

**Università degli studi di Genova**  
**Facoltà di Medicina e Chirurgia**  
MASTER IN RIABILITAZIONE DEI DISORDINI MUSCOLOSCHIELETRICI  
in collaborazione con libera Università di Bruxelles

**“AFFIDABILITA’ DEI TEST DI NEURODINAMICA DEL QUADRANTE  
SUPERIORE”**

REFERENTE:

Tommaso Geri

TESI DI:

Manuele Chini

# INDICE

Pag.

1. Abstract .....	2
2. Introduzione.....	3
2.1. Disfunzioni neurofisiologiche in seguito a neuropatia da compressione.....	3
2.2. Sindromi da intrappolamento dei nervi periferici nell'arto superiore.....	4
2.3. Brevi cenni eziologici ed epidemiologici delle Sindromi da intrappolamento.....	5
2.4. Esame neurologico secondo i classici canoni.....	8
2.5. Concetto di mecano sensitività e proprietà del Sistema Nervoso.....	12
2.6. Movimento del Sistema Nervoso in relazione a infiammazione.....	13
2.7. Introduzione alla Neurodinamica.....	14
2.8. Test Neurodinamici.....	15
2.9 Concetto di differenziazione strutturale.....	18
3. Materiali e Metodi.....	19
4. Risultati.....	19
5. Discussione.....	23
6. Conclusioni.....	29
7. Bibliografia.....	30

## 1. ABSTRACT

**BACKGROUND:** le caratteristiche neuromeccaniche e neurofisiologiche del sistema nervoso permettono una tolleranza alle forze compressive e di allungamento del tessuto nervoso in base ai movimenti corporei. Nel caso in cui un evento flogistico colpisca la struttura nervosa queste condizioni cambiano e sono sufficienti solo piccole dosi di compressione e allungamento per alterarne la fisiologia. Da ciò deriva l'aumento della sensibilità meccanica che è una delle caratteristiche valutate nell'esame neurologico e nei test di neurotensione del quadrante superiore, conosciuti in letteratura come "Upper Limb Neurodynamic Test" (ULNT) . Oggetto di molta attenzione nella ricerca gli ULNT permettono di distinguere un dolore somatico da uno di ordine neurogenico andando a tensionare il nervo periferico affetto da patologia. L'obiettivo di questo lavoro è di verificare l'affidabilità inter-operatore dei test neurodinamici del quadrante superiore nel panorama della letteratura biomedica e di valutare la loro riproducibilità e interazione all'interno dei canoni classici dell'esame neurologico.

**MATERIALI E METODI:** la ricerca è stata effettuata all'interno delle principali banche dati biomediche (Pubmed e Pedro) con l'integrazione del libro "*Clinical Neurodynamics*" di M Shacklock<sup>1</sup>. Sono stati selezionati gli articoli che hanno valutato l'affidabilità inter-operatore dei test neurodinamici, mentre sono stati esclusi tutti gli articoli che hanno trattato altri aspetti legati all'esecuzione dei test di neurodinamica.

**RISULTATI:** dalla ricerca sono emersi 5 studi clinici: tre Research Support<sup>32 34 35</sup>, un Prospective Diagnostic Study<sup>10</sup> e Comparative Study<sup>33</sup>.

**DISCUSSIONE:** L'articolo di Coppietters<sup>33</sup> sembra rilevare la migliore affidabilità del test neurodinamico ( coefficiente di intercorrelazione tra classi che varia da 0,86 a 0,98 ). Dallo studio di Wainner<sup>10</sup> è risultato un coefficiente k che varia da 0,76 a 0,83. Nell'articolo di Vanti<sup>35</sup> i valori del coefficiente ICC sono oscillati tra 0,41 e 0,81 mentre nello studio di Coppietters<sup>32</sup> il coefficiente ICC ha dimostrato uno spettro molto ampio ed è compreso tra i valori limite di - 0,25 e 0,96. Infine lo studio di Schmidt<sup>34</sup> ha fatto emergere un coefficiente Kappa che varia da 0,36 a 0,54.

**CONCLUSIONI:** Gli autori presi in esame nel mio studio hanno basato la loro ricerca su criteri non omogenei tra di loro, nel tentativo di dimostrare l'affidabilità interoperatore del test neurodinamico. Molteplici aspetti sono stati presi in esame nella verifica del test come dolore<sup>33 35</sup>, reazioni e resistenze muscolari<sup>32 35</sup>, implicazioni nell'esame neurologico<sup>10 34</sup> di base nonché strategie differenti nel testare la differenziazione strutturale<sup>32 33 34</sup>. Questo non ha potuto determinare un confronto diretto dei dati rilevati negli articoli esaminati.

## **2. INTRODUZIONE**

### **2.1. DISFUNZIONI NEUROFISIOLOGICHE IN SEGUITO A NEUROPATIA DA COMPRESSIONE**

Le neuropatie da compressione sono quelle condizioni che possono degradare la qualità della vita dei pazienti e limitare le loro attività lavorative<sup>2</sup>. Generalmente le sindromi da compressione nervosa cronica presentano uno spettro molto vario e soggettivo di sintomi a livello motorio e sensoriale. Si possono riscontrare effetti negativi che variano dal dolore muscolare a una debolezza o un'astenia completa a livello motorio, e da parestesie intermittenti ad intorpidimento costante a livello sensoriale<sup>3</sup>. L'istopatologia della compressione nervosa si trasforma in un continuum di cambiamenti tissutali che dipendono dalla durata della stessa compressione. I primi segni degenerativi si manifestano inizialmente con un danneggiamento a carico della barriera sanguigna perineurale e con formazione di edema sub-perineurale. Successivamente il tessuto nervoso andrà incontro a tumefazione del tessuto connettivo e a demielinizzazione, prima segmentale e poi diffusa, con degenerazione assonale<sup>4</sup>. Upton e McComas nel 1973 introdussero il concetto della "Sindrome del Double Crush" dove una compressione del nervo a livello prossimale rende il nervo meno tollerante alle forze compressive nei siti di entrapment distali<sup>5</sup>. La sommazione delle compressioni riduce così il flusso assoplasmatico andando a peggiorare la sintomatologia dolorosa. Lundborg nel 1988 ha presentato anche una variante di questa patologia, denominata la

“Sindrome Double Crush Reversibile”<sup>6</sup> dove una compressione distale del nervo può alterare la trasmissione neurale rendendola reversibile verso i siti prossimali. Il nervo compresso inoltre può andare incontro a diverse forme di degenerazione. Seddon nel 1943 le classificò in: neuroprassia, neurotmesi e assonotmesi<sup>7</sup>. La neuroprassia è la condizione meno grave delle tre dove la demielinizzazione provoca un blocco temporaneo della conduzione nervosa tale da non causare un effetto degenerativo/rigenerativo dell’assone. Questa condizione patologica tende a risolversi all’incirca dopo 12 settimane dalla lesione. Più complessa risulta essere l’assonotmesi descritta da Seddon come “Degenerazione Walleriana” con conseguenti cambiamenti degenerativi a carico dei muscoli che all’esame elettromiografico risultano essere ipofunzionali. La rigenerazione neurale avrà un andamento di 1 mm al giorno o di un pollice (circa 2,54 cm) al mese e potrebbe essere valutata con un miglioramento al Segno di Tinel<sup>3</sup>. La lesione più severa riguarda la neurotmesi con conseguente rottura del tubo neurale e denervazione degli organi innervati. Sunderland ha aggiunto alla classificazione di Seddon altri due livelli di lesione<sup>8</sup>: un quarto livello è descritto come neuroma in continuità, dove è necessario l’intervento chirurgico, e un quinto livello si verifica con la dissezione completa del nervo. Mackinnon<sup>9</sup> ha introdotto un ulteriore grado di lesione alla classificazione di Sunderland: il sesto grado che comprende molteplici lesioni, anche di diversi gradi, riferibili allo stesso nervo.

## **2.2. SINDROMI DA INTRAPPOLAMENTO DEI NERVI PERIFERICI NELL’ ARTO SUPERIORE**

Le neuropatie da compressione nervosa hanno una natura variabile e i siti detti di intrappolamento o di “entrapment”, dove esse tendono a verificarsi, sono molteplici. Per tali ragioni queste condizioni patologiche, se riscontrate a livello del quadrante superiore, possono essere differenziate in:

- Sindrome Radicolare Cervicale o Radicolopatia Cervicale
- Sindrome dello Stretto Toracico (TOS)

- Sindrome del Nervo Soprascapolare (N. Soprascapolare)
- Sindrome dello Spazio Quadrilatero (N. Ascellare)
- Sindrome del Pronatore Rotondo (N. Mediano)
- Sindrome del Supinatore (N. Radiale)
- Sindrome del Tunnel Cubitale (N. Ulnare)
- Sindrome del Tunnel Carpale (N. Mediano)
- Sindrome del Canale di Guyon (N. Ulnare)

### 2.3. BREVI CENNI EZIOLOGICI E EPIDEMIOLOGICI DELLE SINDROMI DA INTRAPPOLAMENTO

- Sindrome Radicolare Cervicale:

La sindrome radicolare in generale viene definita come un disordine a carico della radice nervosa, più comunemente causata da un'erniazione del disco vertebrale o da altro materiale che crea compressione e e/o infiammazione locale <sup>10</sup>. La radicolopatia cervicale ha una prevalenza è di 3,3 casi su 1000 abitanti con un picco di incidenza che si riscontra nella quarta/quinta decade della vita e un'incidenza annuale di 2,1 casi per 1000 abitanti. Le radici più comunemente colpite sono quelle comprese tra i segmenti C5-C6 e C6-C7 <sup>11</sup>.

- Sindrome dello Stretto Toracico:

La Sindrome dello stretto toracico (TOS) è un complesso quadro patologico determinato da compressione neurovascolare a carico del plesso brachiale, della vena e arteria succlavia. I siti di intrappolamento compressivo più frequenti si verificano a livello del triangolo degli scaleni (costituito anteriormente dal muscolo scaleno anteriore, posteriormente dallo scaleno medio e

inferiormente dalla faccia mediale della prima costa) e a livello dello spazio subcoracoideo (costituito dal margine inferiore della coracoide e il piccolo pettorale)<sup>14</sup>. La TOS può essere causata in seguito a ripetuti movimenti di abduzione di spalla o di esagerati movimenti del tratto cervicale<sup>14 15</sup> o a anomalie congenite delle coste o della coracoide<sup>14</sup>. Il tasso di incidenza della TOS è sconosciuto e varia in base alle aree geografiche<sup>16</sup>.

