



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI GENOVA



**Università degli Studi di Genova**  
Facoltà di Medicina e Chirurgia

**Master in Riabilitazione dei Disordini Muscoloscheletrici**  
ANNO 2011-2012  
Campus Universitario di Savona

**PATOMECCANICA E CINEMATICA DEGLI INFORTUNI  
LEGAMENTOSI DEL GOMITO NELLO SPORTIVO**

Candidato:  
DI FILIPPO MARCO

Relatore:  
ARCERI DIEGO

INDICE

<b>ABSTRACT</b>	<b>2</b>
<b>INTRODUZIONE</b>	<b>3</b>
<b>MATERIALI E METODI</b>	<b>4</b>
<b>RISULTATI</b>	<b>6</b>
<b>ARTICOLAZIONE DEL GOMITO</b>	<b>13</b>
<b>STRUTTURE STABILIZZANTI :</b>	<b>16</b>
<b>BIOMECCANICA DEL LANCIO</b>	<b>21</b>
<b>PATOMECCANICA E CINEMATICA DEGLI INFORTUNI</b>	<b>23</b>
<b>CONCLUSIONI</b>	<b>24</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>25</b>

# **ABSTRACT**

## **BACKGROUND**

Gli atleti overhead, cioè tutti quei giocatori che svolgono un'attività sportiva elevando la spalla al di sopra della testa, sottopongono ripetutamente l'articolazione del gomito ad elevati stress microtraumatici che, a causa degli effetti cumulativi, possono portare a diverse problematiche: per questo motivo è importante seguire l'atleta sottoponendolo ad una corretta prevenzione.

## **OBBIETTIVO**

L'obiettivo di questa tesi consiste nell'identificare quali siano i meccanismi lesionali più frequenti delle principali strutture legamentose del gomito durante la pratica sportiva individuando quali siano i principali fattori di rischio ed eventuali meccanismi patogenici.

## **RISORSE DATI**

Cochrane Library, PubMed.

## **RISULTATI E CONCLUSIONI**

Dalla ricerca effettuata si evince che i più frequenti meccanismi lesionali delle principali strutture legamentose del gomito durante la pratica sportiva siano attribuiti alla continua ripetizione di elevati stress che portano l'articolazione ad una facile usura su base micropolitraumatica ( tendinite, contratture, neuropatie, instabilità).

Questo tipo di lesione interessa principalmente atleti che praticano sport di lancio, durante i quali viene effettuato un movimento overhead in cui il gomito subisce un torque in valgismo

## INTRODUZIONE

Lesioni del gomito dovute all'atletica sono comuni, specialmente negli sport di lancio come lanciatori di giavellotto, quarterback, tennisti, pallavolisti, giocatori di baseball ecc. cioè tutti quegli atleti che stressano l'articolazione con movimenti ripetuti sopra l'altezza della spalla.

Il normale range di movimento si aggira sui 140° di flessione fino alla massima estensione e dai 75° di pronazione fino agli 85° di supinazione<sup>[1]</sup>. Il ROM funzionale per le attività di vita quotidiana si aggira dai 30° ai 130° di flesso-estensione ed i 50° di prono-supinazione.

Negli atleti che praticano sport di lancio questi gradi variano a seconda di molteplici fattori, come variano anche i gradi del valgismo fisiologico "carring angle" che rispetto al controlaterale può essere di 2 o 3 gradi maggiore<sup>[11]</sup>.

La maggior parte delle lesioni sono croniche sviluppatasi da un ripetitivo sovraccarico, che sfocia in micro lacerazioni dei tessuti molli.<sup>[13]</sup>

La stabilità del gomito è garantita da due componenti principali: la struttura ossea ed i tessuti molli periarticolari. Il primo è rappresentato dalla congruenza delle tre articolazioni che compongono il gomito l'altra, dalla forza muscolare e legamentosa.

Negli atleti professionisti la combinazione di forze di trazione mediale del gomito e di forze di taglio posteriormente possono causare : lesione dei muscoli flessori-pronatori, instabilità LCM, neuropatia dell'ulnare, formazione di osteofiti...

Queste sindromi si manifestano in maniera diversa ma possono anche essere l'una conseguenza dell'altra, causate per lo più da stress ripetuti del gomito atteggiato in valgismo. Il lancio infatti genera una grande sollecitazione in valgismo, creando un picco di stress massimo durante la fase di flesso estensione che avviene rapidamente.

Il lanciatore ripetutamente provoca così modificazioni ipertrofiche dell'osso e dei muscoli del gomito. Waris fu il primo nel 1946 a descrivere e a parlare delle lesioni legamentose associate agli sport di lancio<sup>[3]</sup> studiate in maniera più approfondita negli ultimi decenni grazie anche ad un valido supporto dato dagli studi effettuati su cadaveri ed alla diagnostica per immagini.

## MATERIALI E METODI

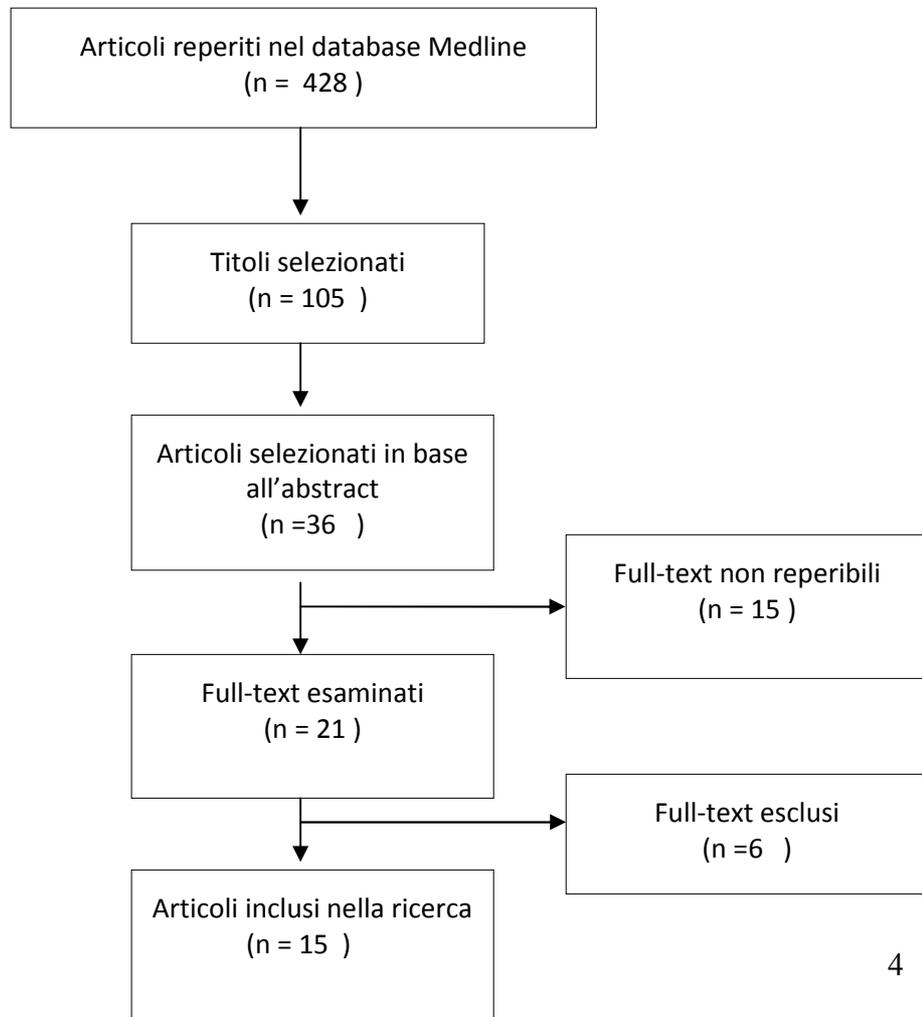
E' stata condotta una ricerca bibliografica nella banca dati Medline tramite il suo motore di ricerca Pubmed, con i seguenti limiti:

- data di pubblicazione: ultimi 10 anni
- lingua: italiano ed inglese
- tipo di articolo: trial clinico, RCT, review, meta-analysis.
- specie: umani

Sono state inserite le seguenti parole chiave:

“Elbow/injuries”[Mesh] OR (“elbow” AND “injuries”) OR (“elbow” AND “sprain”) OR (“elbow” AND “dislocation”) AND (“athletes” OR “athletes”[Mesh] OR “sport” OR “sportsman” OR “sports”)

La selezione degli articoli è stata effettuata per rilevanza con l'argomento della tesi attraverso una prima lettura degli abstracts. La ricerca del formato “full text” degli articoli scelti è avvenuta direttamente sulle riviste scientifiche di pubblicazione per mezzo del loro formato elettronico disponibile tramite la biblioteca dell'Università Degli Studi di Genova.



