

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI GENOVA

FACOLTA' DI MEDICINA E CHIRURGIA

MASTER IN RIABILITAZIONE DEI DISORDINI MUSCOLOSCHIELETRICI

ANNO ACCADEMICO 2006-2007

NEUROPATIE COMPRESSIVE DEL NERVO

ULNARE AL GOMITO E AL POLSO

CANDIDATO

Mazzinghi Gabriele

REFERENTE

Erica Monaldi

INDICE.

❖ ABSTRACT.....	3
❖ INTRODUZIONE.....	4
❖ MATERIALI E METODI.....	6
❖ ANATOMIA.....	13
❖ BIOMECCANICA.....	15
❖ EZIOLOGIA.....	22
❖ FISIOPATOLOGIA.....	26
❖ SEGNI E SINTOMI.....	31
❖ DIAGNOSI.....	31
❖ TRATTAMENTO.....	34
❖ MODALITA' DI TRATTAMENTO.....	46
❖ CONCLUSIONI.....	45
❖ BIBLIOGRAFIA.....	47

ABSTRACT

L'obiettivo di questo lavoro è revisionare la letteratura per descrivere le diverse forme di neuropatia compressiva con enfasi sugli aspetti funzionali e biomeccanici relativi al nervo ulnare e sulle modalità di trattamento con particolare attenzione alla terapia manuale. Per quanto riguarda la terapia manuale l'obiettivo è quello di ricercare delle evidenze in letteratura sulla mobilizzazione del sistema nervoso (MOTNS) e cioè le tecniche di neurodinamica. A tal fine ho utilizzato come database Meline introducendo come parole chiave: ulnar nerve, compressive syndrome, nerve entrapment syndrome, conservative treatment, neural mobilization. Ho usato anche la funzione MeSH Database.

Tra gli abstract ho scelto gli articoli in lingua inglese, che riguardassero le sindromi compressive dei nervi mediano ed ulnare trattate con terapia conservativa.

Tali articoli trattano dell'anatomia dei nervi suddetti, della fisiopatologia, della biomeccanica, dell'eziologia delle neuropatie compressive, della diagnosi e del trattamento conservativo.

La maggior parte degli studi afferma che non ci sono evidenze scientifiche nel trattamento conservativo delle neuropatie compressive del nervo ulnare e mediano, anche se nei casi lievi e moderati questo può portare al miglioramento della sintomatologia e alla posticipazione della terapia chirurgica. Non esistono inoltre evidenze riguardo all'efficacia delle tecniche di neurodinamica rispetto alle altre metodiche conservative.

INTRODUZIONE

Le neuropatie compressive dell'arto superiore sono un gruppo di disordini a carico dei nervi periferici caratterizzati da dolore e/o perdita della funzione del nervo stesso come risultato di una compressione cronica, e rappresentano il 10-20% dei casi di neurochirurgia.

A causa della sua posizione anatomica superficiale a livello del gomito, il nervo ulnare è soggetto ad infortuni ed a sindromi compressive; infatti risulta come la seconda più comune forma di neuropatia compressiva nell'arto superiore, mentre la più frequente è a carico del nervo mediano con un rapporto di 4:1 . (19)

Questa condizione patologica del nervo, seppur conosciuta da oltre cento anni, è spesso fonte di diagnosi sbagliate o di non diagnosi, ed inizialmente era collegata solo alla Sindrome del Tunnel Cubitale, situazione clinica associata ad un entrapment del nervo a livello del Legamento Arcuato di Osborne che forma il tetto del solco osseo retrocondilare del condilo mediale del gomito.

Più recentemente invece sono state descritti altri siti ove è possibile crearsi una situazione di entrapment. Frequenti sono anche le sindromi da entrapment al canale di Guyon.(16)

La diagnosi è basata su segni, sintomi, test ortopedici e studi elettromiografici. In ogni caso è importante l'anamnesi del paziente, poiché le sindromi compressive possono includere sia segni neurologici motori che sensitivi riguardanti le aree di innervazione del nervo. (1; 9)

Molti casi possono essere trattati in modo conservativo anche se quelli più gravi possono risolversi soltanto tramite una decompressione chirurgica.

In particolare il trattamento conservativo delle sindromi da entrapment è una tematica di grande interesse nell'ambito della neurodinamica e quindi della terapia manuale. (19)

L'obiettivo di questo lavoro è fornire una breve revisione della letteratura in merito all'anatomia, ma soprattutto alla biomeccanica, patodinamica, e fisiopatologia del nervo ulnare ed indagare le evidenze scientifiche presenti in merito al trattamento conservativo della sindrome da intrappolamento con particolare riferimento alla neuromobilizzazione e quindi alla terapia manuale.

MATERIALI E METODI

Per la ricerca del materiale ho utilizzato come database Meline introducendo come parole chiave: ulnar nerve, compressive syndrome, nerve entrapment syndrome, conservative treatment, neural mobilization. Ho usato anche la funzione MeSH Database.

Ho incluso in questo lavoro anche studi che comprendevano oltre a disturbi del nervo ulnare anche del nervo mediano visto la difficoltà nella diagnosi delle sindromi da compressione del nervo ulnare, la loro frequente comorbidità con disturbi muscoloscheletrici dell'arto superiore ed il fatto che riguardo al trattamento conservativo con le tecniche di mobilizzazione del sistema nervoso, essendo un campo di applicazione della terapia manuale relativamente recente, è difficile trovare studi in letteratura dove venga analizzato solo il nervo.

Ho escluso gli articoli che:

1. non fossero in lingua inglese;
2. non fosse consultabile l'abstract;
3. includessero pazienti trattati con intervento chirurgico;
4. comprendessero tecniche chiropratiche.

Dopo una prima selezione ho deciso di eliminare i seguenti articoli:

AUTORE, TITOLO, ANNO DI PUBBLICAZIONE	MOTIVO DELL'ESCLUSIONE.
Paulo Henrique Aguiar et al.: Surgical management of Guyon's canal syndrome. 2000	Includeva casi chirurgici.
G.Monacelli et al.: Doppia compressione del nervo ulnare alla doccia epitrocleo-olecranica ed al polso (double-crush syndrome). Descrizione di un caso e revisione della letteratura. 2006	Includeva casi chirurgici.
Brent S. et al.: A suspected case of ulnar tunnel syndrome relieved by chiropratic extremity adjustment methods. 2002	Includeva trattamenti con metodi chiropratici.
Jane Greening et al.: Reduced movement of median nerve in carpal tunnel during wrist flexion in patients with non-specific arm pain	Trattava pazienti con NSAP (non-specific arm pain) non una neuropatia compressiva.
G.J. Kleinrensink et al.: Upper limb tests as tools in the diagnosis of nerve and plexus lesions. 1999.	Trattava di lesioni nervosa alla radice ed al plesso.
Andrei Dilley et al.: Quantitative in vivo studies of median nerve sliding in response to wrist, elbow and neck movements. 2003	Trattava la biomeccanica solo del nervo mediano.

Tabella 1: articoli eliminati ad una prima selezione.

Gli articoli riportati nelle tabelle che seguono sono quelli ottenuti dopo questa prima esclusione.

Autore, titolo e anno	Tipo di studio ed obiettivo	Popolazione	Intervento	Risultato
Robertson C, Saratsiotis J.: A review of compressive ulnar neuropathy at the elbow. 2005.	Literature Review. Revisione della letteratura per recuperare informazione rilevanti sulla sindrome del tunnel cubitale.	Non specificata.		Il trattamento conservativo nella sindrome del tunnel cubitale è utile solo nei casi lievi o moderati. Per i casi più gravi è necessario l'intervento chirurgico.
Goodyear-Smith F, Arroll B.: What can family physicians offer patients with carpal tunnel syndrome other than surgery? A systematic review of nonsurgical management. 2004	Revisione sistematica. Revisione di 16 RCT.	Non specificata.		Una grossa percentuale di neuropatie compressive si resolve spontaneamente. Nei casi più gravi prima dell'intervento chirurgico è utile tentare una terapia conservativa anche se il livello di evidenza è basso.
Michel W: Coppieters, PhD Katrien E., Bartholomeeusen, PT, and Karel H. Stappaerts, PhD: Incorporating nerve-gliding techniques in the conservative treatment of cubital tunnel syndrome. 2004	Case report.	Donna di 17 anni.	6 sessioni di tecniche neurodinamiche e di manipolazione articolare con l'aggiunta di esercizi domiciliari di rinforzo muscolare e automobilizzazione del nervo.	Completa remissione della sintomatologia dolorosa alla fine del trattamento e ad un follow-up a 10 mesi.

Autore, titolo e anno	Tipo di studio ed obiettivo	Popolazione	Intervento	Risultato
Gorge Piligian et all. : Evaluation and management of chronic work-related Musculoskeletal disorders of the distal upper extremity. 2000	Revisione sistematica. Descrizione della presentazione clinica, dell'epidemiologia e della gestione dei disordini muscoloscheletrici dell'arto superiore correlati al lavoro.	Non specificata	Ricerca condotta su Meline di studi dagli anni 1985 a 1999.	Nella sindrome del tunnel cubitale è utile tentare una terapia conservativa anche se il livello di evidenza è basso. Nei casi più gravi è indispensabile ricorrere alla terapia chirurgica.
Improving application of neurodynamic (neural tension) testing and treatments: a message to researchers and clinicians. 2005.	Editoriale. Discussione sulla nomenclatura, storia, affidabilità dei test neurodinamici e limiti delle evidenze scientifiche.			
O.Baysal et al. : Comparison of three conservative treatment protocols in carpal tunnel syndrome. 2006.	Articolo. Indagare e comparare gli effetti di tre differenti combinazioni nel trattamento conservativo della CTS.	36 donne divise in tre gruppi.	Il primo gruppo veniva trattato con splint ed esercizi di neurodinamica, il secondo con splint ed ultrasuoni, il terzo gruppo con splint, ultrasuoni ed esercizi di neurodinamica. Le misure di outcome venivano rilevate tramite scale di misurazione del dolore (VAS), test ortopedici (Tinel test, Phalen test), misura della forza nella presa tramite un dinamometro e studi elettromiografici.	Riduzione significativa della sensazione del dolore nel periodo immediatamente successivo alla fine del trattamento nel gruppo trattato con tutte le tre metodiche.

Autore, titolo e anno	Tipo di studio ed obiettivo	Popolazione	Intervento	Risultato
F.A.Schuind et al.: A biomechanical study of the ulnar nerve at the elbow	Articolo. Indagare sulla biomeccanica del nervo	5 preparati anatomici di cadaveri freschi di soggetti senza storia clinica di problemi ortopedici agli arti superiori.	L'escursione del nervo veniva misurata tramite l'applicazione di puntatori colorati in due diversi punti del nervo. Immagini del preparato a diversi gradi di flessione del gomito venivano ottenute da due telecamere poste ad un angolo di 30° fra di loro.	La parte prossimale del nervo si allunga significativamente durante la flessione del gomito mentre la parte distale non subisce significativi cambiamenti.
A. Tal-Akabi, A. Rushton: An investigation to compare the effectiveness of carpal bone mobilisation and neurodynamic mobilisation as methods of treatment for carpal tunnel syndrome. 2000	Articolo. Indagare gli effetti di due diverse tecniche di terapia manuale in pazienti affetti da CTS, e la differenza rispetto alla politica wait and see.	21 soggetti divisi in tre gruppi di cui uno di controllo.	Il primo gruppo veniva trattato con tecniche di neurodinamica, il secondo con mobilizzazione delle ossa del carpo ed il terzo gruppo non veniva somministrata alcuna terapia. Le misure di outcomes erano rilevate tramite tre scale di valutazione del dolore, una scala di range of motion attivo del polso ed infine l'ULTT2a.	Differenza significativa nella VAS nei gruppi che ricevevano il trattamento rispetto al gruppo di controllo; nessuna differenza significativa fra le due tecniche di terapia manuale.

Autore, titolo e anno	Tipo di studio ed obiettivo	Popolazione	Intervento	Risultato
Shawnw. O'Disccoll et al.: The cubital tunnel and ulnar neuropathy.1991	Articolo. Indagare le variazioni anatomiche del tunnel cubitale.	25 preparati anatomici di cadaveri.		L'esaminazione dei preparati mette in evidenza quattro tipi di variazione anatomica del retinacolo del tunnel cubitale. Le variazioni anatomiche possono spiegare alcune forme di neuropatia compressive del nervo ulnare.
Michel W. Coppieters, David S. Butler: Do 'sliders' slide and 'tensioners' tension? An analysis of neurodynamic techniques and considerations regarding their application. 2006.	Articolo	2 preparati anatomici di cadaveri.	Misura dell'escursione longitudinale e della tensione del nervo ulnare e mediano al polso ed al gomito durante differenti tipi di esercizi di neurodinamica.	Le tecniche di sliding producono un sostanziale maggior escursione del nervo rispetto alle tecniche di tensioning e questa escursione è associata ad un cambiamento di tensione molto piccolo.
Dimitrios Kostopoulos: treatment of carpal tunnel syndrome: a review of the non-surgical approaches with emphasis in neural mobilization. 2003.	Revisione sistematica. Indagare le evidenze scientifiche presenti in letteratura riguardo al trattamento della CTS con tecniche di neurodinamica.	197 pazienti nello studio di Rozmaryn et al. (1998); 28 pazienti nello studio di Akalin et al. (2002). Revisione della letteratura ed in particolare degli autori: Coppieters (1999 e 2001), Elvey (1997), Jabre (1994), Shacklock (1996), Sweeney e Harms (1996), Totten e		La neurodinamica e le sue tecniche non possono essere considerate una panacea ma necessitano di una maggiore ricerca scientifica per controllare i loro effetti sulle patologie del nervo da compressione.

