



Università degli Studi di Genova

Facoltà di Medicina e Chirurgia

Master in Riabilitazione dei Disturbi Muscolo-Scheletrici

Campus Universitario di Savona

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



Affidabilità dei test neurodinamici del quadrante superiore

Relatore

Tommaso Geri

Candidato

Simone Miele

Anno Accademico 2009 - 2010

INDICE

ABSTRACT	Pag. 3
1. INTRODUZIONE	
1.1 Neuropatie compressive e sindromi da entrapment	Pag. 4
1.2 Esame neurologico	Pag. 9
1.3 Analisi statistica	Pag. 19
2. OGGETTO DELLA REVISIONE	Pag. 21
3. MATERIALI E METODI	
3.1 Criteri di eleggibilità	Pag. 21
3.2 Fonti utilizzate e ricerca dei dati	Pag. 21
3.3 Raccolta ed estrazione dei dati	Pag. 22
3.4 Rischio di bias nei singoli studi	Pag. 23
3.5 Sintesi ed analisi dei dati	Pag. 23
4. RISULTATI	
4.1 Selezione degli studi e caratteristiche	Pag. 24
4.2 Rischio di bias nei singoli studi	Pag. 29
4.3 Affidabilità intra-rater	Pag. 29
4.4 Affidabilità inter-rater	Pag. 30
4.5 Rischio di bias cumulato	Pag. 32
5. DISCUSSIONE	
5.1 Affidabilità intra ed inter-rater	Pag. 34
5.2 Limiti della revisione sistematica	Pag. 36
6. CONCLUSIONI	
6.1 Implicazioni per la pratica clinica	Pag. 37
6.2 Implicazioni per la ricerca	Pag. 38
7. RINGRAZIAMENTI	Pag. 39
8. BIBLIOGRAFIA	Pag. 40

ABSTRACT

Background

Neuropatie compressive o processi flogistici a carico del sistema nervoso periferico, possono portare ad un aumento della meccanosensibilità anche in assenza di un conclamato deficit di conduzione. In questi casi appare quindi indispensabile affiancare all'esame neurologico di conduzione, l'uso di test specifici per la valutazione della sensibilità meccanica del nervo, quali l'esame palpatorio del nervo ed i test neurodinamici. Le caratteristiche diagnostiche di questi ultimi, validità e affidabilità, sono state indagate in numerosi studi con risultati diversi. Con questo proposito nasce la necessità di una indagine estensiva delle prove di efficacia presenti in letteratura tramite un processo di revisione critica.

Obiettivi

L'obiettivo di questa revisione è fare luce relativamente all'affidabilità (intra ed inter-rater) dei test neurodinamici del quadrante superiore.

Materiali: risorse utilizzate

Sono state interrogate le banche dati MEDLINE, PEDro, ScienceDirect al fine di individuare studi che indagassero l'affidabilità intra ed inter-rater dei test di neurodinamica del quadrante superiore.

Metodi: valutazione e sintesi dei dati raccolti

Gli studi sono stati selezionati in base a criteri di inclusione ed esclusione predeterminati. Al fine di confrontare gli articoli così inclusi nella revisione sono state estratte le informazioni in relazione a soggetti dello studio, valutatori, setting, test indagati, criteri di positività considerati, blinding, randomizzazioni e risultati ottenuti. Per valutare il rischio di bias è stata usata una apposita scala di valutazione metodologica (QAREL).

Risultati

Il processo di revisione ha portato all'identificazione di 9 studi indaganti l'affidabilità dei test neurodinamici del quadrante superiore, evidenziando una sostanziale concordanza relativamente all'affidabilità intra-rater considerando l'insorgenza dei sintomi come criterio di positività al test ^{[58][36][55][59][48][54]} [ICC = 0.76 - 0.92], con valori lievemente inferiori ^{[59][53]} considerando le resistenze percepite dall'operatore [ICC = 0.65 - 0.89]. Maggiori incertezze si riscontrano invece riguardo all'affidabilità inter-rater (sia in relazione ai sintomi che alle resistenze percepite) di tali test, tre autori ^{[54][21][36]} hanno infatti ottenuto risultati pienamente accettabili [ICC = 0.76 - 0.98] mentre altri tre ^{[55][29][59]} hanno riportato valori di affidabilità solo parzialmente accettabili o non accettabili [ICC = 0.33 - 0.76, kappa = 0.36 - 0.76].

Conclusioni e implicazioni

L'eterogeneità tra i diversi studi relativamente a soggetti, modalità di esecuzione e variabili indagate rende i risultati di affidabilità inter-rater non ancora precisi, caratteristica necessaria al fine di poter sostenere

ragionevolmente il loro utilizzo nella pratica clinica. Tuttavia la loro ripetibilità intra-rater risultando davvero affidabile (soprattutto in relazione alla rievocazione dei sintomi) fornisce al terapeuta manuale uno strumento utile durante il processo di valutazione e trattamento.

Limiti

I limiti della revisione sono dovuti alla scarsità degli studi effettuati al riguardo e alla difficile comparazione tra i diversi studi per la variabilità degli aspetti indagati in relazione ai test.

1. INTRODUZIONE

1.1 NEUROPATIE COMPRESSIVE E SINDROMI DA ENTRAPMENT

Patofisiologia

I nervi periferici del quadrante superiore, lungo il loro decorso dal rachide cervicale alla mano, sono soggetti a stress fisiologici quali fenomeni di stiramento e compressione in forami, tunnel osteofibrosi e spazi anatomici ^[1]. Normalmente, all'interno di questi passaggi, il sistema nervoso è in grado di sopportare gli stress meccanici grazie alle sue proprietà viscoelastiche protettive che si esplicano in compressione, in allungamento (*tensioning*) ed in scivolamento (*sliding*, che può essere longitudinale o trasversale). In situazioni fisiologiche infatti il sistema nervoso è libero di potersi muovere, adattandosi ai movimenti del corpo e seguendo un gradiente tensorio attraverso movimenti di scivolamento, sia rispetto alle interfacce meccaniche che lo circondano che tra i vari fascicoli che lo compongono (*sliding* intra-fascicolare). Questo è possibile perché il sistema nervoso è un *continuum* anatomico elettrico e chimico, grazie alla presenza dei tessuti connettivi. Tali strategie permettono al nervo di continuare a svolgere la sua funzione primaria di conduzione dell'impulso. Shacklock ^[2] nel suo modello neurodinamico ha evidenziato come ci possano essere però, in alcune situazioni, condizioni avverse che impediscono al sistema nervoso di dissipare le normali forze meccaniche di tensione e compressione a cui è sottoposto. La compressione all'interno dei canali infatti può essere aumentata o diminuita in relazione ai normali movimenti ^[2]. Inoltre lo spazio all'interno dei canali stessi può essere ridotto a causa di edema, fenomeni infiammatori o fibrotici oppure essere ristretto a causa di una variante anatomica o di una aumentata tensione muscolare ^[3]. Movimenti ripetitivi o posture mantenute, oppure un'incongruenza tra volume del contenuto e capacità del contenitore (tunnel), possono portare ad una riduzione di tale spazio, interferire con il normale scivolamento del nervo e determinare lo sviluppo di neuropatie periferiche compressive ^{[4][5]}.

Per neuropatie compressive si intende infatti una compressione cronica di un nervo, tipica in alcuni siti vulnerabili, che porta ad una lesione del nervo stesso ^[6]. Sono stati identificati dei fattori di rischio per lo sviluppo di neuropatie compressive (o sindromi da intrappolamento), sia generali che professionali ^[7].

[Tabella 1]

Fattori di rischio generali	Fattori di rischio professionali
▪ Sesso: F > M ▪ Età: > con aumento dell'età ▪ Ridotta capacità del contenitore (es: esiti di fratture consolidate con callo o vizio di posizione, patologie croniche osteo-articolari o restringimento costituzionale (varianti anatomiche) del tunnel osteofibroso). ▪ Aumentato volume del contenuto (es: disendocrinie, patologie metaboliche, "bande fibrose" nel tunnel osteofibroso, borsiti, neoformazioni ganglionari in prossimità del tunnel).	▪ movimenti ripetuti e continuativi di un particolare segmento corporeo. ▪ applicazione di elevate forze. ▪ mantenimento prolungato di posture (in chiusura).

Tabella 1. Fattori di rischio per lo sviluppo di sindromi da intrappolamento nel quadrante superiore.

La complessa fisiopatologia del danno da compressione nervosa è di origine ischemica e la degenerazione assonale è il risultato della sofferenza primaria dell'assone, con secondaria disgregazione della sua guaina mielinica ^[8]. La compromissione della microcircolazione interneuronale è accompagnata da un fenomeno infiammatorio locale che causa un aumento della permeabilità vascolare con conseguente edema. Il risultato è un graduale e progressivo cambiamento (lesione) nella struttura della fibra nervosa (demyelinizzazione locale e poi diffusa) con riduzione della conduzione assonale e aumentata meccanosensibilità ^{[9] [10]}.

A tal proposito studi preclinici condotti con modelli sperimentali su animali hanno riportato quanto segue:

- l'8% di elongazione provoca una riduzione del flusso venoso, il 15% di elongazione provoca ischemia completa ^{[11][12]};
- in seguito allo *stretch* si riduce il diametro del nervo con conseguente strangolamento dei vasi intraneurali ^[13];
- la tensione riduce il flusso sanguigno anche nel midollo spinale ^[14];
- compressioni pari a 30 – 50 mmHg causano ipossia, riduzione del trasporto assonale della conduzione e del flusso sanguigno ^{[12][15][16]}.

La lesione della fibra nervosa può essere classificata (secondo Seddon ^[17] e poi Sunderland ^[18]) in tre principali categorie in base alla gravità del danno che è correlato all'entità ed alla durata della compressione: si parla di neuroaprassia, di assonotmesi e di neurotmesi. Per neuroaprassia si intende la condizione meno grave in cui è presente un blocco temporaneo della conduzione, conseguente ad un danno focale della sola mielina (assone integro). La neuroaprassia ha solitamente un decorso benigno e si risolve in un tempo

variabile da alcuni giorni a poche settimane. L'assonotmesi è più grave e consiste nella lesione dell'assone stesso. In questo caso la rigenerazione della fibra è possibile ma necessita di mesi, e non sempre si ha una completa guarigione. La neurotmesi consiste nella completa distruzione dell'assone con scarse possibilità di guarigione ^[25].

[Tabella 2]

Sunderland	Seddon	definizione	prognosi
grado I	neuroaprassia	blocco della conduzione senza perdita della continuità dell'assone	reversibile
grado II	assonotmesi	perdita di continuità dell'assone e della conduzione	reversibile lentamente
grado III	neurotmesi	sezione trasversa dell'assone e dell'endonevrio	prognosi da 6 mesi a 2 anni
grado IV	neurotmesi	sezione trasversa totale ad eccezione dell'epinevrio	chirurgia necessaria
grado V	neurotmesi	rottura intera del tronco nervoso	chirurgia necessaria

Tabella 2. Classificazione del danno assonale secondo Seddon ^[17] e Sunderland ^[18].

Un altro effetto degno di nota correlato alla compressione neurale è la teoria della “*double crush syndrome*” o “*multiple crush syndrome*”, secondo la quale una compressione, interrompendo il trasporto assoplasmatico, rende il nervo più vulnerabile agli stress compressivi anche a livello distale ^[19] o prossimale ^[20] al sito originario, con estensione del danno.

Il graduale e progressivo andamento della sindrome compressiva causa una sintomatologia variabile e correlata allo stadio fisiopatologico del danno nervoso.

Un'ipotesi clinica di neuropatia compressiva viene formulata quando il paziente riferisce sintomi quali dolore, disestesia, parestesia a livello del segmento corporeo colpito, spesso accompagnati a segni di ridotta funzione di conduzione neurale, quali debolezza, ipoestesia o anestesia ^[10].

Neuropatie compressive del quadrante superiore.

A livello del quadrante superiore, vi sono molteplici localizzazioni nelle quali il Sistema Nervoso Periferico (SNP) può sviluppare una neuropatia compressiva. Le più comuni e studiate sono le seguenti:

A livello del rachide cervicale :

- Sindrome radicolare cervicale (Radicolopatia cervicale)

A livello della spalla :

- Sindrome dello Sbocco Toracico (Plesso brachiale)

- Sindrome del Nervo Soprascapolare (N. Soprascapolare)
- Sindrome dello Spazio Quadrilatero (N. Ascellare)

A livello del Gomito :

- Sindrome del Pronatore Rotondo (N. Mediano)
- Sindrome del Supinatore (N. Radiale)
- Sindrome del Tunnel Cubitale (N. Ulnare)

A livello del Polso :

- Sindrome del Tunnel Carpale (N. Mediano)
- Sindrome del Canale di Guyon (N. Ulnare)

Radicolopatia cervicale

Sofferenza di una radice cervicale, spesso causata dall'erniazione di un disco vertebrale o dall'osteofitosi delle articolazioni zigoapofisarie e uncovertebrali. Le cause che possono portare alla manifestazione di una radicolopatia sono prevalentemente di natura traumatica (es. trazione o compressione), ischemica (es. stenosi forame intervertebrale) o infiammatoria. Dal punto di vista epidemiologico, la radicolopatia cervicale ha una prevalenza di 3.3 casi/1000 persone ^[21] ed un'incidenza pari a 83 casi /100.000 persone ^[22], maggiore nelle donne (107 casi/100.000 persone) e nella fascia di età compresa tra i 50 e 54 anni (203 casi/100.000 persone). Sono interessate più frequentemente le radici C6 e C7 ^[23].