### *CRITERI D'INCLUSIONE / ESCLUSIONE*

Nella ricerca effettuata ho incluso tutti quegli articoli che mettevano in evidenza la relazione che c'è tra tipo di sport e lesione legamentosa del gomito, considerando biomeccanica e patomeccanica escludendo gli articoli che si focalizzavano di più su singole patologie e interventi post lesionali.

Ho incluso nel mio lavoro anche due revisioni del 1996 e 1999 per potere avere un termine di paragone tra articoli passati e presenti.

## RISULTATI

titolo e tipo di articolo	riassunto dello studio	patomeccanica individuata	Legamenti coinvolti
<p><b><i>Sports injuries of the elbow.</i></b></p> <p>Simon P Frostick, Mohammad Mohammad, David A Ritchie.</p> <p>Br J Sport Med 1999;33:301-3011</p>	<p>Questa revisione riprende alcuni dei fattori che devono essere presi in considerazione nell'eziologia degli infortuni del gomito negli sportivi ed aggiunge dettagli su alcuni tipi di lesioni (epicondilita mediale e laterale, compressione nervosa, osteocondrite dissecante) Sarebbe opportuno che il nostro approccio alla diagnosi e trattamento cambiasse nei prossimi anni per ottenere una conoscenza migliore della fisiologia e funzione del gomito e dei cambiamenti della fisiologia in risposta allo sport</p>	<p>Viene preso in considerazione il movimento effettuato dal gomito durante le fasi del lancio. Il gomito subisce un forte stress in valgismo principalmente durante due fasi (arm cocking e accelerazione)</p>	<p>Il legamento maggiormente coinvolto è la banda anteriore del legamento collaterale ulnare che secondo Morrey et al è quello che stabilizza di più il gomito durante uno stress in valgismo.</p>
<p><b><i>Overhead throwing injuries of the shoulder and elbow.</i></b></p> <p>Anderson MW, Alford BA.</p> <p>Radiol Clin North Am. 2010 Nov;48(6):1137-54.</p> <p>PMID:21094403 [PubMed - indexed for MEDLINE]</p>	<p>In questo articolo si esaminano gli infortuni più comuni negli atleti overhead. Attraverso una comprensione di come le forze possano agire sulle articolazioni, si ricerca tramite l'aiuto di strumentazioni diagnostiche le eventuali lesioni sia di spalla che di gomito.</p>	<p>Uno stress ripetuto nel tempo come avviene nella fase di lancio genera microlesioni sui legamenti appartenenti al compartimento mediale. Alla RMN una lesione viene contraddistinta dalla presenza di versamento. Le immagini risultano valide per distinguere le lesioni legamentose da quelle muscolari.</p>	<p>I legamenti coinvolti e studiati sono quelli del compartimento mediale anche se risulta difficile la distinzione tra banda anteriore posteriore e media.</p>

<p><b><i>Ulnar collateral ligament injury in the overhead athlete.</i></b></p> <p>Hariri S, Safran MR.</p> <p>Clin Sports Med. 2010 Oct;29(4):619-44. Review.</p> <p>PMID:20883901 [PubMed - indexed for MEDLINE]</p>	<p>Questo articolo descrive come gli atleti che praticano sport overhead subiscano stress continui sul legamento collaterale ulnare. Il continuo sovraccarico porta ad una instabilità coinvolgendo le altre strutture stabilizzanti. Progressivamente si generano altre patologie ( neurite ulnare, impingement posteriore, artrite dell'articolazione radio omerale). Si pone poi l'accento su alcuni test usati per la discriminazione delle patologie concomitanti e nel caso di lesioni acute i vari trattamenti chirurgici.</p>	<p>La patomeccanica individuata è associata al rapido movimento di flesso estensione che il gomito subisce durante la fase di lancio nel baseball, il servizio di tennis . Il LCU è il primo stabilizzatore in valgismo del gomito. la massima instabilità si presenta a 60° di flessione. Durante la fase di lancio nel baseball la banda anteriore del LCU stabilizza maggiormente il gomito tra i 20° ed i 120° di flessione. La banda posteriore invece tra i 55° ed i 140° di flessione. C'è una piccola differenza di forze di taglio tra lanciatori di baseball e tennisti ed è tutto relazionato al tipo di lancio e velocità imposta.</p>	<p>I legamenti coinvolti sono quelli del compartimento mediale. Si evidenzia che le lesioni più comuni sono quelle croniche, cioè quelle che avvengono con una ripetizione continua del gesto</p>
<p><b><i>Medial collateral ligament injury in the overhand-throwing athlete.</i></b></p> <p>Lynch JR, Waitayawinyu T, Hanel DP, Trumble TE. J Hand Surg Am. 2008 Mar;33(3):430-7. Review.</p> <p>PMID:18343303 [PubMed - indexed for MEDLINE]</p>	<p>Questo articolo fa un quadro generale sugli sport più comunemente interessati per lesioni legamentose del gomito. Dalla prima descrizione lesionale di un giavellottista si guarda ad altri sport come giocatori di tennis, di pallavolo e wrestlers arrivando poi allo sport più comune per lesioni legamentose del gomito che è il baseball.</p>	<p>La patomeccanica è associata al contributo che ossa, muscoli e legamenti, danno negli stress del gomito durante le fasi del lancio. La congruità ossea garantisce una stabilizzazione durante i gradi estremi di flesso estensione grazie all'incastro tra olecrano e fossa olecranica e processo coronoideo e fossa coronoidea; i muscoli grazie alla forza dei flessori pronatori e estensori supinatori generano una compressione articolare salvaguardando l'articolazione da stress in varismo e valgismo ed infine i legamenti che con i loro fasci sono gli stabilizzatori primari.</p>	<p>Schwab ha dimostrato che il fascio anteriore è quello più coinvolto durante gli stress in valgismo. Questo è composto da due bande, una anteriore ed una posteriore che subiscono stress lesivi tra i 30° ed i 120°. Morrey ha documentato il rapporto che c'è tra lesione della banda anteriore e la mancanza della testa del radio nella stabilità del gomito in valgismo concludendo che la stabilità è garantita di più con un legamento collaterale ulnare integro.</p>

