



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Scienze Biomediche

Corso di Laurea Triennale in Scienze Motorie

Tesi di Laurea

**TRATTAMENTO DELL'EPICONDILITE: VALUTAZIONE DI ALLENAMENTI
SPECIFICI ATTRAVERSO ANALISI DELLA LETTERATURA**

Relatore: Prof.ssa Albertin Giovanna

Laureando: Vio Fabrizio

N° di matricola: 2051065

Anno Accademico 2023/2024

INDICE

INDICE	1
ABSTRACT	2
INTRODUZIONE	3
1 Anatomia del gomito	3
1.1 Capi ossei, membrana interossea e capsula articolare	3
1.2 Legamenti	5
1.3 Muscoli	7
1.4 Debolezze ed instabilità	10
2 Epicondilite	11
2.1 Fisiopatologia	11
2.2 Meccanica	12
2.3 Presentazione clinica	13
SCOPO DELLA TESI	14
ANALISI DELLA LETTERATURA	15
McQueen et al. (2021) [16]	15
Stasinopoulos et al. (2016) [17]	17
Schiffke-Juhász et al. (2021) [18]	19
Uttamchandani et al. (2024) [19]	22
CONCLUSIONI	25
BIBLIOGRAFIA	26

ABSTRACT

L'epicondilite, nota comunemente come “gomito del tennista” o “gomito del golfista”, è una patologia che colpisce il tessuto tendineo attorno all'epicondilo mediale o laterale del gomito. Questa condizione, seppur spesso associata alla pratica sportiva, può manifestarsi anche in non atleti a causa di attività che coinvolgono movimenti ripetitivi della mano e del polso.

Analizzando la letteratura attraverso l'utilizzo delle parole chiave “*epicondylitis training exercise*” ho deciso di cercare se esistano dei protocolli di allenamento efficaci al trattamento di questa condizione, e sui 99 articoli prodotti nell'arco temporale di 7 anni, ho acquisito 4 lavori in cui vengono proposte e analizzate metodologie diverse di allenamento per soggetti sofferenti di epicondilite.

Successivamente ho approfondito come sono stati svolti questi studi e a che conclusioni hanno portato, cercando di trovare le migliori metodiche da proporre ed utilizzare in un programma di allenamento per ridurre, o controllare il più possibile, i disturbi e dolori derivanti da questa condizione senza la necessità di ricorrere ad interventi chirurgici.

INTRODUZIONE

1 Anatomia del gomito

1.1 Capi ossei, membrana interossea e capsula articolare

L'articolazione del gomito è composta dalla porzione distale dell'omero e dalla porzione prossimale del radio e dell'ulna. Sebbene funzionalmente, grazie alla presenza della capsula fibrosa, si consideri come un'articolazione singola, è organizzata in tre articolazioni (*figura 1*):

- **Omero-ulnare:** la più voluminosa e resistente delle tre; è un ginglino angolare tra la troclea dell'omero e l'incisura trocleare (o incisura semilunare dell'ulna). La troclea si estende dalla base dalla fossa coronoidea sulla faccia anteriore alla fossa olecranica sulla faccia posteriore. A livello ulnare invece l'olecrano, o *processo* olecranico, costituisce il labbro superiore dell'incisura trocleare mentre il processo coronoideo costituisce il labbro inferiore. L'articolazione permette movimenti di flesso-estensione dove nella posizione di massima flessione la fossa coronoidea accoglie il processo coronoideo, mentre in massima estensione l'apice dell'olecrano viene accolto nella fossa olecranica.



Figura 1: Riferimenti anatomici dell'articolazione del gomito. (<https://danielebarnabei.it/articoli/gomito/261-fratture-del-gomito.html>)

- **Omero-radiale:** posta lateralmente all'articolazione omero-ulnare, vede articolarsi il condilo omerale e la testa del radio. Il condilo, di forma rotondeggiante, costituisce la porzione laterale della superficie articolare, mentre sopra ad esso è presente la fossa radiale che accoglie una piccola sporgenza della testa del radio durante i movimenti di flessione del gomito. Nonostante

la sua forma ricordi un' enartrosi, non compie movimenti su tutti i piani, ma possiede solo due gradi di libertà, in quanto radio e ulna sono tenuti assieme dai legamenti anulare e collaterale del radio. Per questo motivo viene classificata come una condiloartrosi dove i movimenti di flessione-estensione si verificano insieme ai movimenti dell' articolazione omero-ulnare prossimale sempre intorno allo stesso asse.

- **Radio-ulnare prossimale:** è un ginglino angolare dove si ha la rotazione della circonferenza articolare del capitello del radio entro un anello fibroso concavo formato dall' incisura radiale dell' ulna. Assieme alla radio-ulnare distale permette i movimenti di pronazione e supinazione della mano.

L' associazione e combinazione dei movimenti realizzati dalle due articolazioni radio-ulnare prossimale e distale è funzionalmente permessa dalla **membrana interossea**. Essa è una lamina fibrosa tesa fra la cresta interossea del radio e quella dell' ulna formata da fasci fibrosi con direzione principale dall' alto verso il basso e medialmente. La membrana è discontinua alle due estremità per la presenza di uno o più orifizi che permettono il passaggio dei vasi.

Le tre articolazioni precedentemente elencate hanno in comune una **capsula articolare**, che le avvolge contribuendo all' aumento della stabilità articolare. Prossimalmente si attacca sull' epifisi distale dell' omero portandosi distalmente in tre direzioni diverse:

- Anteriormente al di sopra della fossa coronoidea e della fossa radiale.
- Posteriormente segue i margini e il fondo della fossa olecranica.
- Lateralmente passando al di sotto degli epicondili per attaccarsi a livello ulnare sul labbro dell' incisura semilunare e dell' incisura radiale e a livello radiale sul contorno del margine inferiore del capitello.

Sulle facce anteriori e posteriori la capsula è poco spessa e i suoi fasci sono inframezzati da tessuto adiposo, sui lati invece essa è rinforzata da due legamenti collaterali molto robusti detti rispettivamente radiale e ulnare. In corrispondenza del radio, al di sotto del legamento anulare, la capsula forma un' evaginazione, il recesso sacciforme, che funge da piega di riserva durante i movimenti di pronazione-supinazione.

1.2 Legamenti

A livello mediale troviamo il **legamento collaterale mediale** o **legamento collaterale ulnare** che dall'epitroclea si irraggia a ventaglio in tre parti (*figura 2*):

- Il fascio anteriore, il più cospicuo, che raggiunge il processo coronoide. Considerabile clinicamente e sperimentalmente come la porzione principale del complesso dei legamenti mediali.
- Il fascio posteriore che si porta sul margine mediale dell'olecrano. È considerabile un ispessimento della capsula posteriore ed è ben definito solo a circa 90°
- Il fascio trasverso, detto anche legamento di Cooper, che si porta dall'olecrano al processo coronoideo.

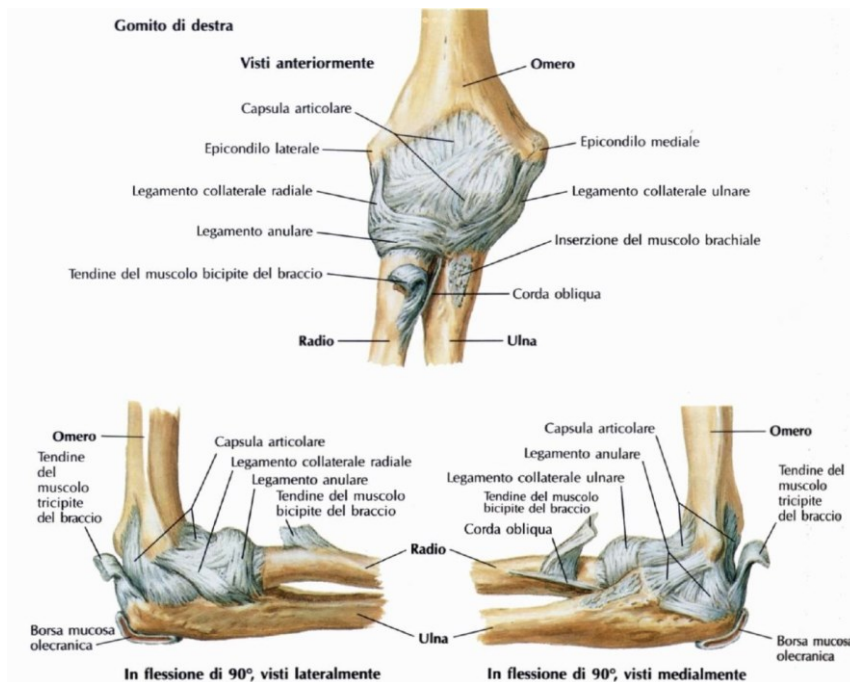


Figura 2: Riferimenti anatomici ai legamenti del gomito. (Atlante Netter. Atlante di anatomia umana Di Frank H. Netter)

I **legamenti laterali** dell'articolazione del gomito presentano una variazione individuale comune. A comporre questo complesso troviamo:

- **legamento collaterale radiale**, nasce dall'epicondilo laterale e si porta sull'ulna dividendosi in due fasci: uno anteriore che, dopo aver circondato il capitello del radio, si porta sul legamento anulare attaccandosi in parte sull'incisura radiale dell'ulna, ed uno posteriore (più

robusto) che termina sulla fascia laterale dell'olecrano. Viene teso durante i normali movimenti di flessione ed estensione.

