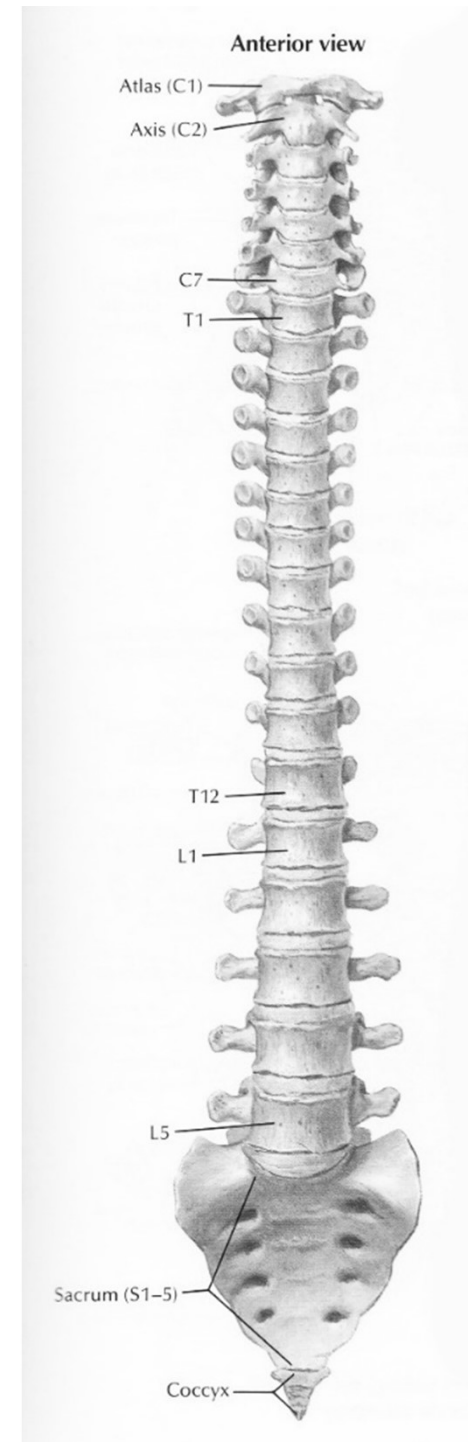


# 脊椎生物力學

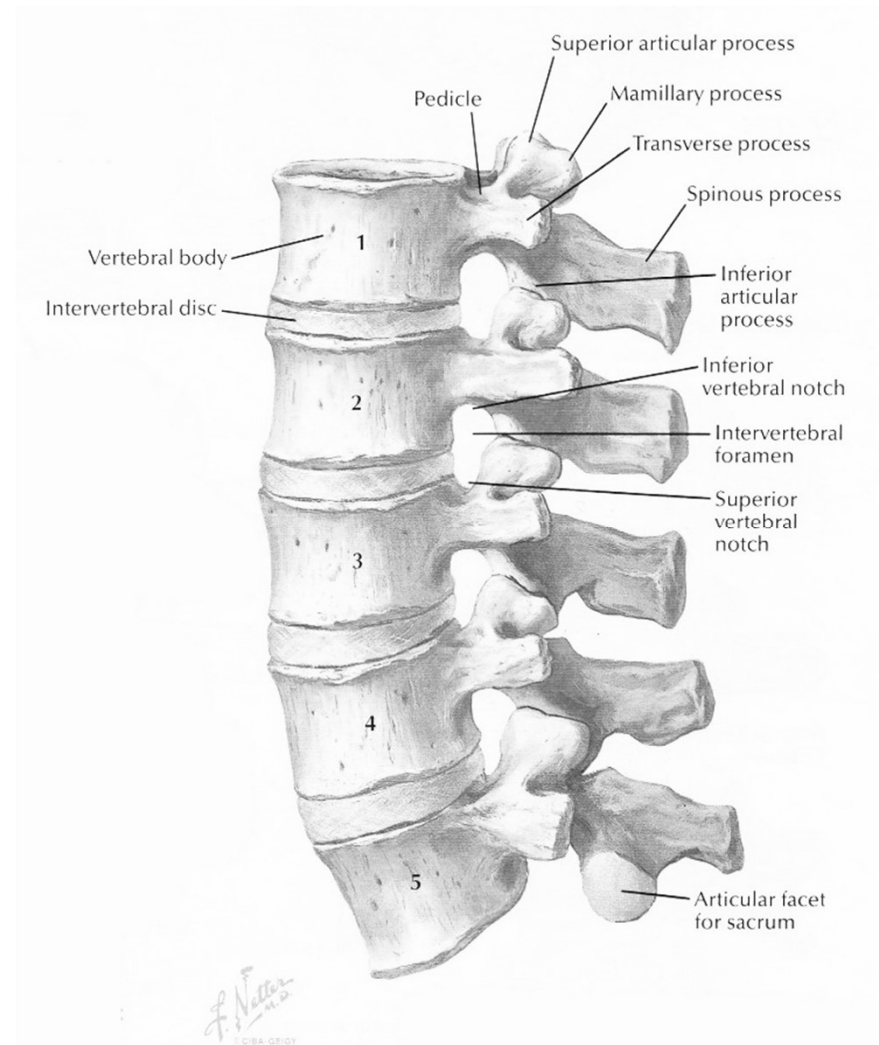
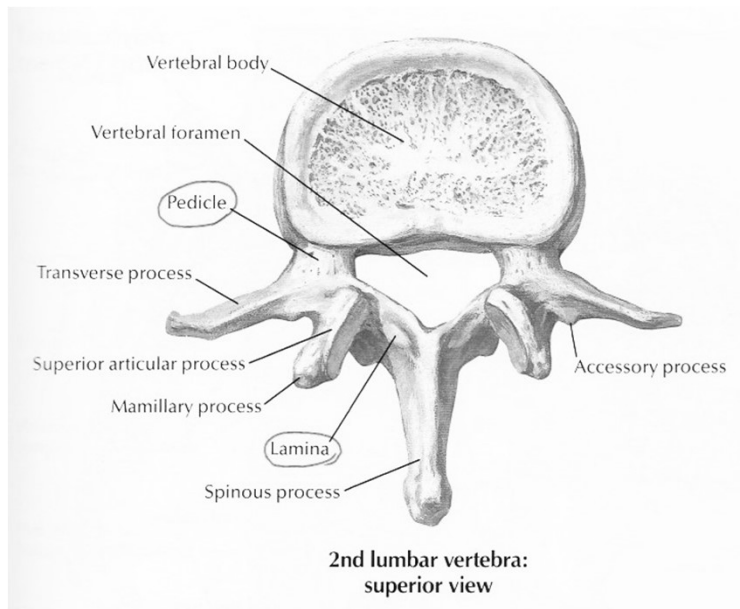
# 脊椎的解剖構造