<p><b><i>Muscle contribution to elbow joint valgus stability.</i></b></p> <p>Lin F, Kohli N, Perlmutter S, Lim D, Nuber GW, Makhsous M. J Shoulder Elbow Surg. 2007 Nov-Dec;16(6):795-802. Epub 2007 Nov 1.</p> <p>PMID:17936028 [PubMed - indexed for MEDLINE]</p>	<p>In questo studio si documenta tramite un'analisi statistica il contributo che i muscoli dell'avambraccio creano per la stabilità del gomito e sulla relazione che c'è tra quest'ultimi e le forze tensive sui legamenti collaterali ulnari. In conclusione il muscolo flessore ulnare del carpo e flessore digitale superficiale sono quelli che generando forze in varismo proteggono il LCU dagli stress in valgismo. Questi muscoli lavorando in sinergia con i muscoli estensori riducono gli stress tensivi sul legamento proteggendolo da eventuali lesioni.</p>	<p>Il contributo muscolare viene esercitato in tutti i gradi di flessione ed estensione. I muscoli flessori attivi maggiormente tra i 45° ai 90° tra la fase finale del secondo caricamento e l'accelerazione proteggono il LCU da stress eccessivi.</p>	<p>Una attivazione eccessiva o uno squilibrio tra muscoli flessori ed estensori porta ad un sovraccarico delle strutture legamentose. Il LCU viene protetto dai muscoli flessori e pronatori in particolare modo dal flessore ulnare del carpo ed i flessori superficiali delle dita che generano una forza in varismo sul gomito.</p>
<p><b><i>Sports-related injuries of the elbow</i></b></p> <p>Alejandro Badia, MD, FACS Charleen Stennet, OTR/L CHT</p> <p>Scientific/ Clinical Articles. 2006 April-june; v. Review.</p> <p>PMID: 16798134 [PubMed - indexed for MEDLINE]</p>	<p>Articolo che parla delle principali lesioni del gomito considerando fattori intrinseci ed estrinseci. Pone l'attenzione su eventuali interventi conservativi e post-chirurgici.</p>	<p>La patomeccanica individuata riguarda per lo più gesti ripetuti nel tempo che generano tendiniti e contratture muscolari, lesioni lagamentose e problematiche ossee</p>	<p>I legamenti presi in considerazione sono quelli del compartimento mediale che stressati in valgismo con gesti ripetuti genera instabilità dell'articolazione.</p>
<p><b><i>Throwing elbow in adults.</i></b></p> <p>Ouellette HA, Palmer W, Torriani M, Bredella MA.</p> <p>Semin Musculoskelet Radiol. 2010 Sep;14(4):412-8. Epub 2010 Sep 8. Review.</p>	<p>L'articolo individua come biomeccanicamente l'articolazione del gomito subisca lesioni attraverso gesti ripetuti di atleti che praticano sport overhead. Si pone particolare attenzione su come le lesioni riguardanti i legamenti, il tessuto nervoso e osseo appaiano alle immagini radiografiche</p>	<p>La patomeccanica è riassunta in breve solo su due delle sei fasi del lancio ossia arm cocking e l'accelerazione, fasi che creano una forza in valgismo pari a 64N ed una compressione pari a 500N</p>	<p>I legamenti coinvolti sono quelli del compartimento mediale con particolare attenzione alla banda anteriore del LCU che può presentare nel tempo microcalcificazioni osee individuate attraverso la RMN</p>

<p>PMID: 20827622 [PubMed - indexed for MEDLINE]</p>			
<p><b><i>Overuse and traumatic injuries of the elbow.</i></b></p> <p>Hayter CL, Giuffre BM. Magn Reson Imaging Clin N Am. 2009 Nov;17(4):617-38, v. Review.</p> <p>PMID: 19887293 [PubMed - indexed for MEDLINE]</p>	<p>Tramite una specifica introduzione anatomica sulle principali strutture stabilizzanti del gomito si pone l'accento su quali siano le principali lesioni di questa articolazione durante la pratica sportiva. Le lesioni considerate saranno confermate tramite uno studio radiografico.</p>	<p>Gesti ripetuti nel tempo negli sport di lancio portano l'articolazione a subire continuamente forze di taglio e compressione in valgismo</p>	<p>i legamenti coinvolti ed analizzati sono quelli del compartimento mediale e laterale. Il primo genera instabilità articolare producendo una serie di patologie come formazione di osteofiti ed impingement nella fossa olecranica oppure problemi tendinei o nervosi; il secondo genera instabilità postero laterale con possibile lussazione del capitello radiale</p>
<p><b><i>Valgus extension overload syndrome and stress injury of the olecranon.</i></b></p> <p>Ahmad CS, ElAttrache NS.</p> <p>Clin Sports Med. 2004 Oct;23(4):665-76, x. Review.</p> <p>PMID: 15474228 [PubMed - indexed for MEDLINE]</p>	<p>Questo articolo prende in considerazione tramite un'analisi anatomica le strutture stabilizzanti del gomito dividendole in primarie e secondarie. Da qui analizzando la biomeccanica articolare si deduce che gesti ripetuti nel tempo con gomito atteggiato in valgismo possono portare a quella che viene chiamata "valgus extension overload" causata da un'insufficienza del legamento collaterale mediale. Quest'ultima promuove la formazione di osteofiti tra olecrano e fossa olecranica producendo sia dolore che impotenza funzionale.</p>	<p>Gesti ripetuti nel tempo che stressano l'articolazione del gomito in valgismo promuovono lesioni e formazioni di osteofiti.</p>	<p>In questo articolo i legamenti vengono considerati in maniera marginale. A loro viene attribuita la causa del "valgus extension overload" dato che essendo stabilizzatori primari una loro insufficienza crea forti stress sulle altre strutture dell'articolazione in particolar modo le ossa</p>

<p><b><i>Elbow injuries to the throwing athlete.</i></b></p> <p>Johnston J, Plancher KD, Hawkins RJ.</p> <p>Clin Sports Med.1996 Apr;15(2):307-29. Review.</p> <p>PMID:8726319 [PubMed - indexed for MEDLINE]</p>	<p>Articolo del '96 descrive le principali lesioni che avvengono durante gli sport overhead analizzando la biomeccanica articolare durante le fasi del lancio e ciò che avviene alle principali strutture stabilizzanti. Considera inoltre i test da somministrare per l'individuazione delle patologie e eventuali trattamenti chirurgici e conservativi.</p>	<p>La patomeccanica è inerente alle fasi del lancio che generano stress in valgismo portando il gomito ad una sofferenza legamentosa muscolare ed ossea.</p>	<p>Il legamento che viene stressato è il legamento collaterale ulnare, maggior stabilizzatore negli stress in valgismo del gomito tra i 20° ed i 120° di flessione.</p>
<p><b><i>History and examination of the thrower's elbow.</i></b></p> <p>Cain EL Jr, Dugas JR.</p> <p>Clin Sports Med. 2004 Oct;23(4):553-66, viii. Review.</p> <p>PMID: 15474222 [PubMed - indexed for MEDLINE]</p>	<p>Lesioni del gomito nei lanciatori sono il risultato di grandi forze in valgismo ed estensione durante la fase di lancio queste forze producono stress tensivi a livello mediale, stress di compressione a livello laterale e stress di taglio al compartimento posteromediale. Le più comuni lesioni includono neuriti ulnari, insufficienza o lesione del LCU, lesione o affaticamento dei muscoli flessori e pronatori, epicondiliti mediali e laterali, artriti osteocondriti. Gli stress ripetuti nel tempo sono il risultato di forze che si trasferiscono dal tronco alla mano durante il movimento del lancio. Test specifici danno la conferma su quali tipi di strutture si focalizzeranno eventuali trattamenti.</p>	<p>Si considera la tensione che si genera al gomito durante il movimento del lancio in particolar modo tra i 20° ed i 120° di flessione. In questa fase il legamento collaterale ulnare subisce il massimo torque in valgismo</p>	<p>I legamenti considerati sono quelli che fanno parte del compartimento mediale. Test specifici come il valgus stress test e la Milking maneuver valutano l'integrità legamentosa ed eventuale instabilità articolare.</p>

