



CENTRO ANALISI MONZA

corso ECM



**LA SPALLA, ARTICOLAZIONE E  
PARTI SUPERFICIALI:  
ANATOMIA E RAZIONALE  
DIAGNOSTICO**

*Ecografia, Tomografia computerizzata,  
Risonanza magnetica ed Elastosonografia*

**sabato 11 ottobre 2014**  
ore 08:00 - 18:30

**Auditorium CAM Centro Analisi Monza**  
viale Elvezia • Monza

# ANATOMIA E CLINICA

Daide Tornese



La spalla è un complesso articolare costituito da **tre**  
**articolazioni vere**:

- Scapolo-omerale
- Acromion-claveare
- Sterno-claveare

e da **due articolazioni “false”**, o piani di scorrimento, la cui funzione è necessaria per una normale mobilità dell'arto superiore nello spazio:

- Scapolo-toracica
- Sotto-deltoidea o seconda articolazione della spalla

# ARTICOLAZIONE SCAPOLO OMERALE

- È un' enartrosi (segmento di sfera che si articola con una cavità pure sferica) che collega la testa dell'omero alla cavità glenoidea scapolare
- La testa omerale si può assimilare ad  $\frac{1}{3}$  di sfera orientata in alto, all'interno, all'indietro
- L'asse della testa forma con l'asse diafisario un angolo di inclinazione di  $135^\circ$  e con il piano frontale un angolo di declinazione di  $30^\circ$
- Ai fini della stabilizzazione scarso apporto della componente geometrica; pressione intraarticolare lievemente inferiore rispetto a quella atmosferica, circa 0.92, in grado di resistere a trazioni di 4-5 Kg
- Stabilizzatori attivi e passivi (vedi oltre)

# ARTICOLAZIONE ACROMIOCLAVEARE

- E' un'artrodia (superfici piane affrontate) formata dall'estremo laterale della clavicola e dal processo acromiale della scapola (prolungamento laterale della spina della scapola), con l'interposizione di un disco cartilagineo.

- Vi sono due strutture legamentose stabilizzanti:

*Legamento acromion clavicolare*

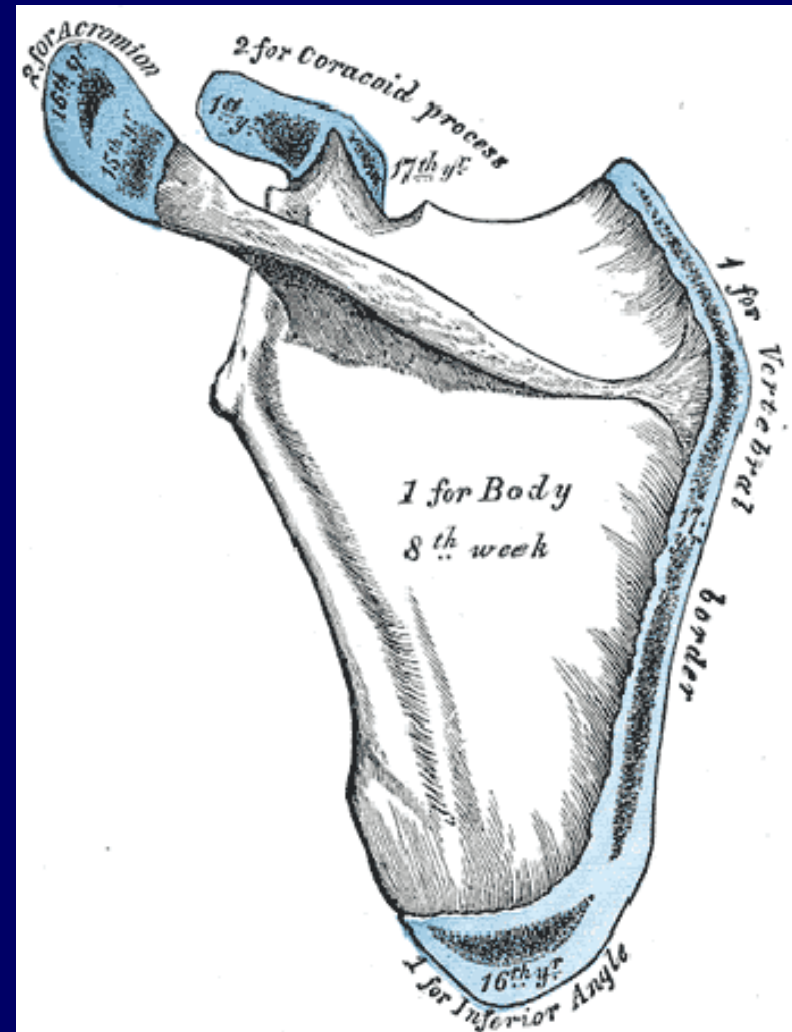
Rinforza superiormente la capsula

*Legamenti coracoclavicolari: conoide e trapezoide*

Decorrono dal processo coracoideo della scapola alla clavicola, in direzioni opposte tra loro; prevengono lo spostamento superiore ed antero posteriore della clavicola

## *Processo coracoideo*

Dal margine superiore della scapola, lateralmente all'incisura scapolare, si dirige dapprima in alto e poi incurvandosi a becco in avanti e lateralmente. Al suo apice si inseriscono il muscolo coracobrachiale (si porta in basso inserendosi al III medio della faccia anteromediale dell'omero), il capo breve del bicipite ed il piccolo pettorale (si porta in basso e medialmente a III IV V costa).



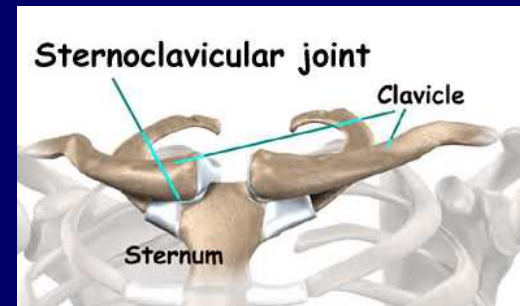
# ARTICOLAZIONE STERNOCLAVEARE

- Si stabilisce tra l'estremità sternale della clavicola ed il manubrio dello sterno con l'interposizione di un disco articolare
- Viene considerata come una via di mezzo tra artrodia ed articolazione a sella
- La capsula articolare è rinforzata da:

*Legamento sterno clavicolare*

*Legamento interclavicolare*

*Legamento costo clavicolare*



- Consente limitati movimenti di protrazione, retrazione, elevazione e depressione dell'estremità laterale della clavicola, cui corrisponde per ciascuno un movimento inverso dell'estremità mediale e di ampiezza minore. E' inoltre possibile il movimento di rotazione longitudinale, mai isolato ma involontario associandosi agli ultimi gradi di flessione e rotazione esterna dell'omero.

# ARTICOLAZIONE SOTTODELTOIDEA

Il tetto di questo piano di scorrimento è costituito da:

- *legamento coraco acromiale* costituisce una volta fibrosa che collega l'estremità dell'acromion al margine esterno del processo coracoideo

- *deltoide* posto lateralmente

Al di sotto di queste strutture, si trovano dall'alto verso il basso:

- *borsa sottoacromiale*

- *cuffia dei rotatori*

- *testa omerale* con trochite e trochine

# ARTICOLAZIONE SCAPOLOTORACICA

Alla sezione orizzontale del torace si evidenziano i due piani di scorrimento di questa “falsa” articolazione:

## • *spazio omo-seratico*

compreso tra:

- indietro e lateralmente dalla scapola ricoperta nella sua faccia anteriore dal muscolo sottoscapolare
- in avanti e posteriormente dal ventre muscolare del grande dentato (origina dalla faccia anteriore scapolare, lungo il margine interno e si estende anteriormente allargandosi a formare fasci muscolari che si inseriscono sulle prime dieci coste)

## • *spazio toraco o parieto seratico*

compreso tra:

- muscolo grande dentato
- parete toracica (coste e muscoli intercostali)



# Complesso articolare della spalla

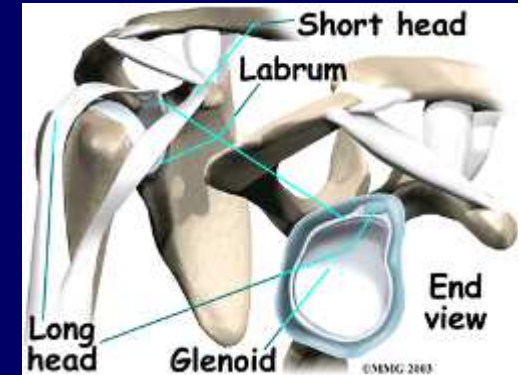


Compromesso biomeccanico tra mobilità e stabilità



## *Articolazione gleno-omerale*

Sistema  
“ball and socket”



**Stabilizzatori passivi** → geometria articolare (cercine glenoideo), capsula e legamenti (anche organi sensoriali), pressione negativa intraarticolare

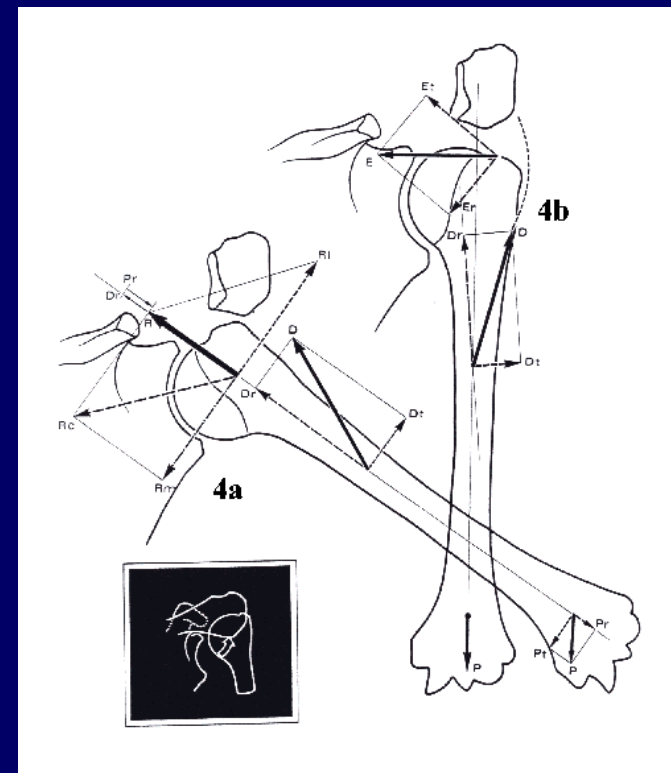
**Stabilizzatori attivi** → componenti muscolari (rotatori, deltoide, capo lungo del bicipite)



