

肘關節生物力學

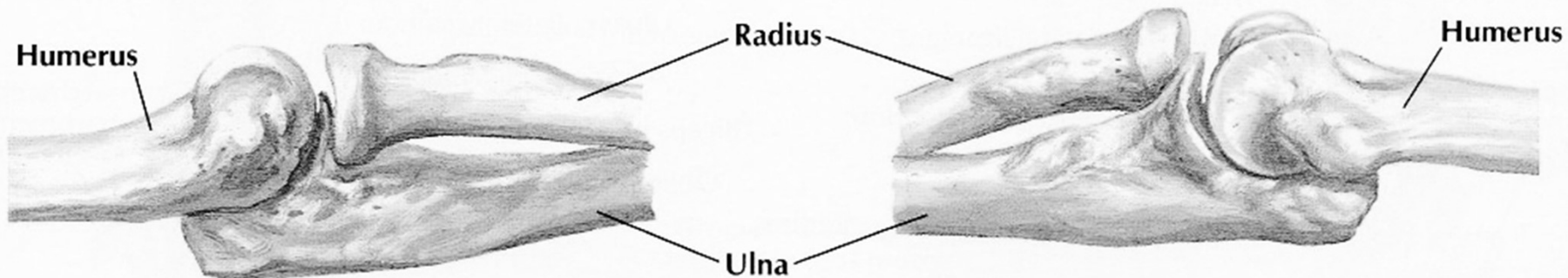
簡介

- 作為前臂槓桿系統中的支點
- 將手放置在適當的位置



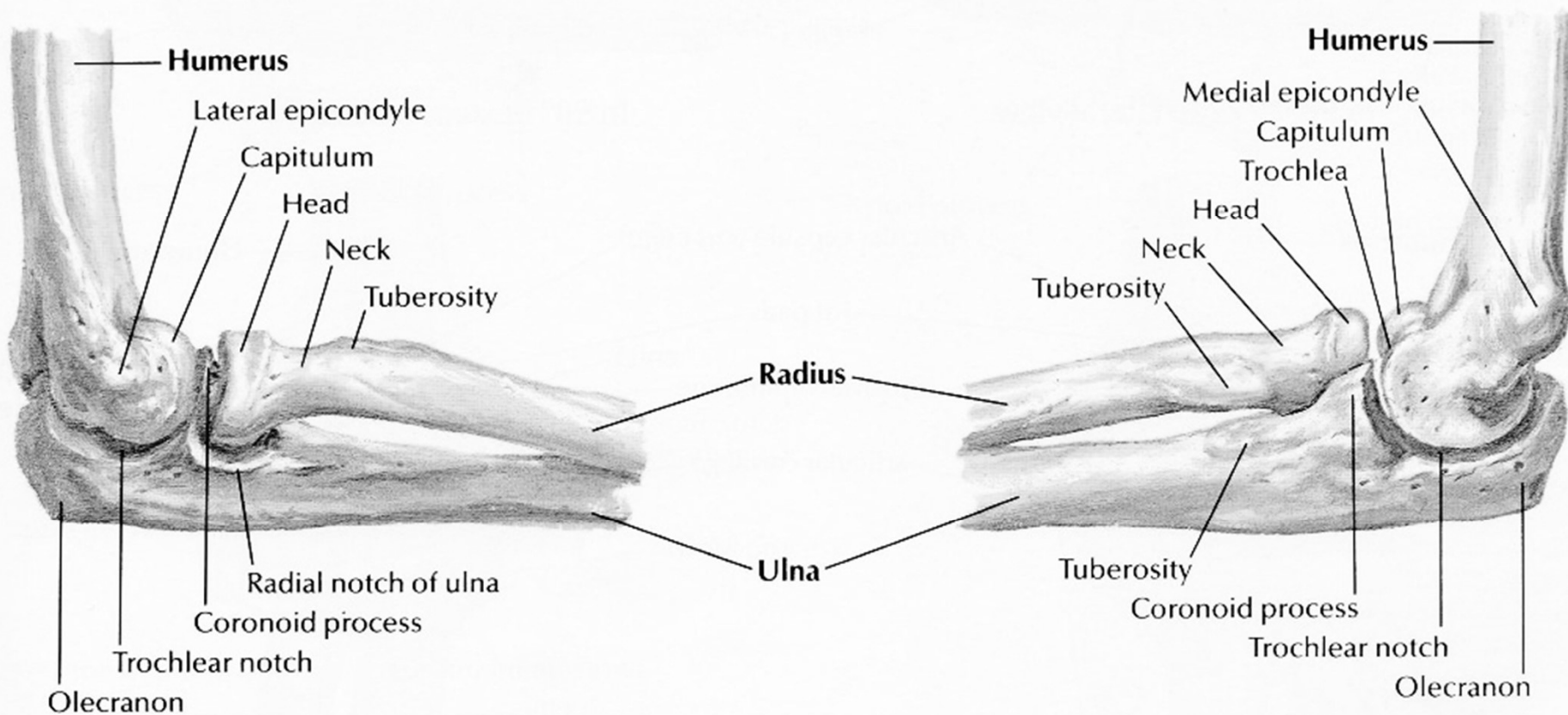
解剖學

- 手肘關節複合體
- 肱尺關節（ humeroulnar joint ）
- 肱橈關節（ humeroradial joint ）
- 近端橈尺關節（ proximal radioulnar joint ）



