



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI GENOVA  
Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche  
CAMPUS DI SAVONA

MASTER UNIVERSITARIO DI I LIVELLO

in

RIABILITAZIONE DEI DISORDINI MUSCOLOSCELETRICI

In collaborazione con Master of Science in Manual Therapy  
Vrije Universiteit Brussel

# Le alterazioni della Verticale Visiva Soggettiva nel soggetto con neck pain cronico

**RELATORE**

Dott. Mag. Ft. OMT Tommaso Geri

**CANDIDATO**

Dott. Ft. Stefano Carassiti



# INDICE

Abstract \_\_\_\_\_ pag 1

Key points \_\_\_\_\_ pag 2

Background \_\_\_\_\_ pag 3

Materiali e metodi \_\_\_\_\_ pag 6

Risultati \_\_\_\_\_ pag 9

Discussione \_\_\_\_\_ pag 18

Conclusione \_\_\_\_\_ pag 21

Bibliografia \_\_\_\_\_ pag 22

Appendice \_\_\_\_\_ pag 26

## **ABSTRACT**

**Background** La postura è definita come l'integrazione automatica e involontaria delle afferenze provenienti dal sistema vestibolare, visivo e somatosensoriale del rachide cervicale integrati dal sistema nervoso centrale. Una problematica che può insorgere ad uno o più livelli del sistema può compromettere la percezione della verticalità. Il neck pain cronico può annoverare tra i sintomi alterazioni dell'equilibrio, come vertigini e dizziness. Scopo di questo lavoro è valutare la presenza di alterazioni al test della verticale visiva soggettiva nei pazienti con neck pain cronico come possibile causa di dizziness di origine cervicogenica.

**Metodi** Ricerca su database (MEDLINE, PEDRO; EMBASE, Cinahl, Cochrane Library, Embase, PEDro, DARE, HTA) di studi inerenti il test della verticale visiva soggettiva in soggetti con neck pain da almeno 3 mesi. Sono stati selezionati articoli in lingua inglese senza limitazioni di anno o tipo di pubblicazione.

**Risultati** Da 330 record sono state selezionate 3 pubblicazioni che rispondevano ai criteri di inclusione. I risultati degli studi indicano una positività statisticamente significativa al test nei soggetti con neck pain cronico, ma non tutte le prove con cui sono costituite le batterie dei test risultano positive.

**Conclusioni** I soggetti con neck pain cronico sono prone ad errori di valutazione della verticale soggettiva; l'alterazione delle afferenze provenienti dalle strutture muscolo-articolari della regione cervicale può essere responsabile della dizziness presente nei soggetti con cervicalgia.

## KEY POINTS

- Il neck pain è spesso associato a dizziness ma la reale origine del sintomo è ad oggi controversa; la diagnosi viene effettuata per esclusione di cause centrali o vestibolari. Il test della verticale visiva soggettiva è in grado di mettere in relazione neck pain e dizziness.
- Gli studi presenti in letteratura confermano una relazione statisticamente significativa tra l'alterazione della verticale visiva soggettiva e il neck pain cronico. Non tutte le prove a cui sono sottoposti i soggetti inclusi negli studi risultano però positive.
- La bassa qualità e accuratezza metodologica, la bassa potenza statistica, la selezione non specifica del campione e l'analisi a volte non coerente dei risultati dimostrano la necessità di ulteriori studi più approfonditi sull'argomento.

## BACKGROUND

L'orientamento corporeo nello spazio è un'operazione necessaria allo svolgimento delle normali funzioni di coordinazione del movimento e di mantenimento della postura. La postura eretta può essere definita come la configurazione del sistema muscolo-scheletrico necessaria per l'effettuarsi delle attività della vita quotidiana contro la forza di gravità.<sup>1</sup>

Il risultato dell'integrazione, automatica e involontaria, operata dal sistema nervoso centrale a carico delle afferenze visive, vestibolari e somatosensitive si traduce nella percezione della verticalità e nell'orientamento della testa rispetto al tronco nello spazio tridimensionale.<sup>2-6</sup>

Nel controllo posturale, le informazioni provenienti dal sistema visivo permettono di fissare la posizione della testa e del tronco nello spazio per bilanciare il centro di massa del corpo nel baricentro mentre le afferenze provenienti dal sistema vestibolare e dal sistema somatosensitivo, (costituito da recettori presenti nella cute, nei muscoli, nelle articolazioni, nei legamenti e nei tendini) coadiuvano quelle visive dando la possibilità di conoscere, in ogni momento, l'orientamento della testa in rapporto al tronco e all'ambiente circostante. E' ormai noto che la colonna vertebrale cervicale possiede un raffinato sistema propriocettivo, grazie all'abbondanza di fusi muscolari e meccanocettori situati in particolare nella regione suboccipitale; questi recettori hanno connessioni sia con il sistema visivo che col sistema vestibolare nonché con il sistema nervoso simpatico. Essi sono anche coinvolti nel riflesso cervico-collico, nel riflesso cervico-oculare e nel riflesso tonico del collo. Le strutture situate nella testa e nel collo sono quindi essenziali per il mantenimento della postura e dell'equilibrio.<sup>1</sup>

Le disfunzioni dei sistemi coinvolti nel controllo posturale - visivo, vestibolare, somatosensitivo cervicale e sistema nervoso centrale - possono generare un conflitto di informazioni e quindi un'alterata percezione del corpo nello spazio, che si manifesta con dizziness, vertigini, disequilibrio e nausea:<sup>7</sup> le cause di queste problematiche possono essere lesioni cerebrali o cerebellari dovute a ictus o traumi<sup>4,8</sup> nel caso di coinvolgimento del sistema nervoso centrale; nel caso di alterazioni del sistema visivo le disfunzioni si possono manifestare a causa di disallineamenti verticali o torsioni degli occhi.<sup>9</sup> Alterazioni della percezione della verticalità possono essere causate da disfunzioni dei recettori otolitici presenti nell'utricolo e nel sacco per quanto riguarda il sistema vestibolare<sup>10,11</sup> o da interventi chirurgici all'apparato uditivo (labirintectomia, resezioni del nervo vestibolare) oppure sindrome di Menière.<sup>12,13</sup>

Infine, il dolore muscoloscheletrico della regione cervicale, il neck pain, può causare alterazioni delle informazioni provenienti dai fusi neuromuscolari o dalle faccette zigoapofisarie in particolare nel rachide cervicale superiore.<sup>14,15</sup>

Il neck pain è una problematica muscoloscheletrica molto comune. E' stato stimato che la

prevalenza nella popolazione generale varia tra il 22% e il 70%, aumenta all'aumentare dell'età ed è più comune nelle donne rispetto agli uomini; si stima inoltre che l'incidenza sia in continua crescita; in genere, l'evoluzione è favorevole, ma studi dimostrano che la cronicizzazione dei sintomi si attesta dal 30% al 37%.<sup>16</sup>

L'associazione tra il neck pain e le problematiche di alterazione dell'equilibrio, come la dizziness, è frequente nel caso di eventi traumatici, come nei whiplash associated disorders; altrettanto frequente è una cronicizzazione degli stessi sintomi.<sup>17,18</sup> Nella pratica clinica è comune rilevare dizziness in pazienti con neck pain di origine non traumatica<sup>19</sup>, ma la diagnosi della reale causa del sintomo è a tutt'oggi controversa.<sup>15,20</sup>

