice da eseguire, non richiede apparecchiature	Non permette di identificare Covert e CAQEM
	Permette la valutazione di movimenti saccadici Overt	
	Uso di stimoli con frequenze fisiologiche	
	Permette di valutare ogni SCC separatamente	
HIT + MSSC	Permette di valutare Overt, Covert, CAQEM e tutti i movimenti oculari	Richiede apparecchiature costose e difficili da applicare
	Permette di registrare le valutazioni	
vHIT	Permette di valutare Overt, Covert, CAQEM e tutti i movimenti oculari	Richiede l'uso di apparecchiature specifiche
	Permette di registrare le valutazioni	
	Di facile applicabilità quotidiana	

4.2.1. vHIT VS Caloric irrigation test

Il caloric test è in grado di valutare principalmente il SCC laterale mentre il vHIT è in grado di valutare in modo indipendente ognuno dei 6 SCC [25].

Zellhuber et al. [24] valutando l'andamento nel tempo dei risultati ai 2 test su pz con VN sono arrivati ad ipotizzare che caloric e vHIT testino differenti componenti del VOR (rispettivamente "tonic vestibular imbalance" e "dynamic deficit") e che quindi, appunto per questo, i loro risultati possano concordare o discordare analizzando lo stesso soggetto in fasi diverse della patologia. Infatti analizzando il time-course dei parametri valutati dai 2 test hanno visto che il loro recupero segue tempistiche diverse non creando una correlazione lineare tra i risultati che possono quindi dissociare. Zellhuber et al. [24] consigliano quindi di eseguire i 2 test insieme al fine di ottenere un quadro più completo in quanto caloric test e vHIT risultano complementari. La stessa raccomandazione viene proposta da Blodow et al. [30] sempre al fine di ottenere una risposta più selettiva in base alla diversa frequenza degli stimoli. L'utilizzo dei 2 test combinati consentirebbe anche di eseguire una diagnosi differenziale tra MD ed emicrania vestibolare [30].

Per quanto riguarda pazienti da MD, McGarvie et al. [32] ipotizzano che la differenza nei risultati di vHIT e caloric test potrebbe essere una conseguenza dell'espansione fisiologica del dotto membranoso, che caratterizza i labirinti nella sindrome di Mènière. Tale espansione potrebbe causare una differente risposta alla differente tipologia di stimoli dati da caloric test e vHIT.

Bartolomeo et al [25] hanno dimostrato che il vHIT ha un eccellente valore predittivo positivo in grado di determinare l'esistenza di deficit vestibolari maggiori del 30%. In presenza di un deficit al caloric test maggiore del 40% la specificità e la sensibilità del vHIT risultano rispettivamente 100% e 86,7% [25]. Ma per lesioni leggere c'è disaccordo tra i 2 test questo disaccordo può essere spiegato da limitazioni tecniche dei 2 test ma anche dal differente tipo di stimolazione eseguita: high VS low frequency VN [25].

Per Seo et al. [36] risultati anormali al vHIT possono essere causati da alcune variabili durante l'esecuzione del test come la distanza dal target visivo, lo stato mentale dei soggetti, la velocità degli impulsi rotatori, vibrazioni degli occhiali di rilevamento e soprattutto dalla posizione del capo del pz prima e durante l'esecuzione del test che può causare falsi negativi. Per ottimizzare la sensibilità del vHIT consigliano di eseguire il test con una velocità degli impulsi compresa tra 150 e 200 °/s e, per valutare in modo più specifico il SCC orizzontale, di posizionare il capo a 30° di flessione. Con questo protocollo risulta una correlazione lineare tra i risultati di vHIT e caloric test.