In extension: lateral view

In extension: medial view

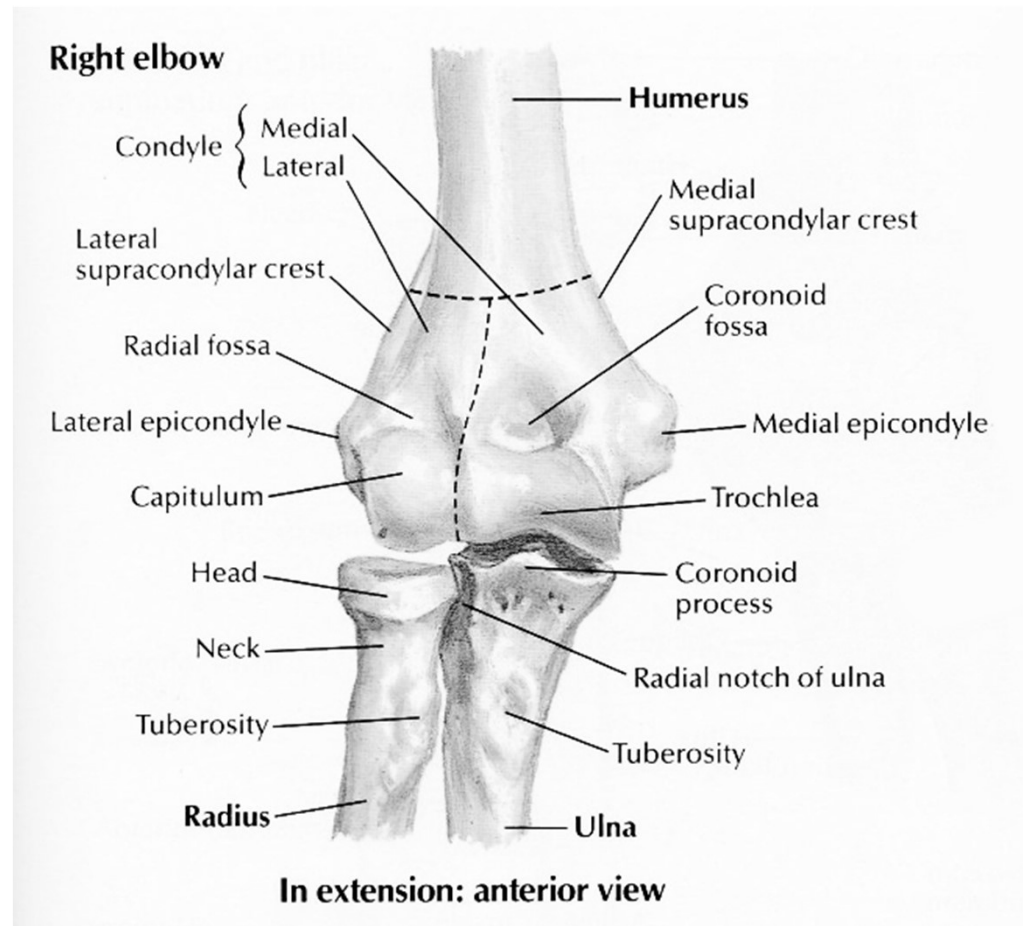


In 90° flexion: lateral view

In 90° flexion: medial view

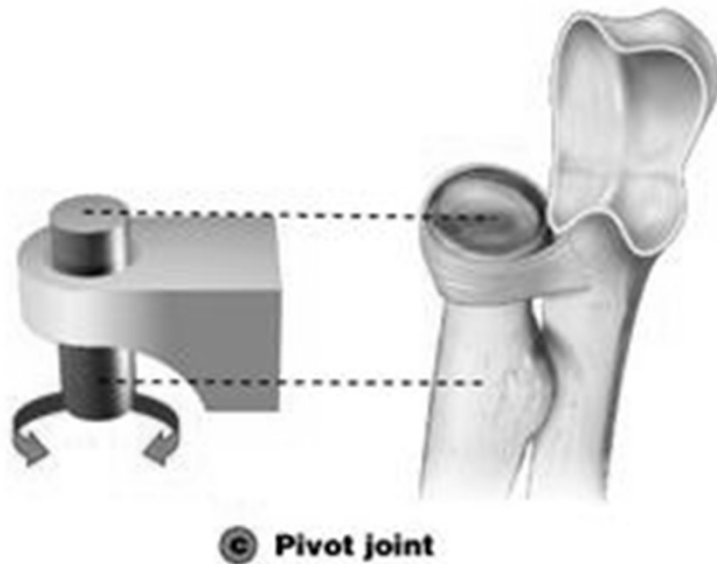
肱尺關節、肱橈關節

- 樞紐關節（hinge joint or ginglymoid joint）
- 屈曲與伸直動作



近端橈尺關節

- 軸樞關節（pivot joint or trochoid joint）
- 旋前與旋後動作



關節結構

- 骨肱遠端外翻 $94^{\circ}\sim 98^{\circ}$ 度
- 肱骨遠端向前翹起 30° 度
- 肱骨遠端內轉 $3^{\circ}\sim 8^{\circ}$ 度