<p><b><i>Elbow medial collateral ligament injuries</i></b></p> <p>Ra'Kerry K. Rahman, W.N. Levine, Christopher S. Ahmad</p> <p>Curr rev Musculoskelet Med (2008) 1:197-204</p>	<p>In questo articolo si evince come il legamento collaterale ulnare sia quello più sottoposto a forze in valgismo durante il movimento del lancio negli sport overhead. Si pone attenzione sulla biomeccanica del gesto lesivo e sui test che servono per differenziare le lesioni inerenti al compartimento mediale. L'articolo si conclude sui tipi di trattamenti ponendo l'attenzione su due tecniche di trattamento chirurgico "Jobe e Docking technique"</p>	<p>Lo stress in valgismo è frutto di gesti che avvengono con un rapido movimento di flessione-estensione. Gli sport considerati sono quelli che stressano l'articolazione con movimenti overhead (tennisti lanciatori di giavellotto, pallavolisti, giocatori di baseball). La rotazione esterna della spalla e la flessione del gomito è il momento in cui le due articolazioni subiscono il loro maggior torque in valgismo. Nel lancio questo momento avviene durante la fase finale dell'arm cockin e durante l'accelerazione dove il gomito passa da una flessione di 120° ad una di 20°</p>	<p>La struttura più compromessa è la banda anteriore del legamento collaterale ulnare</p>
<p><b><i>Postero-medial elbow problems in the adult athlete.</i></b></p> <p>Eyendaal D, Safran MR. Br J Sports Med. 2006 May;40(5):430-4; discussion 434. Review.</p> <p>PMID:16632574 [PubMed - indexed for MEDLINE</p>	<p>Dopo un'exkursus sulle principali strutture stabilizzatrici del gomito si evidenziano i tipi d'infortuni che possono essere il risultato di un singolo evento traumatico oppure micro traumi dovuti a movimenti ripetuti nel tempo. Gli sport overhead sono considerati quegli sport che vanno a sovraccaricare di più l'articolazione. Molte lesioni vengono trattate dapprima in maniera conservativa, successivamente se il trattamento conservativo fallisce, in maniera chirurgica.</p>	<p>Durante il movimento del lancio per esempio nel baseball il gomito si muove durante la fase di late cocking a l'accelerazione dai 110° ai 20° di flessione con una velocità di 3000°/s. Questa combinazione di forze in valgismo ed la rapida estensione creano tensione lungo la parte mediale e posteriore del gomito.</p>	<p>I legamenti che vengono coinvolti durante queste due fasi sono la banda anteriore del fascio anteriore del LCU e la banda posteriore che secondo Safran vengono sollecitati maggiormente intorno ai 70° di flessione.</p>

<p><b><i>Valgus torque in youth baseball pitchers: A biomechanical study.</i></b></p> <p>Sabick MB, Torry MR, Lawton RL, Hawkins RJ.</p> <p>J Shoulder Elbow Surg. 2004 May-Jun;13(3):349-55.</p> <p>PMID: 15111908 [PubMed - indexed for MEDLINE]</p>	<p>Il presupposto di questo articolo è quello di determinare i fattori che biomeccanicamente e antropometricamente contribuiscono al movimento in valgismo durante il lancio negli sport overhead. Si comparano poi gli stress in valgismo di un giovane atleta con uno più anziano evidenziando a quali gradi si generano le forze tensivo maggiori.</p>	<p>C'è una lieve discordanza tra gli autori che evidenziano il maggiore stress tensivo alcuni tra gli 84° ai 23° altri tra 120° e 90° mentre altri ancora evidenziano il massimo torque tensivo tra i 70° e 85° di flessione.</p>	<p>Si mette in evidenza la tensione che si crea sul compartimento mediale del gomito senza considerare i fattori biomeccanici che contribuiscono alle condizioni patologiche del gomito.</p>
<p><b><i>Ligament and tendon injury to the elbow: clinical, surgical, and imaging features.</i></b></p> <p>Saliman JD, Beaulieu CF, McAdams TR.</p> <p>Top Magn Reson Imaging. 2006 Oct;17(5):327-36. Review.</p> <p>PMID: 17414994 [PubMed - indexed for MEDLINE]</p>	<p>Questo articolo considera le principale lesioni del gomito durante la pratica sportiva. La RMN diventa un importante componente per diagnosticare tipi di lesioni ed eventuali trattamenti chirurgici.</p>	<p>La patomeccanica del gesto non viene tanto sviscerata anche se si attribuisce il movimento del lancio alla principale causa lesiva delle strutture del gomito.</p>	<p>Si considerano la banda anteriore del LCU che viene lesionata tramite gesti ripetuti nel tempo in sport overhead e il legamento collaterale laterale che più si lesiona più difficilmente e solo a seguito di un evento traumatico.</p>

## Articolazione del gomito

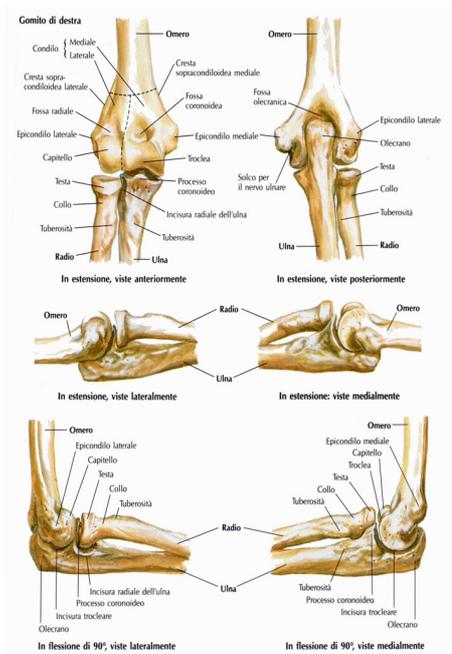
L'**articolazione del gomito** è un complesso articolare costituito da tre diverse giunzioni: l'articolazione omero-ulnare, l'articolazione omero-radiale e l'articolazione radio-ulnare prossimale. Tutti i capi articolari di queste tre giunzioni sono compresi entro una capsula articolare comune. Le superfici articolari si trovano sull'estremità distale dell'omero e sulle estremità prossimali di radio e ulna. L'articolazione del gomito consente movimenti dell'avambraccio sul braccio, a livello delle due articolazioni omero-ulnare e omero-radiale e movimenti del radio sull'ulna a livello dell'articolazione radio-ulnare prossimale. I principali movimenti dell'avambraccio sono quelli di flessione e di estensione; essi si svolgono principalmente ad opera dell'ulna che trasporta passivamente il radio. A livello dell'articolazione del gomito si svolgono anche limitati movimenti di lateralità che sono possibili solo quando l'avambraccio è flesso. Lo spostamento del radio rispetto all'ulna con modificazioni nei rapporti degli assi longitudinali è denominato movimento di prono-supinazione.

L'**articolazione omero-ulnare** è un ginglimo angolare le cui superfici articolari sono rappresentate dalla troclea omerale e dall'incisura semilunare dell'ulna. La troclea è una puleggia ossea quasi completa, soltanto interrotta dalla sottile lamina ossea che divide la fossa coronoidea dalla fossa olecranic; è formata da due labbri, di cui l'interno è più sporgente, che delimitano una gola. L'incisura semilunare presenta un segmento superiore corrispondente all'olecrano e un segmento inferiore che spetta al processo coronoideo; in entrambi si trova una cresta mediana smussa per la gola della troclea omerale e due faccette laterali per i labbri.

L'**articolazione omero-radiale** è una condilo artrosi le cui superfici articolari sono rappresentate dal condilo omerale e dalla fossetta del capitello del radio. Il condilo è un rilievo emisferico diviso dal labbro esterno della troclea ad opera di un solco condilrotrocleare che è rivestito di cartilagine articolare. La fossetta del capitello radiale è una depressione arrotondata che volge in alto; il suo contorno mediale è accolto nel solco condilrotrocleare dell'omero.

L'**articolazione radio-ulnare prossimale** è un ginglimo laterale in cui le superfici articolari sono rappresentate dall'incisura radiale dell'ulna (che forma il segmento di cilindro cavo) e la circonferenza articolare del radio (che forma il segmento di cilindro convesso).

L'incisura radiale si trova sulla faccia laterale del processo coronoideo e ha la forma di una cavità semilunare allungata in direzione sagittale. La circonferenza articolare del radio è completamente rivestita di cartilagine in quanto ruota entro un anello osteofibroso formato dall'incisura radiale dell'ulna per la parte ossea e dal legamento anulare del radio per la parte fibrosa.



I mezzi di unione del gomito sono la capsula articolare rinforzata da vari legamenti e un legamento a distanza, la membrana interossea dell'avambraccio. Lo strato fibroso della capsula articolare forma un unico manicotto per le tre articolazioni; s'inserisce in alto sul capo omerale, in basso si connette al radio e all'ulna. L'inserzione omerale della capsula è vicina alle superfici articolari lateralmente e medialmente, ne dista maggiormente in avanti e in dietro, dove si fissa al di sopra della fossa coronoidea e della fossetta radiale e, rispettivamente, a livello della fossa olecranea.

