



**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI GENOVA**  
**FACOLTA' DI MEDICINA E CHIRURGIA**  
**SEDE DI SAVONA**



**MASTER IN RIABILITAZIONE DEI DISORDINI  
MUSCOLOSCHIELETRICI IX° ED.**

**TESI DI MASTER**

**ANATOMIA FUNZIONALE E BIOMECCANICA  
DELL'ARTICOLAZIONE TRAPEZIOMETACARPALE:  
Revisione della Letteratura**

*Relatrice*

*Dott.<sup>ssa</sup> Ft. OMT Arianna Angaramo*

*Candidato*

*Ft. Alberto Tondi*

**ANNO ACCADEMICO 2011/2012**

# Indice

<i>ABSTRACT</i>	2
<i>1. INTRODUZIONE</i>	5
1.1 <i>obiettivi dello studio</i>	6
<i>2. MATERIALI E METODI</i>	7
2.1 <i>Strategia di ricerca per l'identificazione degli studi</i>	7
2.2 <i>Stringa di ricerca</i>	8
2.3 <i>Criteri di eleggibilità</i>	8
<i>3. RISULTATI</i>	9
3.1 <i>Selezione degli studi</i>	9
3.2 <i>Flow Diagram</i>	10
3.2 <i>Tabelle sinottiche</i>	11
<i>4. EVOLUZIONE DELLA MANO E DEL POLLICE</i>	24
<i>5. ARTICOLAZIONE TRAPEZIO METACARPALE</i>	26
5.1 <i>Superfici articolari</i>	26
5.2 <i>Legamenti trapezio metacarpale</i>	28
5.2.1 <i>Complesso legamentoso dorsale</i>	30
5.2.2 <i>Legamenti volari</i>	31
5.2.3 <i>Legamenti ulnari</i>	33
5.3 <i>Muscoli</i>	36
5.3.1 <i>Muscoli intrinseci</i>	38
5.3.2 <i>Muscoli estrinseci</i>	42
5.4 <i>Innervazione</i>	51
5.5 <i>Stabilità articolare</i>	55
5.6 <i>Movimenti nello spazio e movimenti accessori</i>	56
<i>6 SUBLUSSAZIONE ARTICOLAZIONE TRAPEZIO METACARPALE</i>	62
<i>7 RIZOARTROSI</i>	64
7.1 <i>Patogenesi della rizoartrosi</i>	64
7.2 <i>sintomatologia</i>	67
7.3 <i>Rizoartrosi: fattori di rischio per i terapisti manuali</i>	69
<i>8 .DISCUSSIONE</i>	72
<i>9. CONCLUSIONI</i>	74
<i>10. BIBLIOGRAFIA</i>	79
<i>11. ALLEGATI</i>	83

## **ABSTRACT:**

### *Introduzione:*

L'evoluzione dell'uomo è stata accompagnata se non addirittura anticipata dall'evoluzione e dalla differenziazione del pollice, che è considerato a tutti gli effetti uno degli adattamenti più importanti nella storia dei primati. Questo dito, che lentamente si è accorciato, grazie alla particolare conformazione a sella della sua articolazione trapezio metacarpale (TMC), ha potuto assumere una posizione che lo ha favorito nell'adempimento delle svariate richieste funzionali a cui è continuamente sottoposto, richieste che la maggior parte delle volte gli impongono l'opposizione alle altre dita. L'articolazione trapezio metacarpale, per evolversi e permettere prese di forza ma anche di precisione, ha dovuto sacrificare sull'altare della mobilità la stabilità, che è invece propria delle articolazioni delle altre dita. Stabilità e mobilità, rappresentano quindi da sempre, la paradossale richiesta che quotidianamente è rivolta a questa piccola ma indispensabile articolazione.

### *Obiettivi dello studio:*

Obiettivo di quest'elaborato è la descrizione anatomica e cinematica dell'articolazione trapezio metacarpale, delle strutture coinvolte durante i suoi movimenti, ponendo attenzione anche ai fattori di rischio per le possibili patologie o traumatismi che la possono interessare, questo a causa delle importanti sollecitazioni a cui è sottoposta durante le attività di tutti i giorni.

### *Materiali e metodi*

#### *Strategia di ricerca:*

La ricerca è stata fatta utilizzando i database messi a disposizione dall'Azienda Provinciale per i Servizi Sanitari della provincia autonoma di Trento CINAHL Plus® with Full Text - MEDLINE with Full Text - Health Business Elite - Psychology & Behavioral Sciences Collection - The E-Journals - Banca dati Pubmed integrata da link resolver Linksource Ebsco mediante l'utilizzo di EBSCO (catalogo virtuale che ospita tutte le risorse elettroniche della biblioteca, inclusi gli e-journal, le banche dati in full text, pacchetti ed e-book), e Pedro. La ricerca si è orientata su Studi Randomizzati Controllati, Systematic Review, e Systematic research, si è deciso di non utilizzare articoli troppo datati, quindi inizialmente sono stati selezionati gli articoli pubblicati dal gennaio

2002 fino al 2012 (limite successivamente allargato al 2013) in lingua Inglese e con full text disponibile.

**Parole chiave:**

Le parole chiave utilizzate sono state: *Trapeziometacarpal joint, Thumb, Carpometacarpal joint physiology, Thumb joint anatomy histology, Humans joint, Thumbs ligamentd articular physiology, Thumb rotation, Thumbs physiology, Functional anatomy of the hand, Manual therapy, Manual therapyst, Thumb muscle, Thumbs movements, Joint mechanics, biomechanics, Anatomy- finger joint physiology, Articular rotation, Thumb tendons/ ligaments/ histology, Functional anatomy-muscle*, combinate con l'operatore booleano OR.

### *Risultati*

Gli articoli che hanno soddisfatto le richieste sopraelencate sono risultati venti, dopo una ulteriore valutazione sono stati inclusi altri due articoli uno in Francese ed uno risalente all'anno 2000, in quanto ritenuti comunque idonei ad apportare un ulteriore contributo a questo elaborato, si è così arrivati ad un totale di ventidue articoli. Otto Review un Case Control e tredici Systematic research (fra questi nove sono articoli con metanalisi)

### *Discussione*

Gli articoli presi in esame, si mostrano concordi nel sovvertire quella convinzione, che per diversi decenni, ha portato a considerare il legamento anteriore obliquo come il principale stabilizzatore dell'articolazione TMC, evidenziando come sia invece il DRL a compiere questa funzione. Per quanto riguarda la funzione muscolare, non solo l'attività dei muscoli è stata indicata come stabilizzatrice dinamica dell'articolazione, ma è emerso anche come la sua integrità, permetta la perfetta coordinazione interarticolare indispensabile per un'efficiente risposta alle richieste funzionali durante le ADL. Un altro elemento indispensabile per la stabilità articolare è apparso essere la "*Screw home torque rotation*" che nella fase finale d'opposizione garantisce una stabilità ottimale, questo a causa dell'incongruenza articolare della TMC, non è invece possibile nella posizione neutra o di riposo del pollice..

Dall'esame degli articoli, non vi è omogeneità nell'attribuire ad un unico fattore di rischio, la *leadership* nella genesi delle patologie a carico di quest'articolazione, ed in particolare alla

rizoartrosi. Instabilità, fattori ormonali, squilibri muscolari, problemi alle articolazioni IF MCF TMC, dimensioni delle superfici articolari ridotte, sono quindi tutti considerati a vario titolo, come fattori contribuenti alla genesi della patologia. Non ultimo lo scorretto utilizzo del pollice durante le ADL e durante le attività lavorative, soprattutto quelle che richiedono un particolare uso del pollice, sia per l'intensità di forza richiesta sia per la ripetitività dei gesti per tempi prolungati. È emerso come i terapeuti manuali, siano soggetti con una discreta frequenza a dolore alla base del pollice, che nei casi più gravi, quando non regredisce può portare a cambiare la tipologia di trattamento e/o al cambio di mansione.

### *Conclusioni*

Si ritiene che l'approfondita conoscenza dell'anatomia, della biomeccanica e dei movimenti nello spazio, necessari ad assolvere le infinite richieste funzionali cui la TMC deve quotidianamente far fronte, la messa punto e l'utilizzo di modelli cinematici per la valutazione del movimento del pollice che abbiano buona riproducibilità, così come la corretta conoscenza della direzione e dell'entità delle forze che si scaricano su quest'articolazione, forze che tendono a destabilizzarla durante l'adempimento delle richieste funzionali, abbiano una grande importanza per i terapeuti che si trovano ad affrontare i problemi e le patologie che la riguardano.

Solo la comprensione di tutto questo, può favorire l'utilizzo di principi d'ergonomia, in grado di prevenire il rischio d'infortuni o di patologie durante le attività della vita quotidiana e lavorativa, la rilevazione degli *impairment* in pazienti affetti da patologie della TMC vs soggetti sani, la corretta misurazione degli *outcome* in pazienti sottoposti ad interventi chirurgici e, ultimo in elenco ma non certo per importanza, una adeguata valutazione per un corretto trattamento fisioterapico rivolto a tutti quei pazienti, che in seguito a patologia, hanno visto la qualità della loro vita impoverita, a causa del dolore o dell'impossibilità di utilizzare la mano al massimo delle sue potenzialità, in quanto, depauperata della possibilità di avere il pollice in grado di effettuare flessione estensioni, adduzioni, abduzioni e di opporsi alle altre dita. Di avere quindi a disposizione la mano evoluta del primate.

# 1. INTRODUZIONE

L'evoluzione dell'uomo è stata accompagnata se non addirittura anticipata dall'evoluzione della mano e dalla differenziazione del suo primo dito, che è considerato a tutti gli effetti uno degli adattamenti più importanti nella storia dei primati.

L'uomo acquisisce una concezione del mondo esterno attraverso la mano, che funziona come un'estensione del nostro cervello, la risposta, il contatto, insieme a vista udito tatto olfatto e gusto, del cervello stesso al mondo esterno.

Tratto distintivo e caratteristico della mano umana è sicuramente il pollice, a cui se n'aggiunge un altro, che è rappresentato dalla presenza di quella caratteristica “*palla*” posizionata sul lato volare della mano formata dai muscoli tenari, senza i quali le enormi potenzialità dell'articolazione posta alla base del pollice non potrebbero avere espressione.

Il pollice, a differenza delle dita lunghe, nel corso dell'evoluzione si è accorciato, arrivando ad essere costituito da due sole falangi: falange prossimale e falange distale ma, rispetto alle altre dita lunghe, ha anche dovuto evolversi la conformazione articolare a livello carpometacarpale, *conditio sine qua non* per poter arrivare ad essere opponibile alle altre dita rimaste lunghe. Sin dall'antichità il pollice opponibile ha destato meraviglia ed interesse, il padre della medicina Ippocrate (460 ac-370 ac) chiamò il pollice “*anti mano*”, per la sua capacità di opporsi alle altre dita. Lo stesso Aristotele (384 ac 322 ac) sosteneva che la mano, con la ragione e la parola, distinguono l'essere umano dagli altri animali. Galeno (129 dc 200 dc) medico dei gladiatori, già in epoca Romana, quando la dissezione umana era vietata, conduceva studi sul pollice utilizzando le amputazioni che avvenivano in seguito agli scontri nell'arena.<sup>(5)</sup>

Le infinite possibilità funzionali della mano sono possibili grazie alla differenziazione del suo primo dito che progressivamente, nel corso dei settanta milioni d'anni d'evoluzione dei primati, accorciandosi lentamente rispetto alle altre dita, è passato attraverso quattro stadi così classificati (J.R. Napier 1956): il primo di *Convergenza* poi d'*Opponibilità falangea*, d'*Opponibilità impropria* ed infine d'*Opponibilità vera*.

Principale ed indispensabile attrice di questa caratteristica esclusiva del primo dito della mano, che ‘*permette al pollice di incontrare le altre dita*’ (Kapandji) è l'articolazione Trapezio Metacarpale (TMC). Questa piccola articolazione con la sua particolare conformazione a sella permette mobilità e movimento in tutti i piani dello spazio. L'articolazione TMC, per evolversi e permettere prese di forza ma anche di precisione, ha dovuto sacrificare sull'altare della mobilità la stabilità, che è invece propria delle articolazioni delle altre dita. Questa articolazione necessita quindi di

meccanismi di stabilizzazione attiva in grado di contrastarne la potenziale instabilità, questi meccanismi sono assicurati da una capsula articolare, da robusti legamenti e da nove muscoli. Anteriormente dai muscoli adduttore, flessore breve, opponente e abductore breve del pollice, lateralmente dal muscolo abductore lungo e posteriormente dal primo interosseo e dai muscoli estensore breve e lungo del pollice. Questi muscoli, oltre a determinare il movimento del pollice, ne garantiscono la stabilizzazione dinamica durante i movimenti, durante le prese di precisione o di forza e soprattutto durante i movimenti d'opposizione tra pollice ed indice.

La potenziale instabilità di quest'articolazione, su cui si riversano continuamente grosse forze di taglio e di compressione, quando il sovraccarico funzionale risulta prevalente sui fattori stabilizzanti, può dare luogo alla comparsa di sindromi algico infiammatorie, ad un progressivo degrado artrosico dei capi articolari con il caratteristico corredo sintomatologico e/o al rischio di lussazioni laterali della base del metacarpo.

Le patologie dell'articolazione trapezio metacarpale sono frequenti e solitamente compaiono dopo attività manuali che impongono sforzi prolungati.

L'importanza dell'opposizione del pollice nella normale vita di relazione, rende queste patologie particolarmente disabilitanti, quando questo accade è facile rendersi conto di come, questa piccola e forse poco considerata articolazione sia performante per lo svolgimento delle attività della vita di tutti i giorni. Attività professionali che implicano importanti richieste funzionali protratte nel tempo, possono essere causa di problemi per quest'articolazione, da questi rischi non sono esenti i terapisti manuali che sottopongono quotidianamente le proprie articolazioni trapezio metacarpali a grossi carichi di lavoro. Stabilità e mobilità, rappresentano quindi da sempre, la paradossale richiesta che quotidianamente è rivolta a questa piccola ma indispensabile articolazione.

## ***1.2 Obiettivi dello studio:***

Obiettivo di quest'elaborato, mediante una revisione della letteratura, è la descrizione delle strutture anatomiche coinvolte nella meccanica dell'articolazione trapezio metacarpale, sia dal punto di vista osteocinematico che artrocinematico. Saranno analizzati legamenti, muscoli, superfici articolari ed i loro rapporti reciproci. Ponendo attenzione anche ai fattori di rischio, per le possibili patologie che la possono interessare, quali sublussazione e rizoartrosi, anche a causa delle importanti sollecitazioni a cui è sottoposta durante le attività di tutti i giorni.

## 2. MATERIALI E METODI

### 2.1 Strategia di ricerca per l'identificazione degli studi

La ricerca è stata effettuata utilizzando i seguenti database

- CINAHL Plus® (The Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature)
- MEDLINE (Medical Literature Analysis and Retrieval System on Line)  
tramite Pub Med
- Health Business Elite.
- Psychology & Behavioral Sciences Collection
- E-Journals
- PEDro (Physiotherapy Evidence Database)

Il range temporale di ricerca è stato impostato inizialmente sugli ultimi dieci anni (2002-2012) aumentati ad undici nella fase finale per comprendere anche articoli pubblicati nel 2013.

Le Keyword utilizzate sono state:

1. Trapeziometacarpal joint
1. Thumb
2. Carpometacarpal joint physiology
3. Carpometacarpal joint physiopatology
4. Thumb joint anatomy histology
5. Humans joint
6. Thumbs ligamentd articular physiology
7. Thumb rotation
8. Thumbs physiology
9. Functional anatomy of the hand
10. Manual therapy
11. Manual therapyst
12. Thumb muscle
13. Thumbs movements
14. Joint mechanics
15. biomechanics
16. anatomy- finger joint physiology

17. articular rotation
18. thumb tendons/ ligaments/ histology
19. functional anatomy-muscle

Combinare con l'operatore booleano OR

## **2.2 Stringa di ricerca**

La stringa di ricerca è stata costruita integrando il titolo della tesi con il modello PICOM (Patient Intervention Comparison Outcome Method) adattandola al fatto che la ricerca è stata incentrata principalmente sull'anatomia e la biomeccanica dell'articolazione, e non in modo esclusivo sulla patologia.

Ed è risultata così composta:

("thumb anatomy trapeziometacarpal joint") or ("carpometacarpal joint physiology") or ("thumb functional anatomy muscle) or ("trapeziometacarpal joint manual therapy") or ("thumb manual Therapist") or ("thumb functional anatomy") or ("Thumb muscle tendons/ ligaments/ histology") or ("carpometacarpal joint physiology") or (" thumb biomechanics movements articular rotation") or ("trapeziometacarpal rotation") or ("Thumbs movements Joint mechanics") or ("trapeziometacarpal joint muscle")

## **2.3 Criteri di elegibilità**

Sono stati inclusi studi che trattavano l'articolazione trapeziometacarpale, la sua biomeccanica la sua fisiologia, i tendini ed i muscoli che contribuiscono alla sua stabilità e al suo movimento.

Sono stati inclusi studi sia su cadavere sia dal vivo, studi sperimentali per la determinazione dei movimenti puri ed accoppiati durante i diversi tipi di prese, studi atti a stabilire una banca dati normativa della gamma di circonduzione del movimento del pollice e della sua cinetica.

Sono inoltre stati inseriti due articoli che riguardano il rischio d'infortuni dell'articolazione TMC nei terapisti manuali.

Sono invece stati esclusi gli articoli che trattavano l'articolazione dal punto di vista esclusivamente chirurgico.

## **3. RISULTATI**

### **3.1 Selezione degli studi**

Senza filtri la ricerca mediante PubMed (motore di ricerca di MEDLINE) ha evidenziato 394 citazioni.

L'attivazione del filtro: "published in the last ten years" ha ridotto il numero di articoli a 224, l'ulteriore inserimento del filtro "humans" li ha portati a 217

Una volta letti i titoli e gli abstract, sono stati selezionati 24 articoli di cui 2 sono stati esclusi perché non presentavano il full text.

L'utilizzo dei database di EBSCO ha permesso di selezionare 22 articoli rispondenti alle richieste impostate.

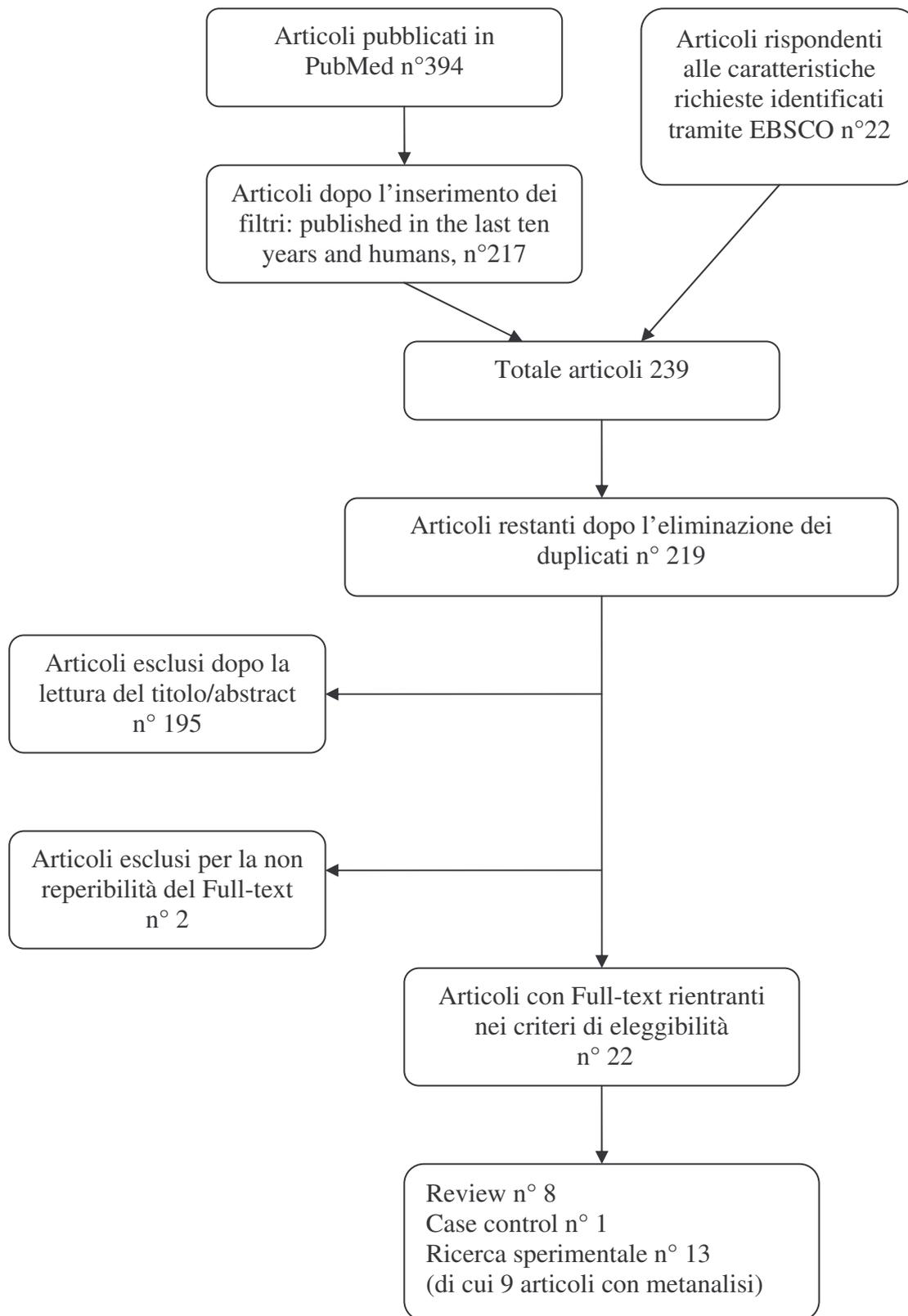
Dei 22 articoli selezionati da EBSCO 20 comparivano contemporaneamente anche sul database di PubMed.

Undici articoli oltre che in PubMed erano citati contemporaneamente in E-Journals (di cui tre contemporaneamente anche in Cinalh ).

Un articolo contemporaneamente in Pubmed e Cinalh, un altro articolo in Healt Businnes Helite, 2 articoli erano citati solo in Cinalh.

Quindi, un volta eliminati gli articoli doppi, un totale di 22 articoli con full text sono stati ritenuti idonei per essere inseriti in questa revisione.

### 3.2 Flow Diagram



### 3.3 Tabelle sinottiche

<i>Titolo</i>	<i>Autore e Anno Rivista</i>	<i>Tipo di articolo</i>	<i>Numerosità campione</i>	<i>Tipo di valutazione (obbiettivo)</i>	<i>Risultati</i>
Anatomy and Function of the Thenar Muscles	Sail Gupta, Heidi Michelsen-Jost. Hand Clinic 28 (2012) pp: 1-7 Elsevier inc	Review	-----	Descrizione dell'anatomia e della funzione della muscolatura dell'eminanza tenar.	L'azione dei muscoli tenari è in grado di dare vita ai movimenti complessi del pollice. Il movimento del pollice è facilitato dalla coordinazione dei muscoli tenari intrinseci con quelli della muscolatura estrinseca. La muscolatura intrinseca è quella che permette prese dinamiche di precisione e potenza. La stabilità generale è mantenuta attivamente da muscoli anziché dalle superfici articolari, la maggior parte dei muscoli motori del pollice tendono ad essere sempre attivi durante i movimenti del pollice.
Current Concepts of the Anatomy of the Thumb Trapeziometacarpal Joint	J. Ollie Edmunds et al Journal of Hand Surgery Vol: 36 Issue: 1, January, 2011 pp: 170-182	Review	28 articoli	Descrizione anatomica e stabilità dell'articolazione trapeziometacarpale durante le prese di forza e di precisione.	Le forze di taglio in compressione nella fase finale di rotazione dell'articolazione trapeziometacarpale durante le prese di forza nel tempo risultano essere responsabili dell'artrosi trapezio metacarpale

<p>How to define the joint movements unambiguously: Proposal of standardization for the trapezometacarpal joint</p>	<p>R. Dumas et al. Chirurgie de la main 27 (2008) 195–201</p>	<p>Review</p>	<p>Comparazione dei dati di 10 differenti autori</p>	<p>Inquadramento del principio di valutazione di movimenti complessi in un piano che non ha definizione anatomica reale in un sistema di "assi comuni" in cui ciascun asse è legato ad uno dei tre gradi di libertà. Gli autori propongono l'applicazione di questo principio all'articolazione TMC.</p>	<p>Lo studio ha evidenziato come la definizione della posizione di rotazione assiale interna ed esterna, legata all'asse flottante che non ha definizione anatomica ma che è legato geometricamente agli altri due assi (secondo il metodo degli angoli di Eulero), mostri importanti differenze, in termini di misurazione del ROM, rispetto alla definizione classica legata ai punti di riferimento anatomici.</p>
<p>Anatomy and Pathomechanics of the Thumb</p>	<p>Fraser J. Leversedge. Hand Clin 24 (2008) 219–229</p>	<p>Review</p>	<p>-----</p>	<p>Descrizione della biomeccanica, dell'anatomia articolare e dell'attività dei 16 legamenti che stabilizzano l'articolazione trapeziometacarpale.</p>	<p>Lo studio attraverso l'analisi delle varie componenti biomeccaniche legamentose e muscolotendinee, evidenzia come il pollice opponibile grazie all'articolazione TMC, permetta tutti i movimenti di prensione fine e di forza, come la conoscenza completa dell'anatomia e della biomeccanica fornisca la base su cui i disturbi funzionali possono essere riconosciuti e trattati efficacemente.</p>
<p>Thumb Pain in Physiotherapists: Biomechanical Causes of Pain and Alternate Methods of Preventing Distress in treatment</p>	<p>W. Atkinson et al. The Journal of Manual &amp; Manipulative therapy Vol 12 no. 4 (2004), 187-191</p>	<p>Review</p>	<p>-----</p>	<p>Implicazioni anatomiche e cinematiche a carico dell'articolazione trapezio metacarpale in seguito alla pressione longitudinale applicata durante l'esecuzione delle tecniche di terapia manuale.</p>	<p>In seguito all'analisi delle diverse posizioni assunte durante l'utilizzo del pollice, vengono proposti, in base a principi artrocinematici, metodi alternativi per l'utilizzo di questa articolazione per la prevenzione degli infortuni.</p>

Anatomy and physiology of the human trapezometacarpal joint (full text in Francese)	M. Rongieres Service d'orthopédie–traumatologie, CHU Purpan, Toulouse. Chirurgie de la Main 23 (2004), 263-269	Review	-----	Spiegazione della fisiologia e della anatomia dell'articolazione TMC e dei due gradi di libertà associati al terzo grado di rotazione automatica	Approfondimento sulle possibili cause della rizoartrosi attraverso il ruolo principali legamenti nella fisiologia dell'articolazione TMC in quanto le teorie sui legamenti e sulla displasia del trapezio non appaiono sufficienti per comprendere questa patologia.
Thumb Pain in Physiotherapists: Potential Risk Factors and Proposed Prevention Strategies	Suzame J. Snodgrass, BSc (PT), ATC, Darren A. Rivett, BAppSc (Phy), MAppSc (ManipPhy), The Journal of Manual & Manipulative Therapy vol 10 No 4 (2002), 206-217	Review	Comparazione di 6 differenti studi che analizzavano un totale 2178 terapisti manuali Australiani e Americani	Analisi dei potenziali fattori di rischio delle malattie professionali riguardanti l'articolazione del pollice nei terapisti manuali e proposte di strategie preventive	L'utilizzo di splint, esercizi specifici e la modifica dell'utilizzo di questa articolazione, possono portare ad un diminuzione della progressiva degenerazione dell'articolazione nei terapisti manuali.
Trapeziometacarpal Joint Stability	James D.Lin, John W. Karl Robert J. Strauch	Systematic review	52 studi di livello IV	Stabilire quale fosse il principale legamento stabilizzatore dell'Articolazione TM. Ricercare quali fossero le evidenze scientifiche per la ricostruzione legamentosa o l'osteotomia metacarpale, nel trattamento delle osteoartriti dell'articolazione TMC.	Il legamento dorsale è lo stabilizzatore primario dell'articolazione TMC. La ricostruzione legamentosa e l'osteotomia metacarpale, migliorano la lassità legamentosa e alleviano il dolore. Le conclusioni sono state tratte analizzando studi di livello IV
Trapeziometacarpal subluxation predisposes to incident trapeziometacarpal osteoarthritis (OA): the Framingham Study	D. J. Hunter, Y. Zhang, J. Sokolove, J. Niu, P. Aliabadi and D. T. Felson.	Case Control	203 uomini-431 donne	Valutare se l'instabilità dell'articolazione TMC associata ad un suo elevato uso, possa essere correlata alla patogenesi della rizoartrosi	L'instabilità dell'articolazione TMC appare correlata allo sviluppo della rizoartrosi ma solo nel sesso maschile, gli stessi risultati non appaiono sovrapponibili al sesso femmine che risulta avere una minore incidenza di sublussazione di questa articolazione.

