

La terapia riabilitativa dell'equilibrio nell'anziano

GIORGIO GUIDETTI, RICCARDO GUIDETTI

RIASSUNTO: La terapia riabilitativa dell'equilibrio nell'anziano.

GIORGIO GUIDETTI, RICCARDO GUIDETTI

Il sistema che regola l'equilibrio è in grado di adattarsi alle più diverse condizioni fisiopatologiche. Le lesioni vestibolari provocano sintomi gravi perchè cambiano improvvisamente l'informazione sensoriale, ma il SNC reagisce e trova un assetto adattativo efficace. In alcuni casi però i meccanismi di adattamento non sono in grado di garantire il recupero funzionale e possono persistere sintomi come vertigini soggettive, instabilità, insicurezza, atassia, comportamento evitativo. La possibilità di interferire con la plasticità dei sistemi sensoriali, in particolare quello vestibolare, ma anche quello visivo e propriocettivo, ha permesso di mettere a punto tecniche riabilitative non solo nelle patologie vestibolari anche in disturbi dell'equilibrio di altra origine. L'evoluzione tecnologica ha consentito di realizzare strumentazioni particolarmente efficaci e selettive per stimolare adeguatamente i diversi sensori periferici ed i meccanismi di adattamento centrale. Le valutazioni metanalitiche hanno documentato che la riabilitazione vestibolare, soprattutto strumentale, ha elevati livelli di evidenza di efficacia anche nel soggetto anziano.

SUMMARY: Balance rehabilitative therapy in elderly.

GIORGIO GUIDETTI, RICCARDO GUIDETTI

The balance system is able to adapt to the most different physiopathological conditions. Vestibular lesions cause serious symptoms because they suddenly change sensory information, but CNS reacts and finds an adaptive response. In some cases however, adaptation mechanisms are unable to ensure functional recovery and persisting symptoms such as subjective dizziness, instability, insecurity, ataxia, and avoidance behavior. The possibility of interfering with the plasticity of the sensory systems, especially the vestibular but also the visual and proprioceptive, has allowed to develop rehabilitation techniques not only in vestibular diseases but also in balance disorders of other origin. Technological evolution has made it possible to produce highly effective and selective instruments to properly stimulate the various peripheral sensors and the central adaptation mechanisms. Metanalytic evaluations have documented that vestibular rehabilitation, especially the instrumental one, has high levels of evidence of effectiveness even in the elderly

KEY WORDS: Rieducazione vestibolare - terza età - funzione dell'equilibrio.
Vestibular rehabilitation - elderly - balance system

La funzione dell'equilibrio

In ogni istante milioni di informazioni provenienti da vari sensori del corpo umano viaggiano e vengono elaborati in una complessa rete deputata a salvaguardare quello che definiamo equilibrio cioè il rapporto ottimale tra il soggetto e l'ambiente circostante.

Vengono così garantiti il controllo visivo dell'ambiente, della postura statica e dei movimenti, la regolazione dei riflessi neurovegetativi, la coscienza della situazione, l'orientamento spazio-temporale ed il benessere psicologico.

Una funzione così importante non può essere affidata ad un solo organo od apparato ma richiede un sistema neuronale complesso, efficace, sensibile e plastico, che grazie alla presenza di costanti ma anche di numerose variabili soggettive consente di adattarsi alle più diverse condizioni fisiopatologiche.

La sua capacità adattativa è garantita in particolare dalla capacità di variare il valore delle sue componenti nel tempo,

dal fatto che i vari sottosistemi possono produrre effetti simili anche se non del tutto sovrapponibili, dalla tendenza a mantenere le variabili all'interno di limiti definiti, da meccanismi di feedback (cioè di riadattamento automatico, costante e con retroazione ad ogni modificazione esterna od interna al sistema) e di feedforward (cioè di adattamento automatico in base a modelli di comportamento precostituiti (previsione d'azione) ad ogni modificazione interna od esterna al sistema), dalla ridondanza, sia degli inputs che degli outputs, da fenomeni di preferenzialità individuale nell'utilizzo di un tipo o un altro di input e di output, dalla capacità di diminuire a lungo, ed in modo specifico, la risposta ad una stimolazione ripetuta, dalla possibilità di trasferire l'abitudine da una componente ad un'altra nello stesso sistema ed infine dalla capacità di memorizzare le caratteristiche di alcuni inputs e di utilizzarle per programmare risposte successive.

