



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Università degli Studi di Padova
Dipartimento di Neuroscienze – DNS
Corso di Laurea in Tecniche Audioprotesiche
Presidente Prof. Gino Marioni

TESI DI LAUREA:

**Ruolo della vestibologia nella riabilitazione di atleti
che hanno subito una commozione cerebrale**

Relatrice:

Prof.ssa Laura Astolfi

Laureanda
Martina Dall'Antonia

Anno Accademico 2021-2022

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	1
1.1	Sport ed eventi traumatici.....	1
1.2	Anatomia dell'orecchio interno	2
1.2.1	Apparato vestibolare	3
2	SCOPO.....	5
3	MATERIALI E METODI.....	6
3.1	Revisione della letteratura	6
3.2	Criteri di scelta degli articoli	7
4	RISULTATI.....	8
4.1	Partecipanti	8
4.2	Analisi strumentali.....	9
4.3	Test diagnostici Vestibolari	9
4.3.2	Test diagnostici dell'equilibrio	13
4.3.3	Test cognitivi	14
4.3.4	Questionari	15
4.4	TEMPI E METODI DI RIABILITAZIONE	15
4.4.1	Terapia di riabilitazione vestibolare (VRT).....	16
4.5	Tabella riassuntiva degli out-come riabilitativi	19
5	DISCUSSIONE E CONCLUSIONI.....	26
6	BIBLIOGRAFIA	27
6.1	Sezione articoli	27
6.2	Fonti da internet:.....	29
7	RINGRAZIAMENTI	33

1 INTRODUZIONE

1.1 Sport ed eventi traumatici

L'atleta, sia esso professionista, amatoriale o dilettante, va considerato nell'esplicarsi dell'attività sportiva, come un qualsiasi paziente che subisce traumi del sistema vestibolare acuti e subacuti.

Immaginiamo ad esempio un rugbista in azione: il rugby è un'attività che richiede un intenso dispendio fisico non solo in termini aerobici ma soprattutto per la presenza di fasi di contatto ad alta intensità (placcaggi). Queste caratteristiche determinano un'elevata incidenza di infortuni di diversa natura, con una frequenza che può raggiungere 81 eventi per 1000 ore di partita/giocatore (Viviers et al. 2018). Tra questi infortuni, le concussioni cranio-cervicali destano da tempo l'attenzione della ricerca audiologica.

Questi eventi, infatti, possono affliggere negativamente le due principali funzioni dell'organo audiovestibolare: l'udito e l'equilibrio (Fitzgerald et al. 1996). I traumi cranici hanno la potenzialità di determinare diversi danni, temporanei o permanenti, a livello dell'apparato di conduzione e trasduzione dell'orecchio (membrana timpanica, catena ossiculare, organo del Corti), anche in assenza di fratture dell'osso temporale (Villareal et al. 2016).

I potenziali sintomi di commozione cerebrale includono confusione, perdita di memoria, perdita di coscienza, perdita di consapevolezza spaziale e temporale, mal di testa, emicrania, disturbi del linguaggio, vertigini, nausea, disturbi dell'equilibrio, riduzione del controllo oculomotorio, compromissione della vista, riduzione del linguaggio, andatura instabile e scarsa coordinazione (Aubry M. et al 2001). I sintomi più comuni sono mal di testa, vertigini e problemi di equilibrio. Dei 3 sintomi principali, le vertigini e la disfunzione dell'equilibrio sono correlate. Il disturbo dell'equilibrio è l'incapacità di stare in piedi con una postura eretta senza deviare oltre i limiti della base di appoggio. Dopo una commozione cerebrale, i

problemi del sistema vestibolare sono ritenuti più probabilmente responsabili dell'incapacità dell'individuo di mantenere l'equilibrio (Guskiewicz KM, 2011).

La disfunzione vestibolare è un notevole danno per le attività quotidiane e sportive; un atleta con una minore capacità dell'equilibrio e dell'orientamento spaziale infatti, è oltretutto un atleta che si sottopone maggiormente a stress fisico e muscolare e a un maggior rischio di ulteriori lesioni dovute a cadute o collisioni. Pertanto, dobbiamo valutare accuratamente l'equilibrio negli atleti con commozioni cerebrali, riabilitarlo e rieducarlo al movimento.

1.2 Anatomia dell'orecchio interno

Definiamo l'orecchio come un organo di senso bilaterale e simmetrico, deputato alla ricezione dei suoni e al mantenimento dell'equilibrio.

Esso si distingue in 3 porzioni (figura 1):

- orecchio esterno (padiglione auricolare, CUE, MT)
- orecchio medio (catena ossiculare, tuba di Eustachio, cellule mastoidee)
- orecchio interno (labirinto osseo e labirinto membranoso)

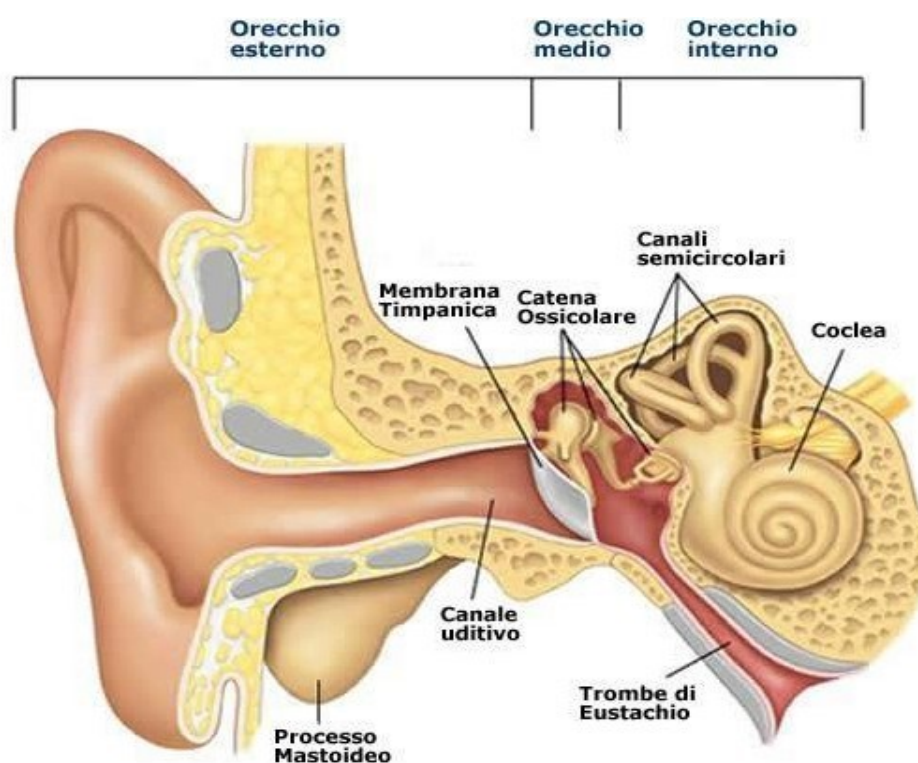


Fig. 1: Anatomia dell'orecchio umano, con suddivisione in orecchio esterno, medio e interno (fonte: immagine modificata "Anatomia dell'orecchio –Audiologica"2017)

Nella parte più interna dell'orecchio, sono presenti particolari strutture che ci consentono di essere consapevoli della posizione assunta dalla nostra testa e dal nostro corpo rispetto alla direzione della forza di gravità, dei nostri movimenti e delle accelerazioni a cui siamo sottoposti. Queste strutture costituiscono il sistema

vestibolare, ovvero un sistema di organi dell'orecchio interno la cui funzione principale è garantire l'equilibrio (figura 2).