L'inserzione radio-ulnare ha luogo sul contorno della cartilagine articolare dell'incisura semilunare e dell'incisura radiale dell'ulna; dal limite inferiore di quest'ultima, la linea d'inserzione si porta al collo del radio, tra capitello e tuberosità radiale. La capsula fibrosa è rinforzata anteriormente e posteriormente da sottili fasci di fibre che non si ispessiscono a formare veri e propri legamenti. Robusti ispessimenti si hanno, invece, lateralmente e medialmente dove si costituiscono i legamenti collaterali radiale e ulnare.

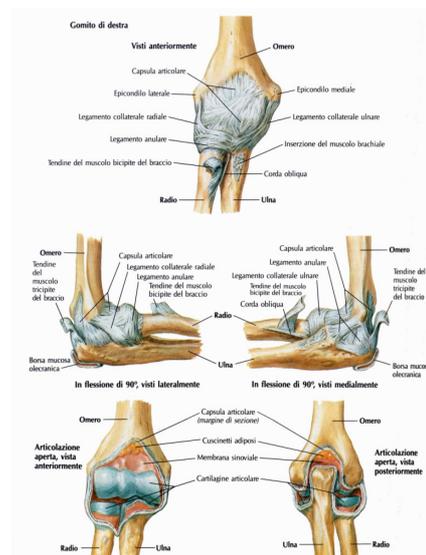
Il *legamento collaterale radiale* parte dall'epicondilo e si divide in un fascio anteriore, un fascio medio ed un fascio posteriore. Il fascio anteriore si distacca dalla parte antero-inferiore dell'epicondilo e termina sull'ulna, al davanti dell'incisura radiale. Il fascio medio ha la stessa origine dell'anteriore e si fissa sull'ulna, dietro l'incisura radiale. Il fascio posteriore sorge dalla parte posteriore dell'epicondilo e termina sulla faccia esterna dell'olecrano.

Annesso al legamento collaterale radiale può considerarsi il *legamento anulare del radio*, un anello fibroso che decorre dal margine anteriore a quello posteriore dell'incisura radiale dell'ulna circondando il capitello del radio e delimitando un anello osteofibroso entro il quale il capitello stesso ruota; la faccia interna del legamento anulare è rivestita di cartilagine articolare; il margine superiore del legamento prosegue in una piega falciforme che si pone, come un disco, nell'interlinea articolare tra condilo omerale e radio.

Il *legamento collaterale ulnare* è conformato a ventaglio e s'irradia dall'epitroclea al margine mediale dell'incisura semilunare. È costituito anch'esso da tre fasci, anteriore, medio e posteriore.

La membrana sinoviale può essere divisa in due segmenti di cui il superiore, più esteso, appartiene alle articolazioni omero-radiale, omero-ulnare e alla parte superiore dell'articolazione radio-ulnare prossimale. Il segmento inferiore, ridotto, è proprio della sola articolazione radio-ulnare prossimale e prende il nome di *recesso sacciforme* in quanto forma un cul di sacco anulare attorno al collo del radio.

La *membrana interossea* si può considerare come un legamento a distanza dell'articolazione del gomito. Essa occupa lo spazio allungato e ovalare che si delimita, nell'avambraccio, tra il radio e l'ulna. Presenta una faccia anteriore ed una faccia posteriore dalle quali prendono origine i muscoli profondi dell'avambraccio, e quattro margini. Il margine laterale e quello mediale si fissano al radio e, rispettivamente, all'ulna. Il margine inferiore si fonde con la capsula dell'articolazione radio-ulnare distale. Il margine superiore è libero e arcuato con la concavità superiore. Si trova qualche centimetro al di sotto dell'articolazione radio-ulnare prossimale, insieme alla quale delimita un foro che dà passaggio ai vasi interossei posteriori. A livello di questo foro si trova un fascio fibroso che si tende fra il processo coronoideo dell'ulna e la faccia anteriore del radio, dove termina al di sotto della tuberosità; tale fascio prende il nome di *corda obliqua*



## STRUTTURE STABILIZZANTI :

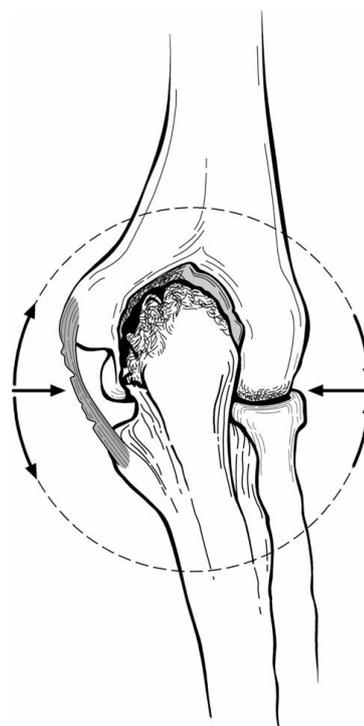
La stabilità del gomito è garantita da due componenti principali :  
la complicata architettura ossea ed i tessuti molli circostanti .

### OSSA

Il gomito è composto da tre articolazioni: **omero-ulnare, omero-radiale ed ulno-radiale prossimale** che entrano in gioco per la stabilizzazione solo in gradi estremi di flessione estensione ossia sotto i 20° e sopra i 120°.

*L'articolazione omero ulnare* (stabilizzatore primario) garantisce la stabilità durante la massima estensione grazie alla congruità tra troclea ed olecrano mentre in massima flessione è il processo coronoideo che stabilizza l'articolazione inserendosi nella fossa coronoidea dell'omero.

Nei lanciatori può accadere che movimenti ripetuti nel tempo modifichino la stabilità garantita dalla struttura ossea. Si parla così di “valgus exstension overload sindrome”. King et al <sup>[11]</sup> sostengono che sia dovuto ad una riduzione della fossa oleocranica a seguito di una ipertrofia ulnare. Slocum<sup>[4]</sup> e Bennet <sup>[2]</sup> credono invece che sia causa di un effetto di incuneazione durante la fase di accelerazione ossia quando il gomito subisce un



maggior stress in valgismo. Questa incongruenza porta alla generazione di processi osteofitici sulla parte posteriore e posteromediale dell'olecrano causando una vera e propria limitazione funzionale.

*L'articolazione omero radiale* (stabilizzatore secondario) è il primo responsabile per la stabilità longitudinale dell'avambraccio e assume la sua importanza a seguito di lassità o lesioni legamentose.

Durante la fase del lancio questa articolazione va incontro a ripetuti stress di origine compressiva che nei giovani atleti può modificare la perfusione sanguigna generando quadri di osteocondrite dissecante conosciuti anche con il nome di “Little League elbow”<sup>[10]</sup>.

La stabilità di questa articolazione è garantita dai legamenti laterali. Un'insufficienza o una lesione porta ad una instabilità postero laterale

### **LEGAMENTI:**

i legamenti del gomito si possono dividere in due parti:

la parte mediale formata dal **legamento collaterale ulnare** (LCU) e la parte laterale formata dal **legamento collaterale laterale** (LCL)

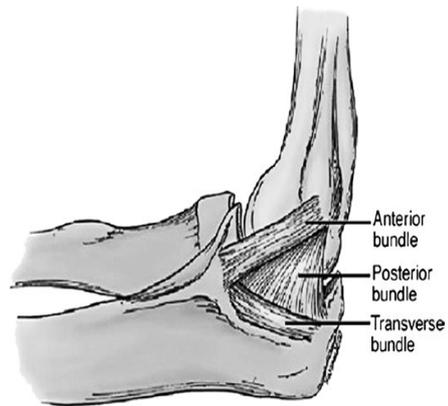
Il LCU è costituito da tre fasci : *anteriore, medio e posteriore*

Dagli studi effettuati risulta che il legamento collaterale ulnare sia il principale stabilizzatore del gomito durante gli stress esercitati in valgismo.

La massima instabilità viene raggiunta a 60°.

