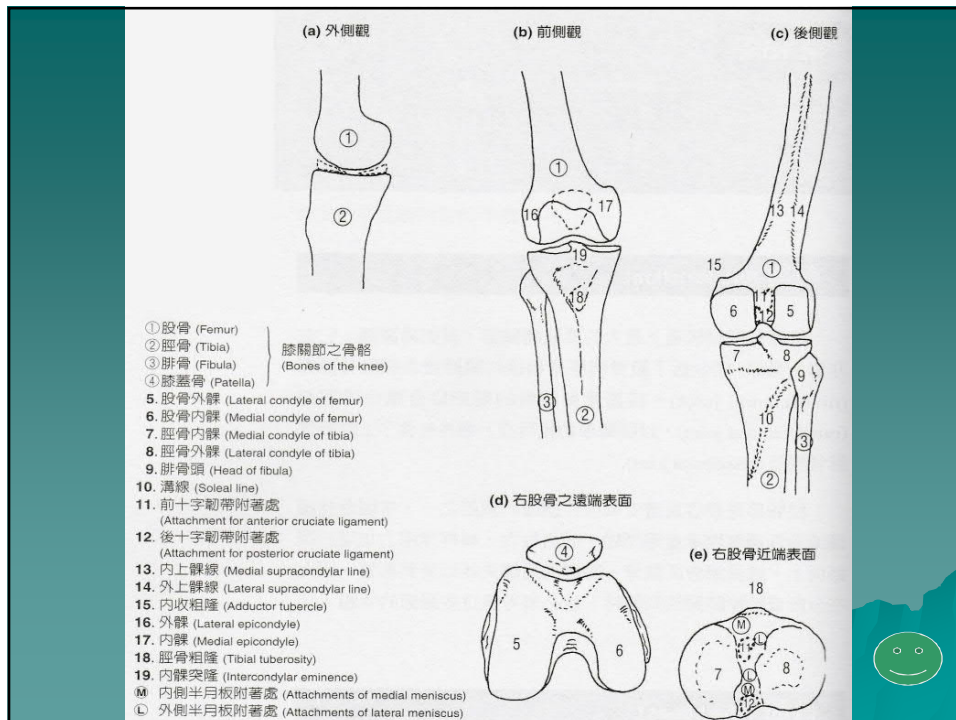
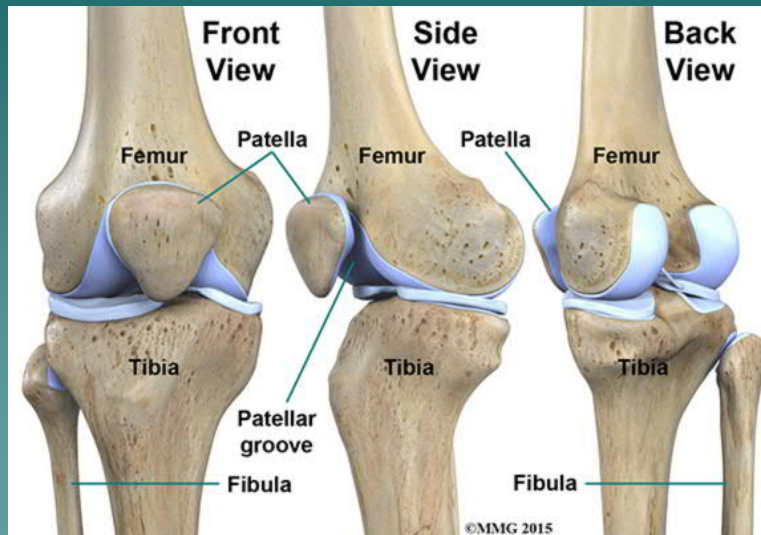


膝關節生物力學

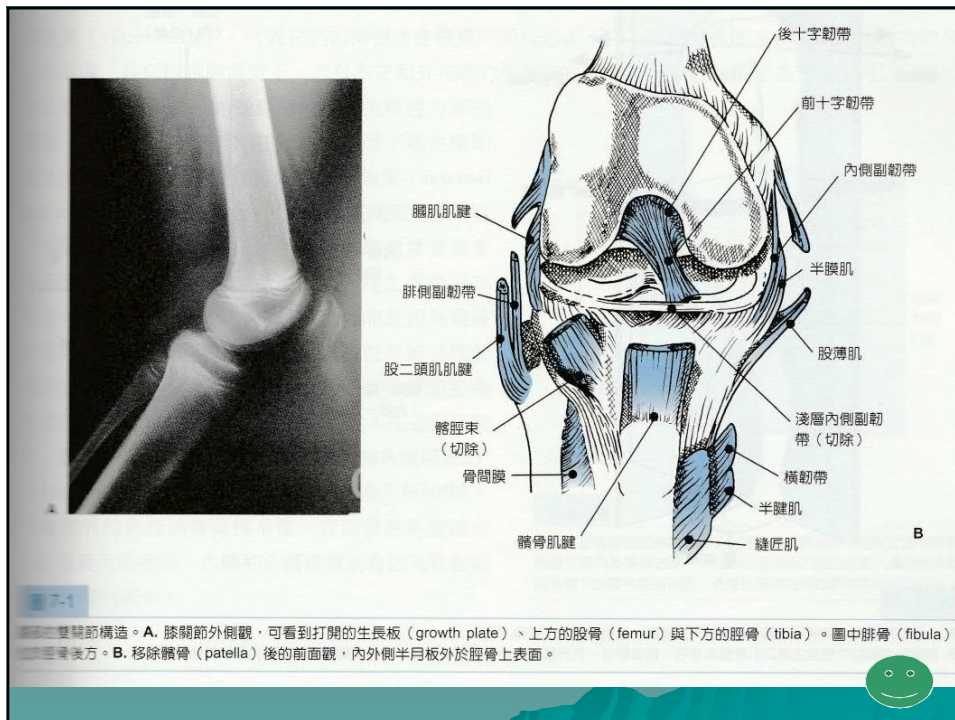
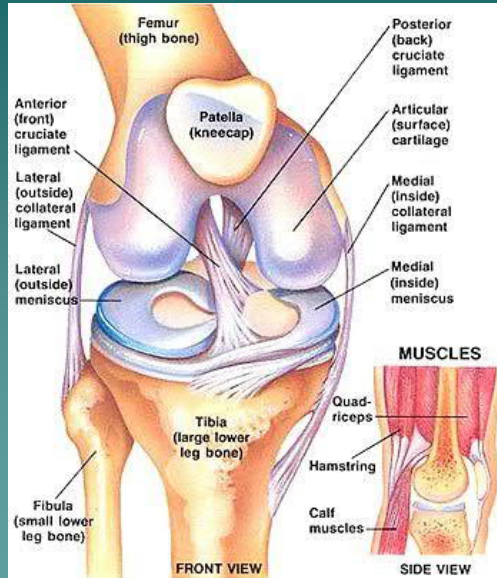
膝關節生物力學