- **legamento anulare**, attaccandosi ai margini dell'incisura radiale dell'ulna, forma un anello intorno al capitello del radio, mantenendo le due ossa in contatto. Un riflesso sinoviale si estende distalmente al margine inferiore del legamento anulare, formando il recesso sacciforme. Viene teso durante i movimenti di supinazione ed estrema pronazione
- **legamento collaterale ulnare laterale**, origina dall'epicondilo laterale e si fonde con le fibre del legamento anulare. Rimane allungato per l'intera gamma dei movimenti di flessione ed estensione ed è lo stabilizzatore laterale più importante dell'articolazione del gomito.

In aggiunta ai legamenti sopra elencati fungono un ruolo accessorio di stabilizzazione anche:

- **legamento quadrato**, un sottile strato fibroso che originando dal margine inferiore dell'incisura radiale dell'ulna si inserisce sul margine inferiore della circonferenza articolare della testa del radio. Copre la capsula ponendosi tra il margine inferiore del legamento anulare e l'ulna. La sua componente anteriore stabilizza l'articolazione radioulnare prossimale durante una completa supinazione; la parte posteriore invece, più debole, stabilizza l'articolazione durante una completa pronazione.
- **corda obliqua**, una piccola porzione di tessuto fibroso che si estende dalla parte laterale della tuberosità ulnare a poco sotto la tuberosità radiale.

1.3 Muscoli

A permettere il movimento dell'articolazione del gomito troviamo i muscoli del braccio e dell'avambraccio. I muscoli del braccio possono essere suddivisi in due gruppi a seconda dell'azione che svolgono sull'articolazione: gruppo dei flessori e gruppo degli estensori.

Il gruppo dei flessori corrisponde alla muscolatura anteriore dell'omero, ed è composta da:

- **Bicipite brachiale**, dal tubercolo sovraglenoideo e il processo coracoideo della scapola si inserisce con un unico tendine sulla tuberosità del radio. Favorisce la flessione, abduzione e intrarotazione del braccio e la flessione e supinazione dell'avambraccio.
- **Brachiale**, dall'omero si collega all'ulna. È il principale flessore del gomito e tiene la capsula articolare tesa, prevenendo la compressione durante la flessione.

Il gruppo degli estensori corrisponde alla muscolatura posteriore dell'omero, ed è composto da:

- **Tricipite brachiale**, dalla tuberosità sottoglenoidea della scapola, faccia posteriore dell'omero e capo laterale faccia posteriore dell'omero si inserisce con un unico tendine a livello dell'olecrano dell'ulna. Con il suo capo lungo promuove la retroversione della spalla e l'adduzione dell'omero, mentre con tutti e tre i capi permette l'estensione dell'avambraccio sul braccio.
- **Anconeo**, dall'epicondilo laterale dell'omero e dalla capsula articolare si porta sull'olecrano. Lavora insieme al tricipite brachiale nell'estensione dell'avambraccio e, con il brachiale, aiuta a mantenere i fasci della capsula articolare tesi.

Per quanto riguarda i muscoli dell'avambraccio anch'essi possono essere divisi in cinque gruppi a seconda della loro azione e della loro posizione: anteriori superficiali, anteriori profondi, posteriori superficiali, posteriori profondi e laterali.

Il gruppo degli anteriori superficiali ha origine comune a livello dell'epicondilo mediale e contribuisce alla flessione del gomito. Si distinguono in:

- **Pronatore rotondo**: origina dall'epicondilo mediale e dal processo coronoideo, unendosi distalmente sulla faccia laterale del radio. Oltre alla flessione del gomito, consente la pronazione.

- **Flessore superficiale delle dita:** si inserisce su epicondilo mediale, processo coronoideo e tuberosità del radio. Si divide in quattro ventri che si inseriscono sulle falangi medie dal secondo al quinto dito, consentendo la flessione della mano e delle dita.
- **Flessore radiale del carpo:** origina dall'epicondilo mediale e si inserisce sulla base del secondo e terzo osso metacarpale. Consente la flessione del polso e una debole pronazione del gomito.
- **Flessore ulnare del carpo:** origina dall'epicondilo mediale e dall'olecrano, inserendosi sull'osso pisiforme, uncinato e base del quinto osso metacarpale. Oltre alla flessione del gomito, permette la flessione, adduzione ed extrarotazione della mano.
- **Palmare lungo:** origina dall'epicondilo mediale e si inserisce sull'aponeurosi palmare. Favorisce la flessione della mano e mette in tensione l'aponeurosi.

Gli anteriori profondi prendono origine dalla faccia anteriore dell'avambraccio e non intervengono nei movimenti del gomito. Permettono principalmente la flessione delle dita e della mano inserendosi sulle superfici anteriori di ulna, radio e membrana interossea. Questo gruppo è composto da: **flessore profondo delle dita, flessore lungo del pollice e pronatore quadrato.**

I posteriori superficiali hanno origine comune sull'epicondilo laterale o zone ad esso prossimali e si distinguono in:

- **Estensore ulnare del carpo,** oltre all'origine comune presenta un'inserzione prossimale sulla faccia posteriore dell'ulna mentre distalmente si porta sulla base del quinto osso metacarpale; contraendosi permette l'adduzione della mano.
- **Estensore comune delle dita,** dall'origine comune si porta distalmente sulla faccia dorsale della base della falange media e base della falange distale dal secondo-quinto dito. Contraendosi permette l'estensione del polso e delle dita sopra elencate.
- **Estensore proprio del mignolo,** dall'origine comune si porta distalmente sull'aponeurosi dorsale del quinto dito. Permette movimenti di estensione del polso e abduzione del quinto dito.

Nello strato posteriore profondo originano sulla faccia posteriore dell'avambraccio e permettono principalmente movimenti che riguardano la mano. L'unico muscolo di questo gruppo che ha sede unicamente nell'avambraccio è il **supinatore** che dall'epicondilo laterale dell'omero si porta al terzo prossimale della faccia antero-laterale del radio. Con la sua azione permette la supinazione dell'avambraccio sia in fase di flessione che di estensione. Il resto del gruppo è composto da:

abduuttore lungo del pollice, estensore breve del pollice, estensore lungo del pollice ed estensore proprio dell'indice.

Il gruppo dei muscoli laterali ha origine sull'epicondilo laterale o zone ad esso prossimali e si compone di tre muscoli:

- **Brachioradiale**, dal margine laterale dell'omero si porta sul processo stiloideo del radio. Flette l'avambraccio e lo mantiene in posizione neutra (intermedia tra supinazione e pronazione).
- **Estensore radiale lungo del carpo**, si dirige dall'epicondilo laterale alla faccia dorsale della base del secondo osso metacarpale. Favorisce l'estensione e l'abduzione radiale della mano, e una debole flessione del gomito.
- **Estensore radiale breve del carpo**, dall'epicondilo laterale si porta distalmente sulla faccia dorsale della base del terzo osso metacarpale.

1.4 Debolezze ed instabilità

Le dinamiche di infortunio che concorrono in attività sport specifiche sono correlate principalmente ai movimenti che provocano un sovraccarico di forze di trazione, compressione e di taglio. I sintomi acuti sono descritti a partire principalmente dalla degenerazione dei tendini e legamenti in seguito a ripetitivi microtraumi dati dal loro sovra utilizzo [4].