- 共26椎體
  - 頸椎（7節）
  - 胸椎（12節）
  - 腰椎（5節）
  - 薦椎（融合成1節）
  - 尾椎（融合成1節）



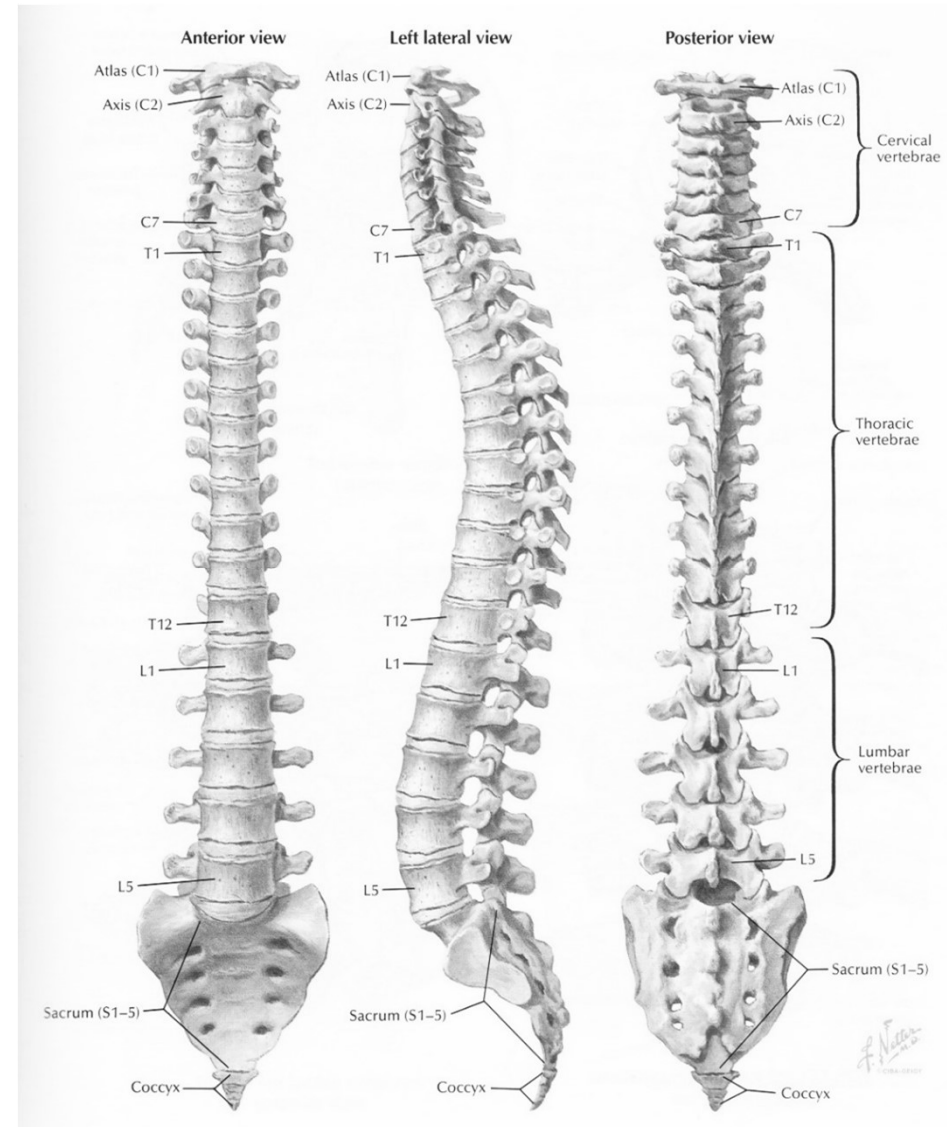