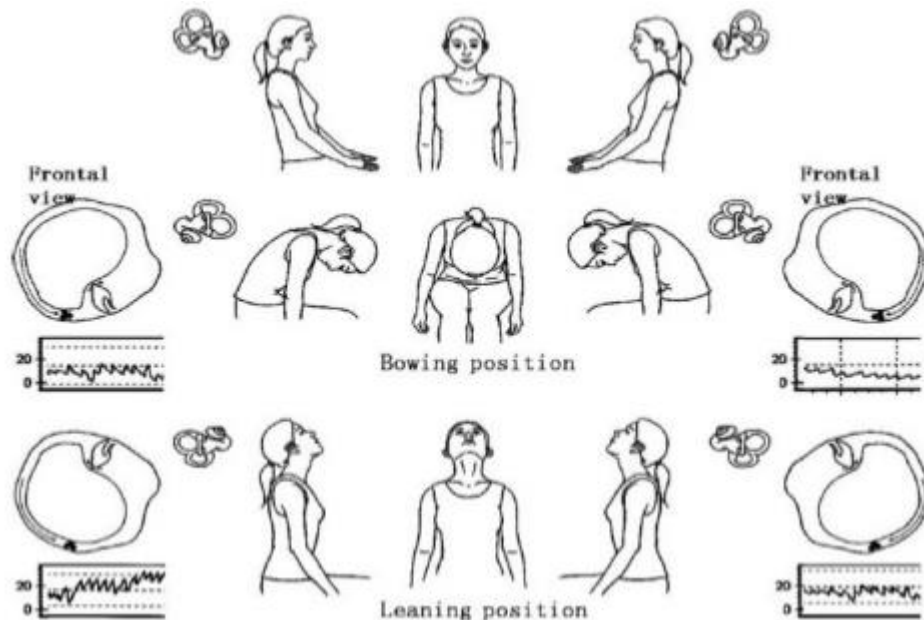
4.3. Active Head Rotation test

AHRT rappresenta l'equivalente del HIT ma eseguito in modo attivo invece che passivo. Durante l'esecuzione del test si richiede al pz di eseguire delle rotazioni del capo con varie frequenze con gli occhi aperti e mantenendo il focus visivo su un target posto a circa 1 metro di distanza [33]. L'uso di movimenti attivi permette di eseguire il test utilizzando frequenze di rotazione naturali (da 0.5 a 6.5 Hz), ovvero in condizioni fisiologiche in accordo con Fineberg et al. [41]. Secondo i risultati ottenuti questo test non è in grado di identificare il lato della lesione ma risultati alterati indicano disordini del sistema vestibolare [33]. AHRT insieme alla valutazione del nistagmo posizionale con l'uso di occhiali di Frenzel risultano i test con cui si ottengono il maggior numero di risultati anormali in pz con BPPV (77% AHRT VS 34% caloric test) [33].

Vantaggi	Svantaggi
Facile da applicare, non richiede l'uso di strumenti	Non è in grado di identificare il lato o sede della lesione
Uso di frequenze fisiologiche di stimolo	

4.4. Bow and Lean test

Il Bow and Lean test, introdotto per la prima volta da Choung nel 2006, consiste nel valutare il nistagmo nelle 2 posizioni Bow e Lean descritte in figura.

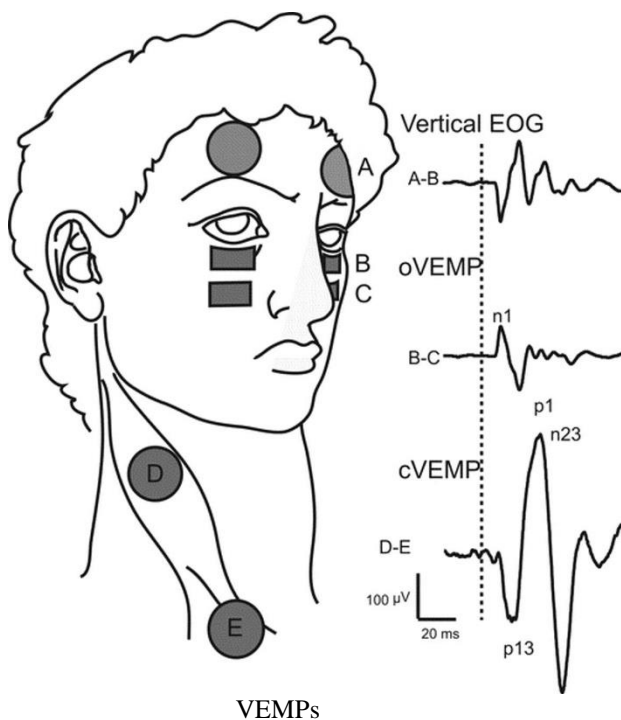


Questo test è stato introdotto per aumentare l'accuratezza nell'identificazione dell'orecchio affetto in pazienti con BPPV del SCC orizzontale [34]. Lee et al. valutato l'efficacia di questo test confrontandone i risultati con quelli del HRt (Head Roll test o McClure-Pagnini test) [42] che utilizza la seconda legge di Ewald per identificare il lato affetto in base alla magnitudine del nistagmo scatenato [34]; il risultato ottenuto è che il BLT risulta più sensibile e specifico rispetto al HRt in quanto è in grado di fornire informazioni più precise sia sul lato affetto che sul tipo di BPPV (canalolitiasi o cupulolitiasi) ma che per ottenere una valutazione completa sarebbe utile utilizzare i 2 test insieme [34].