Vi sono diversi test cliniche valutano complessivamente e in modo specifico il sistema somatosensoriale del rachide cervicale, il sistema visivo e vestibolare.<sup>1</sup>

Lo Smooth Pursuit Neck Torsion Test indaga i riflessi propriocettivi del collo, il riflesso cervico-collico e il riflesso cervico-oculare; il soggetto viene fatto sedere in posizione neutra con la testa fissa su una postazione oscillante alternativamente a destra e sinistra di 45° rispetto alla verticale gravitazionaria, e mentre insegue con lo sguardo un obiettivo mobile viene sottoposto ad una elettro-oculografia, che misura la velocità media dei movimenti oculari.<sup>1</sup>

Il Joint Position Error riguarda l'abilità del soggetto di riposizionare il capo nella posizione neutra di partenza dopo averla posta in una posizione casuale.<sup>1,21</sup>

L'Head Reposition Accuracy Test, simile al Joint Position Error, riguarda l'abilità di riposizionare attivamente il capo in una posizione di riferimento predefinita precedentemente, posta all'interno di un piano di movimento qualsiasi.<sup>1</sup>

Un ulteriore test proposto per la valutazione complessiva del sistema somatosensoriale del rachide cervicale, del sistema visivo e di quello vestibolare è il Subjective Visual Vertical Test.<sup>1</sup>

Il soggetto esaminato, che si trova seduto in un locale buio, deve ricollocare in posizione perfettamente verticale una barra debolmente luminosa di 30 cm posta a 1,5 m dai suoi occhi (unico oggetto visibile nella stanza); la barra ruota sul piano frontale intorno ad un punto fisso coincidente con il piano passante per gli occhi. In condizioni di normalità il soggetto riesce a ricollocare la barra in posizione perfettamente verticale con un errore medio entro i 2° sia in senso orario che antiorario.<sup>22</sup>

Una diversa versione del Subjective Visual Vertical test è chiamata Rod-and-Frame test (RFT); è stata introdotta negli anni cinquanta da Herman A. Witkin, psicologo statunitense, che aveva sviluppato il test per confutare studi e teorie cognitive da lui proposte.<sup>23</sup>

Il RFT consiste in una batteria di tre test ove si chiede al soggetto di riposizionare verticalmente una barra luminosa verticale di 102 cm inserita in una cornice quadrata di 107 cm<sup>2</sup>,

aventi lo stesso centro; il soggetto è collocato in una stanza buia, seduto, a 2,5 m dal dispositivo. Nel primo test si chiede di riposizionare la barra, ruotata inizialmente di 10°, in posizione verticale; nel secondo, la cornice è inclinata di 10° e la barra di 30°, nel terzo la cornice è in asse, la barra ruotata di 30°. In tutti i test viene annotata la differenza tra la verticale reale e quella percepita dal soggetto.<sup>23</sup>

Nel corso degli anni l'esecuzione del test è stata modificata e semplificata per renderla più facilmente applicabile alla clinica. E' stato quindi introdotto da Bagust il Computerised Rod-and-Frame - CRAF o C-RFT:<sup>24</sup> al soggetto è sottoposta una batteria di prove che consistono nel riallineare alla verticale percepita dal soggetto una barra inclinata inserita in una cornice, che può essere allineata alla verticale oppure inclinata; l'allineamento viene eseguito attraverso l'uso di un software per personal computer e un monitor. Il soggetto esegue il test in posizione seduta e orienta la barra attraverso i tasti del mouse, confermando poi la posizione definitiva attraverso la barra spaziatrice della tastiera oppure con un tocco del mouse. Questa versione è stata validata nel 2011 da Tesio.<sup>22</sup>

Una successiva variante del test, chiamata C-RFT<sup>dot</sup>, è stata sviluppata nel 2005 da Bagust et al.<sup>25</sup> e sostituisce alla linea verticale due punti che fungono da estremi della barra e al monitor un paio di occhiali dotati di realtà aumentata; lo scopo è di riprodurre fedelmente nelle dimensioni il C-RFT.

Considerando che la percezione della verticalità è alterata nei soggetti con vertigine di origine centrale o vestibolare e che il sintomo vertigine è spesso associato al neck pain cronico, in assenza di alterazione degli altri sistemi che sono deputati al controllo posturale, riteniamo utile valutare la verticale visiva soggettiva nel soggetto con vertigine di origine muscoloscheletrica cervicale.

Scopo di questo lavoro è valutare la presenza di alterazioni al test della verticale visiva soggettiva nei pazienti con neck pain cronico come possibile causa di vertigine di origine cervicogenica.

## **MATERIALI E METODI**

### **ELIGIBILITY CRITERIA**

Per essere compresi nella revisione gli articoli dovevano includere soggetti, di qualsiasi età, che presentassero neck pain da almeno 3 mesi.

Non sono stati posti limiti d'inclusione alla tipologia di studio né limiti temporali alla pubblicazione degli studi. Sono stati considerati soltanto gli studi in lingua inglese.

Per quanto riguarda il campione incluso, non era necessario che i soggetti fossero valutati da specialisti né che gli stessi soggetti avessero compilato test riguardo al proprio stato di salute.

I soggetti dovevano inoltre essere stati sottoposti al test della verticale visiva soggettiva (SVV) oppure al Rod-and-Frame test (RFT) o ad una delle sue varianti.

### **INFORMATION SOURCES**

Per la revisione sono stati interrogati i seguenti database:

- Pubmed - MEDLINE
- Cinahl (Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature)
- Cochrane Library
- Embase
- PEDro (Physiotherapy Evidence Database)
- DARE (Database of Abstract of Reviews of Effects)
- HTA (Health Technology Assessment Database)

La ricerca è stata effettuata dal 15 ottobre 2013 al 10 giugno 2014.

Sono stati aggiunti articoli ritenuti rilevanti l'argomento della ricerca (soggetti che soffrono o hanno sofferto neck pain da almeno 3 mesi; gli stessi soggetti dovevano essere sottoposti al test della verticale visiva soggettiva o a una sua variante) reperiti da citazione negli articoli inclusi nella ricerca dai database; uno di questi articoli è stato aggiunto tramite cross-referencing benché la rivista non fosse indicizzata in Medline<sup>24</sup>.

In seguito alla selezione definitiva degli articoli inclusi, sono stati contattati gli autori per reperire altre pubblicazioni non incluse nei risultati delle ricerche dei database.

### **SEARCH**

Per ogni database in elenco è stata effettuata la ricerca con la seguente stringa: ("subjective visual vertical" AND "diagnostic criteria") OR ("subjective visual vertical" AND "diagnosis"[Mesh] AND "diagnosis" [Subheading]) OR "rod and frame" OR "rod-and-frame".

## **STUDY SELECTION**

La selezione degli articoli è stata effettuata da un solo revisore.

I record sono stati selezionati dai database elencati nel paragrafo “information sources”; a questi sono stati aggiunti articoli reperiti attraverso citazione negli articoli inclusi nella ricerca dai database.

La selezione iniziale è avvenuta per titolo e abstract, dopo la rimozione dei duplicati.

Un secondo step di selezione è avvenuto dopo lettura completa dei full-text, per attinenza all'argomento e ai criteri di inclusione.

Per il processo di selezione è stato adottato il PRISMA Flow Diagram.<sup>26-27</sup>

## **DATA COLLECTION PROCESS**

I dati sono stati estratti da un unico revisore (l'autore).

Non sono stati utilizzati sistemi di analisi statistica dei dati.