- Sindrome del Nervo Soprascapolare:

Il N. Soprascapolare decorre lungo la spina scapolare e si divide in due branche: il nervo soprascapolare e il nervo infrascapolare. Un intrappolamento del N. Soprascapolare può essere causato: da gesti o movimenti così detti “overhead” ripetuti e/o prolungati nel tempo che determinano una compressione del nervo stesso, dallo stiramento del nervo conseguente a movimenti ripetitivi della scapola<sup>13</sup>. (non sono stati rilevati riferimenti epidemiologici)

- Sindrome dello Spazio Quadrilatero:

Lo spazio quadrilatero (costituito da il muscolo tricipite del braccio medialmente, dal piccolo rotondo superiormente, dal gran rotondo inferiormente e dalla testa omerale) è attraversato dal nervo ascellare<sup>12</sup>. Una compressione di tale nervo può avvenire o in seguito a: dislocazione o risalita della testa omerale, a sovraccarico funzionale della spalla o intervento chirurgico della cuffia dei rotatori<sup>13</sup>. (Non sono stati trovati riferimenti epidemiologici).

- Nervo mediano al gomito: Sindrome del Pronatore Rotondo:

Il pronatore rotondo può comprimere il nervo mediano, causando sintomi che mimano la sindrome del tunnel carpale. Vengono avvertiti malessere e dolori all'avambraccio causate da attività ripetitive che richiedono la pronazione dell'avambraccio, in particolare con gomito esteso. Possono essere presenti parestesie che si irradiano alle prime due dita della mano<sup>13</sup>. (Non sono stati trovati riferimenti epidemiologici).

- Sindrome del Supinatore:

La Sindrome del Supinatore o Neuropatia del Nervo Interosseo Posteriore (PIN) è causata da compressione del nervo Interosseo Posteriore all'interno dell'Arcata di Fröhse ed è caratterizzata da una sensazione di dolore profondo nella porzione posteriore dell'avambraccio; essa può essere accompagnata dalla debolezza dei muscoli estensori dell'avambraccio e del muscolo brachioradiale e/o da alterazione sensoriale, o da una combinazione di entrambe. Nella estremità superiore si verifica con minore frequenza rispetto alle neuropatie del nervo mediano e ulnare <sup>17</sup>. (Non sono stati trovati riferimenti epidemiologici).

- Sindrome del Tunnel Cubitale:

La Sindrome del Tunnel Cubitale è la più comune Sindrome da Entrapment del nervo ulnare; viene stimata un'incidenza di 20,9 casi su 100.000 persone <sup>18</sup>; essa è causata dalla compressione, trazione e pressione del nervo a livello del tunnel cubitale del gomito e si manifesta soprattutto nei lavoratori che passano molto tempo con il gomito in posizione flessa (ad. es. lavoro di centranilista) perché questa posizione aumenta la pressione intraneurale che modifica la morfologia del nervo da una forma ovale a una ellittica <sup>19</sup>.

- Sindrome del Tunnel Carpale :

La Sindrome del Tunnel Carpale (CTS) è la più comune forma di sindrome da entrapment. È prodotta dalla compressione del nervo mediano all'interno del canale osteofibroso che si forma tra il retinacolo dei flessori e le ossa carpali <sup>12</sup>. Studi statistici hanno riportato un tasso di incidenza annuale tra 0,5 e 5,1 per 1000 abitanti, e un range tra 0,4 e 1,5 per 1000 abitanti affetti da CTS vengono sottoposti a intervento chirurgico di "release" del nervo mediano <sup>20</sup>. I primi sintomi sono riferibili a parestesia che risale dalle prime tre dita della mano fino all'avambraccio . (Non sono stati trovati riferimenti epidemiologici).

- Sindrome del Tunnel di Guyon:

Il Tunnel di Guyon è una struttura anatomica delimitata nella porzione dorsale dal Retinacolo dei Flessori, in quella volare dal Legamento Pisocarpiano, in quella mediale dall'osso Pisiforme e in quella laterale dall'uncino dell'Osso Hamatum<sup>13</sup>. Questa è la sede di intrappolamento del Nervo Ulnare le cui cause sono di natura compressiva e variano da condizioni post-traumatiche (frattura dell'uncino dell'Osso Hamatum), a anomalie muscolari, a compressioni provenienti dall'esterno, da masse interne (cisti gangliari, angiomi), ad artrite e ad aneurisma dell'arteria ulnare<sup>13</sup>.

#### **2.4. ESAME NEUROLOGICO SECONDO I CLASSICI CANONI**

La valutazione neurologica riferita al quadrante superiore è basata sul riconoscimento di pattern specifici e su precisi danni anatomici in relazione alla topografia dei singoli nervi e all'innervazione muscolare e cutanea<sup>21</sup>. La conduzione dell'esame neurologico avviene valutando la forza dei muscoli chiave, la qualità sensoriale e la meccanosensibilità dei territori innervati corrispondenti al tronco nervoso preso in esame. L'esame analizza dunque i seguenti aspetti:

- Esame Motorio e Muscolare:

La forza può essere valutata sia a livello qualitativo che quantitativo. Una compressione cronica del nervo degenera in un primo stadio in una debolezza muscolare fino ad una completa atrofia. Ci sono vari criteri valutativi per analizzare la forza muscolare. La prima valutazione descritta in letteratura è stata pubblicata nel 1943 dal "Concilio Britannico della Ricerca Medica"<sup>22</sup>. Essa valuta la forza in scala da 0 a 5 gradi: 0 = non contrazione muscolare, 1 = accenno di contrazione, 2 = movimento senza gravità, 3 = movimento contro gravità a tutto arco di movimento, 4 = movimento contro resistenza e 5 = normale forza muscolare. Birch et al.<sup>24</sup> classificò la forza in: M = 0 assenza di contrazione, M = 1 contrazione visibile ai mm. prossimali, M = 2 contrazione visibile sia a livello prossimale che distale, M = 3 contrazione dei mm. prossimali e distali contro resistenza, M = 4 sono

possibili contrazioni muscolari sinergiche indipendenti, M = 5 completa guarigione. In seguito ad una denervazione completa risulterà una completa perdita della forza muscolare con conseguente atrofia. L'esame potrebbe essere influenzato da azioni muscolari di altri muscoli non denervati che adempiono allo stesso movimento ( ad es. azione del deltoide funzionante che maschera l'azione del sovraspinato analogo nell'abduzione di spalla).

- Test Provocativi per la Compressione Nervosa:

Fin dalle prime fasi di compressione i test provocativi possono risultare positivi. Mediante la digitopressione localizzata ai siti di intrappolamento possiamo evocare i sintomi riferiti dal paziente. Uno dei test provocativi più conosciuti, soprattutto nelle sindromi di tunnel carpale, è il segno di Tinel <sup>3</sup>. Il test consiste nella percussione, utilizzando le dita, del nervo nel sito di intrappolamento. Nel caso in cui il test debba essere applicato per valutare la sindrome del tunnel carpale, la percussione verrà effettuata a livello del canale carpale sul nervo mediano. In caso in cui debba essere valutato il nervo mediano, a livello dell'avambraccio prossimale, si effettua il test in regione del Muscolo Pronatore Rotondo. Per valutare la Sindrome del Tunnel Cubitale il test è eseguito sul nervo ulnare procedendo dalla zona prossimale a quella distale del Tunnel Cubitale, mentre in caso si testò il Plesso Brachiale, si effettua il test in regione sovra-clavicolare davanti ai Muscoli Scaleni ed è positivo se l'irradiazione si estende distalmente lungo l'arto <sup>3</sup>. Altri test provocativi includono delle manovre di posizione compressive che aumentano la tensione neurale e provocano i sintomi riferiti dal paziente. Queste manovre possono essere eseguite abbinando una digitopressione nei siti di intrappolamento del nervo come riporta la tabella 1:

(Tabella 1)

NERVO	SITO DI ENTRAPMENT	TEST PROVOCATIVO
<b>Plesso brachiale</b>	Sopra/infraclavicolare	Elevazione del braccio
		Pressione sul plesso brachiale davanti agli scaleni
<b>Nervo radiale</b>	Avambraccio distale	Pronazione dell'avambraccio con deviazione ulnare del polso.
		Pressione sopra la giunzione tendinea del m. estensore radiale del carpo e m. brachioradiale
<b>Nervo ulnare</b>	Tunnel cubitale	Flessione del gomito
		Pressione sul nervo ulnare in sede del tunnel cubitale
	Canale di Guyon	Pressione a livello del canale di Guyon
<b>Nervo mediano</b>		
	Avambraccio prossimale	Supinazione dell'avambraccio
		Pressione in regione del muscolo pronatore rotondo
	Tunnel carpale	Flessione o estensione del carpo
		Pressione a livello del tunnel carpale

(TABELLA1. E' riportato il nervo testato, il sito di intrappolamento di esso e il test provocativo che abbina il movimento alla digitopressione)

Il test provocativo d'elezione, nel caso dovesse essere valutato un impingement radicolare del tratto cervicale, è lo Spurling test<sup>3 10</sup>. Applicando una compressione assiale sulla testa, posizionata in estensione e flessione laterale, il test risulterà positivo se verranno riprodotti i sintomi lungo l'arto omolaterale alla radice testata. Lo Spurling test è inserito all'interno del TIC ( cluster of test items) un gruppo di test che valuta la probabile presenza di una sindrome radicolare cervicale. Il cluster prevede, oltre allo Spurling test, il "distraction test" ( positivo se la decoattazione cervicale determina un alleviamento dei sintomi), "il test in rotazione cervicale" ( positivo nel caso in cui i

sintomi compaiano entro i 60° di rotazione cervicale) e il “ULNT test” ( di cui ci occuperemo in seguito). Wainner <sup>10</sup> descrisse il TIC attribuendo ad esso il 65% delle probabilità di diagnosi di Radicolopatia con tre test positivi su quattro e il 90% di probabilità con tutti i test positivi. I test provocativi se positivi riproducono i sintomi locali e/o irradiati ma non sono in grado di quantificare i reali cambiamenti degenerativi a carico del nervo.