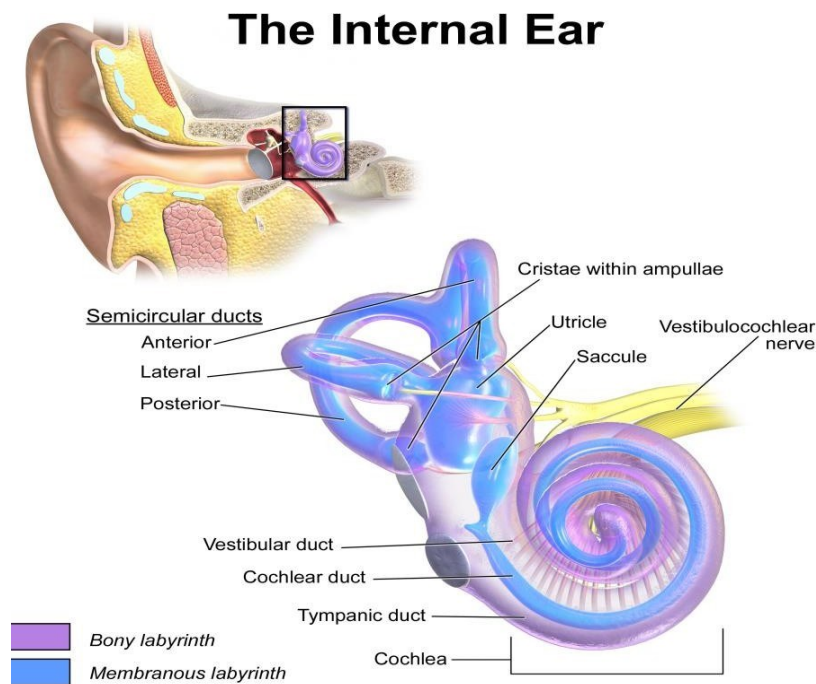


Fig. 2: anatomia dell'orecchio interno con focus sull'apparato vestibolare (fonte immagine "Blausen 0329EarAnatomy InternalEar - Vestibolo [anatomia])

1.2.1 Apparato vestibolare

Anatomicamente parlando, all'interno del labirinto osseo sono presenti cinque organi membranosi cavi (tre canali semicircolari, l'utricolo e il sacculo) comunicanti tra loro e contenenti endolinfa. In ciascuna di queste strutture è presente un sensore specifico deputato alla sensibilità stato-cinetica: le ampolle per i canali semicircolari e le macule per utricolo e sacculo.

I meccanorecettori contenuti nelle cavità labirintiche del sacco e dell'utricolo sono sensibili alle accelerazioni lineari a cui è sottoposto il capo: generate nel corso di movimenti di flessione o di traslazione lineare della testa e l'accelerazione di gravità, che esercita costantemente la sua azione sul corpo. All'interno delle cavità dell'utricolo e del sacco è presente un ispessimento dell'epitelio, detto macula, che rappresenta la struttura recettoriale vera e propria (figura 3).

Per quanto riguarda invece i meccanorecettori dei canali semicircolari, essi sono situati all'interno delle ampolle e la stimolazione di questi recettori sarà prodotta da accelerazioni angolari, alle quali è sottoposto il capo nel corso dei movimenti rotatori (figura 4).

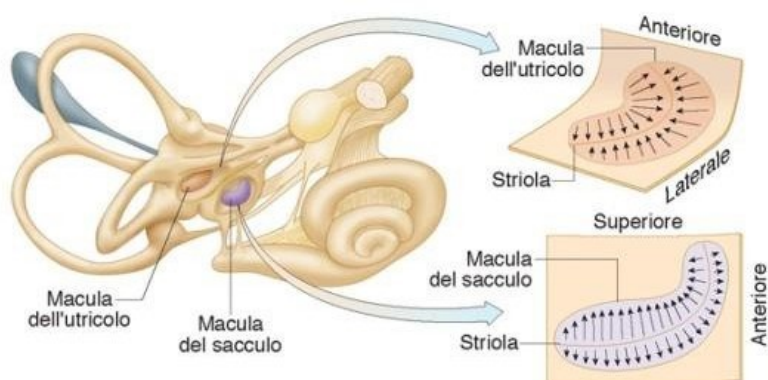


Fig. 3: Macula dell'utricolo e del sacco (fonte immagine "E-learning")

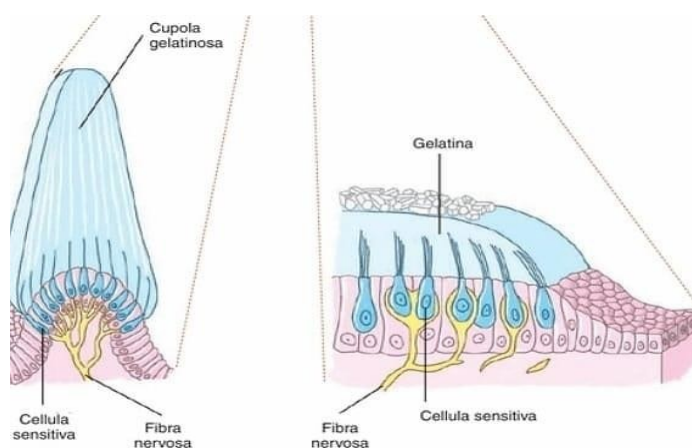


Fig. 4: fisiologia dell'ampolla, nonché meccanorecettore contenuto all'interno di ciascun canale semicircolare (fonte: immagine modificata "Studylibit.com")

2 SCOPO

Delle persone che soffrono di una commozione cerebrale correlata allo sport, il 30% riferisce disfunzioni dell'equilibrio e il 75,6% riferisce vertigini come sintomo debilitante (Guskiewicz KM, et. al 2007). È stato notato che i disturbi dell'equilibrio ritornano alla normalità entro 72 ore; tuttavia il danno prolungato può durare più di 7 giorni oltre la lesione iniziale (Guskiewicz KM, 2011). Nel 10-30% degli individui soggetti a commozione cerebrale o lieve trauma cerebrale rimane la sensazione di vertigini e disequilibrio anche oltre il normale decorso di guarigione.

Nella presente tesi è stata eseguita una revisione della letteratura con lo scopo di descrivere ed approfondire l'out-come della riabilitazione vestibolare in pazienti con commozione cerebrale, limitandosi a studi eseguiti nell'ultimo decennio, su atleti di età compresa fra i 19 e i 25 anni.

3 MATERIALI E METODI

3.1 Revisione della letteratura

Per ottenere materiale scientifico utile al presente lavoro, è stata svolta una ricerca della letteratura pubblicata nell'ultimo decennio, integrata da ricerche manuali e letteratura grigia, servendosi dei seguenti motori di ricerca:

- PubMed

■ - EMBASE

■ - SCOPUS

■ - SPORTDiscus

■ - Web of Science

■

Immettendo le seguenti parole chiave:

■ balance and concussion and dizziness and sport and athlete

((("balance"[All Fields] OR "balanced"[All Fields] OR "balances"[All Fields] OR "balancing"[All Fields]) AND ("brain concussion"[MeSH Terms] OR ("brain"[All Fields] AND "concussion"[All Fields]) OR "brain concussion"[All Fields] OR "concussion"[All Fields] OR "concussions"[All Fields] OR "concussed"[All Fields] OR "concussive"[All Fields]) AND ("dizziness"[MeSH Terms] OR "dizziness"[All Fields] OR "dizzy"[All Fields] OR "vertigo"[MeSH Terms] OR "vertigo"[All Fields]) AND ("sport s"[All Fields] OR "sports"[MeSH Terms] OR "sports"[All Fields] OR "sport"[All Fields] OR "sporting"[All Fields]) AND ("athlete s"[All Fields] OR "athletes"[MeSH Terms] OR "athletes"[All Fields] OR "athlete"[All Fields] OR "athletically"[All Fields] OR "athlets"[All Fields] OR "sports"[MeSH Terms] OR "sports"[All Fields] OR "athletic"[All Fields] OR "athletics"[All Fields])) AND ((y_10[Filter]) AND (humans[Filter]) AND (english[Filter]) AND (alladult[Filter] OR youngadult[Filter]))

Translations:

■ - balance: "balance"[All Fields] OR "balanced"[All Fields] OR "balances"[All Fields] OR "balancing"[All Fields]

■ - concussion: "brain concussion"[MeSH Terms] OR ("brain"[All Fields] AND "concussion"[All Fields]) OR "brain concussion"[All Fields] OR "concussion"[All Fields] OR "concussions"[All Fields] OR "concussed"[All Fields] OR "concussive"[All Fields]

■ - dizziness: "dizziness"[MeSH Terms] OR "dizziness"[All Fields] OR "dizzy"[All Fields] OR "vertigo"[MeSH Terms] OR "vertigo"[All Fields]

■ - sport: "sport's"[All Fields] OR "sports"[MeSH Terms] OR "sports"[All Fields] OR "sport"[All Fields] OR "sporting"[All Fields]

■ - athlete: "athlete's"[All Fields] OR "athletes"[MeSH Terms] OR "athletes"[All Fields] OR "athlete"[All Fields] OR "athletically"[All Fields] OR "athlets"[All Fields] OR "sports"[MeSH Terms] OR "sports"[All Fields] OR "athletic"[All Fields] OR "athletics"[All Fields]

3.2 Criteri di scelta degli articoli

Per la selezione e l'esclusione delle fonti scientifiche individuate sono stati applicati i seguenti filtri:

■ - English

■ - Last 10 years

■ - Adult: 19+ years

■ - Young Adult: 19-24

In seguito, è stato applicato il metodo PRISMA Statement: nonché le linee guida per il reporting di revisioni sistematiche e meta-analisi; queste linee guida sono un utile strumento costituito da una check-list di 27 item e un diagramma di flusso in 4 step che permettono di selezionare il materiale raccolto.