Per quanto riguarda la capsula articolare è stata eseguita una simulazione del movimento di flessione dell'articolazione del gomito in diverse condizioni di lesione, per valutare la sua funzione stabilizzatoria sull'articolazione. In caso di lesione anteriore lo stress era circa 1,8 volte quello della capsula non lesionata, mentre in lesione posteriore lo stress è diminuito significativamente è il picco di stress è stato pari al 40% di quello della capsula articolare senza lesioni [5].

Durante la formazione dell'omero distale e del radio e ulna prossimale vengono coinvolti i centri di ossificazione secondaria. Questi si fondono a età prevedibili e nel giovane gomito atletico possono verificarsi lesioni fisali o, nel caso di mancata unione, possono essere potenziali cause di dolore al gomito [6].

Per quanto riguarda i legamenti molti studi hanno dimostrato che una grave instabilità del gomito richiede la compromissione di almeno due componenti della "struttura ad Y" del complesso dei legamenti laterale. Per avere quindi una forte instabilità posterolaterale con un legamento anulare intatto si richiede sia il legamento collaterale radiale che ulnare danneggiati [6][7].

Le ricorrenti instabilità del gomito sono per lo più di tipo rotatorio dovute ad una insufficienza del legamento collaterale ulnare. La "triade infelice" si riferisce nello specifico a fratture della testa del radio e del coronoide in associazione con infortuni ai legamenti collaterali [8].

I principali elementi di contenimento secondari della faccia laterale del gomito sono costituiti dai muscoli estensori con le loro bande fasciali e setti intermuscolari. In supinazione, essi servono a sostenere l'unità dell'avambraccio in modo da impedire che ruoti lateralmente all'omero. Il setto intermuscolare tra l'estensore comune delle dita e l'estensore proprio del mignolo aggiunge un ulteriore vincolo inflessibile alla sublussazione della faccia laterale del gomito [4].

2 Epicondilitis

L'epicondilitis è un disturbo degenerativo dei tendini dell'omero e si distingue in:

- **Epicondilitis laterale (LE)** o “gomito del tennista”: colpisce i tendini degli estensori-supinatori del polso sull'epicondilo laterale.
- **Epicondilitis mediale (ME)** o “gomito del golfista”: interessa i tendini dei flessori-pronatori sull'epicondilo mediale.

La LE è più comune della ME con un rapporto di circa 4:1. Il capitolo esplora le cause e le manifestazioni cliniche di queste condizioni.

2.1 Fisiopatologia

La LE ed ME derivano da movimenti ripetitivi e forzati del polso e dell'avambraccio durante attività come flessione e pronazione o estensione e supinazione. Questi movimenti stressano i tendini, causando microtraumi e degenerazione microscopica. Un'esaminazione istologica dei tendini asportati mostra un processo di deterioramento progressivo: dall'infiammazione peritendinea iniziale all'iperplasia angiofibroblastica, con invasioni vascolari e fibroblastiche nel tendine. Questo porta a una disorganizzazione dei tessuti e alla formazione di tessuto fibroso o calcificazioni, compromettendo la struttura tendinea [9][10][12][15]. Inizialmente il processo patologico era descritto come infiammatorio; tuttavia, l'attuale consenso è che i microtraumi avviano un processo degenerativo [15]. Anche se le alterazioni infiammatorie sono spesso assenti, tuttavia, potrebbero verificarsi nelle fasi iniziali; per questo il suffisso "-ite" è applicabile solo alla fase infiammatoria acuta della condizione; quando la condizione diventa cronica, l'infiammazione diminuisce e predominano i cambiamenti degenerativi, e il suffisso "-osi" diventa più appropriato. Il termine "tendinopatia" comprende sia la fase di infiammazione acuta che quella cronica e degenerativa [11][12][13]. Si suggerisce che la regione del tendine comune degli estensori (TCE) possa essere predisposta agli infortuni a causa di una compromissione dell'apporto di sangue. È stato rilevato che la superficie inferiore del TCE è macroscopicamente non vascolarizzata, e che due zone (epicondilo laterale e 2-3cm distante dal TCE) sono ipovascolari. Studi sull'innervazione autonoma dei vasi sanguigni del TCE indicano uno squilibrio tra innervazione vasocostrittrice e vasodilatatrice che potrebbe contribuire alla patologia della LE, aggravando le difficoltà di guarigione in quest'area. [9].

2.2 Meccanica

Studi clinici hanno dimostrato che la genesi del dolore a livello del gomito laterale è il risultato della stabilizzazione dinamica del polso e del carico ripetitivo sul TCE e l'attività muscolare durante il gioco del tennis è spesso utilizzata come modello per l'analisi della meccanica. Gli studi elettromiografici dei colpi a terra nei tennisti hanno mostrato la maggiore attività muscolare negli estensori del polso, in generale, e nell'estensore radiale breve del carpo in particolare. Inoltre questi tendini subiscono il carico più eccessivo a livello dell'epicondilo laterale durante il colpo di rovescio a una mano dove la posizione di supinazione del polso e di estensione del gomito genera un aumento delle pressioni di contatto tra l'estensore radiale breve del carpo e il capitello, che può contribuire ulteriormente al processo degenerativo. Nella pratica generale le attività o le professioni che comportano l'estensione e la supinazione ripetitiva del polso generano una meccanica analoga [11][15].

Laban et al. hanno riportato un gruppo di 19 pazienti che presentavano una ridotta rotazione interna della spalla; i pazienti utilizzavano una maggiore flessione del polso per compensare la perdita dell'arco di movimento e sottoponevano i muscoli estensori a intense contrazioni eccentriche, aumentando lo stress sul TCE [14].

La ME invece comporta un sovraccarico della muscolatura anteriore dell'avambraccio, a causa del ripetitivo carico eccentrico dei muscoli che conducono la flessione e pronazione dell'avambraccio combinato con il sovraccarico in valgo del gomito. La tensione del gomito mediale con un momento di sovraccarico in valgo, che si verifica con il lancio dall'alto, stimola la stabilizzazione dinamica dell'articolazione attraverso la contrazione eccentrica del tendine comune dei flessori-pronatori (CFT). La flessione simultanea del polso e delle dita o la pronazione dell'avambraccio durante il rilascio della palla può produrre uno stress eccentrico ancora maggiore sul tendine. Il pronatore rotondo è stato identificato come lo stabilizzatore dinamico primario e l'unità muscolotendinea più probabilmente lesionata nella ME. Recenti studi su cadavere, tuttavia, hanno coinvolto tutte le unità muscolotendinee tranne il palmare lungo [10]. Questo fenomeno è comune nei lanciatori di baseball o con movimenti simili sopra la testa e i sintomi compaiono gradualmente dal 74% fino al 94% dei casi. Se da una parte alti livelli di attività possono predisporre i pazienti a lesioni, dall'altra anche bassi livelli di attività e un habitus corporeo obeso possono aumentare il rischio di ME (odds ratio di 1,9) con un aumento complessivo del rischio di lacerazione e rottura dei tendini dell'arto superiore [13].

2.3 Presentazione clinica

Nella LE i pazienti spesso riferiscono un'anamnesi di uso eccessivo cronico e senza un evento traumatico antecedente. Il dolore è solitamente localizzato sull'epicondilo laterale, che occasionalmente si irradia sull'avambraccio, e in genere peggiora con attività che comportano l'estensione del polso. L'esame fisico spesso rivela indolenzimento alla palpazione dell'origine del TCE, in corrispondenza dell'aspetto anterodistale dell'epicondilo laterale. I sintomi sono spesso riprodotti da test provocatori come l'estensione del polso contro resistenza, in particolare con la pronazione dell'avambraccio. Un esame neurologico approfondito è indispensabile per escludere altre diagnosi come la sindrome del tunnel carpale [12].

L'esame fisico a gomito esteso rivela la riproduzione dei sintomi con la resistenza all'estensione del dito medio e del polso, mentre l'esame su un gomito flesso riproduce il dolore se il processo degenerativo è più grave. La forza di presa può essere ridotta a causa del dolore. Il "test della sedia", descritto da Gardner come il "reperto clinico più importante", evidenzia il dolore laterale del gomito quando si solleva una sedia con la mano pronata. La risonanza magnetica di solito non è necessaria, ma può essere utile se si sospetta una patologia intra-articolare concomitante [15].