Autore, titolo e anno	Tipo di studio ed obiettivo	Popolazione	Intervento	Risultato
JIA Zhi-rong et al.: pathogenesis and electrodiagnosis of cubital tunnel syndrome. 2004.	Articolo..Identificare la causa delle neuropatie compressive del nervo ulnare nel tunnel cubitale e valutare la miglior procedura diagnostica per compiere la diagnosi.	22 pazienti con segni e sintomi di un problema al nervo ulnare.	I soggetti venivano esaminati prima di essere sottoposti ad intervento chirurgico di trasposizione anteriore del nervo tramite un'esame elettromiografico che rilevava la velocità sia di conduzione motoria che sensitiva.	L'elettromiografia presentava delle anomalie in 21 dei 22 soggetti esaminati; nell'osservazione chirurgica sulla causa di neuropatia 15 casi erano dovuti ad un problema del legamento arcuato, ai tendini muscolari o ad iperplasia ossea. 2 casi erano dovuti a adesioni fibrose. 3 casi a problemi circolatori venosi mentre 2 casi a cisti.
M. Shacklock: Neurodynamics. 1995.	Articolo. Descrivere la biomeccanica del nervo periferico, i cambiamenti sulle risposte fisiologiche agli stress meccanici e descrizione dei principi della neurodinamica.			
Kimberly S Toppe et al.: Structure and biomechanics of peripheral nerves: nerve responses to physical stresses and implication for physical therapist practice. 2006	Articolo	Non specificato	Non specificato	Non specificato

ANATOMIA

Il nervo ulnare nasce dal tronco secondario mediale del plesso brachiale, dalle radici C8, T1 ed occasionalmente C7. Discende nel braccio decorrendo prima nella parte mediale della loggia osteo-fasciale anteriore, avendo lateralmente l'arteria brachiale che lo separa dal nervo mediano, successivamente perfora il setto intermuscolare mediale attraverso l'arcata di Struthers per entrare nella loggia osteo-fasciale posteriore dove costeggia medialmente il capo breve del muscolo tricipite. Questa arcata si trova a circa 8-10 cm prossimamente all'epicondilo mediale ed è una spessa bandelletta fasciale che corre dal capo mediale del tricipite al setto intermuscolare mediale.

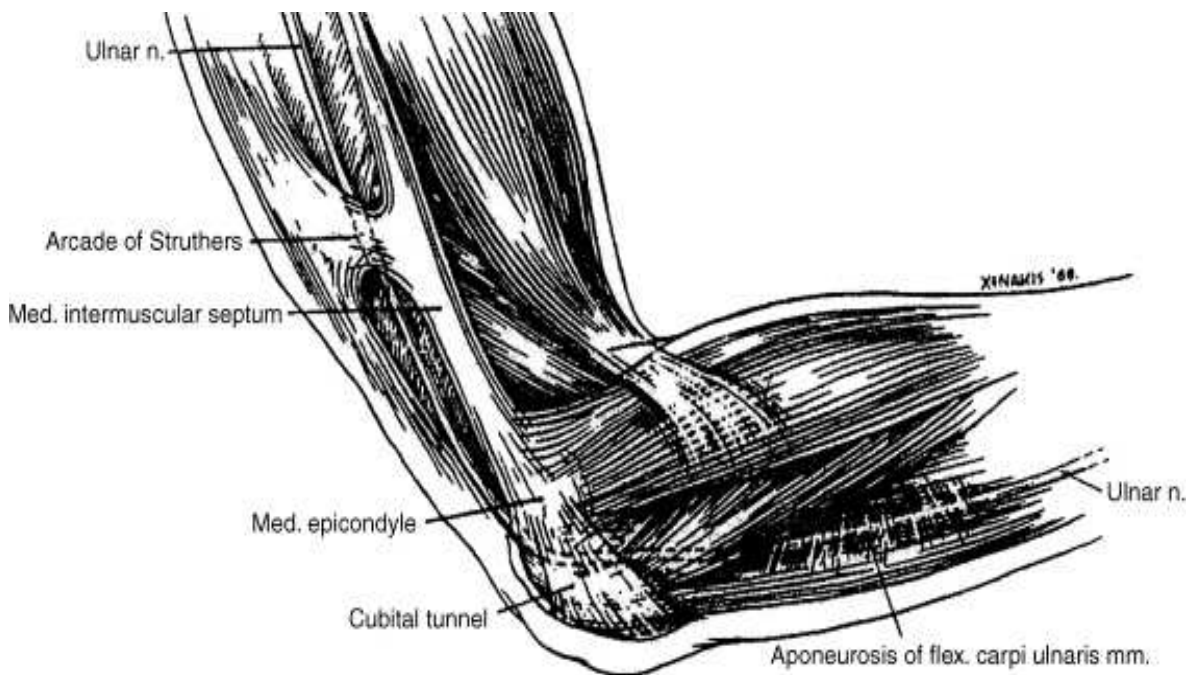


Immagine 1. Tratta da A review of compressive ulnar neuropathy at the elbow. 2005.

In corrispondenza del gomito decorre posteriormente dentro il tunnel fibro-osseo compreso fra l'epitroclea dell'omero e l'olecrano dell'ulna. Passa poi tra il capo omerale ed il capo ulnare del muscolo flessore ulnare del carpo connessi da un prolungamento del setto fibroso del solco epicondilare (legamento di Osborne) e giunge così nella parte anteriore dell'avambraccio dove si trova in posizione mediale. (1)

Nell'avambraccio discende applicato alla parte mediale del muscolo flessore profondo delle dita ed è ricoperto dal muscolo flessore ulnare del carpo, attraversando quindi lo strato fasciale che c'è tra i due muscoli.

Nel polso passa subito di lato all'osso piriforme dentro il Canale di Guyon arrivando così nel palmo della mano dove si risolve nei suoi rami terminali. (1)

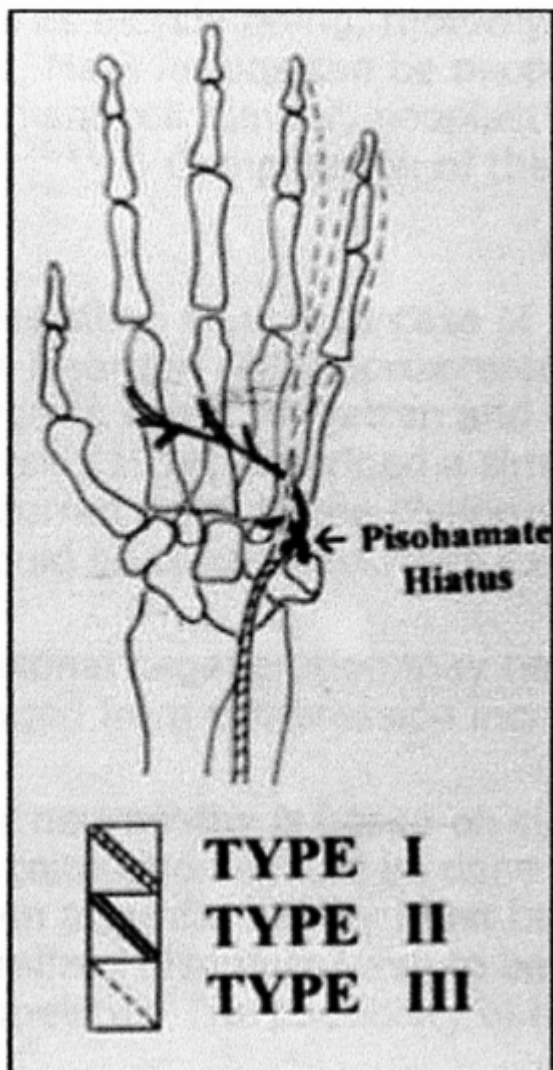


Figura 2 : siti di compressione a livello del canale di Guyon. Tratta da Surgical management of Guyon's canal syndrome. 2000

BIOMECCANICA

I nervi periferici sono continuamente sottoposti a stress meccanici durante ogni condizione posturale e di movimenti fisiologici.

Stress è definito fisicamente come il rapporto tra una forza sull'area in cui agisce e sul nervo può essere applicato in trazione compressione o con direzione di taglio. Inoltre lo stress in trazione può essere applicato perpendicolare o parallelo alle strutture tissutali del nervo causando rispettivamente uno sforzo longitudinale o trasverso sul nervo stesso. (10 ; 19)

Quando il movimento delle articolazioni causa un allungamento del canale dove scorre il nervo questo risponde allo stress in trazione tramite un allungamento ed uno scivolamento; la deformazione o il cambiamento di lunghezza del nervo indotto dallo stress longitudinale è detto "strain" e viene solitamente espresso tramite una percentuale mentre lo scivolamento del nervo rispetto al canale di scorrimento è detto "excursion", può essere longitudinale e trasverso e viene espressa in millimetri. (10)

La direzione e la grandezza dell'escursione del nervo dipendono dalla relazione anatomica tra il nervo stesso e l'asse di rotazione dell'articolazione che si sta muovendo. Quando il canale del nervo viene allungato, il nervo scivola verso l'articolazione che si sta muovendo e questo comportamento viene chiamato "convergenza"; al contrario se il canale del nervo viene accorciato durante il movimento dell'articolazione il nervo si riallinea lungo il canale tramite uno scivolamento in direzione centrifuga rispetto all'articolazione. Questo movimento viene chiamato "divergenza".

Se prendiamo in considerazione l'allungamento del nervo mediano e del nervo ulnare durante la flessione e l'estensione del gomito possiamo vedere come nel primo, durante l'estensione, il segmento di nervo dell'avambraccio scivoli prossimamente al gomito e quello del braccio scivola distalmente anch'esso verso il gomito. Nell'ulnare invece mentre il segmento di nervo del braccio si comporta come il mediano, il segmento dell'avambraccio scivola distalmente lontano dal gomito come si vede nella figura 3. (10 ; 12)

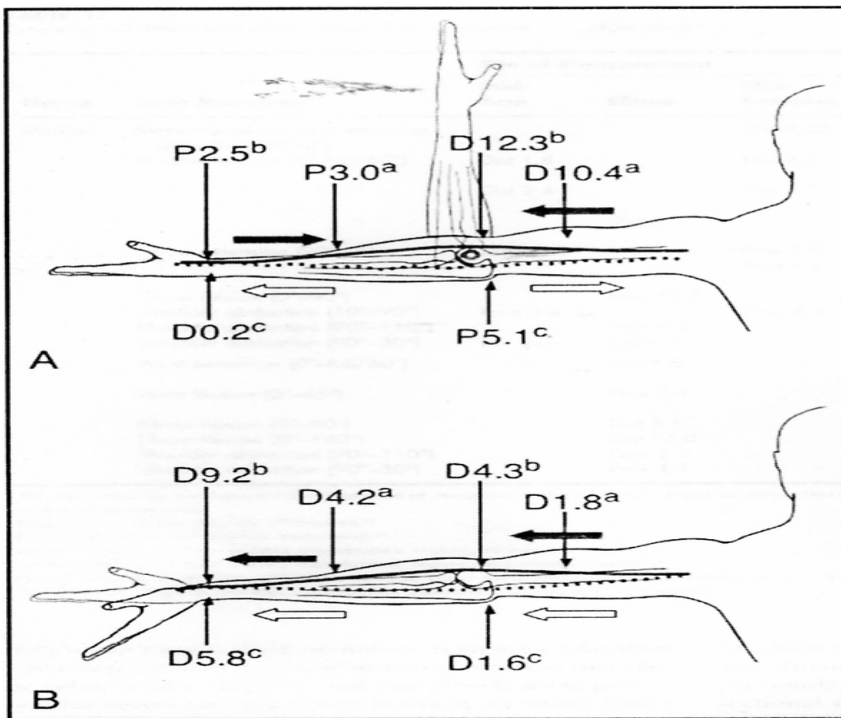


Figura 3: differenza di convergenza e divergenza nel nervo mediano A e nel nervo ulnare B. Tratto da: Kimberly S Toppe et al.: Structure and biomechanics of peripheral nerves: nerve responses to physical stresses and implication for physical therapist practice. 2006

Durante il movimento degli arti, l'escursione del nervo avviene prima nel segmento più adiacente all'articolazione che si sta muovendo per poi spostarsi via via nei segmenti più distali rispetto a questa (figura 4). La quantità di spostamento del nervo ulnare e mediano vengono comunemente usate in clinica per fare diagnosi.

Nerve	Joint Movement	Site of Measurement				Limb Position
		Mid-Arm	Elbow	Mid-Forearm	Wrist	
Median	Metacarpophalangeal extension, digits 2-5 (90°-0°)			Dist 2.62		Unspecified shoulder and elbow; wrist neutral ^b
	Wrist extension (0°-full/60°)	Dist 1.8		Dist 4.2		90° shoulder abduction; 0° elbow flexion ^c
		Dist 2.4		Dist 4.7		45° shoulder abduction; 0° elbow flexion ^c
			Dist 4.3		Dist 9.2	90° shoulder abduction; 10° elbow flexion ^d
	Elbow extension (90°-0°)	Dist 10.4		Prox 3.0		90° shoulder abduction; wrist neutral ^c
				Prox 4.2		90° shoulder abduction; 45° wrist extension ^c
	Elbow flexion (0°-90°)		Prox 12.3		Dist 2.5	90° shoulder abduction; wrist neutral ^d
	Shoulder abduction (10°-90°)	Prox 3.4		Prox 5.2		0° elbow flexion; wrist neutral ^c
	Shoulder abduction (90°-110°)		Prox 4.4		Prox 1.4	10° elbow flexion; wrist neutral ^d
	Shoulder adduction (90°-30°)		Dist 4.7		Dist 1.5	10° elbow flexion; wrist neutral ^d
Ulnar	Wrist extension (0°-full/60°)		Dist 1.6		Dist 5.8	90° shoulder abduction; 10° elbow flexion ^e
	Wrist flexion (0°-65°)		Prox 0.1		Prox 7.8	90° shoulder abduction; 10° elbow flexion ^e
	Elbow flexion (0°-90°)		Dist 5.1		Prox 0.2	90° shoulder abduction; wrist neutral ^e
	Elbow flexion (0°-140°)		Dist 14.0			0° shoulder abduction; wrist neutral ^f
	Shoulder abduction (90°-110°)		Prox 3.3		Prox 0.4	10° elbow flexion; wrist neutral ^e
	Shoulder adduction (90°-30°)		Prox 1.7		Prox 0.2	10° elbow flexion; wrist neutral ^e

Figura 4: Misura dell'escursione del nervo ulnare in associazione a movimenti di spalla, gomito e polso. Le misure sono espresse in mm. Tratta da: Kimberly S Toppe t all.: Structure and biomechanics of ppheripheral nerves: nerve responses to physical stresses and implication for physical therapist practice. 2006

Lo stress longitudinale, oltre a produrre un allungamento, produce dei cambiamenti all'interno del nervo stesso: infatti la tensione interna aumenta con il movimento e la variazione più grande avviene nel segmento di nervo più vicino all'articolazione.