4 RISULTATI

I risultati ottenuti dall'analisi della letteratura (Fig. 5) sono riportati prima di tutto con una descrizione delle caratteristiche dei pazienti, a cui seguono i test strumentali e cognitivi utilizzati per la riabilitazione vestibolare, i tempi necessari per la riabilitazione ed in fine, per una migliore comprensione dei risultati, gli out-come riabilitativi ottenuti da ogni autore sono riportati in una tabella riassuntiva (Tabella 1).

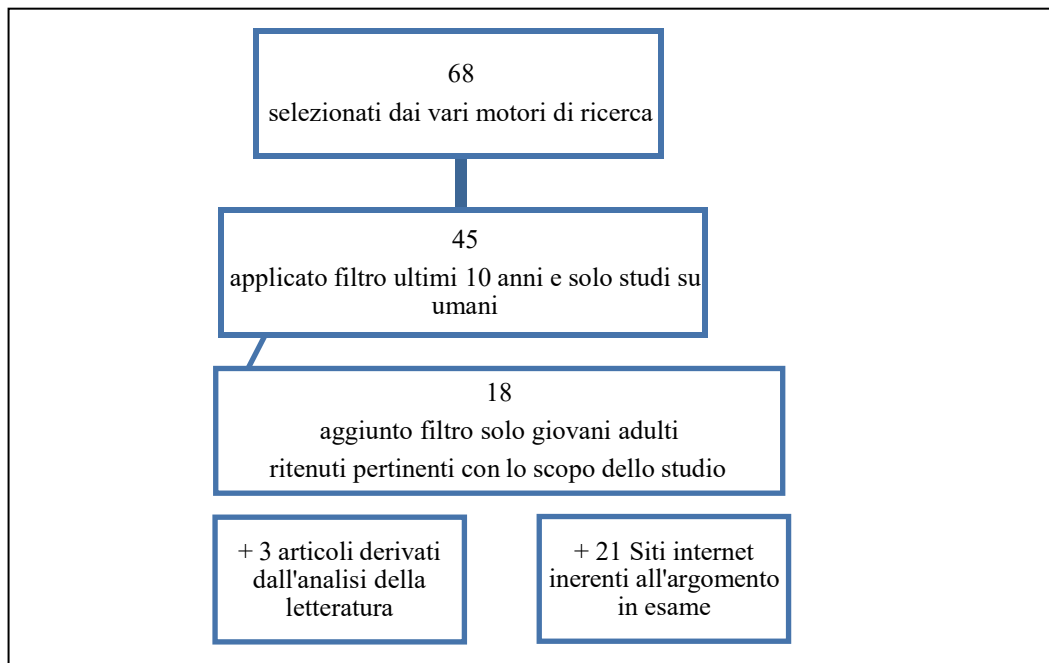


Figura 5. diagramma PRISMA ottenuto dalla revisione della letteratura.,

4.1 Partecipanti

Confrontando ed analizzando gli articoli selezionati, nella maggior parte degli studi abbiamo soggetti di entrambi i sessi, con una leggera maggioranza di partecipanti maschili, che rientrano nella fascia di età tra i 18 e i 21 anni. In alcuni studi risultano essere stati presi in esame anche pazienti minorenni, con età dai 9 ai 17 anni; mentre l'età massima degli adulti raggiunge i 73 anni.

Tutti i soggetti, nel loro percorso da atleti, hanno subito una commozione cerebrale lieve e/o acuta.

Nonostante nella maggior parte degli articoli analizzati non vengano specificati gli sport praticati dai partecipanti, ma si parla di atleti in generale senza riferimenti a sport specifici, le attività sportive più praticate e responsabili di episodi di commozioni cerebrali tra i soggetti esaminati, sono risultati essere: calcio, rugby e football. Attività minori invece sono: basket, hockey, baseball, cheerleading, immersione, softball e pallavolo.

Per quanto riguarda la sintomatologia correlata a commozione cerebrale, tutti gli sportivi che ne erano affetti riportavano in comune i seguenti problemi: mal di testa, nausea, problemi di equilibrio, vertigini, difficoltà ad addormentarsi, disturbi del sonno, sonnolenza, sensibilità alla luce, sensibilità al suono, irritabilità, tristezza, nervosismo, maggior emotività, intorpidimento o formicolio, sensazione di rallentamento, annebbiamento mentale, difficoltà di concentrazione, difficoltà a ricordare e problemi visivi.

4.2 Analisi strumentali

Negli studi revisionati sono stati effettuati una serie di test diagnostici strumentali/non strumentali, non invasivi e comuni, con l'obiettivo di analizzare l'entità del danno causato all'apparato vestibolare nei soggetti affetti da commozione cerebrale.

Si tratta di: Test diagnostici vestibolari, Test diagnostici dell'equilibrio, Test cognitivi e questionari.

4.3 Test diagnostici Vestibolari

4.3.1.1 - Vestibular Evoked Myogenic Potential

I potenziali miogenici evocati vestibolari (VEMP) sono riflessi vestibolari dipendenti a breve latenza registrati dai muscoli sternocleidomastoidei (SCM) nella parte anteriore del collo (cVEMP) e dai muscoli extraoculari obliqui inferiori (oVEMP).

Sono evocati da brevi esplosioni di suoni emessi tramite cuffie o vibrazioni applicate al cranio. Poiché è stato dimostrato che questi stimoli attivano preferenzialmente gli organi dell'otolite piuttosto che i canali semicircolari, i VEMP vengono utilizzati clinicamente come misure della funzione dell'otolite. (Sally M Rosengren et. al 2019).

Il cVEMP viene registrato da elettrodi di superficie posizionati sopra l'SCM durante una contrazione tonica del muscolo. Durante ogni prova, che in genere dura ca. 30 sec, gli stimoli vengono inviati all'orecchio (stimolazione AC) o al cranio (stimolazione BC) e al paziente viene chiesto di attivare il/i muscolo/i SCM di interesse. (Sally M Rosengren et. al 2019).

Contrariamente al cVEMP, l'oVEMP è un riflesso eccitatorio incrociato del muscolo extraoculare obliquo inferiore. Viene registrato da un paio di elettrodi superficiali posti sotto gli occhi durante lo sguardo verso l'alto. A parte le ovvie differenze principali (organo e muscolo di origine, polarità e lateralità), gli oVEMP sono riflessi muscolari simili ai cVEMP e quindi hanno requisiti di stimolazione e registrazione simili. (Sally M Rosengren et. al 2019).

4.3.1.2 - Video Head Impulse Test

Il vHIT è un test specifico per l'orecchio che rileva i disturbi del riflesso oculovestibolare e identifica l'orecchio coinvolto nei casi di perdita vestibolare periferica. I pazienti con perdita vestibolare presentano un movimento oculare saccadico di correzione durante o dopo l'impulso al capo e il guadagno del capo rispetto all'occhio non equivalente.

Il paziente guarda in avanti sul viso dell'operatore che gli sta di fronte; gli viene chiesto di tenere sempre gli occhi fissi su un bersaglio costituito dal naso dell'esaminatore (Halmagyi et al, 1988). A questo punto il medico inizia il test. Ruota la testa del paziente bruscamente a direzione imprevedibile verso destra o verso sinistra. La rotazione del capo deve essere poco ampia, al massimo 10-20 gradi, e di gran accelerazione.

Il test vHIT è uno strumento che fornisce una valutazione rapida, precisa e specifica circa la risposta del riflesso oculo-vestibolare agli stimoli nell'intervallo ad alta frequenza, l'intervallo naturale dei movimenti della testa.