- ◆ 膝關節的主要功用
 - 傳遞受力
 - 構成姿勢與動作
 - 維持整體動量的平衡
 - 提供下肢活動的必要動作
- ◆ 人體最大關節
 - Tibiofemoral joint
 - Patellofemoral joint

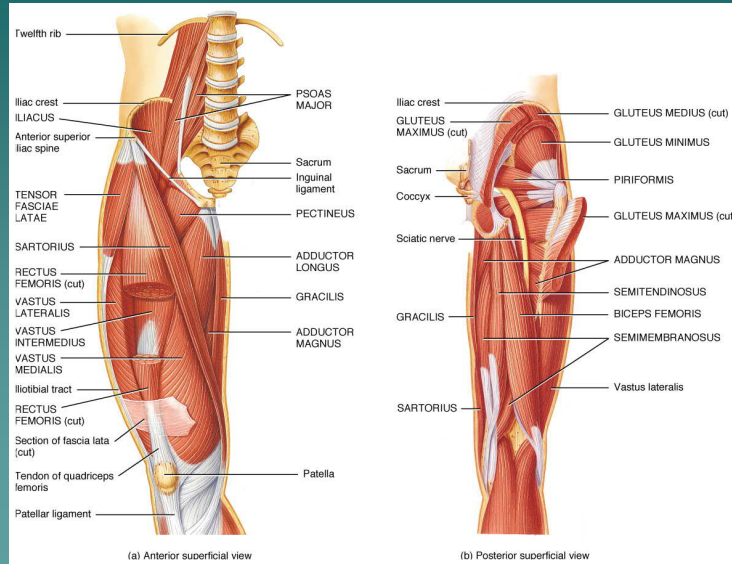
膝關節解剖：骨骼



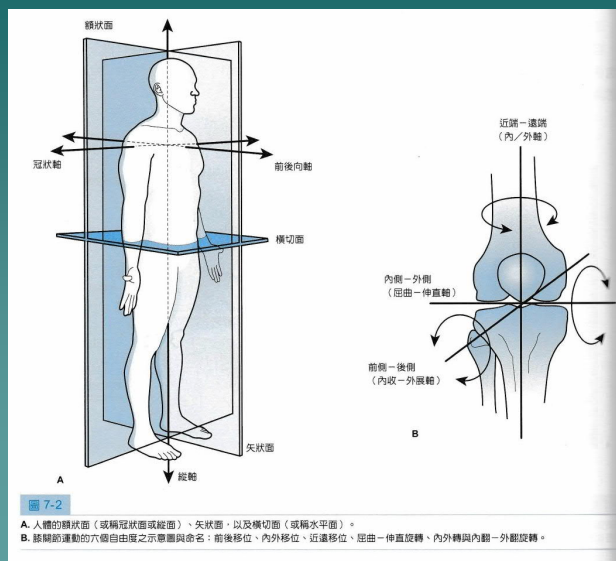
膝關節解剖：韌帶



膝關節解剖：肌肉



運動學



關節活動角度 (ROM)

- ◆ 量測方法：
 - 量角器
 - 電子量角器
 - X光斷層攝影
 - 其他攝影方式
- ◆ 量測方式：
 - 主動動作
 - 被動動作
- ◆ 屈曲角度
 - $-3^{\circ} \sim 155^{\circ}$
- ◆ 被動的角度會比主動多 $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$
- ◆ 內轉與外轉
 - 隨屈曲角度不同而異，被動產生，無法主動做出來
 - 受軟組織與骨骼外形影響

關節活動角度 (ROM)

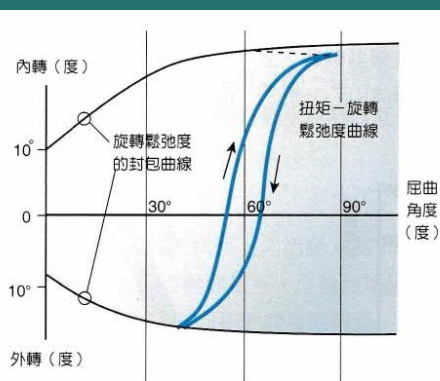


圖 7-3

扭矩-旋轉鬆弛度曲線描述了在特定屈曲角度時，相對於脛骨長軸所產生的內外轉自由度，本圖顯示屈曲 60° 時的曲線。將所有膝屈曲角度下的鬆弛數值相連，便得到膝部內外轉鬆弛度的封包曲線。