Tutte queste variazioni meccaniche del nervo possono essere rappresentate da una curva carico-allungamento o da una curva "stress-strain" (se la forza è divisa per l'area della sezione del nervo e l'elongazione è espressa in percentuale).

Come mostra il grafico (figura 5) per minimi carichi applicati al nervo in posizione di riposo si ha una risposta in allungamento che è trascurabile (toe-region); nel momento in cui però il carico supera una certa soglia l'allungamento del nervo risulta proporzionale al carico applicato come dimostra la "Linear Behavior Region": in questo punto l'angolo della curva rappresenta la Stiffness del nervo.

L'ultimo punto del grafico rappresenta il massimo carico sopportabile dal nervo dopo il quale il cambiamento strutturale non è più elastico e cioè reversibile ma diventa plastico e cioè permanente "Plastic region". A questo punto ogni minimo incremento di carico produce un significativo allungamento del nervo poiché le strutture meccaniche che provvedono alla resistenza sono lesionate e il nervo si comporta come un materiale viscoso.

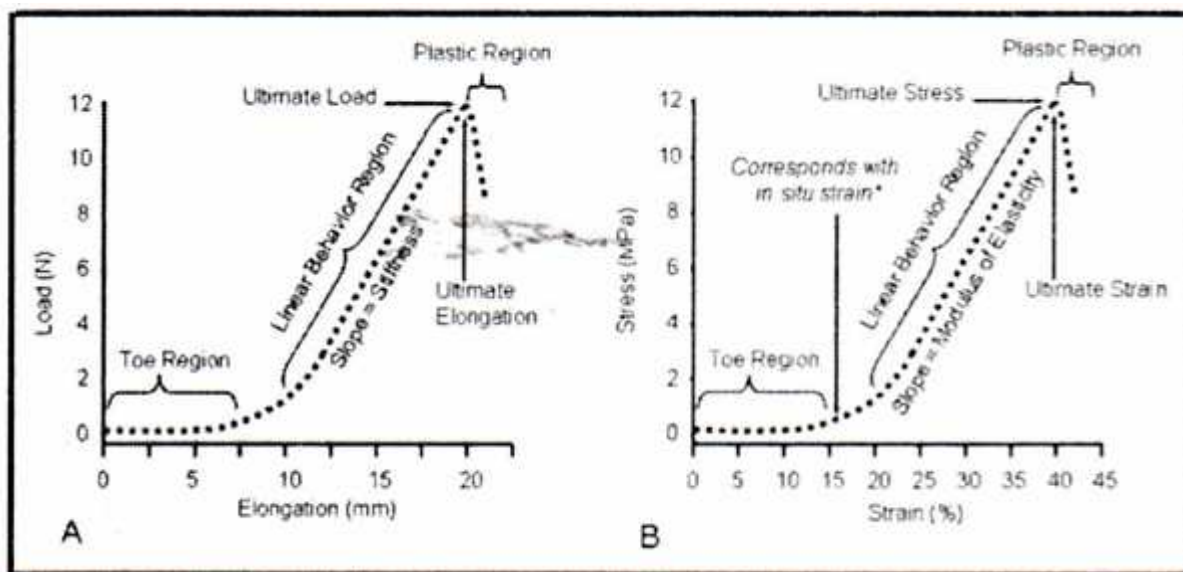


Figura 5 : curva di carico-allungamento A e di stress-strain B. . Tratta da: Kimberly S Toppe t all.: Structure and biomechanics of peripheral nerves: nerve responses to physical stresses and implication for physical therapist practice. 2006

Quando un nervo è in posizione di riposo è comunque sotto una piccola tensione e questo è evidenziato dal fatto che se viene tagliato esso si retrae. Questa situazione chiamata “tensione di riposo” è rappresentata dalla parte di curva fra la toe-region e la linear behaviour region del grafico. La grandezza della tensione di riposo è strettamente correlata al percorso anatomico che compie il nervo e alla variazione che subisce durante i movimenti. (10 ; 12)

L’allungamento del nervo provoca anche una riduzione dell’area della sezione del nervo stesso: questo fenomeno è chiamato “transverse contraction” e deriva dall’aumento della pressione all’interno dei compartimenti neurali. Un modello teorico recente propone che il connettivo esterno, comprimendo contro l’interno il centro della fibra nervosa, contribuisca significativamente alla risposta meccanica del nervo quando viene applicata una tensione longitudinale. L’incremento pressorio prodotto all’interno del nervo infatti contrasta la contrazione traversa prodotta dalla forza longitudinale e contribuisce alla stiffness del nervo. Quando la forza longitudinale viene tolta è molto probabile che l’elasticità del tessuto connettivo insieme alla pressione interna del nervo permettano a questo di tornare al suo stato di partenza (Figura 6). (10)

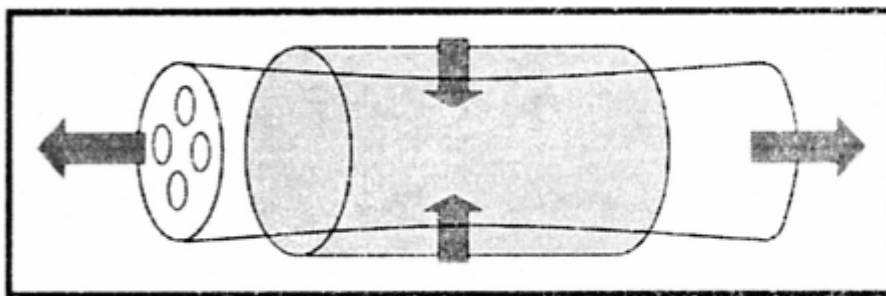


Figura 6. Tratto da Kimberly S Toppe t all.: Structure and biomechanics of pheripheral nerves: nerve responses to physical stresses and implication for physical therapist practice. 2006

Recenti studi definiscono come interfaccia cuore-rivestimento del nervo lo strato di cellule più interne del perinervio: è probabile che queste assicurino già una minima resistenza all'allungamento del nervo. Con l'incremento della tensione longitudinale le separazioni strutturali avvengono prima a questo livello più interno, successivamente nelle cellule del tessuto connettivo dell'endonervio e infine nei tessuti più esterni. Questo è importante per capire come un danno alla fibra nervosa possa essere già presente ancor prima che sia visibile nei tessuti più esterni e quindi non rilevabile ad un esame elettromiografico. Ci sono numerosi fattori che agiscono sulla compliance del nervo e quindi influiscono sulla tensione, escursione e contrazione trasversa di questo. Ad esempio la tensione aumenta nei segmenti di nervo che attraversano un'articolazione rispetto a quelli che non attraversano articolazioni: questo sembra dovuto al numero di fascicoli e alla dimensione dell'area della sezione ma non ci sono dati che risultano validi per tutti i nervi periferici (ad esempio nervo sciatico e nervo mediano mostrano risultati diversi). Oppure la stiffness è maggiore nelle sezioni di nervi lunghi e nelle sezioni con numerosi rami e nelle situazioni in cui il nervo viene allungato velocemente anziché lentamente. Un'altra caratteristica del nervo è che quando questo è sottoposto ad una tensione mantenuta nel tempo si ha una riduzione di tensione e quindi della forza necessaria a mantenerlo allungato e questa proprietà può essere rappresentata dalla curva stress-relaxation (Figura 6). (10)

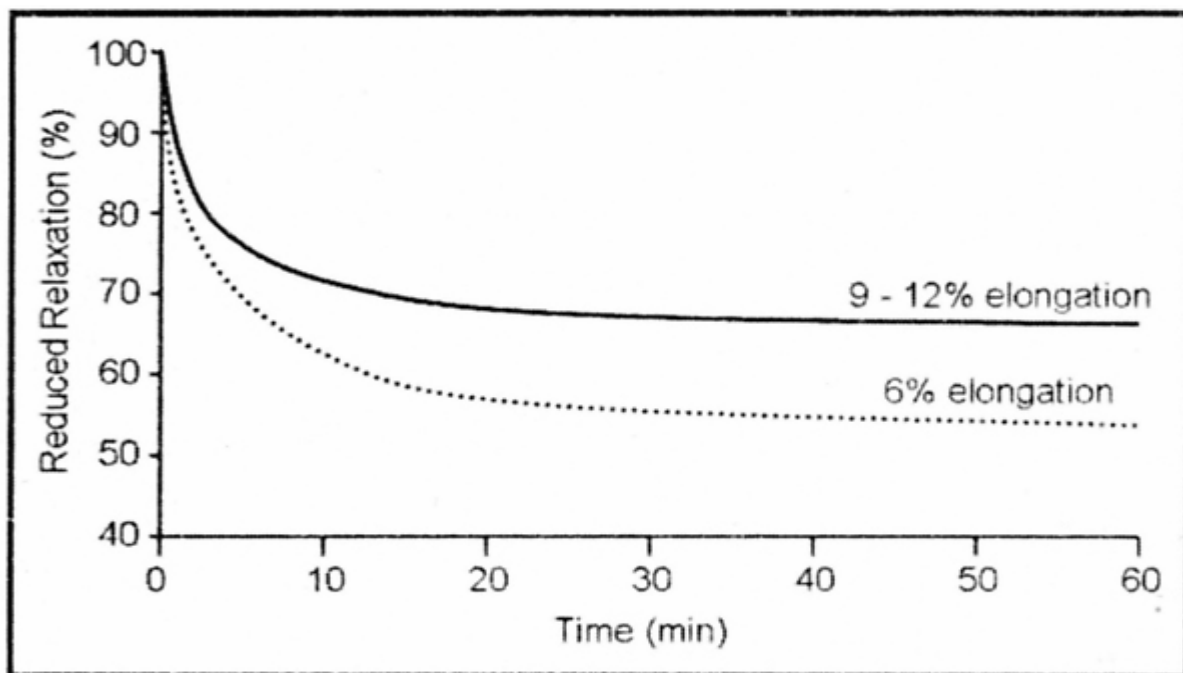


Figura 6: la curva stress-relaxation mostra le proprietà viscoelastiche del nervo. Tratta da: Kimberly S Toppe t all.: Structure and biomechanics of pneripheral nerves: nerve responses to physical stresses and implication for physical therapist practice. 2006

Questa mostra come il nervo raggiunge la sua massima distensione nei primi 20 minuti di allungamento continuo. Un fenomeno analogo chiamato “creep” (letteralmente strisciamento) si osserva quando il nervo è mantenuto sotto un carico longitudinale continuo. Il nervo quindi si allunga gradualmente in queste condizioni di carico costante e questa proprietà visco-elastica gli permette di proteggersi da tutte quelle condizioni in cui, a causa di particolari posture, rimane allungato per molto tempo. Però uno stress in tensione applicato al nervo ripetutamente altera la curva stress-strain; con una tensione inferiore all’8-10% non si ha conseguenze neppure per stress ripetuti ma si ha una riduzione repentina della curva che indica una riduzione della stiffness ed un aumento della compliance con la possibilità che il nervo subisca un forte stress in allungamenti successivi. E’ da notare il fatto che ci sono dei cambiamenti fisiologici e strutturali in un nervo sottoposto a continue sollecitazioni e questo ha un peso importante nella gestione dell’educazione dei pazienti che sono sottoposti a tali stress. Oltre agli stress in allungamento il nervo subisce continuamente, sia in posizione statica che dinamica, delle forze compressive: come menzionano le leggi fisiche un oggetto cilindrico che viene allungato riduce l’area circolare della sua sezione diminuisce; così il nervo allungato subisce una contrazione trasversa al quale si oppongono i tessuti connettivi ed fluidi contenuti all’interno del nervo stesso (vedi transverse contraction). Inoltre le compressioni possono derivare da molti altri fattori come da tessuti adiacenti, ad esempio tendini muscoli e legamenti, o da una pressione aumentata del canale dove scorre il nervo. Il danno causato

dalla compressione provoca uno spostamento dei fluidi endoneurali verso la zona perimetrale della stessa compressione e conseguente diminuzione del flusso assonale sin dai primi cinque-dieci minuti. Il danno maggiore all'assone e alla mielina si ha ai lati della zona compressa dove le forze di taglio sono più alte. (10 ; 5) Anche in relazione ai normali movimenti della vita quotidiana il nervo subisce degli stress compressivi. In uno studio sperimentale lo scopo era quello di determinare la relazione fra il nervo ulnare e il tunnel cubitale durante la flessione del gomito usando la risonanza magnetica e misurazioni della pressione intraneurale ed extraneurale. Lo studio è stato condotto su 20 cadaveri ed è stato visto che con la flessione del gomito la pressione interstiziale misurata nel canale cubitale aumenta fino a 135° di flessione del gomito, mentre nell'estensione diminuisce. Le più grandi variazioni avvengono nella regione al disotto della aponeurosi del tunnel cubitale con il gomito flesso a 135°. Inoltre la pressione media dentro il tunnel è significativamente più alta di quella media extraneurale quando il gomito è flesso a 90°, 100°, 110°, 130°. In conclusione la pressione media intraneurale nella zona del tunnel cubitale e nelle zone vicine aumenta rispetto a quella extraneurale con l'aumentare della flessione del gomito.