Sindrome dello Sbocco Toracico (Plesso brachiale)

Compressione del plesso brachiale e/o delle strutture vascolari adiacenti (vena e arteria succlavia) in corrispondenza dello sbocco toracico (a livello del triangolo degli scaleni e dello spazio subcoracoideo). Le cause più comuni possono essere un'inserzione anomala dello scaleno anteriore, una mega-apofisi trasversa di C7, la presenza di una costa sovranumeraria o l'inserzione anomala del tendine del muscolo piccolo pettorale; può inoltre insorgere in seguito a traumatismi o ripetuti movimenti in (iper)abduzione di spalla ^[3]. Viene solitamente classificato in base al tipo di disturbo prevalente : TOS vascolare (2% dei casi) e TOS nervoso (98% dei casi) ^[24]. Dal punto di vista epidemiologico: l'incidenza di TOS è riportata essere circa 0.8% della popolazione, estremamente rara nei bambini e colpisce più le donne rispetto agli uomini (da 4: 1 a 2: 1) ^[24].

Sindrome del Nervo Soprascapolare (N. Soprascapolare)

Il nervo soprascapolare decorre attraverso l'incisura scapolare, delimitato dai margini della scapola e dal legamento scapolare trasverso, quindi decorre intorno alla spina scapolare, passando attraverso un tunnel osteofibroso, formato dal legamento spinoglenoideo e dalla spina della scapola ^[25]. Tale tunnel può restringersi per la formazione di una cisti a livello dell'incisura scapolare. Inoltre, anche durante l'elevazione di spalla, tale canale può restringersi. Pertanto ripetute attività *overhead*, associate ad una particolare conformazione strutturale, possono portare allo sviluppo della relativa neuropatia da compressione ^[3]. Non sono state trovate in letteratura informazioni relative all'epidemiologia di questa sindrome.

Sindrome dello Spazio Quadrilatero (N. Ascellare)

In questa sindrome, il nervo ascellare sviluppa una neuropatia compressiva nel suo passaggio attraverso lo spazio quadrilatero (iato laterale ascellare), delimitato prossimalmente dal margine inferiore del muscolo piccolo rotondo, distalmente dal margine superiore del muscolo grande rotondo, lateralmente dall'omero e medialmente dal tendine del capo lungo del tricipite. Tale spazio può restringersi in seguito a traumatismi diretti (lussazioni o fratture), operazioni chirurgiche (riparazione della cuffia dei rotatori) o ipertrofia dei muscoli che lo delimitano (in seguito a movimenti ripetuti *overhead*)^[3]. Non sono stati trovati in letteratura riferimenti relativi all'epidemiologia di questa sindrome.

Sindrome del Pronatore Rotondo (N. Mediano)

In questa sindrome si verifica una compressione del nervo mediano che può avvenire al passaggio sul setto intermuscolare mediale, tra i 2 capi del muscolo pronatore rotondo, dall'arco fibroso del flessore superficiale delle dita o dal lacerto fibroso. Attività lavorative e sportive che comportano movimenti ripetitivi e continuativi in pronosupinazione dell'avambraccio, o necessitano del mantenimento di posture fisse prolungate in pronazione dell'avambraccio, possono portare all'instaurazione di questa sindrome^[3]. Inoltre, sono state evidenziate alcune variabili anatomiche relative all'inserzione del muscolo pronatore rotondo che costituiscono fattori predisponenti allo sviluppo del disturbo per il minore spazio tra i 2 capi^[26]. Non sono state trovate in letteratura informazioni relative all'epidemiologia di questa sindrome.

Sindrome del Supinatore (N. Radiale)

Compressione della branca motoria del nervo radiale (interosseo posteriore) nel suo passaggio attraverso l'arcata di Fröhse (arco tendineo del muscolo supinatore) o nell'inserzione fibrosa del muscolo estensore radiale breve del carpo. Attività lavorative e sportive che comportano movimenti ripetitivi e continuativi in estensione e supinazione di gomito e flessione di polso (compressione e stretching del nervo) sono fattori di rischio. Dal punto di vista strutturale, un irrigidimento della fascia superiore della capsula del gomito o dell'inserzione fibrosa dell'estensore radiale del carpo, o deformazioni post traumatiche del tessuto osseo^[3] rappresentano dei fattori predisponenti. Un intrappolamento idiopatico del nervo è raro^[5]. Non sono state trovate in letteratura informazioni relative all'epidemiologia di questa sindrome.

Sindrome del Tunnel Cubitale (N. Ulnare)

Compressione del nervo ulnare al gomito. Le potenziali sedi di compressione del nervo ulnare sono il setto intermuscolare mediale, l'area dell'epicondilo mediale, il solco dell'epicondilo, il tunnel cubitale e l'uscita del nervo ulnare dal flessore ulnare del carpo. Di solito avviene in seguito a traumatismi, osteofitosi o sinoviti del gomito. Attività lavorative o sportive che comportano movimenti ripetitivi e continuativi in flessione di gomito o il mantenimento di posture fisse prolungate in flessione di gomito o un traumatismo pressorio ripetuto professionale, rappresentano fattori di rischio per lo sviluppo del disturbo, mentre dal punto di vista strutturale cisti sinoviali o inserzioni muscolari anomale (es. del tricipite brachiale) possono rappresentare un fattore predisponente allo sviluppo di questa sindrome. Dal punto di vista epidemiologico l'esatta prevalenza

non è ancora nota, anche se secondo alcuni autori ^[5] rappresenta il secondo sito più comune di sindrome da intrappolamento, ed è stata recentemente stimata l'incidenza annuale di 20.9 casi su 100,000 persone ^[27].

Sindrome del Tunnel Carpale (N. Mediano)

Compressione del nervo mediano nel canale del carpo (delimitato dorsalmente dalle ossa del carpo e palmarmente dal legamento trasverso del carpo e dal retinacolo dei flessori). Esistono vari fattori predisponenti allo sviluppo di questa sindrome: attività lavorative o sportive che comportano movimenti ripetitivi e continuativi in flessione-estensione del polso o il mantenimento di posture fisse prolungate in flessione di polso o in compressione (es. in appoggio) ripetuta a livello del canale ^[3]. Inoltre, malattie infiammatorie sistemiche come l'artrite reumatoide possono causare edema e sinoviti con conseguente compressione e irritazione del nervo. Sono state riscontrate anche alcune variazioni anatomiche congenite predisponenti, come origini anomale dei muscoli lombricali o presenza di un ispessimento nel tendine del flessore superficiale delle dita ^[5]. Dal punto di vista epidemiologico, questo disturbo rappresenta la più comune sindrome da intrappolamento con una incidenza annuale circa del 1% ^[5] ed una prevalenza nella popolazione generale che varia dal 3.8% ^[28] al 5.8% ^[5].

Sindrome del Canale di Guyon (N. Ulnare)

Analogamente al nervo mediano anche il nervo ulnare a livello del polso può sviluppare una neuropatia compressiva nel suo passaggio attraverso il Canale di Guyon (delimitato dorsalmente dal retinacolo dei flessori, palmarmente dal legamento pisocarpale, medialmente dall'osso pisiforme e lateralmente dal processo uncinato dell'omonimo osso). Rappresentano fattori di rischio occupazionali attività lavorative o sportive che comportano una prolungata e ripetitiva compressione esterna al polso in sede ulnare (per esempio l'uso di bastoni o il ciclismo). Rappresentano fattori di rischio strutturali esiti di fratture mal consolidate o anomalie anatomiche come il passaggio del flessore del quarto dito all'interno del canale oppure degenerazioni artrosiche ^[3]. È stato osservato spesso in concomitanza della sindrome del tunnel carpale, ma non è tuttora chiara la sua prevalenza ed incidenza nella popolazione.

1.2 ESAME NEUROLOGICO

Esame obiettivo neurologico: rilevanza dei segni

I test neurologici per la valutazione dei disturbi del sistema nervoso periferico possono essere divisi in due categorie: test per la valutazione della funzione di conduzione (esame neurologico classico) e test per la valutazione della meccanosensibilità ^[29].

L'esame neurologico classico, rappresentato da test indaganti sensibilità, riflessi e forza, viene impiegato in presenza di una lesione del sistema nervoso periferico tale da portare a cambiamenti o aberrazioni della funzione di conduzione afferente ed efferente ^[29].

Oltre a questo tipo di lesioni, esistono altri disturbi del sistema nervoso periferico che non necessariamente portano ad una diminuzione della conduzione nervosa. Per esempio, un processo flogistico a carico di un

nervo può incrementare la sensibilità agli stimoli meccanici, come compressione o stiramento, lasciando invariata però la velocità di conduzione ^[29]. Dunque, valutare un disturbo del sistema nervoso periferico mediante il solo esame neurologico classico, rivolto alla valutazione della funzione di conduzione, può far trascurare lesioni o disturbi caratterizzati dal solo incremento della meccanosensibilità. Come già detto in precedenza (v. *introduzione sindromi entrapment*), normalmente, durante i movimenti del corpo, i nervi sono liberi di scivolare in relazione alle superfici che li circondano, così da dissipare la tensione e la compressione alla quale sono sottoposti. Nelle neuropatie compressive invece, a causa della riduzione dello spazio e della conseguente irritazione del nervo ^[10], possono essere sufficienti piccole sollecitazioni in stiramento o compressione per generare impulsi ectopici ^[30].

È necessario pertanto indagare la meccanosensibilità nervosa con test clinici di provocazione .

Inizialmente a tale scopo venivano utilizzati solo test di “provocazione del tronco nervoso” (eseguiti comprimendo o percuotendo il nervo) specifici per patologia (es. test di Tinel oppure il test di Phalen per il tunnel carpale), atti a riprodurre la sintomatologia del paziente. Sebbene questi test siano impiegati largamente nella diagnosi di tali malattie, gli studi riguardo la loro affidabilità e validità sono controversi ^[10]. Per esempio un recente studio relativo al test di Tinel gli ha conferito una validità ed affidabilità scadenti ^[31]. Indicazioni cliniche più approfondite possono essere ricavate mediante l'esame neurodinamico proposto da Elvey nel 1979 ^[32], approfondito poi da Butler (1991 - 2008) ^[4] e da Shacklock (1995 - 2005) ^[2]. Per la valutazione della meccanosensibilità, questi Autori hanno proposto test quali la palpazione dei nervi e test di neurotensione ^{[2][33][34]}. I test di neurotensione si eseguono attraverso movimenti combinati di più articolazioni e sono volti a valutare la sensibilità meccanica e la fisiologia del sistema nervoso ^[35], elongando il letto del nervo e incrementando la pressione all'interno ed intorno al nervo stesso ^[36], a differenza della palpazione del nervo che provoca una risposta mediante l'applicazione della pressione localizzata. I test neurodinamici inoltre indagano la capacità del sistema nervoso periferico (SNP) di “muoversi” con scivolamenti secondo gradiente tensorio, *sliding* prossimali e distali, per dissipare la tensione accumulata con i movimenti articolari. Un test neurodinamico è considerato positivo se vengono riprodotti i sintomi del paziente e se i sintomi così elicitati possono essere modificati mediante la differenziazione strutturale. La differenziazione strutturale consiste nell'utilizzo di un movimento di un'articolazione lontana alla localizzazione del sintomo per ridurre od aumentare il carico del tessuto neurale escludendone la pertinenza muscolo scheletrica ^[2]. Altri criteri di positività sono la riduzione del range of motion (ROM) possibile (rispetto al controlaterale) e l'insorgenza di spasmi muscolari protettivi o resistenze al movimento ^[2]. I test neurodinamici inoltre possono essere utilizzati per impostare il trattamento del disordine riscontrato, costituendo così un vero e proprio ponte verso la terapia.

La valutazione neurologica del quadrante superiore può essere così strutturata :

[Tabella 3]

Esame neurologico classico per la funzione di conduzione	
Esame della sensibilità	tattile e dolorifica: lungo i dermatomeri o il territorio di pertinenza del nervo indagato
	pallestesica: in appositi sclerotomi
Esame dei riflessi	muscoli in relazione alla radice interessata
Esame della forza	muscoli chiave per livello o pertinenza del nervo
Esame neurodinamico per la meccanosensibilità	
Provocazione dei nervi mediante palpazione	palpazione in siti definiti
Test attivi di neurotensione	si richiede al paziente di eseguire attivamente una sequenza simile agli ULNTs
Test passivi di neurotensione	ULNTs eseguiti dall'esaminatore

Tabella 3. Struttura dell'esame neurologico e neurodinamico.

ESAME NEUROLOGICO PER LA FUNZIONE DI CONDUZIONE

Sensibilità

La sensibilità tattile e dolorifica per il quadrante superiore viene comunemente indagata nelle aree dermatomeriche mediante lo sfioramento delle dita^[37] o del monofilamento, e puntura di spillo (*pinprick*). Per la sensibilità pallestesica (vibratoria), alcuni autori suggeriscono l'utilizzo di un diapason 256 Hz (*tuning fork*) sui seguenti sclerotomi: aspetto palmare del secondo e quinto dito e processo stiloideo ulnare^[37]. Il paziente deve comunicare se avverte lo stimolo, ed in caso positivo, segnalare quando cessa di avvertirlo, ed inoltre, se lo percepisce nuovamente spostando velocemente il diapason in sedi simmetriche (o altrove). Diventa così possibile evidenziare asimmetrie della pallestesia altrimenti difficilmente documentabili^[39]. Questi test di sensibilità, relativamente al quadrante superiore, hanno dimostrato un buon grado di validità e affidabilità interesaminatore^{[40][37]} con migliori risultati per la sensibilità tattile e pallestesica rispetto alla dolorifica a causa (secondo alcuni autori^[37]) della mancanza di standardizzazione della pressione necessaria al fine di provocare dolore.