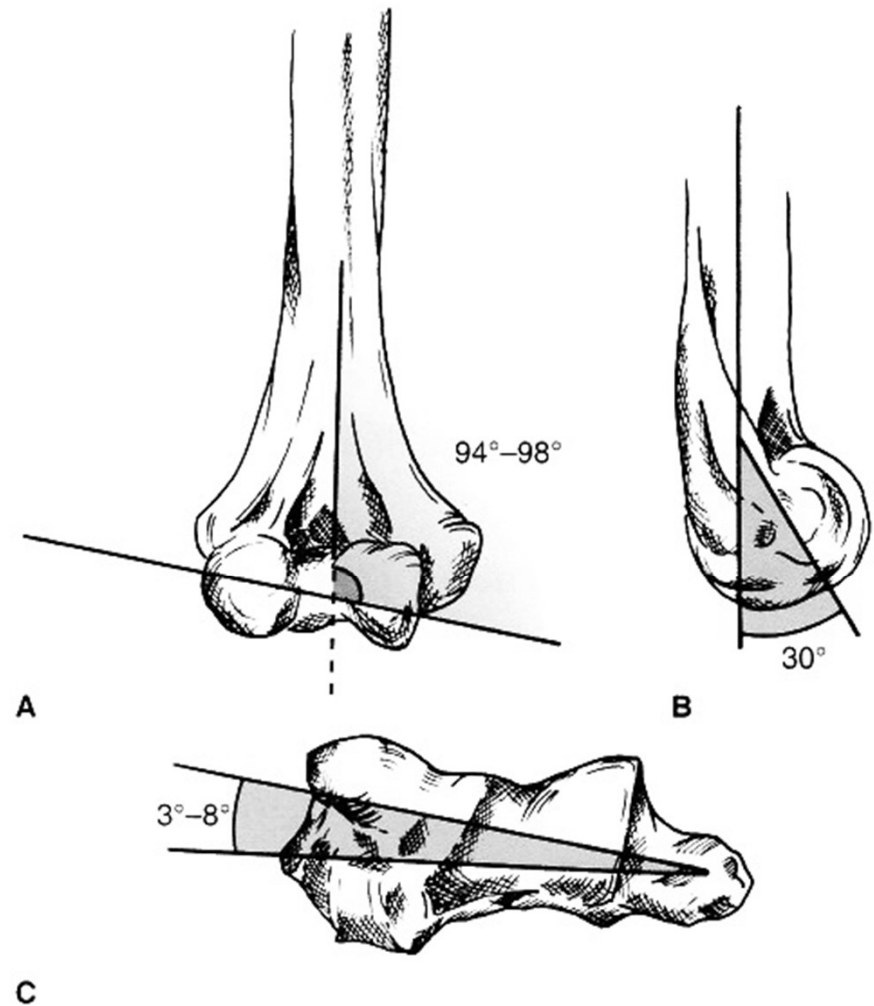


圖 13-1

遠端肱骨 (A) 前後向 (B) 外側 (C) 軸向·角度方位的投影圖。

關節結構

- 尺骨關節面外翻4~7度
- 關節面邊緣連線後仰30度角，與肱骨符合
- 大乙狀切跡沒有強壯的軟骨下骨支撐，因此容易骨折

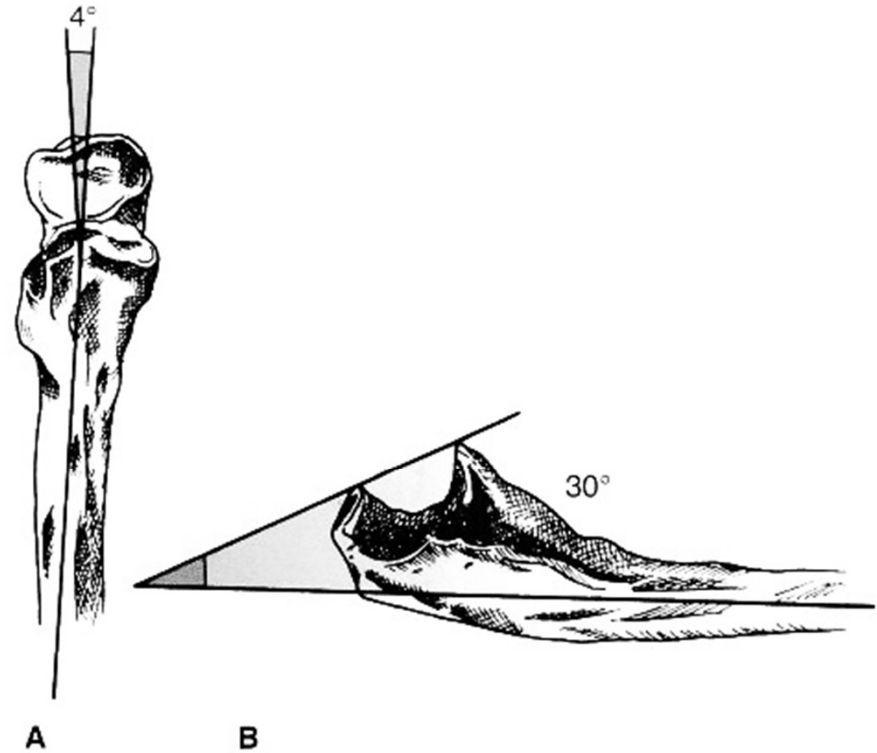
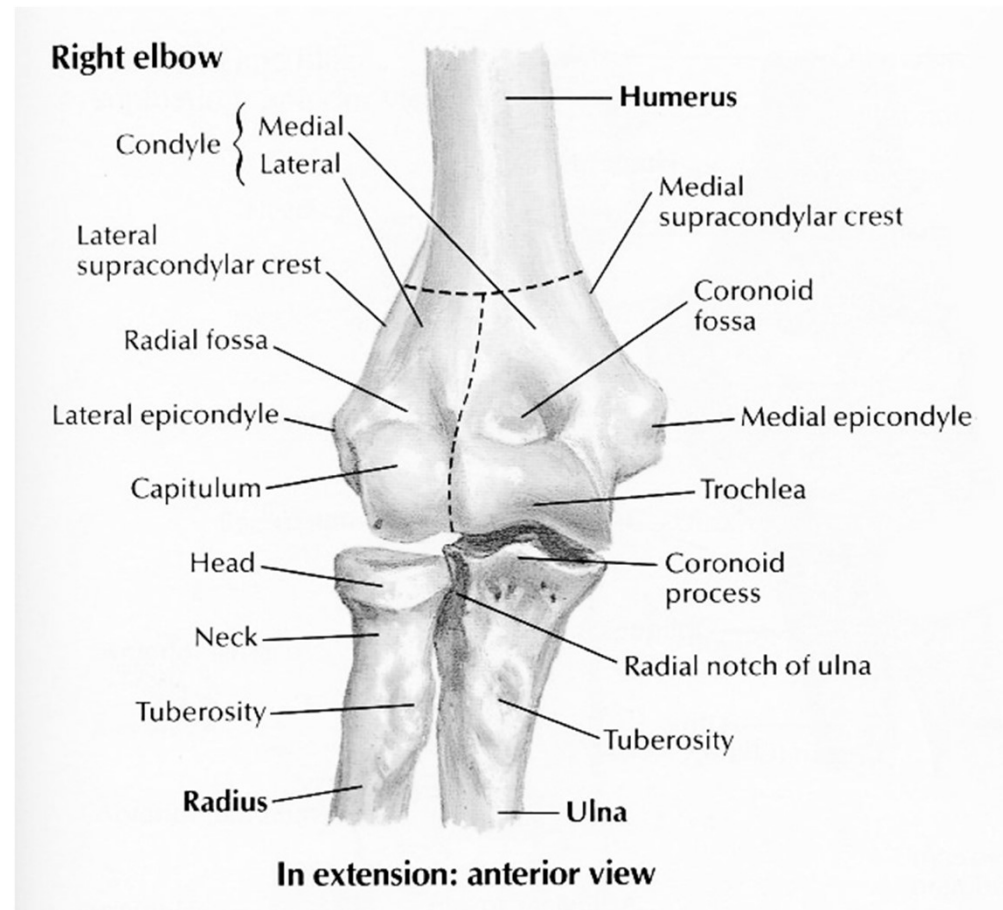


圖 13-2

近端尺骨在 (A) 前後 (AP) 及 (B) 外側平面的角度方位投影圖。

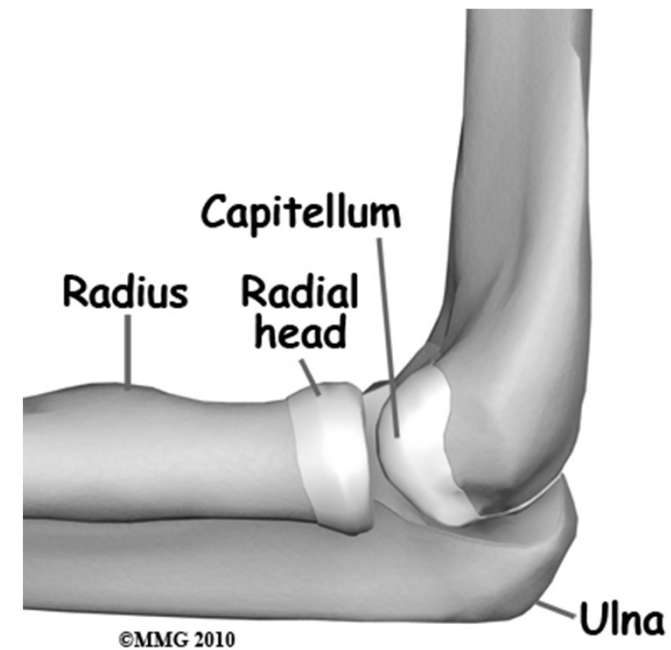
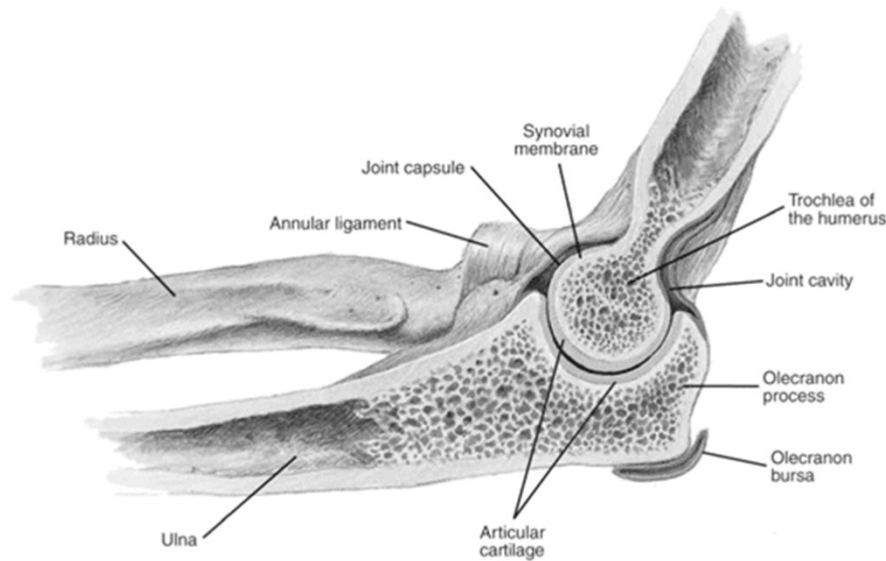
Distal part of humerus

- 內側柱 (medial column)
 - 在肱骨遠端以 45° 角向內分岔終止於滑車
- 外側柱 (lateral column)
 - 在肱骨遠端以 20° 角向外分岔終止於小頭



關節結構

- 滑車由**330度**的弧形透明軟骨包覆
- 小頭由**180度**的半圓形透明軟骨包覆



關節結構

- 橈骨頸到肱二頭肌結節與橈骨幹縱軸向外呈**15度**夾角
- 橈骨頭前外側**1/5**關節面無軟骨包覆，因此容易發生骨折



圖 13-4

橈骨頭／頸相對於橈骨骨幹的角度。

運動學

- 屈曲、伸直：0到146度
- 30到130度為功能性範圍
- 旋前、旋後：71度與81度。屈曲時旋後角度增加。
- 50度旋前與50度旋後為功能性範圍
- 屈曲彎縮大於30度則功能大幅受限