Il ruolo del Sistema Nervoso Centrale (SNC) sulla regolazione dell'equilibrio può schematicamente riassumersi nel riconoscimento, confronto ed integrazione delle singole afferenze, nella memorizzazione delle esperienze, nella modulazione delle afferenze al fine di regolarne il gain sul sistema, nella programmazione delle risposte automatiche e volontarie, nella modulazione delle risposte stesse, nella coscienza della situazione, nell'orientamento spazio-temporale e nel garantire il benessere psicologico.

Poliambulatorio Chirurgico Modenese, Modena, Italia
Autore per la corrispondenza: Giorgio Guidetti, e-mail: info@giorgioguidetti.it

A livello segmentario gli inputs sensoriali entrano in reti neurali che consentono adattamenti particolarmente rapidi, ad alto gain, che coinvolgono un numero molto ridotto di neuroni. Tipici esempi sono sia il riflesso posturale patellare che il riflesso vestibolo-oculomotorio (VOR).

Gli stessi inputs periferici raggiungono comunque anche i centri superiori per subire un trattamento più raffinato e complesso, dando vita a sinergie intersegmentarie e a vere strategie comportamentali.

Il loro riconoscimento richiede una esperienza ed una memoria specifica per ogni condizione che consenta di comparare la situazione del momento con quelle precedentemente vissute.

In questi processi gioca un ruolo notevole la variabile soggettiva dell'esperienza di vita e dell'età

Esiste infatti una preferenzialità nel trattamento delle afferenze periferiche che è dovuta sia all'abitudine che alla necessità di utilizzare maggiormente l'una rispetto all'altra (ad esempio i bambini si affidano maggiormente a quelle propriocettive e gli ultrasessantenni a quelle visive) ferma restando, in condizioni non patologiche, la prevalenza assoluta di quelle vestibolari.

L'equilibrio è dunque come una melodia generata da un'orchestra di migliaia di musicisti, ciascuno con il proprio strumento, coordinati e guidati da un valente ed esperto direttore. In questa melodia l'apparato vestibolare gioca un ruolo di primo piano ma il compito più importante spetta certamente al SNC, il direttore di questa orchestra.

L'adattamento alle patologie dell'equilibrio

Il sistema dell'equilibrio può avere dei problemi a vari livelli: alterazioni degli inputs periferici, delle attività del SNC o degli outputs motori. La guarigione, con restitutio ad integrum, non è sempre raggiungibile poiché dipende soprattutto dalla natura della lesione. L'adattamento funzionale (adaptation) è dunque il miglior meccanismo di salvaguardia della funzione dell'equilibrio (1-8)

L'adattamento delle risposte dell'apparato dell'equilibrio alle nuove condizioni richiede diversi meccanismi, ed in particolare una variazione del valore attribuito alle diverse informazioni estero e propriocettive (ricalibrazione), l'utilizzo delle stesse con funzioni vicarianti (compensation), la creazione di nuovi modelli e programmi di risposta (nuova strategia comportamentale), lo stoccaggio sia della nuova esperienza sensoriale che di quella emozionale relativa (memorizzazione e adattamento psicologico).

La ripetizione quotidiana di anomale condizioni comporta una habituation, in genere una riduzione del gain dei riflessi implicati. È anche possibile un processo di senzitization (or pseudoconditioning), cioè un aumento della risposta a particolari inputs. Questi processi sono strettamente legati specialmente alle funzioni modulatorie corticali e cerebellari.

A questi meccanismi se ne affiancano altri di plasticità neuronale come la up o down regulation del recettore, lo sprouting neuronale, il potenziamento o la depressione sinaptica. A ciò conseguono una variazione dell'attività neurochimica centrale e della sensibilità dei recettori rimasti, una correzione progressiva dell'asimmetria dell'attività dei nuclei vestibolari, un aumento dell'importanza e del ruolo delle altre afferenze, quali quella labirintica controlaterale, quella visiva e quella propriocettiva, un utilizzo di risposte motorie alternati-

ve (ad esempio movimenti saccadici), un utilizzo di nuove strategie basate sulla capacità di predizione-anticipazione e di localizzazione spaziale.

Questi processi sono tanto più efficaci quanto più il paziente può sperimentare le nuove condizioni. L'assenza di inputs riduce infatti nettamente il recupero funzionale.