La diagnosi di ME richiede un'accurata anamnesi e un esame fisico approfondito per escludere altre condizioni simili. È comune sia negli sport sia in ambito lavorativo, soprattutto nelle attività che coinvolgono una presa ripetitiva, sollevamento di carichi pesanti o esposizione a forze vibratorie sul gomito. I sintomi tipici includono dolore persistente al gomito mediale con irradiazione nell'avambraccio, spesso scatenato da movimenti come la flessione e la pronazione. La forza può essere compromessa e alcuni pazienti possono sviluppare contratture muscolari. Tuttavia, il range di movimento al gomito e al polso rimane generalmente normale. [10].

L'anamnesi è spesso coerente con una lesione da *overuse*, in quanto il dolore migliora con il riposo e con farmaci antinfiammatori non steroidei. La palpazione diretta a 5-10mm dall'epicondilo mediale produce in genere un dolore significativo. I pazienti possono mostrare una lieve perdita di estensione terminale a causa del dolore e della tensione muscolare [13].

SCOPO DELLA TESI

L'epicondilitis è una condizione che si può presentare in soggetti senza particolare derivazione sportiva. La prima linea di trattamento comprende trattamenti che non richiedono operazioni chirurgiche come modifiche dell'attività che si svolge, fisioterapia, agopuntura, antinfiammatori non steroidei o l'iniezione di corticosteroidi; mentre nel caso questi non funzionino si ricorre ai trattamenti chirurgici, che prevedono lo sbrigliamento delle fibre angiofibrolitiche del TCE o CFT.

La tesi mira a esaminare la letteratura per individuare una relazione tra l'epicondilitis e specifici programmi di allenamento, al fine di prevenire e mitigare questa condizione senza ricorrere a interventi chirurgici. Inizialmente è stata condotta una ricerca bibliografica su Medline utilizzando le parole chiave "*epicondylitis training exercise*", che ha prodotto un totale di 224 risultati. Dopo aver applicato un filtro temporale degli ultimi 7 anni, il numero è stato ridotto a 99.

L'analisi successiva ha evidenziato diversi lavori che ripetevano le medesime metodiche di allenamento; quindi, stringendo la ricerca verso una differenziazione delle metodiche stesse il numero si è ridotto e ho scelto di analizzare 4 articoli come campioni che possano dare suggerimenti per un allenamento funzionale a questa condizione.

ANALISI DELLA LETTERATURA

McQueen et al. (2021) [16]

Role of strengthening during nonoperative treatment of lateral epicondyle tendinopathy

Introduzione: Nella riabilitazione della LE mancano studi a lungo termine oltre 12 settimane, lasciando incertezza sugli esercizi domiciliari efficaci per alleviare i sintomi a lungo termine.

Scopo: valutare se un programma terapeutico focalizzato sull'autogestione e sul rafforzamento risulti più efficace rispetto a un programma simile privo di esercizi di rafforzamento.

Materiali e metodi: 94 pazienti con diagnosi di LE sono stati divisi casualmente in due gruppi: entrambi i gruppi hanno ricevuto da 4 a 6 visite terapeutiche, distanziate di 12-16 settimane tra loro, e sono stati istruiti su: fisiopatologia della LE, modifica dell'attività quotidiane, tecniche per alleviare il dolore con il ghiaccio, l'uso di un'ortesi per il polso e sull'attività di stretching. Il gruppo 1 in aggiunta ha seguito anche un programma di rafforzamento per gli estensori del polso con esercizi eccentrici utilizzando un manubrio e una plastilina terapeutica "TheraPutty" da svolgere una volta al giorno. Gli esercizi sono stati introdotti nella seconda visita terapeutica, con un incremento graduale da 10 a 30 ripetizioni utilizzando manubri da 0,5 kg a 1 kg. Una volta padroneggiati gli esercizi è stato incluso il rafforzamento della presa con TheraPutty con l'avambraccio in tre posizioni (supinazione, neutra e pronazione), con una progressione da tre a cinque ripetizioni. Gli esercizi sono stati svolti inizialmente con il gomito flesso per progredire fino a gomito esteso. Per entrambi i gruppi durante le visite terapeutiche, oltre a fornire e rivedere la componente teorica, ci si occupava di correggere e progredire negli esercizi di stretching; mentre solo i pazienti del gruppo 1 sono stati seguiti e aiutati nella progressione degli esercizi di rafforzamento. Tutti i pazienti venivano consigliati e guidati nel reintegrare attività precedentemente dolorose dopo il completamento del programma terapeutico.

I dati raccolti includevano i livelli di dolore a riposo e durante l'attività, oltre ai punteggi di disabilità del braccio, della spalla e della mano tramite il questionario QuickDASH. Le valutazioni sono state effettuate inizialmente, a 6 e 12 settimane, e poi tramite telefono a 24 e 52 settimane. Il dolore è stato misurato su una scala da 0 a 10.

Risultati: solo 59 partecipanti su 94 (38 nel gruppo 1; 21 nel gruppo 2) hanno completato tutte e 52 le settimane di monitoraggio.

- Dolore a riposo: i valori basali sono passati da una media di 1,00/10 (gruppo 1) e 1,29/10 (gruppo 2) all'inizio del trattamento, ad una media di 0,27/10 (gruppo 1) e 0,06/10 (gruppo 2) entro le 52 settimane.
- Dolore durante l'attività: si è passati da una media di: 6,69/10 (gruppo 1) e 6,81/10 (gruppo 2), a 1,00/10 (gruppo 1) e 0,76/10 (gruppo 2).
- QuickDASH: il punteggio ha mostrato una significativa riduzione tra la settimana 0 e la settimana 52. I dati di ciascuna sessione di controllo sono riportati in figura (figura 3).

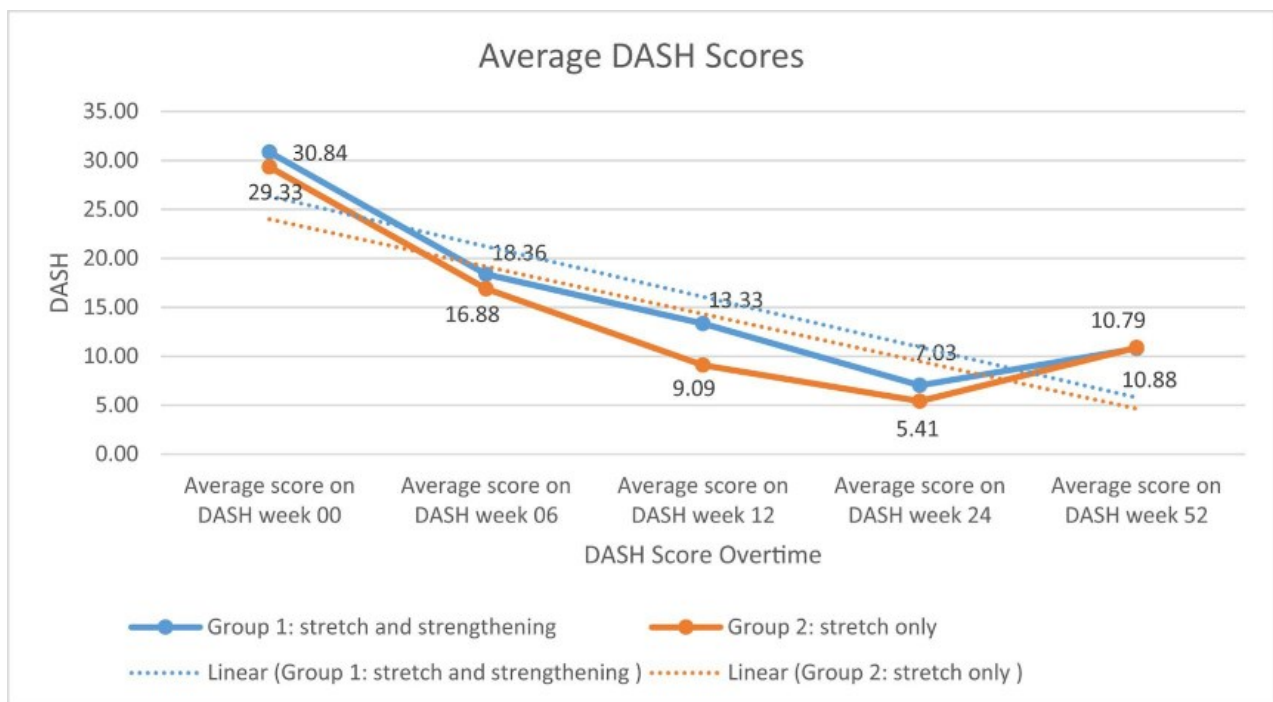


Figura 3: punteggi QuickDASH di ciascuna sessione di controllo (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0894113020301885#fig4>).