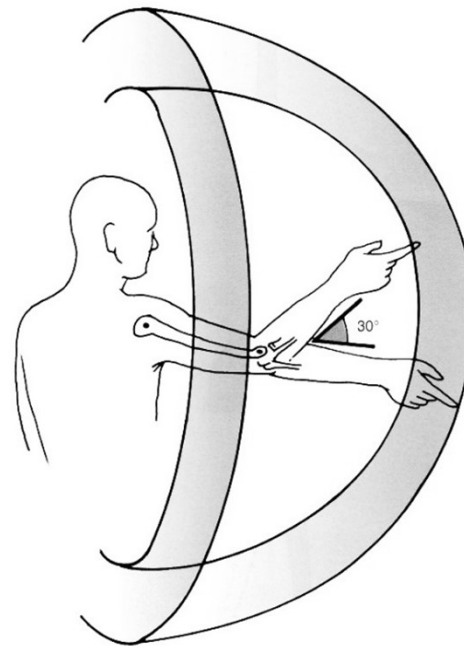
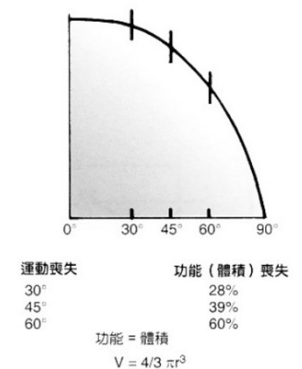


圖 13-5

圖中顯示手肘屈曲彎縮超過 30°，有效碰觸區域明顯喪失。



運動學

- 屈曲與伸直的旋轉中心在向心弧中心
- 在屈曲與伸直的最後5到10度，關節動作由滑動變成滾動，因此旋轉軸會改變
- 屈曲與伸直的瞬時旋轉中心偏差極小

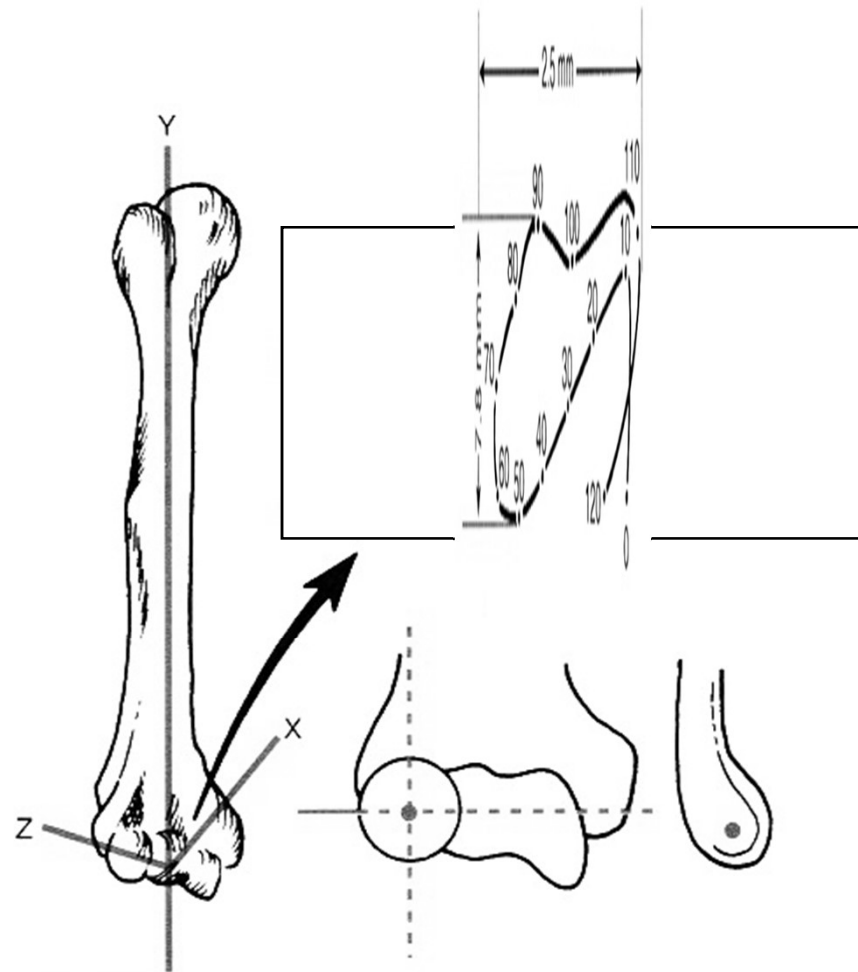
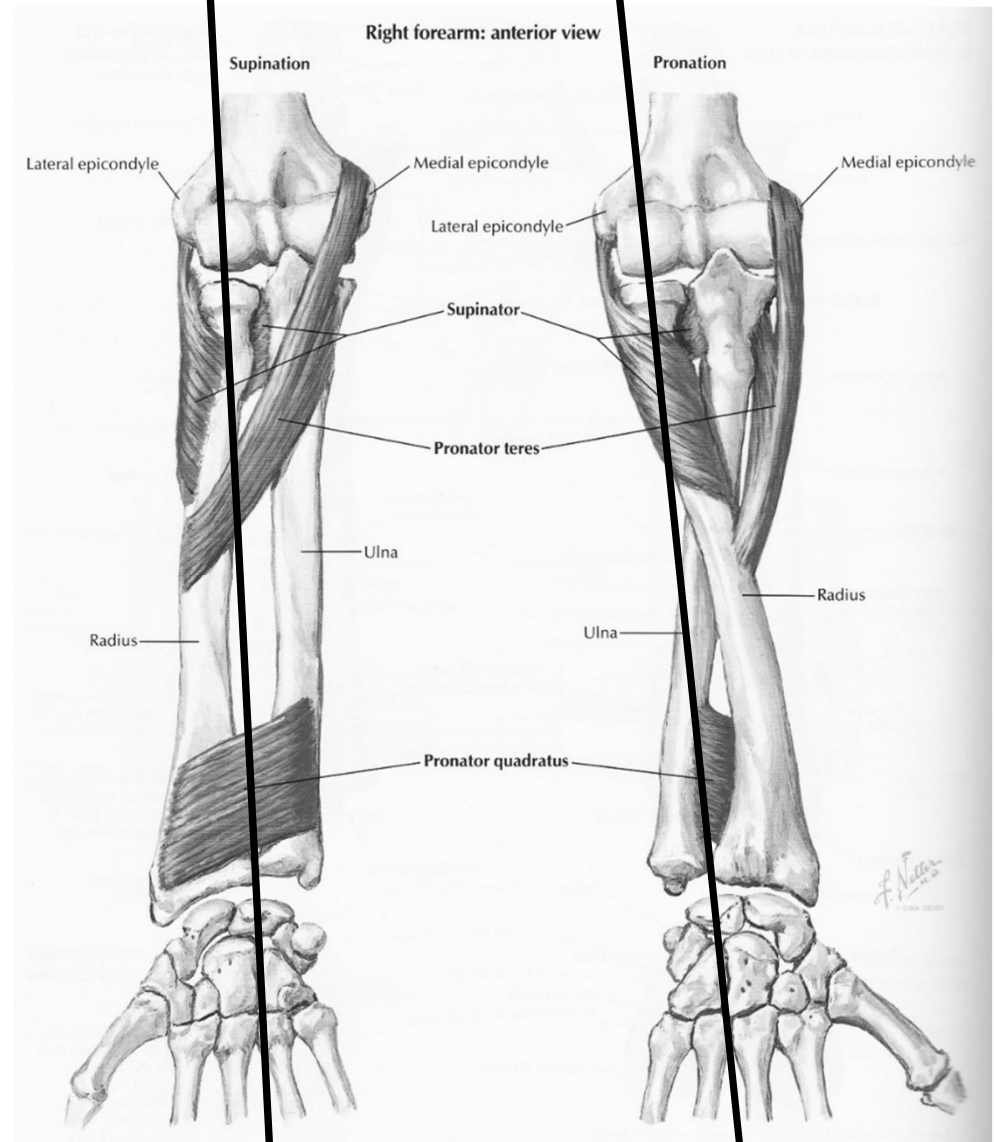


圖 13-6

旋轉瞬時中心的軌跡寬度。如圖所描繪，旋轉軸經過滑車和肱骨小頭的中心。

運動學

- 旋前與旋後發生在橈肱關節與近端橈尺關節
- 旋轉軸：小頭中心、橈骨頭與遠端尺骨關節面



提攜角（carrying angle）

- 尺骨與肱骨長軸間的夾角
- 大人比小孩大
- 女生比男生大
- 女生**13**度男生**10**度
- 角度太大與尺神經病變有關
- 當肘關節最大屈曲時，提攜角會變小