La necessità di rendere stabile nel tempo l'adattamento prevede l'attivazione di processi di apprendimento e di memoria con il relativo aumento di ramificazione dei prolungamenti dendritici e di sinapsi anche a livello cerebellare e dei neuroni neocorticali ed ippocampali. In questo modo sono facilitati l'imprinting dell'esperienza e la memoria non dichiarativa e si ottiene pertanto il potenziamento a lungo termine delle conseguenze dell'esperienza stessa. Questi meccanismi di adattamento funzionale coinvolgono la memoria procedurale, e devono essere mantenuti attraverso processi attivi, continui e dinamici che si diversificano, talora anche notevolmente, da un soggetto all'altro.

In alcuni casi però i meccanismi di adattamento non sono però in grado di garantire il recupero funzionale e possono persistere oscillopsia, vertigini soggettive, instabilità, insicurezza, atassia, chinetosi, agorafobia, claustrofobia, acrofobia, disorientamento, timore di recidive.

I fattori che sembrano limitare maggiormente i processi di adattamento sono: la stabilità della lesione, eventuali patologie del SNC, lo stato psichico (ansia e depressione li rallentano), l'età (l'età avanzata li rallenta, quella giovanile li favorisce), il tipo di vita (la sedentarietà e lo stress ne riducono l'efficacia), l'uso di farmaci (i farmaci ad azione sedativa li rallentano, mentre quelli stimolanti o neurotropi li favoriscono), lo stato dell'apparato motorio (le cui patologie rendono più difficoltosi i programmi adattativi), le patologie e carico degli apparati compensatori (in particolare di quello vestibolare controlaterale, visivo, tattile o propriocettivo), le patologie intercorrenti, la scarsa disponibilità soggettiva ad affrontare il problema con conseguente mancata stimolazione dei meccanismi adattativi.

Si crea talora un "circolo vizioso" tra le difficoltà di adattamento e lo stato psicologico del paziente. Infatti la difficoltà di adattamento può provocare tensione muscolare, restrizione volontaria delle attività sociali, isolamento, atteggiamento di evitamento o persino fobia nei confronti di particolari ambienti o situazioni. In questi casi i risultati della terapia farmacologica o chirurgica sono deludenti e ciò ha portato alla ricerca di nuove strade, come la terapia riabilitativa.

Nel soggetto anziano in particolare giocano un ruolo importante: il fisiologico invecchiamento dell'apparato vestibolare, le modificazioni fisiologiche delle strategie posturali, la ridotta funzionalità dei recettori periferici, la contemporanea presenza di disfunzioni centrali, la compromissione dell'apparato osteo-artro-muscolare, l'uso di protesi articolari, l'utilizzo di occhiali con notevole necessità adattativa (ad esempio lenti multifocali o progressive), la molteplicità di copatologie, l'uso di numerosi farmaci e la fragilità emotiva.

Cenni storici

Le ben note caratteristiche di grande plasticità dell'equilibrio umano, la notevole interferenza delle stimolazioni vestibolari su tutto il corpo e la mente e le possibilità di migliorare le capacità di equilibrio in particolari condizioni attraverso allenamenti specifici hanno fatto sì che tecniche di stimolazione

vestibolare siano state spesso utilizzate per la preparazione ad attività lavorative o sportive specifiche (piloti, cosmonauti, acrobati, ballerini, atleti, soldati). I primi approcci riabilitativi nel campo specifico dei disturbi dell'equilibrio risalgono però solo a pochi decenni or sono. Dopo le prime esperienze con protocolli standardizzati è emersa la necessità di utilizzare protocolli rieducativi personalizzati, sempre più mirati alla ripetizione dei movimenti specifici in grado di provocare disturbi al singolo paziente (9-20). L'evoluzione tecnologica ha consentito inoltre di mettere a punto strumentazioni particolarmente efficaci e selettive per stimolare adeguatamente i diversi sensori periferici ed i meccanismi di adattamento centrale. Le valutazioni metanalitiche hanno pertanto documentato che la riabilitazione vestibolare ha elevati livelli di evidenza di efficacia anche nel soggetto anziano (21-28) e che l'approccio strumentale risulta essere ancor più efficace (29) rispetto a quello tradizionale basato su semplici esercizi senza ausilio di strumentazione tecnologica.

Gli obiettivi della riabilitazione vestibolare sono quelli di favorire i meccanismi fisiologici di adattamento del SNC ad una patologia vestibolare (periferica o centrale, a prescindere dalla natura della stessa e dall'eventuale contemporaneità di più patologie) e di utilizzare le diverse afferenze (vestibolari, propriocettive e visive) per migliorare la funzione dell'equilibrio nel suo complesso anche in caso di patologie extravestibolari

Le tecniche riabilitative non sono in grado di interferire con gli agenti eziologici e nemmeno coi meccanismi patogenetici; pertanto è generalmente necessario integrare la terapia riabilitativa con quella farmacologica, in particolare con meccanismo nootropo.