- Valutazione della Sensibilità:

Uno dei test più usati nella valutazione della sensibilità tattile per i recettori A-Beta è il Ten test <sup>24</sup>: il test valuta la sensibilità superficiale della mano mediante leggeri movimenti di sfioramento sulla superficie liscia della pelle con scala da 0 (=no sensibilità) a 10 (=massima sensibilità) <sup>24</sup>. Per testare la sensibilità vibratoria viene utilizzato un diapason a 256 Hz. che stimola i recettori ad alta velocità di adattamento. Per valutare invece la sensibilità pressoria viene utilizzato il test del miofilamento: il test prevede una varietà dei diametri del nylon del filamento ed induce una pressione cutanea sempre diversa, andando a stimolare i recettori a bassa velocità di adattamento. La discriminazione tattile può essere valutata analizzando contemporaneamente la sensibilità su due punti diversi con l'utilizzo di un apposito algosimetro il “Disk-Criminator” <sup>3</sup>: questo strumento a forma di ottagono è dotato, su ogni suo lato, di due aghi interposti tra loro ad una distanza che varia da 2mm a 15mm. Inducendo una pressione perpendicolare sulla pelle fino a farla leggermente deformare è possibile discriminare la sensibilità nei due punti.

- Riflessi Tendinei:

La valutazione dei riflessi tendinei oggi giorno viene effettuata usando varie tecniche e tipi di martelletti neurologici differenti; per comunicare i risultati ottenuti sono usate diverse scale di valutazione come la Scala NINDS e la Scala Mayo <sup>27</sup>. A livello dell'arto superiore i riflessi osteotendinei testati sono: il Riflesso Bicipitale (radice C4-C5), il Riflesso Brachio-Radiale (radice C5-C6), il Riflesso Tricipitale (radice C6-C7) e il Riflesso Radio-Periostale (C7-C8).

## 2.5. CONCETTO DI MECCANOSENSIVITA' E PROPRIETA' DEL SISTEMA NERVOSO

*“La sensibilità meccanica è la facilità con la quale il tessuto nervoso diventa attivo nel momento in cui una forza è applicata ad esso. Tanto più il tessuto è meccanosensibile, minore è la forza necessaria per ottenere tale attività e più intensa è la risposta nocicettiva che ne deriva.”*<sup>28</sup>. Con questa citazione l'autore introduce il concetto di meccanosensibilità (o sensibilità meccanica) in relazione alle proprietà neuromeccaniche e neurofisiologiche del sistema nervoso. Esse vengono definite “I Tre Eventi Meccanici Primari” e consistono in:

1. Generatore di tensione: Il nervo riesce a resistere a elongazione del tessuto dove è contenuto e ad allungarsi come un telescopio generando tensione. Il perinervio riesce a mandare impulsi nocicettivi al sistema nervoso centrale nel momento in cui la forza di tensione è eccessiva.
2. Movimento delle strutture nervose: Il nervo è in grado di compiere un movimento di scorrimento o di sliding all'interno della propria interfaccia meccanica. L'interfaccia meccanica è il letto che ospita il passaggio del nervo ed è costituita da tutto ciò che risiede in prossimità del sistema nervoso come tendini, muscoli, ossa dischi intervertebrali, legamenti, fasce e vasi sanguigni. Secondo uno studio di McIlean nel 1976<sup>25</sup> la maggior parte del movimento di sliding del nervo si verifica durante l'estensione del polso (7,4 mm verso il basso) e durante la flessione del gomito (4,3 mm verso l'alto).
3. Compressione nervosa: il nervo è in grado di resistere a una compressione nervosa il cui valore limite è circa 30-50mmHg<sup>26</sup>. Essa può essere generata dallo schiacciamento dell'interfaccia meccanica durante un movimento a carico del tessuto nervoso (come ad es. durante la estensione di polso per il nervo mediano o durante la flessione gi gomito per il nervo ulnare), dalla contrazione di un muscolo adiacente al nervo e da altri fenomeni di natura compressiva<sup>1</sup>. L'epinervio protegge l'assone da una compressione eccessiva.

## 2.6. MOVIMENTO DEL SISTEMA NERVOSO IN RELAZIONE A INFIAMMAZIONE

Un qualsiasi processo flogistico diffuso può espandersi e provocare un'alterazione patologica a carico del tessuto nervoso: la "minestra infiammatoria" (costituita da acidi, prostaglandine, istamina, enzimi e macrofagi) aumenta la sensibilità infiammatoria<sup>29</sup>. I nervi colpiti da infiammazione diventano così immunoreattivi e vengono strutturalmente danneggiati dalle citochine infiammatorie.

Tecniche manuali di sliding dei nervi limitano l'azione dei fibroblasti andando a minimizzare la formazione di cicatrici e aderenze, diminuendo la congestione venosa e riducendo la pressione intraneurale formata dall'accumulo di liquidi. Gli esercizi presi in esame in uno studio di Coppieters<sup>30</sup> inducono uno sliding del nervo mediano in relazione alle strutture circostanti ad esso. Questo è permesso realizzando un movimento articolare che allunga il letto nervoso che a sua volta può essere allungato o dall'estremità del polso o agendo su un distretto più lontano, oppure eseguendo il test neurodinamico come esercizio puro. Con l'aumento della tensione si ottiene un aumento della pressione intraneurale. Poiché una pressione di fluido elevata e mantenuta fa diminuire il flusso sanguigno intraneurale, una variazione pressoria dinamica correttamente eseguita fa defluire l'accumulo di edema e riduce lo stimolo nocicettivo. Lo scopo di questo studio è di valutare l'escursione e la tensione del nervo mediano e ulnare in presenza delle sindromi del tunnel carpale e cubitale mediante esercizi di sliding neurale considerando le tecniche proposte dai vari autori: Butler (2000), Coppieters (2004), Shacklock (2005)<sup>30</sup>. Sono state prese come cavie 2 cadaveri dell'età al momento del decesso di 78 e 85 anni. E' stato usato come strumento di misura un calibro nonio digitale, dei trasduttori impiantati sui nervi e dei marker fissi e mobili come riferimenti di misura. Le tecniche di tensionamento prevedevano una serie di movimenti mantenuti estendendo in sequenza il polso da 0° a 60° e il gomito da 90° a 165°. Le tecniche di sliders invece si ottenevano realizzando simultaneamente i due movimenti accoppiati sopra citati andando a tensionare alternatamente il nervo alle sue due estremità. I risultati ottenuti dimostrano che l'escursione longitudinale al polso del nervo mediano durante l'esecuzione delle tecniche di sliding è di 12,6 mm mentre in quelle di tensionamento di 6,1 mm. La tensione intraneurale al polso invece è

pressoché costante nelle tecniche di sliding (con differenza del 0,8 %) mentre varia in modo considerevole con le tecniche di tensionamento ( con differenza del 6,8 %). Il picco di tensione è maggiore nelle tecniche di tensionamento. Riportando il singolo movimento il nervo mediano ha un escursione maggiore con gomito flesso (9,8 mm) rispetto a gomito esteso (8,1 mm). Paradossalmente rispetto a questi risultati al gomito il nervo mediano ha un escursione maggiore nelle tecniche di tensionamento (16,1 mm) rispetto a quelle di sliding (11,1 mm). L'escursione del nervo ulnare invece varia da 8,3 mm ottenuti con le tecniche di sliding a 6,8 ottenuti con le tecniche di tensionamento. Il picco di tensione aumenta da +0,7% a +3,2% con le tecniche di sliding <sup>30</sup>. Da quanto risulta dallo studio di Coppieeters è stato possibile constatare che le tecniche di sliding sono meno aggressive e sono più adatte ad essere somministrate nella fase acuta del processo infiammatorio. Le tecniche di tensionamento sono più adatte a ridurre l'edema intraneurale e gli effetti negativi legati alla scarsa circolazione sanguigna e dovuti ad una eccessiva pressione interna. La somministrazione di queste tecniche ha ottenuto sia un effetto di pompaggio e dell'essudato infiammatorio provocando un miglioramento della circolazione sanguigna del nervo stesso.

## **2.7. INTRODUZIONE ALLA NEURODINAMICA**

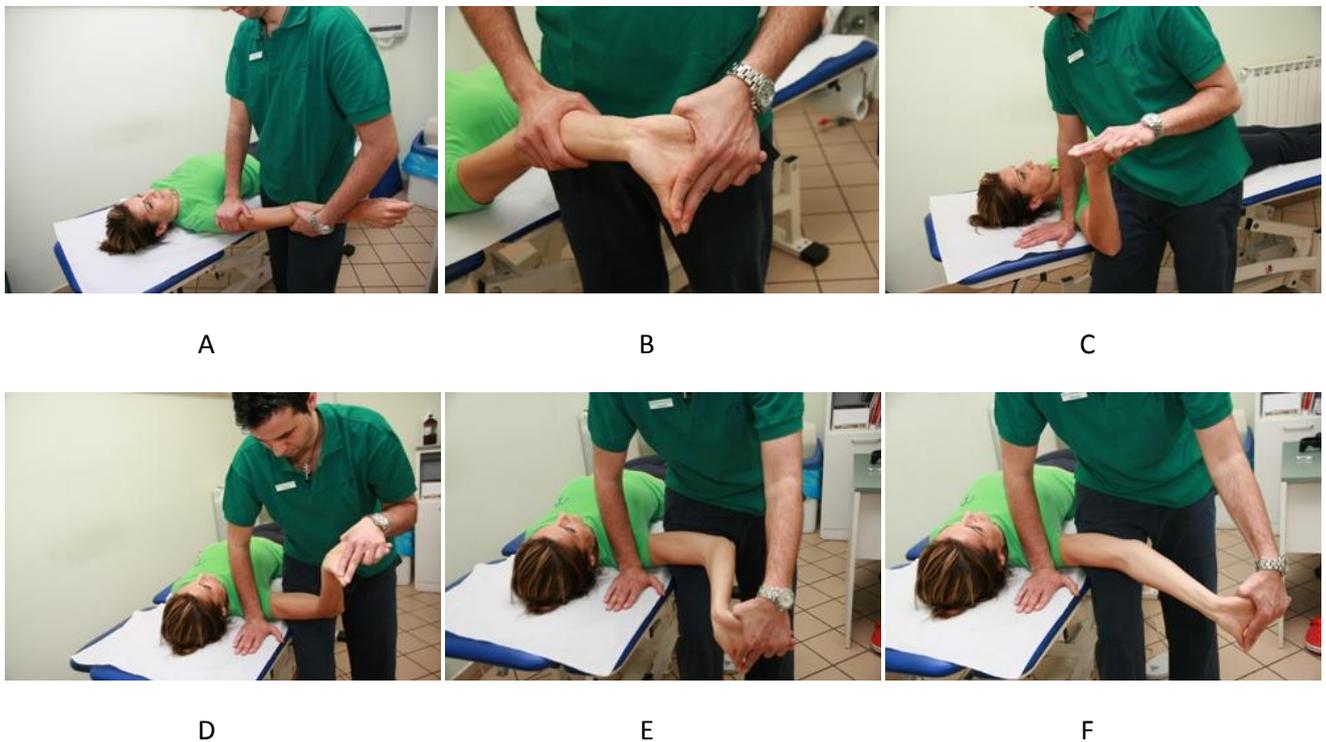
Le prime tecniche di tensione applicate al tessuto nervoso furono applicate nel 1800. Si trova infatti una pubblicazione del 1883 di Marshall nel British Medical Journal <sup>31</sup> dove sono stati riportati dei risultati disastrosi con conseguenze dannose a carico della struttura nervosa. Questo studio era un invito ai colleghi a non usare tecniche di allungamento del tessuto nervoso poiché esse risultavano potenzialmente dannose soprattutto se mantenute per più minuti. Ovviamente questa tesi con il progredire degli anni è stata smentita grazie allo sviluppo della ricerca e della tecnologia in ambito biomedico. Ad oggi abbiamo un chiaro concetto riguardo a ciò che avviene a livello istopatologico all'interno del nervo sia da un punto di vista relativo ai danni legati al processo infiammatorio che per quanto concerne l'importanza della sensibilità meccanica applicata ai movimenti neurali. Il termine "Neurodinamica" fu introdotto per la prima volta da