Nell'estensione completa il LCU, la capsula anteriore e l'articolazione omero ulnare contribuiscono in egual misura alla stabilità in valgismo;

a 90° di flessione la capsula anteriore si rilassa mentre il LCU contribuisce per un 54% alla trazione in valgismo. <sup>[5]</sup>



Schwab ha dimostrato che il *fascio anteriore* è composto da due bande la banda anteriore e la banda posteriore. <sup>[6]</sup>

In presenza di un sovraccarico in valgismo la banda anteriore del fascio anteriore è più vulnerabile nei gradi minori di estensione del gomito (30° - 90° ) mentre quella posteriore nella flessione (dai 60° ai 120°). Morrey et al hanno dimostrato come la banda anteriore provvede sufficientemente alla stabilità in valgismo del gomito anche in assenza della testa del radio <sup>[7]</sup>.

*Il fascio posteriore* è il più robusto dei tre fasci contribuisce alla stabilità del gomito quando questo raggiunge maggiori gradi di flessione (dai 55° ai 140°).

*Il fascio trasverso* risulta essere un ispessimento della capsula articolare e non risulta avere una funzione specifica nella stabilità del gomito.

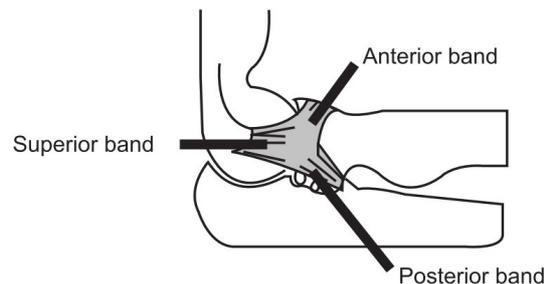
Un'insufficienza del compartimento mediale tipica negli sport overhead genera una serie di patologie che vedono coinvolti ossa, muscoli e nervi.

La complessa struttura articolare, la complicità tra le parti che la formano portano alcuni autori a pensare che le lesioni possano essere l'una la conseguenza dell'altra.

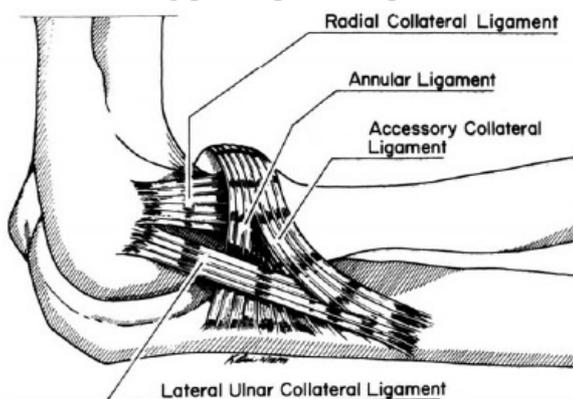
È facile infatti riscontrare ad un dolore mediale del gomito patologie concomitanti dovute a cause comuni come lo stress in valgismo. Un'insufficienza legamentosa può portare ad un mal funzionamento tra i capi articolari sviluppando quadri di impingement con formazione di osteofiti, può generare compressioni eccessiva al compartimento laterale sviluppando quadri di osteocondrite dissecante o lesioni ossee, può portare a strappi muscolari e può causare trazioni o compressioni a livello nervoso.

Il **LCL** è la struttura più importante della zona laterale del gomito e garantisce la stabilità postero laterale rotatoria. E' una struttura complessa, la tensione di tutte le sue componenti stabilizza contemporaneamente le articolazioni omero-radiale, radio-ulnare e omero-ulnare. La banda anteriore dà stabilità in varo e rot esterna a 80° di flex gomito. E' costituito da:

- ✓ Radial collateral ligament, LRCL
- ✓ Lateral ulnar collateral ligament, LUCL
- ✓ Anular ligament
- ✓ Accessory lateral collateral ligament



LUCL è il leg più importante per la stabilità postero-laterale, ma le sua lesione isolata non è sufficiente a determinare instabilità perché sopperito da LRCL.



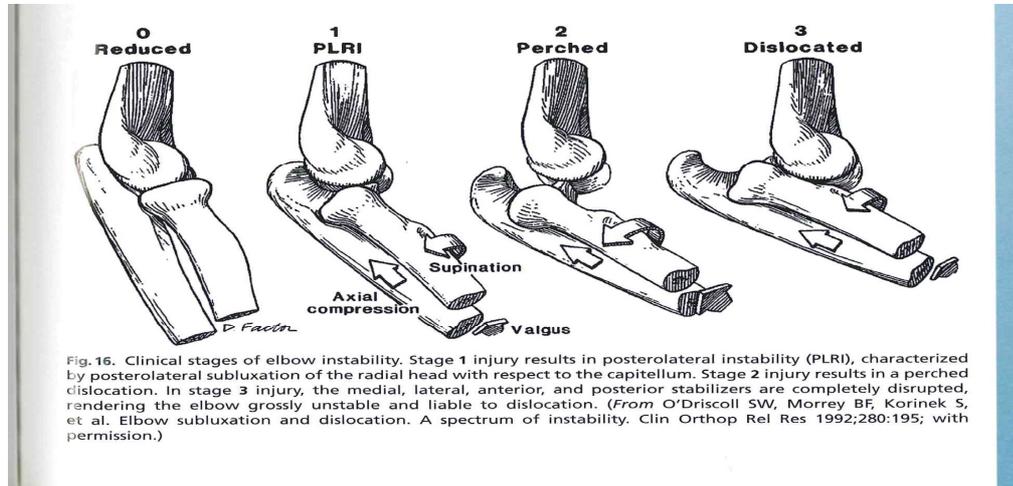
Lesione di entrambi crea instabilità.

LEG ANULARE: agisce come una cinghia che stabilizza la testa del radio e l'ulna prevenendo sublussazioni inferiori o laterali e aiutando il LCL in stabilità postero-laterale rotatoria

dell'avambraccio sull'omero.

Un danno a queste strutture creano instabilità rotatoria postero laterale, associata per lo più a movimenti in varismo, quindi meno comuni negli sport di lancio.

O'Driscoll et al.<sup>[8]</sup> l' hanno descritta come una lesione progressiva che procede dalla parte laterale a quella mediale dell' articolazione dividendola in 3 fasi.



### CAPSULA ARTICOLARE:

aumenta tenuta legamenti che si fondono con essa. Ruolo stabilizzatore in varo e valgo a gomito esteso.

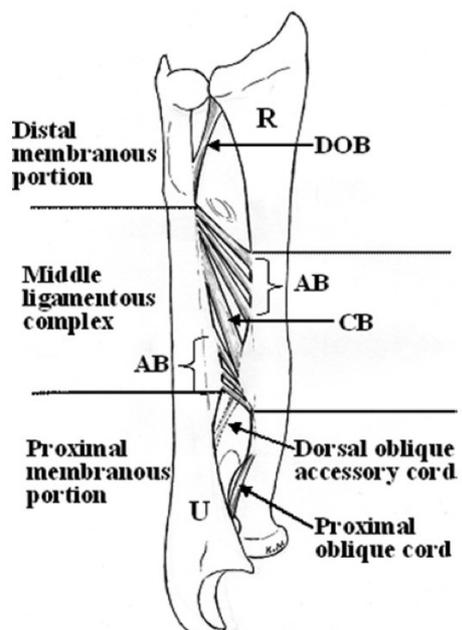
### MEMBRANA INTEROSSEA

struttura legamentosa multi composta che ha ruolo essenziale per *stabilità e fisiologia* dell'avambraccio.

La membrana permette di trasmettere il carico (appoggio sul palmo della mano) in parte anche sull'ulna, in sua assenza il carico sarebbe tutto sul radio.

Studi recenti suddividono funzionalmente tre parti:

1. Distal membranous complex: distal oblique bundle (DOB)



2. Middle ligamentous complex : central band (CB)

Accessory band (AB)

3. Proximal membranous complex: proximal oblique cord e dorsal oblique accessory cord.

## MUSCOLI

I muscoli sono considerati gli stabilizzatori dinamici del gomito. Questi includono il bicipite, il brachiale, il tricipite, gli estensori-supinatori ed i flessori-pronatori.