I risultati indicano che il rafforzamento non offre vantaggi aggiuntivi nel ridurre il dolore o migliorare la disabilità, come misurato dal punteggio QuickDASH. Ciò che sembra essere più importante è l'educazione sulla condizione del paziente, la modifica delle attività quotidiane e il ripristino della lunghezza del tendine per garantire un'adeguata funzionalità del polso. Un possibile motivo per un aumento nei punteggi QuickDASH tra la settimana 24 e la settimana 52 potrebbe essere il riprendere delle attività precedenti, portando a nuove difficoltà funzionali non previste.

Stasinopoulos et al. (2016) [17]

Comparison of effects of eccentric training, eccentric-concentric training, and eccentric-concentric training combined with isometric contraction in the treatment of lateral elbow tendinopathy

Introduzione: sebbene i sintomi della LE siano chiari e la sua diagnosi semplice, non esiste ancora un trattamento ottimale per questa condizione.

Scopo: confrontare l'efficacia dell'allenamento eccentrico, eccentrico-concentrico ed eccentrico-concentrico combinato con una contrazione isometrica nel trattamento della LE.

Materiale e metodi: è stato condotto uno studio randomizzato e controllato in un contesto clinico per 12 mesi. Nello studio sono stati coinvolti due sperimentatori: un medico che ha valutato i pazienti per confermare la diagnosi di LE e ha eseguito tutte le valutazioni di base e di *follow-up*, e un fisioterapista che ha somministrato i trattamenti. Sono stati valutati 34 pazienti sofferenti di LE, successivamente assegnati in modo casuale a 3 gruppi: gruppo A (11 pazienti) trattati con un allenamento eccentrico (ET), gruppo B (12 pazienti) trattati con un allenamento eccentrico-concentrico (ECT), gruppo C (11 pazienti) trattati con un allenamento eccentrico-concentrico combinato con una contrazione isometrica (ECTI). Gli esercizi sono stati eseguiti con il gomito appoggiato in piena estensione, l'avambraccio in pronazione e il polso in posizione estesa con la mano che pendeva oltre il bordo del letto. L'allenamento è riassunto nella tabella sottostante (*Tabella 1*). Si sono svolte cinque sessioni a settimana per quattro settimane. Inoltre, in tutti i gruppi di trattamento, sono stati eseguiti esercizi di stretching statico per gli estensori del polso, tre volte prima e tre volte dopo l'attività principale, con intervalli di 30 secondi tra le serie. Lo stretching, eseguito con l'aiuto dell'altra mano, richiedeva il gomito esteso, l'avambraccio ruotato verso il basso e il polso piegato in flessione e deviazione ulnare, mantenendo la posizione per 30-45s.

Gruppo	Esercizio	Serie x ripetizioni	Recupero
A	Flessione polso 30s	3x15	60s
B	Flessione (30s) ed estensione polso	3x15	60s
C	Flessione (30s) ed estensione polso + contrazione isometrica estensori 45s	3x15	60s

Tabella 1: tipologie di allenamento svolte dai tre gruppi.

Quando i pazienti erano in grado di svolgere gli esercizi in assenza di dolore è stato aumentato il carico tramite l'utilizzo di pesi liberi. Ogni paziente è stato valutato al basale (settimana 0), alla fine del trattamento (settimana 4) e un mese dopo la fine del trattamento (settimana 8) sul dolore, funzionalità e forza di presa. I primi due sono stati misurati con una scala analogica visiva (VAS) prima e dopo il trattamento: 0 cm rappresentava l'assenza di dolore e 10 cm il massimo dolore concepibile; per la funzionalità, 0 cm indicava nessuna funzione e 10 cm funzionalità completa. La forza di presa senza dolore è stata valutata con un dinamometro manuale Jamar.

Risultati: Tutti e tre i parametri hanno ottenuto un miglioramento significativamente maggiore alla settimana 4 e 8 con l'utilizzo dell'ECTI rispetto all'ECT ed ET, mentre non c'è stata una differenza significativa tra ET ed ECT (*figura 4*).

	Wk 0	Wk 4	Wk 8
Pain			
ET	6.9 (6.6-7.3)	3.1 (2.2-3.5)	2.9 (2.3-3.3)
ECTI	6.9 (6.5-7.2)	2.1 (1.9-2.4)	1.6 (1.4-2)
ECT	7 (6.6-7.3)	3 (2.7-3.6)	2.6 (2.2-3.2)
Function			
ET	3.9 (3.4-4.3)	6.5 (6.2-7.2)	7 (6.6-7.3)
ECTI	3.9 (3.6-4.2)	7.6 (7.4-8)	8.2 (7.8-8.5)
ECT	3.9 (3.6-4.2)	6.9 (6.4-7.4)	7.3 (6.7-7.7)
Pain-free strength (lb)			
ET	26 (23.7-27.8)	63.5 (60.6-69.3)	64 (61.9-70)
ECTI	25.9 (24.1-27)	73.9 (68.9-78.5)	75.4 (70.7-80.4)
ECT	26 (24.8-27.2)	66 (60.6-69.6)	67.5 (61.9-69.4)

ET = eccentric training; ECTI = eccentric-concentric training with isometric; ECT = eccentric-concentric training.

Figura 4: risultati dei tre gruppi a livello: basale, dopo 4 settimane e dopo 8 settimane (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0894113016301302#tbl2>).

L'allenamento eccentrico è ampiamente utilizzato per trattare lesioni tendinee, ma la tendinopatia dell'estensore del gomito è spesso legata ad attività di presa che richiede contrazioni isometriche, che potrebbero essere più efficaci dell'allenamento eccentrico; sono stati infatti suggeriti come alternativa efficace per ridurre il dolore tendineo senza provocare infiammazione.

In conclusione, sia l'ET, sia l'ECT, e infine l'ECTI hanno dimostrato di ridurre il dolore e migliorare la funzionalità sia al termine del trattamento che nel periodo di follow-up. Tuttavia, è emerso che l'allenamento eccentrico-concentrico combinato con la contrazione isometrica ha portato a risultati più significativi sia immediatamente dopo il trattamento che nel periodo di follow-up. Di conseguenza, per i terapeuti che si occupano della tendinopatia del gomito laterale, l'allenamento eccentrico-concentrico combinato con la contrazione isometrica dovrebbe essere considerato come la prima scelta di trattamento.

Schiffke-Juhász et al. (2021) [18]

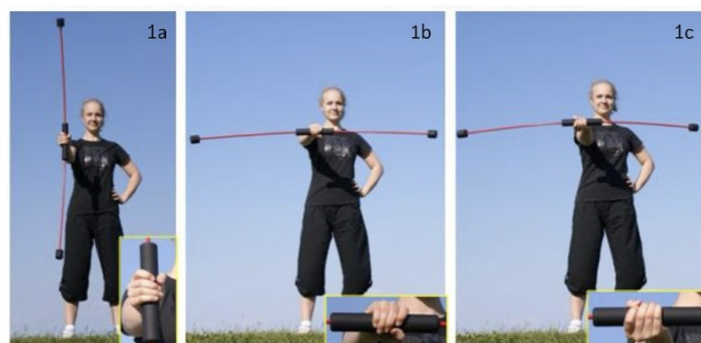
Proprioceptive elbow training reduces pain and improves function in painful lateral epicondylitis-a prospective trial

Introduzione: Ricerche precedenti hanno indicato che ci sono problemi nella propriocezione del gomito nella LE.

Scopo: esaminare se un tipo specifico di allenamento che coinvolge dispositivi progettati per stimolare i muscoli profondi nell'arto superiore può aiutare a ridurre i sintomi dell'epicondilite.