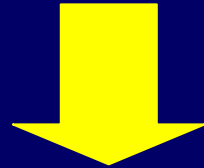
# *Coppia di forze*

Frankel VH, Nordin M 1980

Insieme di due forze  
di uguale grandezza  
ma direzione opposta  
che provoca la  
rotazione di un corpo

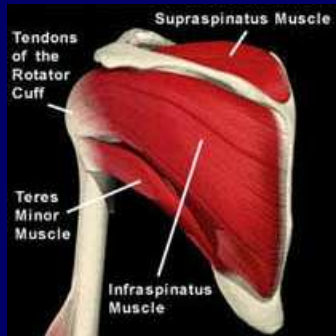


# Concetto fondamentale nella riabilitazione della spalla



**Jobe FW et al.**  
**- Sports Med 1980**  
**- Am J Sports Med 1982**

Ripristino della coppia di forze che  
controlla l'articolazione gleno-omerale

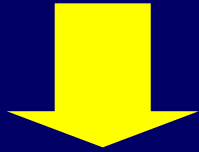


**Muscoli della cuffia dei rotatori** →  
traslazione verso il basso della testa  
omerale → compattamento nella glena



**Deltoide** → traslazione verso  
l'alto dell'omero

# Normale meccanismo di flessione

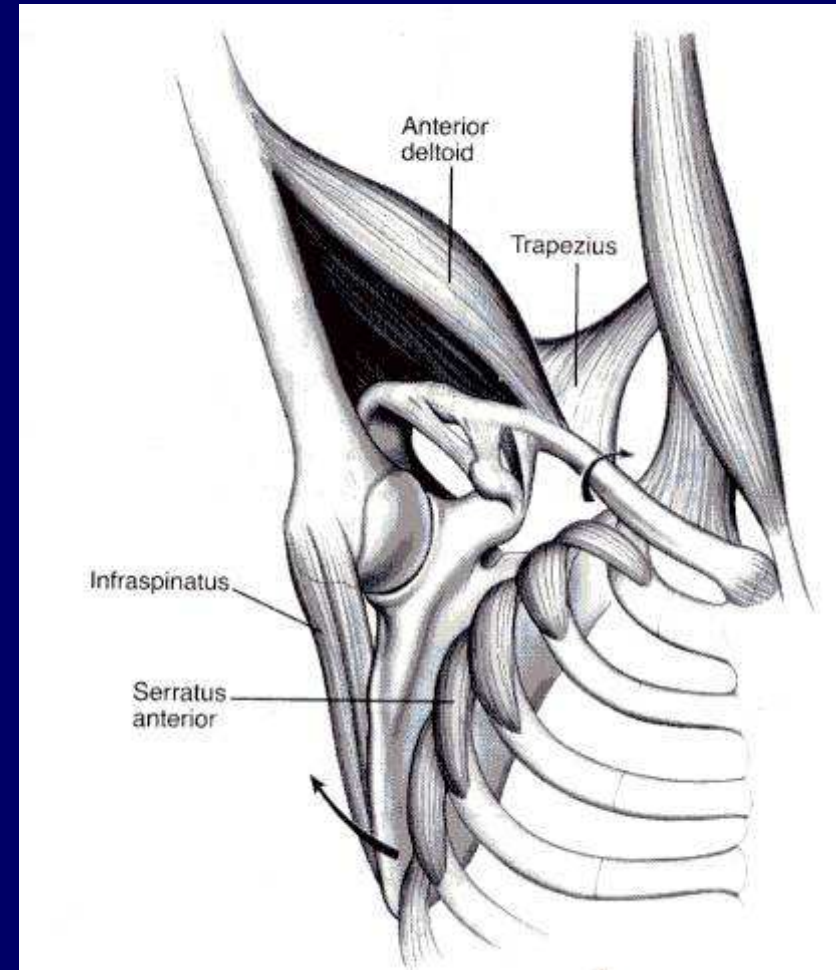


## Ritmo scapolo-omerale

- Gleno-omerale
- Scapolo-toracica
- Sterno-claveare
- Acromion-claveare

*Azione sincrona*

*Variabilità individuale*



# *Flessione della gleno-omerale*

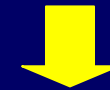
Inman VT et al. *J Bone Joint Surg* 1934

Dvir Z, Berme N *J Biomech* 1992

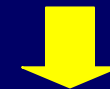
- Flessione “geometrica” gleno-omerale:  $120^\circ$
- Rotazione “pura” scapolare:  $30^\circ$  (orientamento della glena verso l’alto)  
→ tensione dei legamenti coraco-claveare e costo-claveare



Prevenzione di una  
eccessiva rotazione  
scapolare



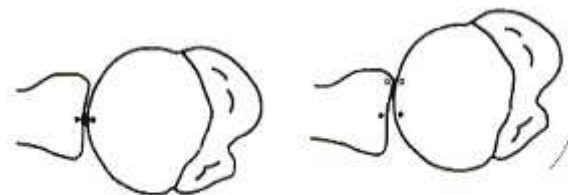
Rotazione all’indietro della clavicola



Ulteriori  $30^\circ$  di rotazione scapolare →  
Flessione gleno-omerale di  $180^\circ$



Rotazione



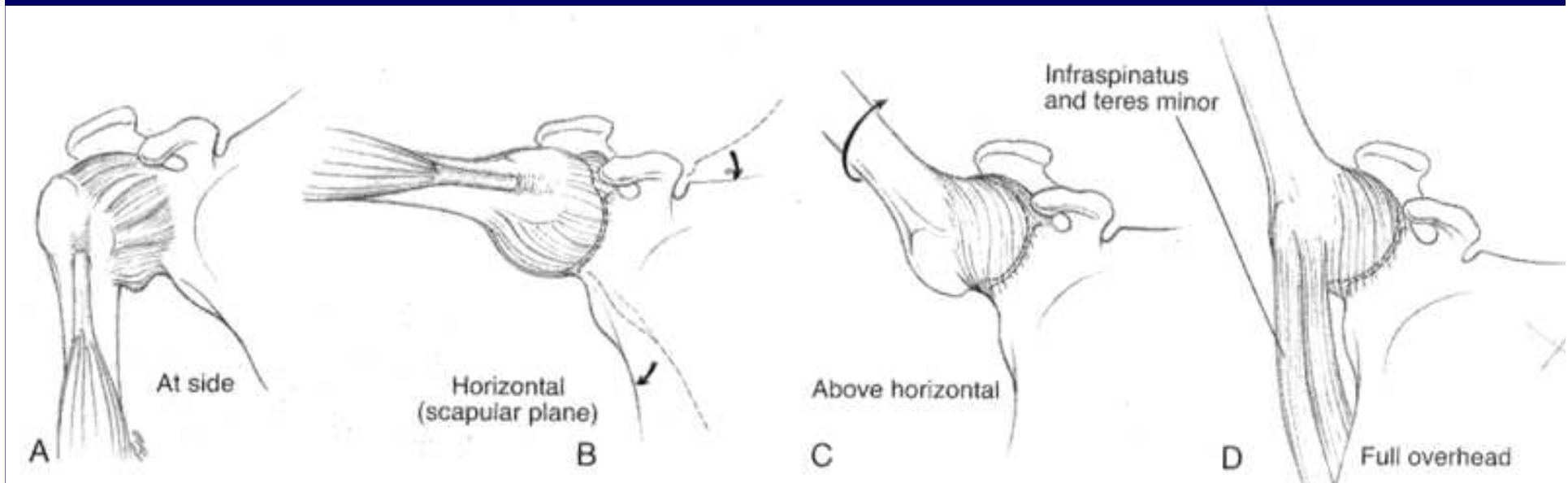
Rotolamento



Scivolamento

## *Flessione della gleno-omerale*

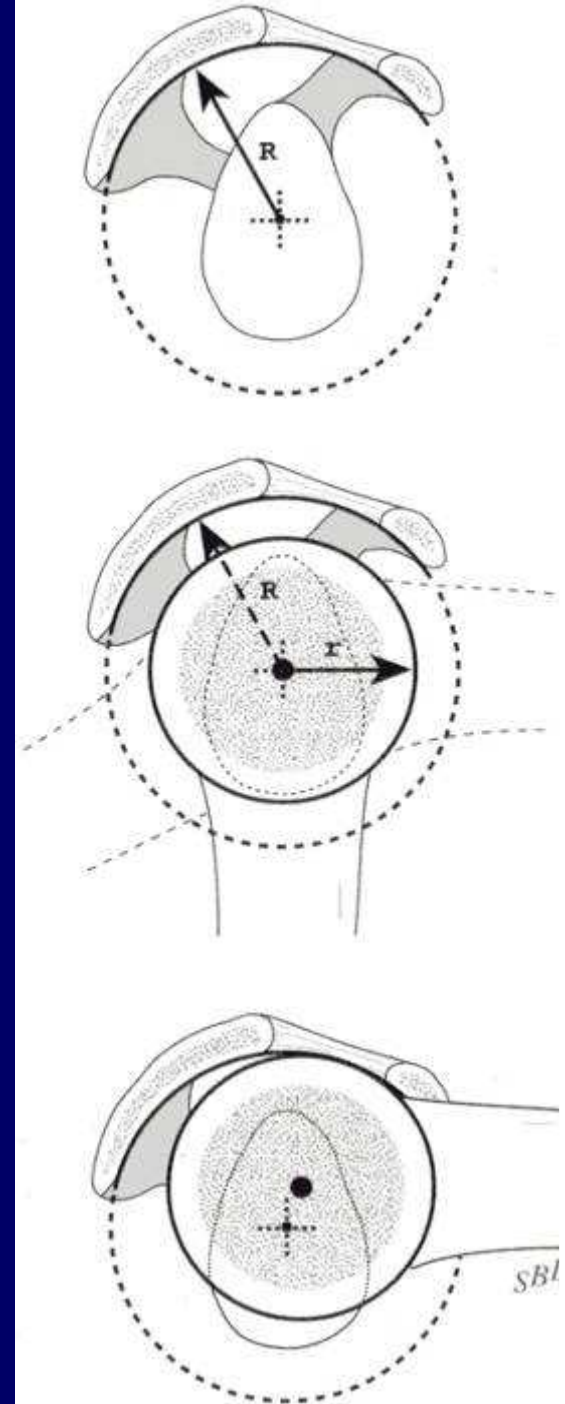
- Si associa la rotazione esterna dell'omero → consente al trochite di scivolare oltre l'acromion **Lucas DB Arch Surg 1973**
- Immobilizzazione della scapolo-toracica → evocazione del conflitto del trochite con l'arco coraco-acromiale (**test di Neer**)