- ◆ 在膝關節屈曲 $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 時達到最大角度
 - 外轉 18°
 - 內轉 25°
- ◆ 屈曲 120° 以後則開始減少

關節活動角度 (ROM)

- ◆ **外展與內收**
 - 被動動作
 - 伸直時幾乎不動
 - 屈曲30°時最大
 - 外展比內收角度大，這是由於內側副韌帶比較強壯
- ◆ 日常活動時，膝關節屈曲角度的需求都不一樣
- ◆ 一般行走最大屈曲角度為60°
- ◆ 很少彎曲到底

關節活動角度 (ROM)

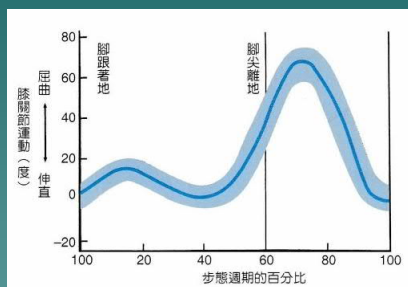


圖 7-4

平地行走下，一個步態循環中脛骨-股骨關節於矢狀面的活動度。陰影區域表示60位受試者的變異（年齡介於20~65歲）。改編自 Murray, M.P., Drought, A.B., Kory, R.C. (1964). Walking patterns of normal men. *J Bone Joint Surg*, 46A, 335.

表 7-1

一般活動時脛骨-股骨關節於矢狀面的運動範圍
膝關節伸直至屈曲的活動度 (度)

活動	膝關節伸直至屈曲的活動度 (度)
行走	0-67 ^{††}
上樓梯	0-83 ^{††}
下樓梯	0-90
坐下	0-93
繫鞋帶	0-106
舉起物品	0-117

[†] 22位受試者的平均值，結果發現左右膝之間有些微的差異（右膝平均值68.1°，左膝平均值66.7°）。資料來源：Kettelkamp, D.B., Johnson, R.J., Smith, G.L., et al. (1970). An electromyographic study of knee motion in normal gait. *J Bone Joint Surg Am*, 52, 775.
^{††} 30位受試者的平均值。此項目及其後的資料來源：Lawenthal, K.N., Smith, G.L., Kettelkamp, D.B. (1972). A quantitative analysis of knee motion during activities of daily living. *Phys Ther*, 52, 34.

表 7-2

行走與跑步站立期膝關節屈曲的程度

活動	活動度 (度)
行走	0-6
慢跑步行	6-12
快速步行	12-18
跑步	18-30

站立期的活動度。資料來源：Perry, J., Norwood, L., House, K. (1977). Knee posture changes and semimembranosa muscle action in running and cutting (an EMG study). *Trans Am Orthop Soc*, 2, 258.

關節表面動作

- ◆ 立體攝影術
 - 需要高科技儀器
- ◆ 瞬時中心分析法 (instant center technique)
 - 矢狀面與額狀面上的動作
 - 動作時，兩肢段上會有一固定不動點，即為瞬時中心

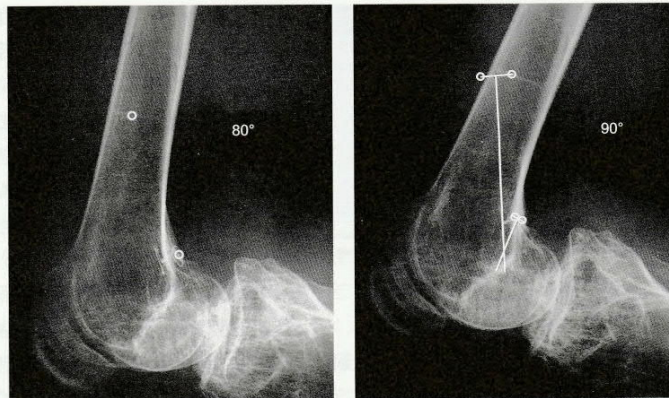
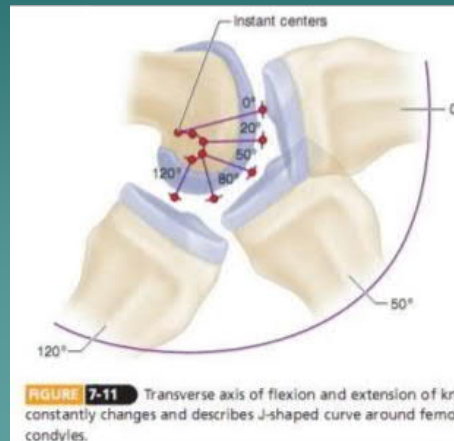


圖 7-5

瞬時中心定位。A. 在膝關節屈曲80°的X光片中，於股骨標示出兩個易於辨別的点，以圓圈表示。B. 屈曲80°的X光片與已標出相同兩点的屈曲90°的X光片做比較。兩張圖的脛骨影像相疊，並將兩張圖上相對應的点相連。接著畫出這些連線的垂直平分線。兩條垂直平分線的交點即為脛骨—股骨關節屈曲80°和90°間的運動瞬時中心。資料由Ian Goldie, M.D., University of Gothenburg, Gothenburg, Sweden提供。