Vantaggi	Svantaggi
Facile da applicare, non richiede l'uso di strumenti	Può provocare nausea
Permette di identificare il lato affetto	
Permette di differenziare tra canalolitiasi e cupulolitiasi	

4.5. Vestibular Evoked Myogenic Potentials

I VEMP, vestibular evoked myogenic potentials, misurano i deficit di conduzione nervosa dovuti a problematiche vestibolari periferiche e sono in grado di identificare sia problematiche dell'utricolo (ocular VEMP) che del sacculo e del nervo inferiore (cervical VEMP) [26]. O-VEMP e C-VEMP rappresentano quindi un utile test per la valutazione degli organi otolitici e per la differenziazione tra problematiche della funzione sacculare ed utricolare [26].



Cervical VEMP

Magliulo et al. [26] [43] consigliano l'uso di un protocollo di valutazione comprendente O-VEMP, C-VEMP e vHIT per una valutazione selettiva dei deficit in pazienti affetti da VN.

Vantaggi	Svantaggi
Permette di differenziare la sede di lesione	Richiede l'uso di apparecchiature specifiche
	Non facilmente applicabile quotidianamente

4.6. Subjective Visual Vertical and Horizontal

SVV e SVH, subjective visual vertical e subjective visual horizontal, rappresenta la valutazione della capacità soggettiva di distinguere linee verticali ed orizzontali da linee oblique più o meno vicine all'orizzontale/verticale [14]. Il test viene normalmente eseguito in una stanza buia in cui il paziente può vedere solo la proiezione di linee luminose su uno schermo posto in fronte a lui senza altre indicazioni spaziali; tuttavia può essere riprodotto in modo meno specifico nella pratica clinica quotidiana. Solitamente il risultato del SVV, caso di deficit vestibolari periferici unilaterali, devia verso il lato affetto ma tale risultato tende a normalizzarsi con il passare del tempo in quanto il sistema vestibolare compensa questo deficit mediando con altre sorgenti di input e normalizzando l'input anomalo [22].

Per valutare la presenza di deficit latenti in seguito ad un periodo di compensazione Byun et al. e Hong et al. hanno eseguito l'SVV test utilizzando una sedia rotante in modo da stimolare l'attività labirintica ed ottenere risposte più specifiche [22] [21]. Ulteriore selettività nei risultati può essere ottenuta inclinando l'asse di rotazione della sedia in modo da stimolare più specificamente i singoli canali [22].



SVV con Rotational chair

Per rendere più ripetibili ed aumentare la sensibilità dei test, Pagarkar et al. [14] consigliano di valutare anche il preset angle delle linee oblique in quanto potrebbe influire sui risultati ottenuti.

Vantaggi	Svantaggi
Può essere facilmente riprodotto in ambito clinico	Non esiste ancora un protocollo di utilizzo certo
	La valutazione dinamica può causare nausea
	Per la valutazione dinamica si richiede l'uso di strumenti specifici e costosi

5. Conclusioni

Negli ultimi anni la ricerca sulle tecniche di valutazione dei disturbi visivi è progredita notevolmente permettendo di inserire nuove tecniche e nuovi strumenti tecnologici, tuttavia il quadro generale non risulta ancora ben definito. Di seguito sono presentati i punti principali riscontrati con questa ricerca.

- Caloric irrigation test: rappresenta ancora il gold standard per la valutazione della VN
- Il vHIT risulta più completo, sensibile ed efficace del normale HIT clinico nella valutazione di VN e MD
- Non è ancora chiaro il motivo per cui caloric test e vHIT non risultino concordi in tutte le tipologie di pz ma la loro integrazione permette di studiare in modo completo le disfunzioni vestibolari periferiche come VN e MD valutando uno spettro di frequenze più ampio
- L'active head rotation test, pur non identificando la sede di lesione, risulta molto sensibile nella valutazione della BPPV grazie all'uso di frequenze di stimolazione naturali/fisiologiche
- Il BLT identifica efficacemente il lato affetto ed è in grado di differenziare tra canaloliti e cupuloliti; integrato con HRT permette una buona valutazione dei pz con BPPV
- VEMP e vHIT in batteria permettono di eseguire uno screening completo del funzionamento dell'apparato vestibolare periferico in pz con VN
- SVV e SVH risultano utili mezzi nell'analisi della funzione vestibolare in pz con VN e MD acuti ma per pz in fase sub-acuta/compensati risulta più efficace l'esecuzione dei test in modo dinamico tramite l'uso di rotational chair
- Per standardizzare SVV e SVH sarebbe utile delineare un protocollo comune che tenga in considerazione del preset angle