Materiale e metodi: sono stati valutati 71 pazienti randomizzati tramite sorteggio in due gruppi:

- Gruppo A: allenamento di almeno 12 settimane con Flexibar (barra oscillante con pesi in gomma alle estremità che permette attraverso una vibrazione attiva di provocare un'ulteriore tensione riflessiva sulla muscolatura profonda). È stato richiesto loro di eseguire un allenamento giornaliero di 9 minuti, facendo vibrare attivamente la barra utilizzando le tre impugnature mostrate in figura (figura 5), non solo col braccio in avanti, ma anche con il braccio posizionato lateralmente e sopra la testa. Ogni esercizio doveva essere svolto per 30 secondi per ciascun arto.
- Gruppo B: è stato chiesto di svolgere il programma del gruppo A più un'attività di corsa o camminata utilizzando l'XCO (tubo metallico riempito con granulato che oscillando genera un impatto reattivo che porta ad una tensione riflessiva la muscolatura profonda). I pazienti dovevano completare altre 2 sessioni di allenamento a settimana di almeno 20 minuti di camminata o corsa con il dispositivo tenuto su entrambi gli arti.



Arm in front of the body. **1a** Hand in a neutral position, **1b** Hand in pronation, **1c** Hand in supination

Figura 5: dimostrazione esercizi svolti con Flexibar (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34315508/#&gid=article-figures&pid=fig-2-uid-1>).

Prima e dopo della fase di allenamento, durata 12 settimane, è stato eseguito un esame in cui sono stati raccolti diversi parametri di misurazione:

- Parametro primario: decorso del dolore sulla scala VAS
- Parametri secondari: DASH-Score (0 = nessuna limitazione, 100 = forti limitazioni), misura dello sviluppo della forza secondo Jamar, misurazione della discriminazione a 2 punti della falange distale di ciascun dito (sia radiale che ulnare), misurazione sensazione di vibrazione e conformità durante lo svolgimento del periodo di formazione.

Per utilizzare un mezzo di confronto con gli altri studi si terrà conto principalmente dei primi tre parametri sopra elencati.

Risultati: non è stato possibile determinare una differenza significativa tra i due gruppi:

- Gruppo A: riduzione del dolore da $3,6 \pm 2,0$ a $2,4 \pm 2,1$ (Figura 6); DASH-Score da 32 ± 15 punti a 14 ± 12 punti; misurazione della forza da $24 \pm 12\text{kg}$ a $33 \pm 11\text{kg}$ a gomito esteso e da $26 \pm 12\text{kg}$ a $32 \pm 9\text{kg}$ con il gomito flessso a 90° (Figura 7).
- Gruppo B: riduzione del dolore da $3,7 \pm 2,4$ a $2,2 \pm 1,9$ (Figura 6); DASH-Score da 27 ± 12 punti a 12 ± 11 punti; misurazione della forza da $29 \pm 14\text{kg}$ a $34 \pm 11\text{kg}$ a gomito esteso e da $31 \pm 13\text{kg}$ a $32 \pm 11\text{kg}$ con il gomito flessso a 90° (Figura 7).

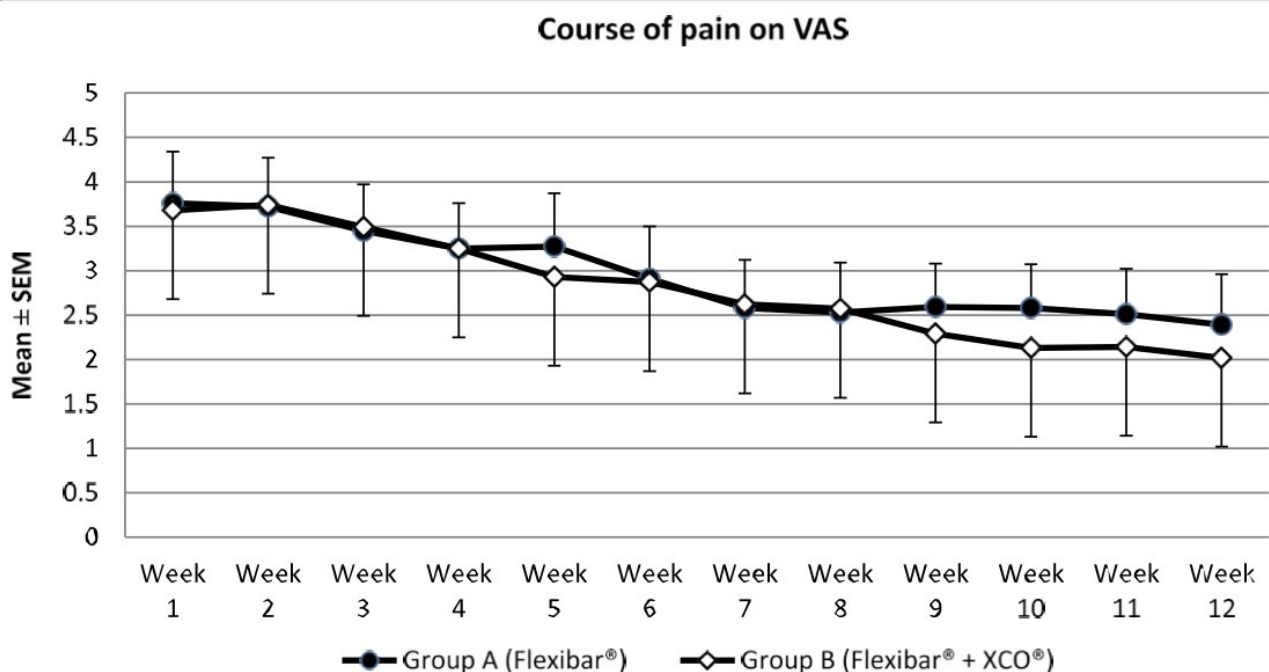


Figura 6: andamento del dolore su VAS nelle 12 settimane (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34315508/#&gid=article-figures&pid=fig-4-uid-3>).

Non avendo ottenuto una differenza significativa tra i due gruppi, bisogna ritenere che un allenamento propriocettivo più intensivo non apporti alcun beneficio aggiuntivo per lo sviluppo del dolore. Inoltre, si è riscontrato un significativo miglioramento della funzionalità dell'arto superiore stabilito dal punteggio DASH del 56% e del dolore stabilito dalla scala VAS del 40%. Per quanto però questi parametri siano da considerare importanti per la soddisfazione del paziente, rimangono parametri soggettivi.

La valutazione dell'aumento della forza è stata difficile a causa dell'identificare oggettivamente i muscoli principali coinvolti nell'allenamento; di conseguenza, si è fatto ricorso alla presa di forza secondo Jamar come indicatore misurabile. Sebbene i muscoli valutati tramite questo test siano stati sollecitati dagli esercizi mediante l'impugnatura salda richiesta sull'attrezzo, non erano direttamente i muscoli bersaglio del trattamento. Si ipotizza che il miglioramento registrato nei test di forza sia dovuto principalmente alla riduzione del dolore durante l'esecuzione degli esercizi. In particolare, si è osservato un notevole aumento delle prestazioni durante gli esercizi con il gomito esteso, che erano inizialmente quelli che causavano maggiore dolore; di conseguenza, questi risultati possono essere interpretati più come un miglioramento della funzionalità e del comfort durante l'esercizio piuttosto che come un aumento diretto della forza muscolare. Inoltre, solo il test a gomito esteso ha mostrato un miglioramento significativo, al contrario del test a gomito flessso che non ha mostrato grosse differenze. Il fatto che il Gruppo A, con un allenamento meno intensivo, abbia mostrato un risultato migliore indica che la forza della presa non è essenziale per lo sviluppo dei primi due parametri dell'obiettivo e che un aumento della forza corrispondente all'intensità dell'allenamento non influisce almeno sul gruppo muscolare testato.