Forza

La forza dei muscoli chiave viene valutata in base al livello radicolare oppure per nervo indagato. Per quanto riguarda il livello radicolare si ha:

C1 = muscoli flessori lunghi e brevi del capo,

C2 = muscoli sternocleidomastoideo ed estensori brevi del capo,

C3 = muscolo trapezio superiore ed elevatore della scapola,

C5 = muscolo deltoide e sovraspinato,

C6 = muscolo bicipite ed estensori del carpo,

C7 = muscolo tricipite,

C8 = muscolo abduuttore del 5 dito e adduttore del 1 dito,

T1 = muscoli interossei della mano.

La forza misurata viene solitamente espressa con una scala da 0 a 5.

[Tabella 4]

Grado	0	1	2	3	4	5
Significato	Nessuna contrazione	accenno alla contrazione	movimento possibile solo senza gravità	movimento possibile contro gravità	movimento possibile contro resistenza	movimento possibile contro massima resistenza

Tabella 4. Scala di valutazione della forza misurata (secondo il Medical Research Council 1962 ^[38]).

Oltre ai gradi interi si ottiene una più dettagliata quantificazione mediante l'utilizzo di + o – in relazione all'escursione articolare possibile ^[38]. L'affidabilità relativa all'esecuzione dei test di forza per l'arto superiore è stata rilevata come moderata da alcuni studi (kappa > 0.54) ^{[40][41]}.

Riflessi

I riflessi valutati nell'esame del quadrante superiore sono:

riflesso bicipitale (C5-C6),

riflesso brachioradiale (C5-C6),

riflesso tricipitale (C6-C7),

riflesso radioperiostale (C7-C8).

Si esaminano percuotendo il tendine (o il periostio nel caso del radioperiosteo) con un martelletto esaminativo. Una scala largamente utilizzata per l'interpretazione dei riflessi è quella proposta da Wexler.

[Tabella 5]

0	1	2	3	4	5
Assenza risposta	Iporeflessia	Normale	Iperreflessia	Iperreflessia + clono	Iperreflessia + clono sostenuto

Tabella 5. Scala di Wexler per l'interpretazione dei riflessi ^[39].

Non sono stati trovati riferimenti in letteratura relativamente alla validità e affidabilità di questi test.

ESAME NEURODINAMICO

Palpazione del sistema nervoso periferico

La palpazione non è solo provocativa ma deve anche cercare alterazioni della consistenza del nervo lungo il suo tragitto o rispetto al controlaterale che devino dalla norma e possano essere ricondotti, tramite ragionamento clinico, al problema del paziente ^[2]. La palpazione del SNP nel quadrante superiore secondo uno studio ^[29] ha dimostrato di possedere un'affidabilità inter-rater da moderata a sostanziale (kappa 0.47 – 0.69). E' consigliabile eseguire la palpazione in almeno un sito prossimale ed uno distale per nervo interessato ^[29].

[Figure 1,2,3]

Nervo Mediano



Figura 1. Palpazione del nervo mediano nel suo decorso a livello di spalla (a) gomito (b) e polso (c).

Nervo Ulnare



Figura 2. Palpazione del nervo ulnare nel suo decorso a livello di spalla (a) gomito (b) e polso (c).

Nervo Radiale



Figura 3. Palpazione del nervo radiale nel suo decorso a livello di spalla (a) gomito (b) e avambraccio (c).

Test attivi

Si tratta di test rapidi eseguiti attivamente dal paziente, che possono indicare al clinico la necessità di approfondire ulteriormente l'esame neurodinamico. Si richiede al soggetto l'esecuzione di test attivi (*active quick test*) dalla sequenza simile agli *Upper Limb Neural Tensioner tests (ULNTs)* che riproducano il sintomo, eseguendo se possibile successivamente una differenziazione strutturale^[33].

Nervo **Mediano**: si richiede un movimento di elevazione dell'arto superiore (Fig. 4a), e, per esempio, se il sintomo viene riprodotto, si richiede una flessione controlaterale del rachide cervicale (Fig. 4b) e/o un'estensione del polso (Fig. 4c). Se la sintomatologia viene così modificata è possibile ipotizzarne l'origine neurogenica^[33].

[Figura 4]



Figura 4. Active quick test per il nervo mediano (secondo Butler^[33]).

Nervo **Ulnare**: si chiede al paziente di posizionare la propria mano sull'orecchio (Fig. 5a) e quindi, tenendo fissa la mano sull'orecchio, lo si invita a sollevare il gomito in alto (Fig. 5b). Secondo Butler, nella maggior parte dei pazienti con disturbi del nervo ulnare o della sua radice vi sarà una sensibile risposta nel territorio dell'ulnare^[33].

[Figura 5]

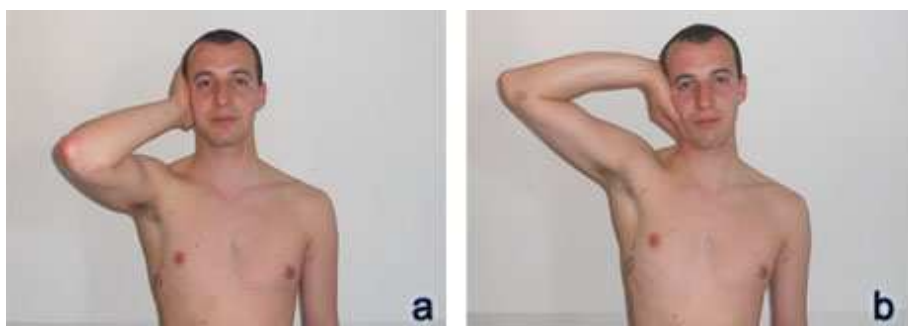


Figura 5. Active quick test per il nervo ulnare (secondo Butler^[33]).

Nervo **Radiale**: si chiede al paziente di lasciar pendere il braccio lungo il fianco, quindi di eseguire un pugno stringendo il pollice, poi di estendere il gomito, ruotare internamente il braccio e deprimere la spalla (Fig. 6a). In questo caso la differenziazione strutturale è data dall'elevazione della spalla (Fig. 6b) ^[33].

[Figura 6]

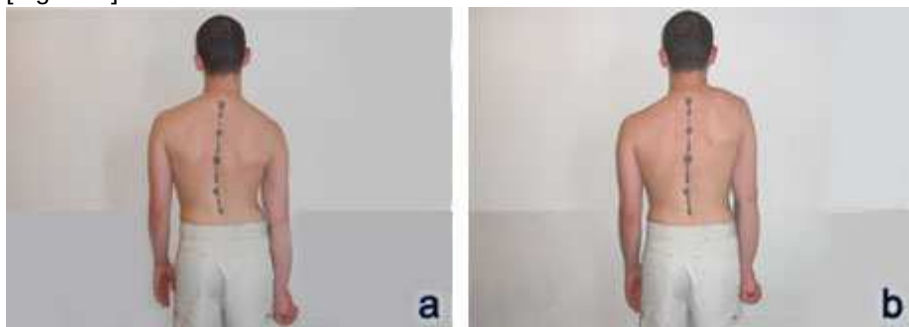


Figura 6. Active quick test per il nervo radiale (secondo Butler ^[33]).

Questi test sono stati proposti da Butler ^[33] ma non sono presenti in letteratura riferimenti relativi alla loro affidabilità e validità .

Upper limb neurodynamic tests - ULNTs

In terapia manuale gli ULNTs sono comunemente utilizzati sia come strumento diagnostico che come misura di *outcome* in pazienti con sintomatologia neurogenica del quadrante superiore.

Mediante gli ULNTs si applica uno stress meccanico al sistema nervoso elongando il letto del nervo (Elvey ^[32], Butler ^[4], Shacklock ^[2]). L'esaminatore deve indagare la comparsa di sintomatologia (eventualmente distinguendone l'insorgenza "OP", ed il massimo dolore sopportabile "SP"), il range di movimento disponibile e l'insorgenza di resistenze o spasmi muscolari durante l'esecuzione del movimento (eventualmente rilevando anche qui sia la prima resistenza percepibile "R1" che la resistenza massima "R2") al fine di valutare la capacità del sistema nervoso del paziente di tollerare tale stress (Elvey ^{[32][42]}, Butler ^[4]). Sequenze standardizzate di movimento sono state raccomandate al fine di rendere maggiormente ripetibili (affidabili) i test, ma è stato altrettanto raccomandato di "adattare" tali sequenze in base alle caratteristiche o necessità del paziente (Maitland ^[43], Elvey ^[32], Butler ^[4], Shacklock ^[2]). In particolare, l'ULNT1 viene utilizzato per testare il nervo mediano ed il plesso brachiale nel complesso, proprio per questo motivo questo test è il più studiato e viene considerato come test più importante per il quadrante superiore ^[45]. Gli altri test sono l'ULNT2a, ULNT2b e ULNT3 impiegati rispettivamente nell'esaminazione neurodinamica dei nervi mediano, radiale ed ulnare. Le sequenze più comunemente utilizzate e studiate per l'esecuzione degli ULNTs sono quelle fornite da Butler ^[35] (figure 7,8,9,10).

[Figura 7]



Figura 7. ULNT1 : Sequenza standardizzata secondo Butler^[33]. Posizione di partenza con presa a pistola (a) Abduzione di spalla e blocco del cingolo scapolare (b) estensione di polso e dita (c) supinazione di avambraccio (d) rotazione esterna di spalla (e) estensione di gomito (f).

[Figura 8]



Figura 8. ULNT2a : Sequenza standardizzata secondo Butler^[33]. Posizione di partenza (a) depressione del cingolo scapolare (b) estensione di gomito (c) rotazione esterna di spalla e supinazione avambraccio (d) estensione di polso e dita (e) abduzione di spalla (f).

[Figura 9]



Figura 9. ULNT2b : Sequenza standardizzata secondo Butler^[33]. Posizione di partenza (a) depressione del cingolo scapolare (b) estensione di gomito (c) rotazione interna di spalla e pronazione avambraccio (d) flessione di polso e dita e deviazione ulnare (e) abduzione di spalla (f).

[Figura 10]

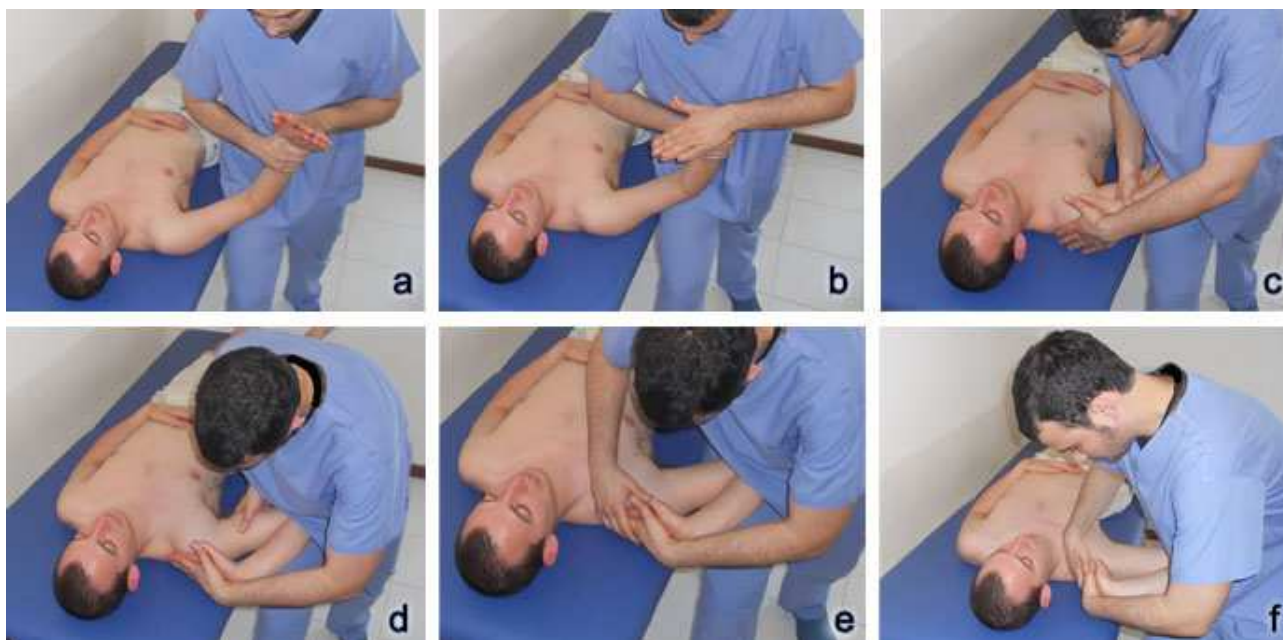


Figura 10. ULNT3 : Sequenza standardizzata secondo Butler^[33]. Posizione di partenza (a) estensione di polso e dita (b) flessione di gomito (c) rotazione esterna di spalla (d) depressione del cingolo scapolare (e) abduzione di spalla (f).

Studi relativi agli Upper Limb Neural Tensioner Tests

Numerosi studi hanno indagato gli ULNTs, investigando sulla loro validità sui cadaveri (Lewis ^[44], Kleinrensik ^[45], Byl ^[46], J. Nee ^[47]), il loro impiego per diagnosticare radicolopatie (Wainner ^[21]) e nella diagnosi di sindromi da intrappolamento (ad esempio per il nervo mediano nella sindrome del tunnel carpale mediante l'ULNT1 ^[10]). Altri hanno indagato le caratteristiche della risposta normale e patologica alla sua somministrazione ^{[48][49]}.