È l'unico test in grado di valutare tutti e sei i canali semicircolari. Gli stimoli ad alta frequenza usati nel test vHIT sono simili a quelli consueti nelle attività quotidiane.

4.3.1.3 - Vestibular/ocular-Motor Screening

La valutazione VOMS è uno strumento progettato per identificare i segni e i sintomi di una commozione cerebrale. Vengono valutate le variazioni dei sintomi del paziente, su una scala da 0 a 10, i quali vengono provocati durante uno dei seguenti eventi: Smooth Pursuit, Saccades Horizontal, Saccades Vertical, Convergence, VOR Horizontal, VOR Vertical e Visual Motion Sensitivity.

✓ Smooth Pursuit:

Questo test misura la capacità del paziente di tracciare con precisione un bersaglio visivo in modo uniforme e controllato. Il tracciamento dell'inseguimento regolare valuta il sistema vestibolare centrale del paziente.

L'esaminatore tiene un bersaglio ad una distanza di circa 1 metro dal paziente, il quale viene istruito a mantenere la concentrazione su di esso seguendo i brevi movimenti orizzontali e verticali (velocità di 2 secondi per ciascuna direzione) impressi sul bersaglio dall'esaminatore.

✓ Saccades Horizontal and Vertical:

In questo test il paziente, seduto ad una distanza di circa 1 metro di fronte all'esaminatore, deve seguire un bersaglio posto tra due punti il più velocemente possibile.

-Orizzontali: l'esaminatore tiene due punti singoli (punta delle dita), uno a destra e uno a sinistra, in modo tale che il paziente debba girare il capo di 30° da entrambi i lati per 10 ripetizioni.

-Verticali: l'esecuzione è simile, variano i punti singoli indicati dall'esaminatore questa volta posti uno verso l'alto e l'altro verso il basso, sempre ad una inclinazione di 30° ciascuno.

✓ Near Point of Convergence

Test che valuta la capacità di osservare da vicino un bersaglio senza visione doppia. Il paziente, seduto di fronte all'esaminatore, si concentra su un piccolo bersaglio a lunghezza del braccio che deve lentamente portare verso la punta del naso per 3 volte.

✓ VOR Horizontal/Vertical

Questo esame valuta la capacità di stabilizzare la vista mentre la testa si muove. Il paziente è seduto a circa 1 metro di distanza di fronte all'esaminatore, il quale si serve di un metronomo per mantenere una velocità costante di 180 battiti al minuto.

-Orizzontali: il paziente effettua 10 ripetizioni ruotando la testa orizzontalmente con un'ampiezza del movimento di 20° per lato e mantenendo la concentrazione sul bersaglio.

-Verticali: stessa procedura, varia il movimento effettuato in questo caso verticalmente.

✓ Visual Motion Sensitivity

Test mirato alla valutazione della sensibilità al movimento visivo e la capacità di inibire movimenti oculari vestibolari indotti utilizzando la visione.

Il paziente è posto in piedi con il braccio teso e il pollice all'insù, focus sul quale deve mantenere l'attenzione mentre effettua una rotazione di testa, occhi e tronco con un'ampiezza di 80° a sinistra e poi a destra per un totale di 5 ripetizioni.

L'esaminatore si serve di un metronomo per assicurarsi che la velocità di rotazione sia mantenuta a 50 battiti/min.

4.3.1.4 - *Dinamic Visual Acuity*

Il test DVA valuta la stabilità dello sguardo durante le rotazioni sinusoidali della testa mediate dall'esaminatore rispetto all'acuità visiva stazionaria della testa.

L'esaminatore è posizionato dietro al paziente e afferra saldamente il capo del paziente con entrambe le mani appena sopra le orecchie, successivamente farà oscillare la testa a un'ampiezza di 20-30 gradi rispetto alla linea mediana attorno a un asse verticale. La frequenza di rotazione, deve verificarsi a 2 Hz, cioè 2 cicli al secondo. Il paziente è istruito a leggere le lettere sulla linea più bassa possibile della mappa oculare fino a quando non sarà più in grado di identificarle correttamente.

4.3.1.5 - Subjective Visual Vertical

SVV è un'indagine per valutare il sistema di otoliti responsabile della percezione della verticalità. Il test richiede circa 10-15 minuti.

Al paziente viene chiesto di posizionare una barra luminosa proiettata su una parete in una stanza buia senza riferimenti visivi utilizzando un joystick.

Un ulteriore miglioramento del test avviene tramite un'esecuzione dinamica che valuta la capacità del paziente di posizionare la barra verticalmente o orizzontalmente sullo sfondo di uno stimolo optocinetico fornito ruotando lo sfondo in senso orario e antiorario.

4.3.1.6 - Test calorico

Il test calorico bitermico è il più adatto per identificare lesioni unilaterali del sistema vestibolare periferico in quanto consente la valutazione indipendente di ciascun orecchio. Lo stimolo calorico standard viene eseguito irrigando il condotto uditivo esterno con 250 ml di acqua per 30 secondi. La temperatura dell'acqua è di 30°C per l'irrigazione fredda e di 44°C per l'irrigazione calda (Mauro Gufoni & Augusto Pietro Casani 2023).

4.3.2 Test diagnostici dell'equilibrio

4.3.2.1 - Balance Error Scoring System

Il BESS test consiste in 3 posizioni: posizione a due gambe (mani sui fianchi e piedi uniti), posizione a una gamba sola (in piedi sulla gamba non dominante con le mani sui fianchi) e posizione in tandem (piede non dominante dietro il piede dominante). Le posizioni vengono eseguite su una superficie solida e su una superficie di schiuma con gli occhi chiusi, con errori contati durante ogni prova di 20 secondi. Un errore è definito come aprire gli occhi, sollevare le mani dai fianchi, fare un passo, inciampare o cadere fuori posizione, sollevare l'avampiede o il tallone, abduzione l'anca di oltre 30° o non riuscire a tornare alla posizione di prova in meno di 5 secondi.

4.3.2.2 - *Sensory Organization Test*

Il test di organizzazione sensoriale (SOT) è stabilito come un'importante misura di esito per la riabilitazione vestibolare che fornisce dati unici riguardanti le influenze individuali e integrate degli input somatosensoriali, visivi e vestibolari sull'equilibrio (Badke MB et al. 2004). I soggetti stanno in piedi su piastre a doppia forza in una cornice a 3 lati e viene registrata l'oscillazione antero-posteriore durante 6 condizioni sensoriali indipendenti, ciascuna della durata di 20 secondi.

Le 6 condizioni comprendono: occhi aperti, supporto stabile; occhi chiusi, supporto stabile; visione riferita all'oscillazione, supporto stabile; occhi aperti, supporto riferito all'oscillazione; occhi chiusi, supporto riferito all'oscillazione; occhi aperti, visione riferita all'oscillazione e supporto riferito all'oscillazione.

4.3.2.3 - *Centre of Pressure*

La traiettoria COP viene registrata utilizzando piattaforme di forza, che tracciano il punto di applicazione delle forze di reazione al suolo risultanti sotto i piedi. Il segnale risultante, chiamato stabilogramma, viene spesso analizzato utilizzando le sue variazioni unidimensionali nella direzione mediolaterale (ML) o anteroposteriore (AP), o la sua traiettoria bidimensionale (de Sà Ferreira & Baract, 2014; Duarte & Zatsiorsky, 2011).

4.3.3 Test cognitivi

4.3.3.1 - *Immediate Post-concussion Assessment and Cognitive Test*

ImPACT è uno strumento di valutazione basato su computer. È il metodo più efficace per confrontare lo stato neurocognitivo di una persona prima che si verifichi una commozione cerebrale.

L'ImPACT test richiede circa 20 minuti ed è composto da 6 sottotest: memoria verbale, memoria del disegno, X e O, corrispondenza dei simboli, corrispondenza dei colori e memoria di 3 lettere. I 6 risultati del subtest sono compressi in 4 punteggi compositi: memoria verbale (%corretta), memoria visiva (% corretta),

velocità di elaborazione motoria visiva (valore numerico) e tempo di reazione (secondi).