<b>Titolo</b>	<b>Autore e Anno Rivista</b>	<b>Tipo di articolo</b>	<b>Numerosità campione</b>	<b>Tipo di valutazione (obbiettivo)</b>	<b>Risultati</b>
Macroscopic and Microscopic Analysis of the Thumb Carpometacarpal Ligaments:A Cadaveric Study of Ligament Anatomy and Histology	Amy L. Ladd, Julia Lee, and Elisabet Hagert, Journal of bone and joint surgery, incorporated 2012;94:1468-77	Ricerca sperimentale	30 mani di cadavere, provenienti da 10 cadaveri congelati e 20 imbalsamati	Analisi macroscopica e microscopica dei legamenti del pollice per definirne il ruolo nella stabilità del pollice.	Dopo l'analisi dei sette principali legamenti dell'articolazione trapezio metacarpale ( tre dorsali, due volari e due ulnari), è emerso che il complesso dorsale risulta morfometricamente superiore rispetto ai legamenti volari, mostra inoltre un maggior numero di terminazioni nervose sensoriali ( $p<0,001$ ) rispetto al legamento anteriore obliquo che risulta sottile e istologicamente più simile ad un tessuto capsulare.
Method for the estimation of a double hinge kinematic model for the trapeziometacarpal joint using MR imaging	P. Cerveria et al. Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering Vol. 13, No. 3, June 2010, 387–396	Ricerca sperimentale	1 uomo (età 40 aa, Kg 77,5 altezza 180 cm.)	Proposta di un metodo non invasivo per stimare i parametri di movimento del primo osso metacarpale rispetto al trapezio, indagando i modelli cinematici di movimento del pollice in vivo, mediante l'utilizzo di marker posti sulla pelle e MRI.	I risultati ottenuti mostrano come: la posizione stimata e l'orientamento degli assi della Flesso-Estensione e Abduzione-adduzione sono in accordo con i precedenti studi in vitro, il movimento del primo metacarpo del modello a due gradi di libertà (2D) presenta un massimo errore di distanza di circa 2 mm e le quattro posizioni del pollice al limite del movimento della TMC sono sufficienti a fornire una buona stima del modello cinematico a due gradi di libertà (2D) della TMC ed una buona riproducibilità (1,7mm) del movimento reale del pollice a livello di TMC.

<p>Mechanisms of circumduction and axial rotation of the carpometacarpal joint of the thumb</p>	<p>C. Dumont et al. Journal of physiology and pharmacology 2009, 60, suppl 8, 65-68</p>	<p>Ricerca sperimentale</p>	<p>28 articolazioni trapeziometarpali di 14 cadaveri (7 donne e 7 uomini - da 53 a 91 anni) senza segni di artrosi.</p>	<p>Discussione dei meccanismi di circonduzione e rotazione assiale dell'articolazione TMC considerando le proprietà geometriche delle superfici articolari e la configurazione del sistema muscolare che aziona l'articolazione TMC</p>	<p>Si è evidenziata una incongruenza di entrambe le superfici a sella anche quando vengono a contatto tra loro in posizione neutra, Dopo aver fissato il punto di contatto delle superfici articolari in posizione neutra, si è evidenziato come il profilo della superficie prossimale dell'articolazione fosse fortemente curvo rispetto a quello della superficie articolare distale per 23 delle 28 articolazioni esaminate. I profili articolari di tutte le 28 articolazioni hanno comunque mostrato un incongruenza relativa. Complessivamente la differenza di curvatura ha una significatività statistica di <math>p=0,01</math>. Il centro di curvatura del profilo articolare del trapezio risulta essere più distale rispetto a quello della superficie del metacarpo. I centri di curvatura della superficie articolare prossimale sono posizionati più distalmente rispetto a quelli della superficie articolare distale. La muscolatura che è implicata nel movimento di circonduzione, produce necessariamente forze di compressione assiale che sono in grado di stabilizzare l'articolazione durante il movimento.</p>
---	---	-----------------------------	---	---	--

<p>A joint coordinate system proposal for the study of the trapeziometacarpal joint kinematics</p>	<p>L. Cheze et al. Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering Vol. 12, No. 3, June 2009, 277–282</p>	<p>Systematic research</p>	<p>1 soggetto asintomatico, registrazione di 6 differenti posizioni dell'articolazione mediante scanner (Siemens a 16 canali)</p>	<p>Definizione di una standardizzazione per la segnalazione dei movimenti tridimensionali dell'articolazione TMC e dell'anatomia funzionale mediante ricostruzione in 3D dell' articolazione, come raccomandato dall'International Society of Biomechanics (ISB)</p>	<p>La definizione del sistema di coordinate del segmento del trapezio e del primo metacarpale si basa sulla anatomia funzionale. La definizione del sistema di coordinate articolari (JCS) è guidato da due gradi di libertà dell'articolazione, la flessione-estensione attorno all'asse del trapezio e l'abduzione-adduzione intorno all'asse metacarpale. Le rotazioni ottenute utilizzando tre diversi metodi di rilevazione sono confrontati sugli stessi dati: I tre diversi metodi utilizzati sono: la sequenza ad assi fissi proposta da Cooney et al, la sequenza di rilevazione ad assi mobili proposto dalla Società Internazionale di Biomeccanica (ISB) e la sequenza ad assi mobili proposta da questo studio. L' ampiezza della rotazione ha mostrato una differenza di 9° in flessione-estensione, 2° in abduzione-adduzione e 13° in rotazione interna ed esterna. Questo studio enfatizza l'importanza di adeguare il sistema di coordinate articolare (JCS) all'anatomia funzionale d'ogni articolazione.</p>
--	---	----------------------------	---	--	--

<p>Normal range-of-motion of trapeziometacarpal joint</p>	<p>J.-N. Goubier et al. Chirurgie de la Main Volume 28, Issue 5, October 2009, Pages 297–300</p>	<p>Ricerca sperimentale</p>	<p>202 mani di 101 soggetti 50 donne e 51 uomini da 22 a 35 anni</p>	<p>La gamma di-movimenti dell'articolazione trapezio-metacarpale è difficile da valutare clinicamente, Scopo dello studio è stato la costituzione di un range-of-motion database dell'articolazione TMC in soggetti sani, mediante l'utilizzo di marker ed un sistema di registrazione optometrico (Polaris®).</p>	<p>Dopo l'analisi dei movimenti attivi di flessione-estensione, abduzione-adduzione, rotazione assiale e circonduzione, si sono evidenziati i seguenti risultati. – Il ROM dell'articolazione trapezio-metacarpale è stato di 41° per flessione-estensione, 51° per abduzione-adduzione e 21° per la rotazione assiale. I confronti tra soggetti di sesso maschile e femminile hanno mostrato differenze significative nella flessione-estensione (<math>p=0,003</math>), nell'abduzione-adduzione (<math>p=0,006</math>), nella rotazione assiale (<math>p&lt;0,0001</math>) e nella circonduzione (<math>p&lt;0,0001</math>). Nessuna differenza significativa è stata notata tra la mano destra e sinistra, tranne per il movimento di abduzione-adduzione (<math>p&lt;0,002</math>). Questo database ottenuto con un protocollo in vivo dovrebbe consentire il confronto tra i dati di normalità del ROM di questa articolazione con quello dei pazienti con osteoartrite dell'articolazione trapezio-metacarpale e la valutazione degli outcome chirurgici.</p>
---	--	-----------------------------	--	--	--

<p>A simulating analysis of the effects of increased joint stiffness on muscle loading in a thumb</p>	<p>John Z Wu et al.  BioMedical Engineering  OnLine Published: 16  December 2009  BioMedical Engineering  OnLine 2009, 8:41  doi:10.1186/1475-925X-  8-41</p>	<p>Ricerca</p>	<p>-----</p>	<p>Analisi mediante modello teorico della forza sviluppata dai muscoli sull'articolazione del pollice e valutazione dei fattori di rischio per lo sviluppo dell'osteoartrosi in seguito all'incremento della rigidità articolare. Nello studio sono stati inclusi nove muscoli, [flessore lungo del pollice (FPL), estensore lungo del pollice (EPL), estensore breve del pollice (EPB), abducente lungo del pollice (APL), flessore breve del pollice (FPB), abducente breve del pollice (APB), la testa trasversale del adduttore del pollice (ADPT), la testa obliqua dell'adduttore del pollice (ADPO), e l'opponente del pollice (OPP)].</p>	<p>La rigidità articolare normale è stata considerata uguale a 0.05, 0.10, e 0.15 N m/rad per le articolazioni interfalangea (IP), metacarpo-falangea (MCP), e carpometacarpica (CMC). La stiffness articolare è stata ipotizzata aumentare dal 50% al 100%, simulando le conseguenze biomeccaniche dell' Osteoartrosi. Le simulazioni di questi studi hanno indicato come l'aumento della rigidità articolare induca la necessità di aumenti considerevoli delle forze muscolari, specialmente per quanto riguarda i muscoli estensore lungo del pollice (EPL) e flessore lungo del pollice (FPL) necessarie al movimento delle articolazioni IP, MCP, e CMC durante la flessione ed estensione. A causa del limite di forza dei muscoli delle dita, questi avranno difficoltà a superare la resistenza al movimento opposta dall'articolazione, quando la rigidità articolare viene aumentata fino al limite come in caso di OA. Questo può contribuire alla gamma ridotta di movimento che tipicamente si osserva in pazienti affetti da OA.</p>
---	---	----------------	--------------	---	---

<p>Complex, Multidimensional Thumb Movements Generated by Individual Extrinsic Muscle</p>	<p>Zong-Ming Li et al. Journal of Orthopaedic Research September 2008 26:1289-1295</p>	<p>Systematic research</p>	<p>10 braccia destre di cadavere</p>	<p>Investigare i movimenti tridimensionali delle articolazioni carpometacarpale e metacarpofalangea prodotti dai muscoli estrinseci del pollice. [flessore lungo del pollice (FPL), abduuttore lungo del pollice (APL), estensore breve del pollice (EPB), e estensore lungo del pollice (EPL)]</p>	<p>Ogni muscolo estrinseco genera traiettorie angolari in molteplici direzioni. I muscoli FPL e APL, generano due movimenti ciascuno, l'EBP ne produce tre, mentre l'EPL è in grado di generarne fino a sei. I muscoli estrinseci tutti insieme generano otto movimenti tra le articolazioni del pollice. Un'alta coordinazione interarticolare si è evidenziata in flessione tra l'articolazione MCP e IP grazie al lavoro del FPL, così come in estensione tra l'articolazione MCP e l'IP grazie all'attività dell' EPL. È inoltre emersa un'alta coordinazione tra estensione e supinazione dell'articolazione CMC data dai muscoli APL, EPL e EPB. Lo studio ha concluso che ogni muscolo produce movimenti multipli nelle articolazioni e in più direzioni anatomiche. I risultati forniscono una visione nuova del ruolo dei muscoli estrinseci del pollice nella biomeccanica articolare.</p>
---	--	--------------------------------	--	---	--

<p>Coordination of thumb joints during opposition</p>	<p>Zong-Ming Li et al. Journal of Biomechanics Volume 40, Issue 3, 2007, Pages 502–510</p>	<p>Studio sperimentale</p>	<p>15 soggetti di sesso femminile asintomatiche (28-42 aa media 33,1±4,5)</p>	<p>Esame della coordinazione delle articolazioni del pollice durante i compiti d'opposizione, mediante utilizzo di un sistema di nove marcatori riflettenti per l'analisi del movimento.</p>	<p>Durante l'opposizione, l'articolazione CMC ha mostrato intervalli di movimento di 50,71°, 26,41° e 44,7° in flesso/est. abd / add e pronazione /supinazione. Il ROM delle articolazioni CMC e MCP durante l'opposizione è risultato significativamente minore rispetto a quello della circonduzione (<math>p &lt; 0,001</math>). Il ROM in flessione dell'articolazione IP durante l'opposizione era, in media, superiore a quello presente durante la circonduzione, ma la differenza non è risultata statisticamente significativa (<math>p = 0,083</math>). L'articolazione CMC, durante l'opposizione, utilizza circa il 79% delle sue possibilità di movimento date dalla flessione/estensione e pronazione /supinazione. Durante l'opposizione, il pollice mostra una flessione simultanea di tutte le sue articolazioni (CMC, MCP e IP) in particolare le articolazioni CMC e MCP. Il rapporto di inter-coordinazione durante il movimento nelle diverse direzioni è stato quantificato mediante coefficienti di correlazione. I coefficienti di correlazione tra le articolazioni del pollice si sono mostrati significativi in flessione, ma non in abduzione o pronazione. La massima correlazione, si è verificata tra la flessione delle articolazioni CMC e MCP con un coefficiente medio di correlazione di 0,949.</p>
---	--	----------------------------	---	--	---

<p>A Normative Database of Thumb Circumduction In Vivo: Center of Rotation and Range of Motion</p>	<p>Xudong Zhang et al. Human Factors, Vol. 47. No. 3. Fall 2005. pp. 550-561</p>	<p>Systematic research</p>	<p>28 pazienti (14 uomini e 14 donne)</p>	<p>Stabilire una banca dati normativa della gamma di circonduzione del movimento del pollice e della sua cinetica in vivo di soggetti antropometricamente diversi mediante marcatori di superficie posti sul pollice e registrati con un sistema di registrazione optoelettronico del movimento</p>	<p>L'analisi dei dati ha portato a rilevazioni statistiche della cinematica e del ROM con effetti significativi, mediante l'utilizzo equazioni di regressione per predire il volume del cono formato dai diversi movimenti dell'articolazione. Le possibili applicazioni di questa ricerca includono la progettazione ergonomica di dispositivi manuali di controllo e la valutazione dei disturbi e degli impairments del pollice</p>
<p>Biomechanical evaluation of the motor function of the thumb</p>	<p>Zong-Ming Li et al. Technology and Health Care 11 (2003) 233-243 IOS Press</p>	<p>Ricerca sperimentale</p>	<p>8 soggetti asintomatici. (Età <math>25,6 \pm 3,9</math> aa; altezza <math>177 \pm 0,04</math> cm; peso <math>75,0 \pm 7,7</math> Kg)</p>	<p>Sperimentazione di un apparato per la misurazione della forza del pollice nelle principali direzioni.</p>	<p>Analisi della varianza dei risultati delle diverse misure con significatività statistica fissata a <math>p=0,05</math>. Le forze prodotte dal pollice sono risultate dipendenti dalla direzione di applicazione della forza (<math>p &lt; 0,001</math>) La forza maggiore, <math>104,8 \pm 14,2</math> N, è stata generata a <math>270^\circ</math> di flessione, mentre la più bassa forza, <math>25,3 \pm 8,4</math> N, è stata generata in estensione a <math>90^\circ</math>. Il pollice è risultato essere in grado di generare più del 70% della forza massima, che variava da <math>247,5^\circ</math> a <math>315^\circ</math>, in flessione e nel movimento che unisce abduzione e flessione, La forza di adduzione a <math>0^\circ</math> è circa il 60% della forza massima di flessione. Il rapporto di forza tra adduzione abduzione è 0,825, il rapporto di forza tra l'estensione e la flessione è invece 0,248. La forza prodotta a <math>45^\circ</math>, che è una combinazione d'estensione e adduzione, è 38,9% della forza nella direzione opposta a <math>225^\circ</math>, che è una combinazione di flessione e abduzione.</p>

<p>Material Properties of the Trapezial and Trapeziometacarpal Ligaments</p>	<p>Paul C. Bettinger et al. The Journal of Hand Surgery (2000) 25A: 1085-1095</p>	<p>Ricerca sperimentale</p>	<p>Mani di 20 cadaveri: 10 donne e 10 uomini sono stati utilizzati per ottenere un complesso "osso-legamento-osso" dei legamenti: trapeziotrapezoide dorsale e volare, secondo metacarpale dorsali e volare, obliquo anteriore, dorsoradiale e terzo trapeziometacarpale</p>	<p>Questo studio affronta le proprietà del materiale dei legamenti che stabilizzano l'articolazione trapeziometacarpale per comprendere meglio la meccanica e la cinematica di questa articolazione</p>	<p>Questo studio ha evidenziato come il terzo legamento trapeziometacarpale e i legamenti dorso-radiali sono stabilizzatori importanti del trapezio e dell'articolazione trapeziometacarpale. Questi due legamenti sono risultati essere i più resistenti alle sollecitazioni con una maggiore stiffness, mentre il legamento crociato anteriore obliquo si è dimostrato relativamente debole. I legamenti (secondo) trapeziometacarpale dorsale e volare e il terzo trapeziometacarpale erano tutti relativamente forti e sono anatomicamente allineati per funzionare come bande di tensione per trattenere il trapezio contro le forze radiali che tendono a destabilizzarlo durante la flessione del pollice e durante la presa termino terminale.</p>
<p>Innervation Patterns of Thumb Trapeziometacarpal Joint Ligaments</p>	<p>Elisabet Hagert, Julia Lee, Amy L. Ladd The Journal of Hand Surgery (2012); 37A: 706-714</p>	<p>Ricerca</p>	<p>10 mani di cadavere da cui sono stati raccolti per ogni mano, 5 legamenti (ritenuti principali) dell'articolazione TMC. I legamenti in questione sono il dorsale radiale, dorsale centrale, posteriore obliquo, collaterale ulnare e anteriore obliquo.</p>	<p>Valutare quanto la presenza di meccanocettori nei legamenti dell'articolazione TMC e la funzione propriocettiva di questi legamenti sia direttamente associabile alla loro importanza biomeccanica nella stabilità dell'articolazione.</p>	<p>Nei tre legamenti dorsali si è evidenziata una maggiore presenza di terminazioni nervose rispetto ai legamenti volari. La maggior parte delle terminazioni nervose è presente a livello di inserzione del legamento sull'osso. Ogni legamento presenta comunque una differenza statisticamente significativa (P=0,01) come numero di terminazioni nervose a livello di inserzione sull'osso metacarpale.</p>

<p>Effects of the Deep Anterior Oblique and Dorsoradial Ligaments on Trapeziometacarpal Joint Stability</p>	<p>Matthew Colman, Daniel P. Mass, Louis F. Draganich</p>	<p>Ricerca sperimentale (con metanalisi)</p>	<p>16 mani di cadavere da cui sono stati prelevati il complesso legamentoso dorsale (DRL) e il Legamento Anteriore Obliquo Profondo.</p>	<p>Valutare gli effetti del DRL e del Legamento Anteriore Obliquo Profondo nella stabilità dell'articolazione trapeziometacarpale</p>	<p>Nella maggior parte dei gradi di libertà del trapezio il complesso DRL è risultato più importante del Legamento Anteriore Obliquo Profondo, nel garantire la stabilità all'articolazione TMC.</p>
---	---	--	--	---	--

## 4. EVOLUZIONE DELLA MANO E DEL POLLICE

L'evoluzione dell'anatomia del pollice è avvenuta nel corso di milioni d'anni, partendo da quella che era la pinna ventrale di un pesce e che è arrivata ad assumere la forma di una prima mano, scimmiesca e poco specializzata. Circa cinque milioni d'anni fa l'uomo cominciò la sua differenziazione dalle scimmie.

Tra i 3-4 milioni d'anni fa, l'uomo aveva già sviluppato una mano altamente specializzata con pollice opponente che permetteva la prensione, come dimostrato dal ritrovamento nel 1974. dai paleontologi Y. Coppens, D. Johanson e M. Taieb nella località di Hadar nell'Etiopia centro orientale di "Lucy" (fig 1) un ominide fossile (*Australopithecus Afarensis*) alta 107 cm, con piedi e braccia lunghe e tratti ancora scimmieschi, oltre ad aver raggiunto la posizione eretta, Lucy aveva sviluppato anche mani piccole e forti con il pollice opponibile.



Fig 1  
Ricostruzione dello scheletro di Lucy conservato nel museo di Cleveland (USA)

La mano *moderna* esiste quindi da circa 100.000 anni, periodo nel quale ha potuto affinare la sua specializzazione nella prensione, nell'utilizzo di strumenti inizialmente semplici, di corno d'osso o di legno, favorendo così l'evoluzione dell'uomo, per arrivare infine a quella mirabile capacità d'infiniti utilizzi, propri della mano moderna. Tutto è stato possibile grazie all'evoluzione dell'articolazione trapezio-metacarpale che assumendo la sua particolare conformazione a permesso che questo avvenisse.<sup>(5)</sup>

Alcuni primati pur avendo un pollice parzialmente opponibile non hanno raggiunto la capacità di effettuare prese termino terminali, ma solo tra il pollice e interfalangea prossimale, questo anche a causa del rapporto di lunghezza mano pollice. L'importanza che il pollice ha assunto durante l'evoluzione per la manipolazione degli oggetti, grazie anche ad un vantaggioso rapporto centimetrico con la mano e le altre dita, è rimarcata dalla sua ampia rappresentazione a livello cerebrale sia per quanto riguarda l' *homunculus motorio* (area 4 di Brodmann) sia per quello *sensitivo* (aree 1,2,3 di Brodmann) (fig 2).

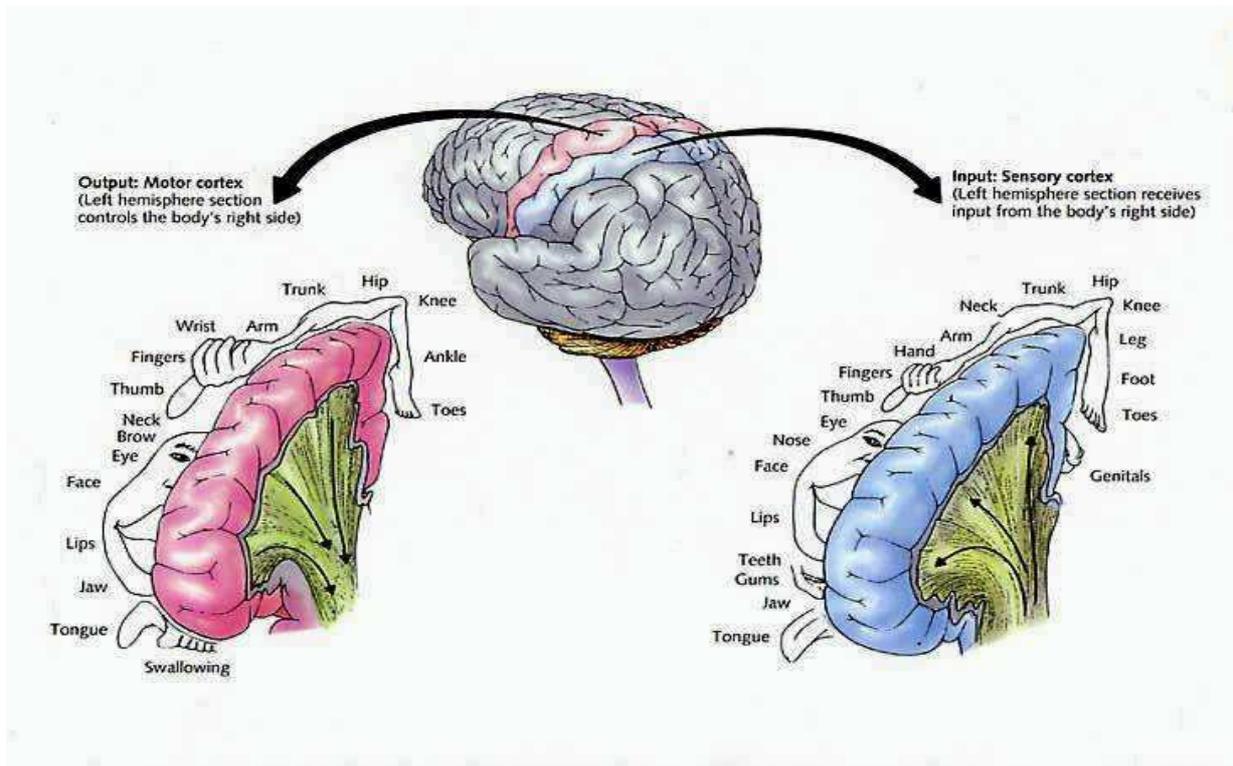


Fig.2

Infatti, questo piccolo dito occupa rispetto alla sua modesta dimensione anatomica, uno spazio proporzionalmente molto esteso, spazio che il nostro cervello riserva unicamente a quelle parti corporee, estremamente importanti e specializzate sia a livello sensitivo sia motorio.

## 5. ARTICOLAZIONE TRAPEZIO METACARPALE

### 5.1 Superfici articolari

L'articolazione trapeziometacarpale (TMC) anatomicamente si presenta come un'articolazione a sella, riveste un ruolo fondamentale per quanto riguarda i movimenti del pollice, permettendogli di orientarsi e di rapportarsi alla mano e alle dita lunghe.

