

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

CORSO DI LAUREA IN FISIOTERAPIA

PRESIDENTE: Ch.ma Prof.ssa Veronica Macchi

TESI DI LAUREA

**IL DOLORE LATERALE PERSISTENTE DI GOMITO ASSOCIATO A
SMILE: NUOVO INQUADRAMENTO CLINICO E TERAPEUTICO. UNA
REVISIONE DELLA LETTERATURA**

**(Persistent Lateral Elbow Pain associated with SMILE: new clinical and therapeutic
framing. A literature review)**

RELATORE: Dott. Sergio Pianegonda

LAUREANDO: Francesco Scapin

Anno Accademico 2023/2024

INDICE

RIASSUNTO	1
ABSTRACT	2
INTRODUZIONE	3
CAPITOLO 1: ANATOMIA, FISILOGIA E BIOMECCANICA DEL GOMITO	5
1.1 Articolazioni del gomito.....	5
1.2 Flesso-estensione e prono-supinazione.....	5
1.3 La stabilità del gomito.....	6
1.4 Muscoli dell'epicondilo laterale.....	9
1.5 Nocicettori e meccanocettori.....	9
CAPITOLO 2: DISTURBI DEL GOMITO LATERALE - ALGORITMO LED-APP	11
2.1 Fisiopatologia del dolore laterale di gomito.....	11
2.2 Valutazione del dolore laterale di gomito.....	12
2.3 Fattori di rischio.....	14
2.4 Misure di outcome del paziente con LED.....	14
CAPITOLO 3: DIAGNOSI DIFFERENZIALE DEI LED	15
3.1 Neoplasie.....	15
3.2 Osteocondrite dissecante giovanile.....	15
3.3 T-LED (Disturbi del gomito laterale - Prevalenza Tendinopatica).....	16
3.4 N-LED (Disturbi del gomito laterale - Prevalenza Neuropatica).....	17
3.4.1 Compressione del nervo radiale all'arcata di Frohse.....	17
3.5 A-LED (Disturbi del gomito laterale - Prevalenza Artropatica).....	19
3.5.1 Classificazione dell'instabilità di gomito.....	19
3.5.2 Macro-instabilità del gomito: PLRI (<i>Posterolateral Rotatory Instability</i>).....	19
3.5.3 Plica omero-radiale.....	20
3.5.4 Artrosinoviti.....	21

3.5.5	Condropatie degenerative.....	21
3.5.6	Corpi mobili articolari.....	22
3.5.7	Micro-instabilità di gomito: <i>Symptomatic Minor Instability of the Lateral Elbow</i> (SMILE).....	23

CAPITOLO 4: TRATTAMENTO LED A PREVALENZA ARTROPATICA

(A-LED)	27	
4.1	Educazione.....	27
4.2	Tutori ortesi e bendaggi	28
4.3	Terapia manuale.....	30
4.4	Trattamento miofasciale.....	31
4.5	Esercizio terapeutico.....	31
4.6	Chirurgia.....	34

CAPITOLO 5: MATERIALI E METODI.....35

5.1	Fonti di ricerca e processo di selezione.....	35
5.2	Scopo della tesi.....	35
5.3	Stringa di ricerca.....	35
5.4	Criteri di inclusione.....	35

CAPITOLO 6: RISULTATI.....37

6.1	Evidenze cliniche di tutori ortesi e bendaggio.....	38
6.2	Evidenze cliniche di terapia manuale ed esercizio terapeutico.....	40
6.3	Chirurgia.....	43

CAPITOLO 7: DISCUSSIONE.....44

7.1	Limiti della revisione.....	46
-----	-----------------------------	----

CONCLUSIONI.....47

BIBLIOGRAFIA.....48

RIASSUNTO

Background: Il dolore laterale del gomito (LEP) è un disturbo muscoloscheletrico caratterizzato da un dolore localizzato nell'epicondilo laterale. Si manifesta più frequentemente nei lavoratori manuali, soprattutto tra coloro che eseguono movimenti ripetitivi e pesanti. L'incidenza del dolore laterale del gomito in medicina generale è stimata tra 4 e 7 casi ogni 1000 pazienti all'anno, con una prevalenza compresa tra l'1% e il 3% e colpisce uomini e donne di età compresa tra i 35 e i 54 anni. Questa revisione esamina i fattori fisiopatologici coinvolti nel dolore laterale di gomito e descrive la procedura di inquadramento clinico e terapeutico del paziente con micro-instabilità di gomito, denominata SMILE (*Symptomatic Minor Instability of the Lateral Elbow*), utilizzando l'algoritmo di valutazione LED-APP (*Lateral Elbow Disorders Approach*).

Materiali e metodi: E' stata condotta una ricerca bibliografica attraverso l'analisi di articoli raccolti nelle banche dati Pubmed, Scopus ed EBSCO. Sono state incluse revisioni sistematiche e studi clinici randomizzati controllati su pazienti con dolore laterale al gomito della durata inferiore ai tre mesi. Gli studi inclusi dovevano prevedere l'uso di splint, tutori, bendaggi, terapia manuale ed esercizio terapeutico, valutandone gli effetti sul dolore e sulla disabilità. Nei casi di patologia recalcitrante, sono stati considerati anche studi sull'intervento chirurgico.

Discussione: La revisione ha fatto emergere che ci sono prove di moderata certezza sull'uso di ortesi, esercizi terapeutici e terapia manuale per ridurre il dolore e la disabilità nei pazienti con SMILE. Le ortesi per il gomito migliorano la stabilità e riducono il dolore a breve termine e devono essere integrate in un attento programma riabilitativo. Le tecniche di terapia manuale offrono un effetto analgesico che facilita l'approccio all'esercizio terapeutico. Gli esercizi isometrici, concentrici ed eccentrici e l'uso della restrizione del flusso sanguigno (BFR) sono promettenti, ma necessitano di ulteriori prove per confermarne l'efficacia.

Conclusioni: Le implicazioni di questa ricerca riguardano la pratica clinica e sollevano dubbi sugli interventi proposti dagli studi che derivano, in gran parte, dalla mancanza di chiarezza dei criteri diagnostici considerati, i quali si limitano ad indagare la sola sofferenza del tendine, senza prendere in considerazione le strutture articolari e neurali che possono essere generatrici di dolore. Ciò compromette l'inquadramento clinico del paziente e, di conseguenza, la scelta dell'intervento terapeutico più appropriato.

ABSTRACT

Background: Lateral elbow pain (LEP) is a musculoskeletal disorder characterised by localised pain in the lateral epicondyle. It occurs most frequently in manual workers, especially among those who perform repetitive and heavy movements. The incidence of lateral elbow pain in general practice is estimated at between 4 and 7 cases per 1000 patients per year, with a prevalence of between 1% and 3%, and affects men and women aged 35 to 54 years. This review examines the pathophysiological factors involved in lateral elbow pain and describes the clinical and therapeutic assessment procedure of the patient with micro-instability of the elbow, called SMILE (Symptomatic Minor Instability of the Lateral Elbow), using the LED-APP (Lateral Elbow Disorders Approach) assessment algorithm.

Materials and methods: A literature search was conducted by analysing articles from the Pubmed, Scopus and EBSCO databases. Systematic reviews and randomised controlled trials on patients with lateral elbow pain lasting less than three months were included. The included studies were to involve the use of splints, braces, bandages, manual therapy and therapeutic exercise and to evaluate their effects on pain and disability. In cases of recalcitrant disease, studies on surgical intervention were also considered.

Discussion: The review found that there is moderate evidence on the use of orthoses, therapeutic exercises and manual therapy to reduce pain and disability in patients with SMILE. Elbow orthoses improve stability and reduce short-term pain and should be integrated into a careful rehabilitation programme. Manual therapy techniques offer an analgesic effect that facilitates the therapeutic exercise approach. Isometric, concentric and eccentric exercises and blood flow restriction (BFR) are promising, but need further trials to confirm their effectiveness.

Conclusions: The implications of this analysis relate to clinical practice and raise doubts about the proposed interventions that stem, in large part, from the lack of clarity of the diagnostic criteria considered in the studies, which are limited to tendon pain alone, without taking into account the joint and neural structures that may be generating pain. This compromises the clinical framing of the patient and, consequently, the choice of the most appropriate therapeutic intervention.

INTRODUZIONE

L'articolazione del gomito è una struttura complessa che ricopre un ruolo molto importante per la stabilità e il controllo dei movimenti che coinvolgono la spalla, il polso e la mano, condizionandone il posizionamento nello spazio. Il gomito svolge una funzione importante soprattutto nel raggiungimento e nella successiva fase di approccio ed orientamento della mano nelle varie direzioni. Quando si verifica una compromissione della mobilità, della stabilità o della capacità di carico del gomito, viene alterata l'intera quotidianità dell'individuo e compiti essenziali come orientare la mano in diverse direzioni, sollevare e spostare carichi, afferrare oggetti con i corretti aggiustamenti, nutrirsi e mantenere l'igiene personale risultano influenzati condizionando significativamente la qualità della vita del soggetto. Dal punto di vista sportivo, in base alle caratteristiche tecniche e tattiche necessarie, l'articolazione del gomito deve adattarsi rapidamente e in modo ottimale ai cambiamenti ambientali che possono verificarsi durante una competizione, senza compromettere l'efficacia e l'efficienza del movimento. Il dolore laterale di gomito, noto come "epicondilita laterale" o "gomito del tennista", è una condizione dolorosa che colpisce la regione epicondiloidea del gomito causando una significativa perdita di funzionalità e influenzando negativamente le attività quotidiane, con conseguenti disabilità, compromissione funzionale e riduzione della partecipazione sociale, sportiva e lavorativa. Ad oggi, in letteratura è presente molta confusione riguardo alla terminologia di questo disturbo muscoloscheletrico. I ricercatori hanno utilizzato più di 10 nomi (ad esempio tendinopatia del gomito laterale, epicondilita laterale, gomito del tennista, epicondialgia laterale, epicondilositi laterale) per definire il LEP (*Lateral Elbow Pain*). Nonostante i numerosi studi condotti su meccanismi e trattamenti di questa condizione, la gestione del dolore laterale del gomito rappresenta da anni una sfida significativa per clinici e ricercatori [1]. L'incidenza del dolore laterale del gomito in medicina generale è stimata tra 4 e 7 casi ogni 1000 pazienti all'anno, con una prevalenza compresa tra l'1% e il 3% [1]. Questa condizione colpisce uomini e donne in egual misura, interessando tipicamente l'arto dominante e manifestandosi più frequentemente tra i 35 e i 54 anni, in particolare tra coloro che eseguono movimenti ripetitivi e quotidiani come il sollevamento di carichi pesanti, movimenti di prensione ed utilizzo di oggetti che danno vibrazioni come martelli e trapani o movimenti di flessione-estensione del polso e pronazione-supinazione del gomito. Il decorso naturale di questo disturbo è a volte sfavorevole: una persona su tre continua a manifestare sintomi dolorosi e invalidanti dopo dodici mesi, circa il 50% dei pazienti può avere recidive entro 18 mesi, il 20% entro 3-5 anni e fino al 5% dei pazienti non risponde agli interventi fisici conservativi e prende in considerazione l'intervento chirurgico [1,2]. Le linee guida suggeriscono che nonostante i molteplici RCT, le revisioni sistematiche e le metanalisi che indagano la gestione dell'epicondialgia, non esiste un intervento che si è distinto

chiaramente superiore agli altri, perciò, la necessità di effettuare approcci multipli sembra riflettere l'eziologia multifattoriale della condizione. Inoltre, la maggior parte degli studi considera ampi criteri di inclusione, con conseguenti campioni eterogenei. Ciò può anche contribuire alla mancanza di prove conclusive sugli approcci di trattamento ottimali per gli individui con dolore laterale di gomito. Le stesse linee guida sottolineano l'importanza di individuare e utilizzare sottogruppi di pazienti (in base all'accuratezza, alla distribuzione, alla gravità e all'irritabilità dei sintomi) che hanno una maggiore probabilità non solo di beneficiare di un intervento specifico, ma anche di soddisfare la prognosi del paziente, poiché il problema principale di questa patologia è la tendenza a persistere nel tempo. Tradizionalmente, si riteneva che il problema principale fosse la degenerazione del tendine estensore comune dell'avambraccio, in particolare dell'estensore radiale breve del carpo (ERBC). Tuttavia, si è osservato che sembra essere una condizione multifattoriale, in cui intervengono fattori extra-articolari, intra-articolari, psicosociali e sistemici [2]. Negli ultimi anni, si è posta l'attenzione sulla relazione tra questa patologia e una condizione di micro-instabilità articolare nei pazienti con dolore persistente. Arrigoni et al. hanno descritto il quadro clinico con l'acronimo SMILE (*Symptomatic Minor Instability of the Lateral Elbow*), nel quale la tendinopatia del complesso degli stabilizzatori dinamici può originare da stress ripetuti sul legamento collaterale laterale. L'associazione di fattori anatomici, temporali e psicosociali complicano la diagnosi e influenzano negativamente il decorso della patologia [1].

Lo scopo di questo lavoro è di descrivere e delineare la procedura di inquadramento diagnostico e terapeutico del paziente affetto da dolore laterale di gomito a prevalenza articolare, con particolare attenzione alla patologia SMILE, utilizzando il razionale clinico dell'algoritmo di valutazione LED-APP (*Lateral Elbow Disorders Approach*) per guidare l'approccio terapeutico.

L'elaborato è diviso in tre parti principali. Nella prima parte si effettua una revisione della letteratura per inquadrare clinicamente i LED (*Lateral Elbow Disorders*) indagando le principali caratteristiche, le modalità diagnostiche e prognostiche. La seconda parte si concentra sulle modalità di trattamento dei LED a prevalenza artropatica secondo l'Algoritmo LED-APP. La terza parte indaga i risultati che riguardano le modalità di trattamento proposte dall'algoritmo emerse dalla letteratura.

CAPITOLO 1

ANATOMIA, FISIOLOGIA E BIOMECCANICA DEL GOMITO

1.1 Articolazioni del gomito

Il gomito è un'articolazione che unisce meccanicamente il braccio e l'avambraccio e rappresenta l'elemento intermedio della catena cinematica dell'arto superiore. L'articolazione risulta composta da tre compartimenti articolari avvolti da un'unica capsula articolare: l'articolazione omero-ulnare, omero-radiale e radio-ulnare prossimale. L'articolazione omero-ulnare è un ginglino angolare le cui superfici articolari sono rappresentate dalla troclea omerale e dall'incisura semilunare dell'ulna, la quale risulta delimitata anteriormente dal processo coronoideo e posteriormente dall'olecrano che permette movimenti di flesso-estensione dell'avambraccio sul braccio. L'articolazione omero-radiale è una condiloartrosi le cui superfici articolari sono rappresentate dal condilo omerale e dalla fossetta del capitello del radio e partecipa alla flesso-estensione dell'avambraccio sul braccio e alla rotazione nei movimenti di pronosupinazione. L'articolazione radio-ulnare prossimale è un ginglino laterale fra la circonferenza articolare della testa del radio e l'incisura radiale dell'ulna ed è importante in quanto permette la prono-supinazione dell'avambraccio [3,4].

1.2 Flesso-estensione e prono-supinazione

Il fisiologico range di movimento di flesso-estensione del gomito è compreso tra 0 (estensione completa) e 145-150 gradi, sebbene vi sia una notevole variazione tra gli individui, in quanto soggetti molto lassi possono iperestendere di 10 gradi o più, mentre soggetti con un'importante massa muscolare riescono a flettere solo fino a 130 gradi a causa dell'ostacolo anatomico rappresentato dalle masse muscolari [5]. Come è stato dimostrato da Morry et al., si ritiene che la maggior parte delle attività quotidiane possono essere eseguite con un arco funzionale di movimento compreso tra i 30 e 130 gradi di flessione [5,6]. Il movimento di flesso-estensione è reso possibile dall'articolazione omero-ulnare e omero-radiale. Affinchè l'articolazione omero-ulnare sia completamente estesa, è necessario che vi sia una sufficiente estensibilità del derma anteriore al gomito, dei muscoli flessori, della capsula anteriore, delle fibre anteriori del legamento collaterale mediale e che la punta prominente del processo dell'olecrano si incunei nella fossa olecranica. Normalmente, una volta in estensione, l'articolazione omero-ulnare sana viene stabilizzata principalmente dalla congruenza articolare e dall'aumento della tensione dei legamenti. Durante la flessione, a livello dell'articolazione omero-radiale prossimale, la superficie articolare concava dell'incisura trocleare rotola e scivola sulla troclea omerale convessa. Il movimento di flessione completo richiede un allungamento della capsula posteriore, dei muscoli estensori, del nervo ulnare e delle fibre posteriori del legamento collaterale mediale. A livello dell'articolazione

omero-radiale, invece, durante il movimento di flessione-estensione si verifica un rotolamento e uno scivolamento della fovea del radio sulla superficie convessa del capitello omerale. Nella flessione attiva, la contrazione dei muscoli determina una trazione della fovea radiale verso il capitello omerale. Rispetto all'articolazione omero-ulnare, l'articolazione omero-radiale garantisce una stabilizzazione minima sul piano sagittale al gomito. Tuttavia, questa conferisce un notevole sostegno laterale al gomito provvedendo circa al 50% della resistenza rispetto ad una forza che determina valgismo [3].

Il movimento di supinazione dell'avambraccio si verifica durante tutte quelle attività che comportano una rotazione della superficie palmare della mano verso il viso, come ad esempio per alimentarsi o lavarsi il volto. La pronazione dell'avambraccio, al contrario, permette di ruotare la superficie palmare della mano verso il basso, come per afferrare un oggetto. Questi movimenti sono resi possibili grazie all'azione simultanea dell'articolazione radio-ulnare prossimale e distale e dell'intervento dell'articolazione omero-radiale adiacente. Nella supinazione si verifica una rotazione della testa del radio in corrispondenza sia dell'articolazione omero-radiale sia nell'anello osteo-fibroso formato dal legamento anulare e dall'incisura radiale dell'ulna, mentre nella pronazione avviene lo stesso processo in direzione opposta. Negli ultimi gradi di movimento della pronazione e della supinazione, solo il 10% della superficie dell'incisura ulnare del radio si trova a diretto contatto con la testa dell'ulna, mentre nella posizione intermedia, che risulta più stabile, la percentuale raggiunge il 60% [3]. A livello dell'articolazione omero-radiale, invece, si verifica una rotazione della fovea della testa radiale contro il capitello omerale. Quando questa articolazione è prossima all'estensione, è soggetta a significative forze di compressione, generate dai muscoli che si inseriscono nel radio e, di conseguenza, si verifica una migrazione prossimale di quest'ultimo che risulta essere maggiore durante la pronazione attiva rispetto alla supinazione, in quanto la membrana interossea è detesa in pronazione e dunque è meno in grado di resistere alla trazione prossimale sul radio impartita dalla contrazione muscolare. La posizione 0 di riferimento per la rotazione dell'avambraccio è considerata quella con il pollice verso l'alto, a metà tra la pronazione e la supinazione complete [3]. Mediamente, l'avambraccio ruota di circa 75 gradi in pronazione e 85 gradi in supinazione, anche se gran parte delle attività quotidiane richiedono un arco funzionale compreso tra 50 gradi di pronazione e 50 gradi di supinazione [6].