(5)

EZIOLOGIA

Uno dei più comuni fattori eziologici delle neuropatie compressive del nervo ulnare è la condizione di entrapment del nervo in alcuni suoi passaggi anatomici. Questa condizione è dovuta anche al suo particolare decorso anatomico. (16)

Posner definisce cinque aree di potenziale compressione a livello del gomito:

- sotto il setto intramuscolare dove elenca tre siti di possibile “entrapment” : 1) l’arcata di Struthers; 2) il setto intermuscolare mediale (che attraversa per raggiungere il solco olecranico); 3) il ventre mediale del muscolo tricipite (che può essere ipertrofico o può causare una neurite sfregando contro il condilo mediale);
- l’area dell’epicondilo mediale dove si può verificare una deformazione in valgo successiva ad un ossificazione di una frattura condilare, oppure un trauma epifisario alla faccia laterale del gomito e che possono causare una paralisi del nervo secondaria ad un suo cronico allungamento;
- l’area dell’olecrano od il solco epicondilare dove si trova il tunnel fibro-osseo che contiene il nervo ulnare e le sue strutture vascolari. Un solco congenitamente poco profondo od una lacerazione del tetto fibroso possono permettere al nervo di sublussarsi o dislocarsi cronicamente causando neuriti e paralisi. In quest’area anche frammenti ossei conseguenti a fratture o osteofiti a carattere artrosico situati intorno o dentro al solco possono creare una situazione di entrapment del nervo e successiva neurite. Infine emorragie traumatiche, tumori dei tessuti molli dei gangli, infezioni, osteocondromi, sinoviti secondarie ad artriti a carattere reumatoide e difetti di postura durante il lavoro o il riposo possono essere causa di entrapment di questa zona di passaggio;
- l’area del tunnel cubitale fra i due capi del flessore ulnare del carpo che sono connessi da un prolungamento del setto fibroso del solco epicondilare (legamento di Osborne). Durante la flessione del gomito questo tunnel si restringe causando una pressione sul nervo ulnare che lo attraversa;
- l’area della aponeurosi tra flessori e pronatori. Dopo che il nervo esce dal flessore ulnare del carpo attraversa lo strato fasciale che c’è fra il flessore superficiale ed il profondo delle dita; anche in questa zona ci possono essere delle situazioni di entrapment.

Fra queste le più frequenti sono alla solco ulnare ed all’arcata omero-ulnare ed il più comune di tutti è proprio nell’arcata di Struthers. (1 ; 16) Interessante è anche notare che variazioni anatomiche del retinacolo del tunnel cubitale possano dar luogo a sindromi compressive: nello studio di Shawn O’Discroll viene messa in evidenza, su dei preparati anatomici di cadaveri, diversi tipologie di

questa parte del corpo. L'autore suddivide in quattro gruppi diversi le variazioni anatomiche del retinacolo:

- Tipo 0: assenza del retinacolo con dislocazione del nervo;
- Tipo Ia: dimensioni del retinacolo normali;
- Tipo Ib: retinacolo più spesso;
- Tipo II: sostituzione del retinacolo da parte del muscolo anconeale.

Sembrerebbe che il tipo Ib sia direttamente associato a sindromi compressive mentre il tipo II possa essere messo in relazione con sindrome da compressione relative alle dimensioni dell'anconeale. (20)

Le cause compressive possono essere molte:

- 1) traumi esterni con conseguente lacerazione tissutale;
- 2) fratture ossee e cicatrici ossee: fra queste le fratture sopracondilari e del condilo mediale possono portare ad una deformazione in valgo del gomito e ad una conseguente situazione di entrapment del nervo. Gli osteofiti a carattere artrosico o reumatico che possono essere un'altra causa della riduzione del diametro del tunnel cubitale;
- 3) anomalie congenite come ad esempio un'ulna valga, una dislocazione anteriore della testa del radio oppure un solco congenitamente poco profondo o una lacerazione del tetto fibroso possono permettere al nervo di sublussarsi o dislocarsi cronicamente causando neuriti e paralisi e infine irregolarità muscolari;
- 4) masse di tessuti molli: ad esempio gangli, lipomi, fibrolipomi, cisti sinoviali ed epidermiche, ascessi gottosi e masse di tipo tumorale che possono comprimere direttamente il nervo;
- 5) sommazione di ripetuti episodi di microtraumatismi del nervo: molte situazioni di piccole pressioni possono dare neuropatia come ad esempio rimanere con il gomito appoggiato ad i braccioli di una sedia o dello sportello della macchina per lungo tempo (taxista), un uso del telefono prolungato con avambraccio appoggiato sulla superficie della scrivania. Anche i lavori che prevedono l'uso di utensili o di macchinari che producono vibrazione possono dar insorgenza ad una sindrome cubitale;
- 6) alterazioni Biomeccaniche. (1 ; 16)

A dispetto dell'alta frequenza dei disordini muscoloscheletrici correlati al lavoro, la relazione tra le condizioni lavorative e le sindromi compressive del nervo ulnare non è un argomento molto studiato in letteratura (sindromi da over-use). In uno studio del 2004 Descatha, esaminando 598 lavoratori la cui occupazione prevedeva movimenti ripetitivi dell'arto superiore, stima l'incidenza annuale di questo disordine muscoloscheletrico intorno allo 0,8% sulla base di un'osservazione di tre anni. Elenca inoltre come unico fattore di rischio predittivo il dover maneggiare un utensile con la mano;

infine afferma che sia l'obesità che la presenza di altri disordini muscoloscheletrici dell'arto superiore incrementano la probabilità di insorgenza della malattia. (2)

Disorder	Symptoms	Physical examination findings	Suggested diagnostic criteria	Management options
Elbow				
Ulnar Nerve Injury in the Elbow/"Cubital Tunnel Syndrome"	● Activity-related pain or paresthesias (e.g., numbness, cold sensation, stiffness) involving the 4th and 5th fingers coupled with pain in the medial aspect of the elbow which may extend proximally or distally ● Pain or paresthesias worse at night ● Decreased sensation of little finger and ulnar (outer) half of ring finger (including dorsum of little finger) ● Progressive inability to separate fingers ● Loss of power grip and dexterity ● Atrophy or weakness of the ulnar intrinsic muscles of the hand (late sign); this symptom alone may indicate cervical nerve roots C8 and T1 dysfunction; this symptom may also be absent in often-occurring anomalies involving cross-innervation of these muscles by both median and ulnar nerve fibers (e.g., Martin-Gruber anastomosis) ● Clawing contracture of the ring and little fingers "Benediction posture" (late sign)	● Pain or paresthesias involving the 4th and 5th fingers coupled with pain in the medial aspect of the elbow and proximal forearm upon palpation in medial aspect of the elbow including slightly proximal and distal to this region ● Diminished sensation of little finger and ulnar (outer) half of ring finger (excluding dorsum of little finger) [AAEM, 1999] upon sensory testing (pin prick or soft touch Semmes-Weinstein monofilament testing) ● Elbow flexion/ulnar compression test [Novak et al., 1994] ● Tinel's sign (electric shock sensation radiating into the ring and little fingers) is often described ● Weakness in abduction of fingers with IP joints in extension (weak intrinsic hand muscles) ● Progressive inability to separate fingers ● Wartenberg's sign is described wherein the patient is asked to extend the fingers and abduction or clawing of the little finger occurs [Preston and Shapiro, 1998] ● Loss of power grip and dexterity ● Atrophy of the ulnar intrinsic muscles (see notes under "symptoms" section in adjoining column) ● Froment's sign is described in which the patient cannot pinch between the index finger and thumb without flexion at the PIP joint [Preston and Shapiro, 1998] ● Clawing contracture of the ring and little fingers "Benediction posture" [Preston and Shapiro, 1998] (late sign)	● Paresthesias or numbness involving the 4th and 5th digits coupled with pain in the medial aspect of the elbow which may extend proximally or distally; or Pain or paresthesias involving the 4th and 5th digits coupled with pain in the medial aspect of the elbow and proximal forearm upon palpation in medial aspect of the elbow including slightly proximal and distal to this region; ● Positive electrodiagnostic test consistent with ulnar neuropathy at the elbow	● Non-surgical (conservative) management: ● Ergonomic modifications in work or non-work environments ● Avoid leaning on elbows ● Minimize or avoid aggravating movements or upper limb postures (especially elbow flexion) ● Splint elbow in slightly flexed position (40°) at night (daytime splinting for limited periods if condition severe) ● Physical and/or occupational therapies with appropriate modalities ● Surgical management if patient initially presents with significant motor or sensory ulnar nerve impairment, or if conservative treatment fails after at least 3–6 months [Idler, 1996]

Figura 7. Tratta da Gorge Piligian et al. : Evaluation and management of chronic work-related Musculoskeletal disorders of the distal upper extremity. 2000

La revisione sistematica condotta da G. Piligian evidenzia come moltissimi tipi di lavori sono strettamente correlati a disturbi muscoloscheletrici dell'arto superiore. Moltissimi studi sono stati invece eseguiti sugli atleti evidenziando come nelle attività sportive sia molto alta la frequenza di questa patologia. (7) Interessante è la pratica tabulazione ad utilizzo clinico (Figura7) che l'autore riporta per individuare velocemente i sintomi e la loro relative correlazione alla patologia.

Anche se molto più raramente rispetto al gomito, la seconda area di possibile entrapment del nervo ulnare si trova nel polso, a livello del canale di Guyon.

Qui la compressione può essere o solo a carico delle fibre sensitive, o solo di quelle motorie o una compressione mista: questo varia in relazione al luogo. Anatomicamente il canale di Guyon si può dividere in tre zone:

- zona 1: area prossimale dove il nervo ulnare si biforca. Una compressione in questo punto causa una perdita sia motoria che sensitiva ed è causata più frequentemente da una frattura dell'uncino dell'osso amato o da un ganglio;
- zona 2: area distale alla biforcazione del nervo. Una compressione a questo livello causa una perdita pura della funzione motoria dei muscoli della mano innervati dalla sue branche. La causa più comune anche in questo caso sono le fratture dell'uncino dell'osso amato o una patologia a livello del ganglio;
- zona 3: comprende le branche superficiali e sensitive del nervo ulnare distalmente alla biforcazione. La loro compressione causa la perdita pura della sensibilità al livello della zona ipotenar, delle ultime falangi e dell'anulare, ma non causa deficit motori. Le cause più comuni sono aneurismi dell'arteria ulnare, trombosi e infiammazioni sinoviali. (1 ; 16)

Seppur rara, esiste una condizione patologica denominata "double-crush sindrome", e cioè di una concomitante compressione sia al polso che al gomito che fu riportata già nel 1973 da Upton e McComas. Questi ipotizzarono che le alterazioni del flusso assonico in punti diversi del nervo potessero sommarsi causando una neuropatia dolorosa. Le compressioni multiple dei nervi hanno quindi effetti anterogradi e retrogradi cumulativi ed una prima compressione del nervo rende lo stesso più suscettibile ad una seconda.

Infine, da un punto di vista eziologico, il nervo può andare incontro ad un danno da trauma. E'utile quindi ricordare, seppur in maniera semplificata, i vari gradi di danno nervoso; nel 1972 Seddon (18) propose questa prima classificazione che individuava tre tipi di lesione nervosa:

1. Neuroaprassia: transitorio episodio di paralisi motoria con un piccolo coinvolgimento della parte sensitiva. Questo è un fenomeno secondario ad una piccola pressione sulle strutture nervose che una volta tolta riporta il nervo alla sua funzione completa.
2. Assonotmesi: è un trauma più grave che porta ad una perdita della continuità a livello assonale ma non a livello della guaina mielinica. Le funzioni motorie, sensitive e autonome vengono perse. In questa condizione il recupero è possibile ma dipende da numerosi fattori fra cui il tempo dopo il quale viene rimossa la causa di compressione e la capacità di rigenerazione assonale. Il tempo necessario al recupero delle funzioni dipende dalla distanza fra la zona denervata e il punto di rigenerazione assonale prossimale. Il recupero può anche essere completo.
3. Neurotmesi: è il trauma più grave che porta alla completa interruzione sia della continuità assonale sia di quella mielinica. Raramente esiste possibilità di recupero poiché le nuove fibre nervose rigenerate senza la guida della guaina mielinica difficilmente riescono a innervare di nuovo la loro zona di pertinenza.

Nel 1978 Sunderland propose una nuova classificazione con cinque gradi di lesione nervosa (21) dove il primo grado corrisponde alla neuroaprassia, il secondo all'assonotmesi mentre il terzo quarto e quinto ad una situazione di neurotmesi via via più grave. In particolare nel terzo grado l'assone e la guaina mielinica sono interrotte ma i fascicoli nervosi sono intatti, nel quarto grado il perinervio che sostiene i fascicoli nervosi è danneggiato ma rimane integro l'endonervio, nel quinto l'interruzione è completa.

FISIOPATOLOGIA

RISPOSTA DEI NERVI AGLI STRESS FISICI

Nella teoria del “physical stress” di Mueller e Maluf viene definito come stress fisico su un tessuto biologico una forza applicata o data a un area di tessuto. Viene proposta una classificazione in quattro livelli di stress fisico.

LIVELLO	RISPOSTA TISSUTALE
I	Basso livello di stress in cui il tessuto riduce la capacità di tollerare richieste di stress ripetute
II	Livello di stress normale in cui il tessuto riesce a mantenere solo lo stato di equilibrio
III	Livello alto di stress in cui il tessuto non riesce a mantenere l'equilibrio in relazione allo sforzo meccanico
IV	Stress eccessivo in cui la richiesta supera la capacità di carico dei componenti tissutali con risultato di un danno
V	Stress estremo in cui si ha la morte del tessuto

Applicando questa classificazione alle alterazioni funzionali relativi al nervo in relazione a danni da disuso, overuse o da trauma, possiamo costruire uno schema della condizione del nervo in relazione allo stress.