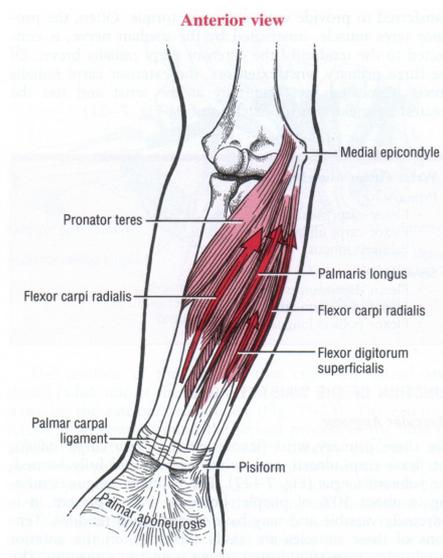
Park e Ahmad nel 2004 documentarono che i muscoli flessori e pronatori contribuivano in maniera notevole alla stabilità mediale del gomito.<sup>[9]</sup>

Altri studi hanno evidenziato come i muscoli flessori ed estensori giochino un ruolo fondamentale nello stressare il gomito in valgismo o varismo e che una loro insufficienza possa scaturire patologie a carico dei tendini. I principali stabilizzatori in valgismo del gomito è il muscolo flessore ulnare del carpo o il flessore superficiale delle dita, quest'ultimo si avvicina molto alle fibre della banda anteriore del LCU confondendosi con esso.

Slocum spiega che nelle sindromi da sovraccarico si generano contratture che portano microlesioni muscolari. Durante la fase di lancio i muscoli pronatori e flessori vengono stressati ripetutamente perdendo la loro proprietà protettiva sull'articolazione del gomito<sup>[12]</sup>.

Norwood et al. hanno dimostrato una correlazione tra ricostruzione del LCU e contratture e strappi dei muscoli flessori e pronatori.<sup>[14]</sup>

Inoltre una ipertrofia muscolare può causare uno schiacciamento del nervo al passaggio cubitale generando così un quadro di neuropatia.



## BIOMECCANICA DEL LANCIO

Il gesto del lancio richiede un movimento coordinato che progredisce dalle dita dei piedi fino alle dita delle mani. Questa sequenza di eventi è stata descritta concettualmente come una catena cinetica. Per lavorare in modo efficace durante una catena cinetica, è richiesta un'attività muscolare sequenziale così che l'energia, che viene generata negli arti inferiori, possa essere trasmessa negli arti superiori attraverso il braccio, la mano e le dita, e infine arrivare fino alla palla.

La precisione, che è l'abilità di lanciare la palla in un determinato posto, è collegato con l'abilità del lanciatore di creare una posizione specifica del braccio ed un preciso tempismo di lanciare la palla in un modo ripetibile. Allo scopo di generare la massima velocità della palla alla maniera più efficiente possibile, gli arti inferiori e superiori devono lavorare in modo sincrono e coordinato.

Il meccanismo del lancio overhead è stato studiato ampiamente e questo movimento risulta innaturale ed altamente dinamico, superando spesso i limiti fisiologici dell'articolazione.

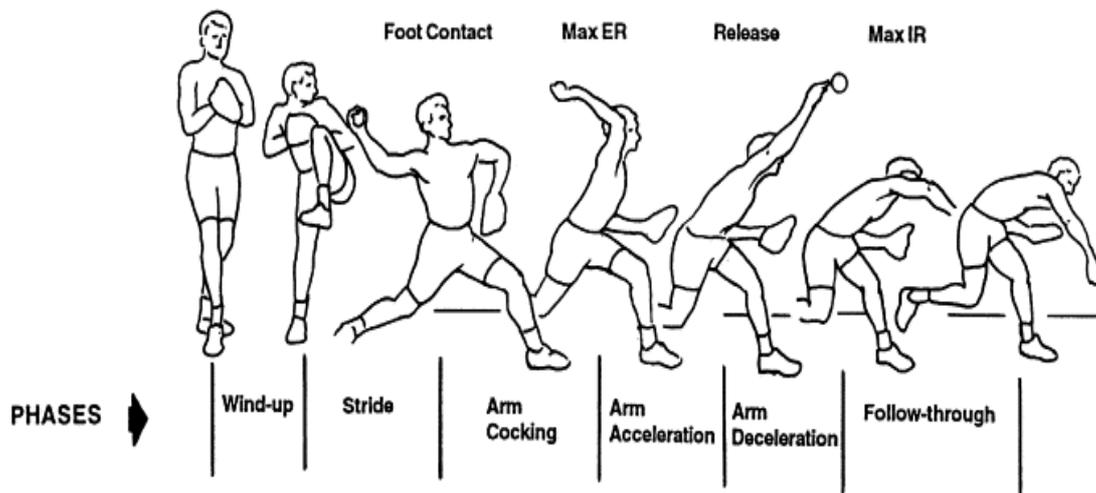
Il movimento del lancio overhead avviene in sei fasi. La delineazione delle fasi è determinata dai cambiamenti delle forze e delle attivazioni muscolari che si verificano durante il ciclo del movimento. Nonostante siano stati studiati molti altri movimenti (il lancio nel baseball, la schiacciata nella pallavolo, lo swing nel golf, il servizio nel tennis), ci sono abbastanza parallelismi tra questi gesti atletici ed il modello di lancio in sei fasi che viene utilizzato più comunemente.

Da un punto di vista meccanico, l'obiettivo del movimento è quello di sviluppare in maniera sequenziale dell'energia potenziale che viene poi convertita in energia cinetica che può essere impartita alla palla in maniera fluida ed efficiente.

Le sei fasi del lancio descritte negli articoli considerati sono: wind up, stride ,arm cocking, arm acceleration, arm deceleration e follow through.

- **Wind-up** serve come fase preparatoria. Comprende la rotazione del corpo e termina quando la palla lascia la mano non dominante.
- **Primo caricamento** quando la palla viene rilasciata dalla mano con il guanto, la spalla si abduce e ruota all'esterno. Il corpo comincia a muoversi in avanti generando un momento. Il primo movimento termina quando il piede anteriore tocca il terreno.

- **Secondo caricamento** mentre il corpo si sposta rapidamente in avanti, la spalla dominante completa la massima abduzione e rotazione esterna.
- **Accelerazione** inizia con un ulteriore movimento in avanti del corpo. La rotazione interna dell'omero porta ad una rotazione interna dell'arto che lancia. L'accelerazione termina con il rilascio della palla
- **Decelerazione** ha inizio dopo che la palla è stata rilasciata e costituisce il 30% del tempo richiesto per dissipare l'eccesso di energia cinetica del movimento di lancio
- **Accompagnamento** completa il restante 70% del tempo richiesto per dissipare l'eccesso di energia cinetica.



Il movimento del lancio overhead è un movimento altamente qualificato, seguito ad una velocità estremamente alta, che richiede flessibilità, forza muscolare e coordinazione, sincronismo e controllo neuromuscolare. Il gesto del lancio, di conseguenza, genera richieste straordinarie a livello dell'articolazione sia di spalla che di gomito.

## PATOMECCANICA E CINEMATICA DEGLI INFORTUNI

Durante la fase del lancio descritta precedentemente spalla e gomito sono soggette ad elevate forze tensive che possono generare a lungo andare lesioni tendinee ossee e legamentose.

L'iper-sollecitazione in valgo associata a un'estensione forzata è il meccanismo patogenetico principale del gomito del lanciatore. La tensione si esercita durante il lancio sulla parte mediale del gomito, la compressione si produce sul lato laterale.

Tutti gli autori sono d'accordo nel dire che un'alta forza tensiva e un'elevata compressione nel gomito si genera durante il secondo caricamento (arm cocking) e la fase di accelerazione.