1.3 La stabilità del gomito

L'articolazione del gomito possiede una propria stabilità intrinseca data dalle strutture articolari, dalla capsula articolare e dagli stabilizzatori statici e dinamici. Le strutture legamentose originano come ispessimenti della capsula articolare e sono divise in due complessi legamentosi collaterali ulnare e radiale [7]. Il complesso del legamento collaterale laterale (LCL) è composto dal

legamento collaterale radiale (L-RCL), dal legamento anulare (AL), dal legamento collaterale ulnare laterale (L-UCL) e dal legamento collaterale accessorio laterale (ALCL). Il legamento collaterale radiale laterale (L-RCL) origina dall'epicondilo laterale e si inserisce nel legamento anulare (AL) dando origine al muscolo supinatore. Il legamento anulare (AL) ha origine e si inserisce sui margini anteriore e posteriore della piccola incisura sigmoidea dell'ulna e si estende attorno ai quattro quinti della testa del radio. L'inserzione anteriore si tende in massima supinazione mentre quella posteriore in massima pronazione. Questo legamento mantiene la corretta relazione tra radio e ulna durante i movimenti rotazionali. Il tendine dell'estensore radiale breve del carpo (ECRB) nella sua posizione anatomica è parzialmente coperto dalla banda radiale del legamento collaterale laterale (R-LCL). È importante notare che il R-LCL e le fibre prossimali del tendine dell'ECRB si sovrappongono e si dispongono parallelamente nella loro inserzione prossimale. Quando il R-LCL si allunga, il tendine dell'ECRB viene sottoposto ad ipertrazione nel tentativo di limitare il movimento in varo dell'articolazione [8]. Il legamento collaterale ulnare laterale (L-UCL) ha origine dall'epicondilo laterale, si fonde con il legamento anulare e si inserisce sulla cresta supinatrice dell'ulna. Ha la funzione di fornire un vincolo allo stress in varo e agisce per stabilizzare la testa radiale dalla sublussazione o lussazione posteriore [9]. Il legamento collaterale accessorio laterale (ALCL) è dotato di fibre distinte che hanno origine dalla cresta supinatrice dell'ulna e si fondono con il margine inferiore del legamento anulare, fornendo un ulteriore elemento di stabilizzazione durante lo stress in varo.

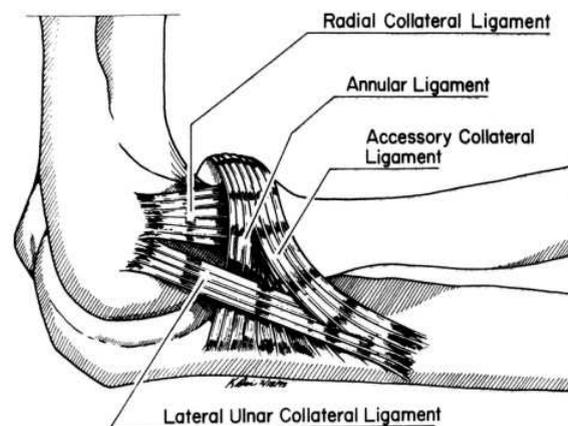


Fig. 1: Anatomia dei legamenti laterali del gomito (da Safran MR, Baillargeon D. *Soft-tissue stabilizers of the elbow*. J Shoulder Elbow Surg. 2005 Jan-Feb;14(1 Suppl S):179S-185S)

Nell'estensione completa, quasi metà della stabilità per contrastare lo stress in varo è conferita dai tessuti molli (14% da LCL e 32% da capsula) e il 55% è conferito dalla congruenza ossea mentre a 90° di flessione, il 75% è fornito dagli elementi ossei mentre il 9% da LCL e 13% dalla capsula anteriore [3]. La capsula origina anteriormente dall'omero, in prossimità delle fosse radiale e coronoidea e posteriormente in prossimità del processo dell'olecrano. La capsula risulta quindi

ancorata anteriormente al margine anteriore della coronoide e del legamento anulare, mentre posteriormente l'attacco è situato lungo il margine articolare dell'incisura sigmoidea e la faccia prossimale della fossa olecranica. La funzione della capsula anteriore del gomito è quella di contribuire alla resistenza allo stress in varo e valgo, così come alle forze di distrazione e di iperestensione, mentre la capsula posteriore può contribuire alla resistenza in flessione e alle forze dirette posteriormente [3]. Un ulteriore stabilizzatore è rappresentato dal legamento quadrato, che è un sottile strato fibroso che ricopre la capsula e stabilizza l'articolazione radio-ulnare prossimale durante la supinazione completa. Il legamento collaterale mediale, invece, è composto dal legamento obliquo anteriore, posteriore e trasverso. Il legamento obliquo anteriore è generalmente considerato il principale sistema di contenimento e stabilizzazione; esso è situato sotto il flessore ulnare del carpo e si inserisce a 18 mm distalmente alla punta coronoidea, lungo il lato mediale del processo coronoideo vicino al tubercolo sublime, ed è costituito da fibre spesse e parallele che gli conferiscono una grande resistenza [3]. Funzionalmente, è composto da fasci anteriori e posteriori: il fascio anteriore risulta teso per i primi 60° di flessione, mentre il fascio posteriore risulta teso da 60° a 120° di flessione, fornendo una funzione reciproca nel resistere allo stress in valgo attraverso l'intervallo di movimento di flesso-estensione [10]. Il legamento obliquo posteriore è un ispessimento della capsula a forma di ventaglio, forma il pavimento del canale cubitale e si inserisce lungo la porzione mediana del margine mediale del canale semilunare. Esso è più sottile del legamento obliquo anteriore e, istologicamente, si trova anche all'interno degli strati della capsula mediale. Il legamento obliquo trasverso (legamento di Cooper) è costituito da fibre capsulari orizzontali tra la coronoide e la punta dell'olecrano e si inserisce in due punti dell'ulna prossimale. Si ipotizza che questo legamento fornisca resistenza alla traslazione trasversale diretta medialmente, perpendicolare all'asse di rotazione del gomito [10,11].

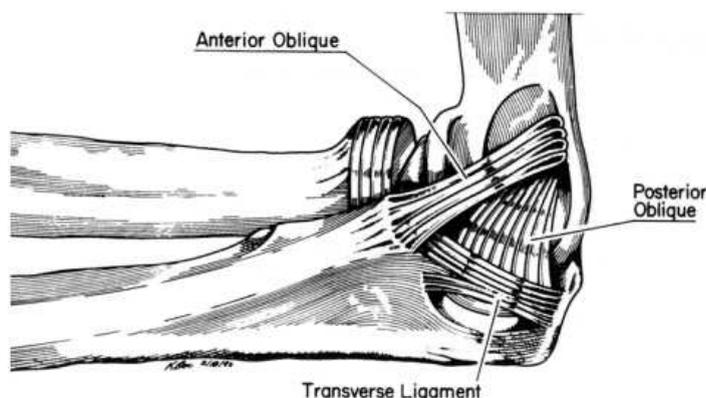


Fig. 2: Anatomia legamentosa del lato mediale del gomito: componenti legamentose oblique anteriori, posteriori e trasversali dell'UCL (da Safran MR, Baillargeon D. *Soft-tissue stabilizers of the elbow*. J Shoulder Elbow Surg. 2005 Jan-Feb;14(1 Suppl S):179S-185S)

La membrana interossea è uno strato di tessuto fibroso largo e sottile che unisce radio e ulna conferendo stabilità. E' costituita da un fascio centrale, le cui fibre sono due volte più spesse rispetto alle altre e si comportano in maniera differente a seconda delle forze agenti sull'arto. In presenza di forze di compressione, il fascio centrale fa in modo di deviarle così da preservare e proteggere l'articolazione omero-radiale da forze miogeniche eccessive, mentre ad esempio durante il sollevamento di un carico, il fascio centrale si detende, richiedendo un contributo al sostegno del peso al legamento anulare, alla corda obliqua e al muscolo brachioradiale. Sono presenti poi alcune fibre separate, sparse e poco definite che scorrono perpendicolarmente al fascio centrale. Tra queste, vi è la corda obliqua che si estende dal margine laterale della tuberosità dell'ulna, fino alla tuberosità radiale [3].

1.4 Muscoli dell'epicondilo laterale

Un ulteriore elemento di stabilità dell'articolazione del gomito è rappresentato dai muscoli che originano o si inseriscono sul gomito, che, grazie alla loro capacità di resistere dinamicamente a un carico in varo, riducono il carico sugli stabilizzatori statici e aumentano la stabilità ossea. Quando si pone un peso a livello della mano con il gomito flesso, l'aumento del momento generato dalla forza del peso, richiede una maggiore forza muscolare per stabilizzare il gomito, contribuendo così a ridurre la lassità articolare [12]. L'incremento dell'attività muscolare viene prodotto dai momenti che agiscono sull'articolazione come somma delle singole forze muscolari moltiplicate per i rispettivi bracci di leva [12]. Il braccio di leva della generazione di forza corrisponde alla distanza tra il punto di applicazione della forza e il centro di rotazione del gomito e varia in base alla forza di ogni muscolo, alla posizione del gomito e all'applicazione della forza [12]. I muscoli estensori del polso si trovano nella loggia posteriore dell'avambraccio e originano dall'epicondilo laterale tramite il tendine estensore comune. Gli estensori primari sono l'estensore radiale lungo del carpo, l'estensore radiale breve del carpo e l'estensore ulnare del carpo, mentre quelli secondari sono il muscolo estensore delle dita, estensore dell'indice, estensore del mignolo e l'estensore lungo del pollice. La pronazione è garantita dal pronatore rotondo e dal pronatore quadrato, mentre la supinazione dal bicipite, con l'intervento del supinatore e in misura minore dagli estensori delle dita e del polso [13].

1.5 Nocicettori e meccanocettori

La distribuzione di nocicettori e meccanocettori nell'articolazione del gomito è importante per comprendere la patofisiologia dell'epicondilite. I nocicettori si trovano in maggiore densità nella capsula posteriore del gomito, lo studio di Kholinne et al. ha dimostrato che la densità più alta di nocicettori si trova nell'area di inserzione del muscolo ECRB alla capsula articolare, dove si fonde

con il complesso muscolare del supinatore [14]. I meccanocettori, invece, sono presenti in maggiore densità nella capsula anteriore del gomito, in particolare nella sua porzione prossimale. L'infiammazione o il sovraccarico dell'area di inserzione del muscolo ECRB può attivare i nocicettori, causando dolore, disagio e una diminuzione dei meccanocettori che può influenzare la stabilità e il controllo motorio del gomito [14].

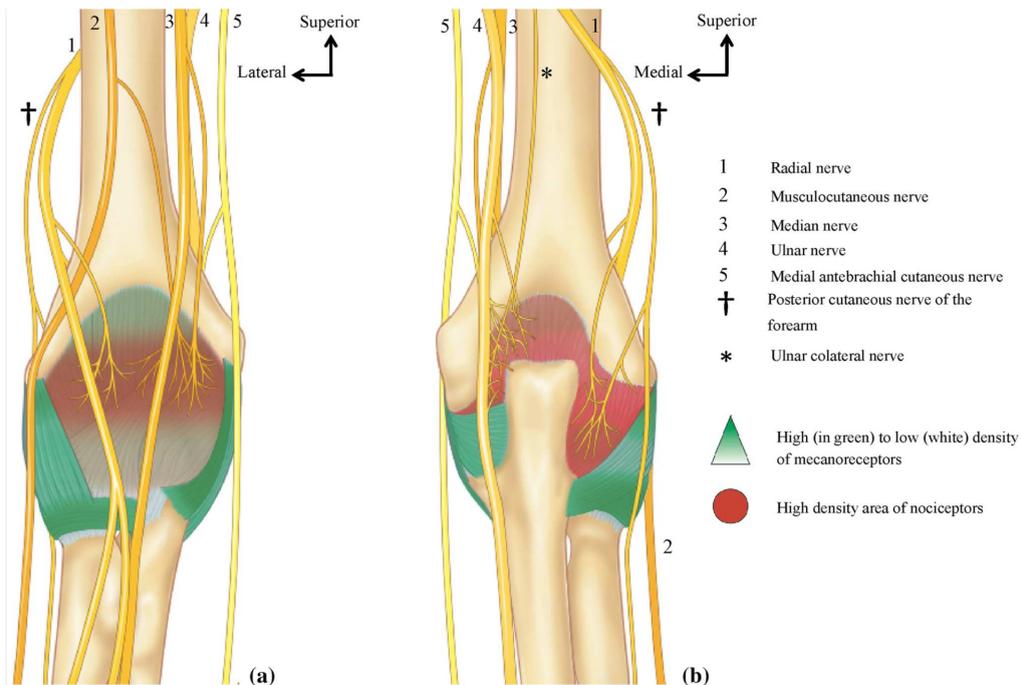


Fig. 3: Diagramma schematico dell'innervazione sensoriale dell'articolazione del gomito umano (a, vista anteriore; b vista posteriore) (da Laumonerie P et al. *Sensory innervation of the human elbow joint and surgical considerations*. Clin Anat. 2020 Oct;33(7):1062-1068)

CAPITOLO 2

DISTURBI DEL GOMITO LATERALE - ALGORITMO LED-APP

2.1 Fisiopatologia del dolore laterale di gomito

Il modello di Coombes et al. spiega l'origine di questa condizione attraverso tre componenti interconnesse tra loro [2]:

- la patologia tendinea locale, in cui il sovraccarico meccanico che deriva da un uso eccessivo e ripetitivo, viene identificato come il fattore principale nella degenerazione del tessuto tendineo, con conseguente assottigliamento del tendine, aumento del numero di fibroblasti, iperplasia vascolare e riduzione del collagene che possono compromettere la sua capacità di resistere allo stress meccanico e alla formazione di lesioni.
- cambiamenti nel sistema di modulazione del dolore in cui si evidenzia il ruolo significativo dei mediatori neurogeni quali la sostanza P e il glutammato, che possono aumentare la sensibilizzazione centrale, contribuendo a una maggiore percezione del dolore. Questo è particolarmente importante nei casi di LEP persistente, dove i pazienti possono sviluppare una risposta al dolore più intensa rispetto a quanto ci si aspetterebbe.
- disturbi motori del paziente, come deficit di forza nella presa, deficit di forza muscolare dei flessori ed estensori del polso e della cuffia dei rotatori, oltre a un controllo motorio alterato che può influenzare negativamente la funzione del gomito portando a difficoltà a mantenere una presa salda o a eseguire movimenti precisi, compromettendo così le attività quotidiane e sportive.

Il modello proposto da Diego Bordachar per l'Epicondilalgia Laterale indica che la condizione sia un disturbo del sistema nervoso, caratterizzato da un'alterata attività neuronale [15]. Questo fenomeno può essere scatenato dall'interazione tra un carico meccanico eccessivo e fattori psico-sociali, che danno origine a un'inflammatione neurogena causando il rilascio di neuropeptidi e altri mediatori da parte dei nocicettori periferici. Tali alterazioni, coinvolgendo i meccanismi del sistema nervoso centrale e periferico, possono non solo sensibilizzare il sistema nervoso, ma anche influenzare l'attività muscolare e la funzione articolare, aggravando la percezione del dolore nelle aree colpite.

Il tema centrale di questo lavoro di tesi riguarda il ruolo della componente legamentosa, in particolare degli stabilizzatori passivi del complesso legamentoso laterale, della banda radiale e del legamento anulare. La banda radiale si trova in profondità e parallela all'inserzione prossimale dell'ECRB e si estende nel legamento anulare, che nella sua porzione posteriore funge da elemento passivo di stabilizzazione della testa del radio, raggiungendo il massimo grado di tensione nella

posizione di pronazione [8]. Nella “*worker population*”, molte attività richiedono lo svolgimento di continui momenti di forza a livello dell’articolazione che possono portare ad una progressiva ipovalidità e riduzione della competenza delle strutture legamentose laterali del gomito. Ciò causa un uso eccessivo del complesso degli stabilizzatori dinamici tendinei, che si trovano iperstimolati e sovraccaricati [16]. In questo processo intervengono diversi fattori: un deterioramento della funzione della banda radiale e del legamento anulare, che progressivamente perdono la loro capacità contenitiva, un eccessivo impegno delle strutture articolari per mantenere la stabilità e un meccanismo di sollecitazione continua che porta al possibile sovraccarico tendineo. Quando il sistema non è più in grado di tollerare il carico, il problema si sposta sul tendine, portando ad un ulteriore peggioramento della condizione. Finché la capacità di carico del sistema è sostenuta, i pazienti possono convivere con poco dolore e disabilità. Tuttavia, quando il meccanismo di compensazione fallisce, la problematica diventa persistente e invalidante. [2,16]. I fattori psicosociali devono essere necessariamente indagati poiché è noto che i soggetti con dolore persistente oltre i tre mesi hanno un rischio maggiore di sviluppare ansia, depressione, kinesiofobia, catastrofizzazione, basso supporto sociale e insoddisfazione lavorativa [2].

2.2 Valutazione del dolore laterale di gomito

Il LEP si manifesta tipicamente con dolore persistente e ridotta funzionalità correlata al carico meccanico, spesso accompagnati da indolenzimento e rigidità mattutina o dopo lunghi periodi di inattività. Questi sintomi clinici includono una diminuzione della capacità di carico e un peggioramento del dolore durante l'attività fisica [17]. La diagnosi di LEP può essere clinicamente confermata da un’accurata indagine anamnestica, un accurato esame obiettivo, l'identificazione dei fattori di rischio e da eventuali esami diagnostici. La prima fase della valutazione deve mirare ad escludere eventuali *red flags*, ossia condizioni non muscoloscheletriche o patologie gravi non di competenza del fisioterapista (ad esempio, trauma, febbre, perdita di peso, infezione, recenti interventi chirurgici, malattia sistemica, frattura, tumore). In questo caso, il paziente deve essere indirizzato allo specialista per gli accertamenti diagnostici più appropriati (*screening for referral*) [1]. Nella raccolta della storia clinica, si acquisiscono generalmente informazioni sullo stile di vita, occupazione, dominio della mano, abitudini quotidiane, durata dei sintomi, episodi precedenti, numero di recidive, fattori scatenanti o aggravanti, modalità di trattamento e fumo. La durata dei sintomi e il numero di recidive sono particolarmente rilevanti per determinare lo stato della condizione. Nella maggioranza dei casi, i pazienti con LEP lamentano dolore o bruciore nella regione dell’epicondilo laterale. Tali sintomi possono irradiare lungo l'avambraccio e talvolta prossimalmente nella parte superiore del braccio [17]. Dal punto di vista diagnostico e prognostico, sarebbe utile integrare la valutazione della componente intra-articolare nell'epicondilita laterale

persistente (LEP) per permettere una gestione personalizzata dei casi di LEP che non hanno ottenuto un miglioramento nel trattamento riabilitativo e che continuano a manifestare disabilità e limitazioni funzionali [1]. I sintomi persistenti possono portare a una disabilità significativa che influenza la capacità di un individuo di svolgere attività quotidiane e lavorative. Ciò può comportare una diminuzione della qualità della vita e un aumento del ricorso all'assistenza sanitaria. È quindi importante identificare i profili di pazienti che potrebbero essere a rischio di sviluppare "yellow flags", come credenze errate, pregiudizi, risposte emotive e atteggiamenti disfunzionali nei confronti del dolore, che possono influenzare la persistenza dei sintomi e rallentare o alterare il percorso di cura, compromettendo l'aderenza al piano terapeutico [1,18]. Per ridurre la confusione terminologica, secondo Di Filippo et al. sarebbe opportuno usare un termine "ombrello" che includa i vari quadri clinici associati al LEP, integrando terminologia, classificazione e gestione [1]. Questo termine dovrebbe considerare specifici sottogruppi di pazienti con dolore laterale al gomito (LEP) al fine di inquadrare e descrivere correttamente tale condizione. Per questi sottogruppi, sarebbe vantaggioso utilizzare nuovi strumenti diagnostici che, nel contesto clinico, permettano di identificare con precisione la struttura maggiormente coinvolta nei segni e sintomi. Inoltre, è importante utilizzare questo termine per definire percorsi terapeutici basati sulle diverse prognosi che possono guidare il fisioterapista verso trattamenti più appropriati, tenendo conto anche degli aspetti psico-sociali. Per questo, gli stessi autori suggeriscono di adottare una terminologia più condivisa e di sostituire il termine "LEP" con "LEDs" (*Lateral Elbow Disorders*) considerando non solo il dolore come fattore principale, ma anche la disabilità, gli impairment funzionali associati e la riduzione della partecipazione [1]. Viene identificato, quindi, l'algoritmo LED-APP, che tiene conto di quattro possibili sottogruppi di quadri clinici causati da tre principali strutture anatomiche responsabili di segni e sintomi, ciascuna associata a diverse strategie terapeutiche e tempi prognostici [1]:

- T-LED (Disturbi del gomito laterale - Prevalenza tendinopatica);
- A-LED (Disturbi del gomito laterale - Prevalenza artropatica);
- N-LED (Disturbi del gomito laterale - Prevalenza neuropatica);
- M-LED (Disturbi del gomito laterale - Forma mista).