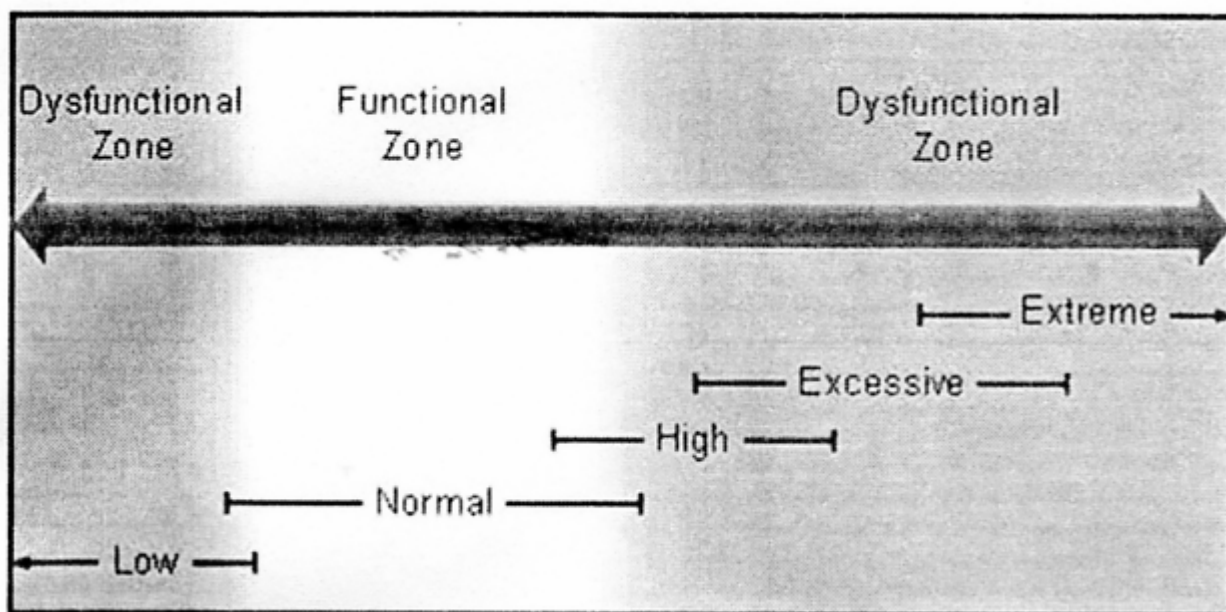


Figura 8: stadi dello stress del nervo. L'area bianca rappresenta la zona funzionale del nervo, quando questo è in stato di equilibrio. Le zone grigie rappresentano stadi del nervo in cui questo non è più in equilibrio sia a causa di stress ripetuti e prolungati ma anche dopo un periodo di immobilizzazione (zona della low stress). Tratto da: Kimberly S Toppe t all.: Structure and biomechanics of ppheripheral nerves: nerve responses to physical stresses and implication for physical therapist practice. 2006

STRESS DA IMMOBILIZZAZIONE

Nella condizione di immobilizzazione, ad esempio con uno splint o un apparecchio gessato, i nervi periferici sono sottoposti ad un livello di stress fisico inferiore a quello necessario per mantenere gli stessi nello stato di equilibrio o nella zona funzionale; quindi, in accordo con la teoria precedente, questi vanno incontro a delle modificazioni strutturali proporzionali a livello della riduzione di carico durante il periodo della durata di immobilizzazione. Queste modificazioni coinvolgono cambiamenti biologici negli assoni e nelle cellule della mielina e dei tessuti connettivi perineurali. La conseguenza è un'alterata capacità del nervo nel tollerare successivi stress fisici. In uno studio condotto su modelli animali è stato riscontrato una degenerazione mielinica dopo solo tre settimane di immobilizzazione, un deposito di collagene endoneurale e un'alterazione della larghezza del diametro delle fibre mieliniche dopo sei settimane che continua ad aumentare fino a sedici settimane di immobilizzazione. Non ci sono studi che hanno misurato l'escursione o la tensione nel nervo successiva ad un periodo di immobilizzazione ma si può ipotizzare che la deposizione del collagene endoneurale possa aumentare la resistenza ad uno stress in allungamento ma come effetto opposto si ha una perdita della quantità di mielina: il tessuto quindi avrà un range di funzionamento ridotto e la mobilizzazione durante la riabilitazione dovrà tenere conto di sintomi quali dolore, parestesia e riflessi di protezione che sono il segnale della tolleranza del nervo allo stress. (10)

STRESS DA ALLUNGAMENTO

I nervi possono essere esposti a vari stress in allungamento come ad esempio durante lo stretching, durante distorsioni o dopo interventi chirurgici con procedura di Ilizarov. La risposta del tessuto è dipendente dalla quantità e dalla durata dello stress: un allungamento del 6 – 8 % causa un cambiamento fisiologico transitorio; ma un allungamento del 11% che avviene in una piccola frazione di tempo può essere considerato uno stress eccessivo perciò è importante considerare che manovre terapeutiche o di diagnosi clinica come gli ULN'TT possono provocare dei danni tissutali. La pervietà delle arteriole e delle venule perineurali, che assicurano la perfusione del nervo, possono essere danneggiate durante un allungamento dello stesso. Infatti oltre ad una fisiologica riduzione dell'apporto ematico durante l'allungamento, una volta tornati nella condizione di riposo, come conseguenza del fenomeno che si manifesta e cioè di un incremento repentino dell'apporto ematico al nervo, ci possono essere dei danni al tessuto. Inoltre si stima che un allungamento del 24-32 % possa provocare una riduzione del 50 % di potenziali evocati somato sensoriali e un danno istologico e funzionale che includa lacerazioni epineurali e perineurali e distruzione assonica. Al livello della conduzione elettrofisiologia invece ci può essere una riduzione nell'ampiezza della conduzione del motoneurone. Si stima che la quantità massima di allungamento della fibra nervosa giornaliera debba rimanere entro un parametro di 1mm oltre il quale non sarebbe possibile un rimodellamento tissutale in risposta allo stimolo. (10)

STRESS DA COMPRESSIONE

La compressione di un nervo può essere il risultato di una forza extra-neurale o secondaria ad una contrazione trasversale per l'incremento dello stress longitudinale. Una compressione di piccola grandezza e di minima durata nel tempo dà luogo a piccoli cambiamenti strutturali, mentre una compressione molto grande può portare ad un'alterazione strutturale della mielina ed anche a una distruzione dell'assone. Compressioni di piccola entità ma ripetute nel tempo producono cambiamenti strutturali nel nervo dovute ad alterazioni dell'afflusso sanguigno. È difficile stabilire quale sia il valore pressorio che può causare un danno: è stato visto che pressioni di 20-30 mm Hg portano già ad una mancanza del flusso ematico. Studi sul nervo mediano hanno messo in luce come la semplice attività dell'uso del mouse del computer provochi un aumento della pressione da 5 a 21 mm Hg nel tunnel carpale. Questa pressione può aumentare fino a 63 mm Hg con il polso posizionato a 40° di estensione e le metacarpofalangee a 0° di flessione. Danni alla mielina e agli assoni si hanno in compressioni extra neurali di 50 mm Hg mantenute per due minuti. La

percentuale del danno alle fibre aumenta con l'aumentare della forza; dieci giorni dopo l'applicazione di uno stress compressivo di 50 mm Hg il 30 % degli assoni compresi nella regione sotto la compressione mostrano segni di mielinizzazione, ri-mielinizzazione, degenerazione e rigenerazione assonale.

Il flusso sanguigno intraneurale e l' ATP del trasporto assonale sono le due importanti funzioni biologiche che vengono facilmente danneggiate da un trauma compressivo. L'edema endoneurale che si verifica dopo un trauma è il risultato del danno ischemico dei capillari endoneurali ed in particolare del danno alla membrana cellulare della cellula endoteliale del capillare e quella della cellula nervosa. Le conseguenze di una compressione prolungata sono quindi: deposizione di fibrina, attivazione dei fibroblasti edoneurali, delle cellule mastoidi e dei macrofagi; demielinizzazione, degenerazione assonale e fibrosi. I cambiamenti biologici del nervo e la sua possibilità di recupero funzionale in seguito ad un trauma violento sono invece strettamente correlati al tipo di danno tessutale (vedi classificazione di Sunderland). (10)

STRESS RIPETUTI

La vibrazione costituisce una forma di stress ripetuto. Sappiamo che le vibrazioni di utensili usati in alcune attività lavorative possono causare riduzione sia della sensazione tattile sia della forza. Inoltre una diminuzione della mielinizzazione e processi fibrotici sono stati riscontrati nel nervo interosseo dorsale in persone con neuropatia indotta da vibrazioni. La lunga esposizione a vibrazioni produce anche un cambiamento del tipo di fibra muscolare dovuto a denervazione e ri-innervazione. Alcuni studi hanno evidenziato anche una demielinizzazione assonale e presenza di edema in soggetti sottoposti a cinque ore di vibrazione ripetute per cinque giorni. È interessante notare come questi stress vibratori possano portare anche a cambiamenti patologici anche in zone del nervo distanti dal punto in cui viene applicato lo stimolo dannoso. Infiammazione cronica associata a movimenti ripetuti porta il nervo ad un costante stress compressivo idrostatico (da edema) che viene incrementato con la contrazione dei muscoli coinvolti in quel tipo di movimento. L'infiammazione cronica predispone il nervo ad un continuo rimodellamento per cercare una stabilità meccanica. Il più comune risultato di questa situazione è la deposizione di strati di collagene che diminuiscono la compliance del nervo all'allungamento. (10)

SEGNI E SINTOMI

I sintomi delle sindromi compressive possono iniziare insidiosamente od in modo acuto se in relazione ad un trauma e la prima manifestazione clinica è spesso legata ad un disturbo sensitivo irradiato nell'area del quinto dito della mano e del lato ulnare del quarto. Queste parestesie sono correlate all'attività oppure sono presenti la notte in maniera più pronunciata (in relazione alla posizione con gomito flesso nel letto) e spesso sono accompagnate da dolore nella parte mediale del gomito che si può irradiare distalmente o prossimalmente. I sintomi spesso passano da intermittenti ed associati al movimento a costanti e si può avere debolezza dei muscoli della mano innervati dal nervo ulnare; la debolezza inizia con perdita di destrezza della mano fino all'incapacità di afferrare o stringere (Froment Sign).

L'atrofia dei muscoli intrinseci della mano dà luogo ad una classica malformazione detta "mano ad artiglio" o "postura della benedizione" e cioè una posizione delle dita prodotta dall'iperestensione delle metacarpo-falangee del quarto e del quinto dito e una flessione delle inter-falangee per la paralisi dei muscoli interossei e lombricali.

Conseguenzialmente i pazienti non sono in grado di flettere le metacarpo-falangee o estendere le inter-falangee.

DIAGNOSI

Fondamentale oltre alla storia clinica leccata sul biopsicosociale del paziente anche l'esame clinico. Nelle tabelle seguenti vengono elencati i sintomi clinici più frequenti associati alla loro probabile causa.

TEST POSITIVI PER PARALISI DEL NERVO ULNARE	MUSCOLI TESTATI
Incapacità di flettere le interfalangee del mignolo	Flessore profondo delle dita
Incapacità di flettere lungo il bordo ulnare con abduzione forzate del mignolo	Palmare breve
Incapacità di opporre al pollice il mignolo	Abduttore flessore e opponente del V dito
Incapacità di addurre in estensione il mignolo all'anulare	III interosseo volare
Incapacità di flettere la V metacarpofalangea a 90° con l'interfalangea estesa	IV lombricale
Incapacità di addurre le il medio in direzione radiale ulnare con la mano aperta	II e III interosseo
Incapacità di un abduzione e un adduzione forzata delle ultime due dita da e verso il medio con la mano aperta	Abduttore del V dito, I e II interosseo dorsale e palmare
Incapacità di incrociare il medio sull'indice	I interosseo palmare, II interosseo dorsale
Completa flessione dell'interfalangea del pollice contro il bordo radiale dell'indice (Froment test)	Adduttore pollice I interosseo dorsale, parte ulnare del flessore breve del pollice
Incapacità di fare la O con il pollice e l'indice	Adduttore del pollice
Incapacità di raggiungere il lato ulnare del mignolo con il pollice	Adduttore del pollice
Incapacità di abduzione forzata dell'indice dal medio	Primo interosseo dorsale
Incapacità di mettere le dita in una posizione conica	Opponente del V dito, I e III del'interosseo palmare, adduttore del pollice
Estensione delle dita verso l'abduzione del mignolo (Wartenberg sign)	Tutti gli interossei
Toccare il pollice e il V dito con una forma del palmo che non risulta rotonda	Opponente del mignolo
Il polso è deviato radialmente quando è in posizione flessa	Flessore ulnare del carpo
Nel prendere un pezzo di carta fra l'anulare e il medio c'è una anormale flessione delle metacarpofalangee	Tutti gli interossei

TEST SENSITIVI	SEGNI POSITIVI PER NEUROPATIA ULNARE AL GOMITO
Pizzicare il nervo ulnare al solco epicondilare mediale	Sansazione elettrica irradiate al IV e V dito (Tinel sign)
Applicare una pressione per sessanta secondi sopra il nervo in prossimità del tunnel cubitale con il gomito flesso a 20° e l'avambraccio supinato (pressure provocative test)	Sensazione di parestesia lungo il IV e V dito
Porre il gomito in massima flessione e supinazione e il polso in posizione neutrale (elbow flexion test)	Parestesia nelle aree di innervazione del nervo
Porre il gomito in massima flessione e premere il nervo in prossimità del tunnel cubitale	Intorpidimento e parestesia nelle aree di innervazione del nervo.
Semmes-Weinstein monofilament testing	Diminuzione o perdita della sensibilità del IV e V dito
Testare la sensibilità lungo il lato ulnare della mano e del IV e V dito	Diminuzione della sensibilità implica una lesione del nervo a livello del polso
Testare la sensibilità della zona ipotecare	Diminuzione della sensibilità
Palpazione dell'area in prossimità dell'epicondilo mediale	Dolorabilità in quest'area indica che l'arcata di Struthers sta comprimendo il nervo ulnare
Discriminazione di due stimuli vibratorii	Diminuzione della sensibilità nell'area di innervazione del nervo

Da un punto di vista strumentale invece la letteratura è vastissima e presenta vari studi con tecniche di imaging e di elettrodiagnostica e si rimanda ad un altro lavoro di revisione della letteratura data la notevole quantità di dati. (1 ; 9 ; 16).