Alla luce di quanto emerso risulterebbero utili ulteriori studi per approfondire meglio la materia e al fine di delineare dei protocolli di valutazione più efficaci.

Alcuni spunti di studio potrebbero essere rappresentati da:

- Approfondimenti sulle divergenze tra caloric test e vHIT
- Utilizzo combinato di caloric test, vHIT e VEMP a livello diagnostico
- Confronto di efficacia diagnostica tra BLT + HRt e Video-oculografia (Dix-Hallpike, Head Shaking test, Head Roll test o McClure-Pagnini test, ecc)

6. Bibliografia

- [1] S. J. Herdman e R. A. Clendaniel, «Vestibular Rehabilitation,» *4th ed. CPR*, 2014.
- [2] E. Kristjansson e J. Treleaven, «Sensorimotor function and dizziness in neck pain: implications for assessment and management,» *J Orthop Sports Phys Ther*, n. 39 (5), pp. 364-377, 2009.
- [3] W. Hunt, E. Zimmermann e M. Hilton, «Modification of the Canalith Repositioning Procedure in the Treatment of Benign Paroxymal Positional Vertigo,» *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2012.
- [4] O. Helminski, «Effectivnessof the Canalith Repositioning Procedure in the Treatment of Benign Paroxymal positional vertigo,» *Phys Ther*, vol. 94, pp. 1373 - 1382, 2014.
- [5] H. p. team, «The Epley Manoeuvre,» *Australian family physician vol 42*, Jan - Feb 2013.
- [6] V. d. Scheer-Horst e a. et, «Efficacy of vestibular rehabilitation in patients whit benign paroxymal positional vertigo,» *Phys Ther*, pp. 1373 - 1382, 2014.
- [7] J. Bergenius, Z. Qing e D. Maoli, «Benign paroxysmal positional vertigo,» *Journal of Otology*, vol. 9, n. 1, pp. 1 - 6, 2014.
- [8] C. J. Li, C. Li, J. Epley e a. et, «Cost-effective management of benign positional vertigo using canalith repositioning,» *Otolaryngol Head Neck Surg*, p. 122:334–339, 2000.
- [9] R. Dix e C. Hallpike, «The pathology, symptomatology and diagnosis of certain common disorders of the vestibular system,» *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2012.
- [10] «Dix Hallpike to Diagnose BPPV,» [Online]. Available: <https://youtu.be/wgW0muB1VFY>.
- [11] N. Bhattacharyya, R. F. Baugh, L. Orvidas, D. Barrs, L. J. Bronston, S. Cass, A. Chalian, A. L. Desmond, J. M. Earll, T. D. Fife, D. C. Fuller, J. O. Judge, N. R. Mann, R. M. Rosenfeld, L. T. Schuring, R. W. P. Steiner, S. L. Whitney e J. Haidari, «Clinical practice guideline: Benign paroxysmal positional vertigo,» *Otolaryngol. - Head Neck Surg*, vol. vol. 139, 2008.