Shacklock nel 1995 e successivamente approfondito nel 2000 da Butler e dallo stesso Shacklock nel 2005<sup>28</sup>. Ad oggi in letteratura troviamo test neurodinamici denominati in modo differente dagli autori con termine di "tensione neurale" o "stretch neurale" che comunque fanno riferimento a determinate e specifiche tecniche legate alla neurodinamica. Grazie all'introduzione di questi test è stato possibile valutare in modo più approfondito la sensibilità meccanica che fino a poco tempo fa era valutata solo mediante la compressione del tronco nervoso preso in esame con possibile aumento e generazione di allodinia.

## 2.8. TEST NEURODINAMICI:

**ULNT1:** test neurodinamico per testare il Nervo Mediano (Fig.1)

(Fig.1)



(Fig.1 sequenza del test ULNT1: A = posizione di partenza, B = presa a "pistola", C = fissazione di spalla + abduzione di spalla, D = estensione polso e dita + supinazione avambraccio, E = rotazione esterna spalla, F = estensione gomito)

**ULNT2A:** test neurodinamico per testare il Nervo Mediano (Fig.2)

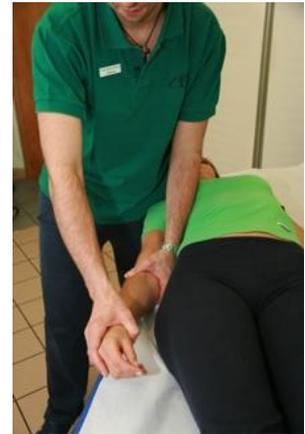
(Fig.2)



A



B



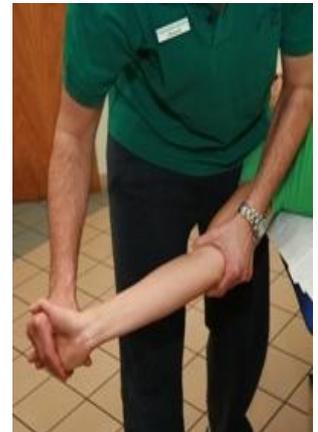
C



D



E



F

*(Fig.2 sequenza del test ULNT2A: A = posizione di partenza, B = depressione spalla, C = estensione gomito, D = rotazione esterna spalla + supinazione avambraccio, E = estensione polso e dita, F = abduzione spalla)*

**ULNT2B:** test neurodinamico per testare il Nervo Radiale (Fig.3)

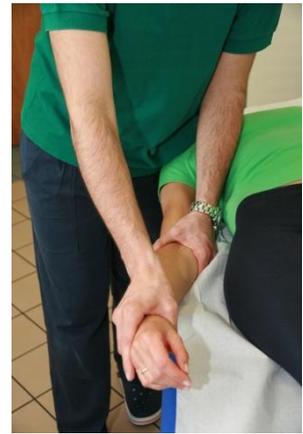
(Fig.3)



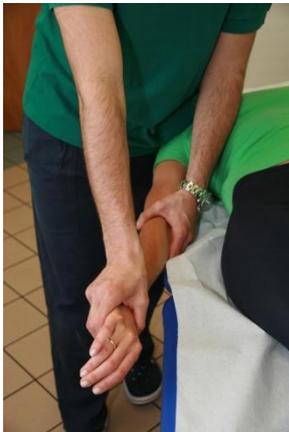
A



B



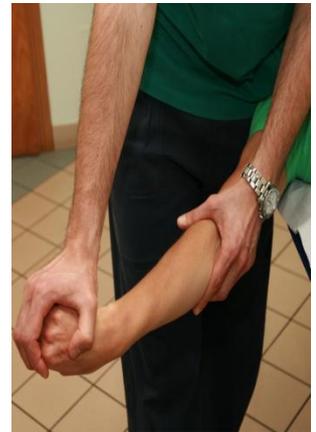
C



D



E

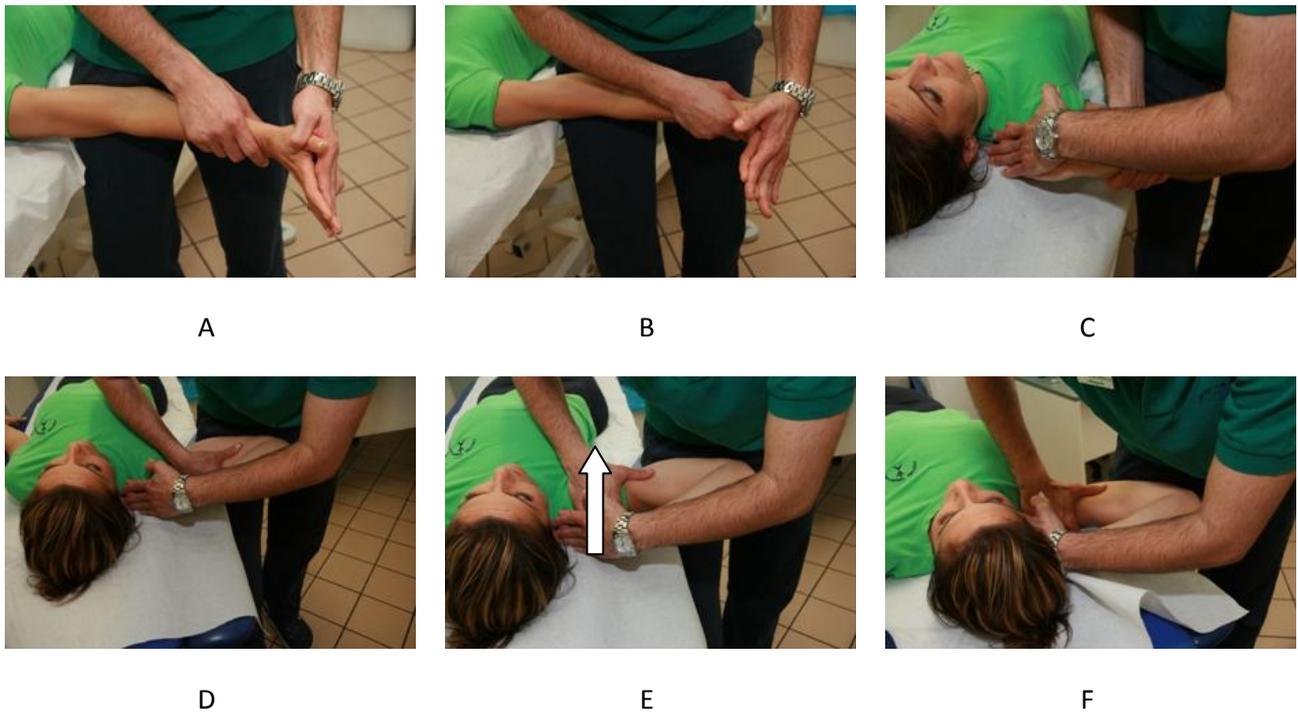


F

*(Fig.3 sequenza del test ULNT2B: A = posizione di partenza, B = depressione spalla, C = estensione gomito, D = rotazione interna spalla + pronazione avambraccio, E = flessione polso e dita + deviazione ulnare, F = abduzione spalla)*

**ULNT3:** : test neurodinamico per testare il Nervo Radiale (Fig.4)

(Fig.4)



*(Fig.4 sequenza del test ULNT3: A = posizione di partenza, B = estensione polso + pronazione avambraccio, C = flessione gomito, D = rotazione esterna spalla, E = depressione spalla, F = abduzione spalla)*

## 2.9. CONCETTO DI DIFFERENZIAZIONE STRUTTURALE

Il fisioterapista è in grado di modificare l'intensità della forza del test neurodinamico durante i vari step e di variare la sequenza del test in relazione alla patologia a cui si trova di fronte. Un test neurodinamico è positivo se i sintomi avvertiti dal paziente sono riprodotti e se possono essere alterati dalla differenziazione strutturale ovvero mettendo in tensione il segmento nervoso corrispondente lontano dalla zona dolorosa. Ad esempio in una Sindrome del tunnel Carpale, i sintomi possono essere riprodotti effettuando una inclinazione della testa controlaterale. La differenziazione strutturale può essere applicata a tutti test neurodinamici <sup>1</sup>.

### **3. MATERIALI E METODI**

La ricerca degli articoli è stata fatta mediante l'utilizzo dei motori di ricerca (PubMed e PEDro) con le seguenti parole chiave: "Neurodynamic tension test", "Upper limb neural tension test", "Upper quadrant neurodynamic test", "Upper limb neurodynamic test". Gli articoli selezionati sono stati reperiti utilizzando il servizio per ricerca riviste dell'Università di Genova (Csita). Non sono stati usati limiti temporali nella ricerca.