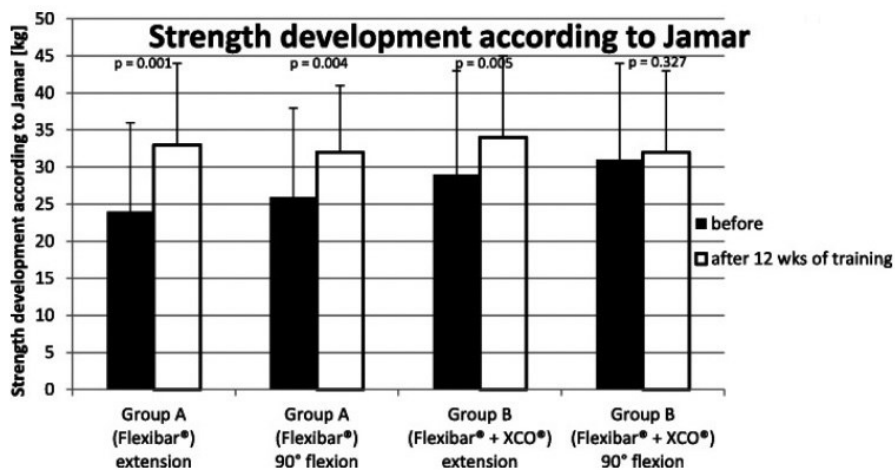


Figura 7: andamento della forza su 12 settimane (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34315508/#&qid=article-figures&pid=fig-7-uid-6>).

Uttamchandani et al. (2024) [19]

Efficacy of PowerBall Versus Mulligan Mobilization With Movement on Pain and Function in Patients With Lateral Epicondylitis: A Randomized Clinical Trial

Introduzione: Gli esercizi con il dispositivo PowerBall (PB), che esercita una pressione sia interna che esterna sui muscoli del polso, del gomito e della spalla, sono considerati efficaci per l'allenamento alla resistenza.

Scopo: indagare i benefici che il PB ha sull'epicondilite utilizzando come mezzo di confronto la Mulligan Mobilization with Movement (MMWM).

Materiali e metodi: sono stati misurati: forza di presa attraverso un dinamometro, grado di disabilità e la funzione attraverso la Patient Rated Tennis Elbow Evaluation (PRTEE) e il dolore tramite una VAS. Sono stati reclutati 50 pazienti, successivamente divisi in due gruppi da 25 partecipanti ciascuno. Il gruppo A ha utilizzato il dispositivo PowerBall (PB), mentre il gruppo B ha seguito il protocollo MMWM. Il trattamento è stato effettuato cinque volte a settimana per tre settimane, accompagnato da una sessione aggiuntiva di ultrasuoni ed esercizi. Gli esercizi comprendevano 3 serie da 10 ripetizioni ciascuna e miravano ad allenare la resistenza dei flessori e degli estensori del polso (schiacciare una pallina, strizzare una banda elastica, estendere e flettere il polso con un manubrio) oltre a sessioni di stretching, eseguite per almeno 30 secondi.

Gruppo A: il gadget PB può variare la sua intensità da 2000 a 10000 litri al minuto a seconda della capacità del paziente. Gli esercizi proposti sono stati i seguenti: flessione ed estensione del polso seduti su una sedia con il braccio appoggiato, flessione ed estensione del gomito, in piedi, con il busto leggermente in flessione. La progressione nelle tre settimane è riassunta nella tabella sottostante (*Tabella 2*).

Settimana	Serie x durata esercizio	Riposo tra le serie	Riposo tra gli esercizi	Durata totale
1	3x30s	1 min	2min	20min
2	4x45s	1min 30s	3min	39min
3	5x60s	2min	4min	64min

Tabella 2: progressione dei parametri allenamento PB nelle tre settimane

Gruppo B: sottoposto al MMWM ovvero, un trattamento manuale dove il paziente è sdraiato con entrambe le braccia estese e l'avambraccio pronato mentre vengono eseguiti continui scivolamenti laterali in concomitanza con l'attività fisiologica dell'epicondilo laterale. Il terapeuta fissa una cintura sia sulle spalle che sull'avambraccio del paziente, appena sopra il gomito. Durante il trattamento i pazienti sono istruiti a creare un pugno o a tenere un dinamometro senza sentire alcun disagio. Il terapeuta ha eseguito 3 serie da 10 secondi con un recupero di 1 minuto tra una serie e l'altra. Ogni settimana sono stati aggiunti 5 secondi per ogni serie.

Risultati: nella figura sottostante (*Figura 8*) sono riportati i dati di confronto tra il gruppo A e B prima e dopo il trattamento. Si può notare come il gruppo A abbia ottenuto dei punteggi migliori rispetto al B.

Primary outcome measures	Group A		p-value	Group B		p-value	Mean difference (X±SD)		p-value	
	Pre-treatment	Post-treatment		Pre-treatment	Post-treatment		Group A	Group B		
VAS	Rest	6.56 ± 0.87	2.60 ± 0.76	0.0003, S	6.20 ± 1.12	1.96 ± 0.68	0.005, S	4.6 ± 1.0	4.0 ± 1.0	0.01, S
	Activity	7.56 ± 0.77	4.32 ± 0.59	0.003, S	7.28 ± 1.06	3.80 ± 1.00	0.007, S	3.5 ± 0.9	3.2 ± 1.1	0.03, S
PRTEE	52.68 ± 7.22	31.28 ± 5.80	0.001, S	56.72 ± 5.94	30.64 ± 5.00	0.055 NS	26.08 ± 6.36	21.40 ± 4.81	0.005, S	
Grip strength	18.4 ± 2.8	23.0 ± 1.6	0.03, S	19.2 ± 2.0	22.3 ± 1.6	0.001, S	4.62 ± 2.48	3.11 ± 1.05	0.007, S	

Figura 8: confronto dati gruppo A e B prima e dopo il trattamento (https://www.ncbi.nlm.nih.gov.translate.google/pmc/articles/PMC11024881/table/TAB4/?report=objectonly&_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=it&_x_tr_hl=it&_x_tr_pto=sc).

Come parametri secondari sono stati confrontati il *range of movement* sia del gomito (*Figura 9*) che del polso (*Figura 10*) utilizzando la media e la deviazione standard dei valori raccolti. Al termine del trattamento il gruppo A ha mostrato un miglioramento significativo rispetto al gruppo B.

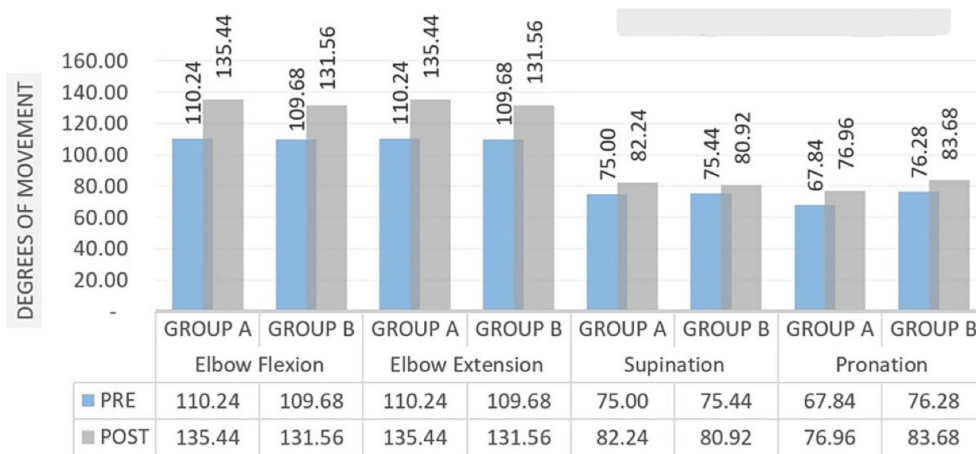


Figura 9: confronto gradi di movimento del gomito tra il gruppo A e B (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov.translate.goog/38638770/#&gid=article-figures&pid=figure-10-uid-9>).