4.3.4 Questionari

4.3.4.1 - Post-Concussion Symptom Scale

La PCSS fa parte del programma di gestione delle commozioni cerebrali ed è composta da 22 domande relative ai sintomi post-concussivi. Ai partecipanti al sondaggio viene chiesto di valutare ogni sintomo secondo una scala Likert a 7 punti che va da 0 a 6. Il punteggio massimo possibile è 132, mentre quello minimo corrisponde a 0.

4.3.4.2 - Sport Concussion Assessment Tool 3

Lo SCAT3 è uno strumento standardizzato per la valutazione di atleti infortunati di età superiore ai 13 anni per commozione cerebrale. Questo test combina diversi strumenti di valutazione comunemente usati, tra cui la Glasgow Coma Scale, il Maddocks Score, la valutazione dei sintomi (MaddockDL, et al. 1995), la valutazione standardizzata della commozione cerebrale e il sistema di punteggio dell'errore dell'equilibrio modificato. Lo SCAT3 viene somministrato in formato intervista e vengono generati punteggi per ogni test (Guskiewicz 2003).

4.4 TEMPI E METODI DI RIABILITAZIONE

Effettuando la revisione degli articoli selezionati, le informazioni riguardanti i tempi di riabilitazione degli atleti che hanno subito una commozione cerebrale, risultano essere scarsi e variabili.

Per quanto riguarda i sintomi di BPPV (vertigine posizionale parossistica benigna), è stato confermato che spesso si verifica una risoluzione spontanea di questa problematica nell'arco temporale di alcune settimane o mesi. In caso contrario, si procede allora con manovre curative e qualche seduta di fisioterapia vestibolare, in modo tale da portare il paziente alla consapevolezza, alla gestione e alla riduzione del danno. A questa tecnica riabilitativa è stato attribuito l'acronimo VRT

(Vestibular Rehabilitation Therapy), si tratta di una fisioterapia graduale integrata da semplici manovre ed esercizi quali:

- 1) riposizionamento canalitico (manovre curative per vertigine posizionale benigna);
- 2) esercizi di assuefazione (per ridotta sensibilità al movimento),
- 3) esercizi di adattamento o di stabilità dello sguardo (per deficit del riflesso vestibolo-oculare),
- 4) esercizi di equilibrio ed esercizi aerobici (per migliorare l'equilibrio di solito con programma di camminata graduale).

In caso di pazienti in cui, associati ai sintomi delle vertigini, sono presenti anche instabilità dello sguardo, sensibilità al movimento e controllo posturale alterato, il follow up riabilitativo sarà più lungo.

4.4.1 Terapia di riabilitazione vestibolare (VRT)

4.4.1.1 1) Riposizionamento canalitico:

Le manovre di riposizionamento degli otoliti (più comunemente la manovra di Epley o, alternativamente, la manovra di Semont o gli esercizi di Brandt-Daroff) comportano un movimento del capo in una serie di posizioni specifiche volte a far ritornare gli otoliti migranti nella macula dell'utricolo. Dopo aver eseguito le manovre di Epley o Semont, il paziente deve evitare la flessione o l'estensione del collo per 1 o 2 giorni. Queste manovre possono essere ripetute a seconda delle necessità. Al contrario, gli esercizi di Brandt-Daroff vengono eseguiti dal paziente a casa 5 volte di seguito, 3 volte/die, per circa 2 settimane fino a che scompaiono le vertigini legate durante l'esercizio.

4.4.1.2 2) Esercizi di assuefazione

Si tratta di un esercizio indicato per i pazienti che riferiscono un aumento delle vertigini quando si muovono, in particolare quando compiono rapidi movimenti della testa, o quando cambiano posizione come quando si chinano e alzano poi il capo per guardare verso l'alto. Inoltre, l'esercizio di assuefazione è appropriato per

i pazienti che riferiscono un aumento delle vertigini in ambienti visivamente stimolanti, come centri commerciali, quando guardano la televisione e/o quando camminano su tappeti a motivi geometrici e pavimenti lucidi. L'obiettivo dell'esercizio di assuefazione è ridurre le vertigini attraverso l'esposizione ripetuta a movimenti specifici o stimoli visivi che provocano vertigini nei pazienti. Questi esercizi sono progettati per provocare lievemente o moderatamente i sintomi di vertigini nei pazienti.

4.4.1.3 3) Esercizi di adattamento o di stabilità dello sguardo

L'instabilità dello sguardo è dovuta al ridotto guadagno della risposta vestibolare ai movimenti della testa (Herdmann SJ. 1997).

Lo stimolo migliore per aumentare il guadagno della risposta vestibolare è il segnale di errore indotto dallo slittamento retinico (Herdmann SJ. 1998), che è il movimento dell'immagine sulla retina durante il movimento della testa (Gauthier GM & Robinson DA, 1975). Lo slittamento retinico può essere indotto da movimenti della testa orizzontali o verticali mantenendo la fissazione visiva su un bersaglio. Il bersaglio può essere posizionato a distanza di un braccio o dall'altra parte della stanza (Herdman SJ et al, 1995). Per ottenere risultati migliori i pazienti dovrebbero eseguire esercizi per la stabilità dello sguardo da quattro a cinque volte al giorno, per un totale di 20-40 minuti al giorno.

4.4.1.4 4) Esercizi di equilibrio ed esercizi aerobici

Gli esercizi di Balance Training vengono utilizzati per migliorare la stabilità e svolgere le attività quotidiane con successo. Tre principali strategie posturali vengono impiegate per recuperare l'equilibrio durante la posizione eretta: strategie della caviglia, dell'anca e del passo. La strategia della caviglia è più dipendente dalla funzione somatosensoriale che vestibolare, e prevede di stare in piedi in una posizione ampia e di utilizzare le torsioni della caviglia in un tipo di oscillazione dal basso verso l'alto. Questo esercizio comporta il movimento delle parti superiore e inferiore del corpo nella stessa direzione o in fase. La strategia dell'anca invece è più dipendente dalla funzione vestibolare e richiede che le parti superiore e inferiore

del corpo si muovano in avanti o indietro nella direzione opposta o fuori fase. Relativamente alla strategia del passo, essa può essere praticata dal paziente spostando passivamente il proprio peso da un lato e poi riportando rapidamente il centro di massa verso la gamba non appesantita, o in riposta a grandi perturbazioni all'indietro o in avanti (Pavlou M et al, 2004).

Altri metodi riabilitativi comuni riportati negli studi consistono in interventi e/o terapie progressivi/e e mirati/e (comportamentali, visivi e da sforzo), oppure trattamenti fittizi o sub-terapeutici come stretching e attività fisica. Nessun farmaco si è dimostrato in grado di migliorare il recupero da una commozione cerebrale, ma in alcuni casi, per il trattamento di sintomi specifici, è necessario ricorrere all'utilizzo di farmaci ad azione centrale, come l'acetaminofene (paracetamolo) o FANS per la cefalea, soppressori vestibolari, antidepressivi, tranquillanti e anticonvulsivanti, i quali però, aumentano la durata media della terapia necessaria per raggiungere l'esito finale.

Relativamente al protocollo di ritorno al gioco, si raccomanda in genere un approccio graduale. Gli atleti devono astenersi dalle attività sportive fino a quando non risultano completamente asintomatici per 1 settimana e non richiedono terapia farmacologica. Inoltre, coloro che hanno riportato sintomi più gravi, come per esempio perdita di coscienza per più di 5 minuti, amnesia per un tempo maggiore di 24 ore, devono attendere almeno 1 mese prima di tornare a svolgere attività fisica. Trattamento fondamentale e ampiamente consigliato per la gestione delle commozioni cerebrali legate allo sport risulta quindi essere il riposo cognitivo e fisico dell'atleta.