# 脊椎的解剖構造

- 每兩個椎體間有椎間盤
- 脊椎後側形成脊髓腔，保護脊髓。

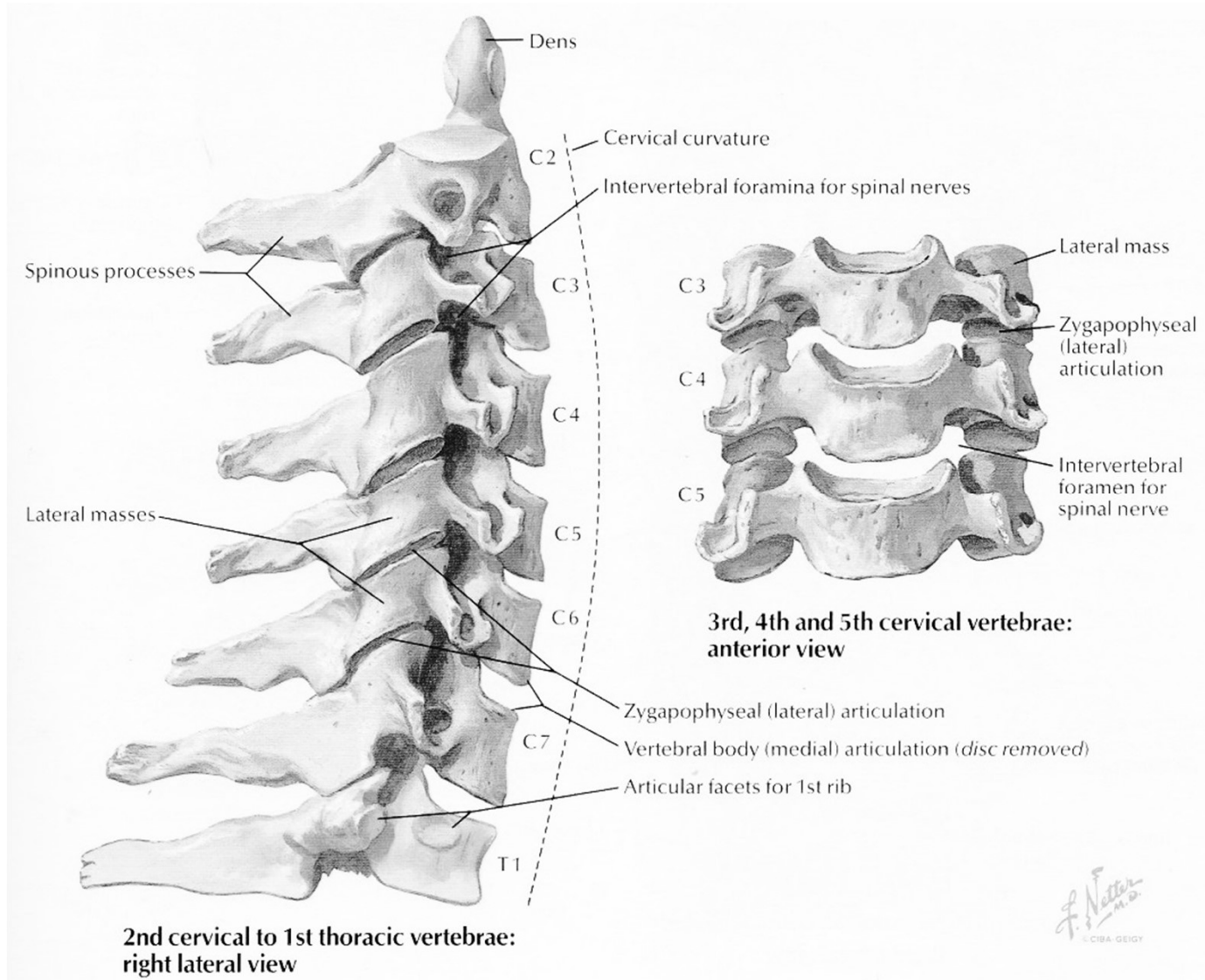


# 脊椎的解剖構造