L'obiettivo della riabilitazione non è infatti la guarigione anatomica di una patologia bensì il ripristino delle funzioni alterate sfruttando le proprietà adattative e le capacità di apprendimento del SNC.

Per questo motivo non può esistere nemmeno un protocollo riabilitativo per una data patologia (ad esempio: Malattia di Ménière, Neuronite, Labirintosi, Sclerosi Multipla, ecc.), ma occorre applicare protocolli adatti alla particolare disfunzione dell'equilibrio del singolo paziente.

Tutto ciò è ancor più evidente nel soggetto anziano dove l'obiettivo principale è garantire la ripresa di una condizione di vita soddisfacente sia dal punto vista soggettivo che sociale e di limitare il rischio di cadute, particolarmente elevato negli anziani portatori di vestibolopatie.

La personalizzazione dei protocolli è resa ancor più importante in funzione dei diversi gradi d'invecchiamento funzionale, dei diversi quadri di patologia, delle diverse esigenze ed aspettative, del grado di autonomia, dell'eventuale livello di decadimento cognitivo, della diversa disponibilità a sottoporsi ed a collaborare alla terapia riabilitativa e dell'eventuale uso di lenti, protesi, ortesi e ausili vari

Possiamo distinguere: un atteggiamento riabilitativo nel paziente vertiginoso acuto ed una rieducazione vestibolare nei pazienti con difficoltà di adattamento spontaneo in caso di vestibolopatia cronicizzata.

L'atteggiamento riabilitativo nel paziente vertiginoso acuto consiste nel favorire i processi spontanei di adattamento rassicurando il paziente sulla probabile evoluzione positiva della patologia, facilitando le esperienze sensoriali, facendo riprendere al più presto le abituali attività, limitando l'uso di farmaci sedativi e utilizzando farmaci nootropi.

Possiamo parlare invece più propriamente di rieducazione

quando la strategia riabilitativa tende a riprogrammare la funzione dell'equilibrio, o una sua sottofunzione, in considerazione degli elementi patologici e di quelli tuttora funzionanti nel sistema, favorendo l'attività adattativa-compensatoria, inducendo l'abitudine allo stato patologico o modificando il gain dei riflessi vestibolari.

Per questo motivo ogni terapia rieducativa deve essere sempre preceduta da un accurato bilancio della funzione dell'equilibrio, cioè dalla valutazione dello stato di salute delle varie componenti del sistema dell'equilibrio, ivi compreso l'apparato muscolo-scheletrico.

In assenza di un bilancio funzionale completo non possiamo infatti identificare i fattori che richiedono una "correzione" e nemmeno quelli con eventuali capacità "suppletive". In questa fase è importante valutare anche lo stato psicologico e le abitudini di vita del paziente, vista la loro possibile influenza sui risultati. A questo scopo sono utili i questionari psicometrici con scale di autovalutazione, da affiancare, ovviamente, ad una accurata anamnesi.

La *terapia rieducativa* prevede 4 fasi fondamentali: 1) la selezione dei pazienti; 2) la programmazione dei protocolli personalizzati; 3) l'effettuazione degli esercizi; 4) il monitoraggio dei risultati.

La selezione dei pazienti

Occorre valutare, nell'ordine se il paziente necessita di una rieducazione ed è adatto o meno ad una terapia di questo tipo.

Nei pazienti con patologie periferiche i risultati sono in genere migliori poiché si deve solo favorire o accelerare i naturali processi di adattamento spontaneo. Nel caso delle lesioni centrali, invece, le difficoltà sono maggiori ed i risultati spesso meno rapidi e favorevoli, poiché vi è un interessamento proprio dei centri deputati alla riprogrammazione adattativa.

Le stesse considerazioni valgono a maggior ragione per il soggetto anziano, in cui i fenomeni fisiologici di invecchiamento cerebrale rappresentano certamente una difficoltà ulteriore ma non certamente una controindicazione alla rieducazione. Pare infatti che gli anziani richiedano solo più tempo per ottenere buoni risultati.

Nel caso in cui il bilancio funzionale abbia evidenziato situazioni patologiche concomitanti (ad esempio patologie mio-articolari o difetti visivi) che possano essere risolte o migliorate con la collaborazione di altri specialisti, è opportuno procedere in tal senso prima di iniziare la rieducazione o contemporaneamente ad essa.