Alcuni studi ^{[10][21][50]}, hanno concluso che possiedono un'alta sensibilità ed una bassa specificità. Proprio per queste loro caratteristiche alcuni autori hanno proposto il loro utilizzo come *ruler-out* per l'esclusione di origine neurogenica di un disturbo. Per esempio Wainner ^[21] ha proposto l'utilizzo dell'ULNT1 come *ruler-out* per la valutazione della radicolopatia cervicale. In caso di ULNT negativo infatti secondo Wainner si può escludere un interessamento radicolare ^[21]. In caso di positività a tale test si dovrà invece procedere con l'esecuzione di altri test poiché da solo rileva molti falsi positivi (bassa specificità).

L'utilizzo degli ULNTs sia come strumento diagnostico che come misurazione di outcome comporta ripetute esecuzioni sia da parte dello stesso esaminatore, che tra diversi esaminatori. Pertanto conoscere l'affidabilità sia intra-rater che inter-rater di tali test è essenziale. Sebbene questi test siano largamente utilizzati in ambito clinico, in passato sono stati condotti pochi studi relativamente all'affidabilità intra ed inter - rater. Inoltre, gli studi esistenti indagano aspetti e peculiarità diverse relativamente agli ULNTs: rievocazione del sintomo, misurazione del ROM, percezione di resistenze al movimento passivo di elongazione o insorgenza di spasmi muscolari protettivi.

1.3 ANALISI STATISTICA

Il processo diagnostico in fisioterapia.

La diagnosi è un processo che implica la definizione della possibile presenza di una patologia in un paziente. Per poter formulare una diagnosi è necessaria una raccolta di informazioni attraverso l'anamnesi e l'esame obiettivo, costituito da test e misurazioni selezionate, al quale, in seguito all'interpretazione dei dati ricavati, segue la formulazione di ipotesi diagnostiche verificate sulla base della interpretazione di test clinici. Per interpretare correttamente l'esito di un test è importante conoscerne le principali caratteristiche: validità ed affidabilità ^[51].

Validità o potere discriminante di un test.

Per validità si intende la vicinanza di un valore misurato al suo valore reale. La validità di un test si valuta confrontando la misurazione effettuata con il test in esame rispetto a quella di un *reference standard*. Il *reference standard* è il criterio che meglio definisce la condizione oggetto di interesse ^[51].

C'è una relazione tra il risultato di un test diagnostico e l'evento malattia: sono possibili due risultati esatti (veri positivi e veri negativi) e due risultati errati (falsi positivi e falsi negativi).

La capacità del test di fornire risultati positivi nei soggetti malati è definita "sensibilità" (un test sensibile evidenzia i soggetti malati). Un test sensibile al 100% non ha falsi negativi.

La capacità del test di fornire risultati negativi nei soggetti sani è definita "specificità" (un test specifico evidenzia i soggetti sani). Un test specifico al 100% non ha falsi positivi ^[51].

Prese insieme, sensibilità e specificità, sono espressioni della validità diagnostica di un test, che può essere misurata dividendo il numero di risultati corretti sul totale dei test condotti.

I valori di sensibilità e specificità forniscono utili informazioni per interpretare i risultati dei test diagnostici: l'alta sensibilità di un test indica che può essere utilizzato per escludere (*ruling out*) la malattia (proprio a causa dei pochi falsi negativi: SnNout). Per contro, l'alta specificità di un test indica che può essere utilizzato per includere (*ruling in*) la malattia (proprio perché presenterà pochi falsi positivi: SpPin) ^[51].

Affidabilità di un test.

Al fine di garantire delle informazioni utili, un test dovrebbe fornire risultati "affidabili" in ambiente clinico. La *performance* del test in differenti occasioni deve fornire lo stesso risultato se lo stato del paziente esaminato non è cambiato. Tradizionalmente l'affidabilità è stata enfatizzata come precursore della validità di un test: uno *step* preliminare che deve essere superato prima ancora di studiare qualsiasi studio riguardo alla validità di un test. Ma questo secondo alcuni autori ^[51] è un errore, in quanto un test affidabile non è detto che sia valido e viceversa. Studiare l'affidabilità di un test quindi fornisce importanti informazioni che comunque devono essere considerate in congiunzione a studi che ne considerino la validità.

L'affidabilità di un test è associata alla sua precisione, definibile come vicinanza di misure ripetute al medesimo valore. Relativamente all'affidabilità di un test clinico possono essere considerati diversi aspetti:

- Affidabilità inter-rater: concordanza delle misurazioni tra diversi esaminatori (*stability*)^[53];
- Affidabilità intra-rater: concordanza delle misurazioni eseguite dallo stesso esaminatore (*equivalence*)^[53].

I coefficienti più comunemente utilizzati per calcolare il grado di affidabilità di un test sono:

Coefficiente kappa (k): coefficiente tipicamente utilizzato negli studi di concordanza tra esaminatori per variabili categoriche (es: risultato positivo o negativo). Nonostante in ogni studio si definisca (in modo arbitrario) una scala per interpretare il valore della kappa in termini di scarsa, discreta, buona o eccellente affidabilità, non esiste una soglia comune da superare per rendere il test “abbastanza” affidabile. I valori della kappa possono variare da 0 (nullo/scarso accordo) a 1 (piena concordanza). Le scale proposte sono solitamente simili a quella riportata in tabella 6.

Coefficiente di correlazione di interclasse (ICC): coefficiente calcolato per avere indicazioni riguardo all'affidabilità di una misurazione espressa con variabili continue (come nella misurazione dell'affidabilità di una rilevazione goniometrica in gradi). Come per il coefficiente kappa non esiste un consenso generale ben definito nell'interpretazione del valore del ICC in termini di scarso, discreto buono o ottimo, e viene pertanto definita all'interno di ogni studio (ma comunque simile alla tabella 7). L'intervallo ICC va da -1 (non ripetibile) a 1 (perfettamente ripetibile).

[Tabelle 6 e 7]

k	Interpretation
< 0	poor
0.0 - 0.20	slight
0.21 - 0.40	fair
0.41 - 0.60	moderate
0.61 - 0.80	substantial
0.81 - 1.00	almost perfect

Tabella 6. Interpretazione k secondo Landis e Koch^[52].

ICC	Agreement
< 0.40	poor
$0.40 \leq ICC < 0.70$	fair
$0.70 \leq ICC < 0.90$	good
$ICC \geq 0.90$	excellent

Tabella 7. interpretazione ICC secondo Coppieters^[36].

Standard error of Measure (SEM): coefficiente calcolato per stimare la precisione di singole misurazioni o quantificare la differenza (dovuta all'errore random) dei risultati ottenuti nelle misurazioni ripetute^{[53][54][55]}. Un elevato SEM indica un elevato livello di errore e implica una non ripetibilità dei valori testati.

Spesso questi coefficienti vengono calcolati in concomitanza di coefficienti quali la “**Small Detectable Difference (SDD)**”, “**Smallest Real Difference (SRD)**”, “**Minimal Measurable Difference (MMD)**” ovvero l'espressione della più piccola differenza tra misurazioni che può essere considerata un cambiamento clinico delle condizioni del paziente piuttosto che un errore tra le diverse misurazioni.

2. OGGETTO DELLA REVISIONE

Scopo del lavoro

L'obiettivo di questa revisione è fare luce relativamente all'affidabilità (intra ed inter-esaminatore) dei test neurodinamici del quadrante superiore confrontando i diversi studi effettuati al riguardo .

3. MATERIALI E METODI

3.1 CRITERI DI ELEGGIBILITA'

Questa revisione è stata redatta utilizzando le linee guida PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses) ^[56] per assicurare omogeneità e comprensione dei dati riportati.

Sono stati selezionati gli articoli che corrispondevano a questi **criteri di inclusione** :

- studi relativi all'affidabilità intra o inter-rater dei test neurodinamici che utilizzano i coefficienti statistici ICC (variabili continue) e k (per variabili categoriche).

Non sono stati ammessi, invece, tutti gli articoli che contenevano uno dei seguenti **criteri di esclusione**:

- studi relativi al trattamento neurodinamico;
- studi relativi solo ad altri aspetti dei test (per esempio validità);
- studi relativi all'affidabilità di altri test;
- studi che prendono in considerazione altri coefficienti non adeguati (es. *r* di Pearson)
- lingua diversa da italiano o inglese;
- articoli non reperibili.

3.2 FONTI UTILIZZATE E RICERCA DEI DATI

Sono state interrogate le banche dati MEDLINE, PEDro, ScienceDirect al fine di individuare studi che indagassero l'affidabilità intra ed inter-rater dei test di neurodinamica del quadrante superiore. Gli articoli sono stati reperiti mediante l'accesso via WebVPN alle banche dati messe a disposizione dal sistema bibliotecario dell'Università di Genova, oppure contattando direttamente gli autori.

Per reperire le parole chiave sono stati consultati, in seguito ad una ricerca preliminare, libri e articoli generici inerenti all'argomento della neurodinamica. È stata inoltre effettuata una ricerca per i termini Mesh che ha

portato ai seguenti sinonimi relativamente a *“reliability”* : *“reproducibility of findings”* *“observer variation”* *“physician’s practice patterns”*.

Le stringhe di ricerca utilizzate sono state:

- (ULNT) OR (ULTT) OR (NTPT) OR (upper limb neural tension) OR (upper extremity neural tissue provocation) OR (upper limb neurodynamic) OR (upper quadrant neural tension) OR (upper quadrant neurodynamic) AND (test OR testing) AND (reliability OR (reproducibility of findings) OR (observer variation) OR (physician’s practice patterns)).
- (ULNT) OR (ULTT) OR (NTPT) OR (upper limb neural tension) OR (upper extremity neural tissue provocation) OR (upper limb neurodynamic) OR (upper quadrant neural tension) OR (upper quadrant neurodynamic) AND (test OR testing).

La prima stringa di ricerca è stata elaborata al fine di rilevare i soli studi indaganti l'affidabilità dei test, ma a causa della scarsità degli studi così rilevati (n = 12) si è preferito ricercare tutti gli studi inerenti ai test attraverso la seconda stringa escludendo manualmente gli studi non relativi all'affidabilità.

Non sono stati immessi volutamente limiti vista la scarsità di materiale disponibile al riguardo.

3.3 RACCOLTA ED ESTRAZIONE DEI DATI

Le informazioni sono state estratte da ogni studio relativamente a :

- dettagli relativi allo studio (titolo, autore, rivista)
- scopo dello studio (primario e secondari)
- tipo di affidabilità indagata (inter-rater, intra-rater)
- descrizione della popolazione campione (età, sesso, condizione)
- descrizione della popolazione rater (qualifica, specializzazione)
- descrizione del setting sperimentale
- descrizione dei blinding utilizzati
- randomizzazioni utilizzate
- descrizione dei test utilizzati (sequenze, criteri di positività)
- risultati ottenuti
- descrizione parametri statistici utilizzati per affidabilità e precisione

E' stata creata una tabella sinottica per ogni studio incluso al fine di facilitarne il confronto.

3.4 RISCHIO DI BIAS NEI SINGOLI STUDI

Per gli articoli così inclusi nella revisione è stata effettuata una valutazione metodologica mediante la compilazione della QAREL checklist (The Quality Appraisal of Reliability Studies) ^[57], al fine di evidenziare potenziali bias. Gli 11 criteri sono stati valutati con *Yes*, *No*, *Not Applicable* e *Unknown* quando non venivano fornite sufficienti informazioni al riguardo. Nella scala di valutazione QAREL i criteri 1 e 2 riguardano bias di campionamento e la rappresentatività dei soggetti e dei raters. I criteri 3 - 8 sono correlati alla cecità dei raters riguardo a diverse componenti che potrebbero inficiare la validità dei risultati ottenuti. Il criterio 9 è legato alla correttezza dell'intervallo di tempo utilizzato durante la ripetizione delle misurazioni. Il criterio 10 considera se il test impiegato sia stato eseguito correttamente ed interpretato adeguatamente. Il criterio 11 si riferisce all'analisi statistica adottata per la valutazione della affidabilità. Valutazioni di un criterio come *No* o *Unknown* sono state considerate uguali ai fini della valutazione del rischio di bias, tuttavia gli articoli non sono stati esclusi dalla revisione sulle basi della loro valutazione metodologica. Tale questionario è stato eseguito da un primo revisore (candidato) e da un secondo revisore (relatore). Eventuali discrepanze sono state risolte mediante discussione tra i due revisori al fine di raggiungere un consensus. L'accordo fra i due valutatori è stato valutato mediante il calcolo della percentuale.

3.5 SINTESI ED ANALISI DEI DATI

I risultati degli studi sono stati inseriti riportando i coefficienti ricavati e relativi valori, ma poiché non esiste una scala di interpretazione di tali valori universalmente accettata ed ogni studio ha scelto arbitrariamente una propria scala, si è scelto di utilizzare in questa revisione due scale per uniformare i risultati e renderne possibile il confronto, quella di Landis e Koch ^[52] per il valore di kappa (k) e quella di Coppetiers per il valore del coefficiente di correlazione intraclasse (ICC) ^[36] [v. Tabelle 6 e 7].