TRATTAMENTO

TRATTAMENTO CHIRURGICO

Il trattamento chirurgico della compressione del nervo viene riservato nei casi più gravi dove i sintomi persistenti sono accompagnati da deficit motori gravi (atrofia muscolare) e deficit sensitivi. Il trattamento chirurgico consta di molte tecniche in base alla causa compressiva e al punto anatomico dove si trova la compressione. E' un argomento molto vasto e non di pertinenza di questo lavoro. (1 ; 9)

TRATTAMENTO CONSERVATIVO

Nei casi in cui la sintomatologia sia invece lieve o moderata il trattamento conservativo sembra essere un approccio che porti al recupero completo nel 90% dei casi. Anche se questi dati vengono criticati anche in lavori più recenti sembra comunque che il trattamento conservativo produca degli effetti benefici che sono inversamente proporzionali alla situazione clinica all'inizio del trattamento. (1 ; 2 ; 3) Nel trattamento conservativo l'obiettivo è eliminare il dolore e ridurre la condizione di stress del nervo durante la flessione del gomito. E' importante sottolineare che, prima di iniziare qualsiasi trattamento, l'educazione del paziente e la sua collaborazione sono fondamentali. In particolar modo l'educazione del paziente è critica: esso non solo deve capire quale sia il suo problema ma deve esser parte integrante del trattamento (modello biopsicosociale). Ci sono quattro stadi consequenziali relativi al processo riabilitativo:

1. riduzione del carico, dell'infiammazione e del dolore; in questa fase, che varia dalle due alle tre settimane, il riposo è fondamentale per ridurre sia la sintomatologia dolorosa che il processo infiammatorio. Spesso in questa fase vengono usati dei corticosteroidi o degli anti-infiammatori ma questi sembrano non avere molta efficacia; inoltre le infiltrazioni di corticosteroidi possono provocare un'inoculazione del farmaco intraneurale con conseguente danno nervoso e sostituzione con tessuto necrotico. Una metodica spesso utilizzata riguarda l'uso degli splint in materiale termoplastico il cui scopo è quello di porre il nervo ulnare in una posizione di minor pressione. La chiave di questa metodica di splinting è nel riuscire a immobilizzare solamente l'articolazione direttamente coinvolta nell'infiammazione del nervo. Per quanto riguarda la sindrome del tunnel cubitale lo splinting notturno del gomito è un'ottima metodica per minimizzare la flessione del gomito durante il sonno quando molti individui assumono posizioni in cui inavvertitamente rimangono in posizione flessa per molte ore. Sembra che la miglior angolazione dello splint sia tra i 30° ed i 40° di flessione.

Spesso invece si preferisce evitare lo splint durante il giorno perché questo interferisce con le attività di vita quotidiana del paziente. Il trattamento contro l'infiammazione include anche applicazione di ghiaccio e di ultrasuoni applicati direttamente sull'area dolente. L'uso di ultrasuoni sembra avere effetto benefico solo nei casi di infiammazione cronica e quindi nelle sindromi da overuse.

2. Recupero dell' escursione articolare e della corretta artrocinematica; in questa fase il nervo viene rimosso gradualmente da una posizione di riposo ottenuto con lo splint. L'obiettivo è mantenere sotto controllo la sintomatologia dolorosa cominciando un graduale recupero dei movimenti in tutte le articolazioni attraverso una cauta mobilizzazione e dello stretching. In questa fase tecniche articolari di terapia manuale (come il gliding mediale e laterale dell'ulna rispetto all'omero nel caso del gomito) possono essere usate per recuperare la completa escursione articolare. Nei casi di infiammazione cronica, e quindi nelle sindromi da overuse, invece sembra che solo lo stretching sia l'unica metodica per il recupero del R.O.M. che è ben tollerata dai pazienti. In questa fase viene iniziato anche un graduale recupero della contrazione muscolare usando contrazioni isometriche per passare poi a contrazioni concentriche.
3. Ritorno all'attività normale in maniera graduale: l'obiettivo di questa fase è quello di recuperare tutti i movimenti che fanno parte delle A.D.L. nel loro completo range e senza sintomatologia dolorosa. Condizione essenziale perché si possa iniziare questa fase di lavoro è l'assenza di dolore in tutto il range di movimento passivo e attivo.
4. Mantenimento: l'obiettivo di questa fase del trattamento è mantenere la lunghezza, la forza e la resistenza dei muscoli dell'arto superiore iniziando un training composto da un programma di esercizi specifici in relazione alle attività del paziente. (1)

MODALITA' DI TRATTAMENTO

In relazione alle prime tre fasi, le modalità di trattamento conservativo delle neuropatie compressive comprendono, come abbiamo visto, molti tipi di interventi; i più citati (1 ; 3 ; 6 ; 7 ; 14 ; 16) in letteratura sono:

1. iniezioni locali e somministrazione di corticosteroidi
2. ultrasuoni
3. splinting
4. esercizi di neurodinamica (nerve gliding).

MOBILIZZAZIONE DEL SISTEMA NERVOSO

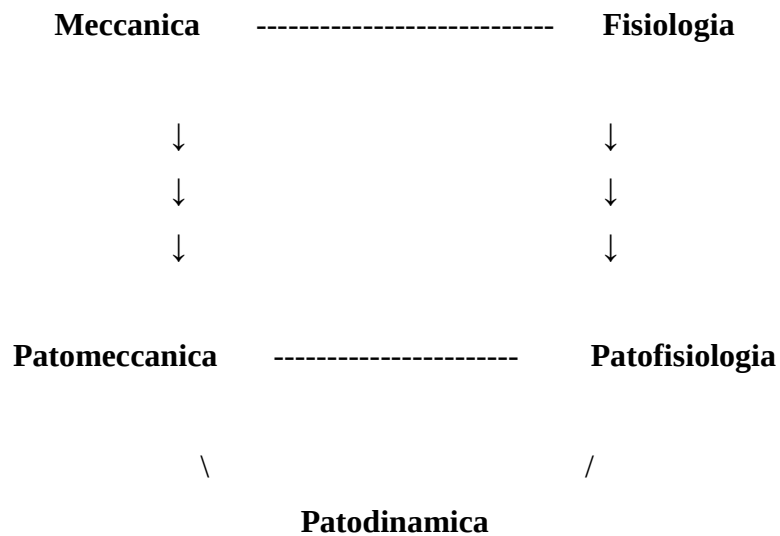
La mobilizzazione del sistema nervoso (MOTNS) è una tecnica di trattamento che comparata alle altre tecniche di terapia manuale usate nei disordini muscoloscheletrici è molto recente. Inizialmente patologie con danno del tessuto nervoso periferico venivano trattati con stretching del nervo poiché i clinici pensavano che una retrazione dei tessuti nervosi dovesse essere contrastata da un forte allungamento: in questi termini metodiche di stretching del nervo si ritrovano anche nella letteratura del 1800 ma spesso con risultati dannosi e casi anche di danno nervoso poiché l'allungamento veniva eseguito senza considerare la sintomatologia del paziente. Di fatto ci si è riavvicinati a questa metodica negli anni '70 con studi su modelli di cadaveri in cui si mettevano in evidenza tutte le caratteristiche biomeccaniche e patomeccaniche del nervo e in particolar modo che il suo allungamento faceva parte di una sua caratteristica fisiologica. (11)

Il concetto principale di questa tecnica è che le funzioni meccaniche e fisiologiche del sistema nervoso interagiscono strettamente durante il movimento del corpo perciò le due componenti non possono essere considerate separatamente.

Da un punto di vista meccanico il comportamento del sistema nervoso non è sempre uguale ma dipende dal punto anatomico preso in considerazione, dalle sue caratteristiche anatomiche e meccaniche e dalla combinazione dei movimenti che vi avvengono. Fisiologicamente il sistema nervoso risponde agli stress con variazioni nell'apporto sanguigno, nel flusso assonale e nella conduzione dell'impulso, come discusso precedentemente. (10)

Il termine patodinamica quindi deve essere usato per descrivere la combinazione dei fattori patomeccanici e patofisiologici che affliggono il nervo e lo portano alla situazione di "disordine".

NEURODINAMICA



Quindi l'obiettivo della neurodinamica è quello ristabilire la normale tensione del nervo ed il suo corretto movimento all'interno del canale dove scorre. (11)

I test neurodinamici ULTT sono dei test che vanno a stimolare tramite una sequenza di movimenti il nervo; il loro scopo è quindi sollecitarlo lungo tutto il suo decorso per controllare se le sue caratteristiche meccaniche e fisiologiche abbiano subito dei danni. La loro positività è data da:

- la riproduzione dei sintomi del paziente;
- asimmetria fra le parti esaminate nel range di movimento, nella resistenza al movimento;

Nella tabella 1 sono descritti i quattro test e le sue componenti di movimento.

Il punto debole di questi test è che spesso è scorretto collegare un fenomeno clinico alla presenza di una patologia: ci sono molti fattori, anche fisiologici, che possono concorrere alla produzione dei sintomi durante l'esecuzione come ad esempio la risposta muscolare, la diminuzione fisiologica del flusso sanguigno e la sensibilità meccanica del nervo. E' quindi più corretto pensare che, nel caso il test sia positivo, che il paziente non abbia né una disfunzione meccanica né una nervosa: il problema infatti può riguardare sia un alterata meccanica del nervo nella sua distensibilità ma anche un problema infiammatorio relativo ai tessuti che compongono il nervo e quindi entrambi i campi. Si può quindi più correttamente parlare di una disfunzione neurotensionale.

	NERVO	MANOVRE PRINCIPALI	COMPONENTI DEL TEST
ULNT1	Mediano	Abduzione spalla	Adduzione spalla Estensione polso e dita Supinaz. Avambraccio Rotazione este spalla Estensione gomito
ULNT2A	Mediano	Depressione spalla	Depr Cingolo Scap Estensione gomito Rotazione est spalla Estensione polso e dita Abduzione spalla
ULNT2B	Radiale	Rotazione interna spalla	Depr Cingolo Scap Estensione gomito Rotazione inter spalla Flessione polso e pollice Abduzione spalla
ULNT3	Ulnare	Flessione gomito	Depr Cingolo Scap Rotazione est spalla Abduzione spalla Flessione gomito Pronaz avambraccio Estensione polso

I test neurodinamici, andando a sollecitare il nervo possono diventare tecnica di trattamento quando la compromissione della meccanica del nervo è in misura maggiore conseguenza della patologia rispetto alla condizione fisiopatologica.

Si parla di tensioning technique quando una o più articolazioni vengono mosse per allungare il decorso del nervo. Si parla di sliding technique quando due articolazioni opposte vengono mosse in modo che una vada ad allungare il decorso del nervo (tensionandolo) mentre l'altra vada ad accorciarlo (detensionandolo).

In un recente studio di M.W.Coppieters del 2006 è stato evidenziato come a livello del nervo ulnare l'escursione del nervo stesso sia doppia nelle tecniche di sliding rispetto a quelle di tensioning. (12)

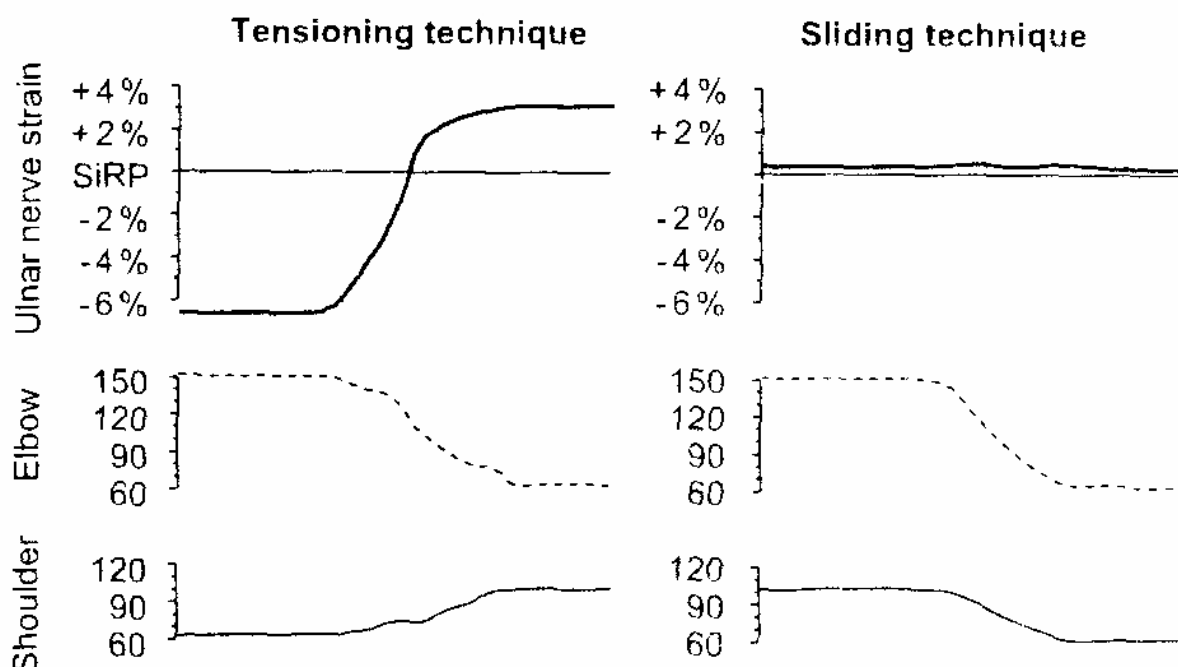


Figura 9: nei grafici viene rappresentato la percentuale di allungamento del nervo ulnare durante una tensioning tecnica (grafici a sinistra) e durante una sliding technique (grafici a destra) in relazione ai movimenti di gomito e spalla. Tratto da: Michel W. Coppieters, David S. Butler: Do 'sliders' slide and 'tensioners' tension? An analysis of neurodynamic techniques and considerations regarding their application. 2006.