La programmazione dei protocolli

Soprattutto nell'anziano nella programmazione della terapia rieducativa la standardizzazione e l'attività di gruppo non trovano particolari giustificazioni. La molteplicità delle variabili individuali e la loro notevole importanza sono invece alla base della scelta di un protocollo personalizzato.

Possiamo distinguere tecniche rieducative specifiche per il controllo posturale, sia statico che dinamico, per il controllo oculomotorio, per l'orientamento spaziale o per la componente fobica.

Le tecniche possono essere strumentali o non strumentali. In base alla loro caratteristiche esse possono essere soprattutto distinte in tecniche mirate ad indurre l'abitudine allo stato patologico instauratosi (ad esempio: ripetere più volte movimenti del capo in grado di evocare vertigini), ad indurre un contrasto sensoriale (ad esempio: porre il paziente su di

una piattaforma oscillante in funzione del proprio peso e dei propri movimenti mentre una stimolazione ottococinetica a tutto campo crea informazioni visive in contrasto con quelle propriocettive e vestibolari), a favorire una sostituzione sensoriale, a facilitare un transfer (ad esempio: utilizzare stimolazioni ottococinetiche per migliorare un deficit dei riflessi vestibolo-oculomotori) o a ridurre il gain di alcuni riflessi.

La preparazione e l'esperienza del medico e del personale riabilitatore sono i fattori più importanti nella scelta delle tecniche riabilitative da utilizzare. L'attenzione clinica e le osservazioni quotidiane del personale addetto alla riabilitazione sono il fattore fondamentale per correggere eventuali imprecisioni o errori del protocollo iniziale.

La seduta di counseling iniziale medico-paziente-parenti è fondamentale per la buona riuscita del percorso riabilitativo. Deve infatti rendere consapevole il paziente del percorso che si accinge a compiere, che lavorando quasi sempre ai limiti delle sue attuali capacità non deve scoraggiarsi se incontra difficoltà notevoli, che la riabilitazione non è una "terapia chirurgica" che "elimina la patologia" senza un contributo attivo del paziente e richiede invece non un atteggiamento passivo, ma una collaborazione attiva e consapevole del paziente perché coinvolge meccanismi cerebrali di apprendimento, memorizzazione e riprogrammazione di funzioni complesse, degli eventuali momenti di aumento della sintomatologia soggettiva che potrebbero intercorrere in quanto gli esercizi possono talora risultare fastidiosi, ma lo stimolo più efficace per indurre un miglioramento della funzione è quello che provoca un errore o un mismatch nel sistema di controllo, dell'opportunità di usufruire di eventuali pause per poter recuperare al meglio la performance tra un esercizio e l'altro del fatto che la regolarità e la costanza nell'effettuare il programma terapeutico garantiscono i migliori risultati.

L'effettuazione degli esercizi

La terapia rieducativa va iniziata appena possibile.

Nei soggetti anziani prima di procedere all'attuazione dei protocolli definitivi è comunque buona norma risolvere le eventuali situazioni osteo-artro-muscolari suscettibili di terapia fisica, soprattutto per consentire la riprogrammazione partendo dalle migliori condizioni di base possibili.

- *la sede* della rieducazione

Un atteggiamento riabilitativo nel paziente acuto implica di iniziare precocemente la terapia, a domicilio, o durante il ricovero ospedaliero.

Nei casi in cui si effettua la riabilitazione di pazienti in difficoltà di adattamento, è preferibile effettuare sedute ambulatoriali ed esercizi domiciliari.

Ovviamente è indispensabile che il personale riabilitatore sia adeguatamente preparato e specializzato (28), che l'ambiente sia dotato di adeguate precauzioni sul rischio di caduta accidentale o in seguito alle stimolazioni apportate durante gli esercizi e che la sede sia in regola con la legislazione italiana in tema di rieducazione funzionale.

Soprattutto nei casi più complessi possono venir intrapresi uno o più cicli settimanali di terapia rieducativa strumentale presso centri adeguatamente dotati delle sofisticate tecnologie computerizzate necessarie.

- *la durata* della rieducazione

Taluni protocolli prevedono una durata standard della terapia e scadenze prefissate per i controlli.

Gli esercizi vanno proseguiti, eventualmente modificati o in-

tegrati in base alle esigenze, sino ad uno stato di soddisfazione sia del paziente che del medico.