- [12] S. Jeong, H. Kim e J. Kim, «Vestibular Neuritis,» *Seminars in neurology*, vol. 33, n. 3, pp. 185 - 194, 2013.
- [13] Y. Agrawal, B. K. Ward e L. B. Minor, «Vestibular dysfunction: Prevalence, impact and need for targeted treatment,» *J vestib Res*, vol. 23, n. 3, p. 113 – 117, 2013.
- [14] W. Pagarkar, «Subjective visual vertical and horizontal,» *Arch otolaryngol head neck surg*, vol. 134, n. 4, pp. 394 - 401, 2008.
- [15] P. Kesseler, M. Zarandy, D. Hajioff, D. Tomlinson, P. Ranalli e J. Rutka, «The clinical utility of search coil horizontal vestibulo-ocular reflex testing,» *Acta Oto-Laryngologic*, n. 128, pp. 29 - 37, 2008.
- [16] M.-L. N. a. VOR. [Online]. Available: https://youtu.be/yxV73XpfnsW?list=PLYFxtQSuZMUcp3RS8nnHVwFkSPZDqsRk_.
- [17] M. dictionary. [Online]. Available: <http://medical-dictionary.thefreedictionary.com/nystagmus>.
- [18] C. S. B. d. M. ". M. -. U. d. S. d. Genova. [Online]. Available: <http://www.sba.unige.it/csb/med/med.shtml>.
- [19] N. I.-L. D. E. -. NILDE. [Online]. Available: <https://nilde.bo.cnr.it/index.php>.
- [20] H. MacDougall, K. Weber, L. McGarvie, G. Halmagyi e I. Curthoys, «The video head impulse test,» *neurology*, pp. 1134 - 1141, 2009.
- [21] S. Hong, S. Yeo, J. Byun, M. Park, C. Park e J. Lee, «Subjective visual vertical during eccentric rotation in patients with vestibular neuritis,» *Eur arch otorhinolaryngol*, n. 267, pp. 357 - 361, 2010.
- [22] J. Byun, S. Hong, S. Yeo, S. Kim, S. Kim e M. Park, «Role of subjective visual vertical test during eccentric rotation in the recovery phase of vestibular neuritis,» *Auris Nasus Laarynx*, n. 37, pp. 565 - 569, 2010.
- [23] D. Viciano, J. Ferrer, M. Palma e C. Zapata, «Dynamic visual acuity during head-thrust test in canal planes in healthy subjects and patients with vestibular neuritis,» *acta oto-laryngologica*, n. 130, pp. 1260 - 1266, 2010.

- [24] S. Zellhuber, A. Mahringer e H. Rambold, «Relation of video-head-impulse test and caloric irrigation: a study on the recovery in unilateral vestibular neuritis,» *eur arch otorhinolaryngol*, n. 271, pp. 2375-2383, 2014.
- [25] M. Bartolomeo, R. Biboulet, G. Pierre, M. Mondain, A. Ulziel e F. Venail, «Value of the video head impulse test in assessing vestibular deficits following vestibular neuritis,» *eur arch otorhinolaryngol*, n. 271, pp. 681-688, 2014.
- [26] G. Magliulo, G. Iannella, S. Gagliardi e M. Re, «A 1-year follow-up study with C-VEMPs, O.VEMPs and video head impulse testing in vestibular neuritis,» *eur arch otorhinolaryngol*, n. 272, pp. 3277 - 3281, 2015.
- [27] H. Roberts, S. McGuigan, B. Infeld, R. Sultana e R. Gerraty, «A video-oculographic study of acute vestibular syndromes,» *acta neurol scand*, n. 134, pp. 258 - 264, 2016.
- [28] S. P. L. W. A Blodow, «Detection of isolated covert saccades with the video head impulse test in peripheral vestibular disorders,» *Auris nasus larynx*, n. 40, pp. 348-351, 2013.
- [29] C. Zulueta-Santos, B. Lujan, R. Manrique-Huarte e N. Perez-Fernandez, «The vestibulo-ocular reflex assessment in patients with Mènière disease: examining all semicircular canals,» *acta oto-laryngologica*, n. 134, pp. 1128 - 1133, 2014.
- [30] M. H. M. B. e. a. A Blodow, «Caloric stimulation and video-head impulse testing in Mènière's disease and vestibular migraine,» *acta oto-laryngologica*, n. 134, pp. 1239 - 1244, 2014.
- [31] M. Heuberger, M. Saglam e a. et, «Covert anti-compensatory quick eye movements during head impulse,» *Plos one*, vol. 9, pp. 1 - 4, 2014.
- [32] L. McGarvie, I. Curthoys, H. MacDougall e G. Halmagyi, «What does the dissociation between the results of video head impulse versus caloric testing reveal about the vestibular dysfunction in Mènière's disease?,» *acta oto-laryngologica*, n. 135, pp. 859 - 865, 2015.
- [33] F. Ganança, C. Ganança, H. Caovilla, M. Ganança e P. Mangabeira, «Active head rotation in benign positional paroxysmal vertigo,» *Brazilian journal of otorhinolaryngology*, n. 75, pp. 586 - 592, 2009.