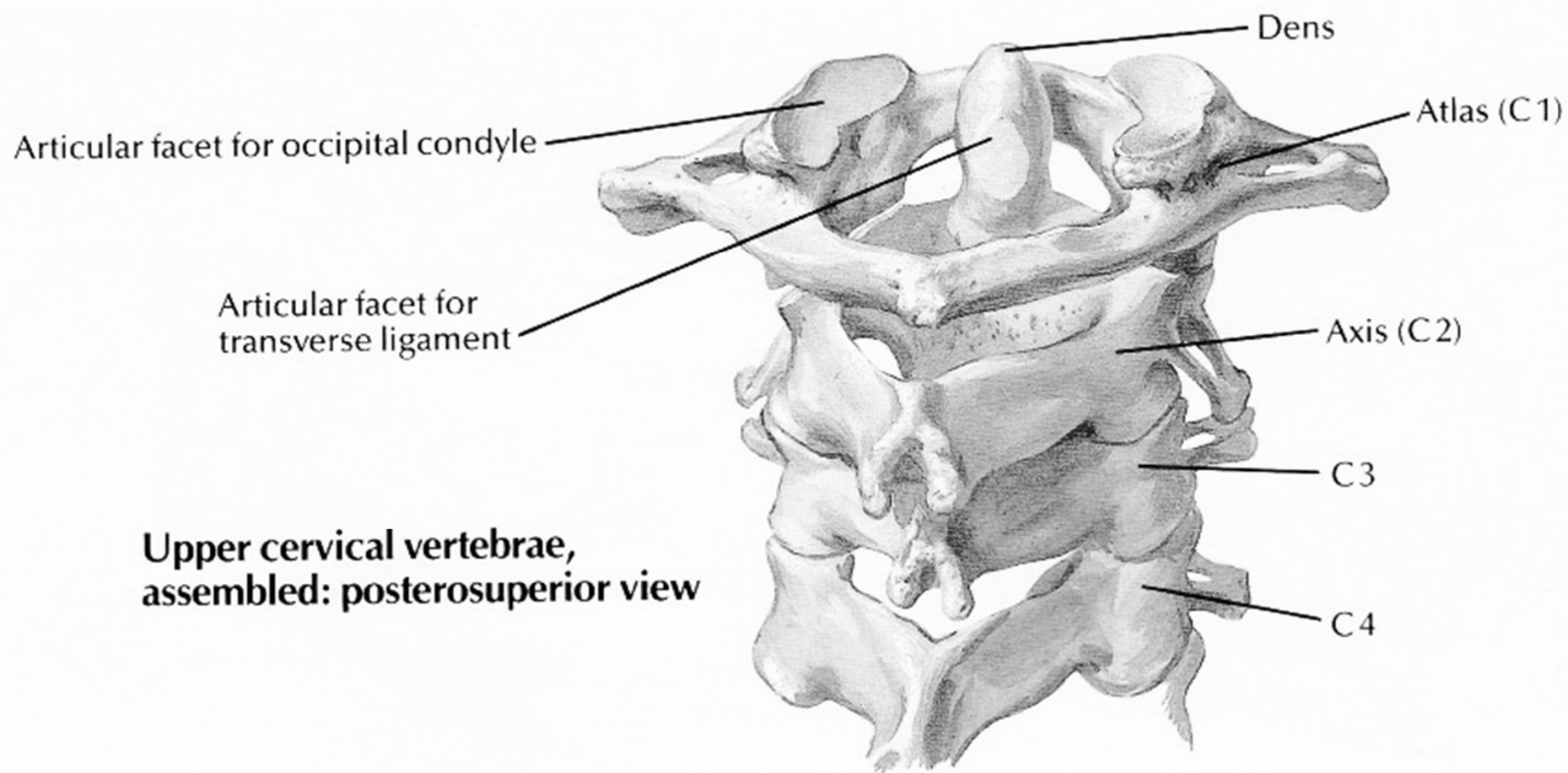
- 脊椎有四個弧：
  - 頸椎和腰椎前凸
  - 胸椎與薦椎後凸
  - 有助於分散壓力與張力
  - 交界處易受損
- 韌帶、肌肉提供動靜態穩定