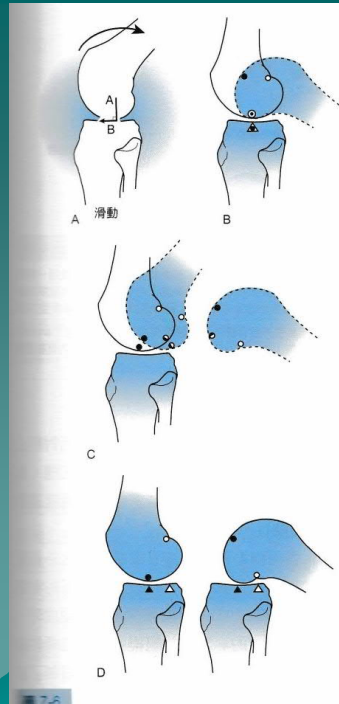
脛骨-股骨關節

- ◆ 瞬時中心為一半圓的弧形
- ◆ 防止股骨過度位移的機制由前後十字韌帶與股骨髁的幾何結構構成



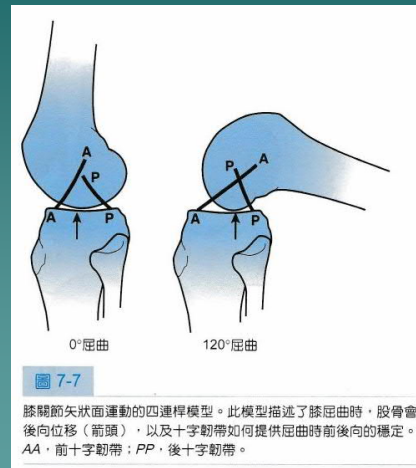
脛骨-股骨關節

- ◆ 關節的動作包含轉動與滑動，因此瞬時中心會越來越接近關節表面



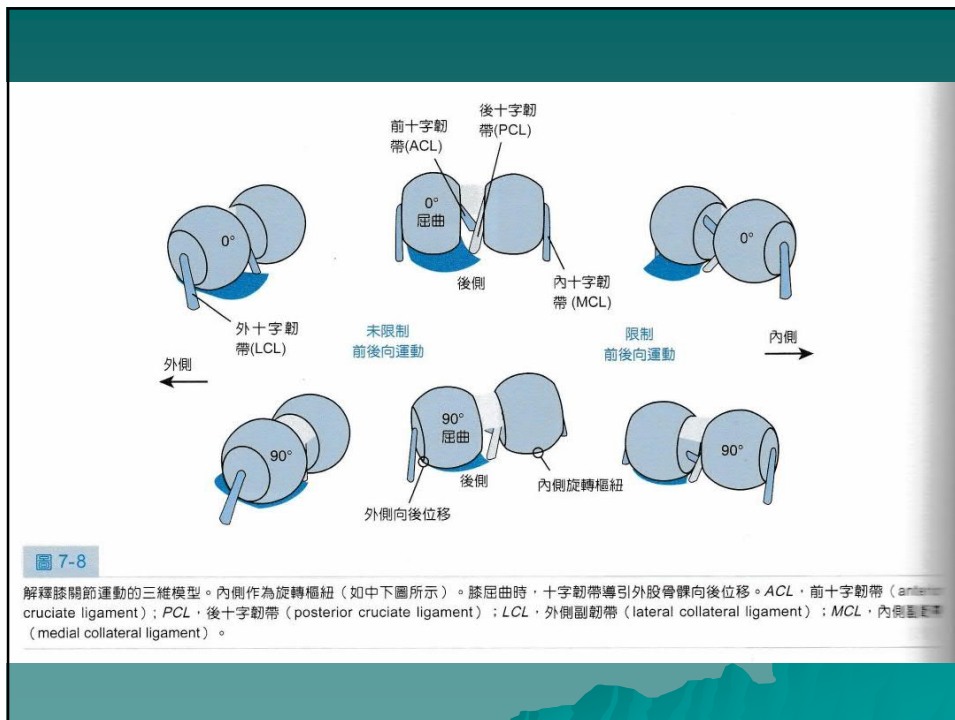
脛骨-股骨關節

- ◆ 防止股骨過度位移的機制由前後十字韌帶與股骨髁的幾何結構構成
- ◆ 股骨、脛骨、前十字韌帶、後十字韌帶組成「**四連桿機構**」



脛骨-股骨關節

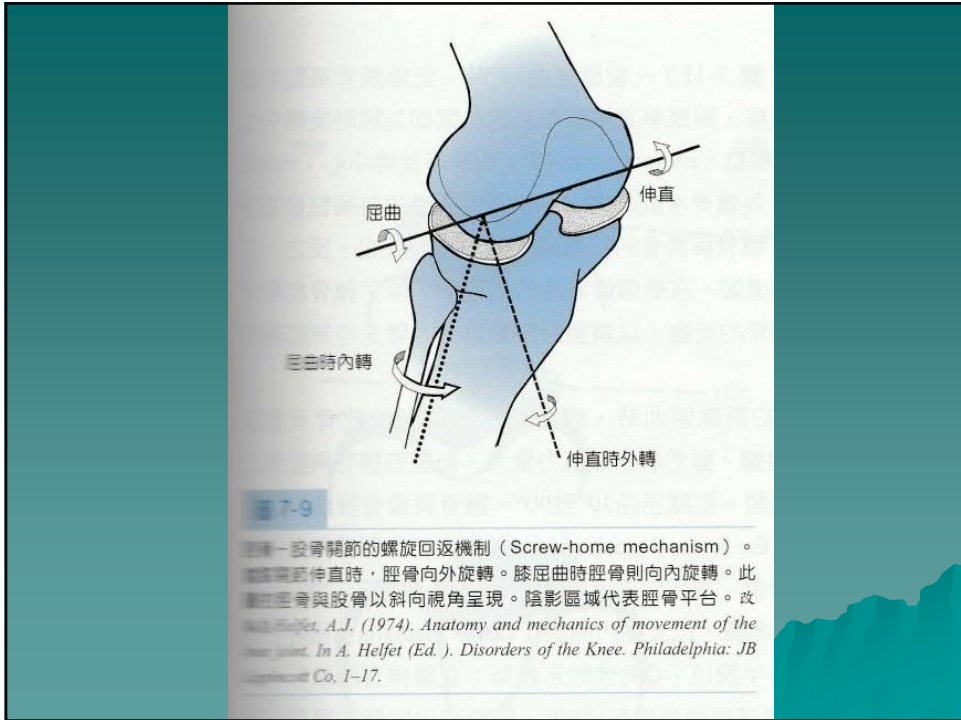
- ◆ 前十字韌帶可防止股骨相對脛骨往後滑動
- ◆ 後十字韌帶可防止股骨相對脛骨往前滑動
- ◆ 膝關節活動時股骨內髁與脛骨內髁靜止不動當旋轉軸，而外側則會產生滑動
- ◆ 當伸直時，股骨外髁位於脛骨外髁前面
- ◆ 當屈曲時，股骨外髁位相對脛骨外髁往後滑動
 - 內側副韌帶提供內髁穩定，十字韌帶則將外髁拉向後側