L'articolazione TMC è costituita dalle superfici articolari di trapezio e primo metacarpo.

La derivazione etimologica della parola trapezio deriva dal Greco *Trapezion* (un quadrilatero con due lati paralleli) e da *trapeza* (tavolo altare o refettorio per il culto) a sottolineare l'importanza della sua forma e della sua funzione, si articola con scafoide, trapezoide, secondo metacarpo e primo metacarpo, nella sua parte palmare presenta un profondo solco per accogliere il passaggio del tendine del flessore radiale del carpo. Forse etimologicamente meno nobile ma sicuramente non meno importante, il primo metacarpo, che si articola con il trapezio è la parte "mobile" dell'articolazione TMC (fig. 5).

Dal punto di vista strettamente anatomico e geometrico, quest'articolazione a sella è composta da due superfici concave su un asse e convesse sull'altro che, si affrontano reciprocamente in modo speculare (fig. 3). Il trapezio si presenta quindi con il diametro longitudinale concavo e con quello trasversale convesso, viceversa per poterlo affrontare, il primo metacarpo presenta il diametro longitudinale convesso e quello trasversale concavo.



Fig.3 (5).

L'immagine A mostra la concavità del trapezio da un punto di vista assimilabile ad un RX anteroposteriore.

L'immagine B mostra la convessità del trapezio dal lato metacarpale dopo la sua rimozione.

La superficie articolare del trapezio presenta una forma grossolanamente ellittica (fig. 4) ed è orientata in basso e leggermente in fuori, il suo asse maggiore che è convesso ha un orientamento postero-anteriore, ma presenta, come già sottolineato, una lieve concavità in senso trasversale. La superficie

articolare distale del trapezio è affrontata dalla superficie articolare prossimale del primo metacarpo, presenta anch'essa una forma grossolanamente ellittica, ma di dimensioni leggermente superiori, ha una convessità in senso trasversale che risulta maggiore rispetto alla superficie articolare del trapezio, ed una convessità in senso antero-posteriore <sup>(5-2)</sup>.

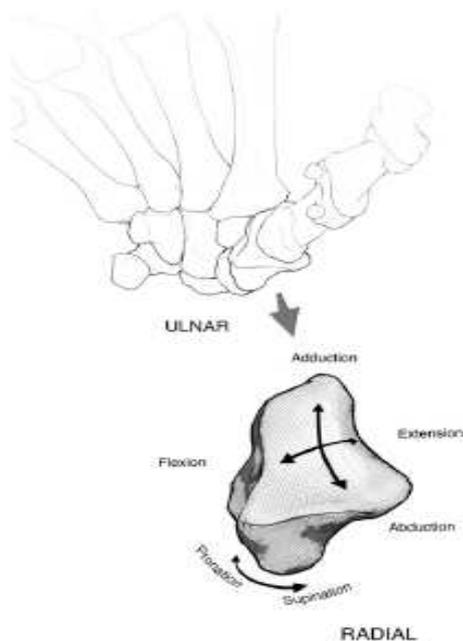


Fig. 4 <sup>(2)</sup> Topografia della superficie articolare distale del trapezio l'immagine mostra gli archi di movimento del metacarpo sul trapezio. Pronazione e supinazione rappresentano movimenti del metacarpo composti da rotazione e traslazione basati sulla morfologia e l'attività muscolare

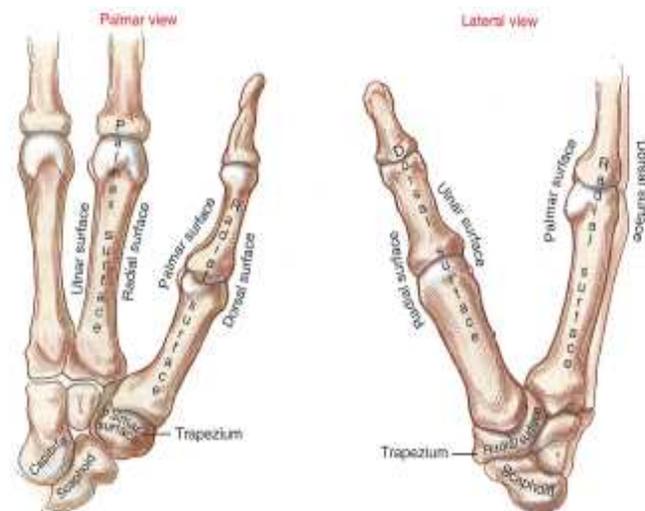


Fig. 5 <sup>(7)</sup> Articolazione trapezio metacarpale dal lato palmare e laterale. Sul lato palmare a livello di trapezio è evidente la presenza del solco per il flessore radiale del carpo.

Fraser J. <sup>(15)</sup> nel suo lavoro riporta uno studio di *Bettinger e Berger* del 2001, dove gli autori hanno indagato le reali differenze delle superfici articolari in termini di dimensioni, il diametro medio sagittale (o dorso volare) della superficie articolare del metacarpo è di  $16.03 \pm 1.27$  mm, mentre il diametro dell'articolazione del trapezio che vi si oppone, è di  $11.96 \pm 1.32$  mm, la discrepanza tra le dimensioni di queste due superfici articolari in termini percentuali, raggiunge quindi il 34%.

Come evidenziato da dallo studio di *Dumont et al.* <sup>(9)</sup>, queste due superfici mostrano raggi di curvatura differenti. Al centro dell'articolazione si trova il massimo raggio di curvatura che diminuisce man mano che ci si sposta verso i bordi esterni, questa particolare conformazione contribuisce all'instabilità propria di questa articolazione. Gli spazi che si vengono a formare nelle zone non a contatto, sono parzialmente riempiti da pieghe sinoviali <sup>(9)</sup>.

Questo, che causa una non perfetta congruità articolare, soprattutto in posizione di riposo, esita in un'instabilità dell'articolazione. La particolare geometria articolare, permette movimenti multiplanari quali flessione, estensione, adduzione, abduzione, circonduzione e opposizione che nella sua fase finale include una rotazione definita dalla letteratura Anglosassone “*Screw home torque rotation*”, in cui il pollice ha una rotazione di circa 21° che chiude il movimento. Questa rotazione finale, permette all'articolazione di passare da una condizione d'instabilità ad una condizione di massima stabilità, a questa si somma la forza stabilizzante di compressione assiale generata dalla muscolatura responsabile della circonduzione, che permette quindi prese di forza e precisione.

## **5.2 Legamenti trapezio metacarpali**

L'articolazione TMC è circondata da una capsula articolare che s'inserisce sui contorni articolari, questa estendendosi tra i margini, laterale mediale palmare dorsale, del trapezio e della base del primo metacarpo, circonda l'articolazione.

Questa capsula, pur essendo spessa è al contempo lassa, permettendo in questo modo al pollice una grande libertà di movimento nei diversi piani dello spazio. La capsula è circondata e rinforzata da numerosi legamenti. Non di rado l'articolazione si trova ad essere completata anteriormente da due ossa sesamoidee comprese nei tendini dei muscoli flessore breve ed adduttore del pollice. Nel corso degli anni, molti anatomisti e chirurghi hanno studiato in modo approfondito i legamenti dell'articolazione TMC, arrivando così ad identificarne sedici (*Bettiger et al 1999*), anche *Rongieres* <sup>(21)</sup> rifacendosi al lavoro di *Bettinger et al.* e *Fraser J.* <sup>(15)</sup> riportano e descrivono la presenza di questi 16 legamenti.

I legamenti dell'articolazione Trapezio-metacarpale descritti dagli autori sono:

1. SAOL - legamento obliquo antero-superiore
2. dAOOL - legamento anteriore obliquo profondo  
(o legamento del becco palmare)
3. DRL - legamento dorsoradiale
4. POL - legamento posteriore obliquo
5. ULC - legamento collaterale ulnare
6. IML - legamento intermetacarpale
7. DIML - legamento intermetacarpale dorsale
8. DTT - legamento trapezio-trapezoide dorsale
9. VTT - legamento trapezio-trapezoide volare
10. DT-II MC - legamento trapezio-II metacarpale  
dorsale
11. VT-II MC - legamento trapezio-II metacarpale  
volare
12. T-III MC - legamento trapezio III metacarpale
13. TCL - legamento carpale trasverso
14. T-C - legamento trapezio-capitato
15. VST - legamento scafo-trapeziale volare
16. RST - legamento scafo-trapeziale radiale

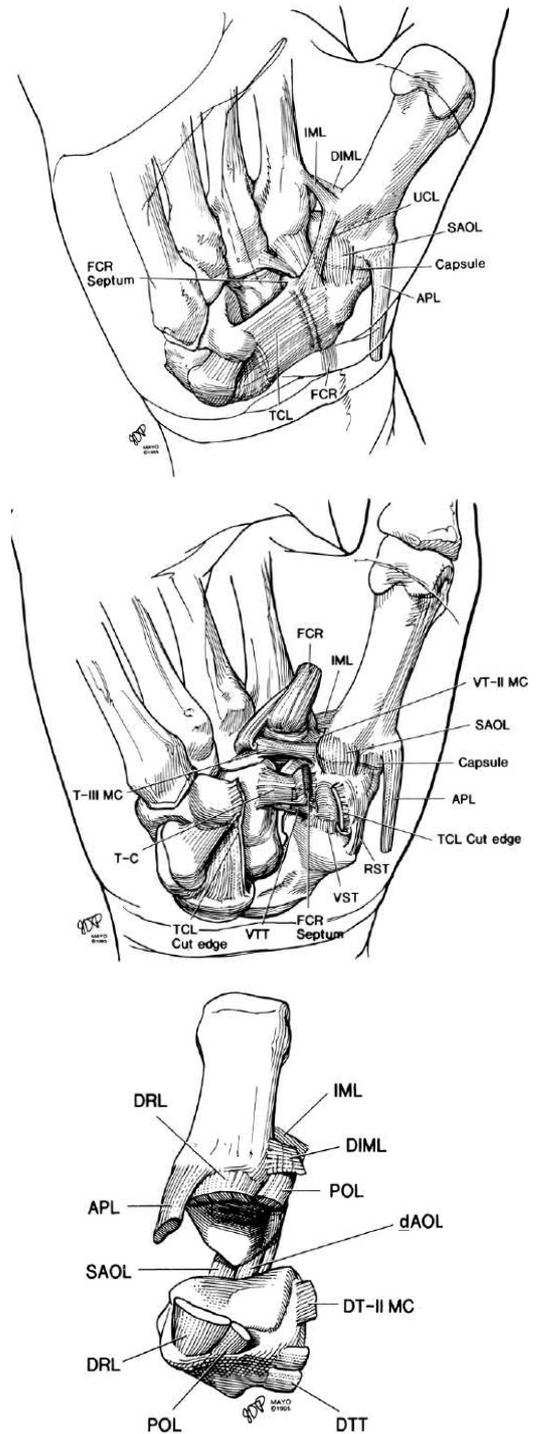


Fig. 6 <sup>(15-21)</sup> Nelle figure a fianco sono mostrati i 16 legamenti dell'articolazione TMC.

Ladd et al <sup>(2)</sup> per fare luce sul ruolo dei diversi legamenti dell'articolazione TMC, propongono un'analisi comparativa macroscopica e microscopica delle loro strutture, mediante valutazione finale dei dati con *t. di Student*, prelevando i legamenti da cadavere. Questo studio ipotizza quindi una relazione diretta tra innervazione, propiocezione, struttura dei diversi legamenti ed il loro ruolo

di stabilizzatori articolari, come già indagato da altri studi a livello di ginocchio, spalla, caviglia e polso.

A differenza degli autori precedenti, dopo aver individuato tutti i 16 legamenti ne hanno presi in considerazione solo sette, ritenuti i principali, hanno quindi proceduto alla loro analisi, comparando i dati raccolti sui legamenti provenienti da trenta mani di cadavere, analizzando caratteristiche morfometriche, grado d'innervazione e rilevandone istologicamente, le cellule da cui sono composti e la loro densità.

I legamenti analizzati sono stati <sup>(2)</sup>:

- tre legamenti dorsali: legamento dorsale radiale, legamento dorsale centrale, legamento obliquo posteriore, che compongono il Complesso Legamentoso Dorsale
- due legamenti volari: legamento obliquo anteriore, legamento collaterale ulnare (o primo legamento trapezio metacarpale volare)
- due legamenti ulnari: legamento intermetacarpale, primo legamento trapezio metacarpale dorsale

### **5.2.1 Complesso legamentoso dorsale**

Il complesso legamentoso dorsale (DLC) <sup>(Fig.7)</sup> è composto dai legamenti dorsale radiale, dorsale centrale e dal legamento posteriore obliquo, che originano dalla superficie dorsale del tubercolo del trapezio, si aprono a ventaglio e si vanno ad inserire sul primo metacarpo.

Tutti i legamenti del DLC risultano essere più spessi rispetto ai legamenti volari ( $p < 0,001$ ), ma hanno anche maggiore densità cellulare ed una maggiore innervazione sensoriale rispetto al legamento anteriore obliquo ( $p < 0,001$ ).

#### *Legamento dorsale centrale*

La parte centrale del DLC è costituita dal legamento dorsale centrale, più ampio, spesso e più breve degli altri legamenti di quest'articolazione. È stato identificato e descritto, per la prima volta in letteratura dagli autori, come teso tra il legamento dorsale radiale ed il legamento posteriore obliquo, con origine dal centro del tubercolo dorsale del trapezio, ed inserzione nella parte centrale del bordo dorsale del primo metacarpo. Le fibre del legamento dorsale radiale hanno un orientamento longitudinale e costituiscono quindi la parte centrale del DLC.

Questo legamento dorsale centrale, nella fase finale d'opposizione, quando il metacarpo ruota sul suo asse longitudinale, diventa obliquo ed entra in tensione comprimendo così l'articolazione e contribuendo quindi più d'ogni altro legamento alla sua stabilità. Prova di questo è che anche quando il legamento obliquo anteriore è stato reciso, ma il complesso legamentoso dorsale è rimasto intatto, l'articolazione in fase d'opposizione è rimasta stabile<sup>(5)</sup>.

#### *Legamento obliquo posteriore*

Il legamento obliquo posteriore, origina dal lato ulnare del trapezio e con un orientamento obliquo, s'inserisce sul lato ulnare del primo metacarpo in corrispondenza al punto d'inserzione del primo muscolo interosseo dorsale. È emerso dallo studio *Ladd et al*<sup>(2)</sup> come questo legamento sia quello che presenta maggiore lunghezza e maggiore superficie d'inserzione.

#### *Legamento dorsale radiale*

Il legamento dorsale radiale ha origine dalla zona radiale del tubercolo dorsale del trapezio, decorre leggermente obliquo e s'inserisce sul lato dorso radiale del primo metacarpo.

L'inserzione primaria dell'abduuttore lungo del pollice, si va a sovrapporre alla maggior parte dell'inserzione di questo legamento.

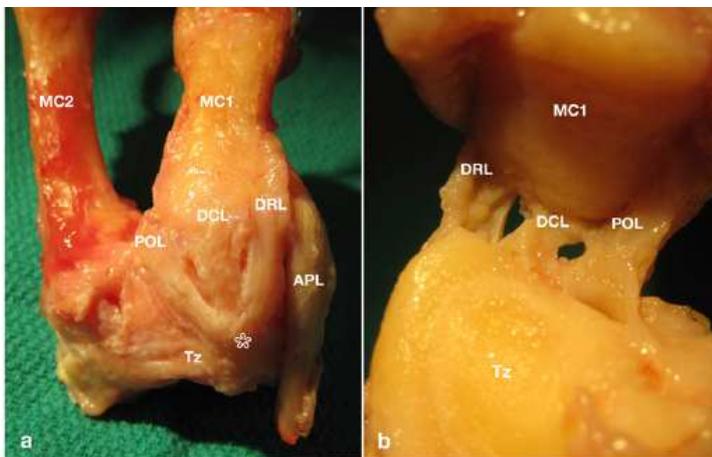


Fig. 7<sup>(2)</sup>

a- vista del DLC da lato dorsale

b- vista dal lato ulnare

\* origine del DLC dal tubercolo del trapezio (Tz)

DRL- Legamento dorsale radiale

DCL – Legamento dorsale centrale

POL legamento posteriore obliquo

MC1-MC2 primo e secondo osso metacarpale

## 5.2.2 Legamenti volari

#### *Legamento volare del becco o legamento obliquo anteriore*

Il legamento obliquo anteriore, è probabilmente uno dei legamenti a cui i diversi autori hanno assegnato il maggior numero di nomi;

legamento palmare del becco (*Pellegrini* <sup>(5)</sup>); legamento crociato anteriore obliquo o legamento volare (*Eaton et al* <sup>(5)</sup>); legamento ulnare (*Kaplan* <sup>(5)</sup>); legamento palmare (*Zancolli e Cozzi* <sup>(5)</sup>), L'origine di questa ridondanza risiede probabilmente nell'attenzione che i ricercatori prestavano a questo legamento, quando in origine era ancora ritenuto uno dei maggiori stabilizzatori dell'articolazione.

Il legamento obliquo anteriore, origina dal becco volare del primo metacarpo e s'inserisce sul lato volare del trapezio, al di fuori del recesso che nella fase d'opposizione accoglie il becco osseo del metacarpo.

Questo legamento è descritto da *Ladd et al* <sup>(2)</sup> come sottile, debole e traslucido con uno spessore medio <0.08 mm, al punto che permette di vedere uno strumento chirurgico posto dietro di lui.

Appare poco più che rinforzato dalla capsula articolare e raggiunge la sua massima tensione con il pollice in posizione di massima estensione (o posizione dell'autostoppista), è invece completamente rilasciato in fase d'opposizione, quindi non ha nessun ruolo nella stabilizzazione del pollice durante le prese fini e/o di forza, questo contrariamente a quanto ritenuto in passato <sup>(5)</sup> (Fig. 8).

Due studi precedenti (*Pellegrini et al 1991 e Bettinger et al 1999*) <sup>(2)</sup> avevano descritto il legamento obliquo anteriore, come somma di due distinti legamenti; un legamento obliquo anteriore profondo ed un legamento obliquo superficiale.

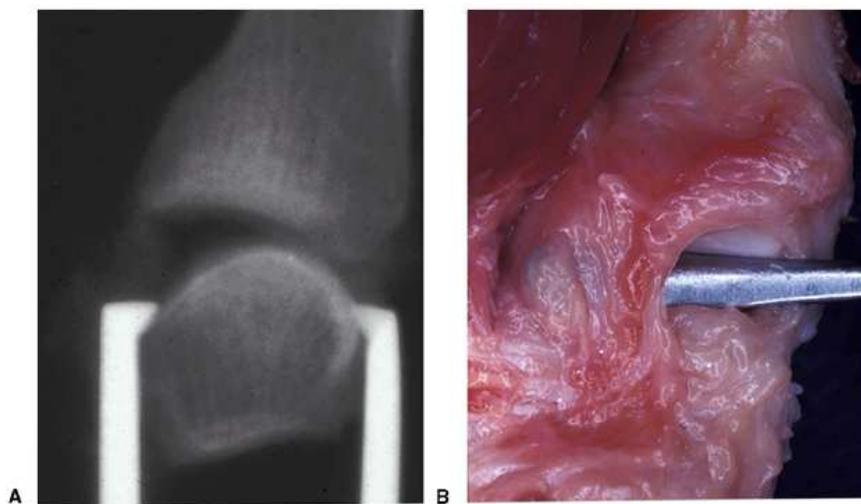


Fig. 8

A: visione radiografica laterale del pollice in posizione dell'autostoppista, si intravede il leg. Obliquo anteriore in tensione.

B: Il legamento è sottile e traslucido al punto di permettere la visione in trasparenza di uno strumento metallico.

### *Legamento collaterale ulnare*

Il legamento collaterale ulnare (Fig. 9) (2) a differenza degli altri legamenti sin qua descritti è extracapsulare.

Questo legamento, come suggerisce il suo nome, apparterebbe al gruppo dei legamenti ulnari, ma “per coerenza storica” viene classificato dalla maggior parte degli autori con i legamenti volari.

Origina dal bordo distale del legamento trasverso del carpo e si inserisce sulla cresta volare dal lato ulnare del primo metacarpo disponendosi con le sue fibre in direzione leggermente obliqua.

Questo legamento oltre che come legamento collaterale ulnare è conosciuto anche con il nome di primo legamento trapeziometarpale volare, complementare al suo omologo dorsale.

Si viene a trovare in massima tensione, con il pollice posizionato passivamente in estensione e abduzione (2).

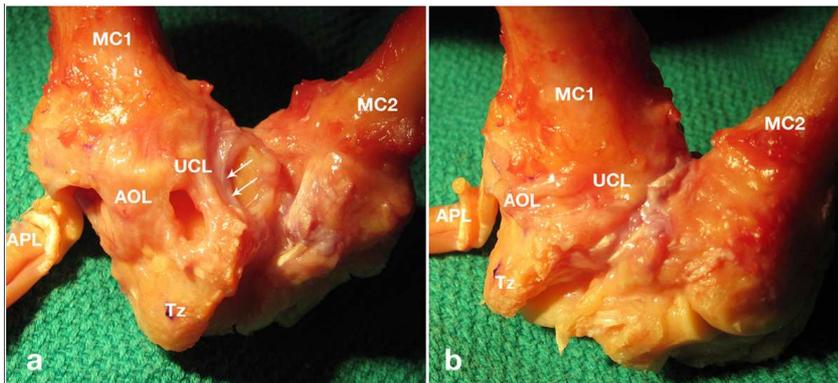


Fig. 9 (2) L'immagine mostra i legamenti volari.

a: legamenti con pollice in estensione

b: legamenti con pollice in flessione

AOL Legamento anteriore obliquo

UCL Legamento collaterale ulnare (o primo legamento trapeziometarpale volare)

APL Abduttore lungo del pollice MC1-MC2 primo e secondo osso metacarpale

### **5.2.3 Legamenti ulnari**

Questi legamenti sostengono il pollice dal suo lato ulnare, in questo gruppo di legamenti, gli autori (2) ne inseriscono solo due, il legamento intermetarpale e il legamento trapezio-metarpale dorsale, in realtà come descritto in precedenza, dal punto di vista strettamente anatomico, in questo gruppo rientrerebbe anche il legamento collaterale ulnare.

### *Legamento intermetarpale*

Il legamento intermetarpale, ha origine dal bordo dorsale e radiale del secondo metacarpo ed ha inserzione sul lato ulnare e volare del primo metacarpo.

È descritto da *Ladd et al* (2) come un legamento extracapsulare ed estremamente sottile, teso con il pollice in posizione di massime abduzione.

Al contrario secondo *Ollie* <sup>(5)</sup> il legamento risulta particolarmente fibroso, spesso, corto e rappresenta un importante collegamento teso tra il primo e il secondo metacarpo.

Questo autore ritiene che rivesta un ruolo notevolmente più importante di quanto comunemente si pensi. Infatti se il legamento dorsale e il legamento anteriore obliquo vengono recisi, l'articolazione TMC si disloca ma rimane in contatto con il secondo metacarpo grazie alla presenza del legamento intermetacarpale. Solo quando tutti e tre questi legamenti sono recisi, l'articolazione si può liberamente dislocare <sup>(Fig. 10)</sup>

Inoltre stabilizza l'articolazione non solo nella posizione di abduzione, ma anche quando è in supinazione. <sup>(2)</sup>

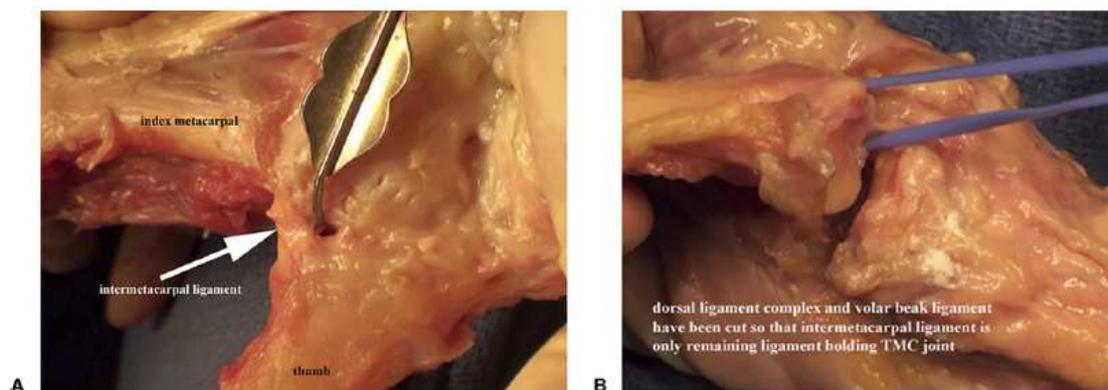


Fig. 10

A: legamento intermetacarpale.

B: Legamento intermetacarpale integro che mantiene in sede l'articolazione dopo la resezione del leg.obliquo anteriore e del legamento dorsale

### *Primo legamento trapezio-metacarpale dorsale*

Il primo legamento trapezio-metacarpale dorsale <sup>(Fig.9)</sup> <sup>(2)</sup> origina dal bordo ulnare e dorsale del trapezio e decorre obliquamente andando ad inserirsi sul primo metacarpo, principalmente accanto al legamento posteriore obliquo, e in misura minore sul bordo volare ed ulnare del metacarpo, nella zona d'inserzione del legamento collaterale ulnare.

Questo legamento stabilizza il pollice nella posizione d'abduzione pronazione e flessione, è inoltre considerato la controparte dorsale del primo legamento trapezio-metacarpale volare, entrambi i legamenti sono in tensione con il pollice in posizione passiva d'abduzione e pronazione.

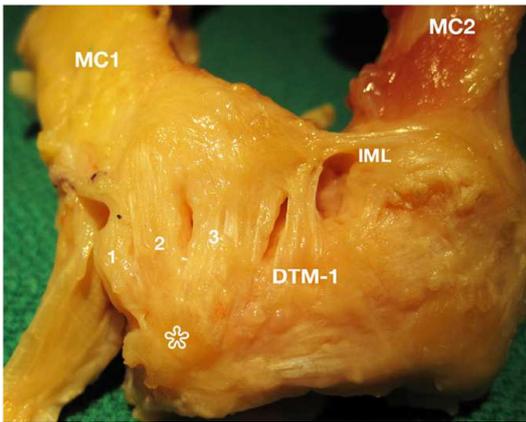


Fig. 11 L'immagine mostra il pollice in abduzione con l'articolazione stabilizzata dal DTM1 e dall'IML

DMT1 primo legamento trapezio-metacarpale dorsale

IML legamento intrametacarpale

\* tubercolo dorsale del trapezio

1 legamento radiale dorsale

2 legamento dorsale centrale.