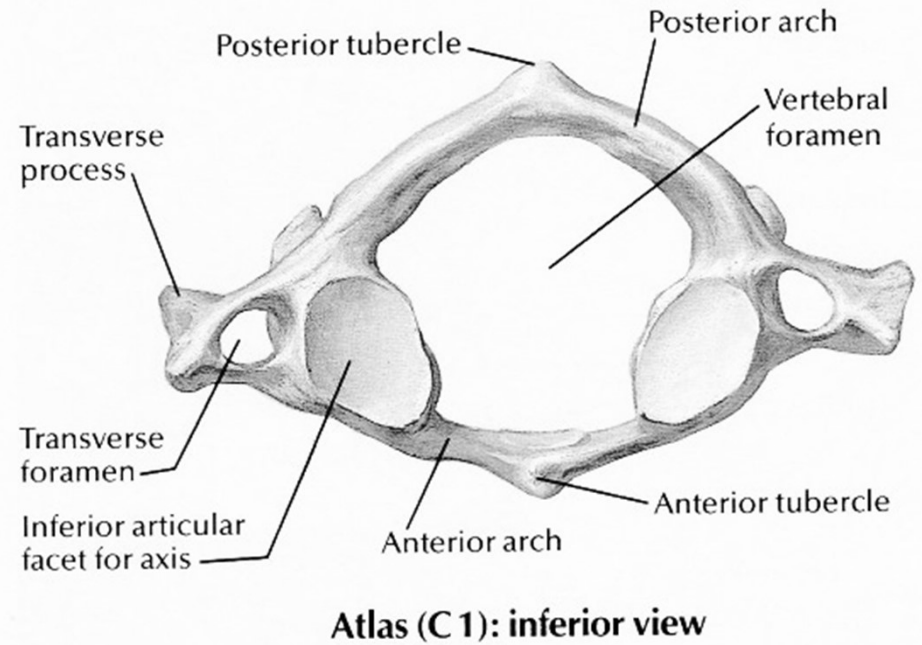
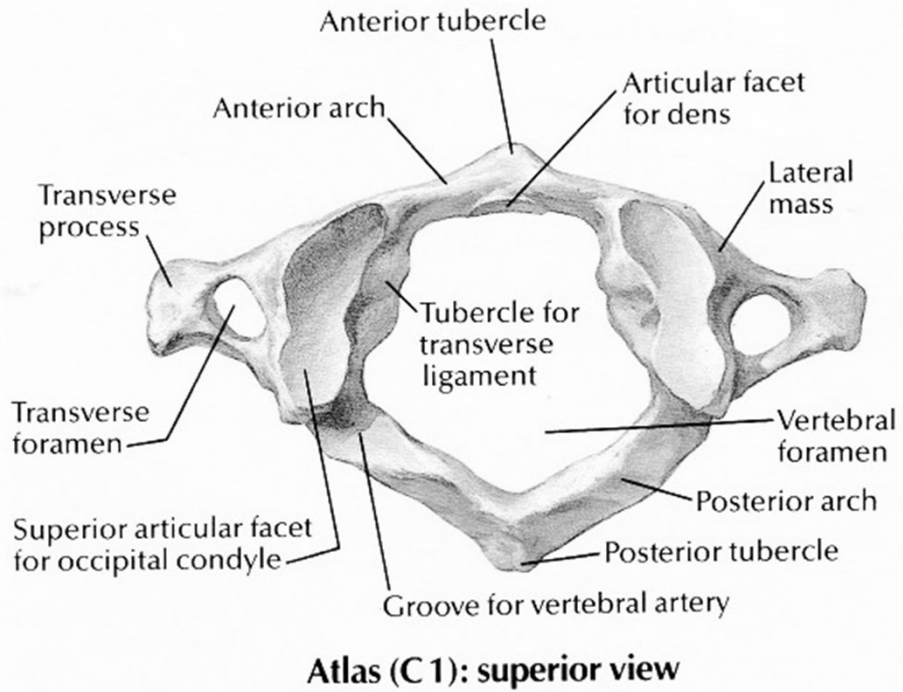
# 頸椎