## *Flessione della gleno-omerale*

- Sfere concentriche
- Normalmente → medesimo centro di rotazione
- In caso di retrazione della capsula posteriore i centri delle due sfere non coincidono → traslazione antero-superiore (“effetto yo-yo”) → conflitto subacromiale

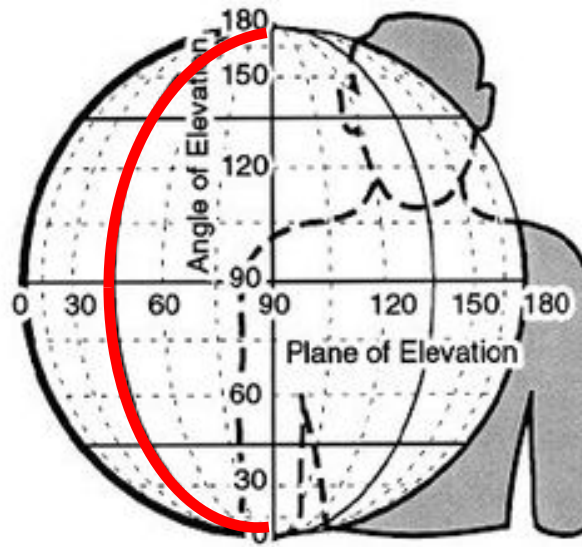
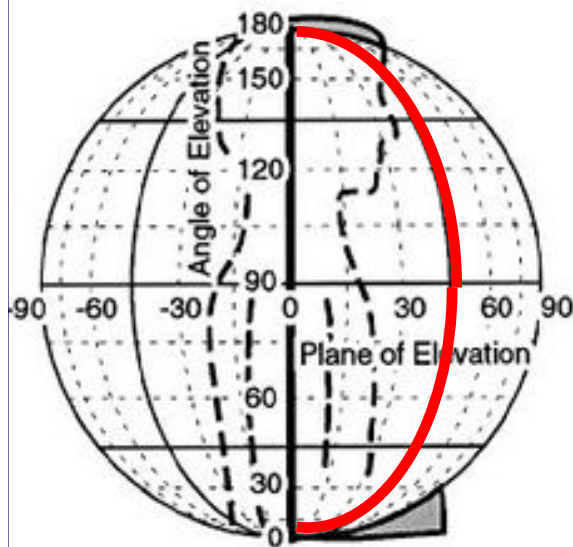
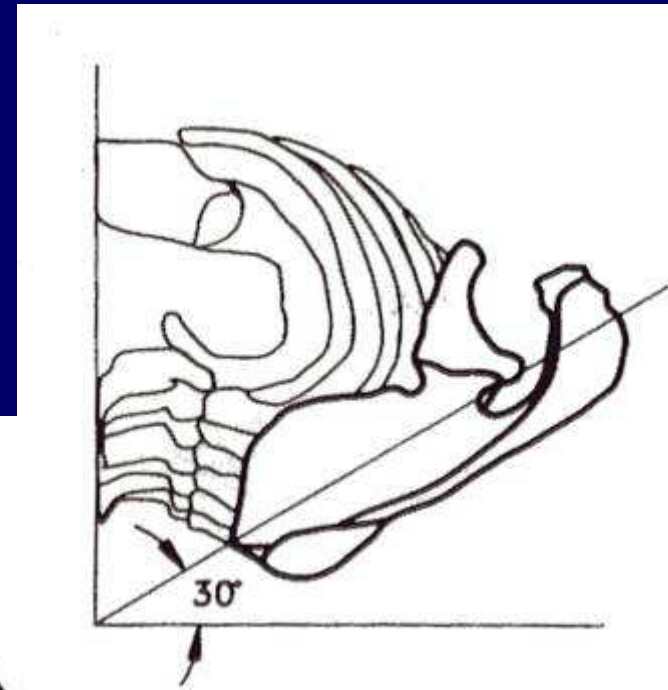
**Cofield RH, Simonet WT  
Mayo Clin Proc 1984**





## *Piano scapolare*

- L'inserzione dei muscoli rotatori decorre dalla scapola all'omero
- Orientamento dell'omero sul piano scapolare → aumento della lunghezza dei muscoli rotatori → ottimizzazione del rapporto lunghezza tensione → miglioramento della loro capacità di lavoro

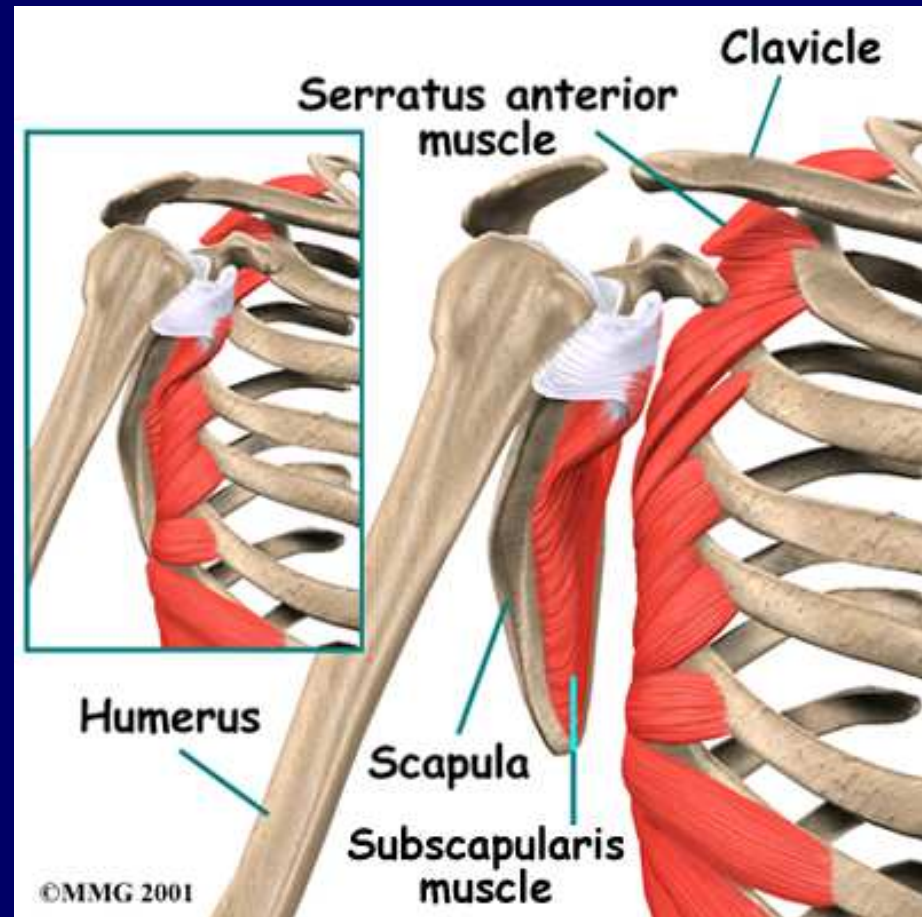


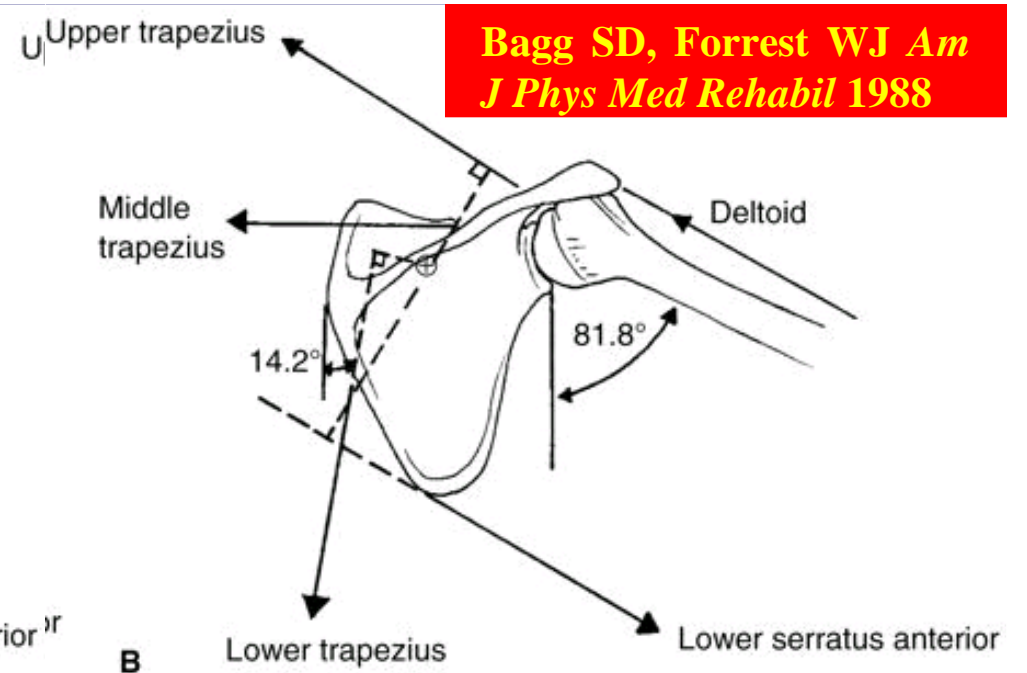
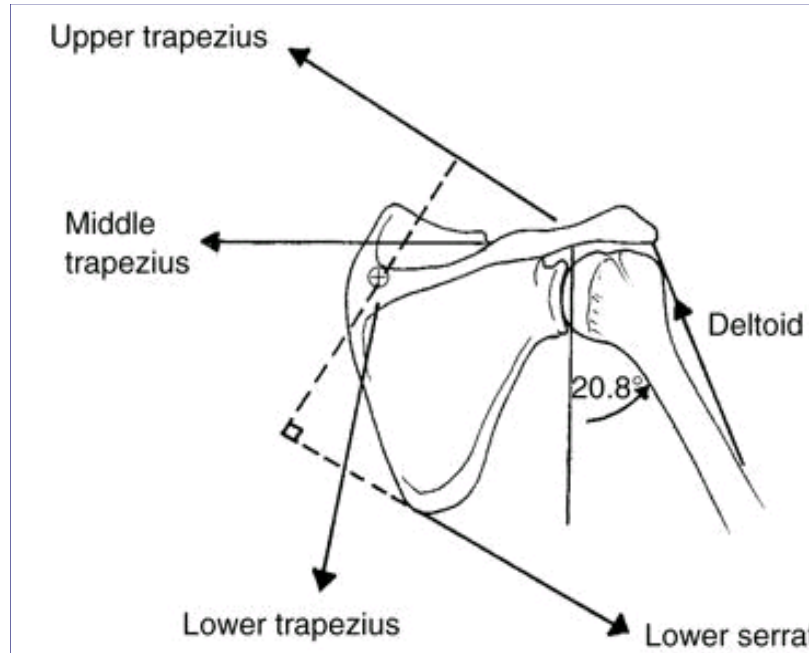
**Greenfield B et al. *Am J Sports Med* 1990**