L'obiettivo dell'algoritmo è proporre un modello che orienti il clinico e informi il paziente riguardo l'approccio terapeutico più appropriato, in base alla struttura prevalentemente coinvolta nella manifestazione dei segni e sintomi, così da poter delineare percorsi terapeutici differenziati in base alla prognosi e adottare strategie di trattamento personalizzate in funzione delle diverse manifestazioni della patologia. In questo scenario così complesso e articolato, l'attenzione non si è focalizzata su come gestire i pazienti che iniziano a manifestare disagi psicosociali, ma sul perché si

sviluppano tali fenomeni; perciò l'approccio adottato non deve basarsi sulla risoluzione dei problemi psicosociali, ma sulla loro prevenzione. La letteratura indica che i pazienti con dolore muscolo-scheletrico persistente per oltre tre mesi, con punteggi elevati nella scala DASH (*Disability of the Arm, Shoulder and Hand*) e PRTEE (*Patient-Rated Tennis Elbow Evaluation*), sono a maggior rischio di sviluppare ansia e depressione. Pertanto, questo approccio permette di affrontare la problematica in maniera più ampia, aiutando maggiormente il paziente nella gestione della propria vita sociale, soprattutto nei soggetti appartenenti alla "worker population", che sono maggiormente colpiti da questa patologia.

2.3 Fattori di rischio

I fattori di rischio per il dolore al gomito laterale (LEP) sono vari, spesso connessi tra loro e influenzano l'insorgenza e la gravità della condizione. Un elemento chiave è l'esposizione a movimenti ripetitivi che coinvolgono il polso e il gomito, che possono portare a un sovraccarico dei tendini e dei legamenti che stabilizzano l'articolazione. Tra i soggetti che sviluppano maggiormente il problema c'è la "worker population", ovvero la popolazione che svolge attività lavorative che richiedono di maneggiare ripetutamente carichi pesanti nel corso della giornata, come strumenti o attrezzature che aumentano significativamente il rischio, con una maggiore incidenza osservata tra le donne che utilizzano strumenti pesanti. Inoltre, le professioni che comportano sforzi fisici intensi e ripetuti, come la flessione e la torsione del polso, sono associate a un'elevata probabilità di sviluppare LEP. I fattori di rischio includono anche diverse patologie, come la patologia della cuffia dei rotatori, la malattia di De Quervain, la sindrome del tunnel carpale, una storia precedente di fumo e l'utilizzo ripetuto di corticosteroidi. Infine, i fattori psicologici sono stati identificati rilevanti in quanto possono ulteriormente contribuire al rischio, rendendo le persone più vulnerabili a questa condizione, evidenziando l'importanza di considerare anche questi aspetti nella valutazione e gestione di questa condizione [18].

2.4 Misure di outcome del paziente con LED

Analizzando l'algoritmo, sono stati rilevati valori di cut off dalla DASH e dalla PRTEE, utili per chiarire il ruolo significativo dei fattori psicosociali. La DASH e la PRTEE sono in grado di mettere in relazione il disturbo rispettivamente con depressione, ansia, catastrofizzazione del dolore e scarsa qualità della vita. I valori identificati sono indicativamente superiori a 19 punti per la DASH e superiori a 26 per la PRTEE. È altamente probabile che valori oltre queste soglie suggeriscano il coinvolgimento dei fattori psicosociali, soprattutto quando i sintomi persistono da oltre tre mesi e sono correlati a specifiche professioni. Risulta quindi essenziale che i pazienti con dolore laterale di gomito siano esaminati utilizzando anche questi strumenti [1].

CAPITOLO 3

DIAGNOSI DIFFERENZIALE DEI LED

L'eziologia del dolore laterale di gomito riconosce diverse cause di interesse intra ed extra-articolare ed è bene analizzarlo attentamente per curarlo nel modo corretto. Durante l'esame clinico va posta attenzione ad alcuni segni e test che possono far sospettare una problematica diversa dall'epicondilita. La localizzazione del dolore, la presenza di tumefazione, edema o versamento articolare, una riduzione dell'articolari  passiva, la presenza di scatti durante la prono-supinazione a gomito flesso, la presenza di instabilit  del comparto esterno, la presenza di un pivot-shift test positivo, la presenza di parestesie distali, di esauribilit  della forza degli estensori delle dita o di un segno di TINEL sul nervo radiale possono condurre al sospetto di una patologia diversa dall'epicondilita.

3.1 Neoplasie

Le neoformazioni ossee o dei tessuti molli a livello del gomito possono generare tumefazione, dolore e deficit funzionale e talvolta sono confuse con un'epicondilita. Il tipo di insorgenza, la sede del dolore e la sua evocabilit , la presenza di artrosinovite o di eventuali tumefazioni solide, il deficit articolare devono indurre al sospetto di neoformazione tumorale. In presenza di patologie tumorali, le masse in accrescimento non sono di per s  dolorose e solitamente la sintomatologia si manifesta a malattia in stato avanzato ovvero quando la massa altera i rapporti con altre strutture circostanti o ne provoca la compressione. In questi casi, la diagnostica si avvale di tutte le metodiche che si usano a seconda del tipo di neoformazione che si incontra, talvolta con l'aggiunta del mezzo di contrasto [19,20].

3.2 Osteocondrite dissecante giovanile

L'osteocondrite dissecante (OCD)   una patologia rara a livello del gomito, interessa solitamente il capitulum humeri e consiste nella perdita di aderenza di un frammento cartilagineo o osteocartilagineo al tessuto osseo sottostante che pu  progredire lentamente fino ad arrivare al suo completo distacco. Tale indebolimento o perdita di continuit  sembra essere dovuta ad una riduzione di apporto vascolare a livello della regione interessata,   legata al carico articolare ed   tipica dell'et  adolescenziale, interessando in particolar modo giovani sportivi i cui i gomiti sono maggiormente sollecitati (baseball, tennis, ginnastica, pallavolo). Solitamente si manifesta con una storia di dolore laterale di gomito specialmente al carico, associato ad episodi di sinovite e gonfiore, ad una limitazione articolare pi  o meno associata a veri e propri blocchi ed   spesso confusa con un'epicondilita [21,22]. Nei casi pi  sfumati o in assenza della componente ossea   indispensabile

eseguire una RMN che metta in evidenza le dimensioni del frammento, la sua posizione, il coinvolgimento osseo sottostante e il relativo edema intraspongioso. La TC può essere utile nei casi di frammenti osteocondrali per valutare l'esatta dimensione dei frammenti e un adeguato planning pre-operatorio. Il trattamento dell'OCD prevede la rivascolarizzazione e/o fissazione del frammento per gli stadi minori, la sua asportazione con perforazioni dell'osso sub-condrale o la sostituzione del frammento con patch di membrane collageniche addizionate di cellule mesenchimali o con frammenti osteocondrali prelevati in altre sedi, più o meno associati a innesto di osso spongioso. Può essere eseguito artroscopicamente nei casi più semplici o a cielo aperto dove vi sia necessità di innesto osseo ed è volto alla reintegrazione del frammento o alla sua sostituzione con un tessuto fibroso che regolarizzi la superficie articolare e riduca la sua degenerazione [23,24,25].

3.3 T-LED (Disturbi del gomito laterale - Prevalenza Tendinopatica)

Per T-LED si intende l'infiammazione dell'entesi degli epicondiloidei, dapprima acuta e poi cronica. L'instaurarsi e il cronicizzarsi di tale flogosi cambia nel tempo le caratteristiche istologiche e morfologiche del tessuto interessato trasformandolo in un tessuto mixoide e ipervascolarizzato, più voluminoso e di consistenza molle. Tale trasformazione è responsabile del dolore e della resistenza della tendinopatia cronica alle comuni cure. Dal punto di vista epidemiologico, interessa specialmente adulti tra i 35 e 50 anni e sportivi non professionisti e la causa sembra essere un sovraccarico funzionale o la presenza di microtraumi che vengono perpetuati generando l'infiammazione acuta del tendine Estensore Radiale Breve del Carpo - ERBC che risulta il più debole e il maggiormente coinvolto. Il ripetersi dell'attività traumatizzante o un tempo di recupero insufficiente impediscono l'autorisoluzione della patologia e tendono a cronicizzarla. La sintomatologia è caratterizzata da un dolore in sede epicondiloidea che può essere irradiato prossimalmente al braccio e distalmente all'avambraccio con deficit di forza di presa ed estrema difficoltà di compiere semplici gesti (aprire una bottiglia o versarne l'acqua in un bicchiere o tipicamente spostare una sedia). Il dolore si concentra tipicamente a livello dell'epicondilo ed è evocabile esercitando pressione in questa zona o facendo estendere polso e/o dita contro resistenza. Talvolta è rilevabile una tumefazione dell'epicondilo rispetto al controlaterale ed è presente un deficit di estensione del gomito. Gli esami strumentali che conducono alla diagnosi sono la radiografia standard, utile ad escludere altre patologie degenerative, a valutare i rapporti omero-radiali e a mostrare la presenza di calcificazioni in regione epicondiloidea. L'ECO può ben valutare e descrivere l'aspetto morfologico dell'entesi epicondiloidea mettendone in luce l'infiammazione, la tumefazione, l'ipervascolarizzazione, la presenza di microcalcificazioni o la presenza di lesioni intratendinee ed è lo strumento di gran lunga più semplice e di rapida esecuzione. Il limite della metodica è di non poter visualizzare con altrettanta efficacia il comparto

intra-articolare e di non poter essere utile nella diagnosi differenziale qualora non siano presenti i segni tipici di epicondilita. La RMN, invece, ha minor capacità di valutare nello specifico le caratteristiche del tessuto tendineo, ma può mostrare disomogeneità nel suo contesto o la presenza di un tessuto infiammato e/o degenerato in sede inserzionale e, contemporaneamente, la restante articolazione e la presenza di eventuali altre concause. Nella revisione sistematica di Di Filippo et al., sono stati identificati otto diversi test di provocazione (Palpazione dolorosa, test di Cozen, test di Maudsley, test della sedia, test di pronosupinazione contro resistenza, test di Mill, test di sollevamento, test della tazza di caffè) [1]: la palpazione dolorosa dell'epicondilo, il test di Cozen e il test di Maudsley sono stati quelli più menzionati nei 216 RCT selezionati. Nello specifico, il test di Cozen e il test di Maudsley hanno mostrato valori di sensibilità elevati (test di Cozen, 84%; test di Maudsley, 88%). Questi test hanno lo scopo di creare uno stress di carico meccanico sulla struttura miotendinea, valutandone la risposta dolorosa e/o di forza [1]. Se questi test risultano positivi, si considera il quadro clinico a prevalenza tendinopatica, ed il trattamento si orienta alla desensibilizzazione del dolore con terapia manuale, esercizio e al miglioramento della capacità di carico del sistema muscolo-tendine con esercizio terapeutico progressivo con una prognosi di 4-6 settimane. E' condiviso che il trattamento infiltrativo con cortisonici non riscuota un risultato efficace e duraturo, pertanto il loro utilizzo è sempre più abbandonato. Inoltre, i corticosteroidi inducono un effetto di atrofia e di riduzione della vascolarizzazione del tendine che è l'opposto di quello che si cerca nel trattamento di questa patologia. In presenza di infiammazioni croniche resistenti o comunque già trattate con cortisonici e che presentino atrofia sottocutanea e tendinea, si può ricorrere ad infiltrazioni con PRP o cellule mesenchimali, avendo come obiettivo un recupero del trofismo del tessuto tendineo. I casi di patologia più avanzata e resistente alle terapie conservative vengono sottoposti a trattamento chirurgico di release dei tendini epicondiloidei, associato ad asportazione del tessuto degenerato patologico. L'intervento può essere condotto a cielo aperto o artroscopicamente; rispetto all'intervento tradizionale, l'artroscopia consente di valutare con precisione le condizioni intra-articolari e di verificare se vi siano concause all'epicondilita. In ogni caso, ogni tipo di trattamento va abbinato ad un attento programma riabilitativo volto al recupero dell'elasticità dei tendini interessati e della funzionalità complessiva della muscolatura dell'avambraccio [26,27,28,29].

3.4 N-LED (Disturbi del gomito laterale - Prevalenza Neuropatica)

3.4.1 Compressione del nervo radiale all'arcata di Frohse

La compressione del nervo radiale in regione epicondiloidea si concretizza a livello dell'arcata di Frohse per quanto riguarda il nervo interosseo posteriore (NIP). L'arcata di Frohse è un arco fibroso formato dalle fibre superiori del muscolo supinatore, situato nella zona posteriore del gomito, ed è il

sito più comune di compressione del ramo motorio del nervo radiale. Un restringimento primitivo o post-traumatico dell'arcata può generare la compressione del suddetto nervo e la comparsa di sintomatologia dolorosa di tipo neuropatico associata a esauribilità, fino al deficit completo di forza a carico della muscolatura estensoria innervata dal NIP. La sintomatologia insorge progressivamente e si manifesta con dolore in regione epicondiloidea irradiata distalmente lungo il territorio della muscolatura estensoria delle dita. I pazienti mostrano, nei casi più gravi, una riduzione della forza di estensione delle dita, fino alla possibile progressiva comparsa di un deficit completo. Secondo l'algoritmo LED-APP, dopo aver escluso una problematica intra articolare, si prosegue con il terzo clinical assessment per determinare se i sintomi del paziente siano riconducibili ad una possibile predominanza di intrappolamento neurale. Per la valutazione di questo sottogruppo, si utilizza il test di neurotensione ULNT 2B e, in presenza di positività, si prosegue con il test della Regola del Nove e il test di Tinel. Qualora almeno uno di questi test risulti positivo, si può considerare il quadro come N-LED. Il trattamento previsto include un approccio di terapia manuale combinato con tecniche neurodinamiche e miofasciali, l'uso di splint termoplastici dinamici, la terapia con onde d'urto (ESWT), oltre a tecniche di scorrimento o tensionamento neurodinamico e stretching dinamico con una prognosi di 8–12 settimane [1,30,31,32].

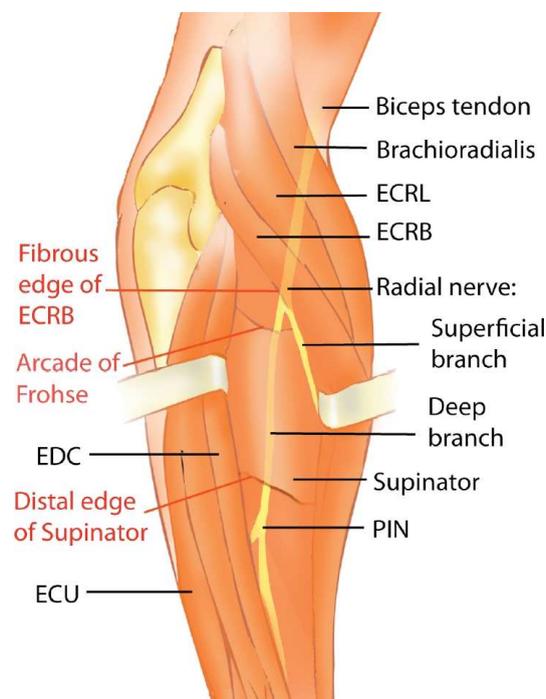


Fig. 4: Illustrazione del contenuto del tunnel radiale attraverso un approccio dorsale che dimostra la biforcazione del nervo radiale in rami superficiali e profondi. Il ramo profondo diventa il nervo interosseo posteriore quando esce dal bordo distale del supinatore. I punti di compressione sono contrassegnati in rosso. ECRB indica estensore radiale breve del carpo; ECRL, estensore radiale lungo del carpo; ECU, estensore ulnare del carpo; EDC, estensore comune delle dita; e PIN, nervo interosseo posteriore. (da Hazani R. et al. *Anatomic landmarks for the radial tunnel*. Eplasty. 2008 Jun 22;8:e37)

3.5 A-LED (Disturbi del gomito laterale - Prevalenza Artropatica)

3.5.1 Classificazione dell'instabilità di gomito

Il sistema di classificazione proposto da Marinelli et al. è stato sviluppato per affrontare la complessità di questa condizione, in quanto fornisce un metodo chiaro e sistematico per la diagnosi e il trattamento [33]. Esso si basa su sei parametri principali che consentono di descrivere in modo dettagliato le diverse forme di instabilità. Il primo parametro riguarda il tipo di stabilizzatori coinvolti, distinguendo tra le lesioni dei tessuti molli, che possono includere legamenti e capsule articolari, e le fratture ossee che possono accompagnare tali lesioni. Il secondo parametro è la tempistica dell'instabilità, che può essere acuta, ricorrente o persistente, a seconda della durata e della frequenza degli episodi di instabilità. Il terzo parametro è l'estensione della dislocazione, che può manifestarsi come sublussazione, in cui le ossa mantengono un certo grado di contatto, o come dislocazione completa, in cui le ossa non sono più in contatto. Il quarto parametro riguarda l'eziologia, che può essere traumatica, microtraumatica, congenita, infiammatoria o neurologica, influenzando così la natura e la gravità dell'instabilità. Il quinto parametro si concentra sulle articolazioni coinvolte, che possono includere le articolazioni omero ulnare, omero radiale e l'articolazione radio-ulnare prossimale, ognuna delle quali può presentare specifiche problematiche legate all'instabilità. Infine, il sesto parametro riguarda il meccanismo di dislocazione o instabilità, che può includere instabilità rotatoria posterolaterale (PLRI), instabilità rotatoria posteromediale (PMRI), stress in varo o valgo e carico assiale diretto.