## **DATA ITEMS**

I dati estratti dagli articoli sono stati i seguenti:

- numero dei soggetti componenti i gruppi sintomatici e di controllo;
- caratteristiche dei soggetti presi in considerazione negli studi (per il gruppo di soggetti sintomatici: età, sesso, sintomatologia, da quanto tempo la sintomatologia è presente; per il gruppo di controllo: età, sesso, assenza di sintomatologia);
- variante del test della verticale visiva soggettiva al quale i soggetti sono stati sottoposti (visual vertical subjective, Computerised Rod-and-Frame test, Computerised Rod-and-Frame test-dot);
- gradi di errore sia del gruppo di soggetti sani che del gruppo di soggetti sintomatici.

## **RISK OF BIAS IN INDIVIDUAL STUDY**

Non sono stati segnalati bias di assegnazione nei gruppi inclusi negli studi selezionati.

I test sono stati ripetuti più volte in ogni studio ma non è chiaro se i risultati (l'errore rispetto alla verticale gravitazionaria) sono considerati come valore assoluto o come valore con segno.

Gli studi inclusi sono stati valutati sulla base del documento STROBE (Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology)<sup>28-29</sup> statement usato per la valutazione della qualità metodologica degli studi osservazionali.

La valutazione completa delle pubblicazioni incluse è inserita in appendice.

## **SUMMARY MEASURES**

Il valore principale nei risultati degli studi inclusi è la media dell'errore calcolato sulla differenza tra il risultato del test sottoposto al soggetto, cioè la percezione soggettiva della verticale, e la verticale gravitazionaria reale.

Il valore è considerato come “media con segno”, cioè la media degli errori considerando il valore con segno positivo se la barra era orientata in senso orario, negativo in senso antiorario, oppure in valore assoluto della media (senza segno).

## **PLANNED METHODS OF ANALYSIS**

Non sono state eseguite meta-analisi né metodi di analisi statistica di combinazione dei risultati ottenuti dagli studi.

## **ADDITIONAL ANALYSIS**

A causa dell'eterogeneità delle popolazioni incluse, dei criteri di inclusione o esclusione, dell'esiguità dei soggetti coinvolti e delle differenze nel protocollo che costituiva il test, non sono state effettuate nello studio analisi statistiche che comparano i risultati dei singoli studi.

## **RISULTATI**

### **STUDY SELECTION**

La strategia di ricerca iniziale ha prodotto 320 record ai quali sono stati aggiunti 10 record, di cui 4 identificati con la consultazione delle citazioni inserite in articoli ritenuti particolarmente rilevanti l'argomento della ricerca e 6 risultanti dalla consultazione diretta degli autori degli articoli ritenuti di maggiore interesse.

Sono successivamente stati rimossi 6 record poiché duplicati.

Dopo lo screening iniziale sono stati esclusi 318 record perché non riguardanti l'argomento di interesse; la selezione è avvenuta sulla base della lettura del titolo e dell'abstract.

Il processo di screening ha così prodotto 6 record di cui è stato reperito il full-text.

Dopo la lettura dell'intero testo, 3 ulteriori articoli sono stati esclusi perché il campione inserito non rispettava i parametri imposti per l'inclusione nella ricerca (i soggetti non rispettavano i criteri patologici o di cronicità). Il processo di selezione è stato riassunto nel PRISMA Flow chart. (figura 1).

Le motivazioni di inclusione o esclusione sono inserite in tabella 1.

Figura 1: *PRISMA Flow Diagram* <sup>(28,29)</sup>

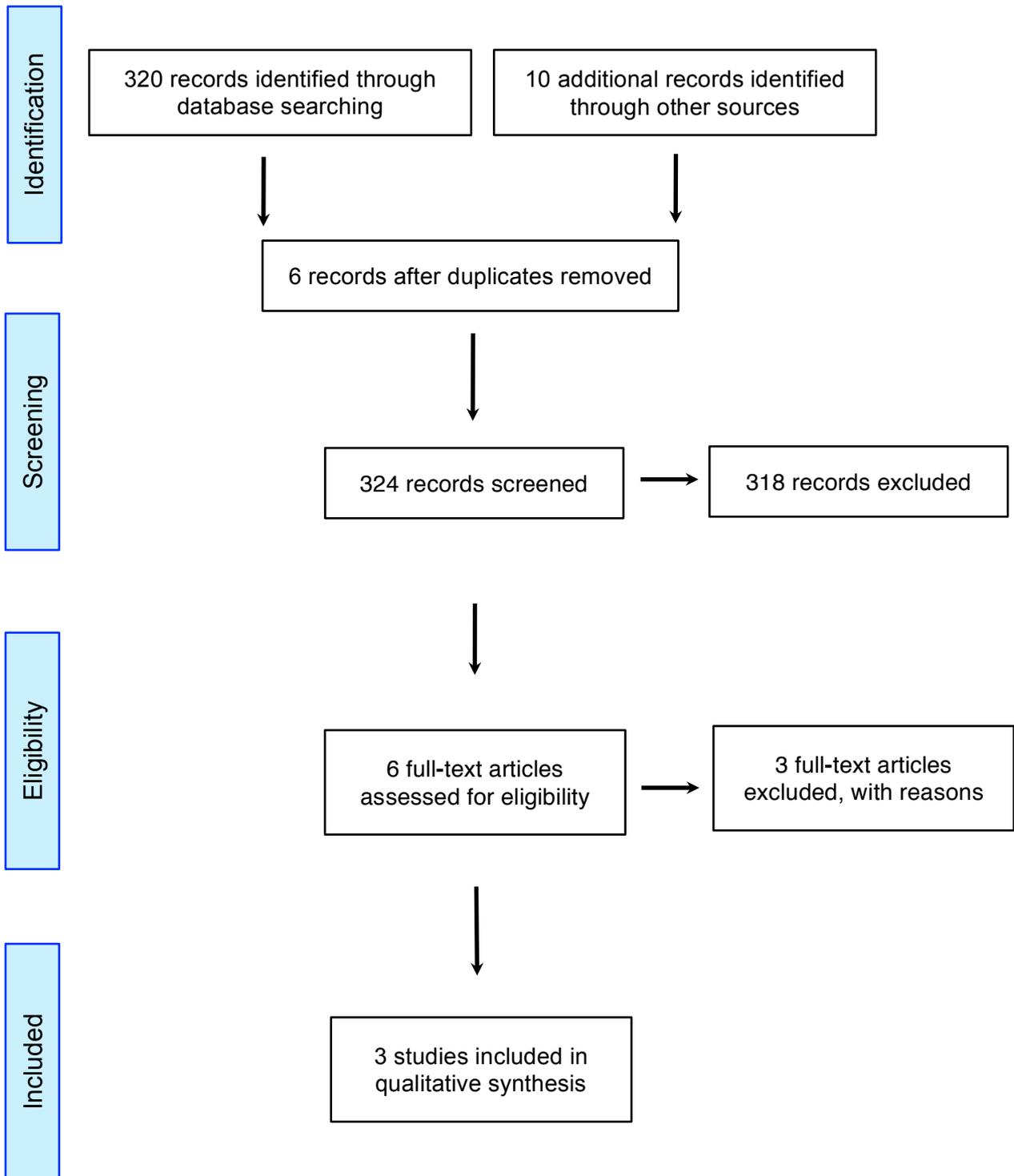


Tabella 1: motivi di inclusione o esclusione degli studi selezionati.