**Wooden M et al. *J Orthop Sports Phys Ther* 1992**

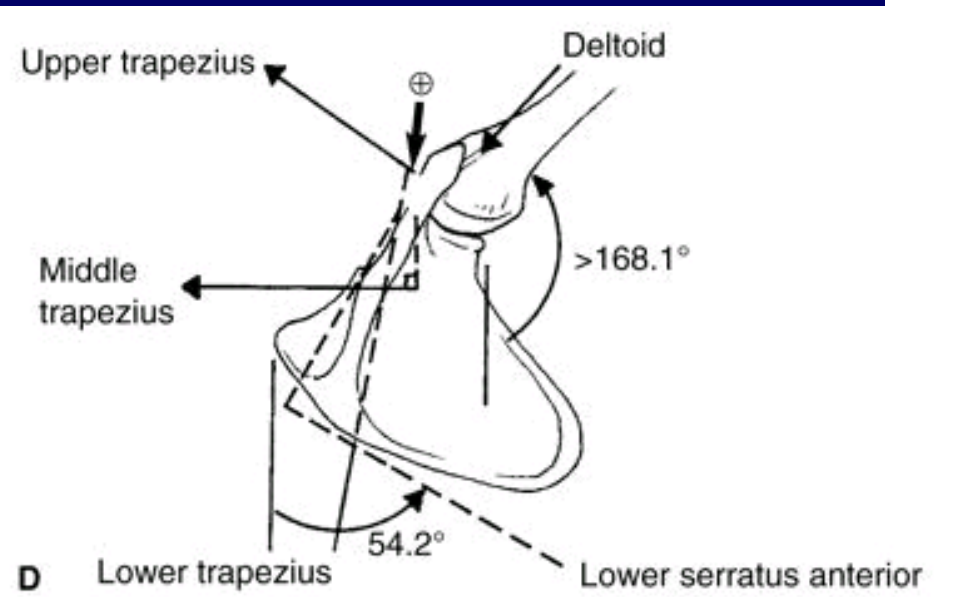
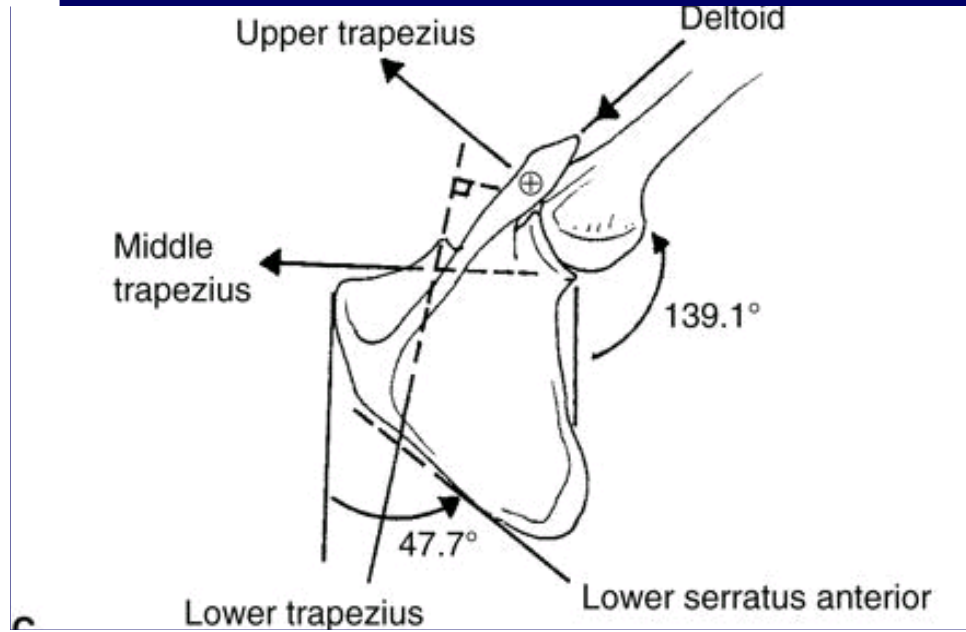
## *Ruolo della scapola*

- Mantiene la configurazione “ball and socket”
- Agisce in risposta ai movimenti dell'arto → fulcro mobile
- Ruota per elevare l'acromion e decomprimere la cuffia dei rotatori
- Funge da sito di inserzione per i muscoli della cuffia che agiscono stabilizzando la gleno-omerale





Per azione delle coppie di forze il centro di rotazione della scapola si sposta dall'estremo mediale della spina all'articolazione acromion-claveare



## Asimmetria della mobilità della scapolo-toracica

- Soggetti normali → 18%
- Instabilità antero-inferiore → 64%
- Sindrome da conflitto subacromiale → 100%

**Warner JJ et al. *Clin Orthop* 1992**



# Valutazione clinica



- Osservazione di asimmetrie di atteggiamento della scapola rispetto alla controlaterale (addotta o abdotta, risalita o depressa, intraruotata o extraruotata)
- Valutazione della scapola durante la mobilizzazione attiva della scapolo-omero in flessione e abduzione → valutare come i muscoli del cingolo scapolare agiscono su di essa evidenziando deficit stenici dei muscoli della cuffia o degli stabilizzatori scapolari.

# Sinergismo

**Stabilizzatori scapolari** (*trapezio, dentato anteriore, romboidi, elevatore della scapola e piccolo pettorale*)

**Muscoli della cuffia dei rotatori** (*sovraspinoso, sottospinoso, piccolo rotondo, sottoscapolare e da un punto di vista funzionale capo lungo del bicipite*)



**Azione equilibrata dei grandi muscoli deputati al movimento** (*deltoide, gran pettorale e gran dorsale*) **senza dislocazioni della testa omerale**

### Flip test

Rilevare un'insufficienza attiva della muscolatura stabilizzatrice della scapola



Il paziente esegue bilateralmente una rotazione esterna delle scapolo-omerali a braccia addotte lungo il tronco e gomiti flessi a 90°. Il test risulta positivo quando per la mancata stabilizzazione si manifesta un "winging" e la scapola si abduce

### Scapular assistance test

Evidenzia deficit stenici a carico di dentato anteriore e trapezio inferiore



E' considerato positivo qualora vi sia la riduzione o scomparsa del dolore associando alla flessione attiva della scapolo-omeroale una fissazione del bordo superiore e una sollecitazione in direzione supero-laterale del margine infero-mediale della scapola

### Valutazione della flessibilità della capsula articolare posteriore



Da seduto si pone la mano sulla spalla controlaterale con il gomito flesso a 90° e mantenendo l'arto sul piano trasverso si esegue una adduzione orizzontale passiva fino alla messa in tensione della capsula posteriore

Spalla instabile



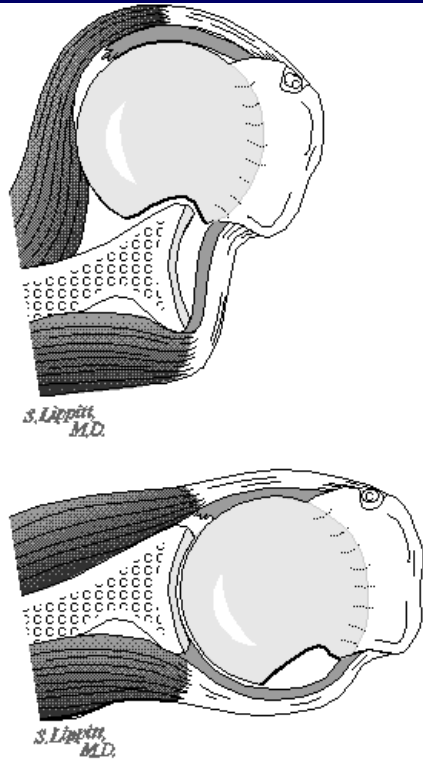


Figure 14-3

L'INSTABILITA' GLENO  
OMERALE E' L'INCAPACITA'  
DI MANTENERE LA TESTA  
OMERALE CENTRATA NELLA  
FOSSA GLENOIDEA

**Matsen FA, Fu FH, Hawkins RJ, 1993**

**Matsen FA, Lippitt SB, Sidles JA et al.  
1994**

**Forza di reazione articolare** →  
risultante delle forze applicate alla  
testa omerale (muscolari, capsulo-  
legamentose, depressorie, gravitazionali, ....)