**Criteri di inclusione:** gli articoli che hanno dimostrato l'affidabilità inter-operatore dei test neurodinamici prendendo in considerazione i coefficienti statistici di affidabilità: il Coefficiente Kappa (K), il Coefficiente di Correlazione di Intraclassa (ICC) e il Coefficiente di Correlazione di Pearson.

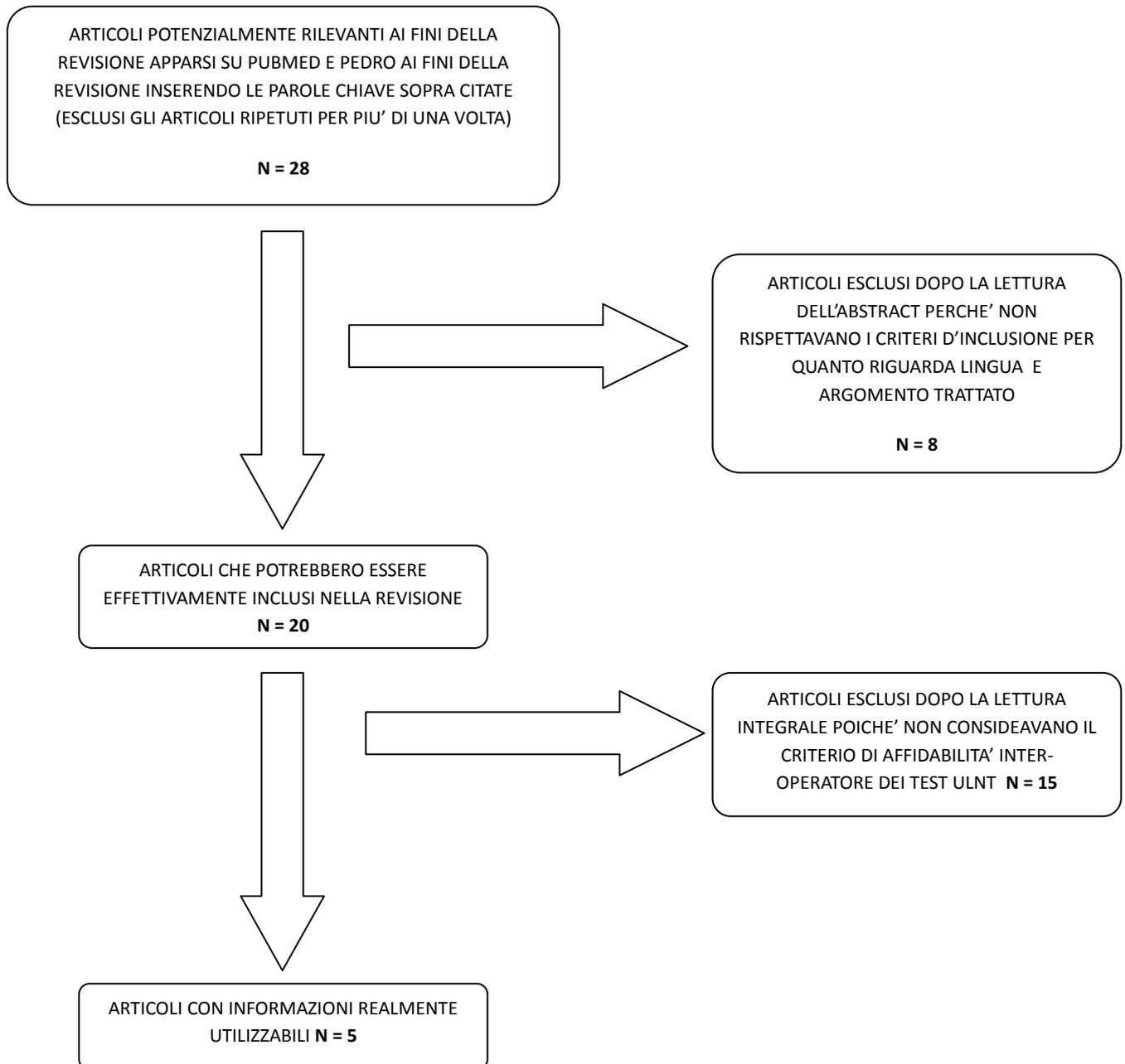
**Criteri di esclusione:** gli articoli che non trattano l'affidabilità inter-operatore bensì trattano altri aspetti legati all'esecuzione dei test o esercizi di neurodinamica; articoli non in lingua inglese o italiana.

### **4. RISULTATI**

Dalla ricerca sono emersi in totale 28 articoli. Di questi, dalla lettura dell'abstract, tre<sup>38 41 42</sup> sono stati scartati perché non rispettavano i criteri della lingua e cinque<sup>44 45 46 48 50</sup> perché trattavano di argomenti non inerenti allo studio in questione. Successivamente, dopo aver letto integralmente gli articoli, ne sono stati esclusi sei<sup>36 37 39 55 56 57</sup> poiché mettevano in risalto esercizi neurodinamici dove il test ulnt era semplicemente un criterio valutativo e altri nove<sup>40 43 47 49 51 52 53 54 58</sup> poiché non veniva presa in considerazione l'affidabilità inter-operatore dei test. Risultano quindi cinque<sup>10 32 33 34 35</sup> articoli rilevanti, di cui tre sono dei Research Support<sup>32 34 35</sup>, un Prospective Diagnostic Study<sup>10</sup> e Comparative Study. Il tutto è riassunto nel diagramma di flusso. Dagli studi presi in considerazione è risultato che il Test ULNT1 ha un valore di ICC che varia da 0.86 a 0.98 nell'articolo di Coppieters<sup>33</sup> dove sembra essere rilevata la migliore affidabilità del test. Dallo studio di Wainner<sup>10</sup> è emerso un coefficiente  $k = 0.76$  per il test ULNT1 e  $K = 0.83$  per il test ULNT2B. Nell'articolo di Vanti<sup>35</sup> i valori del coefficiente ICC per il test ULNT1 sono oscillati tra 0.41 e 0.81, mentre nello studio di Coppieters<sup>32</sup> il coefficiente ICC del test ULNT1 ha avuto uno spettro molto

ampio ed è stato compreso tra i valori limite di  $-0.25$  e  $0.96$ . Infine lo studio di Schmidt<sup>34</sup> ha analizzato tutti i test ULNT e ha fatto emergere un coefficiente  $K = 0.54$  per il test ULNT1,  $K = 0.46$  per il test ULNT2A,  $K = 0.44$  per il test ULNT2B e  $K = 0.36$  per il test ULNT3 .

*(Diagramma di flusso)*



Gli articoli utilizzati in base ai criteri di ricerca sono elencati nella tabella 2:

(Tabella 2)

AUTORE, TITOLO, ANNO DI PUBBLICAZIONE	TIPO STUDIO E OBIETTIVI	SOGGETTI	RISULTATI
<p>(M. W. Coppieeters, K. H. Stappaerts, F. F. Staes, D. Everaert 2000)<sup>32</sup></p> <p><b>Shoulder girdle elevation during neurodynamic testing: an assessable sign?</b></p> <p>Man Ther. 2001 May;6(2):88-96</p>	<p>Research Support</p> <p>Valutare se l'elevazione di spalla influisce sul test neurodinamico per il nervo mediano</p>	<p><b>Soggetti = 35</b></p> <p><b>CRITERI INCLUSIONE:</b> Pazienti asintomatici</p> <p><b>CRITERI DI ESCLUSIONE:</b> postumi di cervicobrachialgia</p>	<p>Si è verificata un'affidabilità interoperatore del test che varia da scarsa a eccellente con ICC che varia da -0,25 a 0,96 per il test ULNT1</p>
<p>(Michel Coppieeters; Karel Stappaerts; Koen Janssens; G Jull 2002)<sup>33</sup></p> <p><b>Reliability of detecting 'onset of pain' and 'submaximal pain' during neural provocation testing of the upper quadrant</b></p> <p>Physiother Res Int. 2002;7(3):146-56.</p>	<p>Comparative Study</p> <p>Verificare se il test nelle sue varianti provocava dolore e valutare l'attendibilità inter e intra-operatore del test ulnt1 in tre sessioni due delle quali eseguite in laboratorio e una in ambiente clinico</p>	<p><b>Soggetti = 37</b></p> <p><b>CRITERI INCLUSIONE:</b> nel primo gruppo pazienti con dolore cervicobrachiale unilaterale; nel secondo e nel terzo pazienti asintomatici</p> <p><b>CRITERI DI ESCLUSIONE:</b> assenti</p>	<p>Si è verificata da una buona a una eccellente affidabilità interoperatore del test effettuato nel secondo esperimento con ICC che varia da 0,86 a 0,98 per il test ULNT1</p>
<p>(R. Wainner, Fridtz, J.J. Irrgang, M. Boninger, A. Delitto, 2003)<sup>10</sup></p> <p><b>Reliability and Diagnostic Accuracy of the Clinical Examination and Patient Self-Report Measures for Cervical Radiculopathy</b></p> <p>Spine 2003;28:52-62</p>	<p>Prospective diagnostic test study</p> <p>Verificare l'affidabilità e l'accuratezza diagnostica di ogni item dell'esame neurologico per la radicolopatia cervicale</p>	<p><b>Soggetti = 82</b></p> <p><b>CRITERI INCLUSIONE:</b> sospetta cervicobrachialgia o Sindrome del Tunnel Carpale</p> <p><b>CRITERI DI ESCLUSIONE:</b> assenti</p>	<p>Lo studio ha dimostrato affidabilità inter-operatore con Kappa = 0,76 per ULNT1 e kappa = 0,83 per ULNT2B</p>