Di tutti i legamenti sinora descritti, secondo *E.Ollie* <sup>(5)</sup> solo tre rivestono un ruolo importante, il complesso legamentoso dorsale (DRL), il legamento becco volare (o anteriore obliquo) ed il legamento intermetacarpale.

*James D. Lin et al* <sup>(1)</sup> nella loro *systematic review*, effettuata su 52 articoli di livello IV, arrivano alla stessa conclusione, sottolineando però come diversi autori, ritengano il DRL non solo il principale legamento in grado di opporsi alla sublussazione, ma anche il legamento dell'articolazione TMC più spesso, meccanicamente più resistente, con una maggiore densità cellulare e decisamente più ricco di terminazioni nervose degli altri.

Anche *Colman et al* <sup>(16)</sup> ritengono che per la stabilizzazione dell'articolazione TMC, il DRL sia più importante rispetto al legamento obliquo anteriore. Nel loro lavoro effettuato su 16 mani di cadaveri, dopo aver sezionato il complesso legamentosa DRL e il legamento anteriore obliquo profondo (dAOL), hanno misurato le traslazioni dell'articolazione TMC, nelle posizioni di presa laterale ed opposizione. I risultati di queste misurazioni hanno mostrato, differenze statisticamente significative per un aumento delle traslazioni, quando ad essere sezionato era il DRL piuttosto che il dAOL.

In un lavoro risalente l'anno 2000 *Bettinger et al* <sup>(25)</sup>, partendo da una sorta principio di "azione e reazione", secondo cui la funzione di un legamento possa essere strettamente legata alla sua struttura anatomica, hanno analizzato la rigidità, l'isteresi, la resistenza alla rottura, allo stress finale e alla deformazione (allungamento in percentuale), dei legamenti trapezio trapezoide volare e dorsale, del legamento secondo metacarpale volare e dorsale, del legamento anteriore obliquo, del legamento dorso-radiale e del legamento terzo trapezio metacarpale.

Lo studio che è stato effettuato su cadavere prelevando un complesso *osso-legamento-osso* dalle mani di 10 uomini e 10 donne, ha mostrato differenze statisticamente significative tra i vari legamenti per le proprietà analizzate.

Il legamento dorso radiale, è quello che ha mostrato la capacità di sopportare il maggior carico di rottura, il legamento trapezio-metacarpale terzo ha mostrato la maggior rigidità e resistenza all'allungamento, il legamento anteriore obliquo, si è presentato come quello con la maggior isteresi.

Quindi in conformità a questo principio, secondo cui le proprietà intrinseche delle strutture capsulolegamentose, siano degli indicatori della loro importanza per la stabilità articolare, gli autori sono giunti alla conclusione che, il DRL e il terzo legamento trapezio metacarpale, sono importanti stabilizzatori del trapezio e dell'articolazione TMC, in quanto più rigidi e forti degli altri, mentre il legamento anteriore obliquo risulta più debole e lasso.

### **5.3 Muscoli**

Il pollice si muove grazie alla presenza di nove differenti muscoli suddivisi secondo un criterio topografico in due diversi gruppi, intrinseci ed estrinseci: <sup>(4-7)</sup>.

- intrinseci, con origine ed inserzione terminale nella mano
- estrinseci, con origine nel braccio e/o avambraccio ed inserzione nella mano

I muscoli intrinseci sono cinque, di questi solo i primi quattro sono tenari:

1. opponente del pollice
2. abduuttore breve
3. flessore breve del pollice
4. adduttore del pollice
5. primo interosseo dorsale

I muscoli estrinseci sono quattro:

1. estensore lungo del pollice
2. estensore breve del pollice
3. abduuttore lungo del pollice
4. flessore lungo del pollice

*Gupta et al* <sup>(4)</sup> nella loro *Rewiev*, hanno dettagliatamente investigato l'azione della muscolatura tenere nel movimento del pollice, secondo gli autori, quella che maggiormente contribuisce al movimento dell'articolazione TMC. L'azione dei muscoli intrinseci è in grado di dare vita ai movimenti complessi del pollice in relazione all'articolazione trapezio metacarpale, l'azione dei muscoli estrinseci è volta maggiormente al movimento delle articolazioni metacarpo falangea ed interfalangea.

Il risultato finale del movimento del pollice avviene grazie alla coordinazione dei muscoli intrinseci ed estrinseci. La muscolatura intrinseca è quella che maggiormente permette prese dinamiche di precisione e di coordinazione, influenzando il movimento e la stabilità <sup>(15)</sup>. La stabilità generale del pollice durante le prese è mantenuta attivamente da muscoli più che dalle superfici articolari, la maggior parte dei muscoli motori del pollice tendono ad essere sempre attivi durante i suoi movimenti <sup>(4)</sup>. Anche se, come riportato da *Colman et al* <sup>(16)</sup>, citando i dati di uno studio elettromiografico di *Conney et al*, l'adduttore del pollice, il flessore lungo del pollice e l'opponente, risultano essere, rispetto al resto della muscolatura del pollice, quelli maggiormente attivi durante le prese digito terminali e a mano piena.

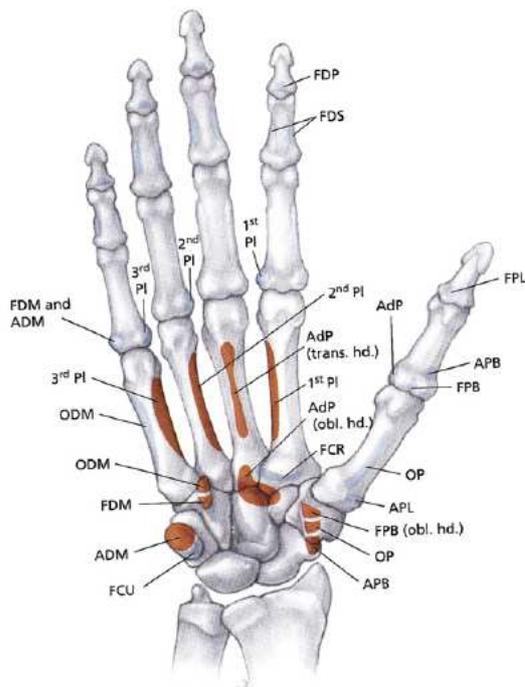


Fig. 12 <sup>(4)</sup>

Origini (rosso) ed inserzioni (azzurro) dei muscoli motori del pollice.

AdP-adduttore del pollice

AdP-(obl. hd.) adduttore obliquo della testa del pollice.

AdP-(trans. hd.) adduttore trasverso della testa del pollice

APB-abduttore breve del pollice

APL- abduttore lungo del pollice

FPB-(obl. hd.) flessore obliquo breve della testa del pollice.

FPL-flessore lungo del pollice

OP (OPP)-opponente del pollice

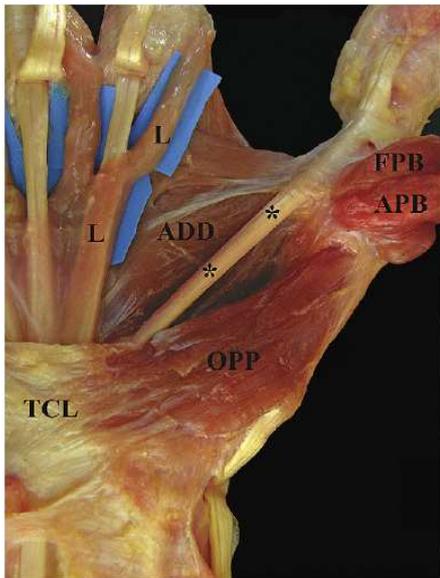


Fig. 13  
 TCL-legamento carpale trasverso  
 \*\* -flessore lungo del pollice  
 ADD-adduttore  
 L-lombricali

### 5.3.1 Muscoli intrinseci

I quattro muscoli intrinseci tenari sono, abductore breve del pollice, opponente del pollice, flessore breve del pollice e adduttore del pollice. I primi tre formano la parte carnosa presente nel bordo radiale del lato volare della mano, l'eminenza tenar. La maggior parte dei muscoli tenari originano dal legamento carpale trasverso (TCL <sup>fig.13</sup>), la loro inserzione è principalmente a livello della base della falange prossimale del pollice, con l'eccezione del muscolo opponente del pollice che si inserisce sul primo osso metacarpale <sup>(4)</sup>.

Come per tutti i muscoli, anche per la funzione di quelli tenari, di dimensione particolarmente ridotta rispetto alle forze che sono chiamati a generare, è essenziale non solo l'architettura, ma anche la disposizione delle loro fibre rispetto agli assi di generazione delle forze che muovono il pollice. La forza è proporzionale non solo alla sezione trasversa dei muscoli, ma ancor più alla direzione delle loro fibre o angolo di pennazione, che permette la presenza di un maggior numero di fibre nello stesso volume muscolare <sup>(6)</sup>. La loro particolare disposizione li rende molto efficienti ed in grado di sviluppare forza e precisione, questo non sarebbe però possibile senza una perfetta integrazione dei muscoli, con legamenti, forma ed orientamento delle superfici articolari della TMC.

#### *Abductore breve del pollice (APB)*

L'abductore breve del pollice è un muscolo sottocutaneo, con origine dal legamento carpale trasverso. La sua origine, è leggermente più prossimale rispetto al flessore breve del pollice, con

alcune fibre prende origine dal tubercolo dello scafoide dal trapezio e dal tendine dell'abducente lungo del pollice. La sua inserzione avviene in due diversi punti, grazie al fatto che il muscolo si divide in due lamine che costituiscono un tendine sottile e piatto, le sue fibre mediali e profonde s'inseriscono, sia a livello della base radiale della falange prossimale del pollice, sia a livello della porzione laterale della capsula dell'articolazione metacarpo-falangea. Le sue fibre latero superficiali s'inseriscono nell'aponeurosi dell'estensore lungo del pollice. Origine ed inserzione presentano molte variabili individuali.

Esso determina la forma ed il contorno radiale dell'eminenza tenar. Il suo nome, che deriva dal latino *ab* "via da" e *ducere* "attirare", richiama chiaramente la sua azione principale, abducente del pollice, azione che però non è l'unica, l'abducente breve interviene anche nella flessione della TMC portando il pollice verso il palmo della mano. Indirettamente contribuisce anche ad estendere il pollice a livello d'articolazione interfalangea, grazie alla sua inserzione sull'aponeurosi dell'estensore lungo del pollice inoltre, devia ulnarmente l'articolazione metacarpo falangea.

L'abducente breve del pollice produce quindi l'abduzione e la flessione del metacarpo, una leggera flessione della falange prossimale e l'estensione della distale, simultaneamente a questo genera una pronazione dell'articolazione TMC, queste azioni hanno come risultato finale l'opposizione del pollice.

Questo muscolo da solo, è quindi in grado di produrre un'opposizione eccellente, ed in virtù delle sue inserzioni, è in grado di stabilizzare l'articolazione metacarpo falangea durante l'abduzione la flessione e la pronazione (componenti dell'opposizione). Questa stabilizzazione può essere aiutata dall'opponente del pollice.

A tutti gli effetti, l'abducente breve del pollice risulta quindi il più importante tra i muscoli tenari.

### *Opponente del pollice*

L'opponente del pollice è un muscolo breve con forma triangolare e si trova sotto l'adduttore breve del pollice, ha origine dalla capsula articolare carpo-metacarpica, dal tubercolo del trapezio e dal legamento trasverso del carpo. La sua forma a ventaglio, lo porta ad inserirsi sul lato volare e radiale, lungo tutto l'asse longitudinale dell'osso metacarpale. La sua azione è quella di flettere e pronare il metacarpo del pollice. Dà inizio al movimento d'opposizione a livello del primo metacarpo. Lavorando in sinergia con l'abducente breve del pollice ne valorizza il lavoro d'opposizione. Anche per questo muscolo esistono variabili individuali in cui il muscolo risulta unito al flessore breve del pollice, o in alcuni rari casi è completamente assente<sup>(4)</sup>.

### *Flessore breve del pollice*

Il flessore breve del pollice il cui nome deriva dal latino *flexus* “piegata” ha due distinte origini. La prima superficiale (laterale), che è situata sul tubercolo del trapezio e sul legamento trasverso del carpo, decorre radialmente al tendine del flessore lungo del pollice, andandosi ad inserire sulla base della falange prossimale del pollice, lato radiale. Incorporato in questo tendine si trova l’osso sesamoide radiale.

La seconda più profonda e ridotta rispetto alla prima, ha origine dal trapezoide, dal capitato e dal legamento volare della fila distale del carpo. Decorre in profondità rispetto al tendine del flessore lungo del pollice, s’inserisce sull’osso sesamoide radiale e sulla base della falange prossimale del pollice, lato radiale, un’espansione del tendine s’inserisce sull’apparato dorsale del pollice. In alcuni casi, si è rilevata l’assenza dell’origine profonda del muscolo, ma anche l’unione del capo superficiale con l’opponente del pollice. Sono inoltre stati descritti da *Bergman et al.* nel 1993 alcune variabili individuali, che presentavano un’origine profonda accessoria o “fascicolo del flessore breve del pollice” con origine dal lato ulnare del metacarpo ed inserzione sulla base della falange prossimale, lato ulnare.

L’azione principale del flessore breve del pollice, è dunque la flessione del pollice a livello dell’articolazione metacarpo falangea, la sua azione accessoria è la pronazione del pollice con un movimento a livello metacarpale. *Sail et al*<sup>(4)</sup> riportano come ulteriore azione accessoria di questo muscolo, l’estensione della falange distale, grazie all’espansione del suo tendine sull’apparato dorsale del pollice, azione che appare sconfessata dagli altri autori.

### *Adduttore del pollice.*

L’adduttore del pollice, dal latino *adducere* “tirare verso”, per compiere questa funzione si avvale di due origini una obliqua ed una trasversale. L’origine obliqua è sul capitato, sulle basi del secondo e terzo metacarpo, sui legamenti volari intercarpici e sulla guaina del tendine del flessore radiale del carpo. Le fibre convergono e si uniscono ai tendini del flessore breve del pollice (a livello di origine profonda) e sull’inserzione trasversale dell’adduttore, l’inserzione è a livello del lato ulnare della base della falange prossimale del pollice, e sull’apparato estensore dorsale. A livello tendineo si apprezza la presenza di un osso sesamoide. Le fibre dell’origine trasversale chiamate anche “inserzione profonda del flessore breve del pollice” si fondono sotto il tendine del flessore lungo del pollice, del flessore breve del pollice e dell’adduttore breve del pollice. L’origine dell’adduttore ha

una forma triangolare, le sue fibre si uniscono andando ad inserire, con il flessore breve del pollice, medialmente al lato ulnare della base della falange prossimale del pollice.

La sua azione principale è quella di addurre il primo metacarpo, il muscolo si estende però fino all'articolazione interfalangea attraverso il suo inserimento sull'apparato dorsale del pollice.

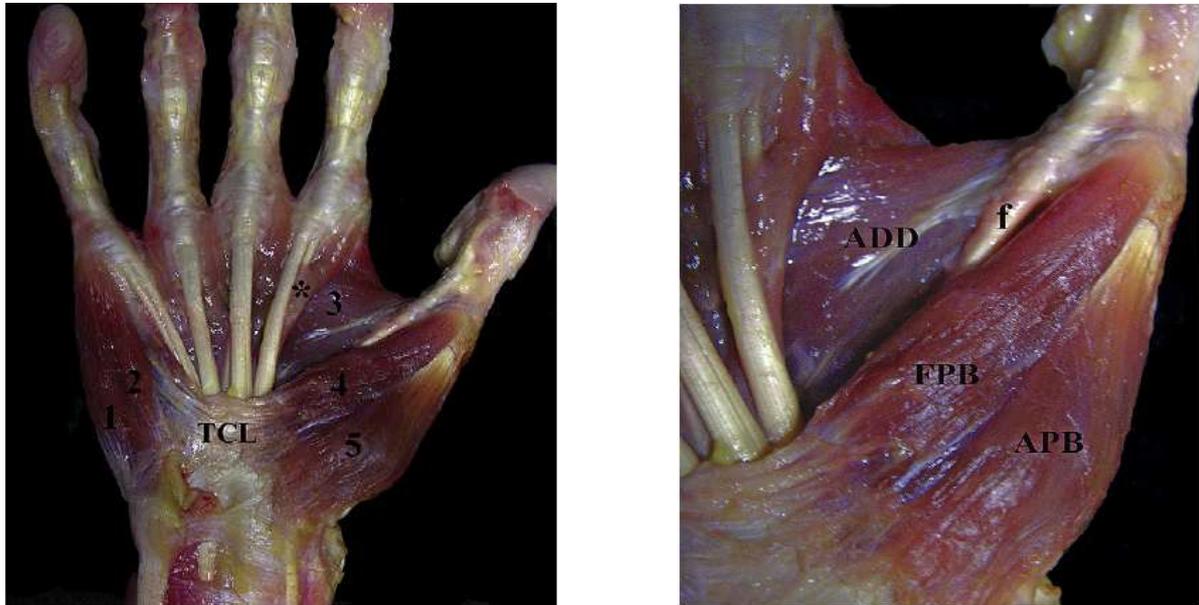


Fig. 14<sup>(4)</sup> Visione palmare della muscolatura intrinseca della mano. TLC- legamento trasverso del carpo. FBP (4)-flessore breve del pollice. APB (5)-abdttoe breve del pollice. ADD (3)-adduttore del pollice. f-tendine del flessore lungo del pollice. \*muscolo lombricale

### *Primo interosseo dorsale*

Come gli altri muscoli interossei dorsali ha origine con due capi uno laterale ed uno mediale. Il capo laterale del primo interosseo dorsale, origina dalla metà prossimale del lato ulnare del primo metacarpo, il capo mediale origina dal margine radiale del secondo metacarpo. I due capi s'inseriscono sull'espansione degli estensori e sulla base della falange prossimale del secondo dito.

L'azione del capo laterale, è in grado di assistere l'adduttore del pollice agendo sull'articolazione TMC, determina un movimento d'adduzione e retroposizione del primo metacarpo.

È innervato dal ramo profondo del nervo ulnare.

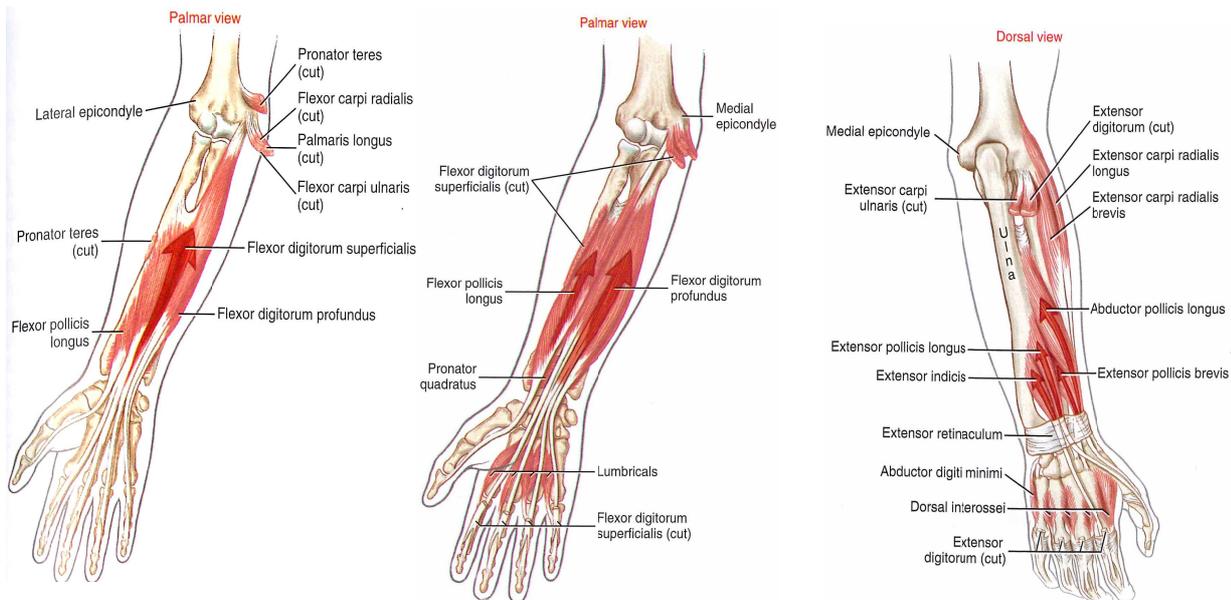


Fig. 15

In figura interossei dorsali e muscolatura estrinseca del pollice

### 5.3.2 Muscoli estrinseci

I componenti di questo gruppo muscolare, denominati anche muscoli lunghi, sono quattro ed hanno la loro origine nell'avambraccio.

Tre di questi, la cui funzione principale parrebbe immediatamente individuabile dal nome, sono muscoli deputati all'estensione e all'abduzione, il quarto è l'unico flessore estrinseco del pollice.

I tendini dei primi tre, estensore lungo, estensore breve del pollice ed abditore del pollice, delimitano sulla faccia dorsale e radiale del polso, una zona anatomica superficiale di forma triangolare con vertice posto inferiormente, conosciuta con il nome di *"tabacchiera anatomica"*.

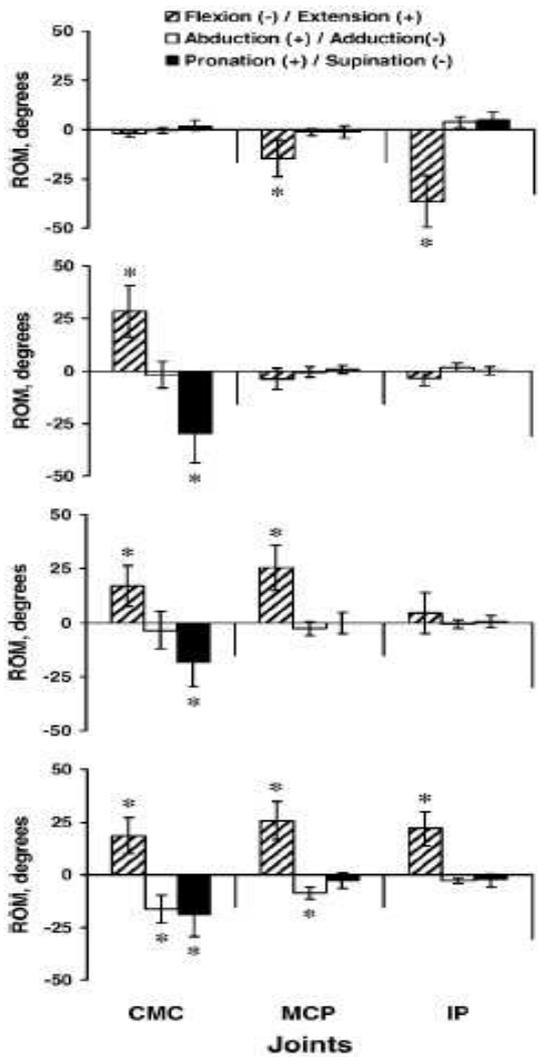
Da una ricerca del 2008 <sup>(13)</sup> effettuata su dieci mani di cadaveri, è emerso, come la muscolatura estrinseca sia in grado di produrre molteplici movimenti articolari tridimensionali. Agendo in modo estremamente coordinato, genera fino a otto dei possibili nove movimenti combinabili tra le articolazioni TMC, metacarpo falangea e interfalangea. Ogni muscolo produce anche movimenti in direzioni anatomiche multiple con direzioni preferenziali.

La forza utilizzata nello studio per generare i movimenti, è stata il 10% della forza massima dei muscoli, in quanto i soli movimenti del pollice richiedono attivazioni muscolari sub-massimali. È interessante notare come la maggior parte dei movimenti siano già ottenibili al raggiungimento del 5% della forza <sup>(Fig. 17)</sup>.

Il flessore lungo del pollice genera due movimenti dominanti, flessione della metacarpo falangea e dell'interfalangea. In media flette la metacarpo falangea di 14,68° e l'interfalangea di 36,78°, ma non è in grado di generare movimenti significativi a livello di articolazione trapezio metacarpale.

L'abduktore lungo è in grado di generare due movimenti dell'articolazione trapezio metacarpale significativi, 28,48° in estensione e 29,9° in supinazione.

Sorprendentemente l'abduktore lungo del pollice non produce un'abduzione significativa a livello trapezio metacarpale ( $p < 0,996$ ) e non produce movimenti importanti a livello di interfalangea e metacarpo falangea. L'estensore breve del pollice genera tre movimenti significativi a livello di TMC e metacarpo falangea, estendendo le articolazioni rispettivamente di 16,98° e 25,58°, inoltre supina la TMC di 18,38°. L'estensore lungo del pollice genera fino a sei movimenti tra le articolazioni TMC carpo metacarpale ed interfalangea, estendendo queste articolazioni di 18,48° 25,78° e 21,98°, adduce di 16,38° e supina di 19,08° la TMC, inoltre è in grado di addurre di 8,7° la metacarpo falangea (Fig. 16).



**A FPL**

**B APL**

**C EPB**

**D EPL**

Fig. 16<sup>(13)</sup>

La figura riassume il ROM prodotto dai singoli muscoli sulle differenti articolazioni

flexione adduzione supinazione (-)  
 estensione abduzione pronazione (+)

FPL- flessore lungo del pollice

APL- abduuttore lungo del pollice

EPB- estensore breve del pollice

EPL- estensore lungo del pollice

Articolazioni:

CMC- carpo metacarpica

MCP- metacarpo falangea

IP- interfalangea

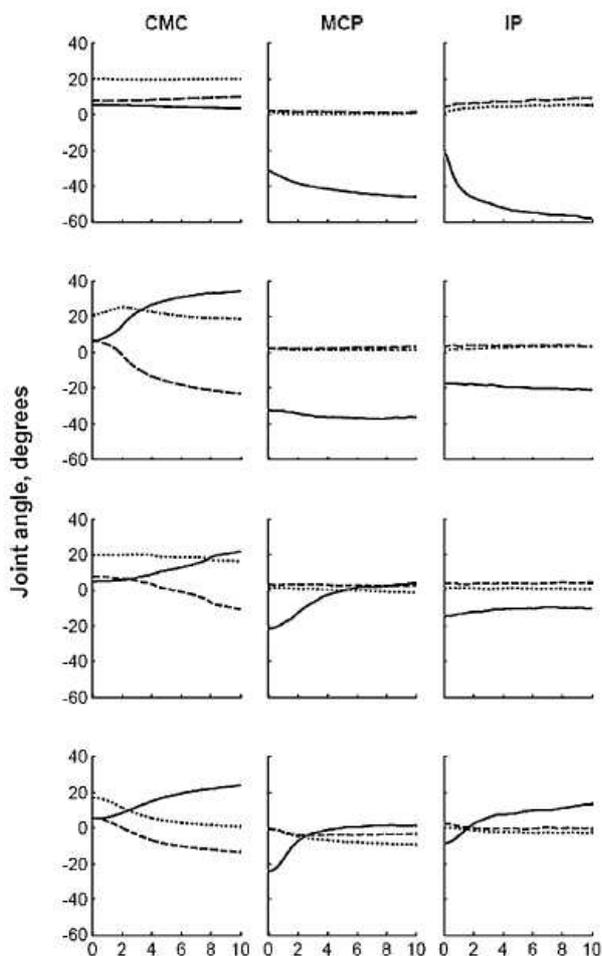


Fig. 17 <sup>(13)</sup>

In figura, in ordinate, i movimenti espressi in gradi che i muscoli estrinseci generano a livello delle articolazioni del pollice.