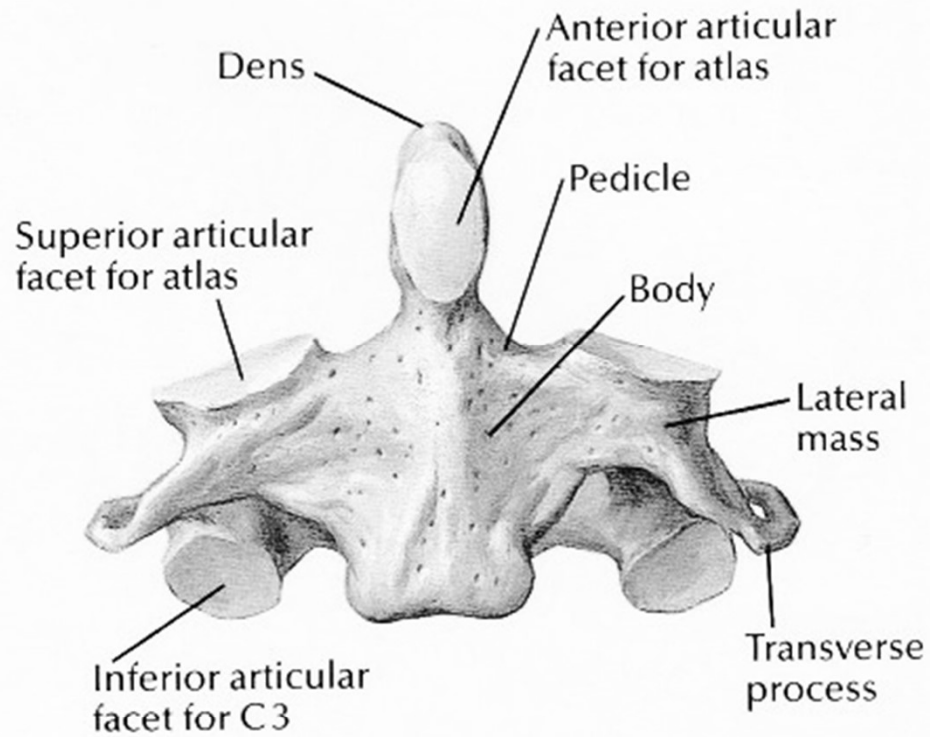
# 上頸椎



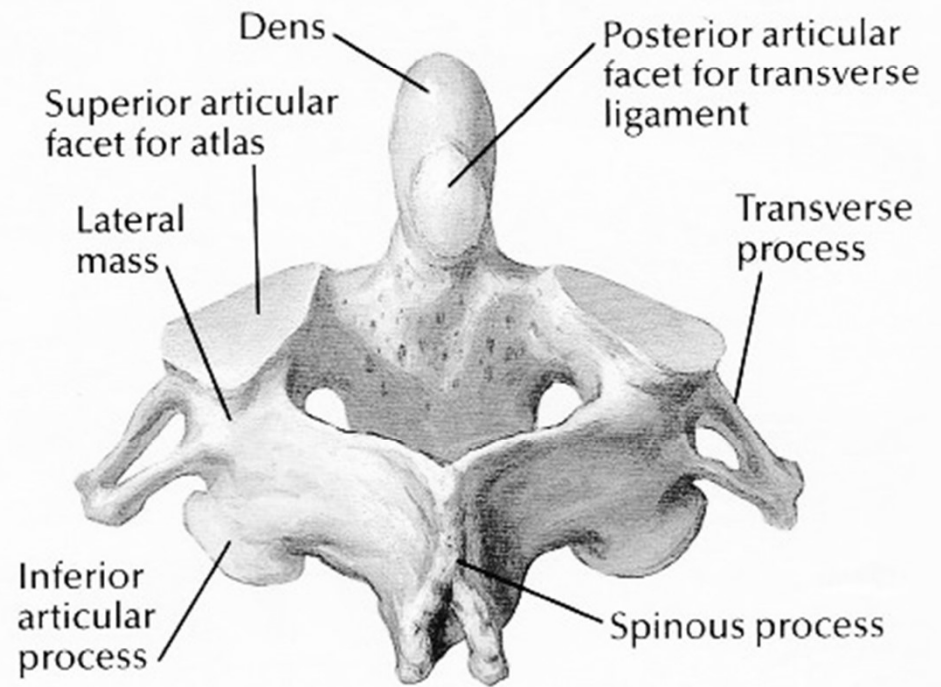
# 環椎



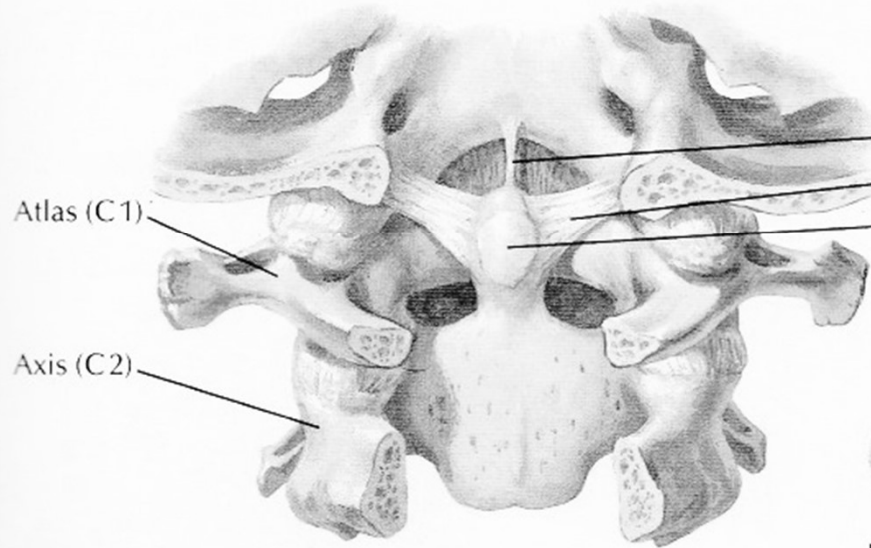