3.5.2 Macro-instabilità del gomito: PLRI (*Posterolateral Rotatory Instability*)

Un dolore laterale di gomito può essere generato da un'instabilità laterale, ovvero dall'insufficienza dei legamenti collaterali del comparto esterno. Tale deficit genera una distensione dolorosa della capsula articolare esterna o un disallineamento omero-radiale e un sovraccarico della superficie articolare mediale. L'eziologia della PLRI è prevalentemente traumatica (94% dei casi), ma può anche derivare da microtraumi ripetuti durante l'attività sportiva/quotidiana o lesioni iatrogene, come complicazioni chirurgiche o iniezioni multiple di corticosteroidi per il trattamento dell'epicondilite laterale [9]. Nei casi in cui un'epicondilalgia nasconda un'instabilità laterale e viene trattata chirurgicamente come epicondilite, gli stabilizzatori secondari si indeboliscono, mentre nei casi in cui durante l'intervento di release degli epicondiloidei, si estenda inavvertitamente il release all'inserzione del legamento collaterale laterale, è possibile scatenare una importante instabilità laterale che aggrava la sintomatologia. Clinicamente, il paziente manifesta un dolore molto simile a quello da epicondilite incentrato sull'epicondilo e sulla omero-radiale, ma è presente un'instabilità allo stress in varo o è positivo il pivot-shift test e talvolta la sintomatologia si riduce stressando in valgo il gomito durante la mobilizzazione in flessione-estensione. Questa condizione, descritta per la

prima volta da O'Driscoll, produce instabilità sia radio-capitellare che ulno-omerale e ha un impatto negativo sulle attività quotidiane e sportive. Il meccanismo di insorgenza della PLRI è generalmente legato ad una caduta sulla mano tesa, nella quale la testa del radio e l'ulna durante l'impatto ruotano esternamente, mentre il gomito subisce uno spostamento in valgo. Questo movimento provoca lo scivolamento posteriore della testa del radio rispetto al capitello, causando la rottura parziale o totale degli stabilizzatori laterali. I pazienti affetti da PLRI spesso riferiscono dolore laterale al gomito, associato a sensazioni di blocco, scatto e schiocco, particolarmente evidenti a circa 40 gradi di flessione durante l'estensione e la supinazione dell'avambraccio [9]. Dal punto di vista strumentale, la radiografia standard può mostrare una minima diastasi dello spazio omero-radiale e un'eventuale relativo assottigliamento della omero-ulnare nella proiezione antero-posteriore (AP) e, nei casi di instabilità postero-laterale, un disallineamento fino alla sublussazione del capitello radiale rispetto al centro del capitulum humeri nella proiezione latero-laterale (LL). La RMN è l'esame che meglio permette di eseguire la diagnosi potendo mostrare lo spessore e la tensione del legamento collaterale che spesso risulta sottile, deteso e curvilineo o disinserito. Un altro strumento diagnostico di conferma è l'artroscopia che può mostrare la diastasi omero-radiale stabile o sotto stress con la possibilità di passaggio di strumenti dalla camera posteriore a quella anteriore nel cosiddetto "drive through sign". La visione intra-articolare consente di valutare le condizioni della cartilagine nell'ottica di eseguire un trattamento ricostruttivo. La gestione del PLRI dipende dallo stato del legamento collaterale ulnare laterale e del CEO (origine comune dell'estensore), nei casi intermedi o resistenti al trattamento conservativo sono descritte plicature artroscopiche di ritensionamento del legamento collaterale. Nei casi di instabilità maggiore è indicata la ricostruzione del legamento collaterale con autotrapianto di tendine o allograft del tricipite tunnelizzato sul lato laterale dell'ulna a livello della cresta supinatoria e reinserito a livello dell'epicondilo per ricostruire le due parti (LCR e LUCL) dell'apparato lamentoso esterno del gomito [9,34,35,36,37].

3.5.3 Plica omero-radiale

La plica omero radiale è un menisco fisiologicamente presente nella porzione posteriore dell'articolazione omero radiale che può presentare diverse dimensioni e diventare sintomatico se ipertrofico per l'interposizione del suo tessuto all'interno dell'articolazione durante il movimento di flesso-estensione e prono-supinazione, generando attrito sulle superfici articolari, uno scatto più o meno doloroso alle manovre provocative e una sinovite reattiva dolorosa attorno alla sua regione anatomica [38,39]. Si manifesta con tumefazione e dolore in regione postero-laterale. L'esame clinico può condurre al sospetto grazie alla presenza di un click mantenendo pressione in regione della plica ed estendendo il gomito o durante la prono-supinazione con gomito flesso a 90-110°

[40,41]. Alle indagini radiologiche la RMN può mostrare un menisco ipertrofico, la presenza di sinovite e un'irregolarità delle superfici articolari omero-radiali. Il trattamento può essere eseguito artroscopicamente e prevede la sinoviectomia, la riduzione delle dimensioni di flap mobili e ingombranti o l'asportazione intera della plica; non è prevista immobilizzazione post-operatoria e la sintomatologia mostra una efficace e rapida risoluzione [38,39,42].

3.5.4 Artrosinoviti

Per artrosinovite si intende l'infiammazione del tessuto sinoviale intra-articolare con ispessimento dello stesso e la presenza di liquido articolare. Una sinovite può essere primitiva o secondaria a diverse cause (post-traumatiche, degenerative, reumatologiche, tumorali). Escludendo le sinoviti post-traumatiche, le cause più frequenti sono degenerative, ovvero da usura della superficie cartilaginea articolare e reumatologiche da artriti reumatoide e artrite psoriasica e da deposito di cristalli. Mentre le prime interessano persone di media-avanzata età e più frequentemente lavoratori manuali o sportivi, quest'ultime possono interessare pazienti giovani e adulti indipendentemente dall'attività lavorativa. L'artrosinovite si manifesta con un aumento più o meno rilevabile delle dimensioni della capsula articolare evidente clinicamente a partire dal soft spot (nelle articolazioni si riferisce a un'area morbida all'interno o intorno a un'articolazione, in genere dovuta a una struttura più debole, infiammata o lesa). La presenza di liquido o di tessuto in articolazione e della conseguente distensione capsulare può generare un deficit di articolazione progressivo a partire dai massimi gradi di flesso-estensione. La diagnosi di sinovite può essere condotta in modo indiretto mediante una radiografia standard che possono mostrare un allargamento del "fat pad" o "segno del cuscinetto adiposo" o "segno della vela" che normalmente è assente ed è dato dalla dilatazione dell'articolazione con spostamento del tessuto adiposo pericapsulare anteriore e posteriore. Lo strumento diagnostico più utile è la RMN che può mostrare la presenza del versamento, le condizioni delle cartilagini articolari e può rivelare le eventuali altre cause di infiammazione. La TC non è particolarmente utile nella diagnosi di artrosinoviti primitive ma può diventarlo in seconda battuta come approfondimento in caso di eziologia osteo-cartilaginea dell'artrosinovite. Il trattamento dell'artrosinovite non può prescindere dalla diagnosi eziologica ed è di tipo medico o infiltrativo nelle forme reumatiche e degenerative iniziali, artroscopico nelle stesse forme resistenti alla terapia medica, a cielo aperto nelle forme più aggressive [7,43].

3.5.5 Condropatie degenerative

Un reperto di frequente riscontro è l'usura della superficie cartilaginea del comparto esterno. Tale evoluzione è più frequente in lavoratori manuali, sportivi o in esiti traumatici ed espone l'articolazione a infiammazione per l'irregolarità del rivestimento cartilagineo la presenza di

elementi di sfaldamento dello stesso. Clinicamente si manifesta con un dolore esterno durante la mobilizzazione del gomito ed il carico che può essere irradiato al braccio e all'avambraccio e più o meno accompagnato da artrosinovite. Il dolore è presente a riposo e durante il movimento e si localizza in regione laterale del gomito ma non precisamente in regione epicondiloidea. Tuttavia, nei casi meno eclatanti, la sintomatologia non differisce molto da un'epicondilite e il sospetto di sofferenza cartilaginea è meglio suggerito dall'anamnesi e dalla attività lavorativa o sportiva del paziente. Le indagini strumentali Rx e TC possono mostrare i segni diretti e indiretti di artropatia degenerativa, quali la riduzione dello spazio articolare (poco frequente a livello del comparto esterno) o la presenza di sclerosi subcondrale e osteofitosi che però sono maggiormente evidenti nei casi più avanzati. Nei casi più lievi, il reperto radiografico e TC è spesso negativo. La RMN può mostrare la presenza di versamento articolare o un'irregolarità o disomogeneità del rivestimento cartilagineo o la presenza di edema dell'osso spongioso, ma difficilmente è utile per quantificare con precisione lo stato degenerativo. Lo strumento che rende possibile quantificare con precisione la gravità della condropatia è l'artroscopia di gomito, attraverso la quale è possibile mappare e quantificare la condropatia attraverso la visualizzazione dei diversi comparti e la palpazione della consistenza della superficie cartilaginea. Il trattamento dipende dalla gravità della condropatia e nelle forme iniziali può essere medico-infiltrativo con cortisonici, acido ialuronico a medio peso molecolare, concentrato piastrinico o cellule mesenchimali da tessuto adiposo [44]. Nelle forme intermedie, l'artroscopia non ha solo un ruolo diagnostico ma anche terapeutico e queste possono beneficiare della sinoviectomia e shaving che si effettuano durante l'intervento implementate successivamente dalla terapia infiltrativa sopra citata. Le forme più avanzate o resistenti al trattamento artroscopico, possono essere trattate con le artroplastiche biologiche di interposizione o con impianti di protesi dedicati al comparto esterno o con resezione del capitello radiale [16,29,39,45,46].

3.5.6 Corpi mobili articolari

I corpi mobili sono frammenti tondeggianti di cartilagine di diverse dimensioni che possono spostarsi durante la mobilizzazione del gomito disponendosi liberamente all'interno della sua cavità articolare. Solitamente si accumulano nelle fossette olecranic e coronoidea dove possono fissarsi al fondo riempiendolo e ostacolando la completa articularità, ma possono trovarsi anche nelle gole laterale e mediale o interporsi tra le superfici articolari generando attrito, flogosi e sinovite. Tale condizione si accompagna frequentemente a presenza di calcificazioni intra-articolari e ad artrosi del comparto esterno. I pazienti presentano una storia di sintomi ricorrenti con sinovite, scrosci e blocchi articolari, dolore durante il movimento attivo e passivo e articularità progressivamente sempre più limitata. La sede del dolore è solitamente diffusa all'articolazione, evocabile durante il

movimento forzato a fine corsa e limitata ai periodi di infiammazione. La diagnosi può essere condotta con una semplice radiografia che mostra la presenza di tessuto osseo esuberante nelle fossette o formazioni esofitiche in articolazione. La TC è indispensabile per avere informazioni più accurate sul numero, la dimensione e la localizzazione tridimensionale dei corpi mobili e pianificare la loro asportazione. Il trattamento può essere condotto artroscopicamente e a cielo aperto e prevede l'asportazione dei corpi mobili e delle calcificazioni articolari (osteoplastica) con rapida risoluzione dei sintomi nei casi più semplici e può essere completata con capsulectomia anteriore e posteriore nei casi più rigidi e complessi [7,47,48,49,50].

3.5.7 Micro-instabilità di gomito: *Symptomatic Minor Instability of the Lateral Elbow (SMILE)*

Il dolore laterale recalcitrante del gomito è spesso associato ad alterazioni intra-articolari, dovute a una condizione di micro-instabilità legamentosa a livello del capitello radiale correlata a una condizione specifica di patolassità legamentosa definita "instabilità minore sintomatica del gomito laterale" (SMILE). La maggior parte dei test menzionati precedentemente hanno l'obiettivo di evocare sintomi simili a quelli della tendinopatia inserzionale degli estensori del polso e delle dita, ma non permettono una diagnosi differenziale con altre cause di LEP [1]. Arrigoni et al. nel 2017 dimostrano che tale condizione deriva da stress ripetitivi a bassa energia o forze di taglio sul gomito che portano a uno stato di patolassità dei legamenti laterali con un conseguente sviluppo di danno condrale, sinovite e patologie capsulari [16]. Molte attività comuni, come versare una bevanda o svolgere lavori d'ufficio, vengono eseguite con una moderata abduzione di spalla, pronazione della mano e flessione del gomito di 50°–70°. In questa situazione, la mano e l'avambraccio costituiscono un peso per il gomito che si trova in una posizione che crea un continuo momento di varo-pronazione che può sottoporre a stress le strutture laterali del gomito che nel tempo possono portare all'elongazione della banda radiale del collaterale laterale (R-LCL) e del legamento anulare (AL), causando una ipermobilità della testa del radio ed alterazione della normale congruenza articolare. Il tendine dell'estensore radiale breve del carpo (ECRB) agisce come uno stabilizzatore dinamico, aiutando a resistere alle forze di varo. Quando gli stabilizzatori statici sono carenti o lassi, l'estensore radiale breve del carpo inizia a compensare lo stabilizzatore statico diventato insufficiente, sovraccaricandosi nel tempo. Il ballottamento della testa radiale nell'asse postero-anteriore e l'esposizione del collo radiale portano al conflitto della testa radiale con l'incisura sigmoidea in pronazione con conseguente condropatia della testa radiale. Quando l'articolazione radio-ulnare prossimale è in pronazione, la parte condropatica della testa radiale entra in contatto con l'incisura sigmoidea, causando dolore nella zona anteriore del gomito e un progressivo aggravamento del quadro clinico. Lo stress meccanico causato dall'incongruenza articolare può portare a sinovite, un reperto comune nei pazienti con dolore laterale del gomito

associato ad instabilità. L'insieme di fattori come lassità legamentosa, incongruenza articolare e sinovite può avere un effetto abrasivo sulla capsula articolare con potenziale sviluppo di ulteriori modificazioni patologiche, tra cui rotture capsulari e lesioni CLAC (condropatia della faccia laterale del capitello), esacerbando i sintomi dell'epicondilita laterale e contribuendo alla natura persistente del dolore laterale del gomito [16,51]. Lo studio ha incluso 35 pazienti tra 20 e 65 anni con epicondilita laterale recalcitrante in assenza di trauma o di franca instabilità che avevano fallito il trattamento conservativo. Questi pazienti sono stati sottoposti ad artroscopia ed è stata analizzata l'incidenza relativa alla correlazione tra segni di pato-lassità legamentosa con alterazioni intra-articolari. Lo studio ha rilevato che almeno un segno di pato-lassità legamentosa laterale è stato osservato in circa il 48,6% dei pazienti inclusi e che oltre l'85% dei pazienti ha dimostrato almeno un reperto anomalo intra-articolare durante l'artroscopia. Il segno più frequentemente osservato è stato il ballottamento della testa del radio (42,9%). L'infiammazione della membrana sinoviale ha rappresentato la manifestazione intra-articolare predominante (77,1%), seguita dall'usura della cartilagine capitellare laterale (40,0%). È emersa una correlazione significativa tra la presenza di segni di pato-lassità legamentosa laterale e la condropatia capitellare ($p = 0,0409$), così come con la sinovite anteromediale ($p = 0,0408$) [16]. Il follow-up del trattamento conservativo deve essere eseguito a distanza di 12-16 settimane dalla prima valutazione. In caso di fallimento dell'approccio conservativo è necessario svolgere un referral al medico specialista ortopedico e/o un ulteriore approfondimento diagnostico non escludendo una possibile soluzione chirurgica [1].

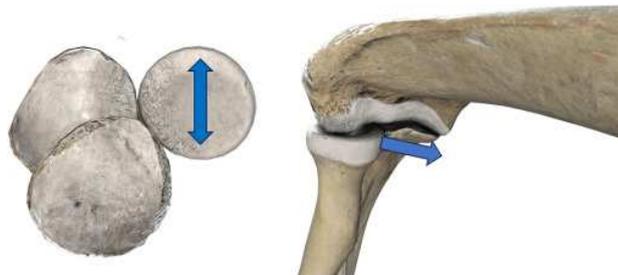


Fig. 5: lo spostamento della testa radiale (*freccie blu*) determina una minore congruenza tra la superficie interna del legamento anulare e la cartilagine della testa radiale, causando condropatia della faccetta della testa radiale per l'articolazione radioulnare prossimale e sinovite intra-articolare. (da Arrigoni et al. *Proximal radioulnar joint, but not posterolateral, instability in patients with symptomatic minor instability of the lateral elbow*. J Shoulder Elbow Surg. 2024 Oct;33(10):2264-2270)

Test clinici SMILE

L'articolo di Arrigoni (2017) descrive due nuovi test clinici per la diagnosi del dolore laterale al gomito, il "Supination and Antero-Lateral Pain Test" (SALT) e il "Posterior Elbow Pain by Palpation-Extension of the Radiocapitellar joint" (PEPPER). In questo studio sono stati reclutati e sottoposti ad artroscopia dieci pazienti con dolore laterale recalcitrante di gomito che non hanno risposto ad almeno sei mesi di trattamento conservativo effettuando una valutazione preoperatoria

con i test SALT e PEPPER [41]. Durante l'artroscopia, sono stati studiati tre segni di patolassità legamentosa laterale:

- *Annular Drive Through (ADT)*: viene valutata la competenza del legamento anulare attraverso la capacità di inserire uno strumento chirurgico di ampiezza di 4,2 mm, tra la testa radiale e il legamento anulare senza incontrare alcuna resistenza.
- *Loose Collar Sign (LCS)*: viene valutata l'esposizione del collo radiale che si trova a non essere più racchiuso dal legamento anulare.
- *R-LCL Pull-up Sign (RPS)*: viene valutata la competenza della banda radiale attraverso la capacità di muovere con uno strumento chirurgico, il legamento collaterale laterale radiale per più di 1 cm.

Sono stati, inoltre, documentati quattro reperti intra-articolari patologici:

- Sinovite anteriore o anteromediale,
- Condropatia della faccia laterale del capitello (CLAC)
- Lacerazione laterale della capsula dell'articolazione radiocapitellare
- Condropatia anterosuperiore della testa radiale

Il 90% dei pazienti ha presentato un risultato positivo in almeno uno dei due test, con segni di patolassità legamentosa laterale o anomalie intra-articolari successivamente confermati dall'artroscopia [41].

I. *Supination and Antero-Lateral Pain Test (SALT)*

Il paziente si trova con il gomito semiflesso e l'avambraccio in pronazione, l'esaminatore spostando la muscolatura estensoria, applica una pressione con il pollice a contatto con la superficie ossea antero laterale della testa del radio. Mantenendo la pressione, l'esaminatore supina il gomito mentre fa scivolare il pollice nella parte anteriore del radio. Questo test mira a esacerbare il dolore comprimendo la capsula anteriore e il tessuto sinoviale sottostante. Il test risulta positivo se il paziente avverte dolore anterolaterale mentre l'esaminatore porta l'avambraccio in supinazione. Il test SALT ha dimostrato di avere un'elevata sensibilità ma una bassa specificità ed è accurato nel rilevare anomalie intra-articolari, in particolare sinovite. Un risultato positivo del test SALT suggerisce la presenza di anomalie intra-articolari correlate alla capsula anteriore e al tessuto sinoviale del gomito, come sinovite o altri processi infiammatori all'interno dell'articolazione.

II. *Posterior Elbow Pain by Palpation-Extension of the Radiocapitellar joint (PEPPER)*

Il paziente si posiziona con il gomito flesso a 90°, il pollice dell'esaminatore viene posto sulla superficie posteriore della testa radiale. Durante l'estensione dell'articolazione radio-capitellare, la pressione esercitata dal pollice nello spazio tra il capitello omerale e la testa radiale potrebbe essere

la principale fonte di dolore durante questo test. Un PEPPER test positivo è particolarmente indicativo di condropatia della testa del radio. Ciò suggerisce che il dolore possa avere origine all'interno dell'articolazione e che potrebbero esserci cambiamenti degenerativi o danni alla cartilagine in quest'area, che potrebbero contribuire al dolore laterale del gomito del paziente. Nonostante il PEPPER test sia più sensibile e specifico per rilevare la condropatia della testa radiale, può anche indicare la presenza di altri problemi intra-articolari. Tuttavia, il test è solo moderatamente accurato per risultati diversi dalla condropatia della testa radiale.