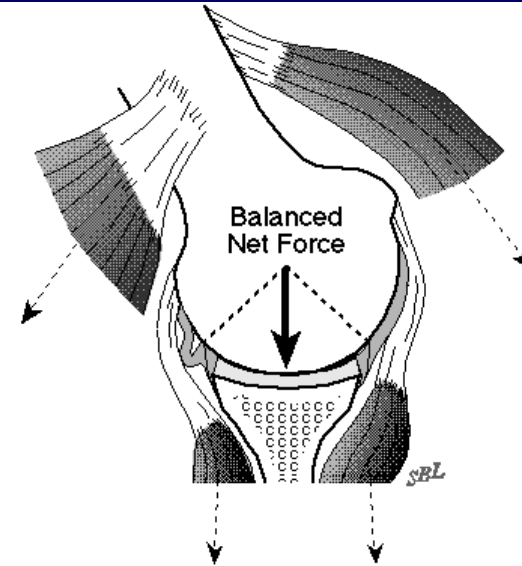


Figure 14-24

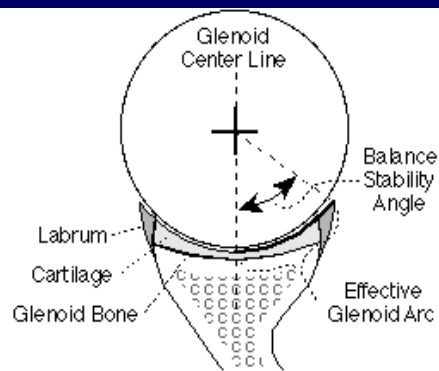


Figure 14-23

La spalla rimane stabile se tale  
risultante è contenuta entro  
l'arco glenoideo efficace

# Arco glenoideo efficace

→ integrità anatomica del labbro glenoideo

- Ancora il complesso legamentoso gleno-omeroale
- Aumenta la superficie di contatto della glena e la concavità della cavità glenoidea  
**Howell SM, Galinat BJ 1989**
- Al massimo il 25% della testa omerale entra in contatto con la glena **Bost FC, Inman VT 1942**

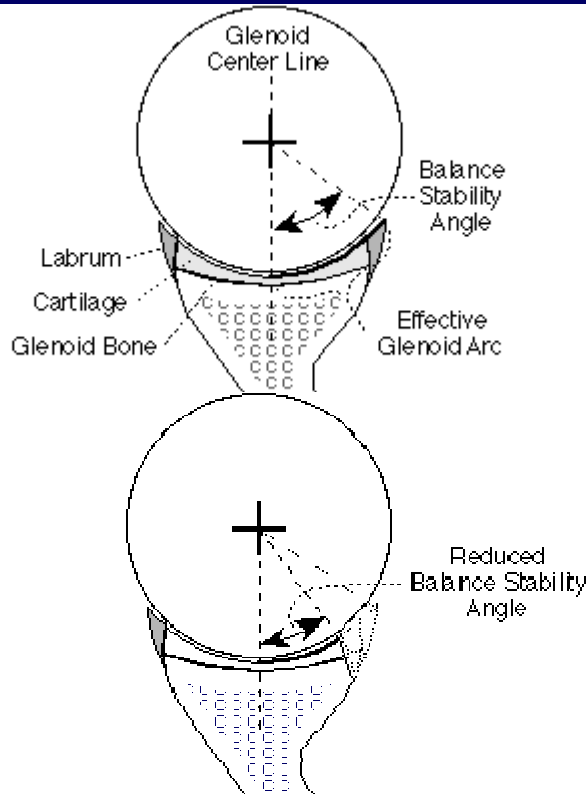


Figure 14-34

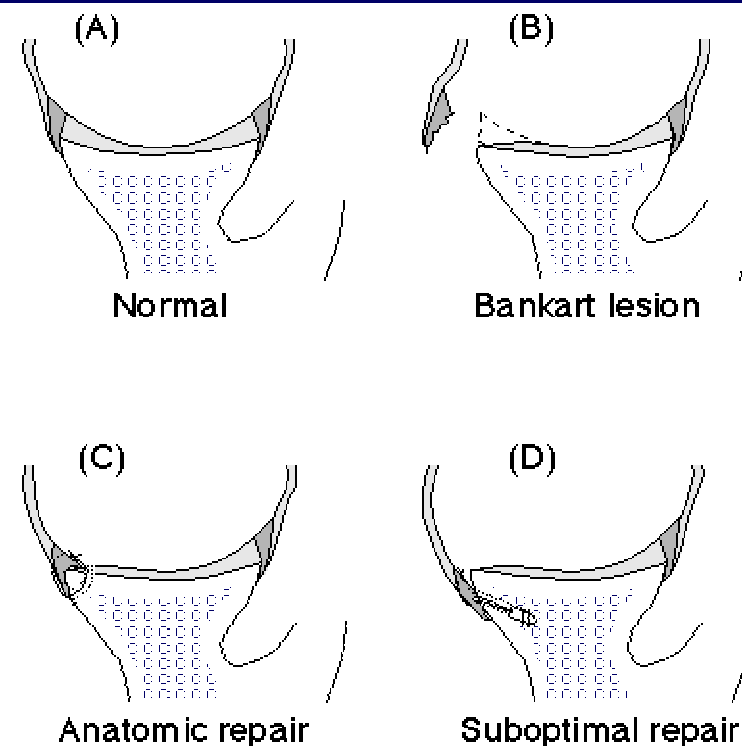


Figure 14-35

# Stabilizzatori passivi

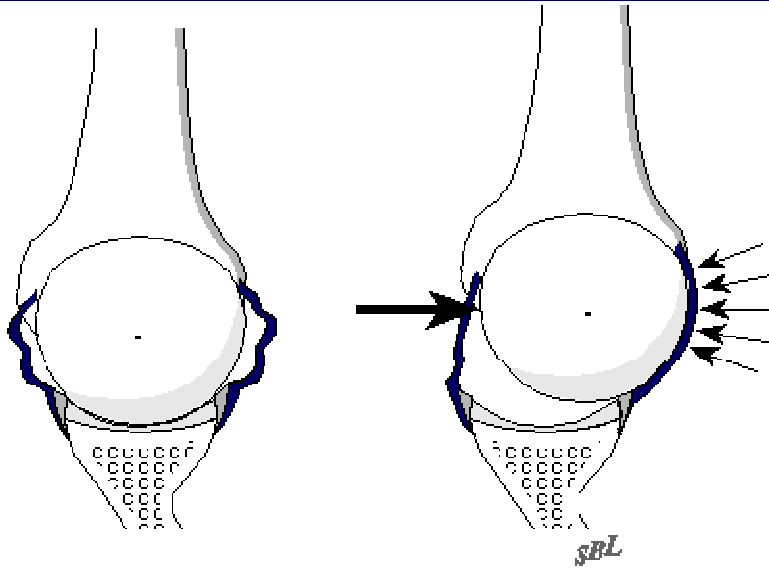


Figure 14-42

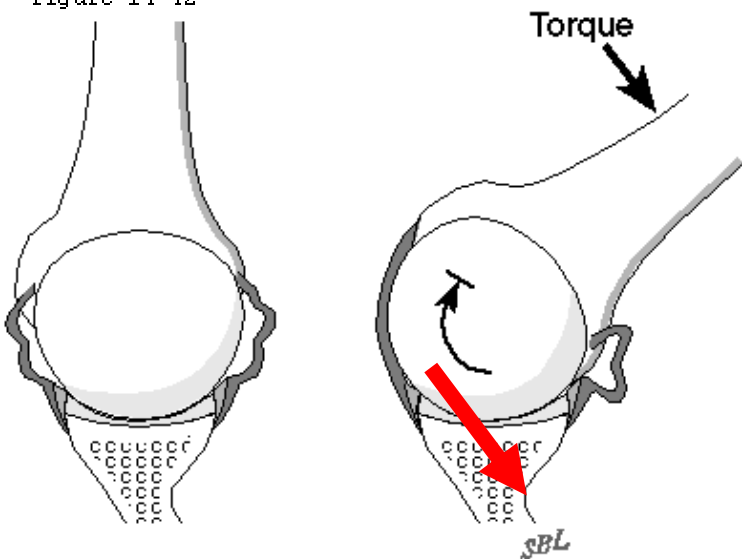


Figure 14-43

Resistenza statica,  
controbilanciando gli  
effetti derivanti dalle  
sollecitazioni subentranti



## Legamento gleno-omerale superiore (SGHL)

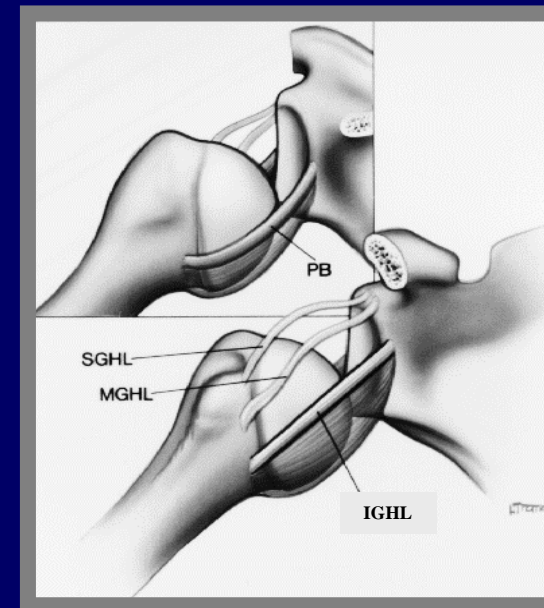
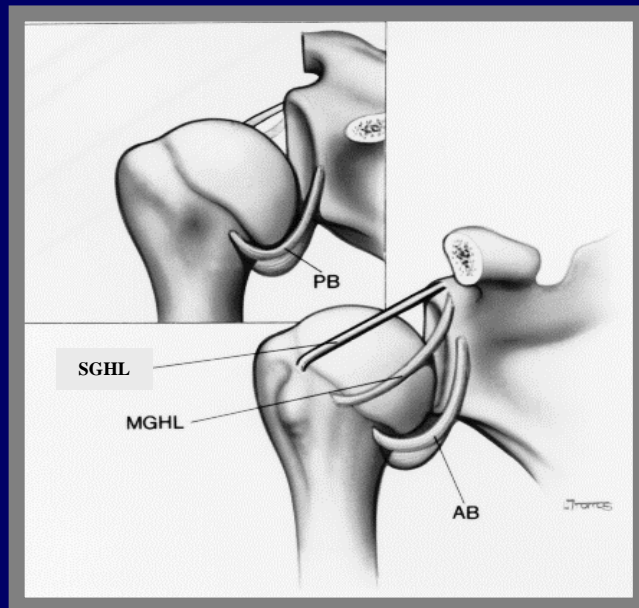
Barriera alla traslazione inferiore a spalla addotta (in rotazione neutra e ER)