I piani cartesiani mostrano i movimenti di ogni articolazione del pollice e i muscoli che li generano, in ascisse la % di forza necessaria per raggiungere i diversi gradi di movimento:

( \_\_\_\_\_ ) flessione (-) estensione (+)

( ..... ) abduzione (+) adduzione (-)

( - - - - - ) pronazione (+) supinazione (-)

Muscoli:

FPL- flessore lungo del pollice

APL- abduktore lungo del pollice

EPB- estensore breve del pollice

EPL- estensore lungo del pollice

Articolazioni:

CMC- carpo metacarpica

MCP- metacarpo falangea

IP- interfalangea

### *Estensore lungo del pollice*

Questo muscolo origina dal lato dorsale dell'avambraccio, precisamente dal terzo medio della superficie dorsale dell'ulna e dalla membrana interossea. Con il suo ventre decorre sul lato dorsale dell'avambraccio, con il suo tendine distalmente al retinacolo degli estensori lungo la superficie dorso-radiale del carpo. S'inserisce principalmente alla base della falange distale del pollice, ha un'inserzione secondaria sul trapezio che in parte si fonde con le fibre dei muscoli tenari <sup>(7)</sup>. La sua azione principale è quella di estendere il pollice agendo sulle articolazioni, interfalangea, metacarpo falangea e trapezio metacarpale, partecipa inoltre alla flessione ed alla deviazione radiale della mano. Il suo particolare decorso che lo porta a passare dorsalmente all'asse di rotazione latero mediale dell'articolazione TMC gli permette di esplicare anche un'azione di adduzione. Questo muscolo è l'unico in grado far eseguire al pollice, tutti i movimenti necessari al suo corretto ritorno in posizione anatomica.

È innervato dal ramo profondo del nervo radiale.

### *Estensore breve del pollice*

Questo muscolo ha un'origine che decorre dall'ulna distalmente al muscolo abduuttore lungo, dalla membrana interossea e dalla faccia dorsale del radio. Segue un tragitto parallelo all'abduuttore lungo del pollice per inserirsi sulla base della falange prossimale del pollice. La sua azione è quella di estendere ed abduire il pollice. Porta il primo metacarpo in fuori (provocando un'estensione ed una retropulsione dell'articolazione TMC quindi, a differenza dell'abduuttore lungo può essere considerato il vero abduuttore dell'articolazione TMC, la sua azione è in grado di contribuire anche alla deviazione ulnare del polso. È innervato dal ramo profondo del nervo radiale.

### *Abduuttore lungo del pollice*

Origina dalla superficie dorsale dell'ulna, dalla membrana interossea e dalla superficie dorsale del radio. La sua inserzione è alla base del primo metacarpo, lato dorsale. A livello del pollice agisce solo sull'articolazione TMC.

Grazie al posizionamento del suo tendine, che è il più anteriore di quelli della tabacchiera anatomica, dovrebbe essere in grado di portare il primo metacarpo in fuori e avanti, risultando così abduuttore ma anche antepulsore del primo metacarpo, soprattutto con il polso leggermente flesso. Sorprendentemente non è invece in grado d'abduire significativamente l'articolazione TMC e non genera movimenti significativi neanche a livello di articolazione IF e CMC <sup>(13)</sup>. La sua azione a livello di TMC è quella d'estensore e supinatore (estende l'articolazione di 28,4° e la supina di 29,8°). Quando il polso è esteso, porta il primo metacarpo in retropulsione. Con la sua azione estende e devia radialmente la mano, insieme all'estensore lungo del pollice forma quindi una coppia di potenti deviatori ulnari del polso.

È innervato dal ramo profondo del nervo radiale.

### *Flessore lungo del pollice*

Contenuto nel piano profondo dell'avambraccio, lateralmente al flessore profondo delle dita, origina sulla faccia volare del terzo medio del radio, distalmente alla tuberosità bicipitale ed in parte sulla membrana interossea. Decorre lungo l'avambraccio sotto il flessore superficiale delle dita, con il suo tendine attraversa il polso passando sotto il legamento carpale trasverso, s'inserisce distalmente sul lato palmare della base della falange distale del pollice.

Fra i muscoli motori del pollice, assieme all'estensore lungo del pollice, è quello che presenta l'inserzione più distale, è l'unico flessore dell'articolazione interfalangea del pollice. Contribuisce

alla flessione a livello delle articolazioni metacarpo falangea e trapezio metacarpale, determina anche una leggera abduzione del pollice. Con la sua azione può inoltre contribuire alla flessione del polso. È essenziale nelle prese di forza per poter avere una presa sicura e perfettamente avvolgente. È innervato dal ramo interosseo palmare del nervo mediano.

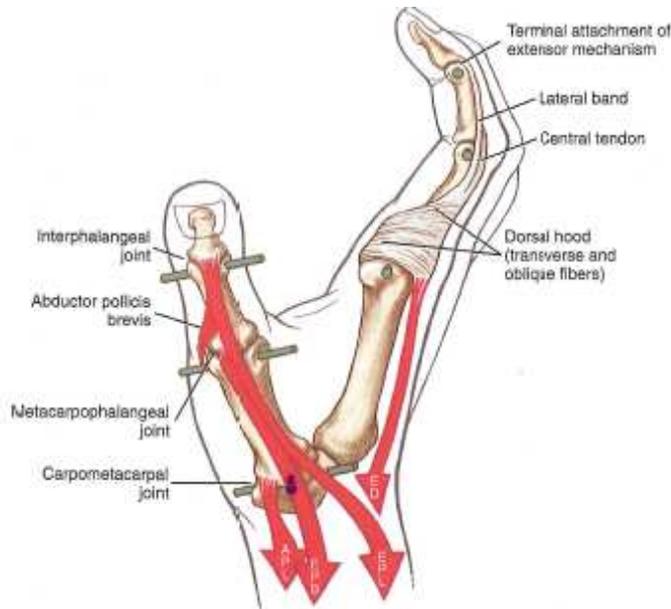


Fig. 18 <sup>(7)</sup>

Funzione dei muscoli estensori (estrinseci) del pollice.

In verde gli assi di rotazione latero mediali in viola l'asse di rotazione dorso palmare.

EPL-estensore lungo del pollice

EPB-estensore breve del pollice

APL-abduttore lungo del pollice.

ED-estensore delle dita

È stata studiata in modo approfondito da *Li et al* <sup>(22)</sup>, la funzione motoria del pollice e la capacità dei muscoli di sviluppare forza nelle varie direzioni. Per questo lavoro, gli autori hanno utilizzato otto soggetti uomini asintomatici (età,  $25.6 \pm 3.9$ anni; altezza  $1.77 \pm 0.04$  m; peso  $75.0 \pm 7.7$  kg), nei quali è stata valutata la forza in sedici direzioni distribuite uniformemente nei  $360^\circ$  dello spazio. La rilevazione della forza, è stata effettuata a livello dell'articolazione interfalangea, al fine di valutare la risultante dell'azione dell'intera muscolatura del pollice.

Da questo lavoro è emerso come la forza più alta,  $104,8 \pm 14,2$  N, sia generata in flessione ( $270^\circ$ ) con una differenza significativa rispetto alle altre direzioni ( $p < 0.05$ ), mentre la forza che il pollice è in grado di generare in estensione è risultata la più bassa. In rapporto alla flessione (considerata forza massima esprimibile dal pollice e quindi 100%) la forza generata in estensione, abduzione e adduzione risulta rispettivamente il 24,8%, 57,2%, e il 46,2%.

I movimenti d'abduzione ed adduzione, combinati con il movimento di flessione, sono stati in grado di esprimere forze relativamente elevate, che sono risultate essere il 23,6%, 52,7% rispetto alla

flessione pura, mentre i movimenti d'adduzione ed abduzione, associati all'estensione, sono stati il 7,8% e l'11,4% rispetto alla forza sviluppata nella sola flessione.

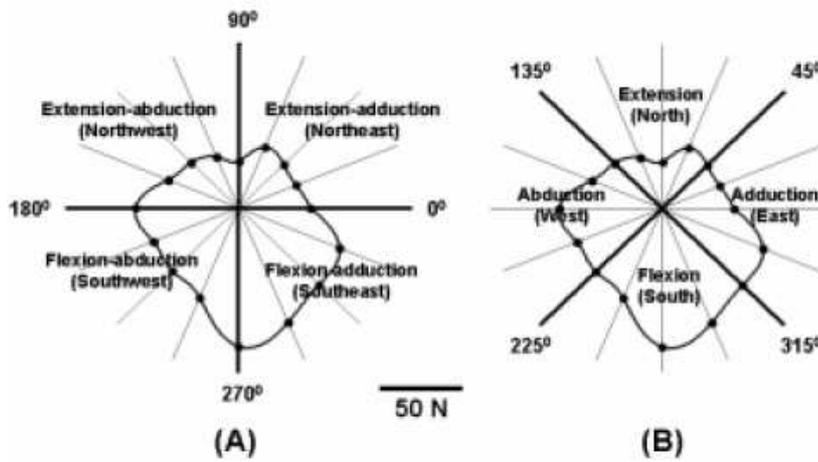


Fig. 19

La prima figura mostra i 16 punti in cui sono stati misurati i picchi di forza, l'immagine mostra il piano orizzontale del pollice, rispetto alle sue possibilità di movimento.

(A) mostra le rette associate a movimenti puri di:

flessione (270°),  
estensione (90°),  
abduzione (180°),  
adduzione (0°)

(B) mostra le rette associate ai movimenti combinati di:

estensione-adduzione (45°)  
estensione-abduzione (135°)  
flessione-adduzione (315°)  
flessione-abduzione (225°)

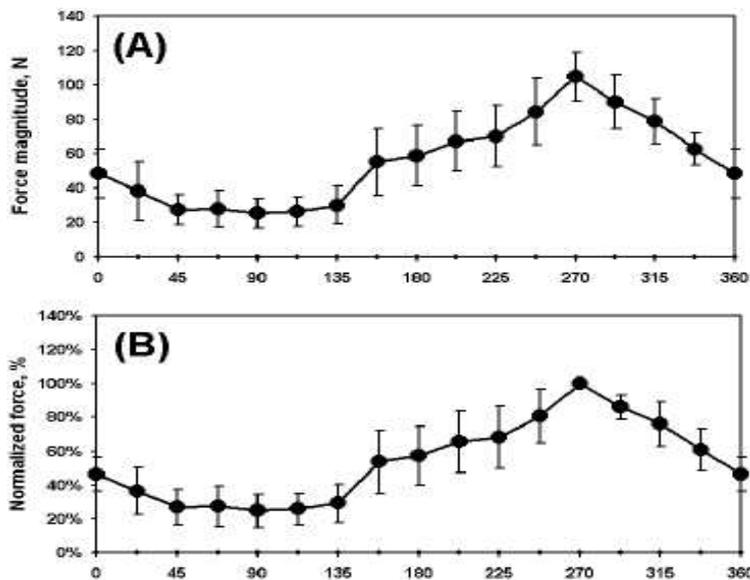


Fig. 20

Il diagramma (A) mostra le forze espresse in Newton (in ordinate), ai vari gradi (in ascisse).

Il diagramma (B) mostra le forze espresse in percentuale (in ordinate) ai diversi gradi (in ascisse)

I diversi gradi espressi in ascisse corrispondono ai diversi movimenti nello spazio come mostrato in figura 19.

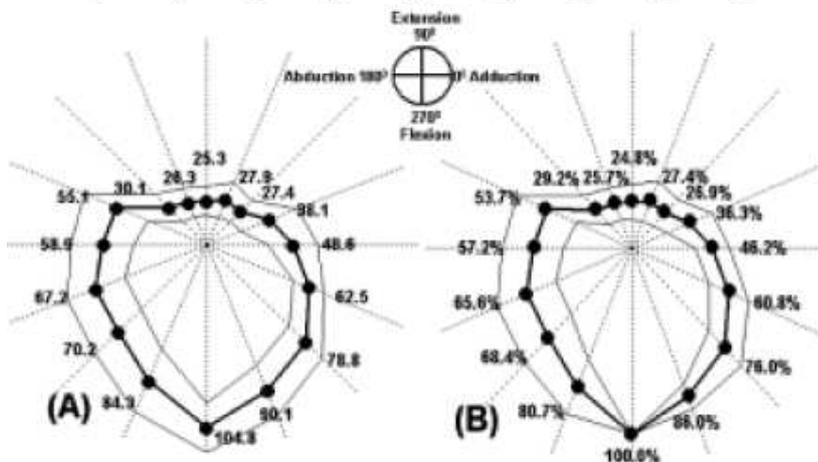


Fig. 21

Sono mostrati i risultati delle due precedenti figure sovrapposti.

(A) mostra le forze nelle varie direzioni espresse in Newton

(B) mostra le forze espresse nelle varie direzioni in percentuale rispetto alla flessione che si assume come 100% della forza massima espressa dai muscoli nei diversi movimenti del pollice.

I dati ottenuti (mostrati in figura), risultano interessanti oltre che per conoscere la capacità del pollice di esprimere diversi livelli di forza in differenti direzioni, anche per eventuali confronti con i valori di forza espressi da pazienti con patologie a carico del pollice o per comparazioni post intervento chirurgico.

Viene proposta una tabella riassuntiva per una migliore ed immediata visione di origini inserzioni innervazioni e funzioni della muscolatura del pollice.

Tab 1 Riepilogo muscolatura del pollice

MUSCOLO	ORIGINE	INSERZIONE	AZIONE PRINCIPALE	INNERVAZIONE	CLASSIFICAZIONE
<i>opponente del pollice</i>	Trapezio	Lato volare e radiale, del primo metacarpale	Pronazione (ruota il pollice in pronazione)	Nervo mediano C8-T1	<p><b>TENARI</b></p> <p><b>INTRINSECI</b></p>
<i>abduktore breve</i>	Trapezio e Scafoide	Base radiale della falange prossimale del pollice e aponeurosi dell'estensore lungo del pollice	Abduzione palmare a livello di trapezio metacarpale ed opposizione. Agisce come principale stabilizzatore del pollice	Nervo mediano C8-T1	
<i>flessore breve del pollice (origine superficiale)</i>	Legamento carpale trasverso e trapezio	Falange prossimale del pollice, lato radiale	Flessione dell'articolazione metacarpo falangea	Nervo mediano C8-T1	
<i>flessore breve del pollice (origine profonda)</i>	Secondo metacarpale	Falange prossimale del pollice, lato radiale	Flessione dell'articolazione metacarpo falangea	Nervo ulnare C8-T1	
<i>adduttore del pollice (origine obliqua)</i>	Capitato e secondo o terzo metacarpale	Medialmente alla base della falange prossimale del pollice	Adduzione a livello trapezio metacarpale	Nervo ulnare C8-T1	
<i>adduttore del pollice (origine trasversa)</i>	Metà distale del terzo metacarpale	Medialmente alla base della falange prossimale del pollice	Adduzione a livello trapezio metacarpale	Nervo ulnare C8-T1	
<i>primo interosseo dorsale</i>	Metà prossimale margine ulnare primo metacarpale e margine radiale secondo metacarpale	Espansione degli estensori e margine radiale della falange prossimale del 2° dito	Flessione metacarpo falangea, estensione interfalangea chiusura prima commisura.	Nervo ulnare C8-T1	

<i>Tab 1 Riepilogo muscolatura del pollice</i>					
<i>MUSCOLO</i>	<i>ORIGINE</i>	<i>INSERZIONE</i>	<i>AZIONE PRINCIPALE</i>	<i>INNERVAZIONE</i>	<i>CLASSIFICAZIONE</i>
<i>estensore lungo del pollice</i>	Superficie posterolaterale dell'ulna e membrana interossea	Base della falange distale del pollice	Estensione del pollice e abduzione del polso	Nervo Radiale C6-C8	} <b>ESTRINSECI</b>
<i>estensore breve del pollice</i>	Corpo del radio distalmente all'abduktore lungo	Base della falange prossimale del pollice	Estensione del pollice e abduzione del polso	Nervo Radiale C6-C7	
<i>abduktore lungo del pollice</i>	Superficie dorsale prossimale di radio e ulna	Margine laterale del primo osso metacarpale	Abduzione pollice e polso	Nervo Radiale C6-C7	
<i>flessore lungo del pollice</i>	Superficie anteriore del corpo del radio e membrana interossea	Base della falange distale del pollice	Flessione del pollice	Nervo mediano C8-T1	

## 5.4. Innervazione

In generale quando si parla d'innervazione si considera spesso in prima istanza quella motoria, il pollice, dal punto di vista motorio ha una triplice innervazione, questa è a carico dei nervi mediano ulnare e dei rami profondi del radiale.

Non meno importante risulta essere l'innervazione della cute, dove si rileva la presenza di un alto numero di terminazioni nervose sensitive, che aumentano come nel caso del pollice, in senso prossimo distale, arrivando al loro massimo numero a livello del polpastrello. Questo permette al pollice, durante le prese, la massima precisione grazie ad una mirabile integrazione, a livello di sistema nervoso centrale, d'informazioni provenienti da pelle articolazioni legamenti e muscoli. A livello cutaneo il pollice palmarmente è innervato dai rami digitali palmari propri del nervo mediano, dorsalmente dal ramo superficiale e dai rami digitali dorsali del nervo radiale (Fig. 22) (24)

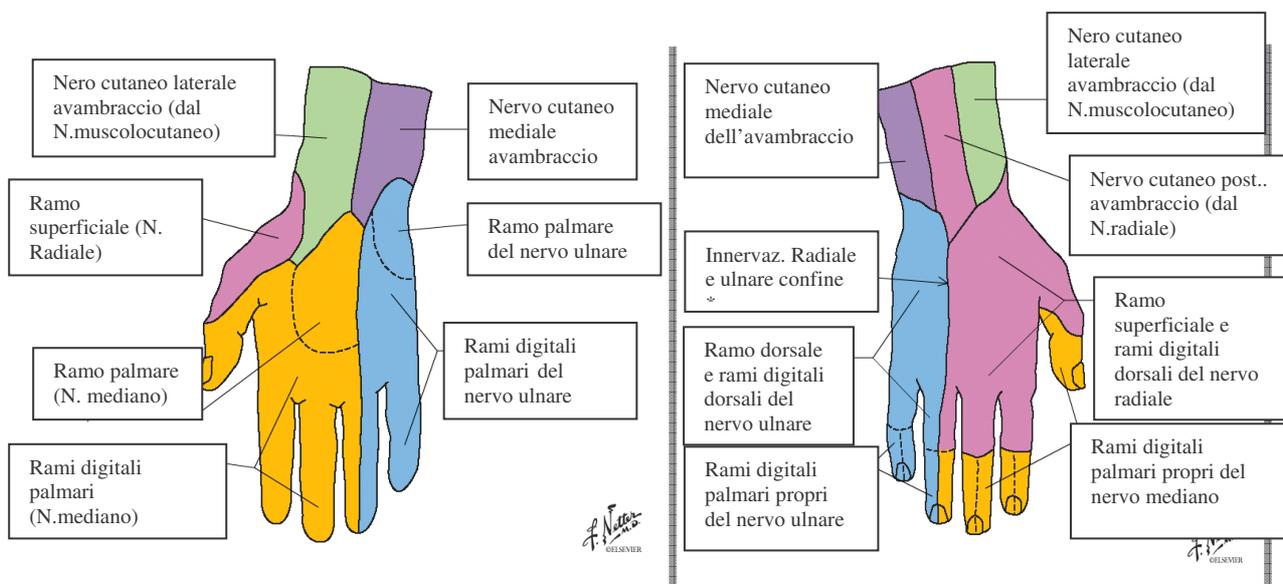


Fig 22 <sup>(24)</sup>

In figura sono mostrate le innervazioni della mano.

\*Per quanto riguarda la vista dorsale il confine tra innervazione radiale ed ulnare ha grandi variabilità individuali e spesso, si allinea con la metà del terzo dito anziché con la metà del quarto come mostrato in figura.

Da un lavoro del 2011 di *Hagert et al.* su cadavere <sup>(3)</sup>, emerge inoltre come l'innervazione dei legamenti rivesta un ruolo di particolare importanza biomeccanica, nella stabilizzazione dell'articolazione TMC.

I tre legamenti dorsali hanno una maggiore innervazione rispetto ai volari, in particolare il legamento dorsale obliquo, mostra la presenza di un gran numero di terminazioni nervose rispetto all'anteriore obliquo, particolarmente povero d'innervazione.

I legamenti dorsali (*Dorsal Radial Ligament*, *Dorsal Central Ligament*, e *Posterior Oblique Ligament*), hanno un maggiore grado d'innervazione, rispetto al legamento anteriore obliquo ( $p < 0.01$ ), questa maggiore innervazione, è presente anche quando il collaterale ulnare è messo a confronto con il DRL e il DCL ( $p < 0.01$ ) e con il POL ( $p < 0.009$ ).

I confronti interni, tra i legamenti dorsali e tra i legamenti volari non hanno mostrato significative differenze in termini d'innervazione ( $p > 0.01$ ).

Quindi come indicato dagli autori <sup>(3)</sup>, il pattern d'innervazione dei legamenti, è strettamente correlato allo loro capacità di fornire stabilità all'articolazione TMC, in accordo con quanto emerso da precedenti lavori su legamenti di anca spalla e ginocchio.

Tutti i legamenti, mostrano però anche una differenza statisticamente significativa, che riguarda i gradi d'innervazione delle loro porzioni distali rispetto alle prossimali ( $p < 0,01$ ), con la presenza distalmente nella zona d'inserzione del primo metacarpo, di un alto numero di terminazioni nervose, rispetto alla zona prossimale d'inserzione sul trapezio che è più povera di terminazioni. <sup>(U)</sup>

La capsula articolare, dorsalmente riceve innervazione dalle branche del nervo sensoriale radiale, come per i legamenti, anche la capsula articolare nella sua porzione volare riceve una minore innervazione, che è a carico della branca tenare del nervo mediano.

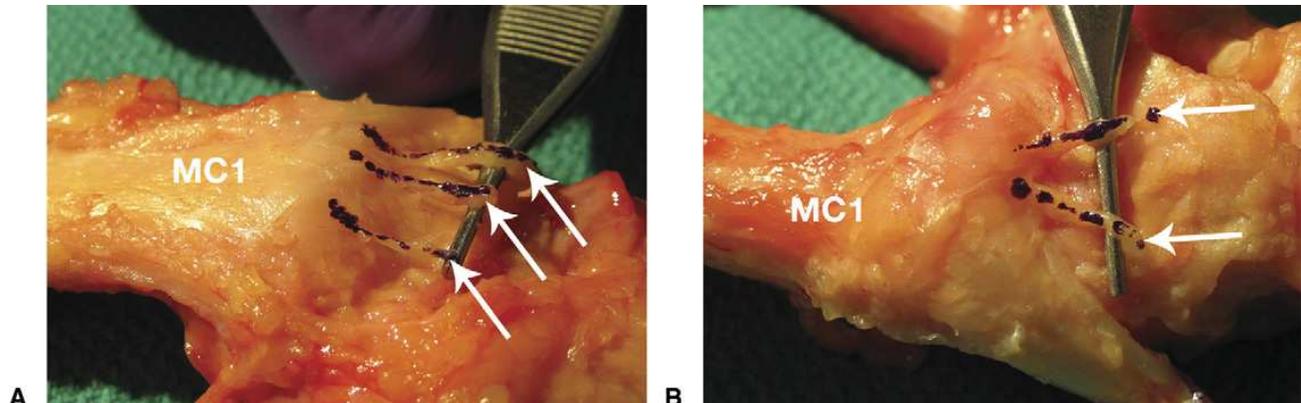


Fig.23 <sup>(3)</sup>

MC 1= primo osso metacarpale.

In figura l'innervazione macroscopica della capsula articolare del pollice.

L'immagine A mostra la superficie dorsale della capsula che riceve branche d'innervazione sensoriali dal nervo radiale (indicate dalla frecce). In B si nota come l'innervazione sensoriale della capsula articolare a livello volare sia minore. A livello volare l'innervazione è a carico della branca tenare del nervo mediano

I due gruppi muscolari intrinseci ed estrinseci non hanno un'innervazione esclusiva, ma entrambi sono innervati, dal nervo mediano, dall'ulnare e dai rami profondi del radiale. <sup>(Tab1)</sup>

Nello specifico le competenze d'innervazione dei muscoli sono:

- mediano:
  - abduttore breve del pollice
  - flessore breve del pollice (capo superficiale)
  - opponente
  - flessore lungo del pollice
- ulnare:
  - flessore breve del pollice (capo profondo)
  - adduttore del pollice (capo obliquo)
  - adduttore del pollice (capo trasverso)
  - primo interosseo dorsale
- radiale ramo profondo (Nella sua parte distale il ramo profondo prende il nome di “nervo interosseo dorsale”):
  - estensore lungo del pollice
  - estensore breve del pollice

➤ abduktore lungo del pollice

Ma dal lavoro di *Sail et al*<sup>(4)</sup> sulla muscolatura intrinseca, si evidenzia come in realtà ogni muscolo abbia in percentuali diverse, un innervazione multipla.

L'abduktore breve del pollice, ha un'innervazione multipla, per il 95% circa è innervato dal ramo ricorrente del nervo mediano, per un 2,5% circa dal nervo ulnare e per un 2% circa da entrambi. Il ramo del nervo mediano entra profondamente nel muscolo a livello del suo terzo medio con un'estesa ramificazione. È vascolarizzato dal ramo palmare superficiale dell'arteria radiale<sup>(4)</sup>.

L'opponente del pollice per l'83% è innervato dal ramo ricorrente del nervo mediano, per il 9% dal nervo ulnare e per il 7,5% dalla doppia innervazione del mediano e dell'ulnare<sup>(4)</sup>.

Le percentuali d'innervazione descritte sin ora da *Sail et al.* sono in accordo (se non per minime variazioni di percentuale) con uno studio precedente di *Fraser (2008)*<sup>(15)</sup>.

L'opponente del pollice mostra un'elevata variabilità in termini d'innervazione, *Forrest* in uno studio del 1967, ha rilevato l'innervazione dell'opponente del pollice da parte del mediano, solo in 20 mani su 25 ed un'innervazione doppia con mediano ed ulnare solo in 5 mani su 25. *Harness et al.* in uno studio elettromiografico del 1974 hanno rilevato un'innervazione doppia solo nel 77% dei loro pazienti, mentre solo il 23% presentava un'unica un'innervazione a carico del nervo mediano<sup>(4)</sup>.