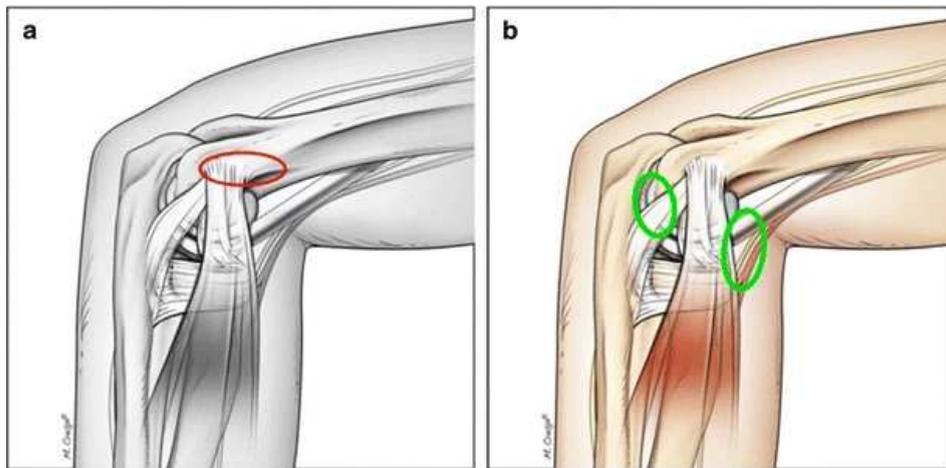


Fig. 6: a) Illustrazione delle strutture che evocano il dolore attivate dai test classici per il dolore laterale del gomito (ovale rosso). b) Illustrazione delle aree che evocano il dolore attivate dal test SALT (ovale verde a destra) e dai test PEPPER (ovale verde a sinistra)
(da Arrigoni P, Cucchi D, Menon A, Randelli P. *It's time to change perspective! New diagnostic tools for lateral elbow pain.*

Musculoskelet Surg. 2017 Dec;101(Suppl 2):175-179)

CAPITOLO 4

TRATTAMENTO DEI LED A PREVALENZA ARTROPATICA (A-LED)

Nel caso di A-LED, l'algoritmo LED-APP prevede un approccio specifico per la valutazione e il trattamento dei disturbi legati a problematiche articolari. Se i test di valutazione clinica iniziale (Clinical Assessment 1) risultano negativi, si passa alla Valutazione Clinica 2, in cui si indaga se i sintomi riferiti dal paziente sono attribuibili alla componente intra articolare. Se attraverso i test specifici SALT e PEPPER il quadro clinico viene considerato un A-LED, il trattamento sarà inizialmente orientato alla protezione della componente articolare, utilizzando splint, tutori o bendaggi. Questo approccio mira a gestire in modo efficace i sintomi e a migliorare la funzionalità del gomito, tenendo conto delle specifiche esigenze del paziente e delle caratteristiche del disturbo. La gestione dei pazienti con A-LED deve includere la formulazione di un programma riabilitativo individualizzato e basato sugli obiettivi e richieste funzionali di ogni singolo paziente. L'algoritmo LED-APP prevede una seduta ogni quattro giorni per una prognosi di 12-16 settimane. Durante questo periodo, il trattamento può includere tutori/ortesi per la protezione delle componenti articolari del gomito, tecniche artrocinematiche di terapia manuale ed esercizi terapeutici, con l'obiettivo di migliorare la funzionalità e ridurre i sintomi. Ad oggi, uno degli approcci terapeutici medici più utilizzati nella pratica clinica sono le iniezioni di corticosteroidi, ma lo studio di Bisset et al. del 2006, ha dimostrato che il 72% dei partecipanti sottoposti a iniezioni di corticosteroidi ha registrato la ripresentazione e l'aggravamento dei sintomi dopo tre o sei settimane, rispetto ad un 9% di quelli che hanno seguito un approccio "wait and see" e all'8% dei pazienti trattati con fisioterapia multimodale che comprendeva manipolazione del gomito, esercizi terapeutici ed istruzioni per esercizi e tecniche automanipolative da eseguire a casa [52]. Il modello proposto da Bateman et al. nel 2021 mirava a combinare le migliori evidenze disponibili riguardanti i più comuni trattamenti fisioterapici utilizzati nei pazienti con LEP. Questo studio ha utilizzato la tecnica del gruppo nominale (NGT) con fisioterapisti specializzati e pazienti, al fine di raggiungere un consenso su un protocollo ottimizzato per il trattamento del LEP. Durante le riunioni, si è discusso delle diverse opzioni terapeutiche e si è votato per includere o escludere trattamenti specifici. Solo tre trattamenti sono stati inclusi nel protocollo finale: educazione, esercizio terapeutico, che prevedeva carichi progressivi con un dolore accettabile e ortesi [53].

4.1 Educazione

Nelle prime fasi della riabilitazione è fondamentale educare i pazienti sulla natura della patologia e sui tempi prognostici, poiché spesso sviluppano aspettative irrealistiche e credono che il problema possa risolversi rapidamente. In questi casi, è importante identificare eventuali convinzioni

disfunzionali e, se necessario, aiutare il paziente a riformulare paure o preoccupazioni legate al problema o all'uso del gomito [1]. È importante suggerire un adeguato periodo di riposo e dare consigli pratici sulla modifica di alcune attività quotidiane che provocano la sintomatologia al fine di proteggere l'articolazione da vari tipi di insulti che comprendono movimenti in varo e in massima prono-supinazione. Può essere utile fornire consigli sull'utilizzo di farmaci antinfiammatori non steroidei (FANS), per ridurre il dolore e l'infiammazione a breve termine [54].

4.2 Tutori ortesi e bendaggi

Nella gestione dell'epicondilalgia vengono spesso utilizzati vari tipi tutori, i quali svolgono un ruolo chiave nel ridurre lo stress meccanico sugli stabilizzatori passivi e attivi per favorire una migliore distribuzione delle forze durante i movimenti del braccio. Questi dispositivi sono impiegati per stabilizzare l'articolazione del gomito e migliorare la sintomatologia dolorosa, facilitando il progressivo aumento dei carichi. Anche se ci sono prove di bassa qualità riguardo ai miglioramenti ottenuti con l'uso dei tutori, è stato osservato che offrono supporto e protezione durante le attività che richiedono ampi movimenti del gomito. Il tutore viene indossato durante tutto l'arco della giornata, applicato ad una distanza di circa cinque centimetri sotto il gomito, posizionando il cuscinetto sulla zona più dolorosa e il cinturino stretto fino ad una tensione accettabile e ben adattata. La posizione individuata è essenziale per garantire che il tutore fornisca il supporto necessario per alleviare i sintomi, senza ostacolare il movimento del gomito e assicurando al contempo un utilizzo confortevole e funzionale per lo svolgimento delle attività. Per i bendaggi, gli studi analizzati hanno evidenziato che l'applicazione del nastro rigido con la tecnica del "*diamond deloading*" ha portato a una riduzione immediata del dolore a riposo e a miglioramenti nella funzionalità dei pazienti con epicondilite laterale.

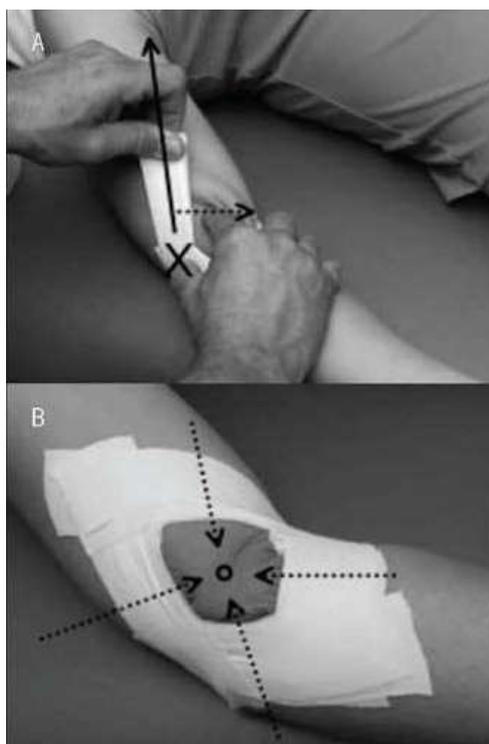


Fig. 7: Il taping a diamante viene applicato utilizzando un nastro rigido, con l'obiettivo di scaricare i tessuti dolenti all'origine del tendine estensore comune. Il gomito viene prima posizionato in una posizione comoda, quindi: (A) partendo dal punto di ancoraggio (x), il nastro viene teso in direzione prossimale (freccia continua), mentre la pelle viene spostata verso l'interno del diamante (freccia tratteggiata). (B) Notare l'effetto a buccia d'arancia sulla pelle all'interno del nastro a diamante, derivante dallo scarico dei tessuti verso il sito del dolore (cerchio) (da Coombes BK, Bisset L, Vicenzino B. *Management of Lateral Elbow Tendinopathy: One Size Does Not Fit All. J Orthop Sports Phys Ther.* 2015 Nov;45(11):938-49))

L'effetto sembra essere legato sia a un meccanismo neurofisiologico, dove la stimolazione tattile della cute riduce l'input nocicettivo e migliora l'attività muscolare, sia ad un possibile effetto meccanico che potrebbe ridurre il carico sulle strutture dolorose sottostanti e proteggere i tessuti danneggiati da forze eccessive. In letteratura sono riportati risultati favorevoli per la forza di presa senza dolore e la soglia di dolore alla pressione, aspetto che potrebbe essere utile per facilitare la riabilitazione nelle fasi iniziali con esercizi senza dolore [55,56]. Il kinesiotape è una tecnica di bendaggio elastico che ha guadagnato popolarità negli ultimi decenni, soprattutto nell'ambito della riabilitazione fisioterapica e sportiva. Nel paziente con A-LED, l'applicazione del kinesio tape può rivelarsi una strategia utile all'interno del programma di trattamento al fine di creare un effetto analgesico attraverso meccanismi neurofisiologici che stimolano le vie sensoriali, aumentando il feedback afferente e riducendo l'attività delle fibre nervose responsabili della nocicezione [57]. Si è notato che il ruolo del taping associato all'esercizio ha portato ad un miglioramento immediato della forza di presa e del dolore e ha permesso di ridurre la disabilità nelle attività della vita quotidiana. Gli autori osservano che la superiorità dei risultati del Kinesiotaping associato all'esercizio può essere riconducibile alle sue capacità di produrre un effetto analgesico, permettendo ai pazienti di

eseguire gli esercizi con maggiore intensità e costanza, favorendo il rafforzamento del tendine e il recupero muscolare senza dover interrompere l'allenamento a causa del dolore [58].

4.3 Terapia manuale

La Terapia Manuale Ortopedica (OMT) è una specializzazione della fisioterapia per il trattamento delle patologie neuro-muscolo-scheletriche, basata sul ragionamento clinico, che utilizza approcci di trattamento altamente specifici, che includono le tecniche manuali e gli esercizi terapeutici. La Terapia Manuale Ortopedica comprende ed è guidata da prove di efficacia cliniche scientifiche disponibili e dalla struttura biopsicosociale di ogni singolo paziente (IFOMPT 2008). L'obiettivo principale delle tecniche di terapia manuale nei pazienti con A-LED è la riduzione del dolore e il miglioramento della funzione a breve termine. In letteratura sono riportate numerose tecniche manuali, ma le più evidenziate sono le mobilizzazioni con movimento di Mulligan (MWM), la manipolazione di Mill e le mobilizzazioni regionali. Le tecniche articolari agiscono sul sistema nervoso centrale attivando i circuiti inibitori discendenti, che riducono la percezione del dolore nella regione tendinea interessata. L'effetto ipoalgescico delle mobilizzazioni articolari è mediato da una risposta eccitatoria del sistema nervoso simpatico: la stimolazione dei meccanocettori e dei propriocettori attiva riflessi neurofisiologici che influenzano la funzione motoria e sensoriale a livello del midollo spinale e del cervello, comportando una modulazione dell'attività nocicettiva dei neuroni, con conseguente riduzione del dolore, miglioramento della funzionalità articolare e della forza di presa, oltre a un incremento della funzione vasomotoria, essenziale per la regolazione del flusso sanguigno verso i tessuti dell'arto superiore [54,59]. In presenza di maggior dolore, deficit di forza di presa e funzionalità della mano, l'approccio più indicato è la Mobilizzazione con Movimento (MWM). Questa tecnica prevede l'applicazione di una mobilizzazione mentre il paziente estende il polso ed esegue una presa impugnando un dinamometro per 6-10 volte, con un intervallo di riposo di 15 secondi tra ogni ripetizione [60,61]. Risulta utile, inoltre, la manipolazione di Mill, ovvero una tecnica di terapia manuale ad alta velocità e bassa ampiezza, eseguita alla fine del ROM (*Range Of Motion*) in estensione di gomito. Nella maggior parte degli studi, la manipolazione di Mill viene effettuata in seguito a 10 minuti di massaggio trasverso profondo sul tendine estensore comune delle dita con lo scopo di rimuovere le aderenze [59]. Le tecniche di terapia manuale non si limitano a trattare solo la zona dolorante, ma possono essere applicate anche in altre aree del corpo per ottenere effetti benefici locali a breve termine. Le mobilizzazioni regionali possono contribuire a migliorare la mobilità, ridurre il dolore e ottimizzare la funzionalità del gomito, rendendole un'importante componente nella gestione clinica dei LED. In presenza di dolore, deficit di forza nella presa e della funzionalità della mano, i fisioterapisti possono integrare tecniche di manipolazione o mobilizzazione della colonna cervicale, toracica o del polso per

migliorare i sintomi il dolore a breve termine nei pazienti con LED, qualora vengano riscontrate limitazioni funzionali in queste aree. L'obiettivo è quello di affrontare non solo i sintomi locali, ma anche le disfunzioni in articolazioni lontane ma correlate alla funzionalità gomito [59].

4.4 Trattamento miofasciale

La fascia è un tessuto connettivo fibroso che avvolge e collega muscoli, ossa, nervi e vasi sanguigni. Il dolore miofasciale è spesso associato a disfunzioni nella fascia profonda, che può diventare sensibile a causa di stress meccanici, infiammazione o cambiamenti strutturali. Il dolore fasciale è caratterizzato dalla sensibilizzazione dei nocicettori presenti nella fascia, che rispondono agli stimoli meccanici o chimici, provocando sensazioni dolorose di natura pulsante, bruciante o pungente. Alterazioni nella struttura della fascia, come l'ispessimento o la riduzione dello scorrimento tra gli strati fasciali, possono contribuire alla percezione del dolore e limitare la mobilità. Un aspetto da tenere in considerazione nel trattamento dei LED è la propriocezione. Le fasce profonde, in particolare i retinacoli, sono riccamente innervate e contengono terminazioni nervose che rilevano cambiamenti nella tensione durante l'esecuzione del movimento. Quando queste strutture vengono danneggiate o alterate, come avviene in seguito a traumi o infiammazioni, la percezione corretta del movimento articolare può essere compromessa, portando a movimenti meno coordinati e potenzialmente ad un aumento della sintomatologia [62]. Uno strumento terapeutico molto utilizzato è la fisioterapia di Cyriax che si basa sull'utilizzo della frizione trasversale profonda (DTF) seguita da una manipolazione di Mill per la gestione del paziente con dolore laterale di gomito. La DTF è una tecnica di massaggio specifico applicata sui tessuti molli, che deve essere eseguita nel punto di lesione con una pressione sopportabile dal paziente. L'obiettivo è ridurre il dolore, migliorare la mobilità delle fasce e favorire la vascolarizzazione dell'area trattata. La tecnica stimola i meccanocettori nei tessuti, contribuendo alla modulazione del dolore e migliorando l'organizzazione del tessuto connettivo e viene applicata per 10 minuti. La manipolazione di Mill, effettuata immediatamente dopo la frizione trasversale, mira a rompere le aderenze e a rendere l'area interessata più mobile. Il protocollo richiede che le tecniche siano applicate insieme per un periodo di quattro settimane, con tre sedute a settimana, per massimizzare i benefici terapeutici [63].

4.5 Esercizio terapeutico

La stabilità e la funzionalità dell'articolazione del gomito dipendono dall'interazione tra le strutture ossee e i tessuti molli. L'estensore radiale breve del carpo agisce come stabilizzatore dinamico ed è in grado di contrastare le forze in varo-pronazione esercitate sul gomito, riducendo così il carico sugli stabilizzatori statici costituiti dal legamento anulare (AL) e dal legamento collaterale radiale

laterale (LRCL). L'obiettivo principale dell'esercizio terapeutico deve essere quello di incrementare la forza dinamica fornita dalla muscolatura estensoria del gomito evitando di sottoporre il comparto legamentoso laterale a stress ripetuti in massima pronosupinazione. Il trattamento riabilitativo deve essere adeguato allo stato della patologia, nella fase acuta è importante favorire un adattamento controllato che aumenti la capacità del tendine di resistere e assorbire le forze dinamiche a cui è sottoposto durante le attività quotidiane, riducendo i sintomi e migliorando la funzionalità del gomito. Gli esercizi devono concentrarsi non solo sugli estensori del polso, ma anche sui muscoli extrarotatori di spalla, in quanto risultano spesso deficitari nei pazienti con dolore laterale di gomito. Nello studio di Day e Lucado è emersa l'importanza della progressione dei carichi nei soggetti con dolore laterale di gomito, che deve essere adattata alle esigenze di ogni singolo paziente [64]. Il programma di rinforzo muscolare si sviluppa in tre fasi progressive, caratterizzate da un attento bilanciamento tra carichi e resistenze. Nella prima fase, l'obiettivo principale è il corretto reclutamento neuromuscolare, mantenendo un'attivazione tra il 20% e il 40% della Massima Contrazione Isometrica Volontaria (MVIC). In questa fase, si utilizzano esercizi isometrici o isotonici, senza pesi o con carichi molto leggeri, per garantire che il paziente possa eseguire i movimenti senza dolore e con una corretta esecuzione. Nella seconda fase si introducono carichi moderati, aumentando gradualmente l'attivazione muscolare oltre il 40% di MVIC. A questo punto, si comincia ad inserire una resistenza, utilizzando pesi leggeri o bande elastiche, e si lavora su contrazioni concentriche ed eccentriche, per migliorare la forza e la resistenza muscolare. L'incremento della resistenza è calibrato in base alla capacità del paziente di eseguire gli esercizi senza aggravare la sintomatologia. Nella terza fase, si prevede un ulteriore incremento della resistenza, con l'uso di carichi più impegnativi e bracci di leva più lunghi. In questa fase, l'obiettivo è un'attivazione muscolare superiore al 40% di MVIC, per stimolare un rinforzo più significativo. La scelta della resistenza deve essere tale da permettere al paziente di completare il numero richiesto di ripetizioni, senza compromettere la tecnica e provocare dolore. In tutte le fasi, la progressione dei carichi e delle resistenze è strettamente legata al feedback del paziente: se non si manifesta indolenzimento muscolare entro le 24 ore successive all'allenamento e il dolore non aumenta per più di un punto sulla scala numerica del dolore, si può incrementare la resistenza. Inoltre, il programma prevede la possibilità di gestione in autonomia del paziente, in modo da consentirgli di adattare ripetizioni, serie e carichi in base alla propria percezione del dolore e della fatica, assicurando così un miglioramento continuo e sicuro [64]. L'esercizio eccentrico, inoltre, sembra contribuire alla diminuzione del dolore grazie alla sua capacità di stimolare la produzione del collagene e di riduzione della neovascolarizzazione disorganizzata. L'aumento dell'attività muscolare della spalla durante le attività di presa della mano è essenziale per la stabilizzazione dell'articolazione. Tuttavia, se questa attività non viene mantenuta adeguatamente o se i muscoli