## Legamento gleno-omerale medio (MGHL)

Barriera alla dislocazione anteriore a 45°-90° di abduzione

## Legamento gleno-omerale inferiore (IGHL)

Barriera alla dislocazione anteriore e posteriore in ER, IR e abduzione



# *Equilibrio gleno-omerale dinamico*

## Ruolo della cuffia dei rotatori

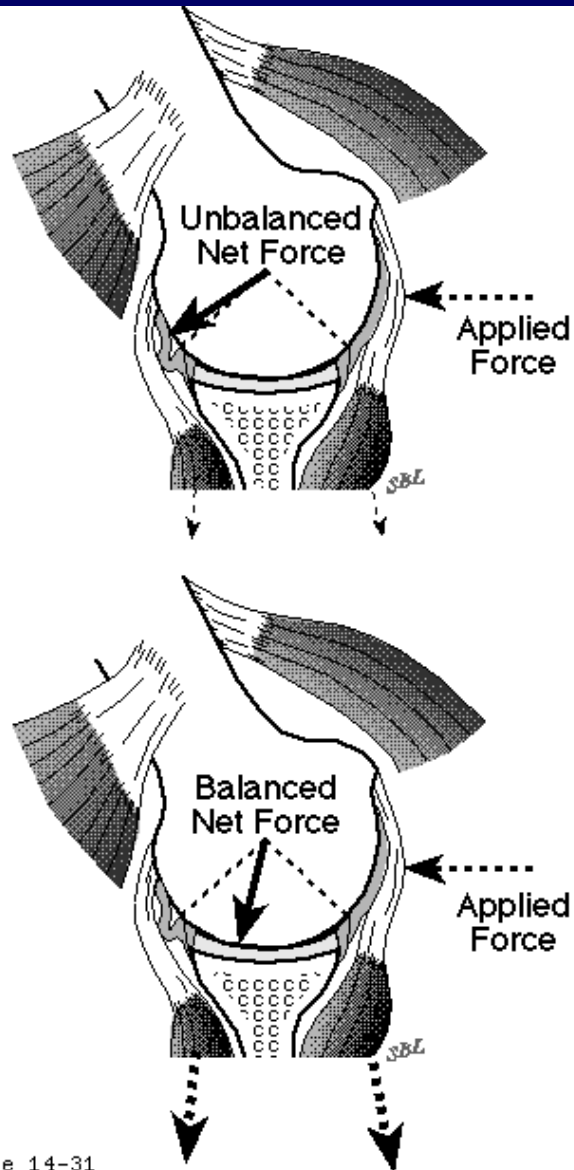


Figure 14-31

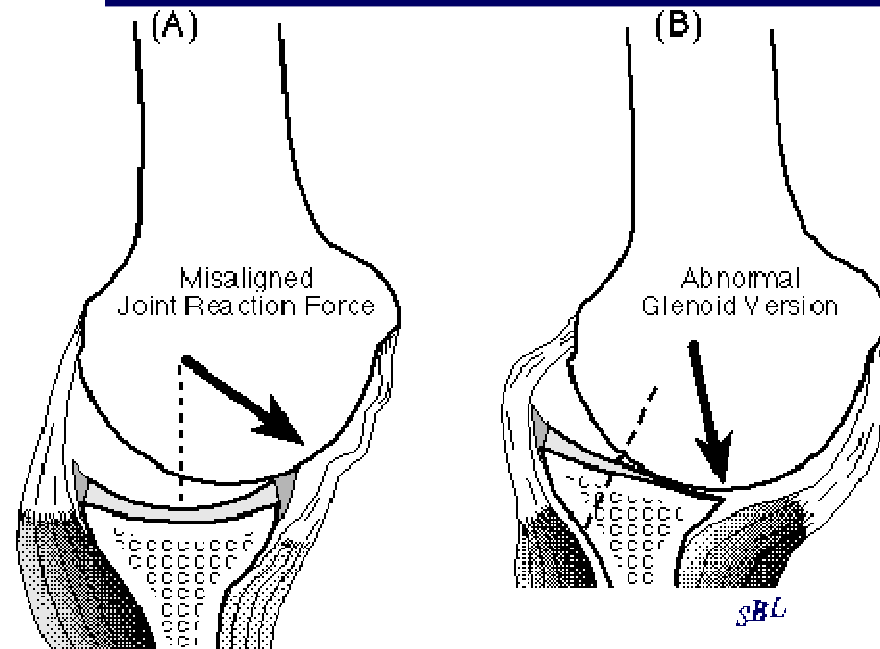
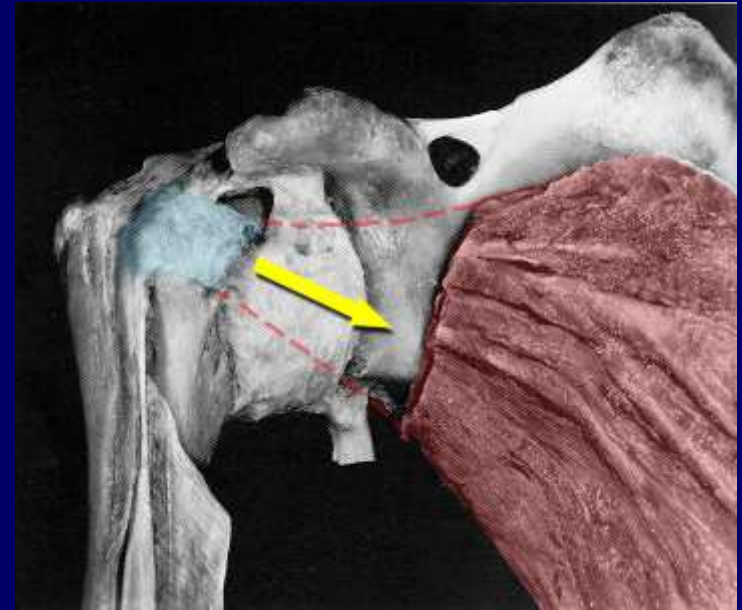


Figure 14-32

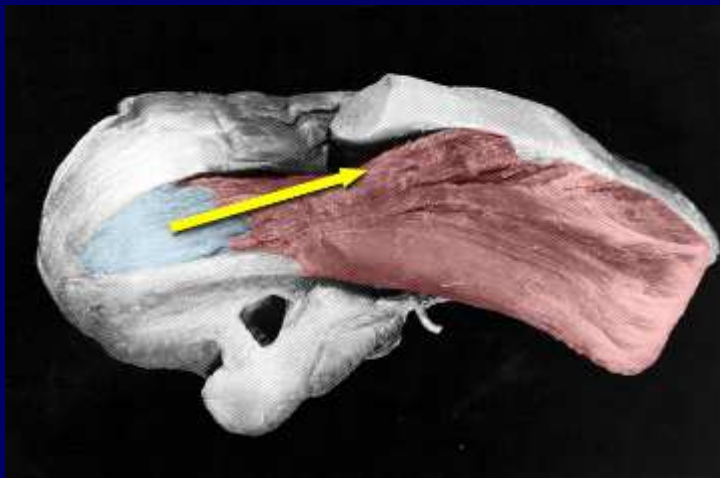
## SOTTOSCAPOLARE

- Potente e multipennato
- Tendine di circa 15 mm
- Intrarotatore (55%)
- Depressore e coaptatore della testa omerale



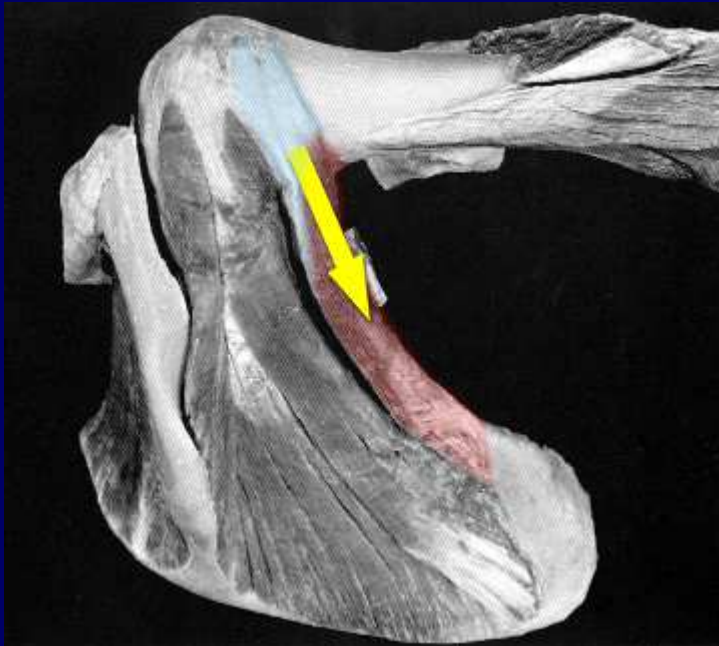
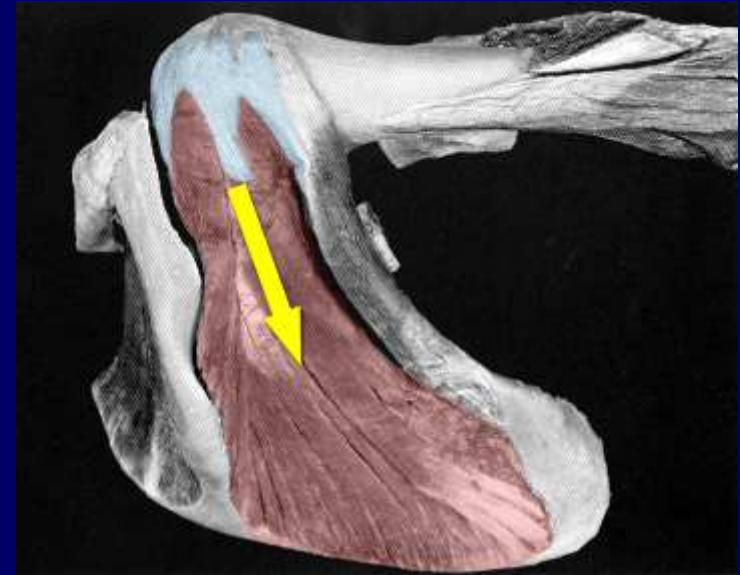
## SOVRASPINOSO