Nelle tappe più avanzate del trattamento i movimenti, che solitamente sono imposti passivamente dall'operatore, possono essere richiesti anche attivamente al soggetto che viene trattato.

Le tecniche di neurodinamica possono anche essere usate, ovviamente con piccole variazioni, come esercizi di auto-trattamento domiciliare.

Nella ricerca della letteratura riguardante le neuropatie compressive dell'arto superiore spesso viene riportato, fra i trattamenti conservativi, l'uso delle tecniche di neurodinamica. Ad esempio in uno studio del 2004 viene illustrato un caso clinico in cui tecniche di neurodinamica venivano applicate ad un soggetto che presentava una sindrome compressiva del nervo ulnare. (13)

L'obiettivo di questo studio era di illustrare come la terapia che comprende una mobilizzazione del nervo e delle sue strutture sia da considerare una valida alternativa alle classiche terapie conservative: è stata trattata una ragazza di 17 anni, studentessa di infermieristica, che soffriva di una sindrome del tunnel cubitale ad insorgenza traumatica, con dolore al gomito e sintomi di parestesia nel territorio del nervo ulnare. L'esame elettromiografico era negativo per neuropatia

ulnare. Il trattamento consisteva in tecniche manipolative articolari, neuromobilizzazioni del nervo, autotrattamento domiciliare con esercizi di mobilizzazione del nervo e rinforzo muscolare con piccoli pesi. Sono state usate vari tipi di scale valutative per le misure di outcome come ad esempio la VAS e il Northwick Park Questionnaire.

Qui sotto riporto una tabella riassuntiva del diario riabilitativo.

Session	Assessment	Treatment
Session 1, day 1	S/E: see Case Report in text Mean (24 h) VAS: 4.4/10 Northwick Park Questionnaire: 25/100 P/E: see case report in text	Explanation and education Elbow: passive extension mobilization, grade III NPT _{ULNAR NERVE} : In: head neutral, shoulder 90° abduction and lateral rotation, elbow 90°; Did: pronation and supination (3 × 10)
Session 2, day 7	S/E: increased symptoms for 2 days after session 1 mean (24 h) VAS: 4.3/10 P/E: elbow: extension restriction (−10°), pain Pronation restriction (−5°), pain	Elbow: passive extension mobilization, grades II and III Passive pronation mobilization, grades II and III Distraction, grade III, in −10° extension NPT _{ULNAR NERVE} : In: see session 1 + pronation forearm; Did: elbow flexion 90°-140° (3 × 10, alternated with elbow oscillations, grade I)
Session 3, day 10	NPT _{ULNAR NERVE} : symptoms on elbow flexion S/E: no arm symptoms for 2 days after session 2 Elbow locking in extension 2 days of neck stiffness after sit-ups Mean (24 h) VAS: 3.0/10 P/E: elbow: extension: normal Pronation: end range pain Radial glide of ulna: restricted, no pain T1-T2 and T2-T3: restriction + pain toward extension and right rotation	Elbow: passive pronation mobilization, grades III-IV Radial glide of ulna in ulnar nerve preloaded position, grades III-IV NPT _{ULNAR NERVE} : In: see session 2 + elbow flexion; Did: shoulder abduction 80°-120° (3 × 10) T1-T2 and T2-T3: high-velocity distraction thrust Home exercises: active ulnar nerve sliding techniques (Fig 1) (1 × 10 daily)
Session 4, day 14	S/E: no symptoms, except preceding day after leaning on elbow for 4 h (+ pins and needles at night) Mean (24 h) VAS: 5.2/10 P/E: elbow: normal Elbow flexion test: normal NPT _{ULNAR NERVE} : symptoms on 115° shoulder abduction T2-T3: restricted toward right rotation, no pain	Elbow: as session 3, but combined with active movement NPT _{ULNAR NERVE} : In: as session 3; Did: shoulder abduction 100°-130° (3 × 10) T2-T3: high-velocity rotation thrust Home exercises: active ulnar nerve-sliding techniques (Fig 1) (3 × 10 daily) Series of light free-weight exercises, such as supine dumbbell Elbow extension and pronation (each exercise: 1 × 10 daily)
Session 5, day 21	S/E: no symptoms, except once after cleaning Mean (24 h) VAS: 2.0/10 P/E: elbow: normal Cubital tunnel syndrome tests (elbow flexion test, Tinel sign): normal T8-T9 and ribs 7 and 8: motion restriction, pain	NPT _{ULNAR NERVE} : In: as session 4 + depression shoulder girdle; Did: shoulder abduction 100°-145° (3 × 10). Note: after 3 series, patient mentioned thoracic pain. Subsequent P/E revealed motion restrictions (see P/E of this session) T8-T9: high-velocity distraction thrust Ribs 7 and 8: high-velocity thrust Home exercises: active ulnar nerve tensioning techniques (like Fig 1) (3 × 10 daily) Series of light free-weight exercises (each exercise: 3 × 20 daily)
Session 6, day 28	S/E: no symptoms Mean (24 h) VAS: 0/10 Northwick Park Questionnaire: 6/100 P/E: elbow: normal NPT _{ULNAR NERVE} : normal Thoracic spine + ribs: normal	Checking home exercise program and advice to continue exercises for 1 mo
Follow-up 6 wk and 10 mo	S/E: no symptoms, no locking No hinder during activities of daily living Mean (24 h) VAS: 0/10 Northwick Park Questionnaire: 0/100 P/E: elbow: normal Elbow flexion test + compression: normal NPT _{ULNAR NERVE} : normal	

In uno studio di A. Tal-Akabi del 2000, viene indagato invece l'effetto di due tecniche di terapia manuale in pazienti con CTS. I soggetti dello studio, in tutto 21, sono stati suddivisi in tre gruppi: un gruppo di controllo che non eseguiva alcun trattamento, mentre agli altri due gruppi veniva applicato in uno la mobilizzazione delle ossa del carpo con tecniche di terapia manuale, nell'altro una mobilizzazione del nervo mediano. Le misure di outcome venivano rilevate tramite il R.O.M. del polso sia in flessione che in estensione, l'ULTT2, tre diverse scale di valutazione del dolore ed infine il numero di pazienti che comunque dovevano subire l'intervento chirurgico. I risultati di questo studio dimostrano una significatività statistica per i gruppi di studio che eseguivano il trattamento conservativo rispetto al gruppo di controllo in termini di riduzione del dolore alla scala VAS (figura 10) e una significatività statistica al test ULTT2 che risultava negativo dopo il trattamento nei gruppi di studio (figura 4). Inoltre nei gruppi di studio i soggetti che ricorrevano ad intervento chirurgico erano in tutto tre contro i sei soggetti del gruppo di controllo.

<i>n</i>	Group I pre RX intervention	Group I post RX intervention	Group II pre RX intervention	Group II post RX intervention	Group III pre RX intervention	Group III post RX intervention
1	0	0	2	1	2	3
2	1	0	2	1	1	2
3	3	1	4	1	4	2
4	4	2	1	0	2	2
5	3	2	2	0	0	1
6	4	4	2	0	3	3
7	2	2	3	2	2	2
Total	17	11	16	5	14	15
Mean	2.42	1.57	2.2857	0.71	2	2.14
related <i>t</i> -test analysis	<i>t</i> = 2.52 Significant <i>P</i> < 0.02		<i>t</i> = 5.28 Significant <i>P</i> < 0.001		<i>t</i> = -0.35 Not significant	

Figura 10: la tabella mostra la significatività statistica della riduzione del dolore alla VAS. Tratto da: Michel W. Coppieters, David S. Butler: Do 'sliders' slide and 'tensioners' tension? An analysis of neurodynamic techniques and considerations regarding their application. 2006.

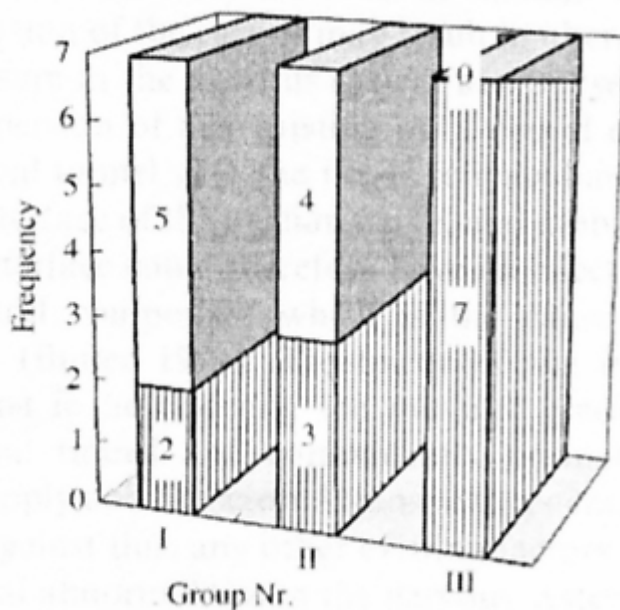


Figura 11: il grafico mostra la positività al test ULTT2 dei gruppi studiati alla fine del programma riabilitativo. Tratto da : Michel W. Coppieters, David S. Butler: Do 'sliders' slide and 'tensioners' tension? An analysis of neurodynamic techniques and considerations regarding their application. 2006.

Kostopoulos, nella review del 2003 ricerca le evidenze analizzando la letteratura scientifica in merito alle tecniche neurodinamiche usate per il trattamento della CTS. In particolare lo studio di Rozmaryn et al. (1998) dove vengono analizzati 197 pazienti divisi in due gruppi: il primo veniva trattato con le terapie conservative tradizionali mentre l'altro riceveva oltre a queste anche tecniche di neurodinamica. I risultati mostravano come solo il 47% dei soggetti trattati con tecniche di neurodinamica andava incontro alla terapia chirurgica contro il 70% dei soggetti trattati solo con terapie conservative tradizionali. L'autore analizza anche diversi studi relativi alla letteratura relativa alla neurodinamica di Coppieters, Elvey, Jabre, Shacklock. Conclude che queste tecniche di trattamento non possono essere considerate una panacea per risolvere le sindromi da compressione dei nervi e che la neurodinamica e le neuromobilizzazioni sono un campo relativamente nuovo della terapia manuale che merita di essere studiati con RCT.

E' importante sottolineare che il trattamento con tecniche neurodinamiche non deve escludere la possibilità di usare altri tipi di metodica conservativa. Dobbiamo considerare infatti che, in una patologia compressiva, non è presente solo un problema meccanico ma sussiste anche una condizione infiammatoria. In questo studio viene comparato l'efficacia di esercizi di neurodinamica in associazione ad altre tecniche di terapia conservativa. I pazienti (in totale 72) sono stati suddivisi in tre gruppi: nel primo, come tipo trattamento, veniva usato uno splint ed esercizi neurodinamici; nel secondo gruppo invece splint ed ultrasuoni; infine il terzo gruppo riceveva tutte le precedenti terapie conservative. Le misure di outcome prevedevano vari tipi di scale di valutazione del dolore, test clinici e test di destrezza e forza manuale come mostra la tabella . (14)

Variable	Treatment groups		
	Group I	Group II	Group III
Number of wrist	24	16	16
Age, year (mean $\pm$ SD)	47.8 $\pm$ 5.5	50.1 $\pm$ 7.3	51.4 $\pm$ 5.2
Type of work (n,%)			
Housewife	11 (91)	8 (100)	7 (87)
Clerk	1 (9)	0	1 (13)
Body mass index	30.5 $\pm$ 6.9	29.7 $\pm$ 2.5	28.4 $\pm$ 5.0
Duration of symptoms, year (mean $\pm$ SD)	1.5 $\pm$ 1.6	1.4 $\pm$ 0.8	1.4 $\pm$ 0.8
Pain (Visual analogue score/10)	4.8 $\pm$ 2.9	5.1 $\pm$ 2.7	5.6 $\pm$ 3.5
Tinel's sign, positive (n,%)	20 (83.3)	13 (81.3)	11 (68.8)
Phalen's sign, positive (n,%)	20 (83.3)	13 (81.3)	13 (81.3)
2-point discrimination (mean $\pm$ SD)	3.9 $\pm$ 1.7	3.3 $\pm$ 1.3	3.9 $\pm$ 0.6
Hand grip strength (mean $\pm$ SD)	20.6 $\pm$ 7.1	20.7 $\pm$ 10.1	20.7 $\pm$ 5.5
Pinch strength (mean $\pm$ SD)	4.9 $\pm$ 2.5	4.3 $\pm$ 2.2	5.6 $\pm$ 1.4
Functional status score (mean $\pm$ SD)	20.6 $\pm$ 7.9	21.9 $\pm$ 9.1	20.5 $\pm$ 7.1
Symptom severity score (mean $\pm$ SD)	28.0 $\pm$ 9.7	29.6 $\pm$ 9.7	30.4 $\pm$ 12.1
MDL, ms (mean $\pm$ SD)	4.9 $\pm$ 1.5	4.7 $\pm$ 1.0	4.9 $\pm$ 1.9
SDL, ms (mean $\pm$ SD)	3.5 $\pm$ 0.5	3.5 $\pm$ 0.6	4.0 $\pm$ 0.9

Figura 12: la tabella mostra la situazione clinica dei pazienti ed i test eseguiti per la valutazione. Tratto da: Michel W. Coppieters, PhD Katrien E., Bartholomeeusen, PT, and Karel H. Stappaerts, PhD: Incorporating nerve-gliding techniques in the conservative treatment of cubital tunnel syndrome. 2004

I risultati mostrano come la combinazione delle tre tecniche di trattamento conservativo sia la più efficace e preferibile (tabella) e che il gruppo che riceveva tutti i tre tipi di terapia conservativa mostrava un significativo miglioramento nelle misura di outcome ad un follow up dopo 8 settimane.