Articolo	Motivo di inclusione / esclusione
<p>Bagust J Rix GD, Hurst HC. Use of a computer rod and frame (CRAF) test to assess errors in the perception of visual vertical in a clinical settings - a pilot study. Clinical chiropractic. 2005; 8(3):134 -39.<sup>24</sup></p>	<p>Escluso per popolazione non attinente al disegno di ricerca (non è specificato se il neck pain è acuto o cronico).</p>
<p>Docherty S, Schärer R, Bagust J, Humphreys B K. Perception of subjective visual vertical and horizontal in patients with chronic neck pain: a cross-sectional observational study. Man Ther. 2012; (17):133-38.<sup>30</sup></p>	<p>Incluso per attinenza all'argomento di ricerca.</p>
<p>Funabashi M, Silva NNL, Watanabe LM, Santos-Pontelli TE, Colafêmina JF, Carneiro AAO, et al. The use of a neck brace does not influence visual vertical perception. Arq Neuropsiquiatr. 2011; 69(3):509-12.<sup>31</sup></p>	<p>Escluso per popolazione non attinente al disegno di ricerca (i soggetti sono sani).</p>
<p>Gosselin G, Fagan MJ Effects of cervical muscle fatigue on the perception of the subjective vertical and horizontal. Springerplus; 2014; 3:78.<sup>32</sup></p>	<p>Escluso per popolazione non attinente al disegno di ricerca (i soggetti sono sani).</p>
<p>Grod JP, Diakow PR Effect of Neck Pain on Verticality Perception: A Cohort Study. Arch Phys Med Rehabil. 2002 Mar; 83(3):412-5.<sup>33</sup></p>	<p>Incluso per attinenza all'argomento di ricerca.</p>
<p>Uthaikhup S, Jull G, Sungkarat S, Treleaven J. The influence of neck pain on sensorimotor function in the elderly. Arch Gerontol Geriatr. 2012; 55:667–72.<sup>34</sup></p>	<p>Incluso per attinenza all'argomento di ricerca.</p>

## STUDY CHARACTERISTICS

I dati più significativi degli studi inclusi sono inseriti nella tabella 2.

Tabella 2: *analisi degli studi inclusi.*

Primo autore Anno di pubblicazione	Docherty S <sup>30</sup> 2011	Grod P <sup>33</sup> 2002	Uthai khup S <sup>34</sup> 2012
Tipo di studio	Osservazionale trasversale	Osservazionale trasversale	Osservazionale trasversale
Popolazione Sintomatica	n°:50 soggetti; età: da 30 a 65 anni (media 48 anni); M\F: 10\40.	n°:19 soggetti; età: da 15 a 72 anni (media 38,5 anni); M\F: 8\11.	n°:20 soggetti; età: da 65 anni (media 69,55 anni); M\F: 8\12.
Criteri di reclutamento della popolazione sintomatica	Pazienti di 4 studi chiropratici del Cantone di Zurigo (CH) e dall'ospedale Universitario Ortopedico di Balgrist-Zurigo (CH).	2 studi chiropratici.	Campagna pubblicitaria in area metropolitana.
Criteri di inclusione della popolazione sintomatica	Neck pain con o senza irradiazione agli arti superiori di almeno 4 settimane consecutive.	Neck pain acuto o cronico associato o meno a LBP o a altro dolore periferico non correlato a neck pain.	Neck pain come sintomo principale, con o senza irradiazione alle spalle o agli arti superiori di durata almeno 3 mesi consecutivi. Punteggio NDI $\geq$ 10\100.
Criteri di esclusione della popolazione sintomatica	-Recenti interventi di chirurgia spinale; -Patologie ossee (neoplasie) -Infezioni -Serie anomalie congenite -Patologie vestibolo- cocleari o medicinali che possono alterare l'equilibrio, la vista o la coordinazione.	-Dolore riferito agli arti superiori; -Deficit neurologici.	-Storia di chirurgia ortopedica; -Sintomi muscoloscheletrici acuti; -Artrosi lombare o agli arti inferiori per le quali hanno messo in atto autotrattamenti; -Patologie neurologiche acute o croniche; -Diabete; -Problematiche cognitive.
Scale di valutazione utilizzate	NRS (Numeric Rating Scale) NDI (Neck Disability Index)	Non utilizzate.	VAS (Visual Analogic Scale) NDI (Neck Disability Index) ABC (Activities-Specific Balance Confidence)
Intervention	Computerised Rod-and Frame test costituito da 18 presentazioni: le prime 2 di familiarizzazione, 16 conteggiate per i risultati sottoposte in sequenza casuale.	Subjective Visual Vertical test, costituito da 9 presentazioni, costituite da 3 test ripetute 3 volte in sequenza casuale.	Computerised Rod-and Frame test costituito da 12 presentazioni: le prime 2 di familiarizzazione, 10 conteggiate per i risultati sottoposte in sequenza casuale.

Gruppo di controllo	n°:50 soggetti; età: 50 anni; MF: 10\40.	n°:17 soggetti; età: da 12 a 66 anni (media 38,6 anni); MF: 10\7.	n°:20 soggetti; età: da 65 anni (media 73,2 anni); MF: 6\14.
Criteri di reclutamento del gruppo di controllo	Pazienti dell' Ospedale Universitario Ortopedico di Balgrist-Zurigo (CH). Campagna pubblicitaria.	2 studi chiropratici.	Campagna pubblicitaria in area metropolitana.
Criteri di inclusione del gruppo di controllo	Esperienza non significativa di neck pain o sintomatologia toracica alta nel mese precedente. Dolore che ha limitato le ADL o per il quale sono state richieste cure.	Non presentare sintomatologia di Neck Pain, ma i soggetti possono presentare LBP o dolori alle articolazioni periferiche.	Non dichiarati.
Outcomes	Differenza, espressa in Gradi sessagesimali, tra la Verticale reale e la Verticale Visiva percepita dai soggetti considerata sia come valore con segno che come valore assoluto.	Differenza, espressa in Gradi sessagesimali, tra la Verticale reale e la Verticale Visiva percepita dai soggetti.	Differenza, espressa in Gradi sessagesimali, tra la Verticale reale e la Verticale Visiva percepita dai soggetti.
Risultati	Significatività statistica nel risultato (media con segno) del primo test, non significativa la media in valore assoluto. Significatività statistica nelle prove con la cornice non in asse, non significative le prove con la cornice in asse.	Significatività statistica nella media dei risultati terza prova, non nelle rimanenti 2.	Significatività statistica nel risultato (media con segno) della media delle 4 prove con cornice orientata in senso antiorario. No significatività statistica nelle altre 6 prove.
Livello di significatività dichiarato nell'analisi statistica ( $p$ )	<0,05.	<0,05.	<0,05.

Lo studio di Docherty et al.<sup>30</sup> ha confrontato 50 soggetti sani cinquantenni e 50 soggetti sintomatici, con età comprese tra 30 e 65 anni, con neck pain per almeno 4 settimane consecutive, associato o meno a dolore agli arti superiori.

I soggetti sintomatici sono stati valutati con la Numeric Rating Scale (NRS) e Neck Disability Index (NDI); sono inoltre stati registrati la durata, il tipo di sintomatologia (definito tipo di attacco) e la lateralità della sintomatologia. Il gruppo di controllo non è stato valutato con test o scale specifiche, ma gli autori si sono accertati verbalmente che i soggetti fossero asintomatici riguardo a neck pain e low back pain.