4.5 Tabella riassuntiva degli out-come riabilitativi

Autore	Studio	Campione	Sport	Analisi	Risultati
Lucy Parrington et al. (2022)	Trasversale	n = 53 persone con sintomi persistenti correlati a mTBI. Età 18-50 anni. n = 57 persone sane. Età 18-50 anni.	Non specificato	VOMS, NPC, DHI, area di oscillazione, punteggio totale dell'analisi funzionale dell'andatura, valutazione della mobilità.	Il gruppo sintomatico ha riportato più sintomi VOMS e NPC rispetto ai controlli sani. I sintomi DHI erano fortemente associati ai punteggi dei sintomi VOMS.
Danielle L. Hunt et al. (2022)	Trasversale	n = 40 partecipanti con concussion di cui: n = 19 con capogiri moderati/gravi; 63% femmine; età $7,1 \pm 2,4$ anni. n = 21 con capogiri assenti/minimi; 38% femmine; età $16,5 \pm 1,9$ anni.	Non specificato.	DHI; HADS; PHQ-9; PCSI; BESS; single/dual-task tandem gait; single/dual-task instrumental steady-state gait analysis.	I partecipanti con capogiri moderati/gravi hanno riportato sintomi più elevati rispetto a quelli con capogiri assenti/minimi e cadenza di camminata più lenta.
Michelle Sweeny et al. (2021)	Osservazionale trasversale	n = 100 sogg. adulti con concussion acuta n = 20 sogg. adulti sani	Non specificato.	BESS; SCAT-3	Significativa differenza di problemi di

Autore	Studio	Campione	Sport	Analisi	Risultati
					equilibrio e vertigini tra individui con commozione cerebrale e gruppo di controllo.
Siobhàn O'Connor et al. (2021)	Studio trasversale	n = 144 allenatori maschi/femmine irlandesi di giochi gaelici. n = 110 arbitri maschi/femmine	Sport gaelici.	Sondaggi online per arbitri e allenatori mirati ad esaminare le precedenti esperienze di SRC, la conoscenza e gli atteggiamenti nei confronti di SRC e le opinioni sull'istruzione di SRC.	Il 70,1% degli arbitri e il 74,5% degli allenatori si sono occupati di sospetto evento di SRC. Più del 90% è stato in grado di identificare segni e sintomi comuni di SRC e ha dimostrato atteggiamenti positivi nei confronti del giocatore.
Alicia Wang et al. (2021)	Caso-controllo	n = 102 soggetti di età <21 con PCS e BPPV dovute a commozione cerebrale. 65,7% donne	Non specificato.	PCSS; test vestibolari; 5 manovre diagnostiche in cui esaminatore ruota la testa del paziente attraverso il piano di ciascun canale	BPPV diagnosticata nel 29,4% dei pazienti. Tutti i soggetti sono stati trattati con manovre di riposizionamento, tratte 5 pazienti che hanno avuto

Autore	Studio	Campione	Sport	Analisi	Risultati
				semicircolare.	risoluzione spontanea. Punteggio PCSS non significativamente differente tra pazienti con e senza BPPV.
Ainaz Shamshiri et al. (2020)	Trasversale	n = 1051 adulti iraniani sani. Età 20-69 anni, divisi in 5 gruppi in base all'età.	Non specificato.	BESS	Correlazioni significative ma deboli tra punteggio BESS e altezza/peso/sexo del soggetto di età tra i 50 e 69 anni.
Gian-GAbriel P. Garcia et al. (2020)	Osservazionale-trasversale.	Studenti atleti e cadetti: n = 2178 pre infortunio; n = 1456 post infortunio entro 6 ore; n = 2394 post infortunio da 24 e 48 ore.	Non specificato.	BESS; SAC.	A <6 h e da 24 a 48 h, la maggior parte dei soggetti presentava i seguenti sintomi: malessere, mal di testa, vertigini e sensibilità al rumore che peggioravano con attività fisica e mentale.

Autore	Studio	Campione	Sport	Analisi	Risultati
Trudy Rebbeck et al. (2019)	Osservazionale.	n = 3 soggetti. -Donna 45 anni MVC posteriore a bassa velocità 4 mesi prima. -Donna 24 anni MVC posteriore 6 settimane prima. -Uomo 44 anni MVC frontale ad alta velocità 12 settimane prima	Nessuno.	Esame fisico, oculomotorio, neurologico, del sistema vestibolare, sensomotorio; palpazione del rachide cervicale e del nervo cranico.	E' stata effettuata una gestione multidisciplinare con fattori correlati sia per il colpo di frusta che per la commozione cerebrale con miglioramenti evidenti.
Michael N Dretsch et al. (2019)	Prospettico	n = 152 base n = 129 post allenamento/infortunio. Tutti membri del servizio militare che svolgono MMA.	MMA	Test oculomotorio	Punteggi peggiori del 34,4% in più negli individui che avevano subito commozione cerebrale rispetto a quelli sani.
Abdulaziz A. Alkathiry et al. (2019)	Trasversale	n = 25 adolescenti con recente commozione cerebrale tra i 12 e i 19 anni. n = 22 adolescenti sani tra i 13 e i 20 anni.	Football; basket; calcio; hockey; baseball; cheerleading; immersione; softball; pallavolo	vHIT; BESS; VOMS; VOR; t test or Mann-Whikney V tests	Guadagno VOR e punteggi BESS non significativamente diversi tra i due gruppi. Punteggi VOMS peggiori rispetto ai soggetti

Autore	Studio	Campione	Sport	Analisi	Risultati
					sani.
Rosa M. S. Visscher et al. (2019)	Analisi retrospettiva	n = 212 pazienti iniziali 81,3% maschi. n = 96 selezionati con commozione cerebrale. Età media 25 anni.	Non specificato.	SOT; DVA; vHIT; cVEMP; oVEMP; SVV; test calorico, fotografia del fondo	Identificazione di un sottogruppo di pazienti con disturbi vestibolari prominenti correlati a concussion.
Sushmita Purkayastha et al. (2019)	Prospettico longitudinale caso- controllo	n = 31 atleti maschi/femmine dopo 3 gg da commozione cerebrale. n = 29 controlli sani.	Non specificato.	COP in posizione tranquilla di 60 secondi su sistema di piastra di forza con occhi aperti.	L'oscillazione posturale era elevata il 3° giorno rispetto ai controlli sani e assente il giorno 21.
Ashley W. Kane et al. (2019)	Sistematico	Adulti che hanno subito mTBI/commozione cerebrale	Non specificato.	Fisioterapia vestibolare	Applicazione protocollo di ritorno al gioco dopo mTBI.
Anthony P. Kontos et al. (2018)	Sistematico	n = 26 ex militari con mTBI cronico. 20 maschi e 6 femmine.	Non specificato.	ImPACT; VOMS; BESS; NDI,	Interventi e terapie progressivi e mirati comportamentali, visivi e da sforzo, con esiti positivi.
Geoffrey L. Heyer et al. (2018)	Prospettico, coorte	n = 32 atleti collegiali. Età media 19 anni	Non specificato.	SOT, ImPACT.	Sintomi di mTBI ancora presenti il giorno della valutazione clinica,

Autore	Studio	Campione	Sport	Analisi	Risultati
					prevedevano un recupero più lungo.
Jessie N. Patterson (2017)	Trasversale, misure ripetute.	n = 87 atleti sani (39 F e 48 M). n = 28 atleti con concussion (11 F e 17 M). ; età media 20 anni.	Non specificato.	DVAT; Sedia rotante; c-VEMP; SOT.	DVAT fornisce una valutazione immediata sul sistema dell'equilibrio post concussion.
Barbara Sue Graves (2016)	Caso-controllo.	n = 177 maschi tra i 18 e i 20 anni. Di cui: n = 15 con sintomi post concussion e n = 15 sani.	Calcio.	SOT , BESS.	Il SOT fornisce una valutazione aggiuntiva importante per il ritorno al gioco post concussion.
Julie A. Honaker et al. (2014)	Retrospectivo, descrittivo.	n = 27 calciatori di cui: n = 16 con sintomi post commozione e n = 11 asintomatici	Calcio	ImPACT	Pazienti con vertigini e squilibri avevano punteggi molto più bassi rispetto a quelli sani.
Jin H. Lee et al. (2017)	Studio di laboratorio controllato.	n = 82 atleti maschi professionisti, in 2 condizioni: riposo e post attività.	Calcio e rugby.	BESS; SAC, SCAT-3.	Molti più errori nei test in condizioni di riposo rispetto a quella post esercizio.
Erasmus Galeno et al.	Revisione	n = 266 con sintomi	Non specificato.	ABC-Scale; BESS;	VR risulta utile ed