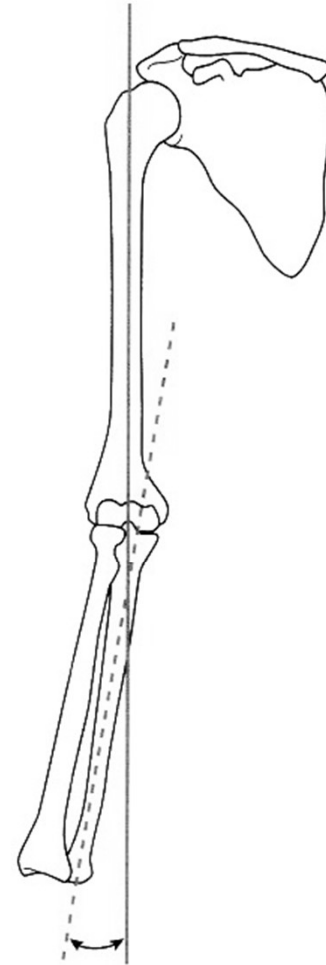


圖 13-8

手肘的提攜角，在手肘完全伸展且前臂旋後時，由肱骨和尺骨截取的長軸而形成。正常外翻角度範圍為 10° 到 15° 。

肘關節的靜態穩定

- 骨骼形狀
 - 鷹嘴突與窩
 - 冠狀突與窩
- 內側副韌帶
 - 前束、後束、橫韌帶
 - **Elbow lossening**：
正中>旋前>旋後
 - 前束在伸直時緊繃
 - 後束在屈曲時緊繃
- 橈骨頭
- 外側副韌帶
 - 內翻穩定
 - 外側尺側副韌帶是後外側旋轉不穩定的主要限制者

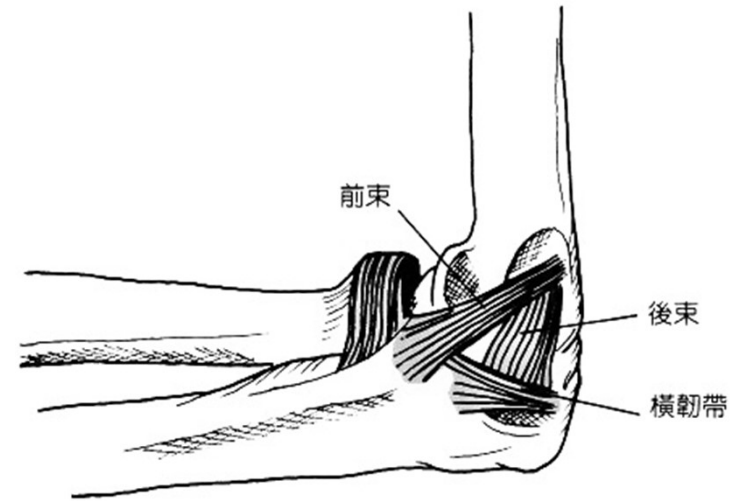


圖 13-10

內側副韌帶複合體包含前束與後束以及橫韌帶。

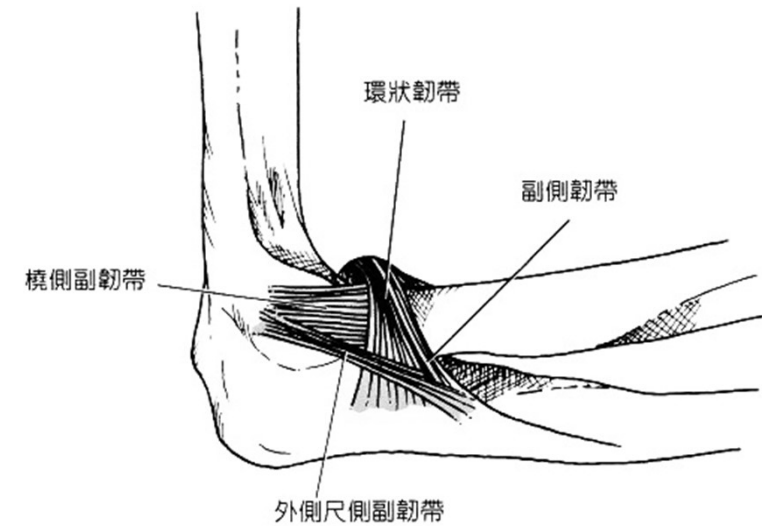


圖 13-12

外側副韌帶複合體。

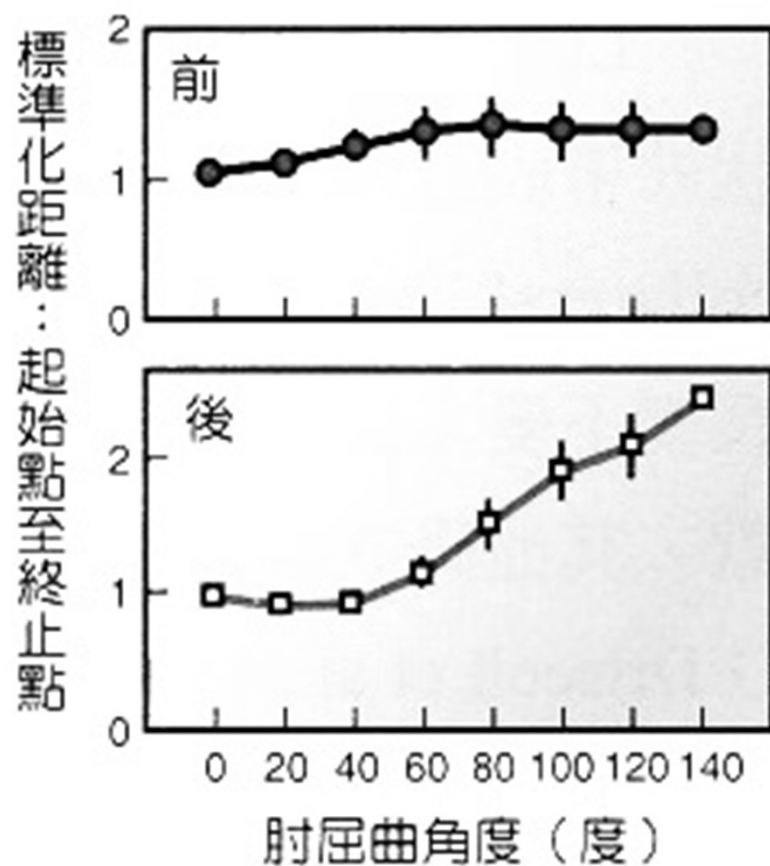
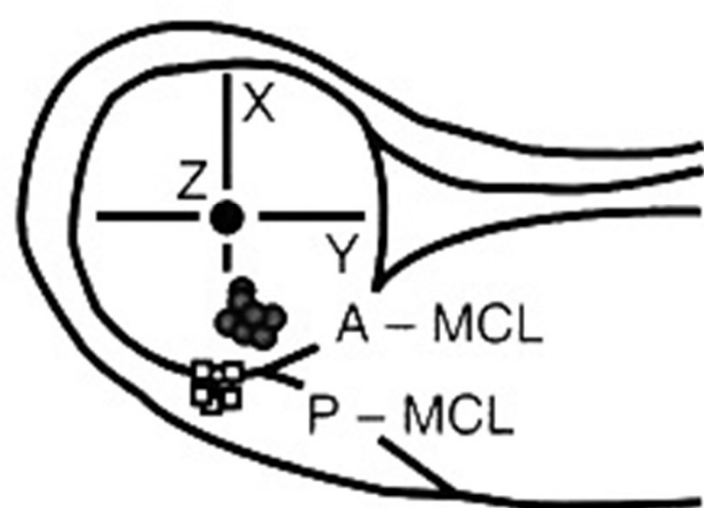
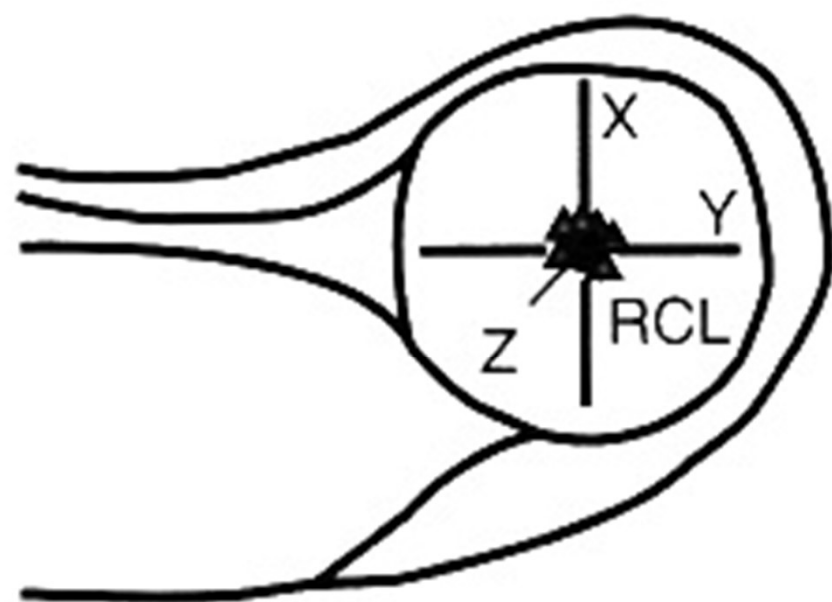