della spalla sono affaticati, lo stress può trasferirsi ai muscoli dell'avambraccio, aumentando il rischio di insorgenza del dolore laterale di gomito. La forza dei muscoli extrarotatori della spalla, come il sovraspinato e il sottospinato, è fondamentale per la stabilizzazione e il controllo del movimento dell'arto superiore. Una loro debolezza può alterare la biomeccanica dell'arto superiore, causando compensi che aumentano il carico sulle strutture laterali del gomito, indebolendo gli stabilizzatori statici e portando al sovraccarico i tendini estensori dell'avambraccio dovuti a una perdita di stabilità articolare del gomito nelle attività di presa [18]. Uno studio su nove pazienti ha dimostrato che durante l'esecuzione dell'hand grip, il sovraspinato risulta particolarmente attivo tra 90° e 120° di elevazione, sia al 30% che al 50% della massima contrazione volontaria. L'infraspinato, invece, mostra un'attivazione minima con forza di presa al 30% a 120° di elevazione. Ciò suggerisce che il sovraspinato e, in minima parte, il sottospinato svolgono un ruolo importante nel mantenere la stabilità della spalla nelle azioni di presa [65]. Una recente strategia riabilitativa, ovvero il *Blood Flow Restriction* (BFR), si sta diffondendo tra i terapeuti della riabilitazione e può essere utilizzata come approccio iniziale nel trattamento dei LED. Si pensa che l'allenamento a basso carico con BFR possa indurre adattamenti muscolari simili a quelli ottenuti con l'allenamento ad alta intensità, permettendo di guadagnare forza e ipertrofia muscolare in maniera simile ad un training ad alto carico, senza indurre nel paziente delle sollecitazioni che potrebbero causare le complicanze indotte dallo stress meccanico sul muscolo. La procedura BFR prevede l'applicazione di un dispositivo sulla parte prossimale di un arto, al fine di limitare temporaneamente il flusso sanguigno durante l'allenamento. Questa condizione crea un danno muscolare con conseguente stress metabolico che porta ad un maggiore reclutamento delle fibre muscolari, favorendo la crescita muscolare [66]. L'efficacia del BFR, nelle prime settimane del trattamento, può essere utilizzata come strategia riabilitativa per la gestione del dolore e aumentare la stabilità dell'articolazione. A livello di forza e crescita muscolare, questo strumento, attraverso il passaggio da un ambiente aerobico ad uno anaerobico, permette di produrre un accumulo di lattato che induce un affaticamento neuromuscolare precoce e la diminuzione della capacità di generare forza che provoca un progressivo aumento di unità motorie coinvolte, per mantenere la forza necessaria a svolgere l'esercizio. Inoltre, l'ipossia può stimolare l'accumulo di metaboliti e la produzione dell'ormone della crescita che promuovono processi anabolici i quali aumentano l'ipertrofia muscolare [67]. Il programma di rinforzo dovrebbe prevedere un intervento combinato con massaggio a frizione profonda, esercizi supervisionati ed educazione. In una prima fase, è utile proporre esercizi concentrico-eccentrici per i flessori ed estensori del gomito al 30% del massimo peso sollevabile in un'unica ripetizione, seguiti da esercizi per il polso con carichi minimi basati sul un monitoraggio del dolore. Lo studio di Karanasios et al. propone esercizi standardizzati in tre

serie da dieci ripetizioni, incrementando il carico settimanalmente in base alla tolleranza al dolore dei pazienti, che deve essere minore di 2 nella scala di valutazione numerica [68].

4.6 Chirurgia

La chirurgia viene considerata nei casi di dolore persistente e grave che non risponde alle terapie conservative. In base all'algoritmo LED-APP, se la modificazione nelle scale NPRS, DASH e PRTEE è inferiore rispettivamente a 2, 10 e 10 punti, il trattamento conservativo può essere considerato fallito. I pazienti perciò dovrebbero essere sottoposti a ulteriore valutazione clinica e diagnostica con raggi X e risonanza magnetica per immagini (RMI) e si dovrebbe valutare la possibilità di una gestione chirurgica. L'intervento chirurgico consiste in una "plicatura della banda radiale del collaterale laterale (R-LCL)" eseguito in artroscopia e prevede l'introduzione di una telecamera attraverso un portale artroscopico anteromediale per visualizzare l'articolazione, mentre gli strumenti chirurgici vengono inseriti dal portale anterolaterale. Il chirurgo perfora la parte anterolaterale del capitello radiale e inserisce un'ancora di sutura bioassorbibile. Le suture vengono poi passate attraverso il legamento collaterale laterale radiale (R-LCL) utilizzando un ago percutaneo o un suture retriever. Infine, viene rimosso il tessuto infiammato o danneggiato per migliorare la funzione articolare [69].

CAPITOLO 5

MATERIALI E METODI

5.1 Fonti di ricerca e processo di selezione

Per la selezione degli articoli, sono state incluse tutte le revisioni sistematiche, le metanalisi e gli RTC pubblicati in inglese e disponibili in formato full-text tra il 2000 e il 2024. Inoltre, il titolo e/o l'abstract dovevano contenere la parola chiave utilizzata per la ricerca o termini di significato equivalente. Per accedere ai testi completi degli articoli che non erano disponibili gratuitamente, è stato utilizzato il servizio Proxy offerto dall'Università di Padova. La revisione della letteratura è stata condotta da giugno fino ad agosto 2024, utilizzando i seguenti database: Pubmed, Scopus e EBSCO. Dopo aver rimosso i duplicati e gli articoli che non soddisfacevano i criteri di inclusione, sono stati selezionati 21 studi. Il processo di selezione è iniziato con una valutazione del titolo, seguita da un'analisi dell'abstract e dalla revisione del full text. Tutti gli articoli sono stati esaminati tramite il software di gestione per le revisioni sistematiche Rayyan consultato il 9 agosto 2024.

5.2 Scopo della tesi

L'obiettivo della tesi è quello di presentare il significato clinico e determinare la validità dell'algoritmo LED-APP nei pazienti affetti da SMILE che non hanno ancora sviluppato disagi psicosociali, invitando i fisioterapisti ad adottare un approccio più pragmatico e orientato alla prognosi, al fine di migliorare l'alleanza terapeutica con i pazienti e di ottimizzare l'efficacia delle proposte terapeutiche, riducendo al contempo gli errori diagnostici.

5.3 Stringa di ricerca

Per la costruzione della stringa di ricerca sono state selezionate parole chiave relative alla gestione dell'A-LED secondo l'Algoritmo LED-APP.

("Tennis Elbow" OR "Elbow Tendinopathy" OR "Lateral Epicondylitis") AND ("Exercise Therapy" OR "Musculoskeletal Manipulations" OR "Hand Strength" OR "Orthotic Devices" OR "Surgery" OR "Pain Measurement" OR "Treatment Outcome") AND ("Humans" OR "Male" OR "Female" OR "Middle Aged"))

5.4 Criteri di inclusione

- Popolazione: sono stati inclusi solo studi clinici randomizzati controllati e revisioni sistematiche che considerassero pazienti con dolore laterale di gomito con una durata inferiore ai 3 mesi, in modo da escludere il coinvolgimento dei fattori psicosociali. Nel caso

in cui non vi siano miglioramenti clinicamente significativi dopo 3 mesi di trattamento conservativo, sono stati presi in considerazione studi relativi all'intervento chirurgico.

- Tipo di intervento: sono stati inclusi studi che comprendevano l'utilizzo di splint, tutori e/o bendaggi, terapia manuale, esercizio terapeutico o la combinazione di questi. Sono stati anche considerati articoli che utilizzassero la tecnica chirurgica della "plicatura della banda radiale del collaterale laterale".
- Misure di outcome: sono stati selezionati studi che valutassero il dolore, la funzione/disabilità, la forza di presa massima e la forza di presa senza dolore utilizzando le scale VAS (*Visual Analogue Scale*), NPRS (*Numeric Pain Rating Scale*), PRTEE (*Patient Rated Elbow Evaluation*), DASH (*Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand*), la MEPS (*Mayo Elbow Performance Score*) e un dinamometro per la misurazione della forza.
- Età: pazienti con età superiore a 18 anni

Gli articoli che non rispettavano tutti i criteri di inclusione non sono stati presi in considerazione.

CAPITOLO 6

RISULTATI

La ricerca elettronica ha prodotto 3301 articoli: 1190 dal database Pubmed, 1391 da Scopus e 720 da EBSCO. In seguito all'esclusione dei duplicati e degli articoli che non rispettavano i criteri di inclusione sono stati selezionati 117 articoli per la consultazione del full text. Infine, dei 55 articoli rimanenti ne sono stati selezionati 21 che risultavano più conformi allo scopo di questo elaborato. In figura 8 sono stati riassunti i passaggi del processo di selezione degli studi.

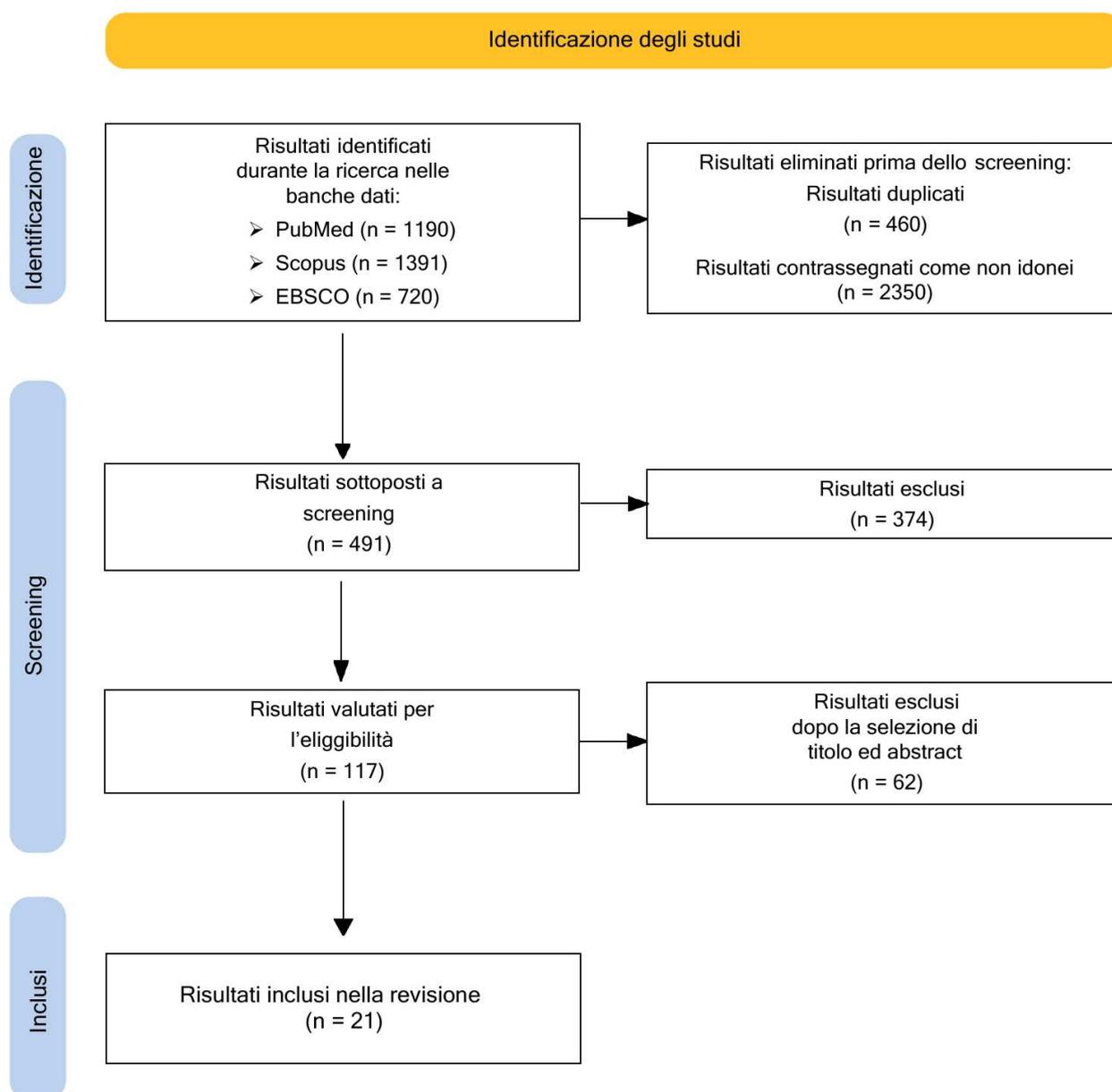


Fig. 8: Flow chart del processo di selezione degli studi

Valutazione della qualità metodologica

Per la valutazione della qualità metodologica degli RTCs presi in considerazione è stato usato come strumento di valutazione la PEDro Scale.

STUDIO	TOTALE PUNTEGGIO
Hoogvliet et al. ⁸⁴	N/A
Karanasios et al. ⁷⁸	8/10
Karanasios et al. ⁶⁸	N/A
Bisset et al. ⁵²	8/10
Vuvan et al. ⁷⁹	8/10
Eraslan et al. ⁷³	5/10
Chen et al. ⁸⁰	N/A
Lucado et al. ⁵⁹	N/A
Vicenzino et al. ⁸²	5/10
Zunke et al. ⁷⁵	5/10
George et al. ⁵⁶	N/A
Songur et al. ⁷⁰	7/10
Mostafae et al. ⁷⁷	8/10
Zhong et al. ⁷²	N/A
Giray et al. ⁵⁸	7/10
Barati et al. ⁷¹	5/10
Struijs et al. ⁷⁶	7/10
Çelik et al. ⁷⁴	5/10
Cleland et al. ⁸³	6/10
Yoon et al. ⁸¹	N/A
Arrigoni et al. ⁶⁹	N/A

6.1 Evidenze cliniche di tutori/ortesi e bendaggio

Un recente studio di Songur et al. ha confrontato i risultati clinici ed ecografici di un tutore per l'avambraccio applicato cinque centimetri distalmente all'epicondilo laterale e uno splint che mantiene il polso a 15° di estensione. Il programma, nella fase acuta, prevede l'uso del tutore e l'educazione del paziente riguardo alla propria condizione con consigli per l'autogestione del dolore.

Ai follow-up di 3 e 6 settimane, entrambi i gruppi hanno ottenuto risultati significativamente migliori rispetto al gruppo di controllo, che ha ricevuto solo educazione, in tutti i punteggi di dolore e funzionalità. Tuttavia, il gruppo che ha utilizzato il tutore per l'avambraccio ha mostrato un miglioramento superiore nella forza di presa della mano e ha riportato un livello di soddisfazione del paziente significativamente più alto rispetto al gruppo con splint per il polso. Inoltre, il tutore ha avuto un impatto positivo sul miglioramento dei parametri ecografici, inclusi lo spessore massimo del tendine (MTTM) e il punteggio complessivo delle valutazioni ecografiche del tendine (TUSS), che include parametri come l'ipoecogenicità e la neovascolarizzazione del tendine [70]. L'utilizzo delle ortesi per il trattamento del LEP offre benefici meccanici e neuromuscolari, per questo risulta utile lo studio di Barati et al. che ha confrontato due tipi di tutori *counterforce*, valutando l'intensità del dolore, la propriocezione del gomito e la forza di presa senza dolore, evidenziando miglioramenti significativi nella performance sensomotoria e nella riduzione del dolore [71]. L'utilizzo del kinesioteape può essere una strategia utile all'interno del programma di trattamento al fine di creare un effetto analgesico indiretto. Il rationale di questo strumento è basato sulla sua capacità di modulare l'attività muscolare inibendo la trasmissione degli stimoli nocicettivi mediante la stimolazione dei meccanorecettori cutanei e la creazione di afferenze propriocettive [57]. La revisione sistematica di George CE del 2019 ha esaminato otto studi sugli effetti del kinesioteape nei soggetti con epicondilalgia. L'applicazione del nastro rigido con la tecnica del "*diamond deloading*" ha dimostrato un'immediata riduzione del dolore e miglioramenti funzionali, mentre per il kinesioteape i risultati su dolore e forza di presa sono contrastanti e non sempre clinicamente significativi [56]. Gli studi di Zhong et al. e di Eraslan et al. hanno confermato l'efficacia del kinesioteape nel ridurre il dolore e migliorare la funzionalità nei pazienti con epicondilalgia. L'associazione del kinesioteaping con fisioterapia standard ha portato a migliori risultati rispetto alla sola fisioterapia o alla fisioterapia con onde d'urto, suggerendo che il kinesioteaping sia uno strumento riabilitativo efficace per il dolore laterale di gomito [72,73]. Çelik e colleghi, invece, hanno ricercato gli effetti a breve termine del kinesioteaping e di un tutore *counterforce* rispetto alla soglia di dolore da pressione, alla forza di presa massima e alla funzionalità. Il KT è stato applicato una volta alla settimana per quattro settimane mentre il tutore è stato indossato per tre settimane e i risultati hanno mostrato miglioramenti significativi per quanto riguarda tutte le misure di valutazione, in tutti e due i gruppi a un mese di follow up [74]. Infine, lo studio di Giray et al. ha confrontato kinesioteaping, taping placebo ed esercizio, mostrando che il kinesioteaping associato all'esercizio porta a un miglioramento immediato della forza di presa e del dolore, riducendo la disabilità nelle attività quotidiane. Gli autori attribuiscono questa efficacia all'effetto analgesico del kinesioteaping, che permette ai pazienti di eseguire gli esercizi con maggiore intensità e continuità [58].