Personalmente noi utilizziamo una terapia strumentale consistente in 2 sedute ambulatoriali quotidiane di 45-60 minuti di esercizi per una durata iniziale di una settimana, eventualmente ripetibile in base ai risultati ottenuti ed alle esigenze del paziente. Sedute più lunghe riducono il livello di attenzione e la capacità di collaborazione del paziente.

Occorre prevedere la possibilità di nuovi cicli di terapia, perché l'adattamento, specie nel soggetto anziano, è un processo fragile, che anche quando pare completo può comportare occasionali ricadute, favorite da periodi di inattività, stress, affaticamento, variazioni di terapia, malattie intercorrenti. Per lo stesso motivo è opportuno prevedere controlli periodici.

Il monitoraggio dei risultati

La valutazione dei risultati deve essere affidata alla ripetizione periodica dei test già utilizzati per il bilancio funzionale e alla compilazione di tabelle con scores di valutazione soggettiva ed oggettiva delle funzioni riabilite. Molto utili sono anche i questionari anamnestici dedicati alla quantificazione del grado di handicap nella vita quotidiana. Questo tipo di monitoraggio ha fra l'altro il vantaggio di consentire al paziente di rendersi meglio conto dei progressi ottenuti durante la terapia. La possibilità di valutare il decorso della patologia ed il tipo di risposta alla terapia consente inoltre di correggere eventuali errori e di riadattare progressivamente i protocolli alle modificazioni funzionali del paziente.

Le terapie farmacologiche concomitanti

Come regola generale, durante il training è preferibile evitare di assumere farmaci ad attività sedativa sul SNC, o che risultino comunque in grado di rallentare i processi fisiologici di adattamento funzionale e di guarigione anatomica, ed utilizzare invece farmaci nootropi o con attività facilitante i meccanismi di plasticità e di adattamento neuronale.

Esperienza personale

Nel corso degli anni sono stati suggeriti diversi protocolli riabilitativi.

Il nostro protocollo attualmente prevede:

Test preliminari [Dizziness Handicap Inventory (DHI), Anxiety and Depression Scale di Zigmond and Snaith (HAD), Stress Score, Fall Risk Inventory, Questionario Disability, Navigation Ability Test, Verticale soggettiva computerizzata, Test di Corsi computerizzato, Autoanalisi propriocettiva, Boite statica e dinamica, Stabilometria statica SVeP];

Protocollo rieducativo strumentale personalizzato (Stabilometria statica SVeP con cerchi concentrici, target dinamici e stimolazione ottico-cinetica; Stimolazione dinamica (Ballarina, Prokin); Tapis roulant (marcia ad occhi aperti e chiusi, marcia con point de mire, marcia con stimolazione ottico-cinetica concomitante); Esercizi non strumentali (Navigation, Boite statica e dinamica, Autoanalisi propriocettiva).

L'entità di tutti gli stimoli è adattata alle performances di base del singolo paziente e progressivamente crescente.

I risultati sono molto soddisfacenti nei soggetti di tutte le età sia nei rilievi strumentali (Figura 1) che nelle sensazioni soggettive del paziente (Figura 2).

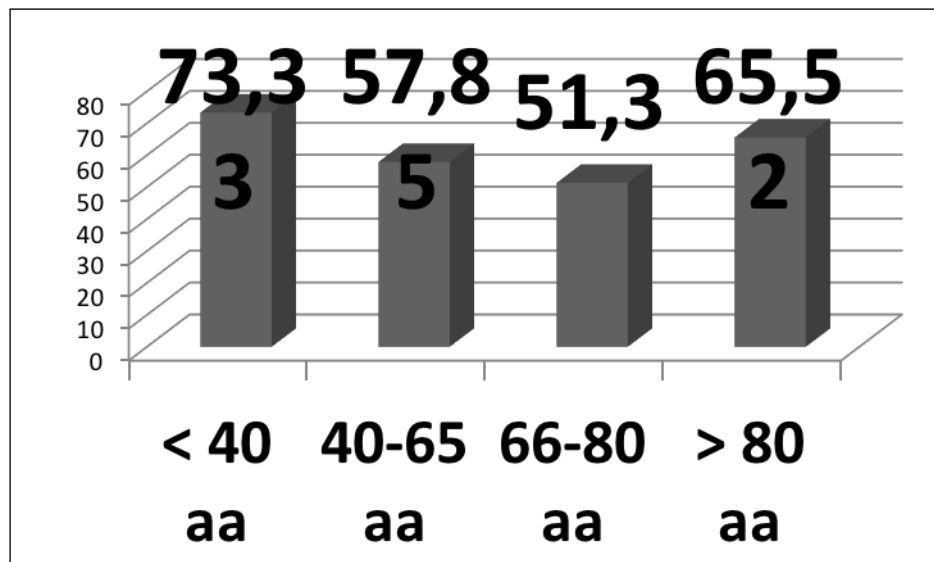


Figura 1 - Percentuali di riduzione significativa delle oscillazioni posturali ad occhi chiusi nelle diverse fasce di età.