圖 13-11

內側副韌帶 (MCL) 前束與後束的起源。因為 MCL 並非發源於手肘的旋轉軸上，當手肘屈曲時它會有長度上的變化。前束比較靠近旋轉軸，呈等長收縮。



標準化距離：
起始點至終止點

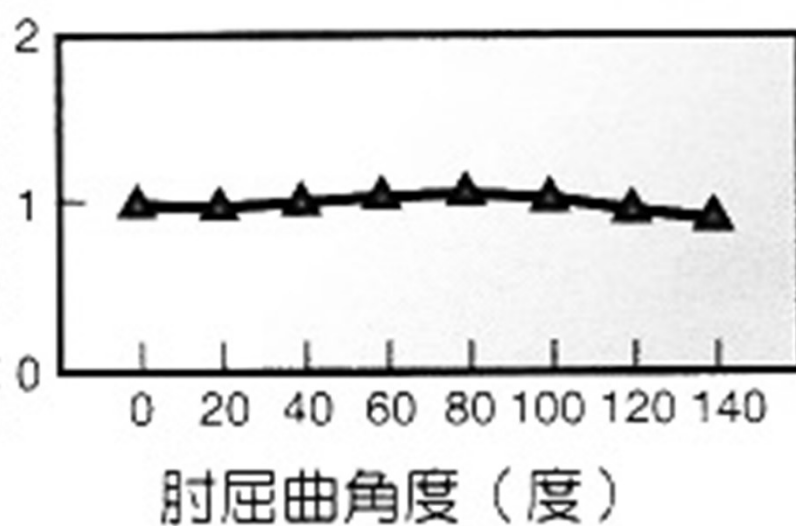


圖 13-13

手肘旋轉軸上的外側副韌帶複合體的起始點。此韌帶在手肘的屈曲／伸展範圍中維持等長。

肘關節的靜態穩定

- 外翻（**valgus**）：
 - 肘伸直時，抵抗外翻的負荷，由MCL、關節囊與關節平均分擔
 - 肘屈曲時，抵抗外翻的負荷，主要由MCL提供
- 內翻（**varus**）：
 - 肘伸直時，抵抗內翻的負荷，由肘關節連結結構提供，其次是前關節囊
 - 肘屈曲時，抵抗內翻的負荷，大部分由肘關節連結結構提供，其次是前關節囊

旋轉：rotational
脫位：distractive

表 13-1

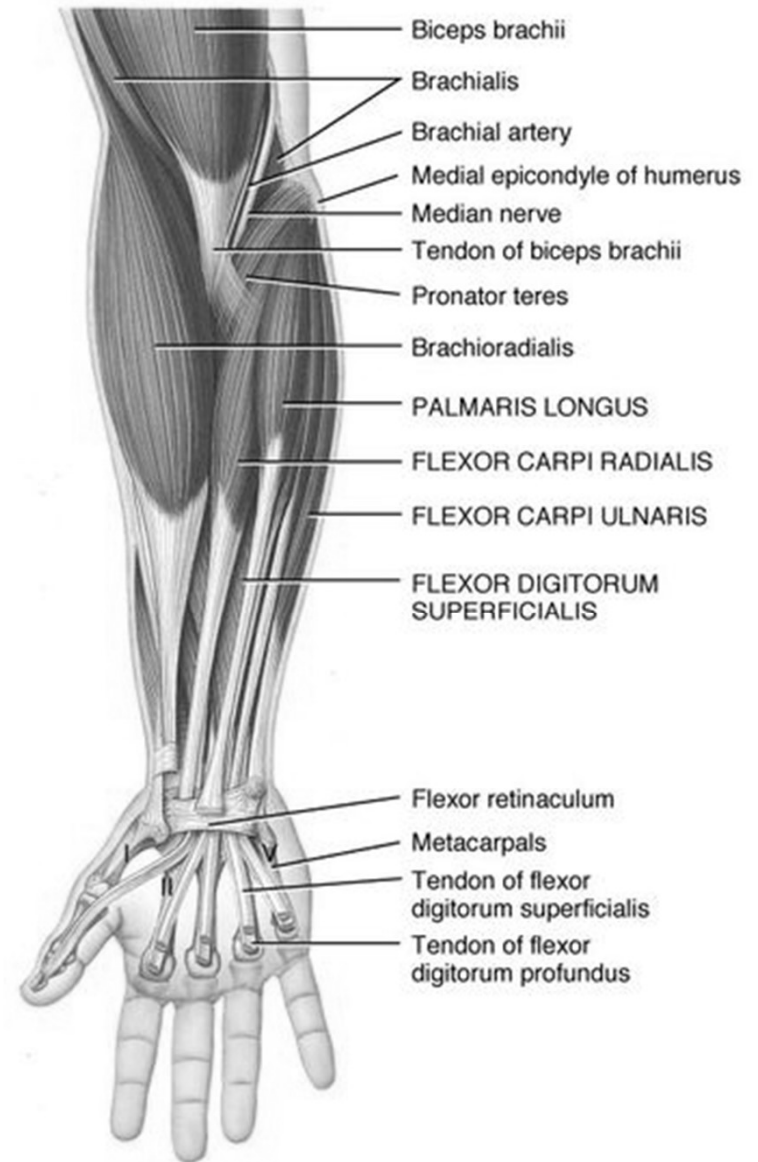
移位時（旋轉或脫位）約束力作用百分比

位置	穩定因素	脫位	內翻	外翻
伸展	內側副韌帶	12	—	31
	外側副韌帶	10	14	—
	關節囊	70	32	38
	關節	—	55	31
屈曲	內側副韌帶	78	—	54
	外側副韌帶	10	9	—
	關節囊	8	13	10
	關節	—	75	33

內側副韌帶 (MCL, medial collateral ligament complex)；外側副韌帶 (LCL, lateral collateral ligament complex)

肘關節的動態穩定

- 外翻穩定：手肘內側的屈肌與旋前肌
 - 尺側屈腕肌最顯著
 - 屈指淺肌第二
 - **supination**時，肌肉對外翻穩定更顯重要
- 內翻穩定：肘外側肌肉
 - 尤其在前臂**pronation**時



(a) Anterior superficial view

Common Pitching Injuries and where they strike.