<p>(A.B. Schmid, F. Brunner, H. Luomajoki, U. Held, L. M. Bachmann, S. Künzer and M. W. Coppieters 2009) <sup>34</sup></p> <p><b>Reliability of clinical tests to evaluate nerve function and mechanosensitivity of the upper limb peripheral nervous system</b></p> <p>BMC Musculoskelet Disord. 2009 Jan 21;10:11</p>	<p>Research Support</p> <p>Lo studio vuole verificare l'affidabilità dei test neurologici per testare la meccanosensibilità e la funzione del sistema nervoso periferico</p>	<p><b>Soggetti = 31</b></p> <p><b>CRITERI INCLUSIONE:</b> dolore cervicale e irradiato all'AS non acuto</p> <p><b>CRITERI DI ESCLUSIONE:</b> pazienti con diabete mellito, disordini neurologici diffusi, interventi chirurgici o traumi al braccio nei 3 mesi precedenti, sindrome della cauda equina, cancro o patologie infiammatorie</p>	<p>E' stata riscontrata una moderata affidabilità inter-operatore dei test ULnt con K = 0.54 per il test ULNT1, K = 0.46 per il test ULNT2A, K = 0.44 per il test ULNT2B e K = 0.36 per il test ULNT3</p>
<p>(C. Vanti, L. Conteddu, A. Guccione, F. Morsillo, S. Parazza, C. Viti, P. Pillastrini 2010) <sup>35</sup></p> <p><b>The Upper Limb Neurodynamic Test 1: intra ed extra reliability and the effects repetitions on pain and resistance</b></p> <p>J Manipulative Physiol Ther. 2010 May;33(4):292-299</p>	<p>Research Support</p> <p>Lo studio ha come scopo principale quello di verificare l'affidabilità intra e extra operatore del test ULNT1 in relazione alla provocazione del dolore iniziale e sub-massimale e in relazione alle forze di resistenza. Inoltre vuole determinare gli effetti di alcune ripetizioni del test.</p>	<p><b>Soggetti = 36</b></p> <p><b>CRITERI INCLUSIONE:</b> pazienti asintomatici e con completo arco di movimento del braccio</p> <p><b>CRITERI DI ESCLUSIONE:</b> postumi di cervicobrachialgia o disfunzioni all'Arto Superiore</p>	<p>I risultati determinano un'attendibilità interoperatore che varia da discreta a buona. Con ICC che varia da 0.41 e 0.81 per il test ULNT1</p>

## 5. DISCUSSIONE

Dallo studio di Coppietters <sup>32</sup> l'autore ha voluto dimostrare che la forza in elevazione esercitata dal cingolo scapolare poteva essere interpretata come criterio di affidabilità del test ULNT1 (nello studio definito NTPT1). E' stato infatti presupposto che la contrazione dei muscoli della spalla esercitasse una forza in elevazione del cingolo scapolare per via riflessa, in risposta ad uno stimolo nocicettivo, che aumenta progressivamente durante l'esecuzione del test ULNT1. L'obiettivo dello studio è stato quello di misurare questa forza e se era significativa dal punto di vista clinico. Per questo è stata verificata l'affidabilità interoperatore del test ULNT1 e di alcune sue varianti in relazione all'aumento di tale forza. 35 pazienti asintomatici sono stati esaminati e suddivisi in due gruppi. Il primo gruppo era formato da 25 pazienti ai quali furono somministrate 4 varianti del test che prevedevano, come componente esecutiva, il movimento di estensione del gomito. Le varianti mantenute, durante l'esecuzione, sono consistite nelle combinazioni di movimento del polso (in estensione o in posizione neutra) e della cervicale (in inclinazione controlaterale all'arto testato o in posizione neutra). Inoltre l'articolazione glomerale è stata sempre mantenuta in abduzione a 90° in extrarotazione a 90° .E' stata esercitata ulteriormente una forza in depressione di scapola di 30N, con l'utilizzo di un supporto apposito. L'esecuzione delle quattro varianti è descritta nella tabella 3a.(Tabella 3a)

VARIANTI	MOVIMENTO	POSIZIONE DEL POLSO	POSIZIONE CERVICALE	POS. CINGOLO SCAPOLOMERALE
<b>ULNT1 NEUTRAL</b>	ESTENSIONE DEL GOMITO	NEUTRALE	NEUTRALE	ABDUZIONE = 90° EXTRAROTAZIONE = 90° DEPRESSIONE = 30 N
<b>ULNT1 WE</b>	ESTENSIONE DEL GOMITO	ESTENSIONE (SUBMASSIMALE)	NEUTRALE	ABDUZIONE = 90° EXTRAROTAZIONE = 90° DEPRESSIONE = 30 N
<b>ULNT1 CLLF</b>	ESTENSIONE DEL GOMITO	NEUTRALE	INCL. LAT. CL (SUBMASSIMALE)	ABDUZIONE = 90° EXTRAROTAZIONE = 90° DEPRESSIONE = 30 N
<b>ULNT1 WE+CLLF</b>	ESTENSIONE DEL GOMITO	ESTENSIONE (SUBMASSIMALE)	INCL. LAT. CL (SUBMASSIMALE)	ABDUZIONE = 90° EXTRAROTAZIONE = 90° DEPRESSIONE = 30 N

(tabella 3a: Tabella1 riportata fedelmente dall'articolo esaminato: le varianti del test NTPT1 applicate al primo gruppo. Legenda: NEUTRAL = posizione neutrale, WE = estensione gomito, CLLF = lateroflessione contro laterale, WE+CLLF = estensione polso + lateroflessione ).

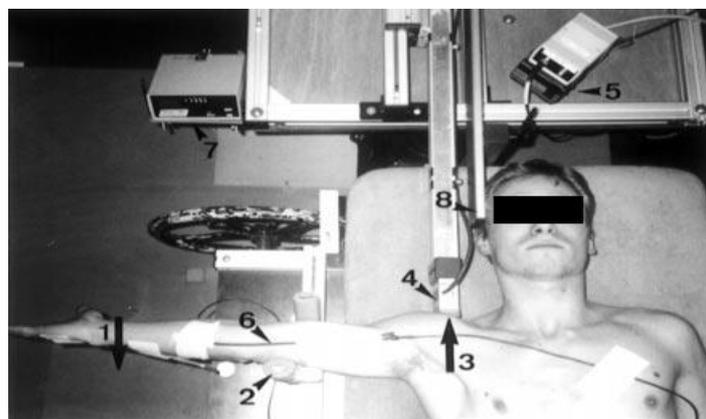
Il secondo gruppo era formato da 10 pazienti ai quali è stata somministrata una sola variante del test. La componente del movimento esecutiva era quella del polso mentre rimanevano medesime le componenti della cervicale, di gomito e spalla. L'esecuzione di questa variante è descritta nella tabella 3b.

(Tabella 3b)

VARIANTI	MOVIMENTO	POSIZIONE DEL GOMITO	POSIZIONE DELLA CERVICALE	POS. CINGOLO SCAPOLOMERALE
<b>WE ULNT1</b>	ESTENSIONE DEL POLSO	ESTENSIONE (SUBMASSIMALE)	NEUTRALE	ABDUZIONE = 90° EXTRAROTAZIONE = 90° DEPRESSIONE = 30 N

(TABELLA 3b: *Tabella1 riportata fedelmente dall'articolo esaminato: le varianti del test NTPT1 applicato al secondo gruppo. Legenda: WE ULNT1 = ULNT1 con il polso come componente di movimento*).

I pazienti sono stati esaminati mediante delle cellule di carico (Z-folded load cell) che hanno registrato la forza in elevazione della spalla durante il test. (FIG.5) E' stata misurata l'ampiezza media ottenibile dalle due componenti di esecuzione (estensione del gomito nelle prime quattro varianti ed estensione del polso nella quinta variante). Successivamente essa è stata suddivisa in percentuali con uno scarto del 10%. Ad ogni percentuale ottenuta è stato assegnato il valore della forza della spalla verificata in quell'istante. Per misurare l'affidabilità del test interoperatore sono stati presi in esame i dati ottenuti da due tester.



(Fig. 5 il "Z-folded load cell" utilizzato nell'esperimento)

Il Coefficiente di Correlazione di (ICC) ottenuto dai risultati dello studio è apparso mutato all'interno di ogni singola variante del test ULNT1. Allo stesso tempo questa variazione è aumentata in base alla percentuale di movimento registrato. I risultati ottenuti (tabella 4) hanno dimostrato un'affidabilità interoperatore maggiore nella seconda metà di movimento.

(Tabella 4)

ICC					
	ULNT1	ULNT1	ULNT1	ULNT1	WE
	NEUTRAL	WE	CLLF	WE+CLLF	ULNT1
10%	0,446	-0,258	0,047	0,148	0,242
20%	0,552	0,042	0,172	0,338	0,217
30%	0,616	0,134	0,251	0,343	0,636
40%	0,595	0,287	0,458	0,603	0,747
50%	0,702	0,593	0,711	0,784	0,718
60%	0,854	0,726	0,801	0,745	0,75
70%	0,803	0,833	0,893	0,867	0,807
80%	0,848	0,845	0,939	0,882	0,928
90%	0,873	0,898	0,93	0,922	0,89
100%	0,964	0,929	0,94	0,94	0,956

*(Tabella 4: Tabella 2 riportata fedelmente dall'articolo esaminato: viene riportato il coefficiente ICC per verificare l'affidabilità interoperatore delle varianti al test ULNT1: è espressa la percentuale di ROM della componente di movimento di ogni singola variante).*

Nel secondo studio di Coppieeters et al.<sup>33</sup> l'autore ha voluto dimostrare l'affidabilità intra/interoperatore del test ULNT prendendo in considerazione il momento della comparsa del dolore (ONSET PAIN, OP) e il momento in cui il paziente avvertiva un dolore ai limiti della tollerabilità (SUBMAXIMAL PAIN, SP). Il test è stato somministrato, da due operatori, a 35 pazienti divisi in 3 gruppi (G1=15, G2=10 G3=12) diversificando i primi 2 gruppi (analizzati in condizioni di laboratorio) dal terzo gruppo (analizzato in ambito ambulatoriale). L'affidabilità interoperatore del

ULNT1 è stata verificata all'interno del secondo gruppo preso in esame. Ad ognuno, dei 10 soggetti asintomatici, è stato eseguito il test neurodinamico ripetendolo in quattro varianti diverse e per tre volte ad ogni variante. Le varianti differivano tra loro per la combinazione della posizione di partenza del polso e rachide cervicale. Sono stati ottenuti così quattro tipi di differenziazione strutturale che prevedevano: posizione neutra del rachide cervicale e polso; estensione del polso e posizione neutra del rachide cervicale; lateroflessione controlaterale del rachide cervicale al braccio testato e posizione neutra del polso; lateroflessione contro laterale del rachide cervicale ed estensione del polso. I pazienti sono stati muniti di un elettrogoniometro che segnalava l'ampiezza dell'estensione del gomito. I dati sono stati raccolti al momento in cui i pazienti lamentavano l'inizio del dolore e nel momento in cui il dolore non era più tollerabile. I risultati ottenuti hanno espresso un ICC pari a 0.96 per quanto riguarda l'onset pain (all'interno di una sessione) e pari a 0.86 (all'interno di tre sessioni). Mentre per quanto riguarda il submaximal pain si è verificato un ICC pari a 0.98 (all'interno di una sessione) e pari a 0.89 (all'interno di tre sessioni). Da questo si è dedotto che è stata riscontrata da una buona a una eccellente affidabilità del test ULNT1.