L'innervazione del flessore breve del pollice è molto variabile, entrambi i suoi capi muscolari possono essere innervati contemporaneamente sia dal nervo mediano sia dal nervo ulnare, o solo da uno dei due nervi. Nella maggior parte dei casi l'origine più superficiale è innervata per il 60% dal nervo mediano, mentre l'origine profonda è comunemente innervata per opera del nervo ulnare.

*Day et al*<sup>(4)</sup>, descrivono l'origine superficiale come innervata dal nervo mediano in 24 dissezioni su 30, e l'origine profonda innervata dall'ulnare in 21 casi su 24. *Forrest*<sup>(4)</sup> descrive una doppia innervazione del capo superficiale in 17 mani su 25. Nel 77% dei casi delle dissezioni è stata anche descritta un'anastomosi o ansa tenare tra il ramo profondo del nervo ulnare e il ramo ricorrente del nervo mediano che decorre radialmente intorno al tendine del flessore lungo del pollice (*Harness et al*)<sup>(4)</sup>.

L'adduttore è principalmente innervato dal ramo profondo del nervo ulnare, solo nel 2% dei casi tutta la muscolatura tenare, adduttore compreso, è innervata solo dal nervo mediano. Il ramo

profondo del nervo ulnare passa tra i due capi del muscolo adduttore. Il muscolo è inoltre attraversato dai tendini del flessore dell'indice e del primo lombricale <sup>(4)</sup>.

## 5.5 Stabilità articolare

Come riportato da *J.Ollie Edmunds* <sup>(5)</sup> la chiave della stabilità articolare del pollice è un becco osseo presente a livello del metacarpo, definito anche *becco metacarpale*, da cui origina anche l'omonimo legamento, a cui corrisponde un recesso a livello del trapezio.

In posizione di riposo l'articolazione si presenta lassa e facilmente sublussabile, con la presenza di un recesso molto ampio tra le superfici articolari, che permette un movimento dell'articolazione TMC in tutte le direzioni <sup>(fig 25)</sup>

*Ladd et al* <sup>(2)</sup> con il loro studio hanno sottolineato come quando forze passive venivano applicate al pollice in posizione flessione, il complesso legamentoso dorsale era teso e appariva come in grado di prevenire la sublussazione dorsale del primo metacarpo, inoltre i legamenti del DLC sono più robusti, con una differenza di spessore significativa ( $p < 0,05$ ) rispetto ai legamenti volari ed ulnari <sup>(2)</sup>.

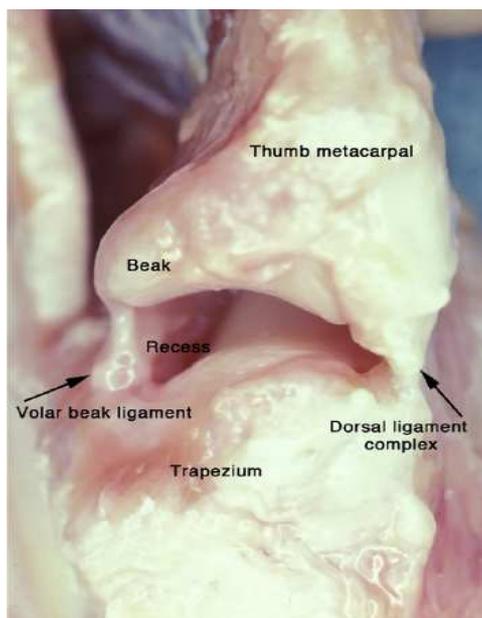


Fig. 24 <sup>(5)</sup>

Articolazione Trapezio-metacarpale in posizione di riposo, si può notare la presenza di un ampio recesso a livello del trapezio, ad esso corrisponde l'ampio becco osseo del metacarpo che andrà ad affrontarlo nella fase di opposizione creando stabilità, sono inoltre evidenti il legamento volare del becco (o legamento obliquo anteriore) ed il complesso legamentoso dorsale.

La particolare anatomia di quest'articolazione permette quindi una “*screw home torque rotation*” nella fase finale d'opposizione, in questa fase il becco metacarpale si alloggia nel corrispondente recesso del trapezio, creando così una stabilità sia nelle prese fini di opposizione terminale pollice indice, sia nella prese di forza a mano piena <sup>(5)</sup>.

Questa rotazione avviene perché durante l'opposizione, la forza muscolare anteriorizza la base del metacarpo, in questo modo il becco del metacarpo prende contatto con il recesso del trapezio, questo punto di contatto associato alla forte tensione del legamento dorsale, determina una coppia di forze, o meccanismo di doppia leva, che sotto l'azione della forza muscolare causa la rotazione di 21° sull'asse longitudinale del metacarpo (*screw home torque rotation*) trasformando così un'iniziale lassità, in uno degli elementi di stabilità del pollice durante le prese. (Fig. 25).

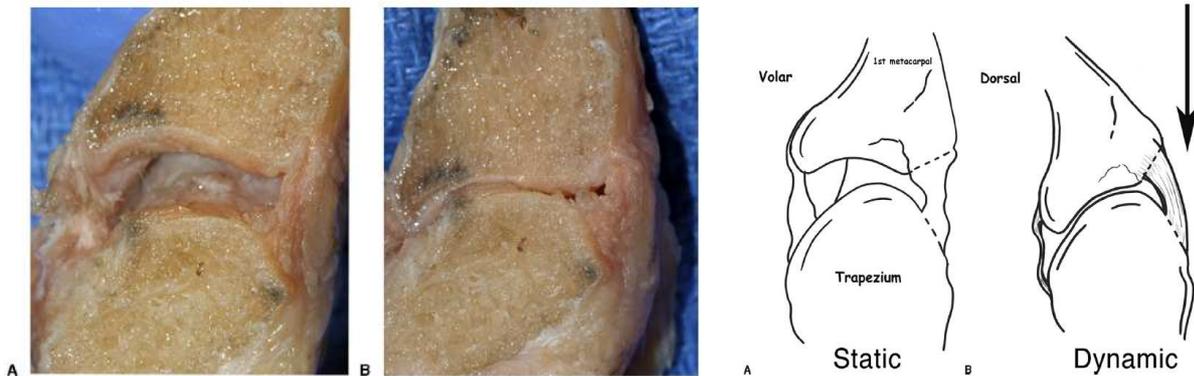


Fig. 25 In questa sezione sagittale dell'articolazione T.M si nota come nelle figure A sia evidente l'iniziale lassità dell'articolazione in posizione di riposo, con la presenza di un ampio recesso tra le superfici articolari ed il complesso legamentoso dorsale non teso, le immagini B mostrano l'articolazione nella fase finale d'opposizione in cui il becco volare del primo metacarpo è perfettamente congruente al recesso del trapezio e il complesso legamentoso dorsale è teso, permettendo una massima stabilità articolare..

## 5.6 Movimenti nello spazio e movimenti accessori

Quando si parla del pollice bisogna tenere presente il suo orientamento anatomico, il riferimento ad un piano cambia totalmente a seconda che s'intenda, il normale piano anatomico della mano o il piano riferito al pollice. In posizione di riposo il pollice si trova ruotato di circa 45° rispetto all'asse della mano. Quando il riferimento è al pollice, il termine dorsale indica tutto ciò che è nel piano dell'unghia (ruotata di 45° rispetto al piano dorsale della mano), volare e palmare si riferiscono al lato del polpastrello, radiale ed ulnare ai suoi lati. L'asse longitudinale del pollice si orienta con l'asse fisso della mano solo quando è abdotto e pronato.

I movimenti tra le due superfici articolari avvengono grazie alla presenza due gradi di libertà. In realtà non si tratta di movimenti reciproci, ma unicamente del movimento della superficie distale rispetto a quella prossimale. La mobilità dell'articolazione TMC è determinata dal movimento della

base metacarpale in entrambi i piani di libertà, mentre il trapezio rimane bloccato dall'artrodia con lo scafoide.

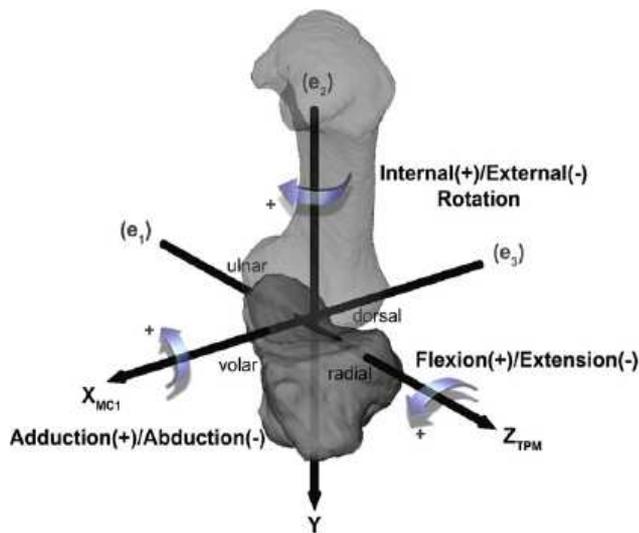


Fig. 26  
Movimenti dell'articolazione nei tre assi dello spazio X Y Z

L'epifisi prossimale della prima falange si articola con la testa del primo metacarpo, in questa articolazione di tipo condiloideo, la perfetta integrazione tra superfici articolari, tendini, muscoli, permette al pollice di eseguire movimenti d'abduzione/adduzione flessione /estensione, rotazione, l'integrazione tra questi movimenti ne permette l'opposizione alle altre dita lunghe.

Affinché il movimento dell'articolazione TMC possa risultare funzionale, occorre però una perfetta coordinazione tra le diverse articolazioni del pollice, IF MCF e TMC, questa coordinazione interarticolare che risulta essenziale risulta maggiormente rappresentata durante il movimento d'opposizione<sup>(8)</sup> e quindi, durante le prese siano esse di precisione o di forza.

Mantenendo la mano in posizione anatomica il pollice esegue <sup>(4-7)</sup> (Fig 7)

- **Flessione:**

è il movimento del pollice verso il palmo della mano nel piano frontale, il movimento avviene in modo che il piano dell'unghia del pollice rimanga sempre perpendicolare a quello delle unghie delle altre dita.

La flessione avviene fra primo osso metacarpale e trapezio, per completarla intervengono anche le articolazioni metacarpo-falangea e interfalangea. I muscoli che permettono questo movimento sono il flessore lungo del pollice, il flessore breve del pollice e l'opponente del pollice.

- **Estensione:**

è il movimento d'allontanamento del pollice dal palmo della mano nel piano frontale, il movimento avviene in modo che il piano dell'unghia del pollice sia

sempre perpendicolare a quello delle unghie delle altre dita. L'estensione come la flessione, avviene fra primo osso metacarpale e trapezio, e a livello delle articolazioni metacarpo-falangea e interfalangea, la muscolatura interessata è quella dell'estensore lungo e breve del pollice.

- **Abduzione:**

è il movimento d'allontanamento del pollice dal palmo della mano nel piano sagittale, durante il movimento il piano dell'unghia del pollice rimane sempre perpendicolare a quello delle unghie delle altre dita. Il movimento avviene principalmente fra primo osso metacarpale e trapezio e seppur in misura ridotta anche a livello dell'articolazione metacarpo-falangea. I muscoli interessati sono gli abduttori lungo e breve del pollice.

- **Adduzione:**

è il movimento d'avvicinamento del pollice al palmo della mano nel piano sagittale, come per l'abduzione il piano dell'unghia del pollice rimane sempre perpendicolare a quello delle unghie delle altre dita, il movimento avviene fra trapezio e primo osso metacarpale. Il muscolo interessato è l'adduttore del pollice.

- **Opposizione:**

è il movimento che porta il polpastrello del pollice ad incontrare i polpastrelli delle dita lunghe, consiste quindi in una rotazione della superficie volare del pollice che, passando da una posizione di riposo perpendicolare al piano trasversale, compie un movimento che lo porta ad andare ad affrontare la superficie volare delle altre dita. Questo movimento avviene fra primo osso metacarpale e trapezio, con una combinazione di flessione, pronazione ed abduzione a cui si aggiunge una rotazione nella fase finale del movimento. I muscoli interessati sono l'opponente del pollice in collaborazione con l'abduuttore breve del pollice, la forza generata dai muscoli aziona "una doppia leva" generata, dalla tensione del legamento dorsale e dalla presa di posizione del becco volare del metacarpo nel recesso del trapezio, questo permette la rotazione finale del metacarpo sul suo asse longitudinale.

- **Riposizionamento (o ritorno dall'opposizione):**

è il movimento opposto all'opposizione e comporta una estensione, supinazione e un adduzione del metacarpo.



Fig. 27 <sup>(7)</sup> Movimenti del pollice: E flessione; F estensione; G abduzione; H adduzione; I opposizione.

Affinché questi movimenti possano avere luogo, a livello articolare devono compiersi movimenti artrocinematici che si devono accoppiare a quelli osteocinematici. Ai movimenti del metacarpo nello spazio deve quindi corrispondere un movimento accessorio a livello articolare. In altre parole a livello articolare ci deve essere un rotolamento associato ad uno scivolamento o traslazione. In flessione/estensione il metacarpo, muovendo la sua superficie concava su quella convessa del trapezio, compie uno *Swing and Gilde*, che comporta una rotazione del metacarpo sul suo asse trasverso (asse Z fig. 26), accoppiata ad uno scivolamento nella stessa direzione. In abduzione/adduzione il metacarpo si trova a muovere la sua superficie articolare convessa su quella concava del trapezio, effettuando così un *Roll and Slide*, che comporta un movimento rotatorio, intorno al suo asse trasverso (asse X fig. 26), sempre accoppiato ad un movimento traslatorio, questi due movimenti in questo caso avvengono però in direzioni opposte. In quest'articolazione è quindi rispettata la regola del concavo/convesso (*Kaltenborn*, 1989). Movimento essenziale, ma non abituale per un'articolazione di tipo condiloideo, è la rotazione assiale della prima falange con il relativo metacarpo (asse Y fig. 26), movimento che origina dall'articolazione trapezio-metacarpale. Questa rotazione esiste sia come movimento attivo sia come movimento passivo e riveste notevole importanza nel movimento d'opposizione del pollice.

*M Rongieres* <sup>(21)</sup> nella sua *Rewiev*, citando il lavoro di *Conney et al.*, riporta un ROM medio dell'articolazione TMC che si attesta sui 53° per la flessione-estensione, 42° per l'abduzione - adduzione e 17° per la rotazione.

Altri autori propongono misurazioni del ROM che si discostano da quelle del lavoro di *Conney*, riportando un *range* di movimento in flessione/estensione compreso tra i 40° e i 60° con una media di 41°, in adduzione /abduzione tra i 50° e i 70° con una media di 51° (*Kapandij 2007 Goubler 2010*).

Mentre *J.Ollie*<sup>(5)</sup>, segnala una rotazione di 21° sull'asse longitudinale del metacarpo, affinché possa avvenire la *screw home torque rotation*.

*Cheze et al*<sup>(10)</sup> raccogliendo la raccomandazione della Società Internazionale di Biomeccanica (ISB), circa la necessità di una standardizzazione per la misurazione del movimento di tutte le articolazioni umane, propongono un sistema per lo studio della cinematica dell'articolazione TMC, mediante la ricostruzione in 3D dell'articolazione, partendo da sei posizioni statiche in un soggetto asintomatico.

I risultati sono stati messi a confronto con quelli proposti da altri due autori, che hanno utilizzato sistemi differenti. Uno ad assi fissi (*Conney et al 1981*), ed uno ad assi mobili come proposto dall'ISB (utilizzato da *Wu et al 2005*), i risultati ottenuti mostrano alcune differenze, soprattutto per quanto riguarda intrarotazione ed extrarotazione, il ROM misurato da *Conney* si discosta di circa 13° da quello misurato dagli altri due autori.

In abduzione-adduzione, il ROM misurato da *Wu et al.* si discosta leggermente rispetto agli altri due rimanendo però, come flessione ed estensione, coerente con quanto riportato dalla maggior parte degli autori.

Lo stesso autore, in una ricerca dell'anno precedente eseguita in collaborazione con *Dumas et al*<sup>(14)</sup>, che risulta essere una continuazione del precedente lavoro di *Cooney et al* e della Società Internazionale di Biomeccanica (ISB), aveva presentato sistema che per analizzare i movimenti complessi di quest'articolazione, utilizzava gli angoli di *Eulero*, mediante l'uso di tre assi Z X Y, in cui il primo asse Z di flessione ed estensione era fisso e legato al trapezio, il secondo asse Y di rotazione assiale interna ed esterna era considerato flottante e il terzo asse X di abduzione e adduzione era legato al primo metacarpo. I risultati in termini di misurazioni delle rotazioni assiali interne ed esterne, hanno mostrato quelle che gli stessi autori hanno definito come "imbarazzanti differenze". A detta degli autori, questo è avvenuto a causa della difficoltà di definire correttamente, i diversi angoli e assi intorno a cui si svolgono i movimenti, ma soprattutto, a causa dei termini in uso, non sempre chiari e ben definiti che, quando i dati vengono rilevati con i tradizionali sistemi in uso possono causare ambiguità. I maggiori problemi si sono riscontrati con i termini, rotazione interna e rotazione esterna, chiamate anche pronazione e supinazione, questo può causare confusione e non sempre questi termini sono utilizzati allo stesso modo dai vari autori<sup>(14)</sup>.

Pur essendo il concetto di rotazione attorno a tre assi relativamente nuovo in biomeccanica, il limite di questo studio è la possibile applicazione di queste rilevazioni, unicamente in studi cinematici in

vivo, basati sul monitoraggio delle traiettorie di marcatori apposti sulla pelle dei pazienti e, rilevati con sofisticati sistemi di monitoraggio di videoimmagine.

Altri autori<sup>(18)</sup> in precedenza avevano proposto metodi per la determinazione di una banca dati, in grado di determinare con esattezza il centro di rotazione ed il ROM del pollice. Durante la circonduzione in vivo, avevano applicato dei marcatori di superficie sul pollice, registrandone i movimenti con un sistema optoelettronico. La ricerca, che già nel 2005 puntava a sviluppi futuri per la determinazione e la valutazione degli impairments motori del pollice, in contrapposizione a quanto è stato sostenuto negli anni successivi<sup>(11)</sup> non ha mostrato differenze significative di ROM tra i due sessi.

Gubier et al<sup>(11)</sup> in un lavoro effettuato in vivo su 101 soggetti, 50 donne e 51 uomini di età media 23,1 aa, mediante marker di superficie hanno indagato i movimenti del pollice per ottenere un protocollo di normalità circa il ROM dell'articolazione TMC. Questo lavoro, ha quindi anche permesso di ottenere una serie di dati di normalità, da poter mettere a confronto con i risultati dei dati raccolti in pazienti post chirurgici, per valutare l'efficacia degli interventi in termini di recupero del ROM.

I risultati hanno evidenziato un ROM medio che conferma quanto riportato dalla maggior parte degli autori, 41° in flessione-estensione, 51° in abduzione-adduzione e 21° per la rotazione assiale, 50° 64° e 57° sono stati gli angoli medi di circonduzione ( $\theta_a$ ,  $\theta_b$  e  $\beta$ ) come mostrato in figura.

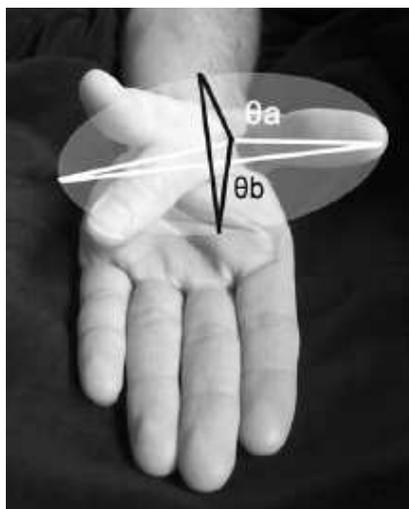


Fig. 28 la circonduzione è definita da diversi angoli  $\theta_a$  è l'angolo tra la posizione superiore ed inferiore del primo metacarpo in abd-add (nello stesso piano dell'unghia).  $\theta_b$  è l'angolo tra la posizione superiore ed inferiore del primo metacarpo in fles-est. (nel piano perpendicolare all'unghia).  $\beta$  è l'angolo tra la superficie ovale di circonduzione e il piano del palmo della mano (rettangolo)

Il dato interessante che è emerso da questo lavoro, riguarda le differenze statisticamente significative tra il ROM di uomini e donne riportati in tabella 2.

Movimento	ROM Donne	ROM Uomini	Significatività statistica
Flesso-estensione	48°	41	p=0.003
Abduzione-adduzione	53°	49°	p=0.006
Rotazione assiale	24°	19°	p<0.0001
Circonduz. angolo $\theta_a$ ,	52°	49°	p=0.01
Circonduz. angolo $\theta_b$	68°	61°	p<0.0001
Circonduz. angolo $\beta$	58°	57°	non significativo

Tab.2

Il confronto intra popolazione, tra mano destra e sinistra, non ha invece mostrato differenze significative.

## 6. SUBLUSSAZIONE ARTICOLAZIONE TRAPEZIO METACARPALE

Anche a causa dei differenti raggi di curvatura delle superfici articolari di trapezio e primo metacarpo, con conseguente incongruenza articolare, la forza compressiva che si scarica sull'articolazione può arrivare anche fino a 12 volte quella utilizzata nella presa digito terminale <sup>(21)</sup>, mentre la forza di taglio può arrivare ad essere 2,5 volte la forza applicata nella presa.

Durante le prese, in un uomo di 70 kg, le forze di taglio che si generano sull'articolazione e che tendono a sublussarla possono arrivare fino a 120 kg.

*Rongieres* <sup>(21)</sup> descrive l'azione dei legamenti Trapezio-metacarpale-II, Trapezio-metacarpale-III e Trapezio-Trapezoide come quella dei "cavi di un ponte sospeso", in grado di resistere alla sublussazione laterale del trapezio. Questa azione in grado di mantenere il trapezio in posizione corretta, ancorandolo al secondo e terzo metacarpo, lo mettono in grado di contrastare quella che potrebbe essere una conseguente sublussazione dell'articolazione TMC, causata da forze che si scaricano sul primo metacarpo, forze alle quali un trapezio in errata posizione non potrebbe opporsi con la sua superficie articolare <sup>(Fig. 29)</sup>.

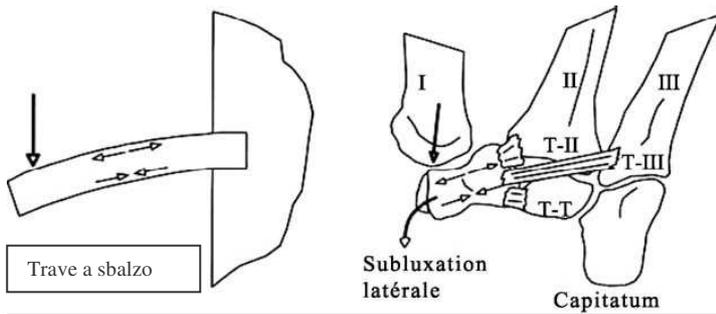


Fig 29 principio della “trave a sbalzo” proposto da Rongieres <sup>(21)</sup>

Anche *Bettinger et al* <sup>(25)</sup> nel loro lavoro avevano osservato come i legamenti Trapezio-metacarpale-II, Trapezio-metacarpale-III e Trapezio-Trapezoide, fossero tutti molto resistenti ed anatomicamente allineati, per funzionare come “*bande di tensione*” in grado di tenere il trapezio nella sua corretta posizione, opponendosi alle forze che durante le prese si scaricano su di esso, con la tendenza a sublussarlo dorsalmente e quindi, a predisporre una condizione favorente la sublussazione dell’articolazione TMC. Gli autori ritengono questa condizione (mostrata in figura 30), come la causa della tipica deformità a zig-zag che è spesso presente nella rizoartrosi, condizione che si presenta quando il sistema legamentoso non è più in grado di stabilizzare le diverse componenti articolari.

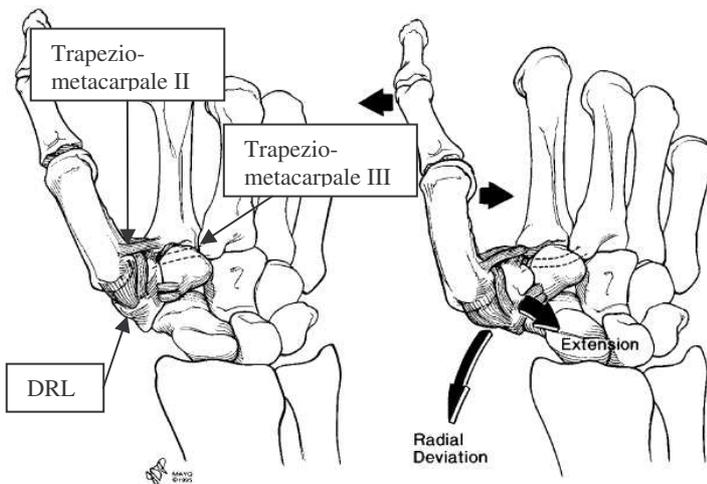


Fig. 30 <sup>(21-25)</sup>

In figura sono mostrati i legamenti DRL trapezio metacarpale II e III (quest’ultimo in tratteggio).

Le forze che agiscono sul pollice producono una forza a livello del trapezio che tendono a destabilizzarlo esitando in una sua estensione e deviazione radiale. Questo spostamento del trapezio causa un differente orientamento della sua superficie articolare che affronta il primo metacarpo, favorendone la sublussazione dorsale.

Secondo *J.Ollie* <sup>(5)</sup> il DLC è la chiave ed il legamento fondamentale per contrastare queste potenti forze sublussanti che si generano durante le prese di precisione e/o potenza, mentre il legamento anteriore obliquo non è in grado di prevenire la dislocazione o la semplice sublussazione dell’articolazione TMC.

Fino a non molto tempo fa il legamento anteriore obliquo è stato erroneamente ritenuto uno stabilizzatore primario dell’articolazione TMC, mentre molti autori ritenevano il DLC uno stabilizzatore secondario.

Studi recenti <sup>(2-5-25)</sup> hanno dimostrato come il CDL, oltre ad essere è più ampio più spesso e più breve rispetto all'anteriore obliquo, rivesta invece un ruolo principale nella stabilità dell'articolazione e nella prevenzione della sublussazione del pollice. Al contrario, il legamento anteriore obliquo è assolutamente non performante per quanto riguarda la stabilità finale nelle prese e la resistenza alla sublussazione.