Autore	Studio	Campione	Sport	Analisi	Risultati
(2022)		vestibolari post concussion, di cui: 100 M, 146 F e 20 sesso non specificato.		DHI; RPQ; PCS; PCSS; FGA; HiMAT; VOR; DVA; HIT; VOMS.	efficace nella riduzione dei sintomi post commozione cerebrale.
Drew A. Murray et al. (2017)	Revisione	n = 149 maschi; n = 99 femmine; n = 62 sesso non specificato. Età dagli 8 ai 73 anni. Tutti soggetti sintomatici.	Non specificato.	BESS; DHI; RPQ; PCS; PCSS; FGA; HiMAT; VOR; DVA; HIT; VOMS.	Le prove per prescrizione ed efficacia della VRT sono limitate ma positive per valutazione e risoluzione sintomi mTBI/commozione cerebrale.

mBTI, mild Traumatic Brain Injury; BESS, Balance Error Scoring System; VOMS, Vestibular Ocular Motor Screening; PCSS, Postconcussion Symptom Scale; NPC, Near Point of Convergence; DHI, Dizziness Handicap Inventory; HADS, Hospital Anxiety and Depression Scale; PHQ-9, Patient Health Questionnaire-9; PCSI, Post-Concussion Symptom Inventory; SCAT-3 Sport Concussion Toll-Third Edition; COP, Centre OF Pressure; DVA, Dynamic Visual Acuity, VRT Vestibular Rehabilitation Therapy; SOT, Sensory Organization Test; HiMAT, High-level Mobility Assessment Tool; ABC, Activities-specific Balance Confidence; FGA, Functional Gait Assessment; vHIT, video Head Impulse Test; VEMP, Vestibular Evoked Myogenic Potential; SAC, Standard Assessment of Concussion; BPPV, Vertigine Posizionale Parossistica Benigna; ImPACT, Immediate Post-Concussion Assessment and Cognitive Test.

Tabella 1. Descrizione riassuntiva degli articoli: autore, studio, campione, sport, analisi e risultati.

5 DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Le prove hanno dimostrato che la riabilitazione vestibolare può essere efficace nel migliorare i sintomi correlati a disturbi vestibolari, i quali, nel nostro caso, erano tutti secondari ad una commozione cerebrale subita durante un'attività sportiva. I sintomi dovuti a disturbi vestibolari possono avere un impatto negativo su tutti gli aspetti della vita quotidiana di un soggetto e diminuire le qualità.

Mentre si svolge un percorso riabilitativo post concussion, con lo scopo di riportare un'atleta al completo ritorno dell'attività fisica, è stato quindi provato che la terapia di riabilitazione vestibolare (VRT), costituisce un punto cardine nella gestione di pazienti con disturbi vestibolare e ne accelera i tempi di recupero.

La VRT è un programma di trattamento basato sull'esercizio progettato per promuovere l'adattamento e la sostituzione vestibolare, composta da esercizi relativi ai movimenti degli occhi e della testa che sono fondamentali per migliorare la stabilità dello sguardo, ed esercizi che vengono eseguiti stando in piedi su una base stretta o su un cuscino con gli occhi chiusi, fondamentali per migliorare la stabilità posturale. Finché gli esercizi vengono eseguiti più volte al giorno, anche brevi periodi di esercizio si sono confermati essere sufficienti per facilitare il recupero vestibolare. La VRT è applicabile ai pazienti indipendentemente dall'età, dalla causa della lesione e dalla durata e intensità dei sintomi, inoltre riduce il costo del trattamento delle vertigini riducendo i farmaci e gli studi non necessari e accorciando il periodo di recupero.

La riabilitazione vestibolare risulta dunque essere un processo riabilitativo sicuro ed efficace.

6 BIBLIOGRAFIA

6.1 Sezione articoli

1. Lucy Parrington, Laurie A King, Carrie W Hoppes, Maxwell J Klaiman, Patrick Michielutti, Peter C Fino, Leland E Dibble, Mark E Lester, Margaret M Weightman. Exploring Vestibular Ocular Motor Screening in Adults With Persistent Complaints After Mild Traumatic Brain Injury. 2022 Sep-Oct;37(5):E346-E354. doi:10.1097/HTR.0000000000000762. Epub 2022 Jan 20.
2. Danielle L Hunt, Jessie Oldham, Stacey E Aaron, Can Ozan Tan, William P Meehan 3rd, David R Howell. Dizziness, Psychosocial Function, and Postural Stability Following Sport-Related Concussion. 2022 Jul 1;32(4):361-367. doi:10.1097/JSM.0000000000000923 Epub 2021 Mar 9.
3. Michelle Sweeny, Olinda Habib Perez, Elizabeth L Inness, Cynthia Danells, Tharshini Chandra, Evan Foster, Paul Comper, Mark Bayley, George Mochizuki. The Toronto concussion study: a cross-sectional analysis of balance deficits following acute concussion in community-dwelling adults. 2021 Apr 16;35(5):587-595. doi: 10.1080/02699052.2021.1891288. Epub 2021 Mar 18.
4. Siobhàn O'Connor, Roisin Leahy, Enda Whyte, Shane Farrington. Male and female Gaelic games coaches' and referees' experiences, knowledge and views on sports-related concussion. 2021 May;49:1-7. doi: 10.1016/j.ptsp.2021.01.011. Epub 2021 Jan 30.
5. Alicia Wang, Guangwei Zhou, Kosuke Kawai, Michael o'Brien, A Eliot Shearer, Jacob R Brodsky. Benign Paroxysmal Positional Vertigo in Children and Adolescents With Concussion. 2021 Jul-Aug;13(4):380-386. doi: 10.1177/1941738120970515. Epub 2021 Feb 2.
6. Ainaz Shamshiri, Iman Rezaei, Ehsan Sinaei, Saeed Heidari, Ali Ghanbari. Normative Data for the Balance Error Scoring System in Iranian Adults. 2020 Jul 30;30(3):408-413. doi: 10.1123/jsr.2019-0482.
7. Gian-Gabriel P Garcia, Jing Yang, Mariel S Lavieri, Thomas W McAllister, Michael AmcCrea, Steven P Broglio. Optiming Components of the Sport Concussion Assessment

Tool for Acute Concussion Assessment. 2020 Oct 15;87(5):971-981. doi: 10.1093/neuros/nyaa150.

8. Trudy Rebeck, Kerrie Evans, James M Elliot. Concussion in Combination With Whiplash-Associated Disorder May Be Missed in Primary Care: Key Recommendations for Assessment and Management. 2019 Nov;49(11):819-828. doi: : 10.2519/jospt.2019.8946. Epub 2019 Oct 14.

9. Michael N Dretsch, Jenifer Fauth, Marcelo M Moya, Chris Connaboy, Anthony Kontos. Modest utility of brief oculomotor test for concussion screening in military mixed-martial arts training. 2019;33(13-14):1646-1651. doi: 10.1080/02699052.2019.1658226. Epub 2019 Aug 27.

10. Abdulaziz A Alkathiry, Anthony P Kontos, Joseph M Furman, Susan L Whitney, Eric R Anson, Patrick J Sparto. Vestibulo-Ocular Reflex Function in Adolescents With Sport-Related Concussion: Preliminary Results. 2019 Nov/Dec;11(6):479-485. doi: 10.1177/194173811986562. Epub 2019 Aug 14.

11. Rosa M S Visscher, Nina Feddermann-Demont, Fausto Romano, Dominik Straumann, Giovanni Bertoli. 2019 Apr 2;14(4):e0214525. Artificial intelligence for understanding concussion: Retrospective cluster analysis on the balance and vestibular diagnostic data of concussion patients. Doi: 10.1371/journal.pone.0214525. Ecollection 2019.

12. Sushmita Purkaystha, Heather Adair, Amanda Woodruff, Laurence J Ryan, Benjamin Williams, Eric James, Kathleen R Bell. 2019 Nov;11(11):1184-1192. Balance Testing Following Concussion: Postural Sway versus Complexity Index. doi: 10.1002/pmrj.12129. Epub 2019 Apr 3.

13. Ashley W Kane, Deborah S Diaz, Carolyn Moore. 2019 Feb;40(1):36-47. Physical Therapy Management of Adults with Mild Traumatic Brain Injury. doi: 10.1055/s-0038-1676652. Epub 2019 Jan 7.

14. Anthony P Kontos, Michael W Collins, Cyndi L Holland, Valerie L Reeves, Kathryn Endelman, Steven Benso, Walter Schneider, David Okonkwo. 2018 Mar 1;183(suppl_1):333-338. Preliminary Evidence for Improvement in Symptoms, Cognitive, Vestibular, and Oculomotor Outcomes Following Targeted Intervention with Chronic mTBI Patients. Doi: 10.1093/milmed/usx172.