	Group I (mean $\pm$ SD)	Group II (mean $\pm$ SD)	Group III (mean $\pm$ SD)
Pain			
Before T	4.8 $\pm$ 2.3	5.7 $\pm$ 2.7	5.6 $\pm$ 3.5
After T I	3.3 $\pm$ 2.9*	2.2 $\pm$ 1.9*	1.3 $\pm$ 1.8*
After T II	2.6 $\pm$ 2.8†	2.5 $\pm$ 2.8†	0.8 $\pm$ 0.9†
Tinel's sign, positive, n (%)			
Before T	20 (83.3)	13 (3,81)	11 (8,68)
After T I	12 (50)*	5 (3,31)*	5 (3,31)*
After T II	7 (29.1)†	5 (3,31)†	1 (3,6)†
Phalen's sign, positive, n (%)			
Before T	20 (3,83)	13 (3,81)	13 (3,81)
After T I	11 (8,45)*	6 (5,37)*	7 (7,43)*
After T II	11 (8,45)†	5 (3,31)†	5 (3,31)†
2-point discrimination			
Before T	3.9 $\pm$ 1.6	3.3 $\pm$ 1.3	3.9 $\pm$ 0.6
After T I	3.7 $\pm$ 1.4	3.7 $\pm$ 1.0	3.3 $\pm$ 0.9
After T II	3.9 $\pm$ 1.7	3.8 $\pm$ 1.3	3.3 $\pm$ 1.1
Hand grip strength			
Before T	20.5 $\pm$ 7.1	20.6 $\pm$ 10.1	20.7 $\pm$ 5.5
After T I	21.1 $\pm$ 7.0	21.8 $\pm$ 9.7	21.7 $\pm$ 4.9
After T II	22.7 $\pm$ 7.4 †,‡	23.5 $\pm$ 2.6 †,‡	22.3 $\pm$ 5.1 †,‡
Pinch strength			
Before T	4.9 $\pm$ 2.5	4.3 $\pm$ 2.2	5.6 $\pm$ 1.4
After T I	5.6 $\pm$ 1.8	5.0 $\pm$ 2.4	6.3 $\pm$ 2.1
After T II	6.3 $\pm$ 1.7†,‡	5.7 $\pm$ 2.3†,‡	7.0 $\pm$ 2.2†,‡
Functional status score			
Before T	20.6 $\pm$ 7.8	21.9 $\pm$ 9.1	20.5 $\pm$ 7.1
After T I	14.8 $\pm$ 7.5*	16.1 $\pm$ 8.5*	11.7 $\pm$ 3.6*
After T II	14.9 $\pm$ 6.6†	16.1 $\pm$ 8.7†	12.6 $\pm$ 3.4†
Symptom severity score			
Before T	28.0 $\pm$ 9.7	29.6 $\pm$ 9.7	30.4 $\pm$ 12.1
After T I	19.7 $\pm$ 8.7*	17.1 $\pm$ 7.9*	16.1 $\pm$ 4.8*
After T II	20.2 $\pm$ 10.4†	19.1 $\pm$ 9.4†	15.6 $\pm$ 4.7†
MDL			
Before T	4.9 $\pm$ 1.5	4.7 $\pm$ 1.0	4.9 $\pm$ 1.9
After T I	4.8 $\pm$ 1.6	4.6 $\pm$ 0.8	4.6 $\pm$ 2.0
After T II	4.8 $\pm$ 1.4	4.5 $\pm$ 0.5	4.6 $\pm$ 2.3
SDL			
Before T	3.5 $\pm$ 0.5	3.4 $\pm$ 0.6	4.0 $\pm$ 0.9
After T I	3.3 $\pm$ 0.4*	3.4 $\pm$ 0.7	3.5 $\pm$ 0.6*
After T II	3.3 $\pm$ 0.5†	3.3 $\pm$ 0.6	3.5 $\pm$ 0.5†

Figura13: la tabella mostra tutte le variazioni delle misure di outcome. *p < 0.05 fra prima del trattamento (T) alla fine del trattamento (T I); †p < 0.05 fra prima del trattamento (T) e dopo il follow up (T II); ‡p < 0.05 fra alla fine del trattamento (T I) e dopo il follow up (T II)

Goodyear-Smith F. mise in evidenza, in una revisione sistematica del 2004 dove vengono analizzate due revisioni e 16 RCTs come ci sia una forte evidenza che l'applicazione di infiltrazioni di corticosteroidi diano un sollievo in breve termine della sensazione dolorifica. Invece per quanto riguarda lo splinting, il laser, gli ultrasuoni c'è un'evidenza limitata sulla loro efficacia a breve ed a lungo termine (fino a sei mesi). Infine l'uso di esercizi di neuromobilizzazione viene considerato tutto al più un tentativo. In ogni caso il tentativo di usare una terapia conservativa prima di arrivare all'intervento chirurgico deve essere fatto. (6) Qui sotto propongo la Figura 14, tratta dalla revisione, che mostra una tabella riassuntiva dei risultati.

NONSURGICAL TREATMENT OF CARPAL TUNNEL SYNDROME

Table 2. Effective Nonsurgical Treatments for Carpal Tunnel Syndrome

Treatment	Initial Success	Long-Term Success	Evidence	Advantages	Disadvantages
Local corticosteroid injection	20/24 (86%) responded	Within 1 year, 50% required surgery	Systematic review ³³ ; 4 RCTs ^{17,20,23,24}	Effective symptom relief; some patients may not progress to surgery	Local steroid affords only temporary relief
Oral steroid	Significant short-term symptom reduction	Unknown Waning of effect over 8 weeks	2 RCTs ^{16,22}	Effective short-term symptom relief; some patients may not progress to surgery	Potential adverse reactions to oral corticosteroids Less effective than steroid injection ³⁰

Table 3. Possibly Effective Nonsurgical Treatments for Carpal Tunnel Syndrome

Treatment	Initial Success	Long-Term Success	Evidence	Advantages	Disadvantages
Laser-acupuncture	Reduction in night pain but not paraesthesia	Unknown	1 poor-quality RCT ¹⁴	Possible preoperative analgesic agent	Poor availability
Nerve and tendon gliding exercises	No significant difference for Phalen's or Tinel's sign, or nerve conduction studies	Significantly reduced rates of surgery NNT = 4	Before-and-after study using historical controls ²⁶	Noninvasive	Reduced surgical rates may result from confounders
Ultrasound	One study suggested improvement in both symptoms and nerve conduction studies ¹⁹ ; other study found no significant difference ²⁵	Unknown	2 RCTs ^{19,25} Conflicting evidence	Noninvasive	Expensive High dropout rate
Wrist splinting	Neutral superior to 20° extension splinting Full-time use significantly greater improvement in nerve conduction studies but no difference in symptoms	Unknown	1 systematic review ³⁵ plus 1 RCT ¹⁹ All studies had methodological flaws	No harmful effects noted	Poor compliance
Yoga	Significant improvement in Phalen's sign, grip strength, and pain reduction but not Tinel's sign, sleep disturbance, or nerve conduction studies Control group had wrist splinting.	Unknown	RCT (single-blind) ²¹	Noninvasive Can be home-based treatment	No changes in nerve conduction studies Involves high level of patient commitment

RCT = randomized controlled trial; NNT = number needed to treat.

Figura 14

CONCLUSIONI

Fra le neuropatie compressive relative all'arto superiore quelle riguardanti il nervo ulnare sono fra le più frequenti. Ciò è dovuto in particolar modo al particolare decorso anatomico del nervo che lo espone a frequenti stress meccanici sia in condizioni fisiologiche che in relazione a traumi correlati ad attività quotidiane e sportive. Oltre a questo c'è una correlazione legata alle sindromi da overuse per particolari movimenti ripetuti durante l'attività lavorativa o l'utilizzo di macchinari che producono vibrazioni. (1)

Spesso la diagnosi di questa patologia viene confusa con la CTS o misconosciuta. Fondamentale per il fisioterapista, da un punto di vista clinico, è la raccolta anamnestica dei segni e sintomi del paziente nonché l'esecuzione di semplici test ortopedici e muscolari. (1)

Nei casi più gravi di neuropatia l'unico trattamento riportato dalla letteratura è la terapia chirurgica. Nei casi lievi e moderati la letteratura riporta che il trattamento conservativo può avere degli effetti benefici e può ritardare o evitare il ricorso alla terapia chirurgica ma non vi sono evidenze scientifiche. (6 ; 7)

Dagli articoli presi in esame si evince che, in seguito ad una neuropatia compressiva, non si può soffermarsi solo agli aspetti relativi alla fisiopatologia del nervo (processi infiammatori, edema, fenomeni cicatriziali) ma anche di come questi processi influiscano sulle caratteristiche meccaniche del nervo: è necessario quindi una completa conoscenza delle risposte del nervo a stimoli sia fisiologici che di stress meccanico per attuare, in ogni fase della patologia, metodiche che possano favorire lo svolgimento dei normali processi biochimici che porteranno alla riparazione del tessuto lesa e che possano ripristinare le normali funzioni meccaniche anche in presenza di una riparazione tessutale. (1 ; 4 ; 14 ; 19)

Ci sono molte metodiche di trattamento conservative usate per questo tipo di disordine muscoloscheletrico. Le più citate sono:

- iniezioni locali e somministrazione di corticosteroidi
- ultrasuoni
- splinting
- esercizi di neurodinamica (nerve gliding)

Nessuna di queste però viene riportata in letteratura con un'evidenza scientifica forte.

Per quanto riguarda i trattamenti di neurodinamica ci sono stati negli ultimi anni molti studi sulle conseguenze biomeccaniche e fisiologiche sul nervo di questa metodica che hanno chiarito il comportamento del nervo in risposta agli stimoli in allungamento; esistono anche studi che

analizzano il comportamento del nervo in relazione alle varie tecniche nell'ambito della mobilizzazione del nervo. La maggior parte di questi studi sono riferiti al nervo mediano ed alle sue sindromi da entrapment. Analizzando la biomeccanica, la fisiopatologia del nervo e le risposte che questo ha durante uno stimolo in allungamento (10), possiamo supporre che questo tipo di metodica possa andare ad influenzare in misura maggiore le disfunzioni meccaniche del nervo rispetto alle disfunzioni fisiopatologiche, e cioè relative ai processi infiammatori, e quindi essere molto più incisiva quando la compressione nervosa presenta, durante la fase di recupero, caratteristiche patomeccaniche (disturbo non irritabile con tessuto in fase di riparazione e rimodellamento) piuttosto che infiammatorie (disturbo irritabile con tessuto in fase di infiammazione acuta).

In ogni caso, essendo la neurodinamica un campo molto recente della terapia manuale, non esistono in letteratura RCT che indaghino sull'efficacia di questa metodica sulle neuropatie compressive: è necessario quindi che la ricerca scientifica si diriga non solo verso lo studio dei suoi effetti in relazione alle alterazioni del nervo in seguito a sindrome compressiva ed in particolare in relazione al nervo ulnare.

BIBLIOGRAFIA

1. C Robertson et al.: A review of compressive ulnar neuropathy at the elbow. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. 2005 Jun;28(5):345.
2. Descatha A, Leclerc A, Chastang JF, Roquelaure Y. Incidence of ulnar nerve entrapment at the elbow in repetitive work. *Scand J Work Environ Health*. 2004 Jun;30(3):234-40.
3. Dimitrios Kostopoulos: treatment of carpal tunnel syndrome: a review of the non-surgical approaches with emphasis in neural mobilization. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* (2004) 8, 2-8.
4. F.A.Schuind et al.: A biomechanical study of the ulnar nerve at the elbow. *Journal of Hand Surgery* 1995 20B: 5: 623-627.
5. Gelberman RH et al.: Changes in interstitial pressure and cross-sectional area of the cubital tunnel and of the ulnar nerve with flexion of the elbow. An experimental study in human cadavera
6. Goodyear-Smith F et al.: What can family physicians offer patients with carpal tunnel syndrome other than surgery? A systematic review of nonsurgical management. *Annals of family Medicine*. Vol 2 (3) June 2004. 267-273
7. George Piligian et all. : Evaluation and management of chronic work-related Musculoskeletal disorders of the distal upper extremity. *American Journal of Industrial Medicine* 37:75-93 (2000).
8. Improving application of neurodynamic (neural tension) testing and treatments: a message to researchers and clinicians. *Manual Therapy* 10 (2005) 175-179.
9. JIA Zhi-rong et al.: pathogenesis and electrodiagnosis of cubital tunnel syndrome. *CMJ* 2004; 117(9): 1313-1316.
10. Kimberly S Toppe et al.: Structure and biomechanics of peripheral nerves: nerve responses to physical stresses and implication for physical therapist practice. *Physical Therapy* vol 86 n° 1 January 2006
11. M. Shacklock: *Neurodynamics*. *Physiotherapy*, January 1995, vol. 81.
12. Michel W. Coppieters, David S. Butler: Do 'sliders' slide and 'tensioners' tension? An analysis of neurodynamic techniques and considerations regarding their application. *Manual Therapy* (2007).
13. Michel W: Coppieters, PhD Katrien E., Bartholomeeusen, PT, and Karel H. Stappaerts, PhD: Incorporating nerve-gliding techniques in the conservative treatment of cubital tunnel syndrome. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics* 2004;27:560-568.
14. O.Baysal et al. : Comparison of three conservative treatment protocols in carpal tunnel syndrome. *J Clin Pract*, July 2006, 60, 7, 820-828.

15. Pellioux S, Fouquet B, Lasfargues G. Ulnar nerve tunnel syndrome of the elbow and occupational disorder. Analysis of socio-professional and physical parameters. *Ann Readapt Med Phys*. 2001 May; 44(4):213-220.
16. Posner MA: Compressive ulnar neuropathies at the elbow: I. Etiology and diagnosis. *J Am Acad Orthop Surg*. 1998 Sep-Oct;6(5):289-97. Review.
17. Seddon HJ: *Surgical Disorder of the Peripheral Nerves*. Edinburgh, Scotland: Churchill Livingstone; 1972.
18. Sunderland S: *Nerves and nerve Injuries*. London England: Churchill Livingstone; 1978:780-95.
19. Tal-Akabi, A. Rushton: An investigation to compare the effectiveness of carpal bone mobilisation and neurodynamic mobilisation as methods of treatment for carpal tunnel syndrome. *Manual Therapy* (2000) 5(4), 214-222.