Tuttavia ai fini di valutare se i valori riportati fossero accettabili, ICC è stato considerato accettabile quando il valore era buono o eccellente, mentre per il valore k la soglia di accettabilità adottata è stata quando k uguale o maggiore di *substantial*.

Per valutare la precisione dei risultati è stata considerata l'ampiezza dei limiti fiduciari (95% CI). Inoltre sono stati considerati anche lo *standard error of measurement* (SEM) ed i *limits of agreement* (LOA), i quali vengono ritenuti anch'essi misure di precisione e i loro valori sono da ritenere tanto più accettabili quanto più vicini allo zero.

4. RISULTATI

4.1 SELEZIONE DEGLI STUDI E CARATTERISTICHE

Dalla ricerca, effettuata con i parametri e nei database descritti precedentemente, sono emersi **42** titoli. Si è cercato inoltre di reperire altri **3** articoli, citati in altri studi e verosimilmente inerenti alla revisione in atto (non rilevati dalla ricerca perché non disponibili sui database interrogati) contattando gli autori. Come mostrato nel diagramma di flusso, la prima esclusione degli articoli è stata eseguita sulla base della loro reperibilità (n=2) e della pertinenza del contenuto del titolo e dell'*abstract* (n=22). A questo livello sono stati eliminati quindi un totale di **24** articoli. Gli articoli di dubbia pertinenza sono stati inclusi nella prima selezione, ed anche di essi è stato effettuato il reperimento del *full-text* allo scopo di verificarne l'utilità e sottoporli alla seconda selezione, mediante una valutazione più approfondita attraverso la lettura del testo integrale. Dopo l'acquisizione del *full-text* e lettura sono stati esclusi **12** articoli, poiché non rispettanti il criterio di lingua (n=2) non studianti l'affidabilità inter o intra-rater (n=9, consideravano per esempio altri aspetti quali la validità / accuratezza del test o risposte fisiologiche ai test senza indagarne l'affidabilità o indaganti la sola rilevanza clinica di aspetti correlati agli ULNTs) ed **1** poiché non prendeva in considerazione i coefficienti statistici nominati nei criteri di inclusione. In totale **9** studi sono stati inclusi in questa revisione (come mostrato in flow chart in Figura 11) e le loro caratteristiche sono riassunte in tabella 8.

[Figura 11]

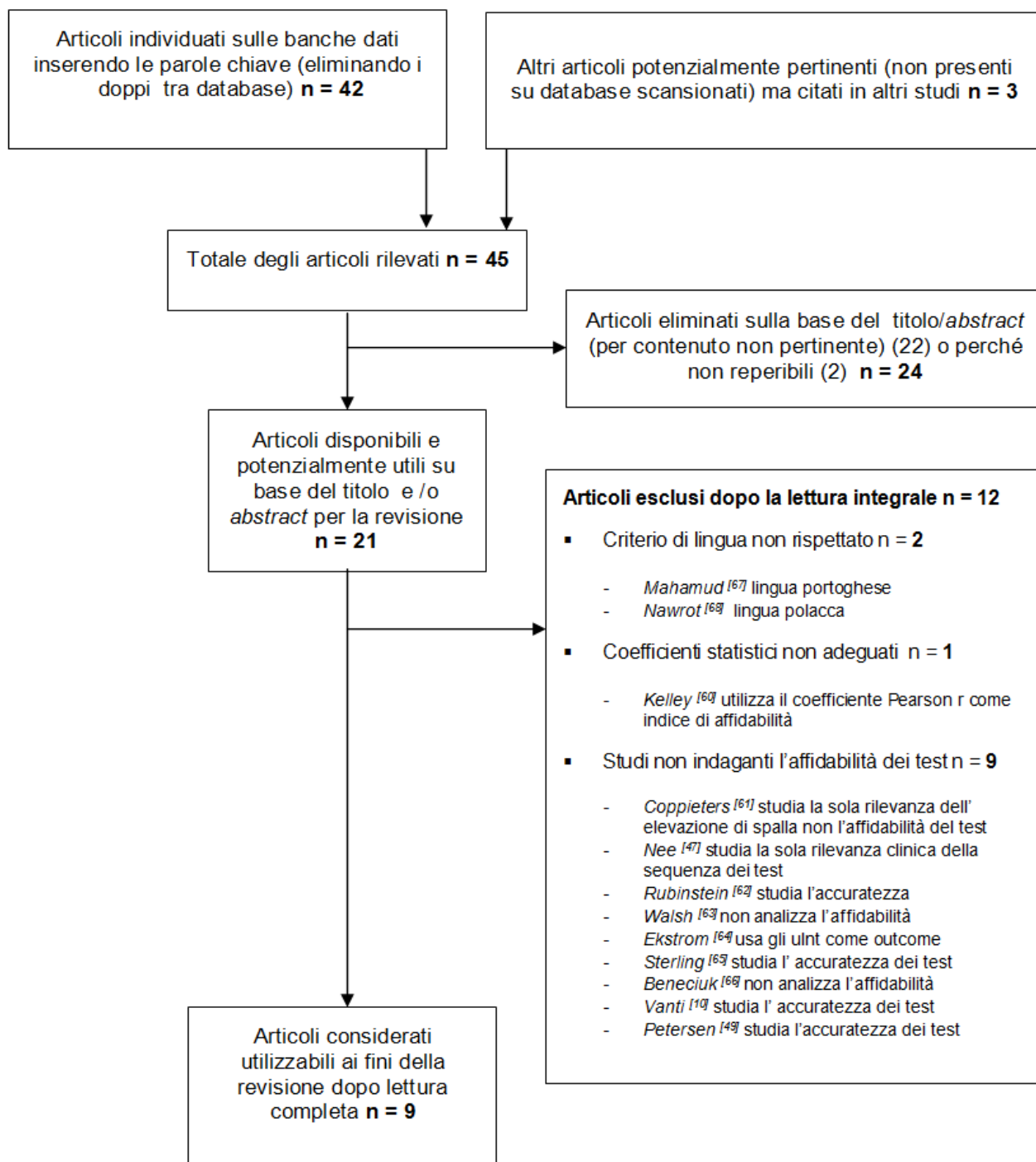


Figura 11. Diagramma di flusso che illustra la selezione degli studi.

[Tabella 8]

Studio	Partecipanti	Raters	Test indagati	Criterio considerato /aspetto misurato	Risultato Affidabilità (IC 95%)
Van der Heide ^[58]	N = 20 M/F = 10/10 Età = media 43 anni Condizione = sani	N = 1	ULNT1	ROM estensione di gomito, in relazione a OP, SP, o comparsa di attività muscolare	▪ Intra-rater eccellente - ICC = 0.92 - 0.97 - SEM = 1.65° - 3.91° - considerando l'insorgenza di sintomi (OP e SP) ▪ Intra-rater da discreta a buona - ICC = 0.60 - 0.83 - nella rilevazione di attività muscolare
Coppieters ^[36]	N = 37 M/F = 11/26 Età = 21 - 60 anni Condizione = nel primo gruppo (n =15) e nel terzo (n = 12) pazienti con dolore cervicobrachiale unilaterale; nel secondo (n= 10) pazienti asintomatici Setting = sia in laboratorio che setting clinico	N = 2 Professione = PT Esperienza = si , 3 e 8 anni post laurea	ULNT1	ROM estensione di gomito, in relazione a OP o SP	▪ Intra rater da buona ad eccellente - ICC = 0.89 - 0.99 - SEM = 1.7° - 5.1° - Sia per soggetti sani che sintomatici ▪ Inter rater da buona ad eccellente - ICC = 0.86 - 0.98 - SEM = 3.7° - 6.7° - Per soggetti asintomatici
Wainner ^[21]	N = 82 M/F = 41/41 Età = 33 - 57 anni Condizione = soggetti con radicolopatia cervicale o sindrome del tunnel carpale	N = 2	ULNT1 ULNT2b	Provocazione e riconoscimento del sintomo	▪ Inter-rater buona - kappa (ULNT1) = 0.76 - kappa (ULNT2b) = 0.83

Reisch ^[55]	N = 21 Età = 18 - 35 anni Condizione = sani	N = 2 Professione = Studenti PT Esperienza = no Training = si	ULNT2a	ROM di abduzione di spalla in relazione a R2	▪ Intra-rater che va da buona ad eccellente - ICC = 0.88 - 0.94 - SEM = 2.08 ° - 2.41° ▪ Inter-rater risultata invece scarsa - ICC = 0.33 - SEM 6.35°
Schmid ^[29]	N = 31 M/F = 15/16 Età = 18 - 60 anni Condizione = soggetti sintomatici con cervicobrachialgia unilaterale non acuta Setting = clinico	N = 2 Professione = PT Training = si Esperienza = si, non meglio definita	ULNT1 ULNT2a ULNT2b ULNT3	Provocazione e riconoscimento del sintomo	▪ Inter-rater da discreta a moderata - kappa (ULNT1) = 0.54 - kappa (ULNT2a) = 0.46 - kappa (ULNT2b) = 0.44 - kappa (ULNT3) = 0.36
Petersen ^[53]	N = 45 M/F=11/34 Età = 22 - 53 Condizione = sani	N = 1 Professione = PT	ULNT2b ULNT3	ROM di flessione-estensione di gomito in relazione a R2 - estensione per ULNT2b - flessione per ULNT3	▪ Intra-rater da discreta a buona - ICC (ULNT2b) = 0.75 – 0.81 - ICC (ULNT3) = 0.65 – 0.75
Vanti ^[59]	N = 36 M/F = 18 /18 Età = 19 - 41 anni Condizione = sani	N = 3 Professione = PT Training = si Esperienza = 8, 7 e 3 anni	ULNT1	ROM di estensione di gomito, in relazione a R1, R2, OP, SP	▪ Intra-rater da discreta ad eccellente - ICC = da 0.69 (R1) a 0.91 (SP) ▪ Inter-rater: da discreta a buona - ICC (sing. misure) = da 0.48 (R1) a 0.72 (OP) - ICC (media) = da 0.51 (R1) a 0.76 (SP)

Lohkamp ^[48]	N = 20 M/F = 10/10 Età = 18 - 50 anni Condizione = sani	N= 1	ULNT1 ULNT2a	ROM di estensione di gomito (ULNT1) e ROM abduzione di spalla (ULNT2a) in relazione a SP	▪ intra-rater da buona ad eccellente - ICC (ULNT1) = 0.86 - 0.94 - ICC (ULNT2a) = 0.90 - 0.97 - SEM (ULNT1) = 2.32° - 2.18° - SEM (ULNT2a) = 1.96° - 1.65°
Oliver ^[54]	N = 40 M/F = 11/29 Età = 18 - 42 anni Condizione = Sani Setting = clinico	N = 2 Professione = PT Training = si Esperienza = 6 e 10 anni post laurea	ULNT1	ROM di estensione di gomito in relazione a SP e R2	▪ intra-rater eccellente - ICC = 0.98 - 0.96 - SEM = 2.59° - 0.97° ▪ inter-rater: buona - ICC (singole misure) = 0.80 - ICC (media) = 0.89 - SEM = 3.83°

Tabella 8. Tabella sinottica con le caratteristiche degli studi inclusi. OP, SP, R1, R2 = riferiti rispettivamente all'insorgenza del sintomo, la sensazione di massima sopportazione del paziente, la prima e la massima resistenza percepite dal terapista.

4.2 RISCHIO DI BIAS NEI SINGOLI STUDI

Il rischio di bias nei singoli studi è stato affrontato mediante la compilazione della Qare Checklist per ogni studio incluso nella revisione, da parte dei 2 revisori. Sui 99 item valutati da entrambi i revisori (11 items ogni articolo) si è rilevata una percentuale di discordanza del 19.8% (20 differenze/99 items) e tali items sono stati corretti successivamente mediante consensus. Il riassunto della valutazione metodologica così ottenuta è riportato in tabella 9. Come mostrato nella tabella i criteri 1 e 2 (caratteristiche campione ed esaminatori) sono stati valutati positivamente in 4 studi (Oliver^[54], Schmid^[29], Coppieters^[36], Petersen^[53]). Anche il criterio 3 (relativo alla cecità inter-rater) è stato rispettato da 4 studi (Reisch^[55], Coppieters^[36], Vanti^[59] ed Oliver^[54]). Il criterio 4 (relativo alla cecità intra-rater) invece è stato valutato positivamente in ben 7 studi (Oliver^[54], Vanti^[59], Lohkamp^[48], Coppieters^[36], Reisch^[55], Petersen^[53], Van Der Heide^[58]), mentre i criteri 5 e 6 (riguardanti la cecità dei rater verso stato di salute o informazioni aggiuntive relative al campione) sono stati rispettati e quindi valutati positivamente solo negli studi di Schmid^[29] e Wainner^[21]. Nessuno studio ha guadagnato la positività ad i criteri 7 ed 8 (cecità degli esaminatori riguardo ad ulteriori caratteristiche fisiche dei soggetti e variazione dell'ordine di esame dei rater e soggetti), mentre al criterio 9 (relativo alla stabilità della variabile indagata) 4 studi hanno ottenuto il valore positivo (Schmid^[29], Lohkamp^[48], Reisch^[55], Wainner^[21]). Per i criteri 10 ed 11 tutti gli studi sono risultati positivi (coefficienti statistici adeguati per l'affidabilità).