In accordo con gli autori precedenti anche *Colman et al* <sup>(16)</sup> riconoscono il ruolo stabilizzante del complesso DRL, però sebbene la lassità legamentosa sia considerata anche da loro come importante nella patomeccanica dell'articolazione TMC, convengono che altre variabili, quali invecchiamento prematuro delle cartilagini, anormalità di movimento dell'articolazione, pollice che tende a rimanere in retroposizione e fattori ormonali, possano rappresentare fattori di rischio importanti per l'insorgenza della sublussazione.

Il ruolo dei legamenti da soli non sembra poter spiegare la stabilità dell'articolazione, che deve anche essere supportata dall'azione statica delle superfici articolari e da quella dinamica dei muscoli, in particolare da quelli intrinseci.

Da uno studio di *Hunter et al* <sup>(19)</sup> effettuato su 203 uomini e 431 donne, è emerso come a carico degli uomini ci fosse una maggior presenza di sublussazione (rilevata mediante esami radiologici) rispetto alle donne, questo secondo gli autori potrebbe essere causato da una maggior esposizione del sesso maschile ad attività manuali rispetto a quello femminile.

## **7 RIZOARTROSI**

### **7.1 Patogenesi della rizoartrosi**

L'artrosi del pollice è meglio conosciuta con il nome di rizoartrosi, il cui nome deriva dal Greco "*Rhizos*", che significa radice e che indica un'artrosi della base del pollice, quindi dell'articolazione TMC.

Questa patologia si presenta con dolore alla base del pollice, instabilità, deformità e perdita di funzione. Tutto questo coinvolge non solo il pollice, ma ha come conseguenza un'alterata funzione di tutto l'arto superiore.

Le grandi richieste funzionali che le normali attività richiedono al pollice, vanno inevitabilmente a coinvolgere principalmente l'articolazione TMC che più di ogni altra, grazie alla sua particolare conformazione è coinvolta nelle prese e nei movimenti.

Questa grande richiesta funzionale, gli elevati carichi che su di essa si scaricano e l'instabilità articolare, sono spesso considerati predisponenti alla rizoartrosi. Questa patologia a carico dell'articolazione TMC è in grado, più d'ogni altra osteoartrosi che possa coinvolgere l'arto superiore, di limitarne anche la funzionalità.

Un equivoco tra i più comuni è il concetto, infondato, che il legamento anteriore obliquo sia il legamento che stabilizza l'articolazione, quindi legato in qualche modo allo sviluppo della rizoartrosi. *Pellegrini et al* (1991) <sup>(5)</sup> avevano suggerito che, la degenerazione localizzata del legamento obliquo anteriore a livello della sua inserzione anteriore sul metacarpo, fosse un evento specifico in grado di influenzare lo sviluppo della rizoartrosi. Per decenni generazioni di chirurghi hanno eseguito interventi per la ricostruzione del legamento obliquo anteriore come legamento chiave nella prevenzione di questa patologia.

In realtà il legamento anteriore obliquo, nelle prese sia di forza sia di precisione appare lasso, quindi non in grado di influenzare la stabilità o la patogenesi della rizoartrosi <sup>(5)</sup>.

È stato dimostrato dallo stesso *Pellegrini*, in un ulteriore lavoro del 1999 insieme a *Doerschuk et al* e *Koff et al.*(2003) <sup>(5)</sup>, che a livello dell'articolazione TMC, vi è un forte stress articolare con un'erosione cartilaginea, questa avviene nella zona di contatto tra il becco volare del metacarpo e la cavità del trapezio.

La patogenesi della rizoartrosi non appare quindi dovuta, come ritenuto in passato, solo ad instabilità articolare o a degenerazione del legamento obliquo anteriore, ma è dovuta principalmente alla elevata ed eccessiva concentrazione delle forze di compressione, di taglio e di rotazione durante le prese. La maggiore concentrazione di queste forze, soprattutto quelle di taglio, avviene nell'area che funge da perno per la rotazione, la zona in questione, si trova nel recesso del trapezio adiacente al becco volare del metacarpo. È proprio il meccanismo di doppia leva descritto nel capitolo 5.4, che grazie alla presa di contatto tra le superfici articolari e alla tensione del legamento dorsale, crea una congruenza tra becco volare del metacarpo e recesso del trapezio, questo scarica le forze su un'area che è estremamente ridotta rispetto alle pressioni che deve sopportare. Dopo anni, le forze che si scaricano in questa zona che funge da *pivot*, sono in grado di causare un'erosione cartilaginea, questa porta ad un'alterazione della superficie articolare del becco osseo del primo metacarpo, il tutto può esitare, oltre ad una perdita di congruenza con conseguente instabilità, alla patogenesi della rizoartrosi.

È inoltre interessante notare, come la patogenesi della rizoartrosi dell'articolazione TMC si sviluppa in modo simile a quella del compartimento mediale del ginocchio varo, in cui l'osteoartrite ha

origine a causa delle alte forze di taglio, che si scaricano medialmente su di una superficie ridotta, non in grado di sopportarle senza andare incontro ad usura cartilaginea precoce<sup>(5)</sup>.

Studi biomeccanici relativi alle trasmissioni delle forze, riportati da *Rongieres*<sup>(21)</sup> e *FraserJ.*<sup>(15)</sup> nelle loro *Rewiev*, evidenziano come la forza di un solo chilogrammo applicata alla punta del pollice durante una presa digito terminale, risulti amplificata fino a 3.6 kg. sull'articolazione interfalangea, 6.61 kg. a livello di articolazione metacarpo falangea, 13.42 kg a livello di articolazione TMC. Durante l'attività di presa a mano piena, le forze scaricate a livello delle articolazioni del pollice possono arrivare fino a 20 kg. Queste forze che si scaricano sulle articolazioni sottoforma di forze di taglio, come già visto possono portare ad un'erosione precoce della cartilagine. Studi su cadavere hanno mostrato zone d'eburnizzazione ossea sulle superfici articolari della TMC, dovute presumibilmente a questi carichi protratti nel tempo, è emerso anche come queste forze si scarichino maggiormente a livello dell'articolazione TMC soprattutto quando questa è in posizione di flessione.

Alterazioni della zona di contatto articolare, dei legamenti, dei vettori di trasmissione della forza muscolare, con conseguente differenza di posizione delle articolazioni del pollice, esiti di fratture a livello di zona d'inserzione legamentosa, con una conseguente discontinuità dei legamenti, possono portare ad un'ipermobilità e una destabilizzazione dell'articolazione del pollice. In presenza di ipermobilità è ipotizzabile anche un'incongruità della superfici articolari, con aree di contatto molto piccole, le forze che si scaricano su queste ridotte zone di contatto, sono in grado di causare eccessivi stress articolari che, prolungati nel tempo, possono rivelarsi come precursori dell'osteoartrite dell'articolazione TMC, solitamente prevalente nel sesso femminile<sup>(1-15-16)</sup> che, già in origine, presenta anche superfici articolari mediamente più piccole rispetto a quelle maschili.

La rizoartrosi ha una prevalenza che va dal 21% al 35% nelle donne in menopausa, con un rapido incremento dopo i 50 anni, per gli uomini la prevalenza si attesta al 7% circa<sup>(1)</sup>.

Questo dato che evidenzia una maggior prevalenza di rizoartrosi nel sesso femminile, risulta interessante se confrontato con quella che è invece la maggior incidenza di sublussazione nel sesso maschile come riportato da *Hunter et al*<sup>(19)</sup> anche se, in questo studio sono presenti alcuni *bias*, in quanto non sono stati normalizzati i dati in base all'occupazione, l'esame delle radiografie è riferito alla sola mano destra, che nella maggior parte della popolazione risulta essere la dominante, quindi la maggiormente usata nelle attività manuali, di conseguenza più soggetta al rischio di sublussazione.

La rizoartrosi risulta inoltre essere una delle cause più frequenti d'intervento chirurgico dovuto ad osteoartrite per quanto riguarda gli arti superiori.

Uno dei potenziali fattori di rischio della rizoartrosi, è considerata anche la perdita della propiocezione e del controllo neuromuscolare dell'articolazione TMC. A questo si aggiunge un'influenza ormonale, la presenza di recettori della relaxina nei legamenti del pollice, contribuisce alla lassità legamentosa che, è in grado di ridurre la propiocezione a livello articolare, aprendo di fatto la strada verso una potenziale patologia <sup>(3-16)</sup>.

In un lavoro di *Pellegrini et al.* del 1994, riportato da *Fraser J.* <sup>(15)</sup>, viene suggerita una teoria circa un contributo biochimico alla genesi dell'osteoartrosi. La valutazione della cartilagine ialina prelevata dai margini delle superfici articolari dell'articolazione TMC, in pazienti con osteoartrosi, ha evidenziato una deplezione selettiva di glicosaminoglicani dalla matrice extracellulare, nonostante una relativa conservazione del collagene della matrice strutturale. I glicosaminoglicani sono abbondanti componenti della matrice amorfa, ed in grado di legare grandi quantità d'acqua, il più importante di questi è l'acido ialuronico. L'analisi della cartilagine ialina nei punti maggior contatto dell'articolazione, effettuata mediante microscopio elettronico, ha mostrato una delaminazione dello strato superficiale della cartilagine articolare che supporterebbe quanto esposto.

Tutto questo, si andrebbe quindi ad aggiungere agli altri elementi in grado di favorire la genesi dell'osteoartrosi.

## 7.2 sintomatologia

I sintomi che maggiormente lamentano i pazienti affetti da rizoartrosi, sono dolore e perdita di funzione e deformità. La zona di maggior dolore è solitamente quella dorsale, la sublussazione articolare, quasi sempre associata a questa patologia, avviene in questa direzione. La predominanza di terminazioni nervose sensitive a livello del legamento dorsale, indispensabili per la propiocezione ed il raggiungimento della stabilità, può essere considerata un'ulteriore causa della presenza di una zona di maggior dolore, nella regione dorsale dell'articolazione TMC <sup>(1-3)</sup>.

L'instabilità legamentosa, sembra avere un ruolo nella degenerazione dell'articolazione TMC e quindi nell'instaurarsi della sintomatologia algica.

Per quanto riguarda la perdita di funzione *Z. Wu et al* <sup>(12)</sup> hanno analizzato come un aumento della rigidità articolare possa limitare la muscolatura nell'esecuzione dei movimenti.

Utilizzando un modello teorico hanno analizzato la normale rigidità articolare delle articolazioni inter-falangea, metacarpo-falangea e trapezio-metacarpale, che in pazienti asintomatici è rispettivamente di 0.05 N m/rad. (IF), 0.10 N m/rad. (MCF), 0.15 (TMC) N m/rad.

Dopo aver ipotizzato un aumento della *stiffness* articolare del 50% e del 100% come nelle articolazioni affette da osteoartrosi, hanno valutato come i nove muscoli motori del pollice fossero in grado di muovere le articolazioni. Dai risultati ottenuti si è potuto osservare come, un aumento della rigidità articolare, che è tipica di questa patologia, causando un aumento della resistenza al movimento richieda un aumento di forza per ottenere la medesima mobilità (Fig. 31). Quando la rigidità articolare raggiunge il suo picco massimo, come in caso di severa osteoartrosi, la muscolatura del pollice, non in grado di esprimere alti picchi di forza, non è più in grado di superare queste resistenze.

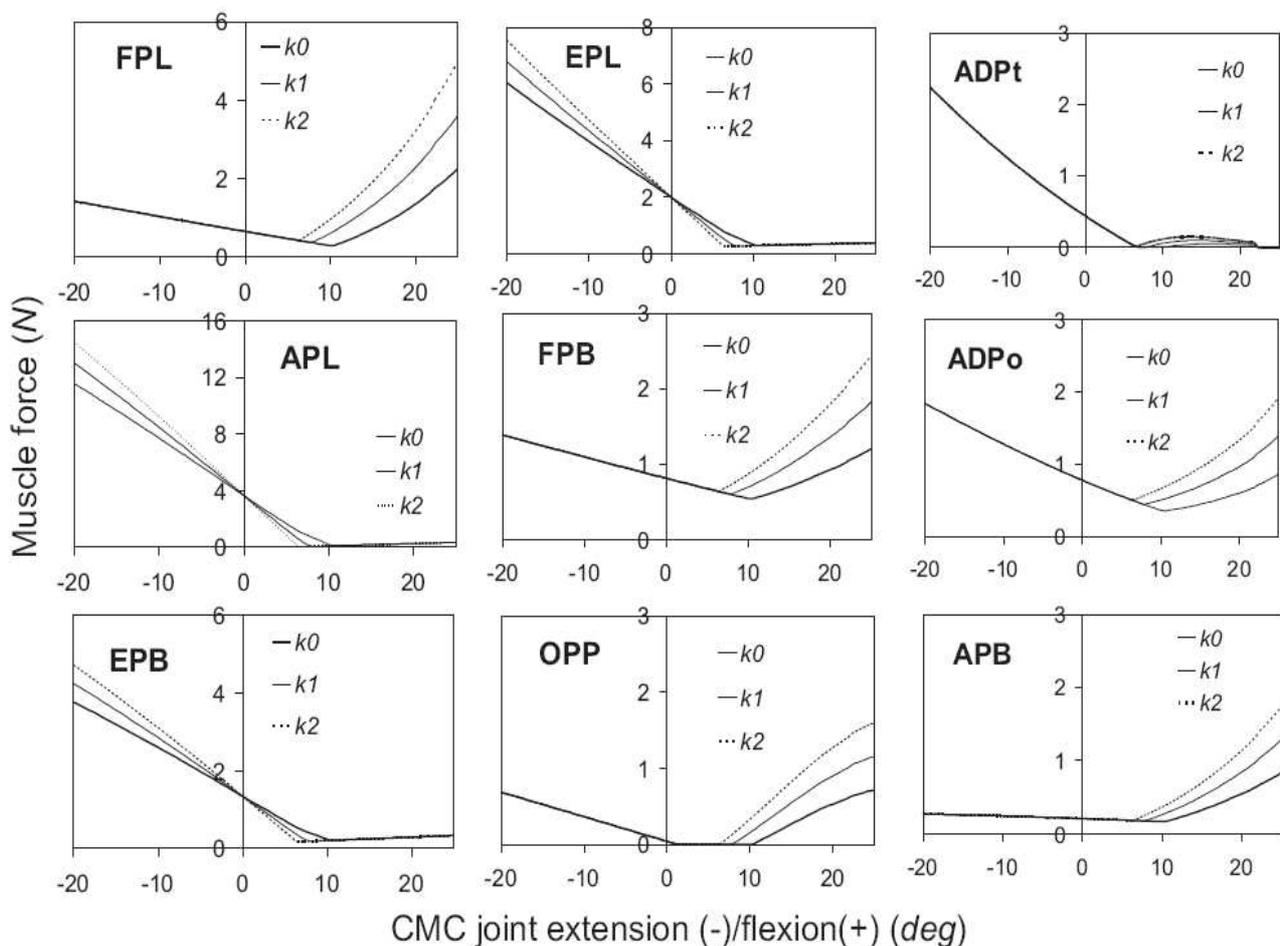


Fig. 31 <sup>(12)</sup>

I riquadri mostrano la differenza di movimento che i diversi muscoli sono in grado di generare con differenti stiffness articolari. In figura è mostrata solo l'articolazione carpo-metacarpale.

In ascisse i gradi articolari in ordinate la forza muscolare espressa in Newton.

K0= normale stiffness K1= incremento della stiffness del 50% K2= con incremento della stiffness del 100% (rispetto al normale)

*FPL*-flessore lungo del pollice, *EPL*-estensore lungo del pollice, *EPB*-estensore breve del pollice, *APL*-abdittoe lungo del pollice, *FPB*-flessore breve del pollice, *APB*-abdittoe breve del pollice, *ADPt*- testa trasversa dell' adduttore del pollice, *ADPo* testa obliqua dell'adduttore del pollice, *OPP*-opponente del pollice.

Questo aumento di rigidità articolare instaurerebbe secondo questo modello teorico una spirale negativa che contribuirebbe ad un'ulteriore riduzione della gamma di movimenti in pazienti con rizoartrosi.

### **7.3 Rizoartrosi: fattori di rischio per i terapeuti manuali**

Come ultimo capitolo di questa revisione, pur non essendo il suo scopo principale, si è deciso di dare uno spazio, anche ai fattori di rischio per lo sviluppo della rizoartrosi, che interessano nello specifico i terapeuti manuali.

Nel corso della loro vita lavorativa, molti fisioterapisti si trovano a dover fare fronte al dolore alla base del pollice. Questo dolore risulta essere la seconda causa di ricorso alle cure mediche da parte dei terapeuti manuali, con alti costi sia per il servizio sanitario sia in termini di giornate lavorative perse <sup>(20)</sup>.

*Snodgrass et al* <sup>(23)</sup> in una *review* del 2002, hanno affrontato questo problema, mettendo a confronto sei lavori precedenti che indagavano il dolore al pollice in relazione all'attività dei fisioterapisti, riuscendo così ad avere dati su di una popolazione di 2178 terapeuti che svolgevano la loro attività in Australia e USA (Tabella 1 originale riportata in allegato).

Un lavoro di *West & Gardner* del 2001 <sup>(23)</sup>, riportato da *Snodgrass*, ha messo in luce come il 91% dei terapeuti manuali almeno una volta nella loro vita professionale, siano soggetti a questo dolore. Molti terapeuti per continuare la loro attività attuano un meccanismo di *coping* che li porta a cambiare le tecniche utilizzate nei trattamenti.

Nelle migliori delle ipotesi, dopo un breve periodo di cure questo dolore regredisce, ma quando non è così oltre a portare ad un cambio d'utilizzo delle tecniche di terapia, nei casi più gravi, può arrivare a determinare un cambio di mansione lavorativa.

Qualunque siano le tecniche di terapia manuale usate, *Maitland Cyriax Kaltenborn ecc*, il pollice è frequentemente sottoposto ad elevate forze che si scaricano sulle sue superfici articolari. I terapeuti che usano queste tecniche per almeno 20 ore la settimana, hanno una probabilità di essere soggetti a problemi alle articolazioni della mano o del polso, di 3,5 volte in più (95% CI 2,54 – 4,79) <sup>(23)</sup> rispetto ad altri fisioterapisti. Oltre a questo anche la frequenza delle oscillazioni e il livello di tecnica utilizzata (livello 1-2 o 3) possono incrementare i fattori di rischio.

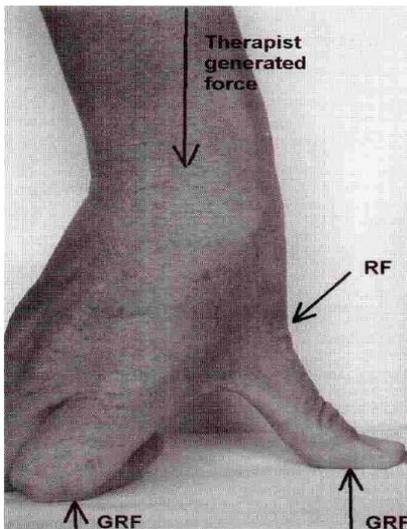


Fig. 32- GRF= zone di reazione alla forza esercitata dal terapeuta verso la mano ed il pollice  
 RF=Risultante delle forze di reazione a livello dell'articolazione TMC e che ne favoriscono la sublussazione.

Il Terzo Principio della Dinamica di azione e reazione, postulato da *Isaac Newton* nel 1687 nell'opera "*De Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*", secondo cui ad ogni azione corrisponde un'azione uguale e contraria, quindi se un corpo agisce su di un altro con una forza, il secondo reagisce sul primo con una forza uguale e contraria, spiega come le forze che si esercitano sul paziente attraverso il pollice, in realtà si scaricano sulle superfici articolari dello stesso pollice. Quando queste forze, risultano "di taglio" diventano fattori di rischio esponenziali al fine della patologia. Tenendo conto che spesso i terapisti usano il peso del loro corpo per l'utilizzo di alcune tecniche, anche in base a quanto esposto nei capitoli precedenti, è facile comprendere quanto e quale sia il carico che le articolazioni del pollice sono chiamate a sopportare.

I valori delle forze che i fisioterapisti sviluppano durante le tecniche mostrano un *range* elevato, nello studio preso in esame dagli autori le forze registrate andavano da 57.59 N fino a 178.27 N. In questo studio, non era specificata la tecnica e la posizione della mano utilizzata dal terapeuta, ma indipendentemente da questo, appare chiaro come i terapisti durante la loro attività sottopongano le loro articolazioni ad elevati carichi. L'utilizzo del pollice appare preponderante soprattutto, quando il trattamento di mobilizzazione è rivolto alla colonna vertebrale.

I maggiori fattori di rischio, oltre a quelli presenti comunemente nella popolazione generale, sono legati all'utilizzo scorretto delle tecniche di terapia manuale. Come visto nei capitoli precedenti, questi fattori di rischio spaziano dai fattori intrinseci, come la dimensione delle superfici articolari chiamate a sopportare i carichi, all'integrità articolare, all'eventuale lassità legamentosa e capsulare, ai fattori ormonali ecc., ma nel caso dei terapisti manuali, il tipo di attività che sono chiamati a svolgere, costituisce un fattore di grande importanza.

I muscoli che per origine, inserzione e decorso, sono in grado esercitare una spinta verso il palmo della mano, stabilizzando il pollice e contrastando la tendenza alla sublussazione dorsale durante le prese sono, l'abduktore lungo del pollice, gli estensori breve e lungo del pollice, ed in misura minore l'abduktore breve del pollice. Gli autori <sup>(23)</sup> suggeriscono un allenamento specifico di questi muscoli atto ad aumentarne la forza, per diminuire il rischio d'insorgenza di dolore al pollice, ma anche per prevenire l'instabilità dell'articolazione TMC e lo sviluppo della rizoartrosi.

Oltre a questo gli autori, riportano un'analisi matematica che indica come l'intensità delle forze compressive sulle articolazioni del pollice, sia maggiore quando, il centro dell'articolazione si viene a trovare, lontano dalla verticale passante per il centro del punto d'appoggio del pollice.

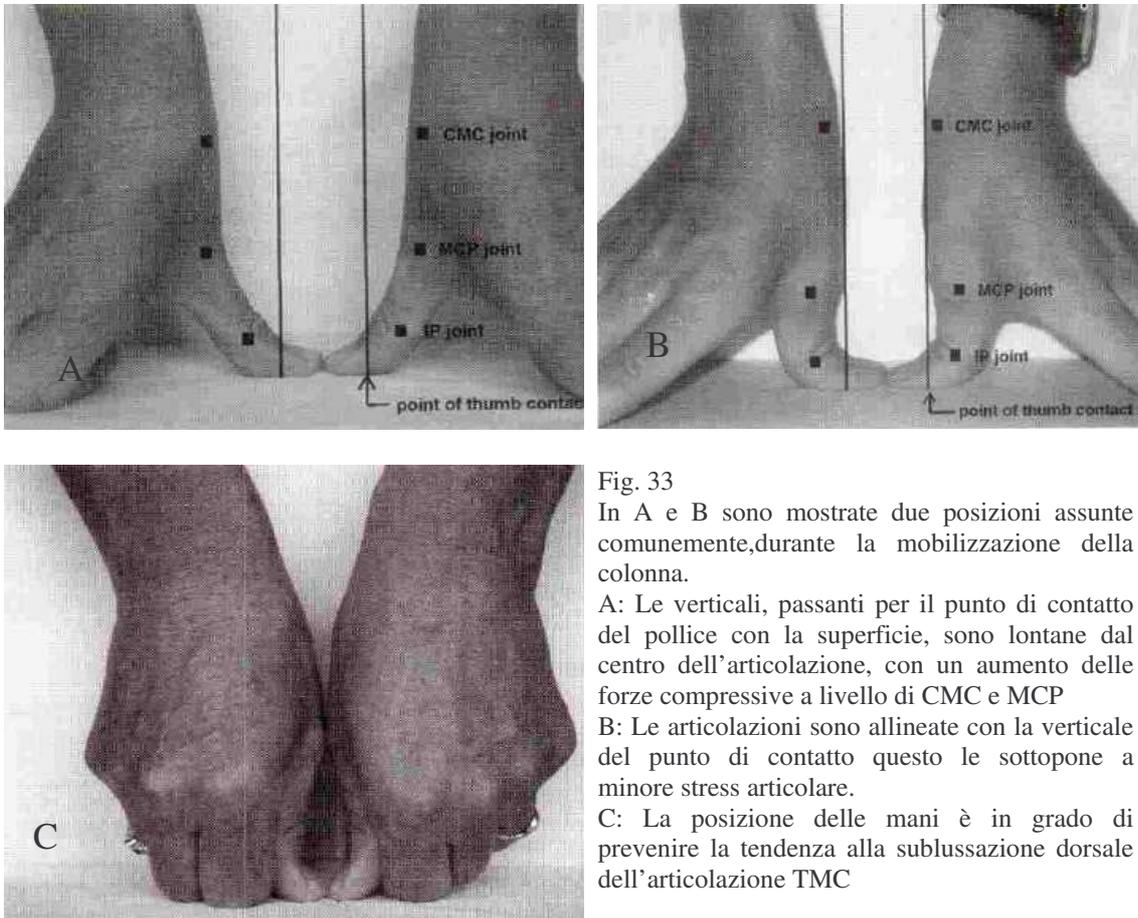


Fig. 33  
 In A e B sono mostrate due posizioni assunte comunemente, durante la mobilizzazione della colonna.  
 A: Le verticali, passanti per il punto di contatto del pollice con la superficie, sono lontane dal centro dell'articolazione, con un aumento delle forze compressive a livello di CMC e MCP  
 B: Le articolazioni sono allineate con la verticale del punto di contatto questo le sottopone a minore stress articolare.  
 C: La posizione delle mani è in grado di prevenire la tendenza alla sublussazione dorsale dell'articolazione TMC

Quindi gli autori indicano come un corretto posizionamento dei pollici e delle mani, sia in grado di supportare muscoli legamenti e capsula, nel contrastare la sublussazione dell'articolazione TMC, diventando quindi indispensabile fonte di prevenzione della rizoartrosi.

*Atkinson et al* <sup>(20)</sup> nella loro *review* riportano i risultati di un'intervista a 155 terapisti manuali Australiani in cui l'83% degli intervistati, lamenta dolore al pollice correlato all'attività professionale, gli stessi autori riportano un altro studio dove i soggetti che lamentano dolore hanno associata anche una maggior lassità articolare ed un indice di massa corporea minore.

Alcuni autori, citati da *Atkinson* nella sua *review* <sup>(20)</sup>, hanno proposto esercizi per la riduzione del dolore confrontandoli con trattamenti medici e placebo, ma i risultati a 3-6 e 12 mesi hanno mostrato un miglioramento della sintomatologia solo temporanea, indipendentemente dal trattamento effettuato.