1

Oblique Strains

The oblique muscle runs the length of the torso and helps the body rotate, making it essential to a pitcher's delivery. Oblique strains typically involve six to eight weeks of recovery.

2

Labral Tears

Also known as a Superior Labrum Anterior to Posterior or SLAP tear, this injury occurs when the labrum (the tissue that helps stabilize the joint) is injured and is characterized by pain deep in the shoulder.

3

Elbow Tendinitis

Tendinitis can affect multiple areas of a pitcher's arm, but most commonly occurs in the elbow. Recovery time is based on severity, but athletes are typically able to return to a healthy status within a few weeks.

4

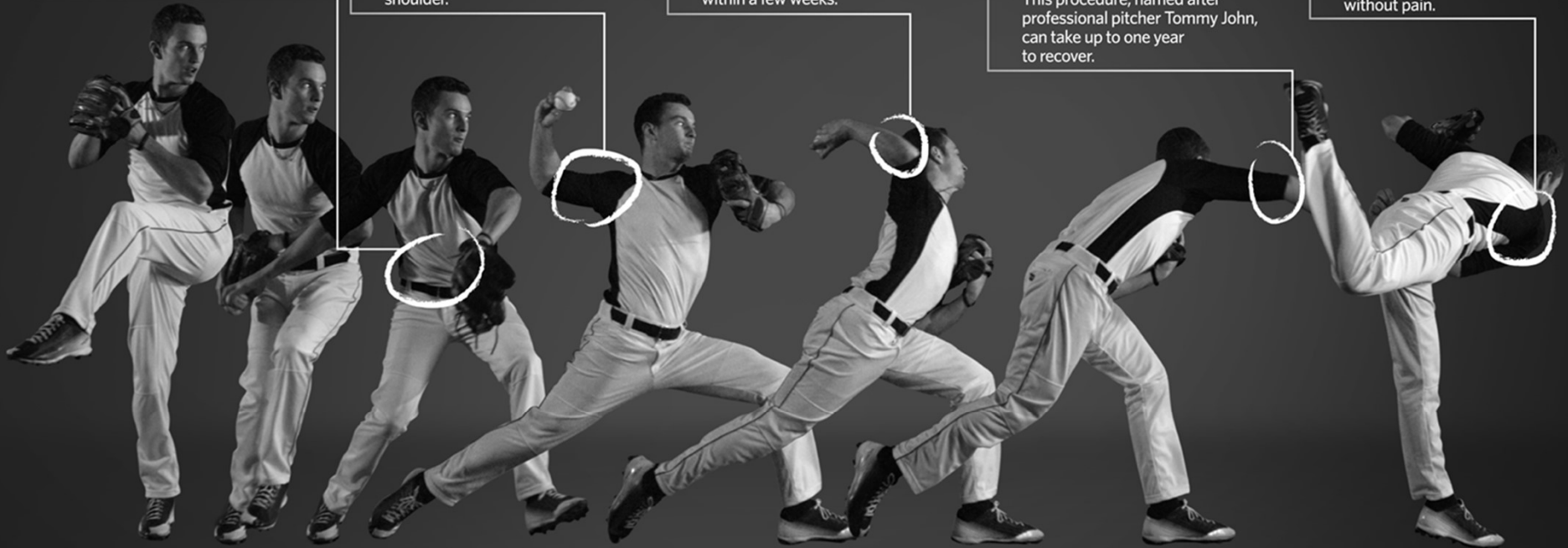
Ulnar Collateral Ligament Reconstruction (Tommy John Surgery)

This condition is a result of the repetitive use of the elbow. This procedure, named after professional pitcher Tommy John, can take up to one year to recover.

5

Rotator Cuff Tendinitis

This injury occurs as a result of tissue in the rotator cuff being irritated from overuse or degeneration, and may result in difficulty fully rotating the arm without pain.



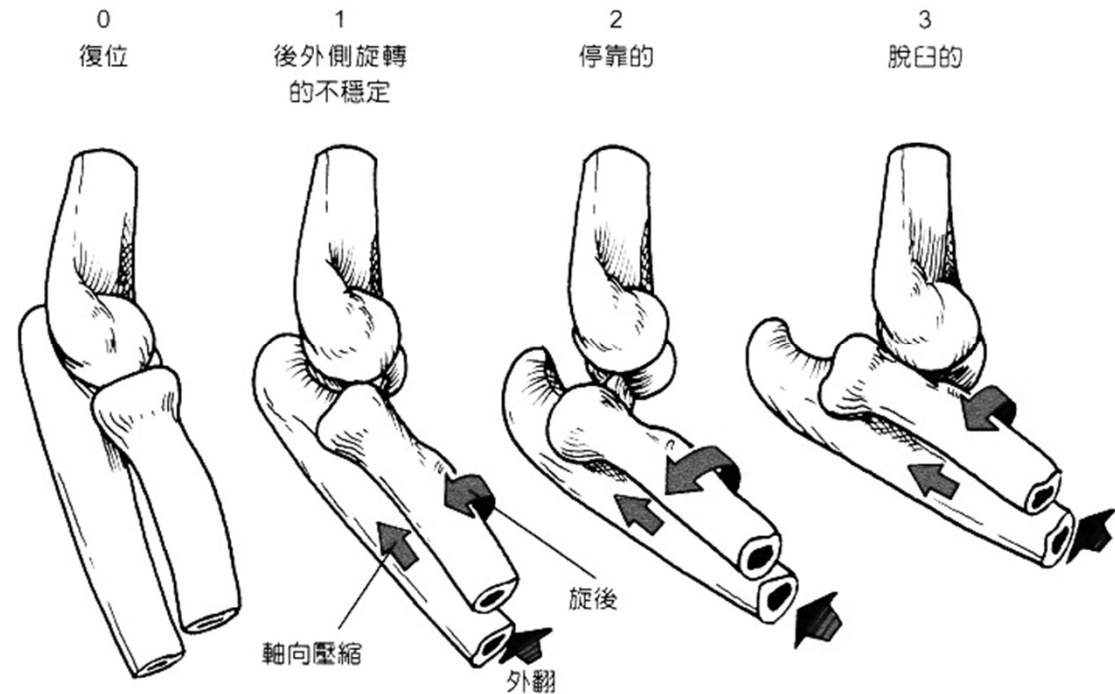
UPMC LIFE CHANGING MEDICINE

UPMC.com/HealthBeat



後外側不穩定

- 關節承重時，**valgus & supination**一起發生
- 外側尺側副韌帶最主要限制者
- 其次是橈側副韌帶與關節囊



肘關節的縱向穩定

- 骨間膜
 - 71%
 - supination時更重要
- 三角形纖維軟骨
- 橈骨頭
- 冠狀突
- 橈骨頭切除：0.4mm位移
- 橈骨頭+骨間膜切除：4.4mm位移
- 橈骨頭+三角形纖維軟骨切除：2.2mm位移
- 橈骨頭+三角形纖維軟骨+骨間膜切除：16.8mm位移

運動力學

- 屈肌

- 肱肌：最大工作能力
- 肱二頭肌：最常用到
- 肱橈肌
- 橈側伸腕肌

- 伸肌

- 肱三頭肌
- 內側頭最重要
- 肘肌
- 尺側屈腕肌

- 旋後

- 肱二頭肌：主要
- 旋後肌
- 手指與手腕的伸肌肌群

- 旋前

- 旋前方肌：主要
- 旋前圓肌：次要

肘關節力

- 肘關節的壓縮力，為伸直的手所能舉起重物重量的**8倍**
- 手肘屈曲 0° 與 30° 時，力量傳遞能力最佳
- **Pronation > Supination**
 - Neutral (23%) → supination(6%)
- **43%**的縱向力走肱尺關節
- **57%**的縱向力走肱橈關節
- 在肘屈曲 90° 時
 - 屈肌力矩最大
 - 關節作用力最小