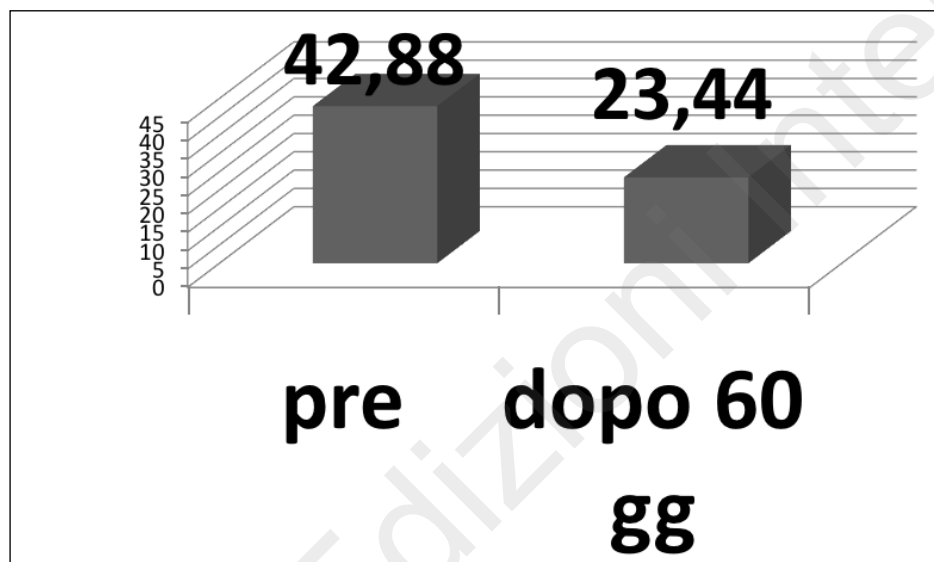


Figura 2 - Score DHI pre e post terapia riabilitativa con monitoraggio a 2 mesi.

Bibliografia

- Zee DS. Vestibular adaptation. In: Herdman SJ ed: Vestibular rehabilitation. Philadelphia: Davis Company. 1994;68-79.
- Lacour M, Helmchen C, Vidal PP. Vestibular compensation: the neurotologist's best friend. J Neurol. 2016 Apr;263,Suppl1:S54-64.
- Lacour M, Bernard-Demanze L. Interaction between Vestibular Compensation Mechanisms and Vestibular Rehabilitation Therapy: 10 Recommendations for Optimal Functional Recovery. Front Neurol. 2015 Jan;6;5:285.
- Lacour M, Tighilet B. Plastic events in the vestibular nuclei during vestibular compensation: the brain orchestration of a "deafferentation" code. Restor Neurol Neurosci. 2010;28(1):19-35.
- Dutheil S, Brezun JM, Leonard J, Lacour M, Tighilet B. Neurogenesis and astrogenesis contribution to recovery of vestibular functions in the adult cat following unilateral vestibular neurectomy: cellular and behavioral evidence. Neuroscience. 2009 Dec 29;164(4):1444-1456.
- Tighilet B, Manrique C, Lacour M. Stress axis plasticity during vestibular compensation in the adult cat. Neuroscience. 2009 Jun 2;160(4):716-730.
- Lacour M. Restoration of vestibular function: basic aspects and practical advances for rehabilitation. Curr Med Res Opin. 2006 Sep;22(9):1651-1659.
- Crane BT, Schubert MC. An adaptive vestibular rehabilitation technique. Laryngoscope. 2017 May 23.
- Cawthorne T. The physiological basis of head exercises. J. Chart. Soc. Physio.Ter, 106. 1944.
- Cooksey FS. Rehabilitation in vestibular injuries. Proc Roy Soc Med. 1946;39:273-278.
- Herdman SJ. Vestibular rehabilitation. Philadelphia: F.A. Davis Company, 1994.
- Norre ME, Beckers AM. Vestibular habituation training: exercise treatment for vertigo based upon the habituation effect. Otolaryngol Head Neck Surg. 1989;101:14-19.
- Guidetti G. La rieducazione vestibolare. Considerazioni sui risultati ottenuti in 46 casi. Acta Otorhinol ital. 1983;3:125-135.
- Vicini C, Vannucchi P, Alpini D: Manuale pratico di riabilitazione vestibolare. Firenze: F. & F. Parretti grafiche, 1989.
- Cesarani A, Alpini D. Terapia delle vertigini e del disequilibrio: il metodo MCS. Milano: Springer Verlag. 2000.
- Semont A. Réhabilitation fonctionnelle de l'équilibration. Les Cahiers d'ORL. 1990;25:642-644.