[Tabella 9]

Studio / Qare Checklist item	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Coppieters ^[36]	Y	Y	Y	Y	U	U	U	U	U	Y	Y
Lohkamp ^[48]	U	U	N/A	Y	N/A	N/A	U	U	Y	Y	Y
Oliver ^[54]	Y	Y	Y	Y	N/A	N/A	U	U	N	Y	Y
Petersen ^[53]	Y	Y	N/A	Y	N/A	N/A	N	U	N	Y	Y
Reisch R. ^[55]	U	U	Y	Y	N/A	N/A	N	U	Y	Y	Y
Schmid ^[29]	Y	Y	N	N/A	Y	Y	U	U	Y	Y	Y
Van der Heide ^[58]	U	U	N/A	Y	N/A	N/A	N	U	N	Y	Y
Vanti ^[59]	U	U	Y	Y	N/A	N/A	N	U	N	Y	Y
Wainner ^[21]	U	U	U	U	Y	Y	N	U	Y	Y	Y

Tabella 9. Tabella riassuntiva risultati QAREL per articolo.

4.3 AFFIDABILITA' INTRA-RATER DEI TEST NEURODINAMICI DEL QUADRANTE SUPERIORE

4.3.1 ULNT 1

Relativamente ai soggetti sani Oliver^[54] ha riportato per questo test accettabili valori di affidabilità intra-rater (eccellente con ICC > 0.96), risultato pienamente confermato da Lohkamp^[48] (eccellente con ICC > 0.93) e da Coppieters^[36] (da buono ad eccellente con ICC > 0.89). Tali risultati sono invece stati confermati solo in parte da Vanti^[59] e da Van der Heide^[58]: per quanto concerne le misurazioni in relazione alla sintomatologia infatti tali studi hanno rilevato valori accettabili (rispettivamente da buono ad eccellente con ICC > 0.76 Vanti ed eccellente con ICC > 0.92 Van Der Heide) mentre non sempre accettabili per le misurazioni eseguite considerando eventuali resistenze o attività muscolari. L'unico studio presente relativamente a soggetti sintomatici è quello di Coppieters^[36] che ha dimostrato un'affidabilità accettabile dell'ULNT1 (da buono ad eccellente con ICC > 0.89) su pazienti con cervicobrachialgia.

4.3.2 ULNT2a

Rispetto ai soggetti sani Reisch ^[55] ha rilevato valori di affidabilità intra-rater ritenuti accettabili (affidabilità da buona ad eccellente con ICC > 0.88) confermati anche dallo studio di Lohkamp ^[48] (affidabilità eccellente con ICC > 0.90), mentre non sono stati effettuati studi in relazione all'affidabilità intra-rater di questo test su soggetti sintomatici.

4.3.3 ULNT2b

In relazione ai soggetti sani, Petersen ^[53] ha riportato accettabili valori di affidabilità intra-rater (buona con ICC > 0.75), ma non sono stati effettuati studi in relazione all'affidabilità intra rater di questo test su soggetti sintomatici.

4.3.4 ULNT3

L'unico studio che ha indagato l'affidabilità intra-rater di questo test sui soggetti sani è quello di Petersen ^[53] che ha riscontrato però valori non sempre pienamente accettabili (affidabilità da discreta a buona con ICC = 0.65 – 0.75). Non sono stati effettuati altri studi, tantomeno su soggetti sintomatici, per questo test.

La tabella 10 mostra gli studi con valori accettabili per l'affidabilità intra-rater in relazione a test indagato e condizione dei soggetti.

[Tabella 10]

Test	Sani	Cervicobrachialgia
ULNT1	Van der Heide ^{[58]*} , Coppieters ^[36] , Vanti ^{[59]*} , Lockamp ^[48] , Oliver ^[54]	Coppieters ^[36]
ULNT2a	Reisch ^[55] , Lohkamp ^[48]	
ULNT2b	Petersen ^[53]	
ULNT3		
* valori di affidabilità accettabili per il test effettuato considerando la sintomatologia evocata.		

Tabella 10. Affidabilità intra-rater: riassunto degli studi con valori risultati accettabili.

4.4 AFFIDABILITA' INTER-RATER DEI TEST NEURODINAMICI DEL QUADRANTE SUPERIORE

4.4.1 ULNT1

Relativamente ai soggetti sani, Coppieters ^[36] ha riportato per questo test dei valori di affidabilità inter-rater accettabili (da buona ad eccellente con ICC > 0.86), risultato pienamente confermato anche dallo studio di Oliver ^[54] (buona con ICC > 0.80) e parzialmente da Vanti ^[59]: quest'ultimo autore ha infatti rilevato valori di affidabilità accettabili per quanto concerne le misurazioni eseguite su SP e R2 (riferiti rispettivamente alla sensazione di massima sopportazione del paziente e la massima resistenza percepita dal terapeuta (buona con ICC = 0.76 e ICC = 0.70), ma non accettabili per le misurazioni effettuate per l'insorgenza di R1 ed OP

(rispettivamente la prima resistenza percepita dal terapeuta e l'insorgenza del sintomo) che hanno infatti rilevato un'affidabilità solo discreta (con ICC = 0.51 e ICC = 0.69). Per quanto riguarda invece l'affidabilità del test eseguito su soggetti con dolore cervicale o sindrome del tunnel carpale, Wainner ^[21] ha riportato valori accettabili (sostanziale con k = 0.76) mentre invece non sono da ritenersi accettabili i valori riportati da Schmid ^[29] (moderata con k = 0.54) in relazione a pazienti con cervicobrachialgia unilaterale non acuta.

4.4.2 ULNT2a

In relazione ai soggetti sani, Reisch ^[55] ha riportato valori non accettabili per l'affidabilità inter-rater (scarsa con ICC = 0.33), risultato confermato da Schmid ^[29] in relazione però a soggetti con cervicobrachialgia unilaterale non acuta (moderata con k = 0.46).

4.4.3 ULNT2b

Per l'affidabilità inter-rater di questo test non sono stati eseguiti studi in relazione a soggetti sani, e mentre Wainner ^[21] ha riportato valori pienamente accettabili (affidabilità buona con k = 0.83) in relazione a soggetti con radicolopatia cervicale o sindrome del tunnel carpale, Schmid ^[29] ha riportato un valore non accettabile (affidabilità moderata con k = 0.44) in relazione a pazienti con cervicobrachialgia unilaterale non acuta.

4.4.4 ULNT3

Non sono presenti studi in relazione all'affidabilità inter-rater di questo test su soggetti sani, mentre in relazione a pazienti con cervicobrachialgia unilaterale non acuta, Schmid ^[29] ha riportato valori non accettabili (affidabilità povera con k = 0.36).

La tabella 11 mostra gli studi con valori accettabili per l'affidabilità inter-rater in relazione a test indagato e condizione dei soggetti.

[Tabella 11]

Test	Sani	Cervicobrachialgia	S. Tunnel carpale
ULNT1	Coppieters ^[36] , Oliver ^[54] , Vanti ^{[59]*}	Wainner ^[21]	Wainner ^[21]
ULNT2a			
ULNT2b		Wainner ^[21]	Wainner ^[21]
ULNT3			
* valori accettabili per quanto concerne le misurazioni eseguite su R2 e SP(ICC > 0.70), ma non accettabili per le misurazioni effettuate per l'insorgenza di R1 e OP(ICC = 0.51 e ICC = 0.69))			

Tabella 11. Affidabilità inter-rater: riassunto degli studi con valori risultati accettabili.

4.5 RISCHIO DI BIAS CUMULATO

In questa revisione sono stati inclusi studi sia su soggetti sani che con disturbi muscoloscheletrici, tuttavia i risultati ottenuti sui soggetti sani, possono essere utili in linea di massima per capire la affidabilità che i clinici hanno con i test neurodinamici ma non la loro ripetibilità in ambito clinico.

Negli studi che non hanno indicato chiaramente i criteri di selezione dei soggetti, le loro caratteristiche ed il setting in cui è stato svolto lo studio, potrebbe esservi stato un bias di selezione che non permette poi di replicare gli stessi risultati nella popolazione generale ^{[21][48][55][59][58]}. Lo stesso bias di selezione potrebbe essere presente anche per quanto riguarda la popolazione dei valutatori che non è stata riportata in modo soddisfacente negli stessi studi appena sopra citati ^{[21][48][55][59][58]}.

Differenti modalità di rendere i valutatori ciechi possono influenzare in maniera differente i risultati ottenuti. Chiaramente una mancanza della cecità intra-rater invalida gli studi di questa variabile ^[21], così come la mancanza di cecità inter-rater ^[21] va ad inficiare grandemente i risultati di questo tipo di affidabilità. La mancanza di cecità degli operatori alla patologia indagata ^[36] oppure ad informazioni cliniche addizionali ^[36] potrebbe aver indotto una sorta di errore sistematico in una direzione sconosciuta. Infine in nessuno studio è stata trovata la descrizione di un metodo che mettesse in cieco i valutatori da altre informazioni addizionali che potessero alterare la misurazione dei test (es. smorfie, vestiti, etc.). Anche per quanto riguarda la modalità di randomizzazione la valutazione metodologica condotta ha evidenziato come questa non sia stata soddisfatta in nessun caso, a questo proposito potrebbe essere degno di nota il fatto che tuttavia alcuni autori hanno randomizzato l'ordine dei test da eseguire e degli arti da testare all'interno di un paziente, modalità forse utile per disegni di studio di affidabilità intra-rater, ma del tutto fuori luogo per valutare la modalità inter-rater.

Per quanto riguarda la stabilità della variabile indagata, alcuni studi hanno utilizzato un tempo minimo di 10 minuti basandosi sulle proprietà visco-elastiche del SNP evinte da modelli cadaverici, pertanto gli studi che non rispettavano questo criterio sono stati classificati con alto rischio di bias ^{[36][54][53][59][58]}. Per quanto riguarda la descrizione dei test neurodinamici usati, dalla valutazione degli studi è emerso che tutti hanno descritto chiaramente la procedura valutativa in riferimento al classico test utilizzato quotidianamente durante la valutazione clinica. Infine tutti gli studi hanno riportato in maniera estensiva ed adeguata i valori statistici riassuntivi. Il rischio di bias cumulato è rappresentato nella figura 12.

[Figura 12]

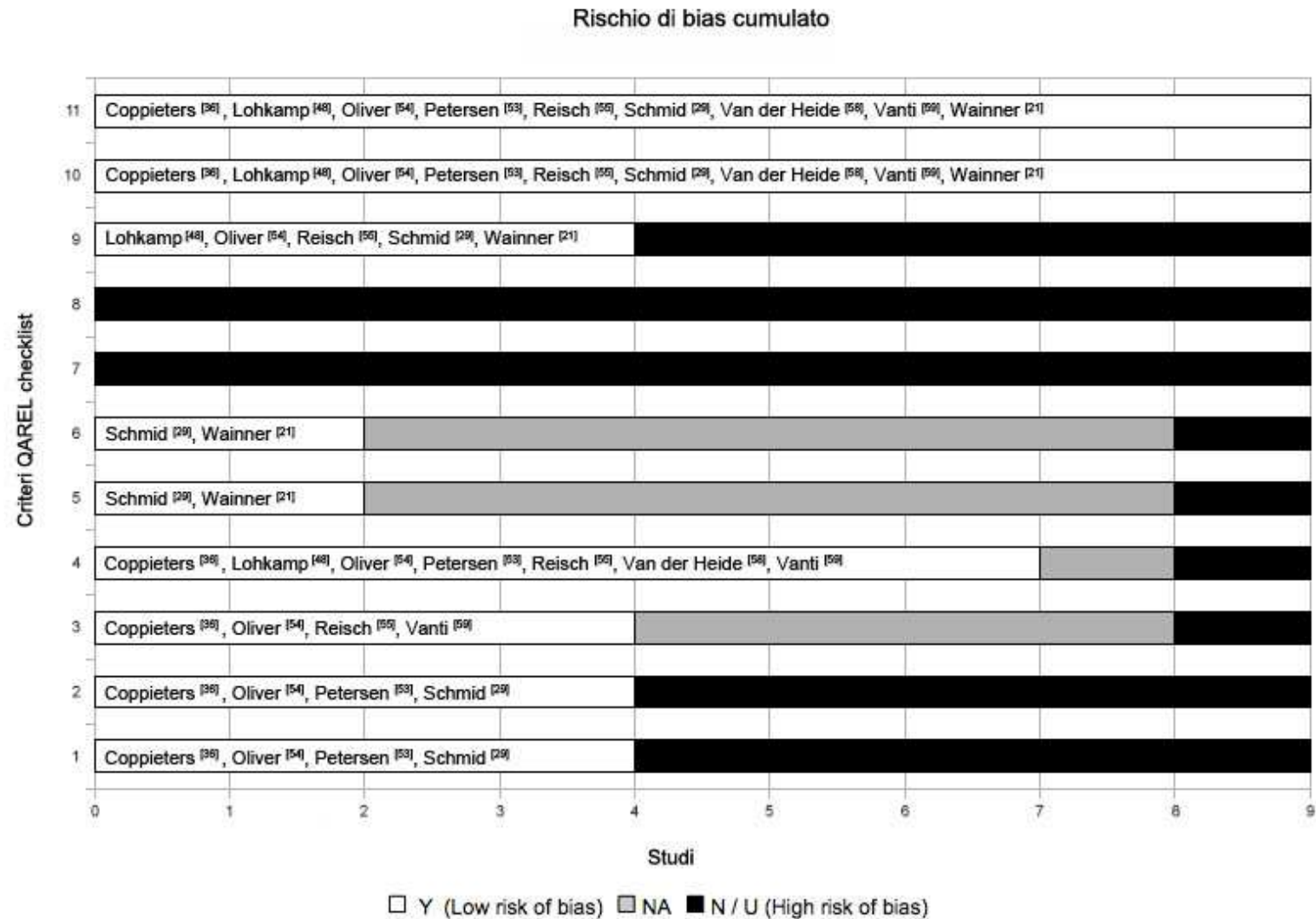


Figura 12. Grafico rappresentante il rischio di bias cumulato.