肘關節接觸面

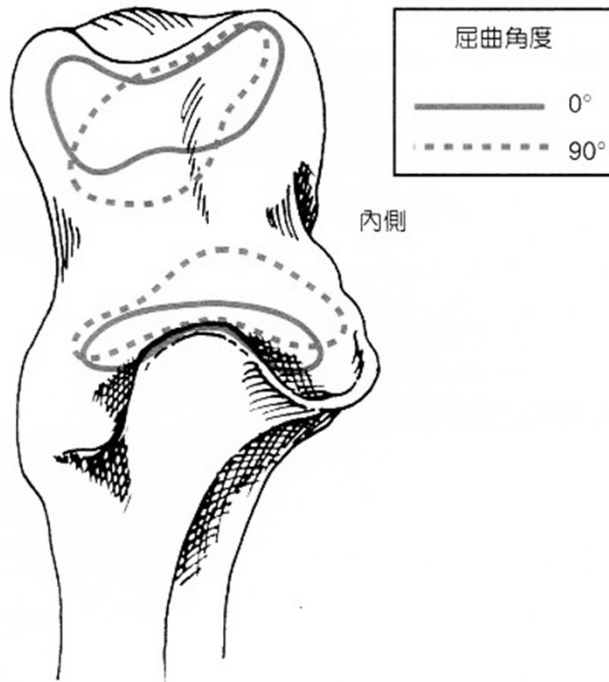
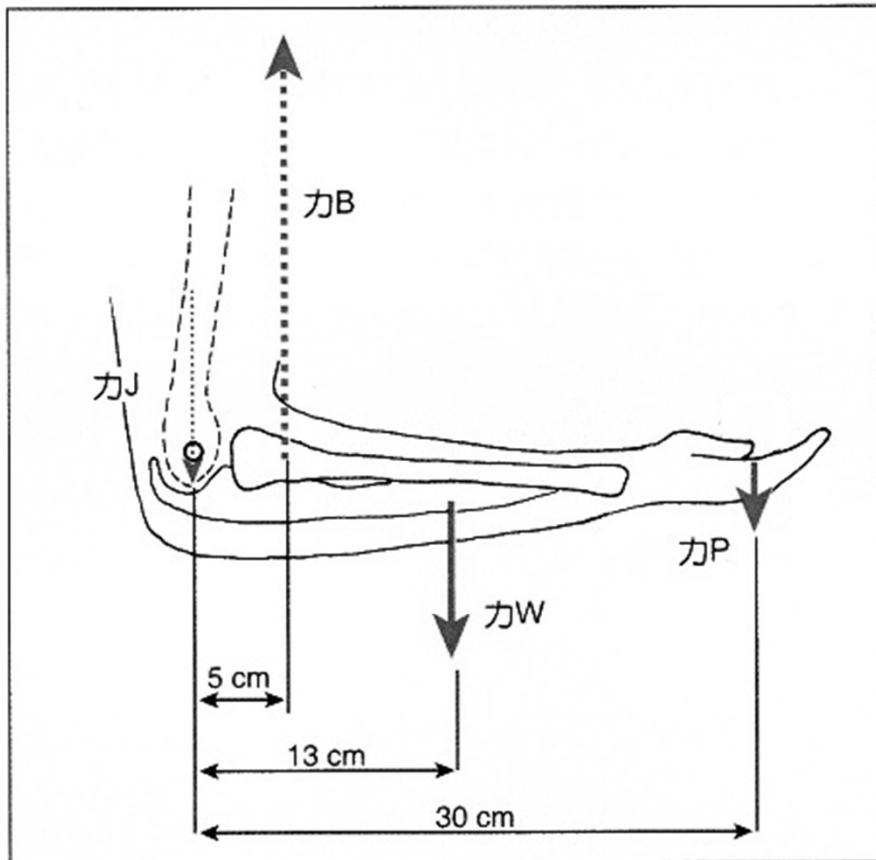


圖 13-16

手肘屈曲時在乙狀窩 (sigmoid fossa) 的接觸面，顯示接觸面在手肘屈曲時向乙狀窩中心移動。

- 屈曲時接觸面增大
- 橈骨小頭與橈骨頭的接觸面也是如此

肘關節反作用力



計算欄圖 13-1-1

$$\sum M = 0.$$
$$(13 \text{ cm} \times W) + (30 \text{ cm} \times P) - (5 \text{ cm} \times B) = 0$$

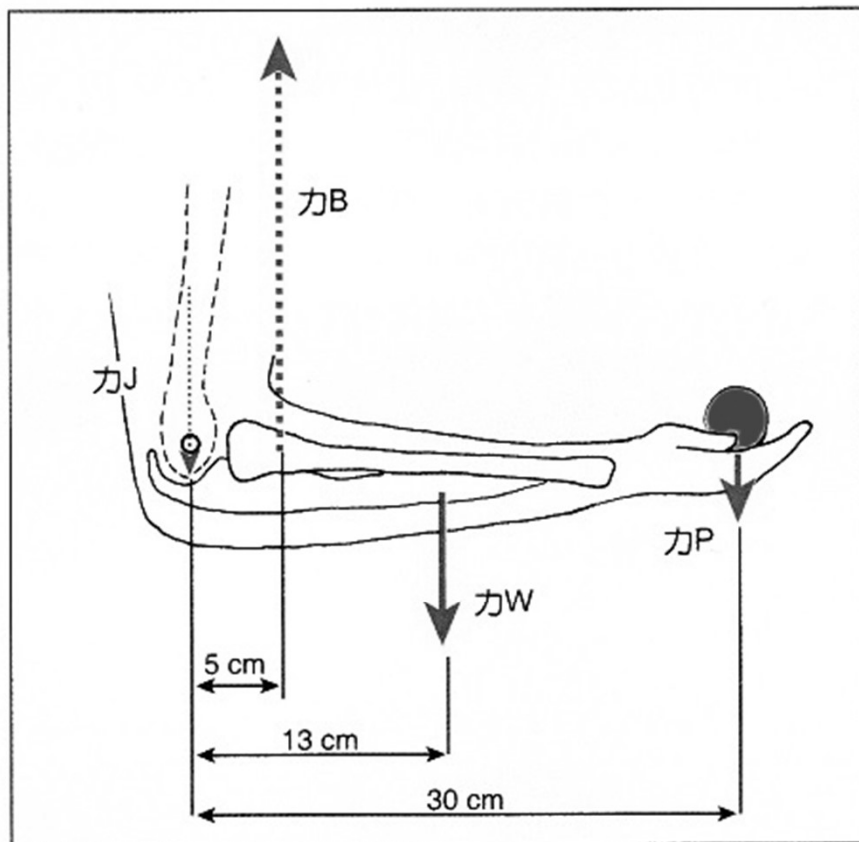
若 $W = 20 \text{ N}$ ，且 $P = 0$

$$B = \frac{13 \text{ cm} \times 20 \text{ N}}{5 \text{ cm}}$$

$$\sum F = 0.$$
$$B - J - W - P = 0$$
$$J = 52 \text{ N} - 20 \text{ N} - 0 \text{ N}$$

J 為 23 N 。

肘關節反作用力



計算欄圖 13-1-1

$$\sum M = 0.$$

若 $W = 20 \text{ N}$ ，且 $P = 10 \text{ N}$ 。

$$(13 \text{ cm} \times 20 \text{ N}) + (30 \text{ cm} \times 10 \text{ N}) - (5 \text{ cm} \times B) = 0$$

$$B = \frac{260 \text{ N cm} + 300 \text{ N cm}}{5 \text{ cm}}$$

B 為 112 N 。

$$\sum F = 0.$$

$$B - W - P - J = 0$$

$$J = B - W - P$$

$$J = 112 \text{ N} - 20 \text{ N} - 10 \text{ N}$$

J 為 82 N 。

Q & A