Entrambi i gruppi sono stati sottoposti al Computerised Rod and Frame test (CRFT), una versione computerizzata del Rod and Frame Test classico sviluppata attraverso un software che

adotta occhiali a realtà aumentata in sostituzione del monitor. Questi ultimi avevano lo scopo di riprodurre un campo visivo di 30° per 22°, equivalenti a uno schermo di 1,42m (56 pollici circa) posto a 2 metri dal soggetto.

Il CRFT era costituito da una batteria di 18 singoli test: i primi 2 consistevano in prove che avevano lo scopo di confermare la corretta comprensione ed esecuzione del compito da parte del soggetto e il corretto posizionamento degli occhiali; i rimanenti 16 test erano costituiti da 4 prove, ripetute per 3 volte, randomizzate in sequenza casuale dal software nei quali il soggetto doveva:

1. allineare due punti bianchi luminosi, rappresentanti gli estremi di una barra verticale, su uno sfondo nero, alla verticale gravitazionaria percepita;
2. allineare due punti alla verticale gravitazionaria percepita, inserita in una cornice quadrata bianca luminosa orientata correttamente alla verticale gravitazionaria;
3. allineare due punti alla verticale gravitazionaria percepita, inserita in una cornice quadrata bianca luminosa inclinata di 18° in senso orario;
4. allineare due punti alla verticale gravitazionaria percepita, inserita in una cornice quadrata bianca luminosa inclinata di 18° in senso antiorario.

I due punti venivano presentati inclinati di 20° in senso orario o antiorario.

Al soggetto, seduto a una scrivania dotata di mouse e tastiera, veniva richiesto di ruotare i punti attraverso i pulsanti del mouse (tasto sinistro in senso antiorario, destro in senso orario) e di confermare l'allineamento soggettivo premendo sulla barra spaziatrice; i punti ruotavano di 0,5° ad ogni click del mouse, attorno al centro del segmento immaginario di cui costituivano gli estremi.

L'errore (in gradi rispetto alla verticale gravitazionaria) veniva calcolato automaticamente dal software.

Lo studio di Grod et al.<sup>33</sup> ha confrontato 19 soggetti sintomatici con 17 asintomatici.

Ad entrambi i gruppi è stato somministrato il Rod and Frame test; il test consisteva nel riallineare alla verticale percepita dal paziente una barra luminosa, di 102 cm di lunghezza posizionata a 2,5 m dal soggetto, seduto in una stanza buia e contornata da una cornice luminosa; barra e cornice avevano lo stesso centro di rotazione e potevano essere ruotate in modo indipendente.

A tutti i soggetti è stato sottoposto lo stesso protocollo costituito da 3 prove:

- nella prima era visibile solo una barra luminosa inclinata di 10°;
- nella seconda erano visibili la barra luminosa e la cornice, rispettivamente inclinate di 30° e di 10°;
- nella terza erano visibili la barra luminosa, inclinata di 30°, e la cornice allineata alla verticale.

Ogni prova è stata somministrata per 3 volte consecutive, per un totale di 9 prove.

La differenza tra la verticale percepita e la verticale gravitazionaria è stata registrata ad ogni test.

Lo studio di Uthaikhup et al.<sup>34</sup> ha confrontato 20 soggetti sani e 20 soggetti sintomatici con età minima di 65 anni, che riferivano sintomi cervicali da almeno 3 mesi consecutivi e un punteggio minimo di 10/100 al Neck Disability Index.

Ai soggetti è stato somministrato il Computerised Rod and Frame Test.

Il test è stato somministrato con la stessa tecnologia dello studio di Docherty et al.<sup>30</sup>

Ai soggetti era permesso di indossare i propri occhiali correttivi.

Il test è costituito da una batteria di 12 prove:

- nelle prime 2 solo la barra era visibile, ruotata di 30° in senso orario poi antiorario (cornice non visibile);
- nella terza e quarta la barra la barra era ruotata di 30° in senso orario poi antiorario, inserita in una cornice allineata con la verticale gravitazionaria;
- nella quinta e sesta la barra la barra era ruotata di 30° in senso orario poi antiorario, inserita in una cornice ruotata di 10° in senso orario;
- nella settima e ottava la barra la barra era ruotata di 30° in senso orario poi antiorario, inserita in una cornice ruotata di 10° in senso antiorario;
- nella nona e decima la barra era ruotata di 30° in senso orario poi antiorario, inserita in una cornice ruotata di 15° in senso orario;
- nella undicesima e dodicesima la barra era ruotata di 30° in senso orario poi antiorario, inserita in una cornice ruotata di 15° in senso antiorario.

Due prove iniziali sono state utilizzate per la familiarizzazione con il test da parte del soggetto esaminato e non sono state conteggiate a fini statistici come risultati.

La sequenza delle restanti prove era casualmente stabilita dal software.

## **RISK OF BIAS WITHIN STUDIES**

Gli studi inclusi nella ricerca sono stati valutati da un singolo soggetto secondo il documento STROBE statement.<sup>28,29</sup>

Nessuna pubblicazione ha ottenuto il punteggio massimo della checklist.

I rispettivi punteggi sono i seguenti:

- Docherty<sup>30</sup> 11/22;
- Grod<sup>33</sup> 9/22;
- Uthaikhup<sup>34</sup> 14/22;

In tutti gli studi presi in considerazione, il campione di soggetti esaminati era esiguo.

E' stato rilevato che non era specificato il periodo di reclutamento della popolazione esaminata né se il reclutamento è stato concluso prima dell'inizio dei test.

In tutti gli studi non era specificato il soggetto che ha raccolto i dati; solamente nello studio di Uthaihp et al<sup>34</sup> è specificato che né gli esaminatori né i soggetti hanno avuto accesso ai risultati durante l'esecuzione di test.

Nello studio di Grod et al<sup>33</sup> non sono state specificate scale di valutazione soggettive o oggettive che valutassero il gruppo neck pain né il gruppo di soggetti sani; il metodo di valutazione dei soggetti con neck pain non è descritto. Nello stesso studio non è specificata la modalità di esecuzione del test, ovvero come i soggetti potevano riallineare la barra alla verticale percepita.

Negli studi di Grod et al<sup>33</sup> e di Uthaihp et al<sup>34</sup> non era specificato se le analisi statistiche dei risultati venivano effettuate considerando gli errori come valori assoluti oppure con segno positivo - negativo.

In tutti gli studi non sono stati specificati dagli autori eventuali altri bias.

## **RESULTS OF INDIVIDUAL STUDY**

La pubblicazione di Docherty et al.<sup>31</sup> per il primo test (allineare i due punti che fungono da estremi della barra alla verticale gravitazionaria ) ha prodotto i seguenti risultati: essendo stato stabilito il cut-off a 1,8° ricavandolo dalla media degli errori del gruppo di controllo più 2DS, il risultato è statisticamente significativo ( $p = 0,007$ ) dal confronto tra la rilevazione degli errori dei soggetti sintomatici e di quelli asintomatici nella “media con segno” (positivo per il senso orario, negativo per il senso antiorario), statisticamente non significativo ( $p = 0,997$ ) se considerato l'errore come valore assoluto. Nel secondo test (riposizionare i due punti che fungono da estremi della barra alla verticale gravitazionaria inseriti in una cornice correttamente orientata alla verticale gravitazionaria), il risultato non era statisticamente significativo ( $p = 0,997$ ) tra soggetti sintomatici e asintomatici. Nel terzo e quarto test (riposizionare i due punti che fungono da estremi della barra alla verticale gravitazionaria, inseriti in una cornice ruotata di 18° in senso orario o antiorario rispetto alla verticale gravitazionaria) il cut-off era stato stabilito a 4° (media degli errori del gruppo di controllo più 2DS) e la media degli errori è risultata statisticamente significativa ( $p = 0,008$ ) nel confronto tra soggetti sintomatici e asintomatici. Gli autori avevano inoltre messo in relazione gli errori del gruppo neck pain cronico con la zona di dolore, suddividendoli in dolore bilaterale o monolaterale ma non trovando significatività statistica. Lo stesso è stato fatto mettendo in relazione la lateralità del dolore per i soggetti con dolore

unilaterale e l'errore nel lato sintomatico, non trovando significatività statistica.