5. DISCUSSIONE

5.1 AFFIDABILITA' INTRA ED INTER-RATER

Tutti gli studi inclusi in questa revisione hanno indagato l'affidabilità intra-rater e/o inter-rater dei test neurodinamici, considerandone diversi aspetti e peculiarità.

Van der Heide ^[58] ha analizzato l'affidabilità intra-rater dell'ULNT1 (secondo la sequenza proposta da Elvey ^[32]) misurando l'estensione del gomito in una prima istanza all'insorgenza della sintomatologia nel paziente (sia nell'insorgenza del sintomo OP che al raggiungimento del massimo dolore tollerabile del paziente SP), e in seconda istanza alla rilevazione di attività muscolare del muscolo bicipite, tricipite e trapezio superiore (mediante EMG di superficie). Tale esperimento è stato condotto da un solo esaminatore su soggetti asintomatici. I risultati esprimono un livello di affidabilità intra-rater accettabile per i test eseguiti considerando la sintomatologia (a. eccellente sia per OP con ICC > 0.92 che SP con ICC > 0.96), mentre non sempre accettabile per la rilevazione di attività muscolare (a. da discreta a buona con ICC = 0.60 - 0.83) tale criterio pur non essendo riproducibile in pratica clinica (utilizzo dell'EMG durante l'esecuzione degli ULNT) può essere accostato alla resistenza al movimento (di origine muscolare) percepito dall'operatore. Dal punto di vista metodologico secondo valutazione QAREL, lo studio ha ottenuto la positività a solo 3 criteri su 11.

Coppieters ^[36] ha indagato l'affidabilità intra e inter-rater dell'ULNT1 (utilizzando delle varianti della sequenza secondo Butler ^[4]) in soggetti sani, e intra-rater per i soggetti sintomatici, e sia in setting clinico che in laboratorio misurando l'estensione di gomito alla provocazione/riproduzione del sintomo (nei due momenti OP e SP). L'autore ha riportato un'affidabilità intra-rater accettabile sia nei soggetti sani che nei soggetti sintomatici (da buona ad eccellente con ICC > 0.89) e un'affidabilità inter-rater altrettanto accettabile nei soggetti sani (da buona ad eccellente con ICC > 0.86). Un aspetto peculiare di questo studio è che per l'autore non vi è differenza tra l'affidabilità del test sia quando eseguito in condizioni sperimentali (ICC = 0.98) che in condizioni riproducibili nella pratica clinica (ICC > 0.98). Dal punto di vista metodologico secondo valutazione QAREL, lo studio ha ottenuto la positività a 6 criteri su 11.

Wainner ^[21] ha indagato, l'affidabilità inter-rater per i test ULNT1 e ULNT2b (sequenza secondo Elvey ^[32]), al fine di inserirli in un cluster per la radicolopatia cervicale. Nel suo studio sono stati selezionati soggetti con radicolopatia cervicale o sindrome del tunnel carpale e l'affidabilità degli ULNT è stata misurata considerando la provocazione/riconoscimento della sintomatologia (variabile dicotomica). Entrambi i test hanno dimostrato un'affidabilità inter-rater accettabile (buona con kappa (ULNT1) = 0.76 e kappa (ULNT2b) = 0.83). Una peculiarità di questo studio in relazione agli ULNTs è che è stato considerato il concetto di differenziazione strutturale mediante lateroflessione del collo come criterio di positività al test. Dal punto di vista metodologico secondo valutazione QAREL lo studio ha ottenuto la positività a 5 criteri su 11.

Reisch ^[55] ha indagato l'affidabilità intra ed inter-rater del test ULNT2a (sequenza secondo Butler ^[4]) misurando su soggetti sani l'abduzione di spalla possibile fino ad incontrare una massima resistenza al

movimento (R2). Anche in questo studio è stata utilizzata la differenziazione strutturale (mediante lateroflessione cervicale) come criterio di positività. Il test è stato però eseguito da 2 studenti di fisioterapia al terzo anno e quindi senza esperienza. Il test ha mostrato un'affidabilità intra-rater accettabile (da buona ad eccellente con ICC > 0.88) mentre l'affidabilità inter-rater si è rivelata scarsa e quindi non accettabile (con ICC = 0.33). Secondo l'autore stesso, la causa della scarsa affidabilità riportata è da ricercare nella mancanza di esperienza dei 2 raters e nel criterio (la massima resistenza deve essere percepita dall'operatore) utilizzato per le misurazioni. Dal punto di vista metodologico secondo valutazione QAREL, lo studio ha ottenuto la positività a 5 criteri su 11.

Schmid ^[29] ha indagato l'affidabilità inter-rater per i test ULNT1 ULNT2a ULNT2b ULNT3, eseguiti con sequenze secondo Butler ^[4], da due fisioterapisti all'interno di un esame neurologico completo, su soggetti con cervicobrachialgia unilaterale non acuta in un setting clinico. Il criterio considerato nelle misurazioni è stata la capacità di rievocare o meno il sintomo (variabile dicotomica), anche mediante la differenziazione strutturale. I valori di affidabilità ottenuti non sono però accettabili (kappa (ULNT1) = 0.54, kappa (ULNT2a) = 0.46, kappa (ULNT2b) = 0.44, kappa (ULNT3) = 0.36). Un aspetto interessante di questo studio è che nonostante i valori di affidabilità riportati non siano accettabili, l'autore sostiene che non vi sia una differenza statisticamente significativa tra l'affidabilità dell'esame di conduzione (esame neurologico classico) e l'esame per la meccanosensibilità (rappresentato dagli ULNTs e palpazione dei nervi). Dal punto di vista metodologico secondo valutazione QAREL, lo studio ha ottenuto il miglior risultato complessivo, guadagnando la positività a ben 7 criteri su 11.

Nello studio di Petersen ^[53], è stata indagata l'affidabilità intra-rater di una variante dei test ULNT2b e ULNT3 (sequenza proposta da Elvey ^[32]) su soggetti sani, misurando rispettivamente il grado di estensione e flessione di gomito in cui veniva rilevata una massima resistenza al movimento (R2). I valori di affidabilità riportati sono da ritenersi accettabili per quanto concerne il test ULNT2b (buona con ICC > 0.75) mentre non completamente accettabili relativamente al test ULNT3 (da discreta a buona con ICC che varia da 0.65 a 0.75). Nonostante ciò, Petersen sostiene che pur essendo il valore del coefficiente ICC inferiore alla soglia di accettabilità, non sia un indicatore di scarsa affidabilità del test, in quanto tale test ha ottenuto allo stesso tempo valori di SEM molto bassi. Tali valori, poiché indicano appunto una minima variazione tra le diverse misurazioni, potrebbero compensare secondo l'autore al basso valore di ICC. Dal punto di vista metodologico, secondo valutazione QAREL, lo studio ha ottenuto la positività a 5 criteri su 11.

Vanti ^[59] ha indagato l'affidabilità intra e inter-rater del ULNT1 (con sequenza eseguita secondo Butler ^[4]) su soggetti sani, misurando il grado di estensione di gomito in relazione sia alla sintomatologia provocata nel soggetto testato (Op = *onset of pain* e Sp = *submaximal pain*) che alle resistenze avvertite dall'esaminatore (R1= prima resistenza incontrata e R2 = seconda e ferma resistenza). Tale studio quindi è il primo (e fin ora l'unico) a confrontare i valori di affidabilità di un test neurodinamico rilevati considerando questi due diversi criteri. Sono stati riportati valori di affidabilità intra ed inter-rater accettabili per R2 OP e SP (ICC > 0.76), mentre per R1 i valori riportati non sono sempre accettabili in entrambi i tipi di affidabilità (con ICC inter-rater che varia da 0.69 a 0.83 e ICC inter-rater = 0.51). Da notare che complessivamente i valori relativi alla

sintomatologia sono migliori rispetto alla percezione della resistenza, e che i valori di R2 e SP sono migliori rispetto a R1 e OP. L'autore ha inoltre sottolineato come i valori OP e R1 e allo stesso modo di SP e R2 siano molto simili tra loro. È osservabile anche che i valori di affidabilità intra-rater sono maggiori nei 2 fisioterapisti con esperienza. Infine un altro aspetto indagato in questo studio è l'effetto della ripetizione consecutiva del test (per 5 volte) sul ROM della posizione in cui si rilevano i parametri OP, SP, R1, R2. Secondo l'autore i risultati ottenuti indicano che la ripetizione del test stesso porta all'aumento del ROM di estensione di gomito necessario per il raggiungimento di tali parametri, in seguito all'adattamento dei tessuti muscolare, connettivo e neurale. Dal punto di vista metodologico secondo valutazione QAREL, lo studio ha ottenuto la positività a 4 criteri su 11.

Lohkamp ^[48] ha indagato l'affidabilità intra-rater dei test ULNT1 e ULNT2a (sequenza standard secondo Butler ^[4]) su soggetti sani, facendo misurare ad un operatore rispettivamente il ROM di estensione di gomito o di abduzione di spalla fino al raggiungimento del massimo dolore sopportabile da parte del soggetto (SP). È stata eseguita per ogni test una prova con differenziazione strutturale, ed una senza. L'affidabilità è stata quindi calcolata sia tra 2 ripetizioni che tra 3 ripetizioni e sia per i test con differenziazione strutturale che per i test senza. Tutti i valori riportati sono accettabili, (affidabilità intra-rater da buona ad eccellente con ICC > 0.86). Dal punto di vista metodologico secondo valutazione QAREL, lo studio ha ottenuto la positività a 4 criteri su 11.

Oliver ^[54] nel suo studio ha indagato l'affidabilità intra ed inter-rater dell'ULNT1 (sequenza standard secondo Butler ^[4]) eseguito su soggetti sani in setting clinico, facendo misurare a due fisioterapisti con esperienza in terapia manuale, il ROM di gomito fino al raggiungimento della massima sintomatologia dolorosa sopportabile (SP) o, in caso di mancanza di sintomatologia, massima resistenza al movimento (R2). I valori riportati di affidabilità intra-rater sono da considerarsi accettabili (eccellente con ICC > 0.96) così come i valori relativi all'affidabilità inter-rater (buona con ICC = 0.80 per singole misurazioni e ICC = 0.89 per media di 3 misurazioni). Dal punto di vista metodologico secondo valutazione QAREL, lo studio ha ottenuto la positività a 6 criteri su 11.

5.2 LIMITI DELLA REVISIONE SISTEMATICA

Nonostante negli ultimi anni stiano aumentando gli studi pubblicati sull'affidabilità dei test neurodinamici, la loro analisi complessiva non è facile. Nel caso degli studi inclusi in questa revisione, la molteplice diversità degli aspetti indagati (eterogeneità di soggetti, modalità di esecuzione e variabili indagate) ne rende difficile il confronto diretto. La maggior parte di questi lavori inoltre si è concentrata sullo studio dell'affidabilità dell'ULNT1 (ben 6 studi su 11), non analizzando i restanti test.

Inoltre nei pochi studi eseguiti su soggetti sintomatici (solo 3) sono stati considerati solo 2 disturbi: sindrome del tunnel carpale e cervicobrachialgia, nonostante nella pratica clinica i test di neurodinamica del quadrante superiore vengano però ben più largamente utilizzati.

6. CONCLUSIONI

6.1 IMPLICAZIONI PER LA PRATICA CLINICA

Dagli studi analizzati è emersa una sostanziale concordanza relativamente all'affidabilità intra-rater ^{[58][36][55]} ^{[53][59][48][54]} dei test di neurodinamica del quadrante superiore. Qualche incertezza si riscontra invece riguardo all'affidabilità inter-rater di tali test, tre autori hanno infatti ottenuto risultati pienamente accettabili (Oliver ^[54], Wainner ^[21], Coppieters ^[36]) mentre altri tre autori (Reisch ^[55], Schmid ^[29], Vanti ^[59]) hanno riportato valori di affidabilità solo parzialmente accettabili o non accettabili. Tali incertezze sono tuttavia imputabili all'eterogeneità di soggetti, modalità di esecuzione e variabili indagate.

Infatti, come spiegato nell'introduzione uno dei criteri di positività utilizzati per questi test è la rievocazione del sintomo (con relativo riconoscimento da parte del paziente) o la provocazione (nel sano) di determinati pattern dolorifici o sensitivi. L'affidabilità dei test neurodinamici nella rilevazione di questi parametri è stata riportata come buona o eccellente (e quindi accettabile) da autori quali Coppieters ^[36] (intra e inter), Vanti ^[59] (intra e inter), Van der Heide ^[58] (intra) Wainner ^[21] (inter). Questi test potrebbero però acquisire inferiori valori di affidabilità quando eseguiti considerando come criterio di positività la resistenza incontrata, dall'operatore al movimento, ciò può essere dedotto dagli studi di Vanti ^[59] (intra e inter), Van der Heide ^[58] (intra), Petersen ^[53] (intra). Un altro aspetto importante per la pratica clinica inoltre è che le misurazioni eseguite relativamente alla massima resistenza rilevata dal rater (R2) e al massimo dolore sopportabile dal paziente (SP) sembrano essere più affidabili rispetto a quelle eseguite considerando la prima resistenza incontrata (R1) e l'iniziale insorgenza del sintomo (OP) ^{[59][36]}.