- [34] J. Lee, D. Han, S. Choi, K. Park, H. Park, I. Sohn e Y. Choung, «Efficacy of the "Bow and Lean test" for the management of horizontal canal benign paroxysmal positional vertigo,» *The american laryngological*, n. 120, pp. 2339 - 2346, 2010.
- [35] G. K. L. C. G. N. A. C. A DeStefano, «Spontaneous nystagmus in benign paroxysmal positional vertigo,» *American journal of otolaryngology*, n. 32, pp. 185 - 189, 2011.
- [36] Y. Seo, Y. Park, T. Kong, M. Bae e S. Kim, «Head position and increased head velocity to optimize video head impulse test sensitivity,» *eur arch otorhinolaryngol*, n. 273, pp. 3595 - 3602, 2016.
- [37] «COWS - Caloric irrigation,» [Online]. Available: <https://youtu.be/4NDOQnRMLIs>.
- [38] «EyeSeeCam,» [Online]. Available: <https://vimeo.com/3067345>.
- [39] «EyeSeeCam Multi-test,» [Online]. Available: <https://vimeo.com/6417870>.
- [40] D. Pavlin-Premrl, J. Waterston, S. McGuigan, B. Infeld, R. Sultana, R. OSullivan e R. Gerraty, «Importance of spontaneous nystagmus detection in the differential diagnosis of acute vertigo,» *Journal of clinical neuroscience*, n. 22, pp. 504-507, 2015.
- [41] R. Fineberg, D. OLeary e L. Davis, «Use of active head movements for computerized vestibular testing,» *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, n. 113, pp. 1063-1065, 1987.
- [42] «Head Roll test,» [Online]. Available: <https://youtu.be/ns8XZ4rKiJc>.
- [43] G. Magliulo, S. Gagliardi, M. Appiani, G. Iannella e M. Re, «Vestibular neuritis: a follow-up study with cervical and ocular vestibular evoked myogenic potentials and the video head impulse test.,» *Ann Otol Rhinol Laryngol*, n. 123, pp. 162-173, 2014.
- [44] «Micro-lecture, Apparato vestibolare,» [Online]. Available: <https://youtu.be/vYffBi8qzqc>.
- [45] e. a. Von Brevern M, «Epidemiology of benign paroxysmal positional vertigo: a population based study,» *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, n. 78, pp. 710-715, 2007.
- [46] E. F. A. P. E. U. E Armato, «Cerebellar haemorrhage mimicking acute peripheral vestibulopathy: the role of the video head impulse test in differential diagnosis,» *acta otorhinolaryngologica italica*, n. 34, pp. 288 - 291, 2014.

- [47] H. R. A Mahringer, «Caloric test and video-head-impulse: a study of vertigo/dizziness patients in a community hospital,» *eur arch otorhinolaryngol*, n. 271, pp. 463 - 472, 2014.
- [48] B. Haji-Khamneh e L. Harris, «How different types of scenes affect the Subjective Visual Vertical (SVV) and the Perceptual Upright,» *Vision research*, n. 50, pp. 1720 - 1727, 2010.
- [49] K. Agarwal, A. Bronstein, M. Faldon, M. Mandalà, K. Murray e Y. Silove, «Visual dependence and BPPV,» *J neurol*, n. 259, pp. 1117 - 1124, 2012.
- [50] K. Heidenreich, K. Beaudoin e J. White, «Can active lateral canal benign paroxysmal positional vertigo mimic a false-positive head thrust test?,» *Americal journal of otolaryngology*, n. 30, pp. 353-355, 2009.
- [51] J. Lopez-Escamez, «Role of vestibular testing in diagnosis of benign paroxysmal positional vertigo,» *otolaryngology - head and neck surgery*, n. 141, pp. 7-9, 2009.
- [52] M. Alessandrini, I. Pavone e A. Micarelli, «La vertigine parossistica posizionale,» *Rivista della società italiana di medicina generale*, pp. 41-43, 2012.
- [53] G. Mantokoudis, A. Tehrani, J. Kattah e a. et, «Quantifying the Vestivulo-Ocular Reflex with Video-Oculography: Nature and Frequency of Artifacts,» *Audiology & neurotology*, n. 20, pp. 39 - 50, 2014.
- [54] P. Kessler, M. Zarandy, D. Hajioff, D. Tomlinson, P. Ranalli e J. Rutka, «The clinical utility of search coil horizontal vestibulo-ocular reflex testing,» *acta oto-laryngologica*, n. 128, pp. 29 - 37, 2008.