Screw-home mechanism

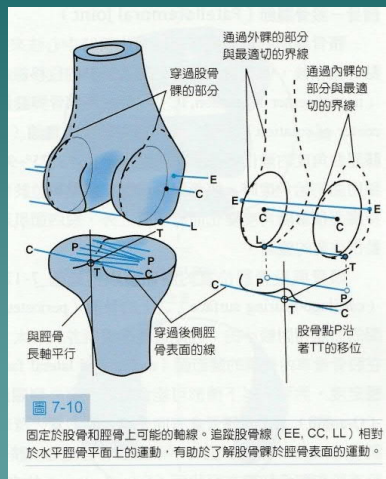
- ◆ 膝關節伸直時，脛骨相對股骨有一外轉現象
- ◆ 煞車機制：防止膝關節過度伸直
- ◆ 形成機制：
 - 股骨髁前端在矢狀面上的半徑大
 - 脛骨前外側的曲率小
 - 脛骨前內側較為向上彎曲





脛股關節的旋轉

- ◆ 連續PP線之移動發現股骨內髁與脛骨內髁水平移動很少，幾乎只是旋轉
- ◆ 股骨外髁與脛骨外髁在膝關節屈曲的過程中，會產生股骨外髁相前移動的動作

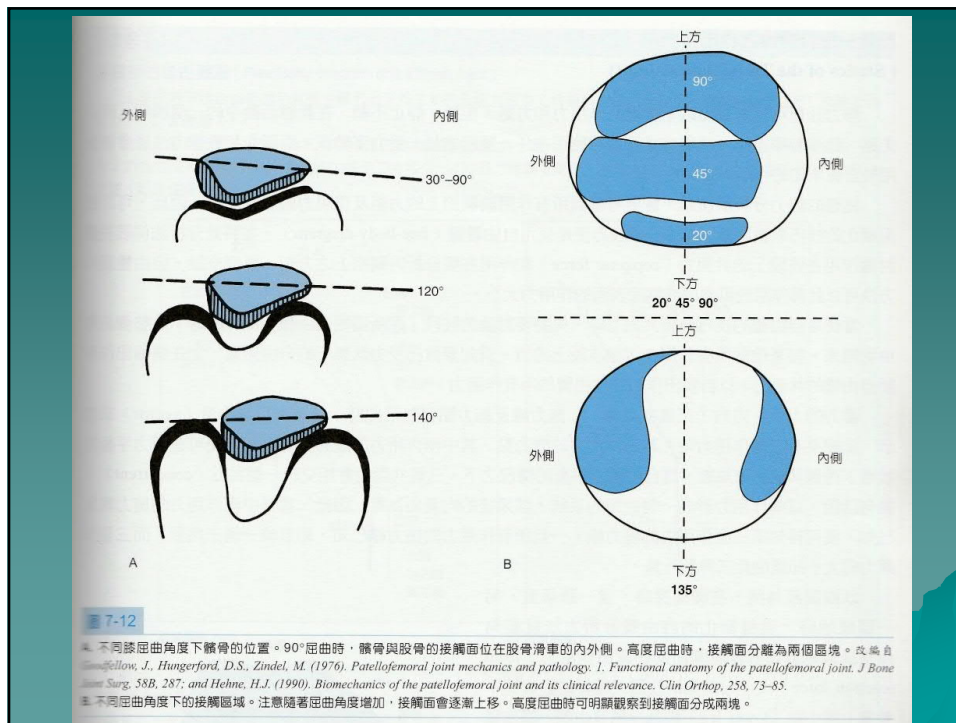


髌骨-股骨關節

- ◆ 髌骨只會與股骨相接觸
- ◆ 髌骨在膝關節屈曲時會相對股骨移動
- ◆ 髌骨與股骨的接觸面隨屈曲角度不同時而有所不同
- ◆ Q-angle大小會影響髌骨的受力與穩定
- ◆ 連接髌骨上的肌肉與韌帶會調節髌骨的位置

髌骨的滑動

- ◆ 調整股四頭肌的力臂
- ◆ 髌骨與股骨的接觸面隨膝屈曲而改變
 - 伸直時，髌骨最下緣與股骨滑車最上緣的骨膜相接觸
 - 屈曲 20° ~ 90° 時，接觸面從髌骨下緣一到髌骨上緣
 - 屈曲 135° 時，接觸面則為髌骨內外側緣
 - 不同屈曲角度的接觸面會有重疊