Ciò potrebbe suggerire quindi che ricercare le massime percezioni di riproduzione del sintomo e resistenza al movimento renda i test più affidabili che non considerando le rispettive insorgenze (con valori quindi meno marcati).

Inoltre nell'indagine sull'affidabilità dei test neurodinamici eseguiti su soggetti sintomatici, nonostante siano ancora pochi gli studi eseguiti al riguardo, è interessante la conclusione tratta da Schmid ^[29]: secondo l'autore infatti statisticamente non vi è una differenza significativa tra l'affidabilità dell'esame classico neurologico per la conduzione e quella dell'esame per la meccanosensibilità. Inoltre, sempre relativamente agli studi su soggetti sintomatici, 2 studi (Wainner ^[21] e Coppieters ^[36]) su 3 rilevati, hanno riportato valori accettabili, equiparabili ai valori di affidabilità dei test eseguiti su soggetti sani.

Un altro aspetto interessante emerso dallo studio di Coppieters ^[36] è che non vi è alcuna differenza nell'affidabilità dei test neurodinamici sia che vengano eseguiti in un setting sperimentale (e quindi mediante supporti/fissatori esterni) piuttosto che in un setting clinico.

È stato osservato inoltre in alcuni studi (Vanti ^[59], Reisch ^[55]) come l'esperienza del valutatore influisca sull'affidabilità dei test: sono stati infatti riportati maggiori livelli di affidabilità per i fisioterapisti con maggiore esperienza in terapia manuale.

Traspare infine da tutti gli studi analizzati, l'importanza della definizione di una sequenza standard per le diverse misurazioni.

6.2 IMPLICAZIONI PER LA RICERCA

Per le future ricerche si auspica:

- maggior numero di studi e aderenti agli stessi criteri (sia nella sequenza utilizzata che nei criteri di positività considerati) per poterli così confrontare in modo diretto;
- maggiore interesse verso tutti i test neurodinamici del quadrante superiore (non solo ULNT1);
- ulteriori studi su soggetti sintomatici e con una maggior variabilità di patologie incluse;
- migliore qualità metodologica (l'analisi metodologica secondo QAREL degli articoli inclusi in questa revisione infatti ha rilevato numerosi bias).

7. RINGRAZIAMENTI

Ala fine di questo lavoro vorrei ringraziare il mio relatore Tommaso Geri, per la costante e puntuale assistenza nonostante i numerosi impegni, gli autori Rebecca Reisch e Shannon Petersen per avermi fornito i loro articoli (entrambi inclusi nella revisione) non altrimenti reperibili. Un ringraziamento particolare va infine alla mia famiglia, a Silvia e ai miei amici, per avermi sempre sostenuto.

8. BIBLIOGRAFIA

1. Conolly W.B, Prosser R. Rehabilitation of the hand and upper limb. Butterworth-Heinemann; 2002
2. Shacklock M. Clinical neurodynamics: a new system of musculoskeletal treatment. Oxford: Elsevier Science; 2005
3. Pecina M. Tunnel syndromes. Third edition. New York: CrC Press; 2001
4. Butler D.S. Mobilizzazione del Sistema Nervoso. Masson; 2001
5. Bayramoglu M. et al. Entrapment neuropathies of the upper extremity. Neuroanatomy, 2004; (3): 18-24
6. Encyclopedia of the Neurological Sciences. USA: Elsevier Science; 2003
7. E. Monaldi. Sindromi da intrappolamento. Appunti lezione del Master RDM 2010. Savona.
8. Kumar et al. Le basi patologiche delle malattie. 7 ed, Elsevier Masson; 2007.
9. Robert J. Nee, David Butler. Management of peripheral neuropathic pain: integrating neurobiology, neurodynamics, and clinical evidence. Physical Therapy in Sport, 2006; 7: 36–49.
10. Vanti C. et al Upper limb neurodynamic test 1 and symptoms reproduction in carpal tunnel syndrome, a validity study. Man Ther, 2011; 16(3): 258-63.
11. Lundborg G, Rydevik B. Effect of stretching the tibial nerve of the rabbit: a preliminary study of the intraneural circulation and barrier function of the perinervium. Journal of Bone and Joint Surgery, 1973; 55B: 390-401
12. Ogata K. Naito M. Blood flow of peripheral nerve effect of dissection, stretching and compression. Journal Hand Surgery, 1986; 11b(1): 10-14
13. D. Brown, Doherty M, Effect of transient stretching of peripheral nerve. Archives of Neurology and psychiatry, 1945; 54(1): 116-129
14. Fujita Y, Yamamoto H, Tani T. An experimental study of spinal cord traction syndrome. Nippon Seikegeka Gakki Zasshi, 1988; 62(4): 359-368
15. Rempel D, Daio. Entrapment neuropathies: pathophysiology and pathogenesis. Journal of Electromyography and Kinesiology, 2004; 14: 71-75
16. Rempel D, Dahkin L, Lundborg G. Pathophysiology of nerve compression syndromes: response of peripheral nerve to loading. Journal of Bone and Joint Surgery, 1999; 81A(11): 1600-1610
17. Seddon H. Surgical disorders of the periferal nerve. Baltimore: William & Wilkins; 1972
18. Sunderland S. Nerves and nerve injuries. 2nd ed. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1978
19. McComas Aj. The double crush in nerve entrapment syndromes. Upton Arm; 1973
20. Lundborg G. Nerve injury and repair. New York: Churchill livingstone; 1988
21. Wainner et al. Reliability and diagnostic accuracy of the clinical examination and patient self report measures for cervical radiculopathy. Spine, 2003; 28(1): 52-62
22. Radhakrishnan K. et al. Epidemiology of cervical radiculopathy. A population-based study from Rochester, Minnesota, 1976 through 1990. Brain, 1994; 117(2): 325-35

23. Tanaka N. et al. The anatomic relation among the nerve roots, intervertebral foramina, and intervertebral discs of the cervical spine. *Spine*, 2000; 25(3): 286-91
24. L.A. Watson et al. Thoracic outlet syndrome part 1: Clinical manifestations, differentiation and treatment pathways. *Manual Therapy*, 2009; (14): 586–595
25. Neal S et al. Peripheral nerve entrapment and injury in the upper extremity. *Am Fam Physician*, 2010; 81(2):147-55
26. Beltran J, Rosenberg ZS. Diagnosis of compressive and entrapment neuropathies of the upper extremity: value of MR imaging. *Am J Roentgenol*, 1994; 163(3): 525-31.
27. Mondelli M. et al. Incidence of ulnar neuropathy at the elbow in the province of Siena (Italy). *Journal of the Neurological Sciences*, 2005; 234: 5- 10
28. Isam Atroshi et al. Prevalence of Carpal Tunnel Syndrome in a General Population. *JAMA*, 1999; 282(2): 153-8.
29. Schmid AB et al. Reliability of clinical tests to evaluate nerve function and mechanosensitivity of the upper limb peripheral nervous system. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 2009; 10:11
30. Bove GM, et al. Inflammation induces ectopic mechanical sensitivity in axons of nociceptors innervating deep tissues. *J. Neurophysiol* 2003; 90: 1949-1955.
31. Lifchez, SD. Intra- and Inter-Examiner Variability in Performing Tinel's Test. *The Journal of Hand Surgery*, 2010; 35(2): 212-216
32. Elvey RL. Brachial plexus tension tests and the pathoanatomical origin of arm pain. *Aspects of Manipulative Therapy*. Lincoln: Lincoln Institute of Health Sciences; 1979. p. 105-10.
33. D. Butler. *The neurodynamic techniques: a definitive guide from the noigroup team*. Unley: NOI Group Publications; 2008
34. Elvey RL. Physical evaluation of the peripheral nervous system in disorders of pain and dysfunction. *J Hand Ther* 1997; 10: 122-129.
35. Coppieters MW et al. Addition of test components during neurodynamic testing: effect on range of motion and sensory responses. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2001; 31: 226-235.
36. Coppieters MW et al. Reliability of detecting 'onset of pain' and 'submaximal pain' during neural provocation testing of the upper quadrant. *Physiotherapy Research International*, 2002; 7, 3.
37. Viikari, Juntura et al. Interexaminer Reliability of Observations in Physical Examinations of the Neck. *Physical therapy*, 1987; 67(10): 1526-1532
38. H.M. Clarkson. *Valutazione cinesiologica: esame della mobilità articolare e della forza muscolare*. 2ed. Milano: EdiErmes; 2004
39. C. Loeb E. Favale. *Neurologia di Fazio Loeb*. 4 ed. Società editrice universo; 2008
40. Jorgen R et al. Diagnostic accuracy of the neurological upper limb examination I: Inter-rater reproducibility of selected findings and patterns. *BMC Neurology*, 2006; (6): 1471-2377-6-8
41. Marx RG. et al. What do we know about the reliability and validity of physical examination tests used to examine the upper extremity? *J Hand Surg Am*, 1999; 24(1): 185-93
42. Elvey RL, Hall T. Neural tissue evaluation and treatment. *Physical Therapy of the shoulder*. 3rd ed. New York: Churchill Livingstone; 1997. p. 131-52.

43. Maitland G, Hengeveld E, Banks K, English K. Manipolazioni vertebrali di Maitland. 2nd edizione. Elsevier Masson; 2008. Maitland GD. Vertebral manipulation. 4th ed. London: Butterworths; 1977
44. Lewis J, Ramot R, Green A. Changes in mechanical tension in the median nerve: possible implications for the upper limb tension test. *Physiotherapy*, 1998;86(6):254-61.
45. Kleinrensink GJ, Stoeckart R, Mulder PG, Hoek G, Broek T, Vleeming A, Snijders. CJ. Upper limb tension tests as tools in the diagnosis of nerve and plexus lesions: anatomical and biomechanical aspects. *Clin Biomech*, 2000;15(1): 9-14.
46. Byl C, Puttlitz C, Byl N, Lotz J, Topp K. Strain in the median and ulnar nerves during upper-extremity positioning. *J Hand Surg Am*, 2002; 27(6): 1032-40.
47. Nee RJ, Yang CH, Liang CC, Tseng GF, Coppieters MW. Impact of order of movement on nerve strain and longitudinal excursion: a biomechanical study with implications for neurodynamic test sequencing. *Man Ther*, 2010;15(4):376-81.
48. Lohkamp M. Normal response to upper limb neurodynamic test 1 and 2A. *Man Ther*, 2011; 16(2): 125-30
49. C.M. Petersen et al. Upper Limb Neurodynamic Test of the Radial Nerve: A Study of Responses in Symptomatic and Asymptomatic Subjects. *J Hand Ther*, 2009; 22(4): 344-53
50. 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; 28(6): 528-33.
51. JM Fritz, RS Wainner . Examining Diagnostic Tests: An Evidence-Based Perspective *Physical Therapy* 2001. 81(9): 1546-1564
52. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 1977;33(1):159-74
53. Petersen SM et al. Reliability of the radial and ulnar nerve biased upper extremity neural tissue provocation tests. *Physiother Theory Pract*, 2010; 26(7): 476-82.
54. Oliver GS et al. A study to explore the reliability and precision of intra and inter-rater measures of ULNT1 on an asymptomatic population. *Man Ther*, 2011; 16(2):203-6.
55. R. Reisch . ULNT2 – Median Nerve Bias: Examiner Reliability and Sensory Responses in Asymptomatic Subjects. *The Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 2005; 13(1): 44–55
56. Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. & the PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA Statement. *Annals of Internal Medicine*, 2009; 151, 264-26
57. N.P. Lucas et al. The development of a quality appraisal tool for studies of diagnostic reliability (QAREL). *Journal of Clinical Epidemiology*, 2010; (63): 854-861
58. B. Van der Heide et al. Pain and muscular responses to a neural tissue provocation test in the upper limb. *Manual Therapy*, 2001; 6(3): 154-162
59. C. Vanti et al. "The Upper Limb Neurodynamic Test 1: intra and extra reliability and the effects repetitions on pain and resistance". *J Manipulative Physiol Ther*, 2010; 33(4): 292-299
60. Kelley SM, Jull GA. Breast surgery and neural tissue mechanosensitivity. *Australian Journal of Physiotherapy*, 1998; 44: 31-37
61. Coppieters MW. Shoulder girdle elevation during neurodynamic testing: an assessable sign? *Manual Therapy*, 2001; 6(2): 88-96

62. Rubinstein S.M. A systematic review of the diagnostic accuracy of provocative tests of the neck for diagnosing cervical radiculopathy. *Eur Spine J*, 2007; (16): 307-319
63. Walsh MT, Upper limb neural tension testing and mobilization, fact, fiction, and a practical approach. *J Hand Ther*, 2005; 18: 241–258
64. Ekstrom RA, Examination of and intervention for a patient with chronic lateral elbow pain with signs of nerve entrapment. *Physical Therapy*, 2002; 82(11): 1077–1086
65. Sterling M, Treleaven J, Jull G, Responses to a clinical test of mechanical provocation of nerve tissue in whiplash associated disorder. *Manual Therapy*, 2002; 7(2): 89–94
66. Beneciuk JM et al. Pain catastrophizing predicts pain intensity during a neurodynamic test for the median nerve in healthy participants. *Man Ther*, 2010; 15(4): 370-5
67. Mahmud A Relationship between adverse neural tension and nerve conduction studies in patients with symptoms of the carpal tunnel syndrome. *Neuro-Psiquiatr*, 2006; 64 (2): 4-19
68. Nawrot P et al. Neuropathy of medial nerve compression in the elbow. *Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol*, 2009; 74(2): 65-7