Lo studio di Wainner et al.<sup>10</sup> ha analizzato in minima parte l'affidabilità dei test ULNT, mettendolo in risalto per i valori di alta sensibilità riscontrati all'interno del cluster di provocazione (TIC). Sono stati valutati 82 pazienti ai quali è stato somministrato l'intero esame neurologico globale. I risultati dello studio hanno evidenziato una buona affidabilità interoperatore dei test ULNT1 e ULNT2B. Dall'analisi del coefficiente Kappa si verifica un valore di  $K=0,76$  per quanto riguarda l'ULNT1 e di  $K=0,83$  per quanto riguarda il test ULNT2B facendo così emergere una buona affidabilità interoperatore.

L'obiettivo dell'articolo di Schmidt<sup>34</sup> è stato quello di valutare l'attendibilità interoperatore dei test di palpazione nervosa e degli ULNT test considerando, come criteri essenziali, la riproduzione dei sintomi e la differenziazione strutturale. I soggetti selezionati erano 31 (15 M e 16F) e reclutati se presentavano un dolore unilaterale e non acuto in sede cervicale e/o irradiato al braccio. Sono stati suddivisi per 14 diagnosi differenti ed ad ognuno è stato somministrato l'esame neurologico, tutti e quattro i test ULNT e la palpazione dei singoli nervi periferici. Ai pazienti è stato spiegato di comunicare qualsiasi differenza nella sensazione riferita ai gradi ULNT. Il test è stato ritenuto positivo se riproduceva parzialmente i sintomi che venivano poi in seguito esacerbati dalla differenziazione strutturale. I risultati (tabella 5) dello studio hanno dimostrato un'affidabilità inter-

operatore modesta nella riproduzione del test ULNT3 (con K di Cohen pari a 0.36) e moderata nell'esecuzione dei test ULNT1 (con K di Cohen pari a 0.54), ULNT2A (con K di Cohen pari a 0.46) e ULNT2B (con K di Cohen pari a 0.44). I risultati sono riassunti all'interno della tabella 5.

(Tabella 5)

ULNT	KAPPA
ULNT1	0,54
ULNT2A	0,46
ULNT2B	0,44
ULNT3	0,36

*(tabella5 : elaborazione personale della tabella 5 riportata nell'articolo esaminato: sono stati presi i valori del coefficiente Kappa riportati dall'articolo legati al singolo test ulnt)*

L'articolo di Vanti et al. <sup>35</sup> si è proposto di verificare più componenti durante l'esecuzione del test ULNT1. Sono stati presi in esame l'affidabilità intra e extra operatore del test e gli effetti di alcune ripetizioni sul dolore e sulla resistenza riportata dal paziente. Il dolore è stato categorizzato successivamente in dolore "onset" (iniziale dolore) e "sub-massimale" (dolore sulla soglia della tollerabilità) e la resistenza percepita dal tester in R1 (minima) e R2 (massima). L'esecuzione del test è stato monitorato dall'applicazione di un elettrogoniometro di precisione a livello del gomito. Sono stati analizzati 36 pazienti esaminati da tre fisioterapisti (Physio1,2 e 3) specializzati in terapia manuale (di cui Physio1 e 2 più esperti di Physio 3). Ciascun terapeuta ha eseguito 5 volte il test sullo stesso paziente. I risultati ottenuti hanno dimostrato una buona attendibilità interoperatore del test soprattutto se effettuato dai due fisioterapisti più esperti e sono riportati nella tabella 6:

(Tabella 6)

	<b>Physio 1/2/3</b>	<b>Physio 1/2</b>	<b>Physio 1/3</b>	<b>Physio 2/3</b>
	ICC (95% CI)	ICC (95% CI)	ICC (95% CI)	ICC (95% CI)
R1	0.48 (0.45-0.51)	0.59 (0.54-0.64)	0.41 (0.36-0.46)	0.48 (0.44-0.52)
R2	0.62 (0.60-0.64)	0.61 (0.57-0.65)	0.57 (0.53-0.61)	0.73 (0.70-0.76)
OP	0.72 (0.70-0.74)	0.79 (0.76-0.82)	0.53 (0.47-0.59)	0.81 (0.79-0.83)
SP	0.64 (0.60-0.68)	0.82 (0.79-0.85)	0.58 (0.52-0.64)	0.57 (0.52-0.62)
	media delle 5	media delle 5	media delle 5	media delle 5
R1	0.51 (0.38-0.64)	0.67 (0.55-0.78)	0.56 (0.43-0.69)	0.51 (0.38-0.65)
R2	0.70 (0.59-0.80)	0.75 (0.66-0.85)	0.75 (0.66-0.85)	0.69 (0.59-0.81)
OP	0.69 (0.58-0.80)	0.76 (0.66-0.86)	0.71 (0.60-0.82)	0.69 (0.57-0.80)
SP	0.76 (0.66-0.86)	0.81 (0.73-0.89)	0.78 (0.68-0.87)	0.80 (0.71-0.89)

(Tabella 6 riportata fedelmente dall'articolo esaminato: R1 = resistenza minima, R2 = resistenza massima, OP = dolore iniziale, SP = dolore sub-massimale. Nella prima parte sono riportati i dati ottenuti dalla prima ripetizione, nella seconda la media dei risultati. I valori ottenuti dai singoli ft sono stati confrontati direttamente fra di loro)

## 6. CONCLUSIONI

I risultati ottenuti dagli articoli analizzati <sup>10 32 33 35</sup> hanno fatto pensare a una sostanziale concordanza per quanto riguarda l'affidabilità dei test neurodinamici applicati al quadrante superiore. In questi casi si è verificata una buona riproducibilità interoperatore dei test. Lo studio di Schmidt <sup>34</sup> invece ha dimostrato risultati modesti e moderati. Tuttavia è utile sottolineare che ogni studio ha valutato il test prendendo in considerazione criteri non sovrapponibili tra di loro. Alcune verifiche, difatti, sono state effettuate in regime di laboratorio <sup>32 33</sup> mentre altre in contesto ambulatoriale <sup>33 34 10 35</sup>. Due studi invece hanno utilizzato dei supporti di misurazione più precisi <sup>32</sup> <sup>33</sup>. Tre studi <sup>32 33 34</sup> sono stati accumulati tra di loro per mezzo dell'applicazione della differenziazione strutturale al test neurodinamico. Sebbene essa sia stata un criterio fondamentale su cui validare l'affidabilità del test, in ciascun studio sono state eseguite delle sequenze variabili e quindi non confrontabili tra di loro. L'esame neurologico è stato preso ampiamente in considerazione da Wainner <sup>10</sup>, dove il test ULNT1 è stato altamente sensibile se inserito all'interno del cluster provocativo come criterio di esclusione di radicolopatia. In questo caso comunque è emersa una buona affidabilità interoperatore sia del test ULNT1 stesso (con coefficiente Kappa pari a 0,76) che del test ULNT2B (con coefficiente Kappa pari a 0,83). Un ulteriore aspetto su cui è stata validata l'affidabilità del test neurodinamico, è la risposta dolorosa evocata da stimoli legati alla meccanosenesività <sup>33 35</sup>. Anche in questo caso non è stato possibile effettuare un confronto diretto a causa di parametri di sperimentazione diversi tra di loro. In un altro studio <sup>32 35</sup> è stata presa in esame la risposta motoria derivata dagli stimoli nocicettivi: sebbene con criteri diversi di valutazione, si è verificata una discreta affidabilità interoperatore del test. Ulteriori e future ricerche permetteranno un confronto sempre più diretto e preciso per quanto concerne l'affidabilità interoperatore del test neurodinamico. Nella mia ricerca è stato possibile apprezzare l'interesse sempre più crescente degli autori di dare maggiore rilevanza alla valutazione della meccanosenesività all'interno dell'esame neurologico di base. In questo caso lo sviluppo della neurodinamica avrà sempre più implicazione dal punto di vista valutativo.

## 7. BIBLIOGRAFIA

1. Shacklock M. Clinical neurodynamics: a new system of neuromusculoskeletal treatment. Oxford: Elsevier; 2005 Libro
2. Jepsen JR, Laursen LH, Hagert CG, Kreiner S, Larsen AI. Diagnostic accuracy of the neurological upper limb examination: inter-rater reproducibility of selected findings and patterns. BMC Neurol 2006;6:8 Research article
3. Novak CB, Mackinnon SE. Evaluation of nerve injury and nerve compression in the upper quadrant. J Hand Ther. 2005 Apr-Jun;18(2):230-40. Review
4. O'Brien JP, Mackinnon SE, MacLean AR, Hudson AR, Dellon AL, Hunter DA. A model of chronic nerve compression in the rat. Ann Plast Surg. 1987;19:430–5 Research Support,
5. Upton ARM, McComas AJ. The double crush in nerve entrapment syndromes. Lancet. 1973;2:359–62
6. Lundborg G. Nerve Injury and Repair. New York: Churchill Livingstone; 1988
7. Mackinnon SE, Novak CB. Clinical commentary: pathogenesis of cumulative trauma disorder. J Hand Surg [Am]. 1994;19:873–83. Comment
8. Seddon HJ. Three types of nerve injury. Brain. 1943;66:237–88
9. Sunderland S. Nerve and Nerve Injuries. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1978.
10. Wainner RS, Fritz JM, Irrgang JJ, Boninger ML, Delitto A, Allison S. Reliability and diagnostic accuracy of the clinical examination and patient self-report measures for cervical radiculopathy. Spine 2003;28:52-62 prospective diagnostic test study
11. Wainner RS, Gill H. Diagnosis and nonoperative management of cervical radiculopathy. J Orthop Sports Phys Ther 2000;30:728–44 Review
12. J. Beltran and Z. S. Rosenberg Entrapment Neuropathies of the Upper Extremity: Value of MR Imaging AJR Am J Roentgenol. 1994 Sep;163(3):525-31. Review
13. Neal S, Fields KB. Peripheral nerve entrapment and injury in the upper extremity. Am Fam Physician. 2010 Jan 15;81(2):147-55. Review