17. Rossi-Izquierdo M, Gayoso-Diz P, Santos-Pérez S, Del-Río-Valeiras M, Faraldo-García A, Vaamonde-Sánchez-Andrade I, Lirola-Delgado A, Soto-Varela A. Short-term effectiveness of vestibular rehabilitation in elderly patients with postural instability: a randomized clinical trial. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2017 Jun;274(6):2395-2403.
18. Van Vugt VA, van der Wouden JC, Bosmans JE, Smalbrugge M, van Dieet W, Essery R, Yardley L, van der Horst HE, Maarsingh OR. Guided and unguided internet-based vestibular rehabilitation versus usual care for dizzy adults of 50 years and older: a protocol for a three-armed randomized trial. *BMJ Open*. 2017 Jan 20;7(1):e015479.
19. Soto-Varela A, Faraldo-García A, Del-Río-Valeiras M, Rossi-Izquierdo M, Vaamonde-Sánchez-Andrade I, Gayoso-Diz P, Lirola-Delgado A, Santos-Pérez S. Adherence of older people with instability in vestibular rehabilitation programmes: prediction criteria. *J Laryngol Otol*. 2017 Mar;131(3):232-238.
20. Scheltinga A, Honegger F, Timmermans DP, Allum JH. The Effect of Age on Improvements in Vestibulo-Ocular Reflexes and Balance Control after Acute Unilateral Peripheral Vestibular Loss. *Front Neurol*. 2016 Feb 18;7:18.
21. Martins E Silva DC, Bastos VH, de Oliveira Sanchez M, Nunes MK, Orsini M, Ribeiro P, Velasques B, Teixeira SS. Effects of vestibular rehabilitation in the elderly: a systematic review. *Aging Clin Exp Res*. 2016 Aug;28(4):599-606.
22. Dieterich M. Easy, inexpensive, and effective: vestibular exercises for balance control. *Ann Intern Med*. 2004 Oct 19;141(8):598-605.
23. Yardley L, Barker F, Muller I, Turner D, Kirby S, Mullee M, Morris A, Little P. Clinical and cost effectiveness of booklet based vestibular rehabilitation for chronic dizziness in primary care: single blind, parallel group, pragmatic, randomised controlled trial. *BMJ*. 2012 Jun 6;344:e2237.
24. Aquaroni Ricci N, Aratani MC, Caovilla HH, Freitas Ganança F. Effects of conventional versus multimodal vestibular rehabilitation on functional capacity and balance control in older people with chronic dizziness from vestibular disorders: design of a randomized clinical trial. *Trials*. 2012 Dec 31;13:246MJ. 2012 Jun 6;344:e2237.
25. Pavlou M, Bronstein AM, Davies RA. Randomized trial of supervised versus unsupervised optokinetic exercise in persons with peripheral vestibular disorders. *Neurorehabil Neural Repair*. 2013 Mar-Apr;27(3):208-218.
26. Cohen HS1, Gottshall KR, Graziano M, Malmstrom EM, Sharpe MH, Whitney SL; Barany Society Ad Hoc Committee on Vestibular Rehabilitation Therapy. International guidelines for education in vestibular rehabilitation therapy. *J Vestib Res*. 2011;21(5):243-250.
27. Howe TE, Rochester L, Neil F, Skelton DA, Ballinger C. Exercise for improving balance in older people. *Cochrane Database Syst Rev*. 2011 Nov 9;(11):CD004963.
28. Hillier S, McDonnell M. Is vestibular rehabilitation effective in improving dizziness and function after unilateral peripheral vestibular hypofunction? An abridged version of a Cochrane Review. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2016 Aug;52(4):541-556.
29. Corna S, Nardone A, Prestinari A, Galante M, Grasso M, Schieppati M. Comparison of Cawthorne-Cooksey exercises and sinusoidal support surface translations to improve balance in patients with unilateral vestibular deficit. *Arch Phys Med Rehabil*. 2003 Aug;84(8):1173-1184.