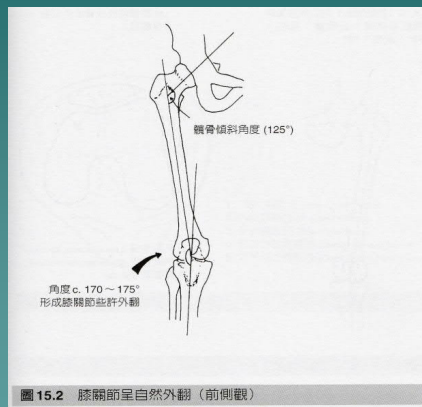
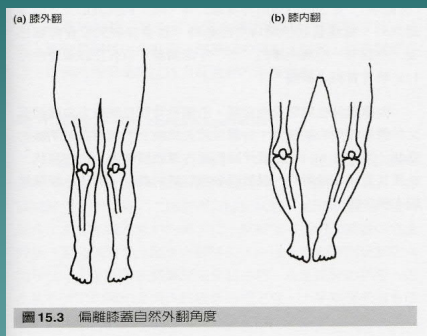
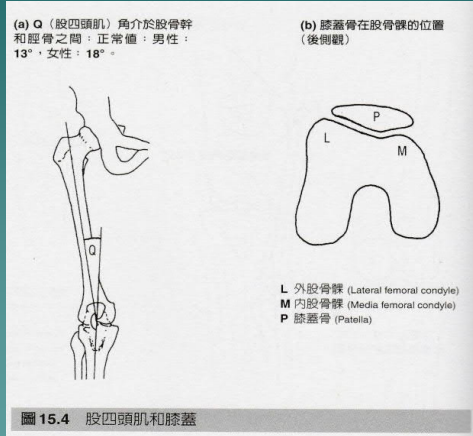


髌骨的穩定

- ◆ 髌骨外型與股骨滑車吻合度高，提供直接的穩定度
- ◆ 造成不穩定的因素：
 - Q-angle 過大
 - 股骨滑車外側過淺
 - 內側廣肌和外側廣肌肌力不平衡