14. Mackinnon SE, Novak CB. Thoracic outlet syndrome *Curr Probl Surg*. 2002 Nov;39(11):1070-145. Review
15. L.A Watson, T. Pizzari , S Balster Thoracic outlet syndrome Part 2: Conservative management of thoracic outlet *Manual Therapy* xxx (2010) 1e10
16. Lindgren KA, Oksala I. Long-term outcome of surgery for thoracic outlet syndrome. *American Journal of Surgery* 1995;169(3):358e60
17. Robb A, Sajko S Conservative management of posterior interosseous neuropathy in an elite baseball pitcher's return to play: a case report and review of the literature *J Can Chiropr Assoc*. 2009 Dec;53(4):300-10.
18. R. H. M. A. Bartels and A. L. M. Verbeek Risk factors for ulnar nerve compression at the elbow: a case control study *J Can Chiropr Assoc*. 2009 Dec;53(4):300-10.
19. Oskay D, Meriç A, Kirdi N, Firat T, Ayhan C, Leblebicioğlu G. Neurodynamic mobilization in the conservative treatment of cubital tunnel syndrome: long-term follow-up of 7 cases. *J Manipulative Physiol Ther*. 2010 Feb;33(2):156-63. Comparative Study
20. Roquelaure Y, Ha C, Pelier-Cady MC, Nicolas G, Descatha A, Leclerc A, Raimbeau G, Goldberg M, Imbernon E. Work increases the incidence of carpal tunnel syndrome in the general population. *Muscle Nerve*. 2008 Apr;37(4):477-82. Research Support
21. Jepsen JR, Laursen LH, Hagert CG, Kreiner S, Larsen AI. Diagnostic accuracy of the neurological upper limb examination: inter-rater reproducibility of selected findings and patterns. *BMC Neurol* 2006;6:8 Research article
22. Medical Research Council of the U.K. *Aids to the Examination of the Peripheral Nervous System*. Palo Alto: Pentagon House; 1976
23. Birch R, Bonney G, Wynn Parry CB. *Surgical Disorders of the Peripheral Nerves*. London: Churchill Livingstone; 1998
24. Sun HH, Oswald TM, Sachanandani NS, Borschel GH. The 'Ten Test': application and limitations in assessing sensory function in the paediatric hand. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2010 Jan 25.
25. McLellan DL, Swash M. Longitudinal sliding of the median nerve during movements of the upper limb. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1976 Jun;39(6):566-70.
26. Lundborg G, Dahlin LB. Anatomy, function, and pathophysiology of peripheral nerves and nerve compression. *Hand Clin*. 1996 May;12(2):185-93.

27. Manschot S, van Passel L, Buskens E, Algra A, van Gijn J. Mayo and NINDS scales for assessment of tendon reflexes: between observer agreement and implications for communication. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1998 Feb;64(2):253-5.
28. Shacklock M. Improving application of neurodynamic (neural tension) testing and treatments: A message to researchers and clinicians . *Manual Therapy* 10 (2005) 175–179
29. Steen KH, Steen AE, Kreysel HW, Reeh PW. Inflammatory mediators potentiate pain induced by experimental tissue acidosis. *Pain*. 1996 Aug;66(2-3):163-70. *Clinical Trial*
30. Coppieters MW, Butler DS. Do 'sliders' slide and 'tensioners' tension? An analysis of neurodynamic techniques and considerations regarding their application. *Man Ther*. 2008 Jun;13(3):213-21.
31. Marshall J. Nerve stretching for the relief or cure of pain. *British Medical Journal* 1883:1173–9.
32. Coppieters MW, Stappaerts KH, Staes FF, Everaert DG. Shoulder girdle elevation during neurodynamic testing: an assessable sign? *Man Ther*. 2001 May;6(2):88-96. *Original Article*
33. Coppieters M, Stappaerts K, Janssens K, Jull G. Reliability of detecting 'onset of pain' and 'submaximal pain' during neural provocation testing of the upper quadrant. *Physiother Res Int*. 2002;7(3):146-56. *Comparative Study*
34. Schmid AB, Brunner F, Luomajoki H, Held U, Bachmann LM, Künzer S, Coppieters MW. Reliability of clinical tests to evaluate nerve function and mechanosensitivity of the upper limb peripheral nervous system. *BMC Musculoskelet Disord*. 2009 Jan 21;10:11. *Research Article*
35. Carla V, Laura C, Andrew G, Filomena M, Sergio P, Carlotta V, Paolo P. The Upper Limb Neurodynamic Test 1: Intra- and Intertester Reliability and the Effect of Several Repetitions on Pain and Resistance *J Manipulative Physiol Ther*. 2010 May;33(4):292-299 *Case Study*
36. González-Iglesias J, Huijbregts P, Fernández-de-Las-Peñas C, Cleland JA. Differential diagnosis and physical therapy management of a patient with radial wrist pain of 6 months' duration: a case. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2010 Jun;40(6):361-8.
37. Heebner ML, Roddey TS. The effects of neural mobilization in addition to standard care in persons with carpal tunnel syndrome from a community hospital *Randomized Controlled Trial J Hand Ther*. 2008 Jul-Sep;21(3):229-40; *Randomized Controlled Trial*
38. Sheiko VI, Makarenko MV, Ivaniura IO [State of the neurodynamic and immune system in people with myopia] *Fiziol Zh*. 2005;51(4):55-60. *Ukrainian*.

39. Tal-Akabi A, Rushton A. An investigation to compare the effectiveness of carpal bone mobilisation and neurodynamic mobilisation as methods of treatment for carpal tunnel syndrome. *Man Ther.* 2000 Nov;5(4):214-22 Randomized Controlled Trial
40. Davis DS, Anderson IB, Carson MG, Elkins CL, Stuckey LB Upper Limb Neural Tension and Seated Slump Tests: The False Positive Rate among Healthy Young Adults without Cervical or Lumbar Symptoms. *J Man Manip Ther.* 2008;16(3):136-41
41. Nawrot P, Nowakowski A, Kubaszewski L [The usefulness of the provocative tests in nerve monitoring after operative treatment of upper limb neuropathy] *Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol.* 2007 Mar-Apr;72(2):105-15. Polish.
42. Mahmud MA, Merlo AR, Gomes I, Becker J, Nora DB [Relationship between adverse neural tension and nerve conduction studies in patients with symptoms of the carpal tunnel syndrome] *Arq Neuropsiquiatr.* 2006 Jun;64(2A):277-82. Epub 2006 Jun 9. Portuguese
43. Walsh MT Upper limb neural tension testing and mobilization. Fact, fiction, and a practical approach *J Hand Ther.* 2005 Apr-Jun;18(2):241-58. Review
44. Kabon B, Fleischmann E, Treschan T, Taguchi A, Kapral S, Kurz A Thoracic epidural anesthesia increases tissue oxygenation during major abdominal surgery *Anesth Analg.* 2003 Dec;97(6):1812-7.
45. Brandenburg JP, Docherty D. The effects of accentuated eccentric loading on strength, muscle hypertrophy, and neural adaptations in trained individuals. *J Strength Cond Res.* 2002 Feb;16(1):25-32. Controlled Clinical Trial
46. Arora S, Smakowski P, Frykberg RG, Simeone LR, Freeman R, LoGerfo FW, Veves A. Differences in foot and forearm skin microcirculation in diabetic patients with and without neuropathy. *Diabetes Care.* 1998 Aug;21(8):1339-44.
47. Sweeney J, Harms A. Persistent mechanical allodynia following injury of the hand. Treatment through mobilization of the nervous system. *J Hand Ther.* 1996 Oct-Dec;9(4):328-38. Clinical Trial
48. Takano N Ventilatory responses during arm and leg exercise at varying speeds and forces in untrained female humans. *Jpn J Physiol.* 1994;44(2):123-39. Review
49. Quintner JL A study of upper limb pain and paraesthesiae following neck injury in motor vehicle accidents: assessment of the brachial plexus tension test of Elvey. *Br J Rheumatol.* 1989 Dec;28(6):528-33.

50. Sale DG, McComas AJ, MacDougall JD, Upton AR Neuromuscular adaptation in human thenar muscles following strength training and immobilization. *J Appl Physiol.* 1982 Aug;53(2):419-24. Research Support
51. Beneciuk JM, Bishop MD, George SZ. Pain catastrophizing predicts pain intensity during a neurodynamic test for the median nerve in healthy participants. *Man Ther.* 2010 Mar 30 [Epub ahead of print]
52. Godoi J, Kerppers II, Rossi LP, Corrêa FI, Costa RV, Corrêa JC, Oliveira CS Electromyographic analysis of biceps brachii muscle following neural mobilization in patients with stroke. *Electromyogr Clin Neurophysiol.* 2010 Jan-Feb;50(1):55-60.
53. Boyd BS, Wanek L, Gray AT, Topp KS Mechanosensitivity of the lower extremity nervous system during straight-leg raise neurodynamic testing in healthy individuals. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009 Nov;39(11):780-90
54. Petersen CM, Zimmermann CL, Hall KD, Przechera SJ, Julian JV, Coderre NN Upper limb neurodynamic test of the radial nerve: a study of responses in symptomatic and asymptomatic subjects. *J Hand Ther.* 2009 Oct-Dec;22(4):344-53 Research Support
55. Beneciuk JM, Bishop MD, George SZ. Effects of upper extremity neural mobilization on thermal pain sensitivity: a sham-controlled study in asymptomatic participants. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009 Jun;39(6):428-38. Research Support
56. Coppieters MW, Hough AD, Dilley A. Different nerve-gliding exercises induce different magnitudes of median nerve longitudinal excursion: an in vivo study using dynamic ultrasound imaging. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009 Mar;39(3):164-71. Research Support
57. Van Hoof T, Vangestel C, Forward M, Verhaeghe B, Van Thilborgh L, Plasschaert F, De Muynck M, Vanderstraeten G, D'Herde K. The impact of muscular variation on the neurodynamic test for the median nerve in a healthy population with Langer's axillary arch. *J Manipulative Physiol Ther.* 2008 Jul-Aug;31(6):474-83. Research Support
58. Coppieters MW, Stappaerts KH, Everaert DG, Staes FF. Addition of test components during neurodynamic testing: effect on range of motion and sensory responses. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2001 May;31(5):226-35