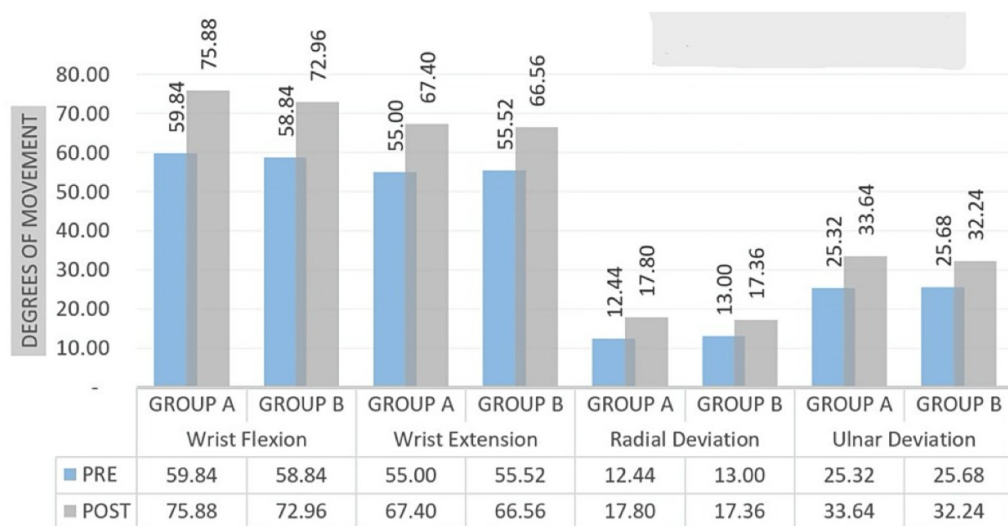


Figura 10: confronto gradi di movimento del polso tra gruppo A e B (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov.translate.goog/38638770/#&gid=article-figures&pid=figure-11-uid-10>).

Lo studio ha evidenziato che il programma di esercizi con PB ha portato a miglioramenti significativi nella funzione, nel dolore e nella forza muscolare nei pazienti con tendinopatia. Tuttavia, poiché l'analisi elettromiografica è stata omessa, non è stato possibile valutare direttamente i miglioramenti neurogenici. Nonostante ciò, lo studio fornisce un iniziale supporto all'efficacia degli esercizi con un dispositivo giroscopico nel migliorare la funzione nei pazienti con tendinopatia. Inoltre, è stato suggerito che l'efficacia potrebbe essere potenziata quando tali esercizi sono combinati con ultrasuoni terapeutici ed esercizi di rafforzamento e stretching.

CONCLUSIONI

Nei quattro lavori analizzati, l'esercizio fisico ha dimostrato di migliorare la funzionalità dell'articolazione del gomito, ridurre il dolore e aumentare la forza di presa. McQueen et al. [16] sottolineano l'importanza non solo degli esercizi di stretching per ripristinare la lunghezza del tendine e garantire una funzionalità adeguata, ma anche dell'educazione dei pazienti sulla loro condizione e sulla necessità di modificare le attività quotidiane per ridurre il rischio di peggioramento. Tuttavia, lo stesso studio conclude che un protocollo di rafforzamento non offre vantaggi aggiuntivi.

Al contrario, Stasinopoulos et al. hanno dimostrato che combinare lo stretching con esercizi di rafforzamento, includendo le fasi eccentrica, concentrica e isometrica, porta benefici maggiori rispetto alla sola esecuzione delle fasi concentrica o concentrico-eccentrica. I miglioramenti osservati nello studio [17] possono essere attribuiti a un maggiore controllo nell'esecuzione del movimento, a un volume maggiore e all'aggiunta della contrazione isometrica. Tuttavia, nonostante i miglioramenti ottenuti, questo approccio richiede un tempo sotto tensione eccessivo, che a lungo andare può causare noia nei pazienti e rendere difficile la continuazione del protocollo di allenamento.

È quindi fondamentale personalizzare l'allenamento in base ai livelli di dolore e funzionalità del paziente, trovando un giusto equilibrio tra volume e intensità per garantire la continuità del trattamento.

Schiffke-Juhász et al. [18] suggeriscono che, oltre al rafforzamento della muscolatura dell'avambraccio, è possibile ottenere benefici attraverso l'allenamento propriocettivo, anche se un aumento dell'intensità di quest'ultimo non sembra ridurre ulteriormente il dolore. Inoltre, l'uso di ausili giroscopici come il PowerBall può essere considerato per Uttamchandani et al. [19], un valido approccio terapeutico. Questo strumento consente di regolare l'intensità in base ai livelli di dolore del paziente e applicano una pressione sia interna che esterna sui muscoli della spalla e del braccio. Questo metodo ha dimostrato di ridurre il dolore, aumentare il range di movimento del gomito e del polso, e migliorare la forza di presa.

In conclusione, una strategia di riabilitazione efficace per i disturbi del gomito può includere non solo esercizi di rafforzamento e stretching, ma anche un allenamento propriocettivo e l'utilizzo di ausili giroscopici.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Vincenzo Esposito, (2010), Anatomia umana, Piccin Nuova Libreria, pp. 353-358
- 2) Frederic H. Martini, (2019), Anatomia umana, Città di Castello, EdiSES Università S.r.l., pp. 219-221
- 3) Michael Schunke (2016), Topografia e funzione dell'apparato locomotore, Città di Castello, EdiSES Università S.r.l., pp. 202-228
- 4) Shahid, M. K., Fletcher, M., Robati, S., & Pemmaraju, G. (2015). The biomechanical forces that act on the elbow joint. *EC Orthop*, 1(1), 1-11.
- 5) Wang, F., Wang, H., Li, M. *et al.* The role of the joint capsule in the stability of the elbow joint. *Med Biol Eng Comput* 61, 1439–1448 (2023)
- 6) Alcid, J. G., Ahmad, C. S., & Lee, T. Q. (2004). Elbow anatomy and structural biomechanics. *Clinics in sports medicine*, 23(4), 503-517.
- 7) Cohen, M. S., & Hill Hastings, I. I. (1997). Rotatory instability of the elbow. The anatomy and role of the lateral stabilizers. *JBJS*, 79(2), 225-33.
- 8) Morrey, B. F., Sotelo, J. S., & Morrey, M. E. (2017). *Morrey's The Elbow and Its Disorders E-Book*. Elsevier Health Sciences.
- 9) Faro, F., & Wolf, J.M. (2007). Lateral epicondylitis: review and current concepts. *The Journal of hand surgery*, 32(8), 1271-1279.
- 10) Amin, N. H., Kumar, N. S., & Schickendantz, M. S. (2015). Medial epicondylitis: evaluation and management. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 23(6), 348-355.
- 11) Whaley, A. L., & Baker, C. L. (2004). Lateral epicondylitis. *Clinics in sports medicine*, 23(4), 677-691.
- 12) Ahmed AF, Rayyan R, Zikria BA, Salameh M. Lateral epicondylitis of the elbow: an up-to-date review of management. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2023 Feb;33(2):201-206. doi: 10.1007/s00590-021-03181-z. Epub 2022 Jan 15. PMID: 35031850.
- 13) DeLuca, M. K., Cage, E., Stokey, P. J., & Ebraheim, N. A. (2023). Medial epicondylitis: current diagnosis and treatment options. *Journal of Orthopaedic Reports*, 100172.
- 14) Riek, S., Chapman, A. E., & Milner, T. (1999). A simulation of muscle force and internal kinematics of extensor carpi radialis brevis during backhand tennis stroke: implications for injury. *Clinical Biomechanics*, 14(7), 477-483.
- 15) Tosti, R., Jennings, J., & Sowards, J. M. (2013). Lateral epicondylitis of the elbow. *The American journal of medicine*, 126(4), 357-e1.
- 16) McQueen, K. S., Powell, R. K., Keener, T., Whalley, R., & Calfee, R. P. (2021). Role of strengthening during nonoperative treatment of lateral epicondyle tendinopathy. *Journal of hand therapy : official journal of the American Society of Hand Therapists*, 34(4), 619–626. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2020.10.009>
- 17) Stasinopoulos, D., & Stasinopoulos, I. (2017). Comparison of effects of eccentric training, eccentric-concentric training, and eccentric-concentric training combined with isometric contraction in the treatment of lateral elbow tendinopathy. *Journal of hand therapy*, 30(1), 13-19.
- 18) Schiffke-Juhász, B., Knobloch, K., Vogt, P. M., & Hoy, L. (2021). Proprioceptive elbow training reduces pain and improves function in painful lateral epicondylitis-a prospective trial.

Journal of orthopaedic surgery and research, 16(1), 468. <https://doi.org/10.1186/s13018-021-02602-3>

- 19) Uttamchandani, S. R., & Phansopkar, P. (2024). Efficacy of PowerBall Versus Mulligan Mobilization With Movement on Pain and Function in Patients With Lateral Epicondylitis: A Randomized Clinical Trial. *Cureus*, 16(3), e56444. <https://doi.org/10.7759/cureus.56444>