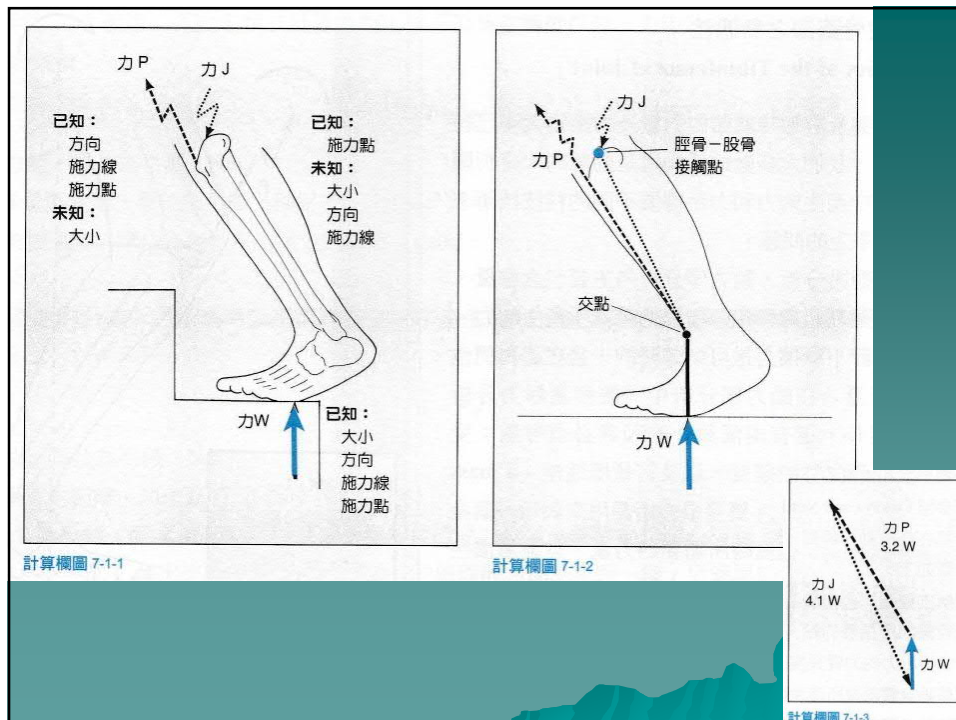
Q-angle

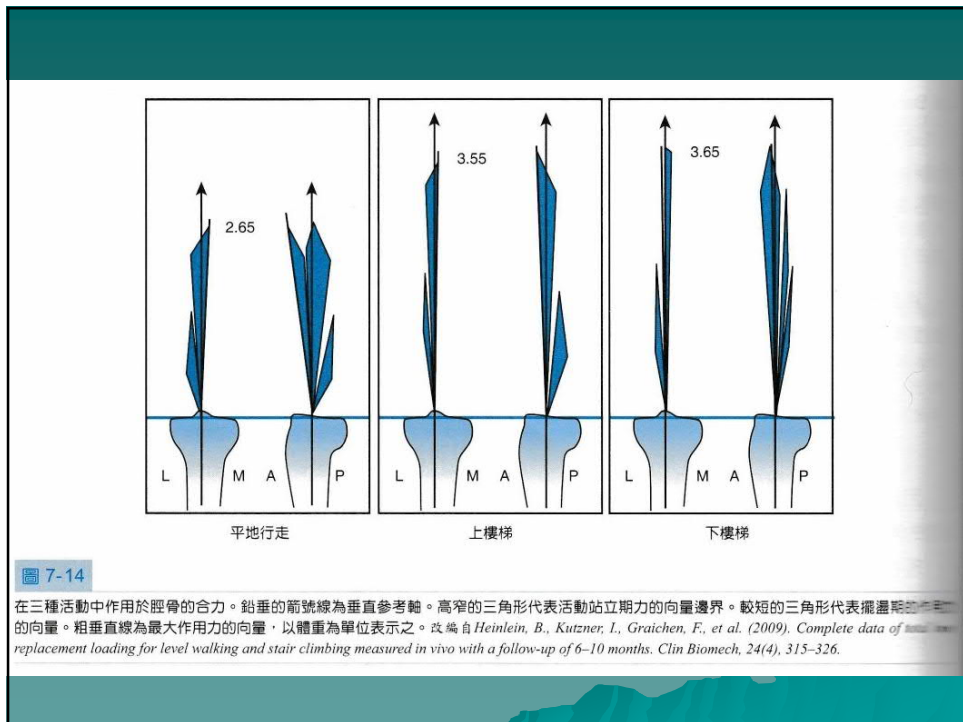
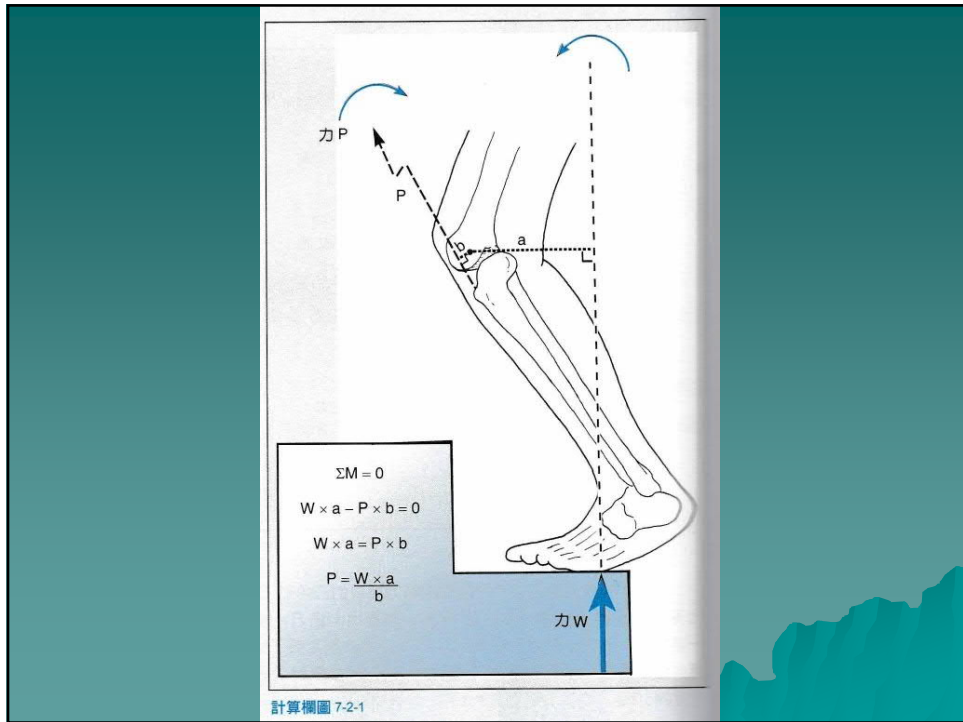
- ◆ 膝關節伸直時，股直肌與髌骨韌帶的夾角



運動力學

- ◆ 關節力量與力矩的靜態與動態分析
- ◆ 靜態：靜止或等速運動
 - 合力為零 ($\Sigma F=0$)
 - 合力矩為零 ($\Sigma M=0$)
- ◆ 動態：受外力影響產生加速或減速
 - 作用力合力不為零：加速度不為零
 - 作用力矩不為零：角加速度不為零





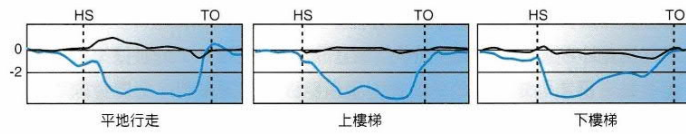


圖 7-15

三項活動時的軸向力矩（幅度較小的黑色曲線），以及內翻力矩（大幅度的藍色曲線）。正值為內轉與外翻力矩。HS，腳跟著地（heel-strike）；TO，腳尖離地（toe-off）；0，-2 以 % BW × m 為單位。

膝關節穩定度

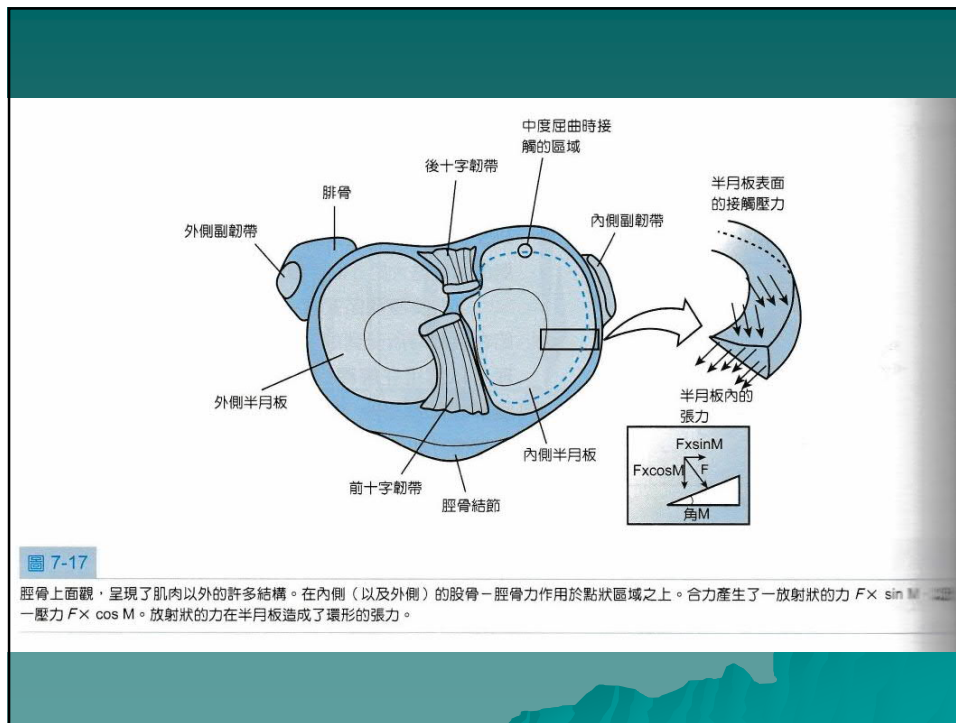
- ◆ 靜態穩定要素：
 - 骨結構
 - 半月軟骨
 - 韌帶及關節囊
- ◆ 動態穩定要素：
 - 周邊肌肉
- ◆ 十字韌帶
 - 前後穩定
 - 內外轉穩定
- ◆ 側副韌帶
 - 內外翻穩定
- ◆ 半月軟骨
 - 過度旋轉或位移時提供穩定
 - vedio