In questa fase la spalla è abdotta e ruotata esternamente ed il gomito flessa a 90°. In questa posizione il gomito inizia ad essere soggetto ad un severo stress in valgismo. Durante l'arm cocking il braccio ruotato esternamente genera un torque iniziale in varismo sul gomito predisponendo l'articolazione al valgismo. Nel passaggio dall'arm cocking all'accelerazione del braccio, la spalla ruota internamente, l'avambraccio è in supinazione ed il gomito si flette altri 20° 30° incrementando il carico in valgismo sulla parete mediale. Questo momento è chiamato "momento esplosivo".

Test biomeccanici hanno stimato che durante il movimento dai 110° ai 20° si genera una forza in valgismo sul gomito pari a 64 N-m con una forza compressiva di 500 N sull'articolazione omero-radiale ed una velocità di circa 3000° al secondo.

La combinazione di un atteggiamento in valgismo associato ad una rapida estensione produce un grande stress sulle strutture del compartimento mediale ( LCU, muscoli flessori e pronatori, nervo ulnare) laterale (compressione tra radio ed ulna) e posteriore ( olecrano e fossa olecranica)

Cosa avviene alla componente legamentosa?

I legamenti soggetti a maggior stress tensivo durante il lancio sono quelli del compartimento mediale. Abbiamo detto che il LCU è formato da tre fasci : anteriore , posteriore e trasverso.

Il fascio anteriore è quello che stabilizza maggiormente il gomito durante il valgismo. Questo decorre dalla parete inferiore dell'epicondilo mediale al processo coronoideo dell'ulna. Stress ripetuti nel tempo, caratteristici negli sport overhead tipici nei lanciatori, possono portare ad infiammazioni, microlesioni e progressiva lassità.

Lesioni del fascio anteriore genera dolore alla parte mediale riducendo il controllo e la velocità durante il lancio.

Nei lanciatori è solito riscontrare un aumentato valgismo del gomito rispetto al contro laterale, un deficit di rotazione interna di spalla secondario ad un ispessimento della capsula posteriore ed anche contratture lungo i muscoli dell'avambraccio.

## **CONCLUSIONI**

Nel mio lavoro ho esaminato quali siano i meccanismi lesivi dei legamenti del gomito durante la pratica sportiva. Posso affermare che in questa articolazione la principale sede di lesione appartenga al compartimento mediale producendo lesioni per lo più attribuibili a sovraccarico funzionale anziché a lesioni acute.

In tutti gli articoli si evince che gli atleti più coinvolti sono quelli che praticano sport di lancio (giocatori di baseball, lanciatori di giavellotto, giocatori di football, tennisti ....) questi ripongono nell'articolazione del gomito delle richieste importanti, in quanto il gesto sportivo, eseguito ad elevate forze, spesso oltrepassa i limiti fisiologici dell'articolazione, rendendola così suscettibile di lesioni. Il LCU è la struttura più sollecitata; questo è composto da tre legamenti che danno stabilità al gomito soprattutto in movimenti che generano forze di trazione e taglio in valgismo.

Gesti ripetuti creano micro lacerazioni generando un quadro di lassità che può scatenare una costellazione di impairments aggravandosi con un effetto a "cascata".

Lo sportivo lanciatore overhead è, pertanto, un soggetto esposto al rischio di patologia da sovraccarico, a causa delle sollecitazioni irritative, ripetute ciclicamente per tempi prolungati, o con intensità elevate su varie sedi o tessuti.

## BIBLIOGRAFIA

1. Tullos HS, King JW. *Throwing mechanism in sports*. Orthop. Clin North Am 1973; 4:709–20.
2. Bennett GE. *Elbow and shoulder lesions of baseball players*. Am J Surg 1959; 98:484.
3. Waris W. *Elbow injuries in javelin throwers*. Acta Chir Scand 1946; 93:563–75.
4. Slocum DB. *Classification of elbow injuries from baseball pitching*. Texas Med 1968; 64:48–53
5. Morrey BF, An KN. *Articular and ligamentous contributions to the stability of the elbow joint*. Am J Sports Med 1983;11(5):315–9.
6. Schwab GH, Bennett JB, Woods GW, Tullos HS. *Biomechanics of elbow instability: the role of the medial collateral ligament*. Clin Orthop Relat Res 1980;146:42–52. Morrey BF, Tanaka S, An KN.
7. Morrey BF, Tanaka S, An KN. *Valgus stability of the elbow. A definition of primary and secondary constraints*. Clin Orthop Relat Res 1991;265:187–195.
8. O’ Driscoll SW, Morrey BF, Kerinek S, et al. *Elbow subluxation and dislocation a spectrum of instability*. Clin Orthop Rel Res 1992, 280:186-97
9. Park MC, Ahmad CS. *Dynamic contributions of the flexorpronator mass to elbow valgus stability*. J Bone Joint Surg 2004;86A:2268 –2274.
10. Field LD, Altcheck DW. *Elbow injuries*. Clin Sports Med 1995; 14:59
11. King JW, Brelsford HJ, Tullos HS. *Analysis of the pitching arm of the professional baseball pitcher*. Clin Orthop 1969;67:116– 23.
12. Slocum DB. *Classification of elbow injuries from baseball pitching*. Tex Med 1968; 64:48
13. Eygendaal D, Safran MR. *Postero-medial elbow problems in the adult athlete*. Br J Sports Med. 2006 May;40(5):430-4; discussion 434.
14. Norwood LA, Shook JA, Andrews JR. *Acute medial elbow ruptures*. Am J Sports Med 1981;9(1):16–9.
15. Simon P, Frostick, M, Mohammad, David A Ritchie. *Sport injuries of the elbow*. Br Sports Med 1999; 33:301-311
16. Anderson MW, Alford BA. *Overhead throwing injuries of the shoulder and elbow*. Radiol Clin North Am. 2010 Nov;48(6):1137-54.
17. Hariri S, Safran MR. *Ulnar collateral ligament injury in the overhead athlete*. Clin Sports Med. 2010 Oct;29(4):619-44. Review.
18. Lynch JR, Waitayawinyu T, Hanel DP, Trumble TE. *Medial collateral ligament injury in the overhand-throwing athlete*. J Hand Surg Am. 2008 Mar;33(3):430-7. Review.
19. Lin F, Kohli N, Perlmutter S, Lim D, Nuber GW, Makhsous M. *Muscle contribution to elbow joint valgus stability*. J Shoulder Elbow Surg. 2007 Nov-Dec;16(6):795-802. Epub 2007 Nov 1.
20. Alejandro Badia, MD, FACS Charleen Stennet, OTR/L CHT. *Sports-related injuries of the elbow*. Scientific/ Clinical Articles. 2006 April-june; v. Review
21. Ouellette HA, Palmer W, Torriani M, Bredella MA. *Throwing elbow in adults*. Semin Musculoskelet Radiol. 2010 Sep;14(4):412-8. Epub 2010 Sep 8. Review.
22. Hayter CL, Giuffre BM. *Overuse and traumatic injuries of the elbow*. Magn Reson Imaging Clin N Am. 2009 Nov;17(4):617-38, v. Review.

23. Ahmad CS, ElAttrache NS. *Valgus extension overload syndrome and stress injury of the olecranon*. Clin Sports Med. 2004 Oct;23(4):665-76, x. Review.
24. Johnston J, Plancher KD, Hawkins RJ. Elbow injuries to the throwing athlete. Clin Sports Med. 1996 Apr;15(2):307-29. Review.
25. Cain EL Jr, Dugas JR. History and examination of the thrower's elbow. Clin Sports Med. 2004 Oct;23(4):553-66, viii. Review.
26. Ra'Kerry K, Rahman, W.N. Levine, Christopher S. Ahmad. *Elbow medial collateral ligament injuries*. Curr rev Musculoskelet Med (2008) 1:197-204
27. Sabick MB, Torry MR, Lawton RL, Hawkins RJ. *Valgus torque in youth baseball pitchers: A biomechanical study*. J Shoulder Elbow Surg. 2004 May-Jun;13(3):349-55
28. Saliman JD, Beaulieu CF, McAdams TR. *Ligament and tendon injury to the elbow: clinical, surgical, and imaging features*. Top Magn Reson Imaging. 2006 Oct;17(5):327-36. Review.