# 樞椎



**Axis (C2): anterior view**



**Axis (C2): posterosuperior view**

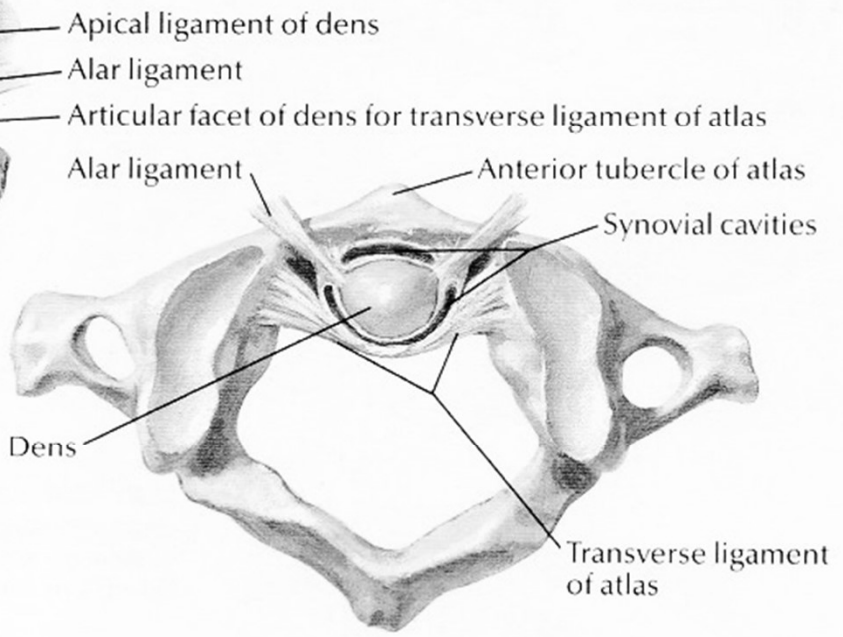


Atlas (C1)