Gli autori sono concordi nel sottolineare, come la somma dei fattori di rischio professione correlati, con quelli comuni anche alla popolazione generale, debbano creare motivi di elevata attenzione per i terapeuti manuali e non vadano sottovalutati, soprattutto per gli impairments e le disabilità che, come emerso dagli studi presentati, sono potenzialmente in grado di causare.

## **8 DISCUSSIONE**

Dagli studi cinematici e dalle funzioni cinetiche dell'articolazione TMC, che i lavori utilizzati per questa revisione hanno mostrato, è emerso come sia durante il movimento di traslazione del primo metacarpo sul trapezio sia durante le prese di forza e precisione, grandi forze compressive ed angolari sono trasferite sull'articolazione. Queste forze, che durante le funzioni di lavoro del pollice, si localizzano principalmente sul lato volare ed ulnare della superficie articolare del trapezio, esitano in una tendenza alla sublussazione dorsale del primo metacarpo sul trapezio. L'integrità del CDL è essenziale per il mantenimento della congruità articolare.

In particolare il legamento dorsale grazie alla maggiore innervazione rispetto al legamento volare appare come lo stabilizzatore legamentosa primario della TMC sia dal punto di vista sensoriale che biomeccanico.

A livello di ROM si sono evidenziate differenze tra popolazione femminile e maschile, queste possono essere spiegate da una maggior lassità articolare, solitamente presente nel sesso femminile, condizione che può rappresentare un fattore di rischio per la rizoartrosi.

Agli occhi del lettore, può anche apparire insolito il fatto che la denominazione di un muscolo in realtà non sempre corrisponda completamente alla sua funzione anatomica. Il muscolo abduuttore lungo del pollice, infatti, ha un ruolo importante ed efficace nell'estensione e nella supinazione del pollice ma in realtà svolge un ruolo di debole abduuttore è reclutato, quando s'incrementa l'abduzione del pollice, per assistere quelli che sono invece gli abduuttori primari, l'abduuttore breve e l'opponente del pollice.

Dai risultati degli studi emerge come i muscoli estrinseci, lavorando in sinergia siano in grado di generare estensione, abduzione e supinazione, giocando un ruolo decisivo in questi movimenti dell'articolazione TMC e siano deputati, al riposizionamento del pollice e quindi al rilascio delle prese digito terminali (ad eccezione del flessore lungo del pollice).

Al contrario i muscoli intrinseci sono deputati all'opposizione, che è e che resta il movimento più importante del pollice.

Risulta anche interessante notare come questa dicotomia spieghi la compromissione funzionale in presenza di paralisi dell'ulnare, che innerva i muscoli tenari, questa compromissione è conosciuta con il nome di segno di *Froment*.

L'adduttore lungo è un forte adduttore della TMC lavora in sinergia con l'estensore lungo che fornisce anch'esso l'adduzione, l'adduttore del pollice ha un forte potenziale di flessione della TMC ed è sinergico al flessore lungo. Questo fa sì che in caso di compromissione del nervo ulnare, il paziente non sia in grado di trattenere un foglio tra pollice ed indice estesi, ma sia costretto ad utilizzare la falange distale del pollice in iperflessione per l'azione del flessore lungo del pollice che rimane funzionale in quanto innervato dal mediano. Inoltre, è emerso come muscoli estrinseci del pollice, grazie alla loro natura pluriarticolare, con la loro contrazione creino coppie di forze in grado di generare una perfetta coordinazione interarticolare del pollice.

Più in generale, si possono anche classificare in muscoli intrinseci come quelli maggiormente deputati al movimento, mentre quelli estrinseci, oltre al movimento hanno però una maggior vocazione stabilizzatrice dell'articolazione TMC.

Si segnala come *Sail et al*<sup>(4)</sup> riportino, come ulteriore azione accessoria del muscolo flessore breve del pollice, l'estensione della falange distale grazie all'espansione del suo tendine che va ad inserirsi sull'apparato dorsale del pollice, azione che appare sconosciuta dagli altri autori e da tutti i testi consultati per la produzione di questo elaborato.

Dai lavori analizzati, la forza che i vari muscoli sono in grado di sviluppare nelle diverse direzioni, appare coerente con la necessità di poter fornire alla mano la possibilità di prese, non solo di precisione ma anche di forza, per poter fare fronte alle richieste funzionali durante le ADL.

Per quanto riguarda gli studi su cadavere presi in esame, il limite che appare emergere, è che in vivo, si apprezzano differenti resistenze passive e ed una migliore lubrificazione articolare, queste differenze potrebbero aver causato una discrepanza di risultati.

Questo giustificherebbe così il maggior ROM registrato nei lavori in vivo rispetto a studi su cadavere, dove interviene oltretutto una modificazione della plasticità dei tessuti a causa del congelamento a cui sono sottoposti prima degli studi.

Resta comunque il fatto che, a parte un singolo lavoro che non ha registrato differenze significative, gli altri autori riportano come nella popolazione femminile mediamente si riscontri un ROM maggiore rispetto alla popolazione maschile.

Tra gli otto movimenti eseguiti dai muscoli estrinseci alcuni sono eseguiti da più muscoli, e alcuni da una parte di questi, grazie alla sovrapposizione cinematica dei singoli muscoli, ma alcuni sono invece d'esclusiva competenza di un unico muscolo.

Infatti, un'assenza congenita o una lesione del flessore lungo del pollice, che flette prima l'interfalangea poi la metacarpo falangea ed in fine in modo marginale la trapezio metacarpale, si associa ad una totale perdita della flessione interfalangea.

I lavori presentati in questo elaborato riportano come lassità legamentosa, incongruenza articolare, deficit muscolari, fattori ormonali e biochimici, siano considerati come potenziali fonti per lo sviluppo della rizoartrosi, che quando presente è in grado di generare importanti impairments, come dolore, perdita di movimento ecc. con la conseguente comparsa di disabilità a carico di tutto l'arto superiore.

## 9 CONCLUSIONI

Dai lavori presi in esame si sono rilevate alcune differenze nelle misurazioni del ROM a seconda delle metodiche utilizzate, questo appare essere causato anche da una terminologia non sempre condivisa soprattutto per quanto riguarda i movimenti di rotazione ed opposizione, movimenti che a volte risultano fonte di fraintendimenti tra i diversi autori. L'*imaging* 3D utilizzata da alcuni ricercatori, anche per il superamento di questi fraintendimenti, è una metodologia emergente per l'analisi della cinematica delle articolazioni. I punti di forza di questa nuova metodica sono quelli di permettere un'analisi in vivo e non invasiva. Tra i suoi limiti attuali si annovera come vi sia una differente lassità cutanea tra i diversi soggetti, con una tendenza ad aumentare nei soggetti più anziani, che potrebbe portare a discrepanze nella rilevazione dei marcatori apposti sul derma, vi è inoltre una difficoltà nel corretto posizionamento dei marker di superficie e non ultimo gli elevati costi di questa tecnologia, ne determinano un utilizzo marginale, riservato a pochi centri attrezzati e non ne consentono l'utilizzo durante le normali valutazioni dei pazienti.

Per quanto riguarda la stabilità del pollice, la congruenza articolare e la tensione legamentosa ne permettono una stabilità in compressione, ma nella posizione di riposo il pollice mostra un'instabilità multidirezionale, la maggiore stabilità è raggiunta quindi nella *screw-home torque position* che si ha quando il pollice si trova in piena opposizione. La congruenza articolare a fine ROM risulta quindi essere un importante componente per la stabilità.

In questa opposizione il legamento dorsale è un attore principale della stabilità, la consistente presenza di meccanocettori e terminazioni nervose con un significativo grado d'innervazione suggerisce un insostituibile funzione di questo legamento nella stabilizzazione dell'articolazione

Dei 16 legamenti che i vari autori hanno descritto, 2 appaiono come i fondamentali il DRL (*dorsal ligament complex*) e il POL (*posterior oblique ligament*)

L'integrità di questi due legamenti dorsali è essenziale per la stabilità e per il movimento, i lavori presentati hanno quindi messo in evidenza come l'integrità dei legamenti dorsali sia essenziale per la stabilità e per il movimento, e quindi risultino più importanti dei legamenti palmari, per opporsi alle forze destabilizzanti che si scaricano su questa articolazione.

Il legamento del becco volare è stato erroneamente ritenuto per molti anni tra i più importanti per la stabilità dell'articolazione, in realtà studi recenti lo identificano come più debole e lasso nella posizione di opposizione in cui l'articolazione è sottoposta alle maggiori forze.

In caso di lesione dei legamenti dorsali il DIML dorsale (*dorsal inter metacarpal ligament*) e il suo corrispondente palmare, tengono in sede l'articolazione.

La controversia che esiste su quale sia il legamento stabilizzatore primario dell'articolazione TMC, pare dunque risolta, infatti negli ultimi due decenni, grazie al lavoro dei ricercatori che hanno potuto valutare e comprendere quanto questo legamento sia in grado di prevenire la lussazione dell'articolazione, lo si può ritenere come lo stabilizzatore primario dell'articolazione TMC.

È elevato a questo ruolo, oltre che grazie alle sue caratteristiche anatomiche di maggior innervazione, spessore, alta densità cellulare, anche dal fatto che nelle prese terminale in cui si scaricano le maggiori forze di taglio sull'articolazione è teso, a differenza del legamento volare del becco, che in questa situazione appare lasso e non in grado di contenerne la potenziale sublussazione.

Tuttavia appare ancora definito in modo incompleto, il ruolo che ciascun legamento ha nella patogenesi della rizoartrosi, è comunque ipotizzabile che solo il lavoro sinergico di tutte le strutture articolari legamentose e muscolari siano in grado di ridurre i fattori di rischio di questa patologia.

La comprensione delle cause e dei fattori di rischio di questa patologia, è in continua evoluzione grazie al lavoro costante dei ricercatori che, come avvenuto nelle ultime due decadi, continuano ad approfondire la conoscenza sia del ruolo biomeccanico sia anatomico delle strutture di questa articolazione, ne permettono una nuova e più chiara visione.

Se sia stata l'iniziale richiesta di stabilità di quest'articolazione a permettere un'evoluzione in termini d'innervazione o viceversa un'iniziale ricchezza d'innervazione dei legamenti del pollice

(scomparsa poi in quelli non direttamente deputati alla richiesta di stabilità) a permettere l'acquisizione di un'alta specializzazione in termini stabilizzatori, è di difficile da stabilire quanto il dilemma dell'uovo e della gallina, resta però la certezza che, innervazione ed alte performance stabilizzatrici siano legate a doppio filo. Questo è in accordo, con quanto emerso dai numerosi lavori svolti in passato sui legamenti delle articolazioni di ginocchio, spalla e anca.

La maggiore innervazione sensitiva di questa zona, presenta come rovescio della medaglia, quando i pazienti vanno incontro a sublussazione o sono affetti da rizoartrosi, la comparsa di una zona altamente algica proprio grazie a questa ricca innervazione.

Il pollice per la sua stabilità statica e dinamica, è risultato essere dipendente dall'azione della muscolatura periarticolare (intrinseca ed estrinseca del pollice).

È risultato anche interessante notare come il pollice nelle ADL utilizzi solo una piccola porzione (< 35%) della gamma di movimenti che le sue articolazioni gli permettono.

Si evidenzia anche un curioso elemento, per cui la tradizionale nomenclatura di alcuni muscoli soprattutto gli estrinseci, non sempre corrisponde alla loro funzione principale, in particolare come visto dai lavori presentati, il maggior abductore dell'articolazione risulta l'estensore breve del pollice, mentre l'abductore lungo, ha una lievissima azione abducente e, a livello dell'articolazione TMC, svolge invece una forte azione di estensore e di supinatore.

Rispetto a ciò che si pensava in passato, si è osservato come i muscoli estrinseci siano in grado di produrre movimenti multipli, questo può fornire una visione nuova dei ruoli biomeccanici dei muscoli estrinseci del pollice nella supinazione dell'articolazione TMC, in particolare per quanto riguarda i muscoli abductore lungo estensore breve ed estensore lungo

Alla luce di quanto emerso, si ritiene che in caso di sublussazione o rizoartrosi, non potendo agire direttamente sui legamenti se non a livello chirurgico, almeno in fase iniziale queste problematiche debbano essere trattate solo dopo un'attenta valutazione e riabilitazione dei muscoli stabilizzatori dell'articolazione TMC, in grado di contenerne la dislocazione articolare, considerando attentamente quelle che sono le reali azioni di questi muscoli a livello articolare.

Molte sono le teorie presentate dai vari autori, che indicano molteplici fattori di rischio per la patogenesi della rizoartrosi. In base ai risultati degli studi effettuati, sono state formulate teorie che accreditano la genesi della patologia all'incongruenza articolare della TMC che non sarebbero in grado di assorbire omogeneamente le forze che su di essa si scaricano, teorie circa un contributo biochimico all'insorgenza della patologia, piuttosto che ad *over use* articolare, o a sublussazione in

seguito a lassità legamentosa alla quale si associa un'influenza ormonale, o anche alla alterata cinematica articolare causata da sbilanciamento muscolari dovuti a patologie varie.

Una delle teorie maggiormente accreditate, la sublussazione, appare più frequente nel sesso maschile, questo però non appare coerente con il fatto che gli uomini risultano meno colpiti dalla patologia rispetto alle donne. Alla luce di questo si ritiene che prendano maggior vigore quelle teorie legate alla dimensione delle superfici articolari in relazione alla quantità di forze che devono assorbire. Non è sfuggito però, il fatto che nelle donne vi sia un aumento dell'incidenza post menopausa, questo richiama la nostra attenzione anche sui fattori ormonali.

Non si sono trovati in letteratura lavori che analizzassero un'eventuale relazione diretta tra la fisiologica presenza di un maggiore ROM nelle donne rispetto agli uomini e la maggior incidenza di patologia nel sesso femminile, si auspica che in futuro vengano eseguite ricerche in questa direzione per valutare un'eventuale relazione causa effetto per il sesso femminile.

Si è invece visto come pazienti che a livello dell'articolazione TMC, presentino iperestensione o lassità legamentosa in estensione, appaiono essere predisposti ad una rizoartrosi, questa condizione è tipica del sesso femminile. Il sesso maschile, pur essendo potenzialmente più esposto alle attività manuali, che richiedono un maggior uso di forza anche nelle prese, e che favorirebbero la sublussazione, è meno soggetto di quello femminile alla rizoartrosi. Questo si ritiene possa essere spiegato con una muscolatura che, a livello maschile risulta in grado di sviluppare maggiore forza, la sua azione a livello dinamico, fornirebbe una maggiore stabilità articolare durante le attività. Quindi secondo quanto emerso, la maggior lassità articolare e la minore superficie articolare della TMC nel sesso femminile, apparirebbero fattori di rischio più importanti nell'influenzare la genesi della rizoartrosi, rispetto al semplice incremento delle attività manuali.

Il fatto che i movimenti del pollice siano coordinati, grazie alle influenze della muscolatura intrinseca ed estrinseca, rende di facile comprensione come una variazione anatomica post infortunio o un'anomalia congenita, possano influenzare la trasmissione delle forze all'articolazione, compromettendo la coordinazione tra le articolazioni del pollice, coordinazione indispensabile per un'ottimale risposta alle richieste funzionali a cui è sottoposto questo dito. Deficit neurologici, possono allo stesso modo modificare direttamente la biomeccanica del pollice, quando questi deficit risultano a carico di un singolo nervo, la muscolatura che grazie alla sua innervazione mista, continua a partecipare, anche se in misura ridotta alle funzioni del pollice, non appare più in grado di opporsi alle elevate forze che si scaricano su questa articolazione durante le sue funzioni.

Tutto ciò evidenzia come si sia ancora lontani dal comprendere appieno la causa principale della genesi della rizoartrosi, ammesso e non concesso, che la patologia abbia una causa principale, e non sia, come maggiormente ipotizzabile dovuta ad una multifattorialità. Si auspica che futuri studi siano in grado fare luce su questi dubbi e su tutti i fattori di rischio per la rizoartrosi, al fine di poterne prevenire sempre più efficacemente la comparsa, evitando a tutte quelle persone potenzialmente a rischio, di perdere l'uso corretto del pollice, quindi delle prese con conseguente riduzione di efficacia e di funzione di tutto l'arto superiore, con un inevitabile peggioramento della qualità della vita.

Valutare appieno l'articolazione TMC la sua complessa anatomia, partendo dalle superfici articolari per passare a tendini muscoli, relative innervazioni e la sua corretta cinematica è l'indispensabile base da cui partire per poter comprendere correttamente la fisiopatologia di questa, tanto piccola quanto importante articolazione. Altrettanto importante è anche tenere ben presente, come le alterazioni delle articolazioni metacarpo falangea ed interfalangea, possano influenzare direttamente alterazioni della meccanica articolare della TMC ed essere fonte, di perdita della fondamentale coordinazione interarticolare, indispensabile per un risultato funzionale ottimale.

La stabilità del pollice appare quindi fornita da un corretto carico sulle superfici articolari da un sistema legamentoso integro e arricchita dall'attività muscolare.

Si ritiene quindi che in realtà la presenza di un solo fattore di rischio, non possa essere indicato come causa primaria nella genesi della patologia, ma tutti a vario titolo, possono potenzialmente concorrere alla sua comparsa.

Emerge come imperativo, nella valutazione dei fattori di rischio e della patologia ad essi correlata, non ultimo nelle decisioni di trattamento, considerare sempre e comunque, una valutazione globale della patomeccanica e della patoanatomia di tutte le articolazioni del pollice, tenendo ben presente le migliori strategie per l'utilizzo del pollice nelle ADL.

Alla luce di quanto emerso, si ritiene dunque indispensabile che vengano messe in atto le corrette strategie d'utilizzo degli arti superiori, per proteggere in modo particolare le piccole articolazioni della mano, al fine di prevenire i rischi d'infortuni anche e soprattutto, nelle attività lavorative che prevedano carichi elevati e ripetuti, come ad esempio quelle dei terapisti manuali.

Questi rischi appaiono più elevati, quando si usano tecniche di tipo tre, che prevedono pressioni mantenute con elevata intensità.

Rimane in ogni modo l'interrogativo se sia, l'utilizzo di determinate tecniche piuttosto che il volume di pazienti trattati a contribuire maggiormente al rischio di sviluppare dolore, sublussazione

e rizoartrosi. Indipendentemente da questo, è però indispensabile una corretta posizione dei pollici durante il loro utilizzo, o quando possibile la sostituzione dei pollici con le mani attraverso l'appoggio del pisiforme, riducendo così lo stress articolare a carico delle articolazioni del primo dito.

Per evitare che il trattamento sia dunque fonte di patologia per il terapeuta, durante la sua esecuzione è quindi indispensabile porre la massima attenzione al *setting*.

Si ritiene comunque, che nonostante il lavoro svolto sino ad oggi dai diversi autori, siano necessarie ulteriori ricerche per migliorare anche la comprensione dei fattori di rischio correlati all'attività del terapeuta manuale e quindi, per poter procedere ad una efficace prevenzione, e/o trattamento per le patologie correlate a questa professione.

## 10 BIBLIOGRAFIA

1. James D. Lin, MS, John W. Karl, Robert J. Strauch, “**Trapeziometacarpal Joint Stability-The Evolving Importance of the Dorsal Ligaments)**” -SYMPOSIUM: THUMB CARPOMETACARPAL ARTHRITIS- *Clinical Orthopaedics and Related Research (Electronic supplementary material DOI 10.1007/s11999-013-2879-9)*\_ © The Association of Bone and Joint Surgeons® 2013
2. Amy L. Ladd, Julia Lee, and Elisabet Hagert, “**Macroscopic and Microscopic Analysis of Thumb Carpometacarpal Ligaments -A Cadaveric Study of Ligament Anatomy and Histology-**”*The Journal of Bone & Joint Surgery* , 2012; volume 94-( number 16):1468-77
3. Elisabet Hagert, Julia Lee, Amy L. Ladd, “**Innervation Patterns of Thumb Trapeziometacarpal Joint Ligaments**” *J Hand Surg* 2012;37A:706–714.
4. Salil Gupta, Heidi Michelsen-Jost, “**Anatomy and Function of the Thenar Muscles**” *Hand Clin* 2012; 28: 1–7
5. J. Ollie Edmunds, MD “**Current Concepts of the Anatomy of the Thumb Trapeziometacarpal Joint**”. *J Hand Surg* 2011;36A:170–182.

6. Dott. Roberto Gatti docente **m RDM –IX Ed.** Anno Accademico 2011/2012- Materiale lezioni cinesiologia.
7. Donald A. Newmann **KINESIOLOGY of the MUSCULOSKELETAL SYSTEM** Foundation for Rehabilitation Secon Edition ELSEVIER 2010;cap.8: 244-297
8. P. Cerveri, E. De Momi, M. Marchente, G. Baud-Bovy, P. Scifo, R.M.L. Barros and G. Ferrigno, “**Method for the estimation of a double hinge kinematic model for the trapeziometacarpal joint using MR imaging**” *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering 2010;Vol. 13, (No. 3):387–396*
9. C. Dumont, R. Perplies, J. Doerner, J. Fanghaenel, D. Kubein-Meesenburg, M.M. Wachowski, H. Naegerl, “**Mechanisms of Circumduction and Axial Rotation of The Carpometacarpal Joint of The Thumb**” *Journal of Physiology And Pharmacology 2009; 60, (8): 65-68*
10. L. Chezea, R. Dumasa, J.J. Comteta, C. Rumelharta, and M. Fayeta, “**A joint coordinate system proposal for the study of the trapeziometacarpal joint kinematics**” *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering 2009; Vol. 12,(No. 3): 277–282*
11. J.-N. Goubier, L. Devun, D. Mitton, F. Lavaste , E. Papadogeorgou, “**Normal range-of-motion of trapeziometacarpal joint**” *Chirurgie de la main 2009; 28: 297–300*
12. John Z Wu, Zong-Ming Li, Robert G Cutlip and Kai-Nan An, “**A simulating analysis of the effects of increased joint stiffness on muscle loading in a thumb**” *BioMedical Engineering OnLine 2009, 8:41 doi:10.1186/1475-925X-8-41*
13. Zong-Ming Li, Jie Tang, Matthew Chakan, Rodrigo Kaz, “**Complex, Multidimensional Thumb Movements Generated by Individual Extrinsic Muscles**”*Journal of Orthopaedic Research 2008; 1289-1295*

14. R. Dumas, L. Cheze, M. Fayet, C. Rumelhart, J.-J. Comtet ,” **How to define the joint movements unambiguously: Proposal of standardization for the trapezometacarpal joint**”. *Chirurgie de la main* 2008; 27: 195–201
15. Fraser J. Leversedge, “**Anatomy and Pathomechanics of the Thumb**” *Hand Clin* 2008; 24: 219-229
16. Matthew Colman, Daniel P. Mass, Louis F. Draganich, “**Effects of the Deep Anterior Oblique and Dorsoradial Ligaments on Trapeziometacarpal Joint Stability**” *The Journal of Hand Surgery* 2007;32A:310–317
17. Zong-Ming Li, Jie Tang, “**Coordination of thumb joints during opposition**” *Journal of Biomechanics* 2007; 40: 502–510
18. Xudong Zhang, Peter Braido, Sang-Wook Lee, Robert Hefner and Mark Redden, “**A Normative Database of Thumb Circumduction In Vivo: Center of Rotation and Range of Motion**” *Human Factors*, 2005; Vol. 47. (No. 3): 550-561,
19. D. J. Hunter, Y. Zhang, J. Sokolove, J. Niu, P. Aliabadi and D. T. Felson, “**Trapeziometacarpal subluxation predisposes to incident trapeziometacarpal osteoarthritis (OA): the Framingham Study**” *OsteoArthritis and Cartilage* 2005; 13: 953-957
20. W. Atkinson, Timothy Mahe., “**Thumb Pain in Physiotherapists: Biomechanical Causes of Pain and Alternate Methods of Preventing Distress in Treatment**” *The Journal of Manual & Manipulative Therapy* 2004;Vol. 12 (No. 4): 187- 191
21. M. Rongieres, “**Anatomy and physiology of the human trapezometacarpal joint**” *Chirurgie de la main* 2004; 23: 263–269
22. Zong-Ming Li and Robert J. Goitz, “**Biomechanical evaluation of the motor function of the thumb**” *Technology and Health Care* 2003; 11: 233–243

23. Suzanne j. Snodgrass, Darren a. Rivett, “**Thumb Pain in Physiotherapist: Potential Risk Factors and Proposed prevention strategies**” *The Journal of Manual & Manipulative Therapy* 2002;Vol. 10 (No. 4): 206- 217
24. Frank H. Netter **ATLANTE di ANATOMIA UMANA** ELSEVIER 2001 pp.804-805
25. Paul C. Bettinger, W. Paul Smutz, Ronald L. Linscheid, William P. Cooney III, Kai-Nan An, Rochester, “**Material Properties of the Trapezial and Trapeziometacarpal Ligaments**” *The Journal of Hand Surgery* 2000; 25A:1085–1095.

# 11 ALLEGATI

## Allegato 1

Table 1: Summary of surveys of physiotherapists regarding their work-related thumb injuries.

	West & Gardner (2001) <sup>5</sup>	Cromie et al. (2000) <sup>2</sup>	Holder et al. (1999) <sup>4</sup>	Bork et al. (1996) <sup>3</sup>	Neville & Rivett (1985) <sup>17</sup>	Balon (1984) <sup>16</sup>
Number of physiotherapists surveyed	217	536	370	928	81	46
Response rate	53%	67.9%	74%	80%	85%	87%
Specialties surveyed	All	All	All	All	Manip. therapists only*	Manip. therapists only*
Data time frame	Career	Career	Last 2 years	Last 12 months	Career	Career
Location	rural Queensland	Victoria, Australia	Most states in USA	Most states in USA	NSW, Australia	Victoria, Australia
Prevalence of thumb injury	20% - 46%	33.6% (last 12 months)	7.3% (includes wrist & hand)	29.6% (includes wrist & hand)	81%	70%
Of all physiotherapists reporting thumb pain, incidence of symptoms in:						
CMC joint	67% <sup>†</sup> (includes carpal joints)	–	–	–	57%	41%
MCP joint	72% <sup>†</sup>	–	–	–	70%	50%
IP joint	26% <sup>†</sup>	–	–	–	31%	28%
% reporting manual therapy problematic <sup>‡</sup>	82% (of 61 hand injured)	53.8% (of 377 to whom the risk was relevant)	28% (of 119 with work-related injury)	12% (of all 928 surveyed)	97% (of 66 thumb injured)	–
% of hand or thumb injured who altered their manual techniques due to injury	91%	–	–	22%	At least 59%	43%

\*Manipulative therapists are physiotherapists who have completed formal post-graduate training in manual therapy and who work primarily with outpatient musculoskeletal disorders.

<sup>†</sup>Percentage calculated from all physiotherapists with hand injuries, rather than only those with thumb injuries.

<sup>‡</sup>Population reported varied among the different surveys.