- Tendine disposto sotto la volta acromiale
- Contribuisce alla flessione
- Stabilizza la testa nella glena
- Con il sottospinoso derota la testa durante la flessione per far passare il trochite sotto l'arco coraco-acromiale



## SOTTOSPINOSO

- Forma e struttura simili al suo antagonista, il sottoscapolare
- E' il più potente extra-rotatore (70%)
- Stabilizza la testa in abduzione, extra rotazione e adduzione



## PICCOLO ROTONDO

- Il più piccolo muscolo della cuffia
- Extra-rotatore (12%)
- Depressore e coaptatore della testa nella glena



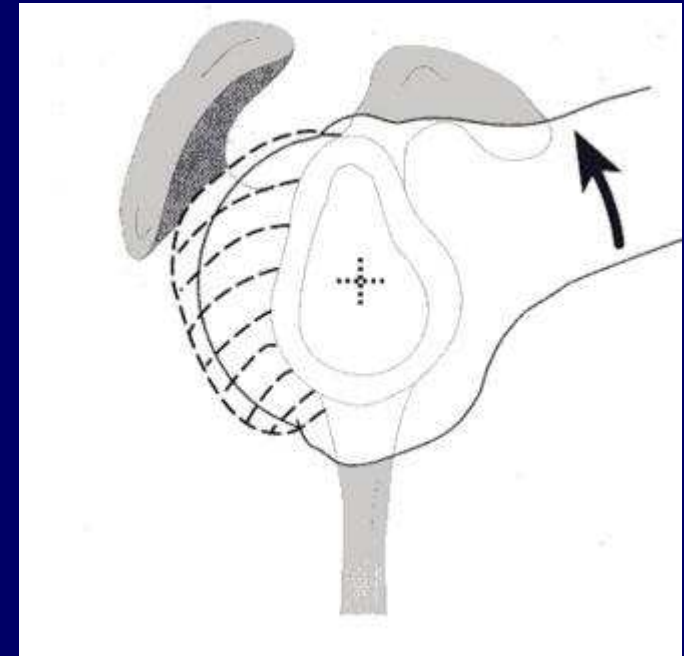
*Studi EMG* Durante i movimenti della spalla, i muscoli rotatori agiscono sinergicamente nel creare una forza compressiva a livello della articolazione gleno-omerale (assistenza del bicipite)

**Bradley JP, Tibone JE *Clin Sports Med* 1991**

**Kronber M, Brostrom LA *Clin Orthop* 1995**

*Studi Rx* Durante la “scaption” il centro geometrico della testa omerale devia dal centro della glena mediamente di 0,3 mm  
Affaticamento di deltoide e rotatori → migrazione media della testa verso l’alto di 2,5 mm

**Chen SK et al. *J Shoulder Elbow Surg* 1999**



## *Studi istologici*

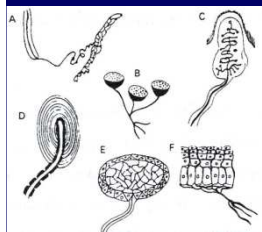
Meccanocettori (Corpuscoli di Pacini e di Ruffini) contenuti nelle strutture capsulo-legamentose della spalla → percezione della posizione e del movimento articolare → dislocazione traumatica → compromissione del sistema propriocettivo

**Vangsness CT Jr et al.  
*Arthroscopy* 1995**

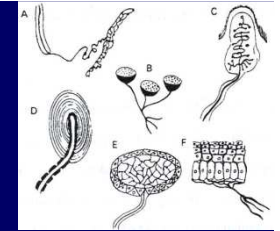
## *Studi clinici*

Soggetti con spalla instabile → ritardo nel riconoscere la mobilizzazione passiva della spalla ( $2,8^\circ$  vs  $1,9^\circ$ ) e minore accuratezza nel riprodurre un angolo articolare

Normalizzazione dei valori in caso di stabilizzazione chirurgica



**Warner JJ, Leparth S, Fu FH  
*Clin Orthop* 1996**



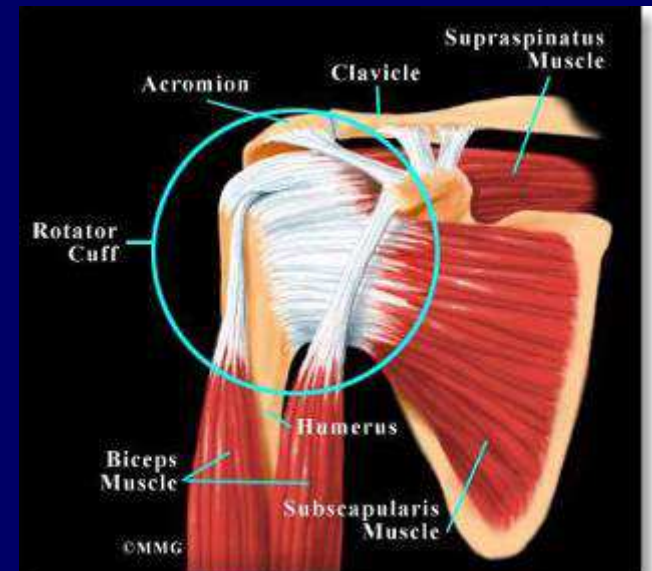
# Patologie della cuffia dei rotatori

# Sindrome da conflitto subacromiale

“Encroachment of the acromion, coracoacromial ligament, coracoid process and/or acromioclavicular joint on the rotator cuff mechanism that passes beneath them as the glenohumeral joint is moved, particularly in flexion and rotation”



Matsen FA III  
1990



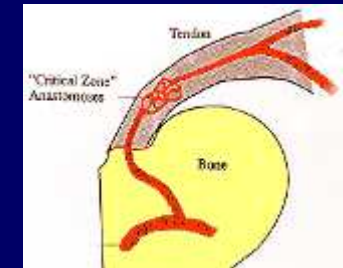
- L'inserzione della cuffia dei rotatori sulle tuberosità omerali è ampia, continua, multistratificata ed interdigitata
- I tendini di sovraspinoso e sottospinoso si fondono tra loro a circa 1,5 cm dall'inserzione
- La lesione del tendine del sovraspinoso è la più comune, tipicamente peri-inserzionale
- La regione inserzionale è predisposta ad essere sottoposta a sollecitazioni non lineari; per questo motivo ivi si evidenzia un basso grado di allineamento delle fibre collagene, in particolare a livello del versante articolare, cui si correla una riduzione delle proprietà meccaniche.

# Sindrome da conflitto subacromiale

## *Classificazione di Neer*

**Neer CS J Bone Joint Surg Am 1972**

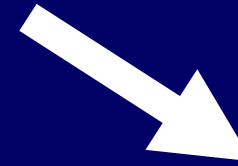
- **Stadio I** → Edema ed emorragia
- **Stadio II** → Tendinopatia e fibrosi
- **Stadio III** → Lesioni tendinee ed osteofiti



---

**Stadio I e II → il trattamento di scelta è conservativo**

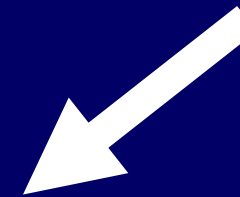
Danno della cuffia



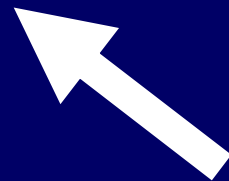
Compromissione  
funzionale



Incapacità di  
compattare la testa  
omerale alla glena



Richiamo verso l'alto  
della testa omerale



Incremento della  
compressione capillare  
e del conflitto



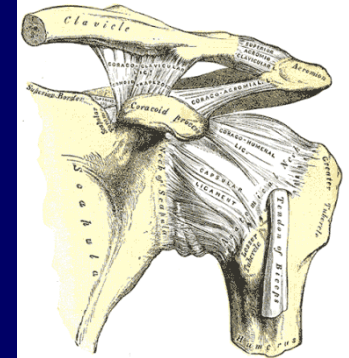
Ulteriore danno  
della cuffia



Spalla rigida



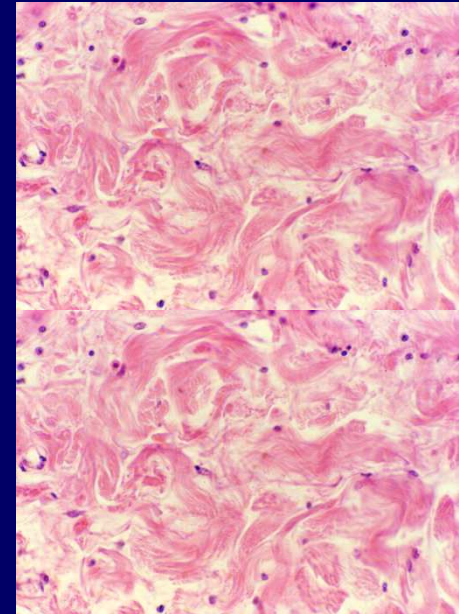
# Capsula articolare



- Struttura lassa con aree di rinforzo legamentose (*legamento glenomerale superiore, medio e inferiore*) e tendinee (*inserzione del piccolo rotondo e del sottospinoso*)
- Le sollecitazioni esterne agiscono da stimolo per il mantenimento della omeostasi capsulo-legamentosa
- Il movimento
  - ✓ guida la differenziazione e la specializzazione delle diverse strutture capsulari
  - ✓ favorisce la lubrificazione ed il nutrimento delle strutture articolari e periarticolari