Era stata invece trovata significatività statistica ( $p < 0,05$ ) tra i soggetti che esprimevano alti errori al test e un elevato punteggio al Neck Disability Index.

Nello studio di Grod et al.<sup>33</sup> solo una prova su tre (test della verticale visiva soggettiva, posizione iniziale con cornice orientata correttamente alla verticale gravitazionaria, barra orientata a 30°) rilevava differenze statisticamente significative ( $p < 0,05$ ) nella media degli errori tra il gruppo di soggetti sintomatici e asintomatici.

La prima e la seconda prova non hanno mostrato differenze statisticamente significative tra i due gruppi ( $p = 0,61$ ).

Nello studio di Uthaikhup et al.<sup>34</sup> sono state trovate differenze significative tra il gruppo di soggetti sintomatici e il gruppo di controllo in 4 prove:

- nella settima prova (barra ruotata di 30° in senso orario, inserita in una cornice ruotata di 10° in senso antiorario);
- nella ottava (barra ruotata di 30° in senso antiorario inserita in una cornice ruotata di 10° in senso antiorario);
- nella undicesima (barra ruotata di 30° in senso orario inserita in una cornice ruotata di 15° in senso antiorario);
- nella dodicesima (la barra ruotata di 30° in senso antiorario inserita in una cornice ruotata di 15° in senso antiorario).

Nelle altre prove non sono state trovate differenze statisticamente significative ( $p$  compreso tra 0,37 e 0,95).

## DISCUSSIONE

Scopo di questo lavoro era verificare le alterazioni della verticale visiva soggettiva nei pazienti con neck pain cronico. Sono stati selezionati tre studi di bassa qualità metodologica, due dei quali con una bassa numerosità campionaria,<sup>33,34</sup> con probabile causa differente della sintomatologie, differenti prove e batterie dei test, analisi ed elaborazione dei dati non del tutto paragonabili. I risultati però indicano una significatività statistica in alcune prove della verticale visiva soggettiva nei pazienti con neck pain cronico.

Nello studio di Grod et al.<sup>33</sup> non sono stati specificati i metodi di valutazione dei soggetti sintomatici: non è chiaro se al soggetto sia stata effettuata una valutazione dell'impairment, da chi sia stata effettuata e con quale metodologia valutativa né sono state utilizzate scale di valutazione per il neck pain. Questo studio utilizza la versione classica del Subjective Visual Vertical e non specifica in quale modo il soggetto poteva riallineare la barra alla verticale soggettiva.

Entrambi i gruppi di lavoro degli studi di Docherty et al.<sup>31</sup> e di Uthaikhup et al.<sup>34</sup> avevano utilizzato il computerised Rod and Frame test<sup>7</sup> ma con un diverso numero di prove; in entrambi gli studi, i soggetti con neck pain dimostrano alterazioni della percezione della verticale soggettiva in presenza della cornice ruotata ( $p < 0,05$ ), un fattore che può indurre maggiormente in errore i soggetti esaminati; le prove effettuate con la cornice orientata correttamente o senza cornice non hanno rilevato differenze statisticamente significative. E' da considerare il fatto che nello studio di Uthaikhup et al.<sup>34</sup> la significatività si raggiunge solo con la cornice ruotata in senso antiorario di 10° o 15°, con errori maggiori rispetto alla cornice orientata in senso orario, mentre pur non specificando la stima dell'errore, Docherty et al.<sup>31</sup> rilevava errori in entrambe le direzioni. In entrambi i casi la sequenza delle prove è stata sottoposta casualmente dal software di gestione del test, per cui non è possibile ipotizzare che i soggetti potessero essere influenzati da prove più "facili" come quelle con cornice orientata correttamente.

In tutti gli studi è interessante notare che i soggetti sono stati esaminati in posizione seduta. Se analizziamo lo studio di Gosselin et al.<sup>32</sup>, che ha preso in considerazione un gruppo di soggetti sani sottoposti al Computerised Rod and Frame (CRFT) sia in posizione seduta sia in stazione eretta, dopo aver sottoposto la muscolatura del rachide cervicale ad affaticamento, si nota che non sono state riscontrate differenze tra i risultati del test nelle due posizioni; è interessante notare che i maggiori errori, indipendenti dalla posizione, si sono rilevati dopo affaticamento della muscolatura posteriore e laterale.

La percezione della verticalità soggettiva è alterata nei pazienti con recenti infarti emorragici cerebrali che presentano o meno eminegligenza: nello studio di Bonan et al.<sup>35</sup> su 28 pazienti

esaminati, 13 avevano alterazione della verticale visiva soggettiva e 12 avevano un anormale range di incertezza nello stesso test. Anche nella pubblicazione di Frisen<sup>36</sup> che prende in considerazione un campione più ampio (226 soggetti) di soggetti con lesioni cerebrali di vario tipo ed eziologia o patologie cerebrali degenerative, il 58% dei soggetti presentava un'alterazione della verticale soggettiva; è interessante notare che i soggetti con lesioni acute focali esaminati al follow-up di 6 mesi avevano una normale percezione della verticalità, probabilmente dovuta al recupero post-evento traumatico. Anche nella pusher-sindrome<sup>37</sup>, che si presenta in fase subacuta dopo infarto cerebrale, l'alterazione del test della verticale soggettiva è risultato paragonabile a pazienti con lesioni cerebrali che non presentano lateropulsione.

Neuriti vestibolari o paralisi complete dal canale uditivo avevano causato un'alterata percezione della verticalità al Subjective Visual Vertical Test in 17 soggetti su 22.<sup>38</sup> Disfunzioni bilaterali del vestibolo avevano provocato una positività al test della verticale visiva soggettiva come indicato nella pubblicazione di Funabashi et al.<sup>39</sup> questo studio, oltre a rilevare una alterazione della verticalità, confrontava due metodologie di analisi statistica dei risultati del test, con risultati opposti rispetto allo studio di Docherty et al.<sup>30</sup>. L'analisi della media dei risultati calcolata sui valori con segno positivo o negativo non dava risultati statisticamente equiparabili alla media calcolata sui risultati del test considerati come valore assoluto. Essendo l'errore possibile sia in senso orario, con segno positivo, che antiorario, con segno negativo, nel calcolo della media la somma dei diversi valori si può annullare, falsando il risultati del test; considerando invece l'errore come valore assoluto è più probabile che la media rispetti maggiormente l'entità degli errori delle diverse prove. Lo studio di Funabashi et al.<sup>40</sup>, all'opposto di ciò che ha rilevato lo studio di Docherty et al.<sup>30</sup>, ha dimostrato che il calcolo della media degli errori con segno non è statisticamente significativo ( $p>0,05$ ) mentre quello dei valori assoluti è statisticamente significativo.