Fig. 9: Tutore *counterforce*: tutore per l'avambraccio (A) e tutore a manica per il gomito (B) (da Barati H. et al. *The immediate sensorimotor effects of elbow orthoses in patients with lateral elbow tendinopathy: a prospective crossover study*. J Shoulder Elbow Surg. 2019 Jan;28(1):e10-e17)

6.2 Evidenze cliniche di terapia manuale ed esercizio terapeutico

Lucado AM et al. hanno condotto una revisione sistematica ed una meta-analisi, pubblicata nel *Journal of Hand Therapy*, per valutare l'efficacia delle mobilizzazioni articolari nel migliorare il dolore, la forza di presa e la disabilità in soggetti con dolore laterale del gomito. La revisione ha considerato 20 studi in cui si esaminavano diverse tecniche di mobilizzazioni di cui 8 sulla tecnica di mobilizzazione con movimento MWM, 5 sulla manipolazione di Mill e 7 sulle tecniche di mobilizzazione regionale. I risultati hanno evidenziato prove chiare che dimostrano come le mobilizzazioni articolari abbiano effetti positivi sui punteggi di dolore e sulla presa funzionale in tutti i follow up, rispetto ai gruppi di controllo [59]. Lo studio di Bisset et al. del 2006 ha studiato gli effetti a breve e lungo termine di 8 sedute della durata di 30 minuti ciascuna, distribuite nell'arco di sei settimane, di manipolazioni del gomito ed esercizio in uno studio clinico randomizzato su 198 pazienti con LEP. Il confronto è stato effettuato con un approccio di sola attesa e con iniezione di corticosteroidi. E' stato visto che i risultati della fisioterapia multimodale erano migliori rispetto all'approccio attendista con un numero necessario da trattare (NNT) di 3. Questo significa che, per ogni 3 pazienti trattati con manipolazione ed esercizio, 1 di questi avrà un miglioramento che non avrebbe avuto se avesse seguito l'approccio attendista. L'NNT dell'esercizio terapeutico rispetto all'iniezione di corticosteroidi invece variava da 2 a 4 a lungo termine [52]. Per le mobilizzazioni

regionali, è importante lo studio di Zunke et al. pubblicato nel 2020 che ha confrontato il trattamento di una singola mobilizzazione costovertebrale alla vertebra toracica T5 di grado III, eseguita a una frequenza di 2 Hz per una durata di 2 minuti con un trattamento placebo. I risultati ottenuti dai partecipanti che hanno ricevuto la mobilizzazione mostrano un aumento significativo della forza di presa senza dolore, un aumento della conduttanza cutanea e una diminuzione della temperatura cutanea periferica [75]. Nell'articolo di Struijs et al. del 2003, invece, i soggetti del gruppo di trattamento hanno ricevuto una manipolazione dell'osso scafoide per 15 volte, alternando un'estensione contro resistenza del polso, per una durata di 15-20 minuti a trattamento. Il gruppo di controllo ha seguito un protocollo che comprendeva ultrasuoni pulsati, massaggio trasversale per 10 minuti e una serie di esercizi di rinforzo e stretching. Entrambi i trattamenti sono stati somministrati due volte a settimana per un totale di 9 sedute distribuite in 3 settimane e i risultati hanno mostrato che il 62% dei soggetti del gruppo di manipolazione si è dichiarato "molto migliorato" o "completamente guarito", rispetto al 20% nel gruppo di controllo. A 6 settimane di follow-up, il gruppo trattato con manipolazione ha evidenziato una significativa riduzione del dolore durante il giorno rispetto al gruppo di controllo [76]. Nel 2022, Mostafae et al. hanno reclutato 48 pazienti e li ha suddivisi in due gruppi: uno ha ricevuto solo fisioterapia multimodale, mentre l'altro ha partecipato ad un programma di allenamento che, oltre alla fisioterapia multimodale, includeva esercizi specifici per i muscoli trapezio medio e inferiore, dentato anteriore, rotatori esterni e abduttori di spalla. Si è visto che la fisioterapia con l'aggiunta di esercizi di rinforzo dei muscoli della scapola ha avuto un miglioramento significativo nei punteggi di dolore e funzionalità rispetto al gruppo di sola fisioterapia multimodale a quattro mesi [77]. Karanasios e colleghi hanno studiato gli effetti del BFR confrontandoli il BFR placebo, dimostrando che l'allenamento a basso carico con restrizione del flusso sanguigno è significativamente più efficace nella riduzione del dolore, nel miglioramento della funzionalità e nell'aumento della forza di presa senza dolore. I risultati evidenziano che il gruppo BFR ha ottenuto una riduzione maggiore dell'intensità del dolore e un incremento significativo nella forza di presa senza dolore, accompagnati da un miglioramento funzionale rilevante misurato tramite il punteggio PRTEE, sia a 6 che a 12 settimane dall'inizio del trattamento [78]. Lo studio di Vuvan et al. sostiene l'inefficienza dell'esercizio isometrico isolato. L'indagine, condotta su 39 pazienti, ha confrontato gli effetti di un programma di esercizi isometrici non supervisionati di 8 settimane con un approccio di "wait and see". Il protocollo prevedeva che l'intensità dell'esercizio fosse progressivamente aumentata con l'obiettivo di migliorare i sintomi e ridurre la disabilità senza causare effetti avversi. Al follow up, non si sono registrate differenze significative per quanto riguarda la valutazione globale del trattamento e la forza di presa senza dolore, anche se il gruppo di esercizi ha riportato miglioramenti sul dolore e sulla disabilità misurata dal PRTEE. Per questo motivo, sebbene possa offrire alcuni benefici, non è superiore all'approccio

attendista in termini di successo complessivo nella gestione della condizione, se applicato come monoterapia [79]. Se gli obiettivi del paziente prevedono il ritorno ad attività sportive, come ad esempio sport da racchetta o di lancio, gli esercizi pliometrici sono importanti per migliorare la tolleranza al carico elastico nell'esecuzione del gesto sportivo che comporta maggiori richieste funzionali del gomito. In questo caso, ci si focalizza su movimenti rapidi ed esplosivi per aumentare la forza, la velocità e la condizione atletica del soggetto con l'obiettivo di ottimizzare l'efficienza del sistema neuromuscolare e migliorare il meccanismo di allungamento-accorciamento del muscolo [54,80]. Il trattamento dei disturbi laterali di gomito con il rinforzo eccentrico si è rivelato efficace nel ridurre il dolore e migliorare la forza della presa. Gli studi inclusi nella meta-analisi di Yoon et al. hanno dimostrato che l'esercizio eccentrico, abbinato ad altre terapie, porta a miglioramenti significativi sulla riduzione dell'intensità dolore nei pazienti con LED, sia rispetto al trattamento passivo che agli esercizi concentrico-isotonici. Analizzando la forza muscolare e la funzione, è emerso che l'esercizio eccentrico non ha mostrato differenze significative rispetto ad altri tipi di esercizi di rinforzo, il che suggerisce che, pur avendo un impatto rilevante sulla riduzione del dolore, potrebbe non essere superiore agli esercizi concentrici o isotonici, in termini di incremento della funzione e della forza muscolare. Tuttavia, la variabilità dei protocolli e il numero limitato di studi rendono difficile trarre conclusioni definitive sui benefici specifici dell'esercizio eccentrico [81]. Lo studio di Vicenzino et al. ha coinvolto un totale di 24 pazienti distribuiti in tre gruppi di trattamento per valutare l'efficacia della tecnica di mobilizzazione con movimento rispetto ad una mobilizzazione placebo e all'approccio "wait and see" nel trattamento dell'epicondilalgia. Lo studio ha mostrato che la tecnica di mobilizzazione con movimento è efficace nel migliorare la forza di presa senza dolore con un significativo incremento durante e subito dopo l'applicazione. Durante il trattamento, la forza di presa senza dolore è aumentata del 57.58%, mentre immediatamente dopo il trattamento l'aumento è stato del 45.67%, suggerendo che l'effetto, seppur positivo, si riduce nel tempo. Per la soglia di pressione del dolore, lo studio ha riportato un incremento del 10.26% dopo l'applicazione della tecnica di trattamento. La tecnica di mobilizzazione con movimento si è dimostrata efficace nel migliorare la forza di presa senza dolore durante e immediatamente dopo la somministrazione della tecnica [82]. Cleland et al., in uno studio pilota, hanno confrontato un trattamento di fisioterapia locale che comprendeva stretching e rinforzo degli estensori del polso, mobilizzazioni articolari di gomito e polso ed educazione, con tecniche manipolative di grado III e IV dirette alla colonna cervicale e toracica in aggiunta alla fisioterapia locale. Dopo dieci trattamenti in 6 settimane e a 6 mesi di follow up, entrambi i gruppi hanno ottenuto una riduzione significativa del dolore, ma il gruppo che includeva le mobilizzazioni regionali ha mostrato effetti migliori sulla forza di presa senza dolore, sulla disabilità e sulla valutazione globale del trattamento. Ciò dimostra che l'aggiunta di tecniche di terapia manuale sui distretti cervicale e toracico, può

essere efficace nella gestione dei pazienti con LED [83]. La revisione di Karanasios et al. si proponeva di valutare l'efficacia dell'esercizio eccentrico rispetto ad altri interventi conservativi nella gestione del paziente con LED, analizzando trenta RCT condotti su 2123 pazienti affetti da LET. Dai risultati è emerso che l'inclusione di programmi di esercizi di rinforzo ha portato a risultati migliori nella riduzione del dolore e nel miglioramento della funzionalità del gomito, evidenziando la superiorità degli approcci attivi rispetto agli interventi passivi a breve termine. Confrontando, inoltre, l'esercizio terapeutico e l'approccio "*wait and see*", si sono riscontrate differenze statisticamente significative a favore dell'esercizio solo a breve termine [68]. Lo studio di Hoogvliet et al. invece, conferma l'efficacia della terapia manuale e dell'esercizio terapeutico evidenziando come le manipolazioni della colonna cervicale e toracica offrano un effetto analgesico immediato, che facilita l'esecuzione di esercizi terapeutici. [84].

6.3 Chirurgia

L'intervento di plicatura del R-LCL ha dimostrato di garantire buoni risultati clinici in soggetti con SMILE, a più di due anni di follow-up. Tuttavia, uno degli effetti avversi più comuni è la perdita di estensione post-operatoria, associata a una perdita di forza. Queste complicanze possono derivare dalla procedura chirurgica stessa oppure da una fisioterapia post-operatoria inadeguata. Anche se la perdita di movimento è considerata accettabile per alleviare il dolore e migliorare la stabilità articolare, è necessario cercare di ridurre questo rischio [69].

CAPITOLO 7

DISCUSSIONE

La gestione dei disturbi laterali di gomito (LED) richiede un approccio differenziato, che tenga conto della complessità clinica della condizione e includa anche la valutazione delle strutture articolari. Questa revisione si propone di analizzare l'efficacia dell'algoritmo LED-APP, con particolare attenzione al sottogruppo appartenente alla micro-instabilità di gomito, privo di fenomeni psicosociali. Sono stati introdotti due nuovi test: il SALT, che mostra elevata sensibilità per la sinovite ma bassa specificità, e il PEPPER, che si dimostra più preciso nel rilevamento della condropatia della testa radiale. Entrambi si integrano nell'algoritmo LED-APP per indirizzare la prognosi e le scelte terapeutiche, identificando condizioni specifiche come la SMILE. Sebbene non si possa stabilire un trattamento “gold standard” per la gestione di questa problematica, è possibile, tuttavia, fornire una guida da seguire quando ci si trova di fronte ad un paziente affetto da tale patologia. Una volta identificata la causa principale della sintomatologia, il trattamento viene adattato in modo specifico e personalizzato sia nelle modalità che nei tempi, integrando stimoli di natura neurofisiologica periferica, come la terapia manuale, l'esercizio terapeutico e la terapia cognitivo-comportamentale, per modificare i meccanismi centrali del dolore. Nella fase iniziale, è stato considerato utile l'inserimento di un fattore di protezione articolare, che consente di svolgere le attività lavorative e gli esercizi terapeutici con un'escursione articolare protetta, evitando così la componente irritativa derivante dalla massima pronazione o dalla massima supinazione che sollecita eccessivamente il legamento anulare. Questo approccio sembra migliorare la sensazione di stabilità, il controllo motorio e la forza di presa della mano a breve termine. Le ortesi specifiche per il gomito, in particolare i tutori *counterforce*, conferiscono comfort e stabilità, determinano un effetto analgesico meccanico che riduce le forze di taglio agenti a livello dell'unità muscolo-tendinea dell'articolazione radio-omerale e diminuiscono il lavoro richiesto agli stabilizzatori statici accelerando il processo di guarigione. In letteratura, sono state riscontrate prove di moderata qualità sul miglioramento della percezione del dolore e della forza di presa senza dolore della mano da parte di questi dispositivi. Tuttavia, essi non possono essere utilizzati come strategia esclusiva, ma inseriti all'interno di un programma terapeutico specifico, costituito da educazione al carico, strategie di riduzione del dolore ed esercizio progressivo. Un aspetto importante emerso dalla ricerca condotta da Barati et al. riguarda i tutori *counterforce* che hanno significativamente migliorato la funzionalità e il controllo sensomotorio nei pazienti affetti da LED [71]. A breve termine, può essere raccomandato anche l'utilizzo di un bendaggio di supporto o del kinesioteape. La revisione sistematica di George et al. conclude che il bendaggio rigido “*diamond deloading*” può

migliorare immediatamente il dolore e la forza, mentre gli effetti del Kinesiotape sul dolore e sulla funzione a breve termine non sono chiari [56]. L'educazione del paziente con SMILE, nelle fasi iniziali, è fondamentale per la prosecuzione del programma riabilitativo; pertanto, data la natura della patologia si può consigliare al paziente di eseguire le attività limitando il movimento in varo del gomito, aumentando la flessione del gomito per ampliare l'intimità tra le strutture ossee, riducendo l'abduzione di spalla e la pronazione dell'avambraccio, al fine di limitare tensioni eccessive sulle strutture laterali. L'esercizio terapeutico è ampiamente documentato in letteratura e ha il fine di favorire il rimodellamento del tessuto tendineo e conferire stabilità all'articolazione mediante l'uso di contrazioni dapprima isometriche, poi concentriche ed eccentriche, con resistenza progressivamente crescente, dei muscoli estensori del polso e degli stabilizzatori della scapola. Recentemente, è stata posta maggiore attenzione sull'utilizzo degli esercizi eccentrici per la gestione dei LED che si sono dimostrati utili nel ridurre il dolore e migliorare la forza di presa, soprattutto se inclusi in un approccio terapeutico multimodale. Tuttavia, una revisione sistematica recente ha concluso che al momento non ci sono prove sufficienti per supportare soltanto l'uso di esercizi eccentrici rispetto a quelli isotonici. Inoltre, è stato dimostrato che una moderata intensità di dolore durante gli esercizi può promuovere adattamenti metabolici benefici, mentre un dolore eccessivo può ridurre l'aderenza terapeutica del paziente al programma, soprattutto se non supervisionato [81]. La restrizione del flusso sanguigno (BFR) è una strategia recente che consente a pazienti con instabilità di gomito di svolgere esercizi a basso carico, stimolando comunque adattamenti muscolari paragonabili agli esercizi ad alta intensità, senza sovraccaricare l'articolazione. Anche in questo caso è importante evitare movimenti di massima pronazione e supinazione, che aumentano l'instabilità. Gli interventi di terapia manuale includono tecniche articolari, come la mobilizzazione con movimento di Mulligan (MWM), la manipolazione di Mill o le tecniche locali o regionali. Vengono utilizzate anche tecniche miofasciali come la frizione profonda della fisioterapia di Cyriax. La mobilizzazione con movimento di Mulligan, ha evidenziato miglioramenti significativi nel breve termine rispetto al placebo, ai gruppi di controllo o ad altre modalità di intervento, nel miglioramento della forza di presa senza dolore e della soglia di dolore da pressione. La manipolazione di Mill mira alla rottura di aderenze che coinvolgono la struttura miotendinea epicondilare e sebbene questa tecnica offra effetti analgesici moderati, non comporta miglioramenti duraturi nella funzionalità. È possibile comprendere come questa tecnica sia controindicata nei casi in cui l'estensione passiva del gomito risulti limitata, in quanto potrebbe indurre un trauma articolare che peggiorerebbe il quadro clinico. Studi limitati indicano che le manipolazioni periferiche, così come le tecniche di scivolamento cervicale o cervicotoracico, possono offrire effetti analgesici immediati, come osservato da Cleland et al., sebbene l'efficacia a lungo termine non sia confermata [83]. Perciò, si può affermare che le tecniche articolari di manipolazione

periferica possono generare, in ipoalgesia transitoria indotta, una finestra terapeutica che consente al paziente di approcciare all'esercizio terapeutico funzionale, in assenza o con poco dolore. Il trattamento chirurgico precoce è preso in considerazione esclusivamente nei casi di malattia recalcitrante, con un elevato rischio di prognosi sfavorevole. In sintesi, le prove presenti in letteratura che riguardano le terapie conservative che caratterizzano l'algoritmo LED-APP per la gestione dei pazienti con LED a prevalenza artropatica, risultano modeste, poichè non esistono studi specifici che indagano il sottogruppo delle instabilità di gomito.

7.1 Limiti della revisione

Questa revisione rappresenta un valido approccio per illustrare in modo esaustivo l'algoritmo LED-APP, ma evidenzia alcuni limiti. Innanzitutto, essendo una tesi di laurea, la selezione ed estrazione dei risultati degli studi è stata condotta da un solo studente; uno studio realizzato da un team di ricerca, invece, risulterebbe più affidabile ed esaustivo, in quanto consentirebbe di esaminare un maggior numero di articoli e ridurre il rischio di potenziali bias. Un limite significativo riguarda i test SALT e PEPPER, la cui sensibilità, specificità e accuratezza sono state valutate su un campione molto ridotto. Sebbene ciò rappresenti una criticità, questi test offrono comunque una prima indicazione operativa. Un ulteriore limite è dato dalla valutazione clinica degli studi e delle revisioni sistematiche incluse, in quanto i criteri di inclusione erano eterogenei e non sono stati esaminati i sottogruppi della patologia; di conseguenza, la condizione è stata considerata esclusivamente come una sofferenza tendinea, senza delineare un piano terapeutico specifico che tenga conto delle peculiarità di ciascuna manifestazione. La certezza dell'efficacia degli interventi fisioterapici per la patologia SMILE non è ancora completamente dimostrata: le evidenze sulle terapie riabilitative proposte sono limitate e la variabilità della patologia incide sull'accuratezza dei risultati di questa revisione. Saranno quindi necessari ulteriori studi di alta qualità che includano tutti i sottogruppi di pazienti con LED, basandosi sulle attuali evidenze per validare l'algoritmo.

CONCLUSIONI

Definire la condizione come "epicondilitis" o ridurla esclusivamente a una tendinopatia dovuta a uso meccanico eccessivo non è utile per spiegare l'intero quadro clinico. Affrontare il dolore laterale di gomito (LEP) richiede una visione globale, che includa non solo la sofferenza tendinea, ma anche le strutture articolari, i cambiamenti nei meccanismi di modulazione del dolore, la sensibilizzazione centrale e i fattori psicosociali, in particolare nei soggetti con dolore persistente da oltre tre mesi. Questi ultimi, infatti, rappresentano un elemento centrale nel percorso terapeutico e influenzano le scelte operative e la gestione temporale del trattamento. È quindi fondamentale valutare il profilo psicosociale dei pazienti con dolore laterale persistente al gomito tramite strumenti adeguati, come le scale DASH e PRTEE. Difficilmente, questa condizione può essere attribuita a un'unica struttura anatomica; il dolore può derivare infatti, da componenti intra-articolari, extra-articolari o sistemiche e identificare correttamente il problema primario, migliora la prognosi e la risposta al trattamento, riducendo il rischio di sviluppare fattori psicosociali che potrebbero limitarne l'efficacia. Al contrario, una terapia focalizzata solo sul tendine rischia di essere inefficace e di prolungare i tempi di trattamento, aumentando così la possibilità di influenze psicosociali negative. L'obiettivo primario è integrare il modello biopsicosociale con quello biomedico, così da favorire un approccio terapeutico appropriato. Nonostante i progressi nella gestione di questa condizione, sono necessarie ulteriori evidenze per sostenere con più solidità l'uso delle ortesi, dell'esercizio terapeutico, della terapia manuale e del trattamento chirurgico precoce che dovrebbe essere preso in considerazione solo nei casi di patologia recalcitrante, con aumentato rischio di prognosi sfavorevole. Fino a quando non saranno disponibili dati più concreti, si raccomanda ai professionisti di affidarsi a una valutazione clinica accurata e alle migliori evidenze scientifiche attualmente disponibili, come discusso in questo elaborato.