## *Tessuto connettivo capsulare*

Componente cellulare → fibroblasti,  
mastociti, macrofagi, plasmacellule, leucociti



Matrice extracellulare → sostanza gelatinosa

*Sostanza fondamentale* glicosaminoglicani: acido ialuronico,  
condroitinsolfato,eparansolfato, ketaransolfato

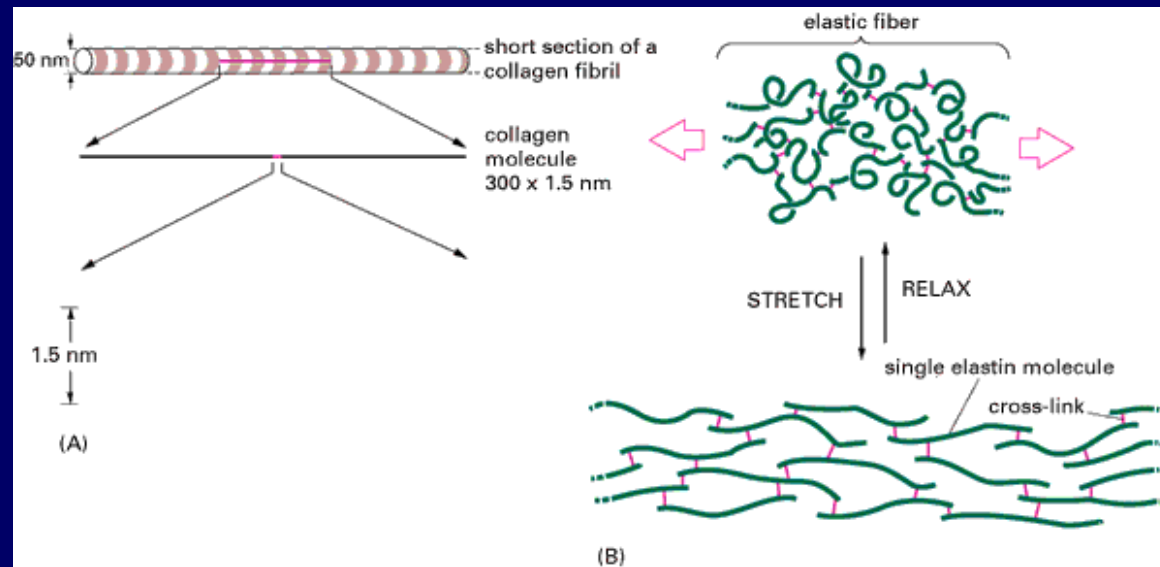
*Fibre* conferiscono stabilità strutturale alla matrice: fibre collagene  
tipo I, III e V (70-80%), fibre elastiche (3-5%), fibre reticolari

# Capsula articolare

Fibre collagene “criss-cross”

→ intrecciate a riposo

→ parallele sotto tensione

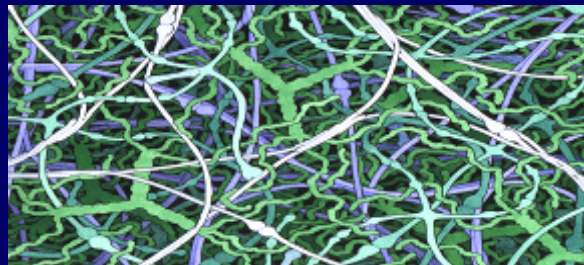
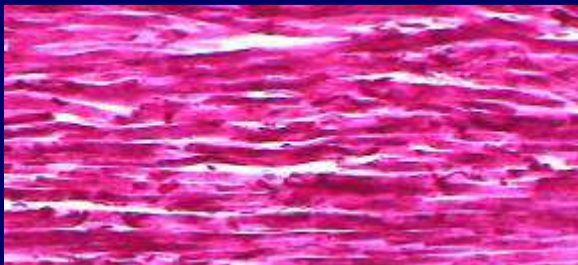


È fondamentale la capacità di scorrimento agli incroci →  
importanza della lubrificazione della matrice extracellulare

- Movimento articolare → conservazione del cuscinetto di glucosaminoglicani presenti tra le fibre collagene del tessuto capsulare

## *Effetti della immobilizzazione*

- Proliferazione di tessuto fibro-adiposo, deplezione di acqua nella matrice extracellulare, diminuita concentrazione dei glucosaminoglicani
- Incremento del turn-over della matrice cellulare con prevalenza della degradazione rispetto ai processi di sintesi
- Disorganizzazione dei processi di aggregazione del tropocollagene in fibrille → incremento dei cross-links → ridotta scorrevolezza tra le fibre collagene



**Enneking WF, Horowitz M**  
*J Bone Joint Surg Am 1972*

**Akeson WH et al. Clin**  
*Orthop Rel Res 1987*

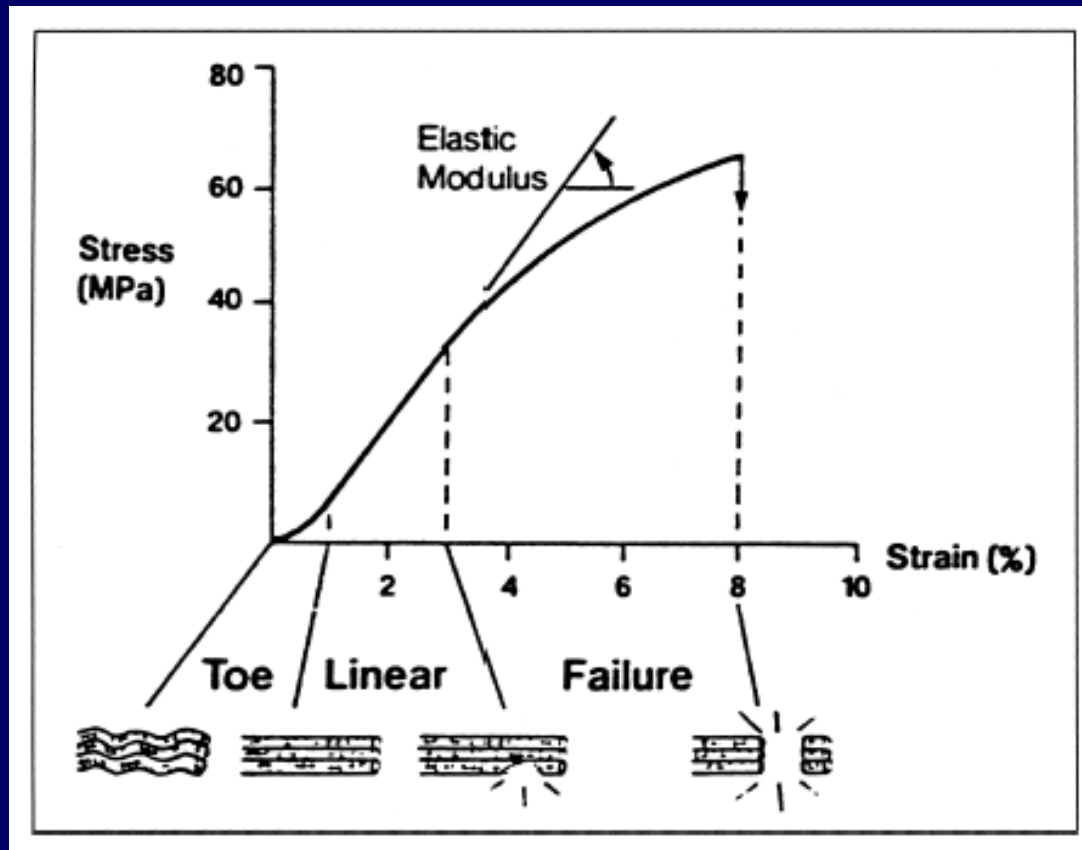
## *Effetti della immobilizzazione*

- **Sinovia** → proliferazione di tessuto fibroadiposo e sua aderenza alla cartilagine articolare
- **Cartilagine** → necrosi condrocitaria, ridotta sintesi di proteoglicani, rammollimento, frammentazione
- **Legamenti** → disorganizzazione della struttura in fasci, degenerazione ai siti di inserzione sull'osso

**Enneking WF, Horowitz M**  
*J Bone Joint Surg Am 1972*

**Akeson WH et al. Clin**  
*Orthop Rel Res 1987*

# Curva “stress-strain” del tessuto connettivo



**Butler DL et al. *Exerc Sport Sci Rev* 1978**

3% di allungamento →  
microlesioni

8% di allungamento →  
lesioni macroscopiche

Range 3-8% ⇒ 24-115 Kg

**Noyes FR et al. *Clin Orthop* 1983**

I movimenti multiplanari necessitano di forze di minore intensità per agire a livello delle fibre collagene

## *Principi di mobilizzazione manuale*

- La mobilizzazione utile per mantenere l'omeostasi capsulo-legamentosa avviene entro il **limite elastico** del tessuto connettivo (*legato alle ondulazioni a riposo dei fasci fibrosi*) e **non** comporta modificazioni stabili di lunghezza
- La mobilizzazione utile all'allungamento **plastico** (*stabile*) del tessuto connettivo presuppone lo sconfinamento nell'area di lesione della curva "stress/strain"

# *Principi di mobilizzazione manuale*

- Tessuto cicatriziale → ridotte proprietà viscoelastiche
- Il tipo di sollecitazione (*tensoria, compressiva, torsionale, di scivolamento*) e la sua velocità di applicazione influenzano l'esito della mobilizzazione manuale
- Sollecitazioni rapide/repentine → minore allungamento e minore danno strutturale a parità di carico applicato

**Threlkeld AJ, *Phys Ther* 1992**

- Sollecitazioni prolungate di intensità progressiva
- Impacchi caldo-umidi all'inizio del trattamento e crioterapia al termine

**Lentell G et al. *J Orthop Sports Phys Ther* 1992**