Patologie o disfunzioni oculari di chiara origine che interessano le strutture dell'occhio non sono correlate ad alterazioni della verticale visiva soggettiva. La correlazione tra l'alterazione della percezione della verticale e le alterazioni della coordinazione o dei movimenti oculari è rilevabile solo se la causa di queste ultime è dovuta a patologie e lesioni del sistema nervoso centrale o degli organi vestibolari,

In assenza di alterazioni delle altre strutture deputate al controllo posturale la causa del sintomo dizziness di origine cervicogenica può essere individuata in una alterazione delle informazioni provenienti dalla muscolatura del rachide cervicale e dai recettori articolari delle zigoapofisi vertebrali.

Una nuova teoria sull'origine della dizziness di origine cervicogenica è stata proposta da

Yacovino e Hain<sup>40</sup> in una recente pubblicazione: assodato che il paziente con cefalea associa spesso il sintomo a vertigini e che la rigidità della muscolatura cervicale e della regione delle spalle è spesso associata a cefalea, gli autori hanno usato il mal di testa come legame tra cervicalgia e vertigini: hanno proposto come causa del sintomo un'alterazione del segnale proveniente dal nucleo o dal percorso del nervo trigemino a livello vestibolare o cervicale associato a sensibilizzazione centrale. L'alterazione del segnale proveniente da una branca del trigemino (ad esempio quella vestibolare può influenzare quella che controlla il flusso sanguigno diretto all'encefalo) potrebbe coinvolgere una branca non sintomatica, dando così origine al sintomo dizziness causato da dolori cervicali oppure da cefalea; le teorie sulla sensibilizzazione centrale potrebbero spiegare il perdurare della sintomatologia ben oltre la reale causa scatenante.

## **CONCLUSIONI**

Sulla base dei risultati ottenuti da questa revisione sono necessari ulteriori studi per confermare con maggiore significatività statistica la relazione tra Neck Pain e l'alterazione della Verticale Visiva Soggettiva.

In particolare sarebbe opportuno produrre studi con potenza adeguata, migliorare la selezione del campione di soggetti sintomatici ed effettuare studi osservazionali con maggiore accuratezza metodologica. La rilevazione dei dati da parte degli autori e la conseguente analisi statistica necessitano di considerazioni più approfondite e di un consenso più ampio sull'entità dell'errore del test della verticale visiva soggettiva.

## BIBLIOGRAFIA

1. Humphreys BK. Cervical outcome measures: testing for postural stability and balance. *J Manipulative Physiol Ther.* 2008;31(7):540-6.
2. Friedmann G. The judgement of the visual vertical and horizontal with peripheral and central vestibular lesions. *Brain.* 1970;93:313-8.
3. Brandt T, Dieterich M. Vestibular syndromes in the roll plane: topographic diagnosis from brainstem to cortex. *Ann Neurol.* 1994;36:337-47.
4. Yelnik AP, Lebreton FO, Bonan IV, Colle FM, Meurin FA, Guichard JP, et al. Perception of verticality after recent cerebral hemispheric stroke. *Stroke.* 2002 Sep;33(9):2247-53.
5. Böhmer A, Rickermann J. The subjective visual vertical as a clinical parameter of vestibular function in peripheral vestibular diseases. *J Vestib Res.* 1995;5:35–45.
6. Guerraz M, Poquin D, Ohlmann T. The role of head-centric spatial reference with a static and kinetic visual disturbance. *Percept Psychophys.* 1998;60:287–95.
7. Bagust J, Rix GD, Hurst HC. Use of a computer rod and frame (CRAF) test to assess errors in the perception of visual vertical in a clinical setting: a pilot study. 2005;8(3):134-39.
8. Bonan IV, Hubeaux K, Gellez-Leman MC, Guichard JP, Vicaut E, Yelnik AP. Influence of subjective visual vertical misperception on balance recovery after stroke. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2007;78:49–55.
9. Frisen L. Ocular torsions and the subjective visual vertical with central vestibulo-ocular system lesions: independence disproved. *Acta Neurol Scand* 2012;126:205–9.
10. Faralli M, Longari F, Ricci G, Ibba MC, Frenguelli A. Influence of extero- and proprioceptive afferents of the plantar surface in determining subjective visual vertical in patients with unilateral vestibular dysfunction. *Acta Otorhinolaryngol Ital.* 2009;29(5):245-50.
11. Valko Y, Hegemann SC, Weber KP, Straumann D, Bockisch CJ. Relative diagnostic value of ocular vestibular evoked potentials and the subjective visual vertical during tilt and eccentric rotation. *Clin Neurophysiol.* 2011;122(2):398-404.
12. Vibert D, Häusler R. Long-term evolution of subjective visual vertical after vestibular neurectomy and labyrinthectomy. *Acta Otolaryngol.* 2000 Aug;120(5):620-2.
13. Kumagami H, Saino Y, Baba A, Fujiyama D, Takasaki K, Takahashi H. Subjective visual vertical in acute attacks of Ménière's disease. *Otol Neurotol* 2009;30(2):206-9.
14. Kristjansson E, Treleaven J. Sensorimotor function and dizziness in neck pain: implications for assessment and management. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009;39:364-77.

15. Jull G, Sterling M, Falla D, Treleaven J, O’Leary S. Whiplash, headache and pain. Churchill Livingstone, London (U.K.), 2008.
16. Childs JD, Cleland JA, Elliott JM, Teyhen DS, Wainner RS, Whitman JM, Sopky BJ et al. American physical therapy association. Neck pain: clinical practice guidelines linked to the international classification of functioning, disability, and health from the orthopaedic section of the american physical therapy association. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008;38(9):A1-34.
17. Heikkila H, Johansson M, Wenngren BI. Effects of acupuncture, cervical manipulation and NSAID therapy on dizziness and impaired head repositioning of suspected cervical origin: a pilot study. *Man Ther.* 2000;5(3):151-7.
18. Wrisley DM, Sparto PJ, Whitney SL, Furman JM. Cervicogenic dizziness: a review of diagnosis and treatment. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2000;30(12):755-66.
19. Reid S, Rivett D, Katecar MG, Callister R. SNAGs are an effective treatment for cervicogenic dizziness. *Man Ther.* 2008;13(4):357-66.
20. Yacovino D, Hain T. Clinical characteristics of cervicogenic-related dizziness and vertigo *Neuro-Otology. Semin Neurol.* 2013;33(3):244-55.
21. Juul T, Langberg H, Enoch F, Søgaaard K. The intra- and inter-rater reliability of five clinical muscle performance tests in patients with and without neck pain. *BMC Musculoskelet Disord.* 2013;14:339.
22. Tesio L, Longo S, Rota V. The subjective visual vertical: validation of a simple test. *Int J Rehabil Res.* 2011;34(4):307-15.
23. Bagust J, Docherty S, Haynes W, Telford R, Isableu B. Changes in rod and frame test scores recorded in schoolchildren during development – a longitudinal study. *PLoS One.* 2013;8(5):e65321.
24. Bagust J, Rix GD, Hurst HC. Use of a computer rod and frame (CRAF) test to assess errors in the perception of visual vertical in a clinical setting: a pilot study. *Clinical Chiropractic.* 2005;8(3):134-39.
25. Bagust J. Assessment of verticality perception by a rod-and-frame test: preliminary observations on the use of a computer monitor and video eye glasses. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86(5):1062-4.
26. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JP et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *PLoS Medicine.* 2009;6(7):e1000100.

27. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Medicine*. 2009;6(7):e1000097.
28. Vandenberghe JP, von Elm E, Altman DG, Gøtzsche PC, Mulrow CD, Pocock SJ et al. STROBE Initiative. Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE): explanation and elaboration. *PLoS Med*. 2007;4(10):e297.
29. von Elm E, Douglas G, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC et al. STROBE Statement: linee guida per descrivere gli studi osservazionali. Traduzione italiana. *Terapia Evidence Based*. 2008;1(1):1-8.
30. Docherty S, Schärer R, Bagust J, Humphreys BK. Perception of subjective visual vertical and horizontal in patients with chronic neck pain: a cross-sectional observational study. *Man Ther*. 2012;(17):133-38.
31. Funabashi M, Silva NN, Watanabe LM, Santos-Pontelli TE, Colafêmina JF, Carneiro AA, et al. The use of a neck brace does not influence visual vertical perception. *Arq Neuropsiquiatr*. 2011;69(3):509-12.
32. Gosselin G, Fagan MJ. Effects of cervical muscle fatigue on the perception of the subjective vertical and horizontal. *Springerplus*; 2014;3:78.
33. Grod JP, Diakow PR. Effect of neck pain on verticality perception: a cohort study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2002;83(3):412-5.
34. Uthairup S, Jull G, Sungkarat S, Treleaven J. The influence of neck pain on sensorimotor function in the elderly. *Arch Gerontol Geriatr*. 2012;55:667–72.
35. Bonan I, Hubeaux K. Influence of subjective visual vertical misperception on balance recovery after stroke. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2007;78:49–55.
36. Frisen L. Deviations of the visual upright in three dimensions in disorders of the brainstem: a clinical exploration. *Brain*. 2010;133; 3541–51.
37. Johannsen L, Fruhmann Berger M, Karnath HO. Subjective visual vertical (SVV) determined in a representative sample of 15 patients with pusher syndrome. *J Neurol*. 2006;253(10):1367-9
38. Nagai N, Ogawa Y, Hagiwara A, Otsuka K, Inagaki T, Shimizu S et al. Ocular vestibular evoked myogenic potentials induced by bone-conducted vibration in patients with unilateral inner ear disease. *Acta Otolaryngol*. 2014;134(2):151-8.
39. Funabashi M, Santos-Pontelli TE, Colafêmina JF, Pavan TZ, Carneiro AA, Takayanagui OM. A new method to analyze the subjective visual vertical in patients with bilateral vestibular dysfunction. *Clinics (Sao Paulo)*. 2012;67(10):1127-31.

40. Yacovino DA, Hain TC. Clinical characteristics of cervicogenic-related dizziness and vertigo. *Semin Neurol.* 2013;33:244-55.

## APPENDICE

Valutazione degli studi inclusi con STROBE Statement<sup>28,29</sup>

	Item No	Recommendation	Docherty	Grod	Uthaikhup
<b>Title and abstract</b>					
	1a	Indicate the study's design with commonly used term in the title or the abstract	✓	×	×
	1b	Provide in the abstract an informative and balanced summary of what was done and what was found	×	×	✓
<b>Introduction</b>					
Background/ rationale	2	Explain the scientific background and rationale for the investigation being reported	✓	✓	✓
Objectives	3	State specific objectives, including any prespecified hypotheses	✓	✓	✓
<b>Methods</b>					
Study design	4	Present key elements of study design early in the paper	×	×	×
Setting	5	Describe the setting, locations, and relevant dates, including periods of recruitment, exposure, follow-up, and data collection	×	×	×
Participants	6	(a) Give the eligibility criteria, and the sources and methods of selection of participants	✓	×	✓
Variables	7	Clearly define all outcomes, exposures, predictors, potential confounders, and effect modifiers. Give diagnostic criteria, if applicable	✓	×	✓

Data sources/ measurement	8*	For each variable of interest, give sources of data and details of methods of assessment (measurement). Describe comparability of assessment methods if there is more than one group	exp ✓	unex. ✓	exp ✓	unex. ✓	exp ✓	unex. ✓
Bias	9	Describe any efforts to address potential sources of bias	✗		✗		✗	
Study size	10	Explain how the study size was arrived at	✗		✗		✗	
Quantitative variables	11	Explain how quantitative variables were handled in the analyses. If applicable, describe which groupings were chosen and why	✓		✓		✓	
Statistical methods	12a	Describe all statistical methods, including those used to control for confounding	✓		✓		✓	
	12b	Describe any methods used to examine subgroups and interactions	✗		✗		✗	
	12c	Explain how missing data were addressed	✗		✗		✗	
	12d	If applicable, describe analytical methods taking account of sampling strategy	✗		✗		✗	
	12e	Describe any sensitivity analyses	✗		✗		✗	
<b>Results</b>								
Participants	13a*	Report numbers of individuals at each stage of study—eg numbers potentially eligible, examined for eligibility, confirmed eligible, included in the study, completing follow-up, and analysed	exp ✓	unex. ✓	exp ✗	unex. ✗	exp ✓	unex. ✓

	13b*	Give reasons for non-participation at each stage	exp nv	unex. nv	exp nv	unex. nv	exp nv	unex. nv
	13c*	Consider use of a flow diagram	exp ✗	unex. ✗	exp ✗	unex. ✗	exp. ✗	unex. ✗
Descriptive data	14a*	Give characteristics of study participants (eg demographic, clinical, social) and information on exposures and potential confounders	exp. ✗	unex. ✗	exp. ✗	unex. ✗	exp. ✓	unex. ✓
	14b*	Indicate number of participants with missing data for each variable of interest	exp. ✗	unex. ✗	exp. ✗	unex. ✗	exp. ✗	unex. ✗
Outcome data	15*	Report numbers of outcome events or summary measures	exp. ✓	unex. ✓	exp. ✓	unex. ✓	exp. ✓	unex. ✓
Main results	16a	Give unadjusted estimates and, if applicable, confounder-adjusted estimates and their precision (eg, 95% confidence interval). Make clear which confounders were adjusted for and why they were included		✗		✗		✗
	16b	Report category boundaries when continuous variables were categorized		✗		✗		✗
	16c	If relevant, consider translating estimates of relative risk into absolute risk for a meaningful time period		nv		nv		nv
Other analyses	17	Report other analyses done—eg analyses of subgroups and interactions, and sensitivity analyses		✓		✗		✓
<b>Discussion</b>								
Key results	18	Summarise key results with reference to study objectives		✗		✓		✗

Limitations	19	Discuss limitations of the study, taking into account sources of potential bias or imprecision. Discuss both direction and magnitude of any potential bias	×	×	✓
Interpretation	20	Give a cautious overall interpretation of results considering objectives, limitations, multiplicity of analyses, results from similar studies, and other relevant evidence	×	✓	✓
Generalisability	21	Discuss the generalisability (external validity) of the study results	×	×	×
<b>Other information</b>					
Funding	22	Give the source of funding and the role of the funders for the present study and, if applicable, for the original study on which the present article is based	×	✓	×

**NOTE:**

exp (exposed): soggetti sintomatici;

unex (unexposed): soggetti asintomatici o gruppo di controllo;

✓: item presente.

×: item assente in modo totale o parziale;

nv: item non valutabile.