膝關節穩定

- ◆ 前十字韌帶
 - 膝伸直：承受75%的脛骨前移力量
 - 膝屈曲時：承受90%~10%的前移力量
- ◆ 後十字韌帶
 - 膝屈曲 30° ~ 90° 時：承受85%~100%的後移力量

膝關節穩定

- ◆ 內側副韌帶
 - 承受50%外翻力量
 - 其餘由關節囊與前十字韌帶承受
- ◆ 外側副韌帶
 - 承受55%的內翻力量
 - 其餘由**髂脛束**與關節囊承受
- ◆ 膝屈曲 20° ~ 40° 時會有內轉鬆弛現象
 - 由內側副韌帶與前十字韌帶限制之

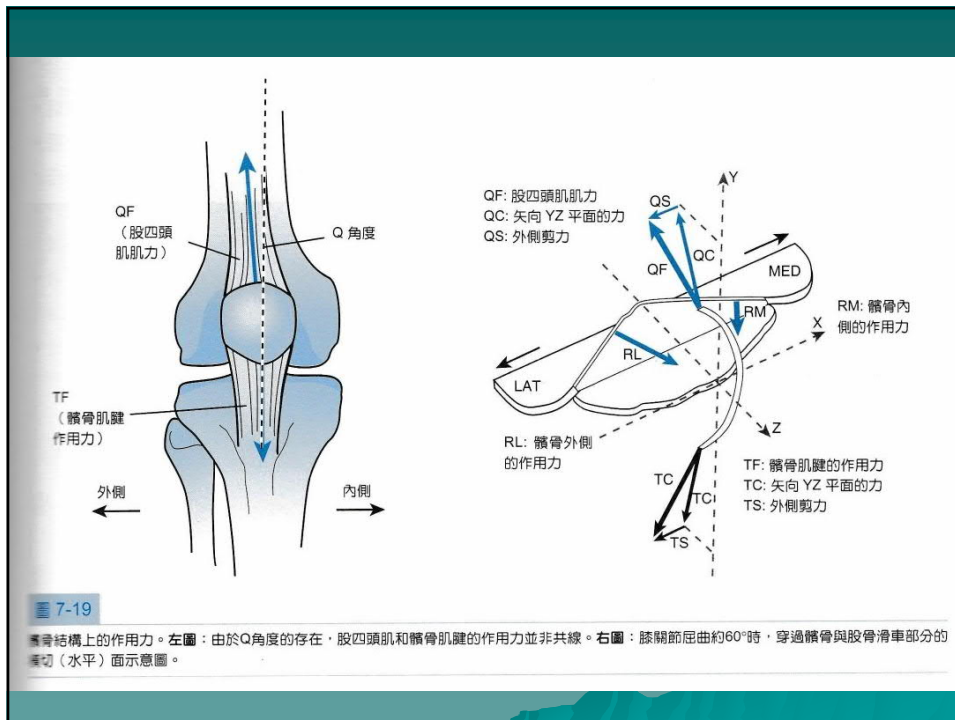
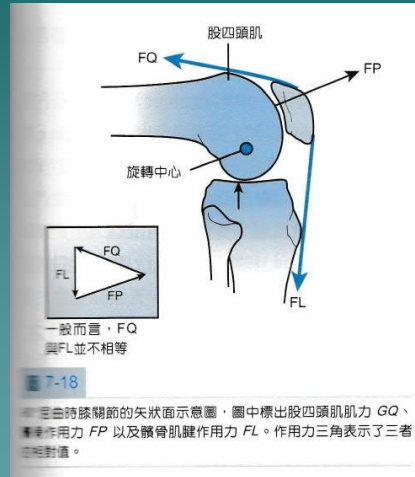


動態穩定要件


- ◆ 股四頭肌、膕旁肌、髂脛束提供
- ◆ 膕旁肌提供脛骨前移與內轉的穩定度
- ◆ 日常活動中，股四頭肌與膕旁肌會共同收縮，提升穩定度

髌骨的功能

- ◆ 增加股四頭肌的力臂
- ◆ 增加股四頭肌的機械效率



髕骨穩定

- ◆ 額狀面上，股四頭肌與髕骨韌帶的力線不在一直線上
- ◆ 膝外翻角度越大，Q-angle越大
- ◆ 由於screw home mechanism的關係，膝伸直時Q-angle會增加
- ◆ 股骨外側髌斜率與高度可以增加髕骨外側穩定
- ◆ 膝伸直時，股骨髌很淺，所以容易半脫位
- ◆ vedio 

Q & A