15. Geoffrey L Heyer, Julie A Young, Anastasia N Fischer. 2018 May;28(3):272-277. Lightheadedness After Concussion: Not All Dizziness is Vertigo. doi: 10.1097/JSM.0000000000000445.
16. Jessie N Patterson, Anna M Murphy, Julie A Honaker. 2017 Jan;28(1):36-45. Examining Effects of Physical Exertion on the Dynamic Visual Acuity Test in Collegiate Athletes. doi: 10.3766/jaaa.15110.
17. Barbara Sue Graves. 2016 Feb;30(2):579-83. University Football Players, Postural Stability, and Concussion. doi: 10.1519/JSC.0000000000001124.
18. Julie A Honaker, Houston F Lester, Jessie N Patterson, Sherri M Jones. 2014 Jul;35(6):1111-7. Examining postconcussion symptoms of dizziness and imbalance on neurocognitive performance in collegiate football players. doi:10.1097/MAO.0000000000000432.
19. Jin H. Lee, MBBS, David R. Howell, William P. Meehan III, MD, Grant L. Iverson and Andrew J. Gardner. 2017; 5(9), 2325967117727261. Effects of Exercise on Sport Concussion Assessment Tool-Third Edition Performance in Professional Athletes. doi: 10.177/2325967117727261.
20. Erasmo Galeno, Edoardo Pullano, Firas Mourad, Giovanni Galeoto, Francesco Frontani. 2022 Dec;11, 90. Effectiveness of Vestibular Rehabilitation after Concussion: A Systematic Review of Randomised Controlled Trial. doi.org/10.3390/healthcare11010090.
21. Drew A. Murray, Dara Meldrum, Olive Lennon. 2017 Jan 8. Can vestibular rehabilitation exercises help patients with concussion? A systematic review of efficacy, prescription and progression patterns. doi:10.1136/bjsports-2016-096081.

6.2 Fonti da internet:

1. Vestibologia e Sport nel Salento – Vestibology Medical 2021 Disponibile on-line all'indirizzo: <https://www.vestibologymedical.com/vestibologia-e-sport/>
2. Fagiolo Nadia – La discriminazione vestibolare nel rugby 2021 Disponibile on-line all'indirizzo: <https://www.lastessameta.com/2021/03/11/la-discriminazione-vestibolare-nel-rugby/>

3. Murray N, Salvatore A, Powell D, Reed-Jones R. -Reliability and validity evidence of multiple balance assessment in athletes with concussion. 2014
Disponibile on-line all'indirizzo: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24933431/>
4. Sally M Rosengrent, James g: Colebatch, Allison S Young, Sendhil Governatore, Miriam S Welgampola – Vestibular evoked myogenic potentials in practice: Methods, pitfalls and clinical application 2019
Disponibile on-line all'indirizzo: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30949613/>
5. Natus Medical Incorporated 2023
Disponibile on-line all'indirizzo: <https://natus.com/products-services/ics-impulse/vhit-video-head-impulse-test>
6. Pellitteri Giuseppe – Video Head Impuls Test 2018
Disponibile on-line all'indirizzo: <https://www.vestibologiasicilia.it/blog/video-head-impulse-test/>
7. Am J Sports Med – A Brief Vestibular/Ocular Motor Screening (VOMS) assessment to evaluate concussions: preliminary findings 2014
Disponibile on-line all'indirizzo: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25106780/>
8. Shirley Ryan AbilityLab – Dynamic Visual Test Non Instrumented 2014
Disponibile on-line all'indirizzo: <https://www.sralab.org/rehabilitation-measures/dynamic-visual-acuity-test-non-instrumented>
9. Vertigo and Deafness Clinic – Subjective Visual Vertical (SVV) 2015
Disponibile on-line all'indirizzo: <https://www.vertigoclinic.in/svv/>
10. Mauro Gufoni and Augusto Pietro Casani - The role of vestibular cold caloric test in the presence of spontaneous nystagmus
Disponibile on-line all'indirizzo: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9978302/>
11. David R. Bell et al. 2011 – Systematic Review of the Balance Error Scoring System
Disponibile on-line all'indirizzo: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3445164/>
12. Shirley Ryan Abilitylab – Sensory Organization Test- 2013

Disponibile on-line all'indirizzo: <https://www.sralab.org/rehabilitation-measures/sensory-organization-test>

13. Flavio Quijoux et al. - A review of centre of pressure (COP) variables to quantify standing balance in elderly people: Algorithms and open-access code 2021

Disponibile on-line all'indirizzo: <https://physoc.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.14814/phy2.15067>

14. UPMC Sports Medicine – ImPACT Baseline Concussion Testing

Disponibile on-line all'indirizzo: <https://www.upmc.com/services/sports-medicine/services/concussion/baseline-testing#:~:text=What%20is%20ImPACT%3F,state%20before%20a%20concussion%20occurs.>

15. Aimee Custer et. al. - High Baseline Postconcussion Symptom Scores and Concussion Outcomes in Athletes 2016

Disponibile on-line all'indirizzo: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4852319/>

16. NeurologyToolKit – PCSS – NeurologyToolKit 2018

Disponibile on-line all'indirizzo: <https://neurotoolkit.com/pcss/#:~:text=The%20Post%2DConcussion%20Symptom%20Scale,relate%20to%20post%2Dconcussive%20symptoms.>

17. Ashley Santo et al. - Clinical Utility of the Sport Concussion Assessment Tool 3 (SCAT3) Tandem-Gait Test in High School Athletes 2017

Disponibile on-line all'indirizzo: <https://meridian.allenpress.com/jat/article/52/12/1096/112952/Clinical-Utility-of-the-Sport-Concussion>

18. Lawrence R. Lustig – Vertigine parossistica posizionale benigna Revisione 2021

Disponibile on-line all'indirizzo: <https://www.msmanuals.com/it-it/professionale/disturbi-di-orecchio,-naso-e-gola/disturbi-dell-orecchio-interno/vertigine-parossistica-posizionale-benigna#:~:text=La%20vertigine%20parossistica%20posizionale%20benigna%20usualmente%20recede%20spontaneamente%20in%20diverse,esiste%20un%20esame%20diagnostico%20affidabile.>

19. Gordon Mao et al. - Commozione cerebrale collegata agli sport Revisione 2021 Disponibile on-line all'indirizzo: <https://www.msmanuals.com/it-it/professionale/traumi-avvelenamento/trauma-cranico/commozione-cerebrale-collegata-agli-sport>
20. VeDA Associazione disturbi vestibolari – Vestibular Rehabilitation Therapy (VRT). Disponibile on-line all'indirizzo: <https://vestibular.org/article/diagnosis-treatment/treatments/vestibular-rehabilitation-therapy-vrt/>
21. Byung In Han et al, - Vestibular Rehabilitation Therapy: Review of Indications, Mechanisms, and Key Exercises 2011 Disponibile on-line all'indirizzo: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3259492/>

7 RINGRAZIAMENTI

Un ringraziamento speciale alla mia relatrice, la Prof.ssa Laura Astolfi, per la pazienza e il supporto, fattori chiave fondamentali per la realizzazione del mio elaborato di Tesi.

Ringrazio i miei genitori, Caterina e Luigi, i quali, nonostante i tanti sacrifici che hanno sempre dovuto fare, mi hanno fin da subito sostenuta e motivata nell'arco di questo percorso universitario.

Grazie a mio fratello gemello Giacomo, costante e preciso nei suoi progetti da futuro architetto, ma sempre presente e d'aiuto al momento del bisogno.

Grazie anche a Loide, compagna di squadra e di avventure, la quale nonostante sia arrivata da poco mi ha sempre spronata a dare il massimo in questo ultimo periodo universitario, aiutandomi inoltre a non perdere la pazienza, ricordandomi le scadenze e rendendosi sempre presente e disponibile anche con piccoli gesti.

Un pensiero va a mia nonna Bianca, che mi protegge da lassù e che oggi sarebbe stata orgogliosa di festeggiare questo traguardo con me e di chiamare finalmente la sua nipotina "Dottoressa delle orecchie".

Infine grazie al mio sport, il rugby, mia unica e costante valvola di sfogo, il quale fin da piccola mi ha insegnato a non arrendermi mai e a raggiungere sempre una meta.