BIBLIOGRAFIA

1. Di Filippo L, Vincenzi S, Pennella D, Maselli F. Treatment, Diagnostic Criteria and Variability of Terminology for Lateral Elbow Pain: Findings from an Overview of Systematic Reviews. *Healthcare (Basel)*. 2022 Jun 14;10(6):1095
2. Di Filippo L., Pennella D., Maselli F., & Arrigoni P. Research proposal of a new clinic model for the interpretation of Lateral Elbow Pain: is it time to change? In *Muscle Ligaments and Tendons Journal*, 2020, Vol. 10, Issue 01, p. 57
3. Neumann DA, Arnaboldi F, Cornaghi LB, Donetti E, Grosz CM, Kiefer C, et al. *Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico: fondamenti per la riabilitazione*. Edizione italiana sulla 3. in lingua inglese. Padova: Piccin; 2019.
4. McKinley MP, O'Loughlin VD, Pennefather-O'Brien EE. *Anatomia umana*. 2 ed. italiana sulla 5. ed. in lingua inglese. Padova: Piccin; 2019
5. Islam, S. U., Glover, A., MacFarlane, R. J., Mehta, N., & Waseem, M. (2020). The Anatomy and Biomechanics of the Elbow. In *The Open Orthopaedics Journal* (Vol. 14, Issue 1, pp. 95–99). Bentham Science Publishers Ltd
6. Sardelli M, Tashjian RZ, MacWilliams BA. Functional elbow range of motion for contemporary tasks. *J Bone Joint Surg Am*. 2011 Mar 2;93(5):471-7
7. Folco G, Messina C, Gitto S, Fusco S, Serpi F, Zagarella A, Gallazzi MB, Arrigoni P, Aliprandi A, Porta M, Vitali P, Sconfienza LM, Albano D. CT Arthrography of the Elbow: What Radiologists Should Know. *Tomography*. 2024 Mar 11;10(3):415-427
8. Arrigoni P, Fossati C, Zottarelli L, Brady PC, Cabitza P, Randelli P. 70° frontal visualization of lateral compartment of the elbow allows extensor carpi radialis brevis tendon release with preservation of the radial lateral collateral ligament. *Arthroscopy*. 2014 Jan;30(1):29-35
9. Koukos C, Kotsapas M, Sidiropoulos K, Traverso A, Bilsel K, Montoya F, Arrigoni P. A Novel Surgical Treatment Management Algorithm for Elbow Posterolateral Rotatory Instability (PLRI) Based on the Common Extensor Origin Integrity. *J Clin Med*. 2024 Apr 20;13(8):2411
10. Safran MR, Baillargeon D. Soft-tissue stabilizers of the elbow. *J Shoulder Elbow Surg*. 2005 Jan-Feb;14(1 Suppl S):179S-185S
11. Morrey, B.F. and Sanchez-Sotelo, J. *The elbow and its disorders*. Philadelphia, PA: Saunders/Elsevier. 2009
12. Wilps T, Kaufmann RA, Yamakawa S, Fowler JR. Elbow Biomechanics: Bony and Dynamic Stabilizers. *J Hand Surg Am*. 2020 Jun;45(6):528-535

13. Alcid JG, Ahmad CS, Lee TQ. Elbow anatomy and structural biomechanics. *Clin Sports Med.* 2004 Oct;23(4):503-17
14. Laumonerie P, Tiercelin J, Tibbo ME, Robert S, Sophie V, Bertagnoli C, Bonneville N, Chaynes P, Mansat P. Sensory innervation of the human elbow joint and surgical considerations. *Clin Anat.* 2020 Oct;33(7):1062-1068
15. Bordachar D. Lateral epicondylalgia: A primary nervous system disorder. *Med Hypotheses.* 2019 Feb;123:101-109
16. Arrigoni P, Cucchi D, D'Ambrosi R, Butt U, Safran MR, Denard P, Randelli P. Intra-articular findings in symptomatic minor instability of the lateral elbow (SMILE). *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017 Jul;25(7):2255-2263
17. Millar NL, Silbernagel KG, Thorborg K, Kirwan PD, Galatz LM, Abrams GD, Murrell GAC, McInnes IB, Rodeo SA. Tendinopathy. *Nat Rev Dis Primers.* 2021 Jan 7;7(1):1. Erratum in: *Nat Rev Dis Primers.* 2021 Feb 3;7(1):10
18. Lucado AM, Day JM, Vincent JJ, MacDermid JC, Fedorczyk J, Grewal R, Martin RL. Lateral Elbow Pain and Muscle Function Impairments. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2022 Dec;52(12)
19. Angelini A, Varela-Osorio AF, Trovarelli G, Berizzi A, Zanotti G, Ruggieri P. Osteoblastoma of the elbow: analysis of 13 patients and literature review. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2017 Aug;27(6):787-795
20. P MJ, Kandathil JC, Jalal MJA, Manuel E, Theruvil B. Osteoid osteoma masquerading monoarthritis of the elbow. *Clin Rheumatol.* 2022 Jan;41(1):313-314
21. Van Bergen CJ, van den Ende KI, Ten Brinke B, Eygendaal D. Osteochondritis dissecans of the capitellum in adolescents. *World J Orthop.* 2016 Feb 18;7(2):102-8
22. Kijowski R, De Smet AA. Radiography of the elbow for evaluation of patients with osteochondritis dissecans of the capitellum. *Skeletal Radiol.* 2005 May;34(5):266-71
23. Pill SG, Ganley TJ, Flynn JM, Gregg JR. Osteochondritis dissecans of the capitellum: Arthroscopic-assisted treatment of large, full-thickness defects in young patients. *Arthroscopy.* 2003 Feb;19(2):222-5
24. Jones, Kristofer J. MD; Wiesel, Brent B. MD; Sankar, Wudbhav N. MD; Ganley, Theodore J. MD. Arthroscopic Management of Osteochondritis Dissecans of the Capitellum: Mid-term Results in Adolescent Athletes. *Journal of Pediatric Orthopaedics* 30(1):p 8-13, January 2010
25. Konarski, W.; Poboży, T.; Konarska, K.; Derczyński, M.; Kotela, I. Understanding Osteochondritis Dissecans: A Narrative Review of the Disease Commonly Affecting Children and Adolescents. *Children* 2024, 11, 498

26. Fasulo SM, Kraeutler MJ, Scillia AJ. Editorial Commentary: For Surgical Treatment of Elbow Lateral Epicondylitis, Arthroscopic Treatment Is Recommended for Surgeons With Elbow Arthroscopy Training. *Arthroscopy*. 2023 Feb;39(2):253-255
27. Kahlenberg CA, Knesek M, Terry MA. New Developments in the Use of Biologics and Other Modalities in the Management of Lateral Epicondylitis. *Biomed Res Int*. 2015;2015:439309
28. Ma KL, Wang HQ. Management of Lateral Epicondylitis: A Narrative Literature Review. *Pain Res Manag*. 2020 May 5;2020:6965381
29. Kim GM, Yoo SJ, Choi S, Park YG. Current Trends for Treating Lateral Epicondylitis. *Clin Shoulder Elb*. 2019 Dec 1;22(4):227-234
30. Moradi A, Ebrahimzadeh MH, Jupiter JB. Radial Tunnel Syndrome, Diagnostic and Treatment Dilemma. *Arch Bone Jt Surg*. 2015 Jul;3(3):156-62
31. Clavert P, Lutz JC, Adam P, Wolfram-Gabel R, Liverneaux P, Kahn JL. Frohse's arcade is not the exclusive compression site of the radial nerve in its tunnel. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2009 Apr;95(2):114-8
32. Lee JT, Azari K, Jones NF. Long term results of radial tunnel release--the effect of co-existing tennis elbow, multiple compression syndromes and workers' compensation. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2008 Sep;61(9):1095-9
33. Marinelli A, Guerra E, Rotini R. Elbow instability: Are we able to classify it? Review of the literature and proposal of an all-inclusive classification system. *Musculoskelet Surg*. 2016 Dec;100(Suppl 1):61-71
34. Arrigoni P, D'Ambrosi R, Nicoletti S, Randelli P. Arthroscopic Reinsertion of Lateral Collateral Ligament, Anterior Capsular Plication, and Coronoid Tunneling Technique for Chronic Elbow Posterolateral Rotatory Instability. *Arthrosc Tech*. 2016 May 9;5(3):e471-5
35. Amarasooriya M, Phadnis J. Arthroscopic Diagnosis of Posterolateral Rotatory Instability of the Elbow. *Arthrosc Tech*. 2020 Nov 25;9(12):e1951-e1956
36. Fedorka CJ, Oh LS. Posterolateral rotatory instability of the elbow. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2016 Jun;9(2):240-6
37. Conti Mica M, Caekebeke P, van Riet R. Lateral collateral ligament injuries of the elbow - chronic posterolateral rotatory instability (PLRI). *EFORT Open Rev*. 2017 Mar 13;1(12):461-468
38. Rajeev A, Pooley J. Arthroscopic resection of humeroradial synovial plica for persistent lateral elbow pain. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2015 Apr;23(1):11-4
39. Lubiawski P, Walecka J, Dzianach M, Stefaniak J, Romanowski L. Synovial plica of the elbow and its clinical relevance. *EFORT Open Rev*. 2020 Sep 30;5(9):549-557

40. Lee HI, Koh KH, Kim JP, Jaegal M, Kim Y, Park MJ. Prominent synovial plicae in radiocapitellar joints as a potential cause of lateral elbow pain: clinico-radiologic correlation. *J Shoulder Elbow Surg.* 2018 Aug;27(8):1349-1356
41. Arrigoni P, Cucchi D, Menon A, Randelli P. It's time to change perspective! New diagnostic tools for lateral elbow pain. *Musculoskelet Surg.* 2017 Dec;101(Suppl 2):175-179
42. Jeon IH, Liu H, Nanda A, Kim H, Kim DM, Park D, Shin MJ, Koh KH, Kholinne E. Systematic Review of the Surgical Outcomes of Elbow Plicae. *Orthop J Sports Med.* 2020 Oct 30;8(10):2325967120955162
43. Groves C, Chandramohan M, Chew NS, Aslam T, Helliwell PS. Clinical Examination, Ultrasound and MRI Imaging of The Painful Elbow in Psoriatic Arthritis and Rheumatoid Arthritis: Which is Better, Ultrasound or MR, for Imaging Enthesitis? *Rheumatol Ther.* 2017 Jun;4(1):71-84
44. Oakley SP, Portek I, Szomor Z, Appleyard RC, Ghosh P, Kirkham BW, Murrell GA, Lassere MN. Arthroscopic estimation of the extent of chondropathy. *Osteoarthritis Cartilage.* 2007 May;15(5):506-15
45. Horiuchi K, Momohara S, Tomatsu T, Inoue K, Toyama Y. Arthroscopic synovectomy of the elbow in rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg Am.* 2002 Mar;84(3):342-7
46. Morrey M, Dutta A, Whitney I, Morrey B. Interposition arthroplasty: Current indications, technique and expectations. *J Clin Orthop Trauma.* 2021 May 19;19:175-182
47. Clasper JC, Carr AJ. Arthroscopy of the elbow for loose bodies. *Ann R Coll Surg Engl.* 2001 Jan;83(1):34-6
48. Bjerre JJ, Johannsen FE, Rathcke M, Krogsgaard MR. Snapping elbow-A guide to diagnosis and treatment. *World J Orthop.* 2018 Apr 18;9(4):65-71
49. Kane SF, Lynch JH, Taylor JC. Evaluation of elbow pain in adults. *Am Fam Physician.* 2014 Apr 15;89(8):649-57
50. O'Driscoll SW, Blonna D. Osteocapsular Arthroplasty of the Elbow: Surgical Technique. *JBJS Essent Surg Tech.* 2013 Aug 14;3(3):e15
51. Arrigoni P, Ribolzi RR, Vismara V, Cassin S, Beltrame G, Nyarambi T, Zaolino C, Luceri F, Randelli PS. Proximal radioulnar joint, but not posterolateral, instability in patients with symptomatic minor instability of the lateral elbow. *J Shoulder Elbow Surg.* 2024 Oct;33(10):2264-2270
52. Bisset L, Beller E, Jull G, Brooks P, Darnell R, Vicenzino B. Mobilisation with movement and exercise, corticosteroid injection, or wait and see for tennis elbow: randomised trial. *BMJ.* 2006 Nov 4;333(7575):939

53. Bateman M, Saunders B, Littlewood C, Hill JC. Development of an optimised physiotherapist-led treatment protocol for lateral elbow tendinopathy: a consensus study using an online nominal group technique. *BMJ Open*. 2021 Dec 23;11(12):e053841
54. Coombes BK, Bisset L, Vicenzino B. Management of Lateral Elbow Tendinopathy: One Size Does Not Fit All. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2015 Nov;45(11):938-49
55. Vicenzino B, Brooksbank J, Minto J, Offord S, Paungmali A. Initial effects of elbow taping on pain-free grip strength and pressure pain threshold. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2003 Jul;33(7):400-7
56. George CE, Heales LJ, Stantongira R, Wintour SA, Kean CO. Sticking to the facts: A systematic review of the effects of therapeutic tape in lateral epicondylalgia. *Phys Ther Sport*. 2019 Nov;40:117-127
57. Hill CE, Heales LJ, Stanton R, Kean CO. Effects of multidirectional elastic tape on pain and function in individuals with lateral elbow tendinopathy: A randomised crossover trial. *Clin Rehabil*. 2023 Aug;37(8):1041-1051
58. Giray E, Karali-Bingul D, Akyuz G. The Effectiveness of Kinesiotaping, Sham Taping or Exercises Only in Lateral Epicondylitis Treatment: A Randomized Controlled Study. *PM R*. 2019 Jul;11(7):681-693
59. Lucado AM, Dale RB, Vincent J, Day JM. Do joint mobilizations assist in the recovery of lateral elbow tendinopathy? A systematic review and meta-analysis. *J Hand Ther*. 2019 Apr-Jun;32(2):262-276
60. Vicenzino B. Lateral epicondylalgia: a musculoskeletal physiotherapy perspective. *Man Ther*. 2003 May;8(2):66-79
61. Abbott JH, Patla CE, Jensen RH. The initial effects of an elbow mobilization with movement technique on grip strength in subjects with lateral epicondylalgia. *Man Ther*. 2001 Aug;6(3):163-9
62. Stecco A, Stern R, Fantoni I, De Caro R, Stecco C. Fascial Disorders: Implications for Treatment. *PM R*. 2016 Feb;8(2):161-8
63. Viswas R, Ramachandran R, Korde Anantkumar P. Comparison of effectiveness of supervised exercise program and Cyriax physiotherapy in patients with tennis elbow (lateral epicondylitis): a randomized clinical trial. *ScientificWorldJournal*. 2012;2012:939645
64. Day JM, Lucado AM, Uhl TL. A comprehensive rehabilitation program for treating lateral elbow tendinopathy. *Int J Sports Phys Ther*. 2019 Sep;14(5):818-829
65. Sporrang H, Palmerud G, Herberts P. Hand grip increases shoulder muscle activity, An EMG analysis with static hand contractions in 9 subjects. *Acta Orthop Scand*. 1996 Oct;67(5):485-90

66. Wortman RJ, Brown SM, Savage-Elliott I, Finley ZJ, Mulcahey MK. Blood Flow Restriction Training for Athletes: A Systematic Review. *Am J Sports Med.* 2021 Jun;49(7):1938-1944
67. Lorenz DS, Bailey L, Wilk KE, Mangine RE, Head P, Grindstaff TL, Morrison S. Blood Flow Restriction Training. *J Athl Train.* 2021 Sep 1;56(9):937-944
68. Karanasios S, Korakakis V, Whiteley R, Vasilogiorgis I, Woodbridge S, Giotfos G. Exercise interventions in lateral elbow tendinopathy have better outcomes than passive interventions, but the effects are small: a systematic review and meta-analysis of 2123 subjects in 30 trials. *Br J Sports Med.* 2021 May;55(9):477-485
69. Arrigoni P, Cucchi D, D'Ambrosi R, Menon A, Aliprandi A, Randelli P. Arthroscopic R-LCL plication for symptomatic minor instability of the lateral elbow (SMILE). *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017 Jul;25(7):2264-2270
70. Songur K, Demir ZD, Baysan C, Dilek B. Clinical and Ultrasonographic Effectiveness of Two Different Splints Used for the Treatment of Lateral Epicondylitis: A Prospective Randomized Controlled Study. *Arch Phys Med Rehabil.* 2024 Apr;105(4):655-663
71. Barati H, Zarezadeh A, MacDermid JC, Sadeghi-Demneh E. The immediate sensorimotor effects of elbow orthoses in patients with lateral elbow tendinopathy: a prospective crossover study. *J Shoulder Elbow Surg.* 2019 Jan;28(1):e10-e17
72. Zhong Y, Zheng C, Zheng J, Xu S. Kinesio tape reduces pain in patients with lateral epicondylitis: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Surg.* 2020 Apr;76:190-199
73. Eraslan L, Yuce D, Erbilici A, Baltaci G. Does Kinesiotaping improve pain and functionality in patients with newly diagnosed lateral epicondylitis? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018 Mar;26(3):938-945
74. Çelik Ö, Şencan S. Bracing or kinesio taping in the management of lateral elbow tendinopathy: A prospective, randomized single-blinded trial. *J Bodyw Mov Ther.* 2023 Oct;36:235-243
75. Zunke P, Auffarth A, Hitzl W, Moursy M. The effect of manual therapy to the thoracic spine on pain-free grip and sympathetic activity in patients with lateral epicondylalgia humeri. A randomized, sample sized planned, placebo-controlled, patient-blinded monocentric trial. *BMC Musculoskelet Disord.* 2020 Mar 24;21(1):186
76. Struijs PA, Damen PJ, Bakker EW, Blankevoort L, Assendelft WJ, van Dijk CN. Manipulation of the wrist for management of lateral epicondylitis: a randomized pilot study. *Phys Ther.* 2003 Jul;83(7):608-16

77. Mostafae N, Divandari A, Negahban H, Kachooei AR, Moradi A, Ebrahimzadeh MH, Tabesh H, Daghighi M. Shoulder and scapula muscle training plus conventional physiotherapy versus conventional physiotherapy only: a randomized controlled trial of patients with lateral elbow tendinopathy. *Physiother Theory Pract.* 2022 Sep;38(9):1153-1164
78. Karanasios S, Korakakis V, Moutzouri M, Xergia SA, Tsepis E, Gioftos G. Low-Load Resistance Training With Blood Flow Restriction Is Effective for Managing Lateral Elbow Tendinopathy: A Randomized, Sham-Controlled Trial. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2022 Dec;52(12):803-825
79. Vuvan V, Vicenzino B, Mellor R, Heales LJ, Coombes BK. Unsupervised Isometric Exercise versus Wait-and-See for Lateral Elbow Tendinopathy. *Med Sci Sports Exerc.* 2020 Feb;52(2):287-295
80. Chen Z, Baker NA. Effectiveness of eccentric strengthening in the treatment of lateral elbow tendinopathy: A systematic review with meta-analysis. *J Hand Ther.* 2021 Jan-Mar;34(1):18-28
81. Yoon SY, Kim YW, Shin IS, Kang S, Moon HI, Lee SC. The Beneficial Effects of Eccentric Exercise in the Management of Lateral Elbow Tendinopathy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med.* 2021 Sep 1;10(17):3968
82. Vicenzino B, Paungmali A, Buratowski S, Wright A. Specific manipulative therapy treatment for chronic lateral epicondylalgia produces uniquely characteristic hypoalgesia. *Man Ther.* 2001 Nov;6(4):205-12
83. Cleland, J. A., Flynn, T. W., & Palmer, J. A. Incorporation of Manual Therapy Directed at the Cervicothoracic Spine in Patients with Lateral Epicondylalgia: A Pilot Clinical Trial. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 2005 13(3), 143–151
84. Hoogvliet P, Randsdorp MS, Dingemans R, Koes BW, Huisstede BM. Does effectiveness of exercise therapy and mobilisation techniques offer guidance for the treatment of lateral and medial epicondylitis? A systematic review. *Br J Sports Med.* 2013 Nov;47(17):1112-9