Axis (C2)

**Cruciform ligament removed to show deepest ligaments: posterior view**

**Principal part of tectorial membrane removed to expose deeper ligaments: posterior view**



Apical ligament of dens

Alar ligament

Articular facet of dens for transverse ligament of atlas

Alar ligament

Anterior tubercle of atlas

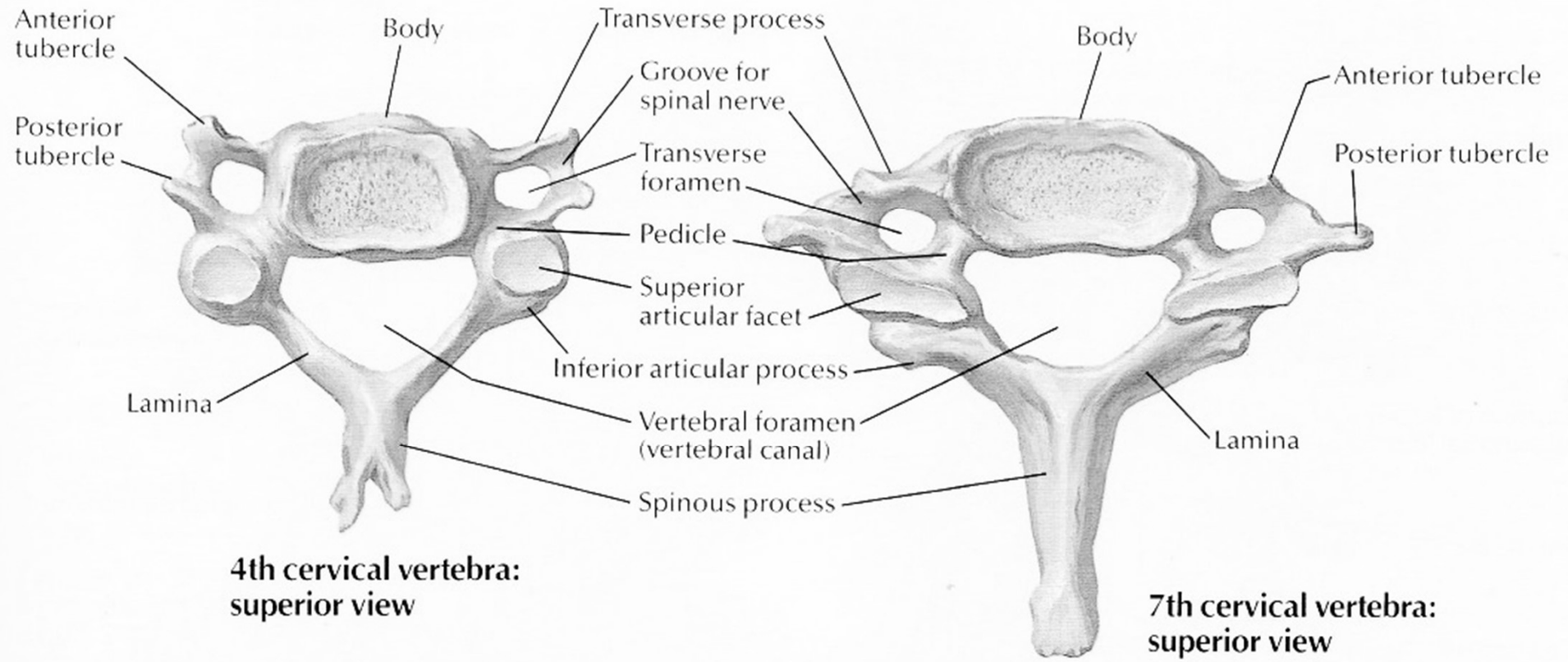
Synovial cavities

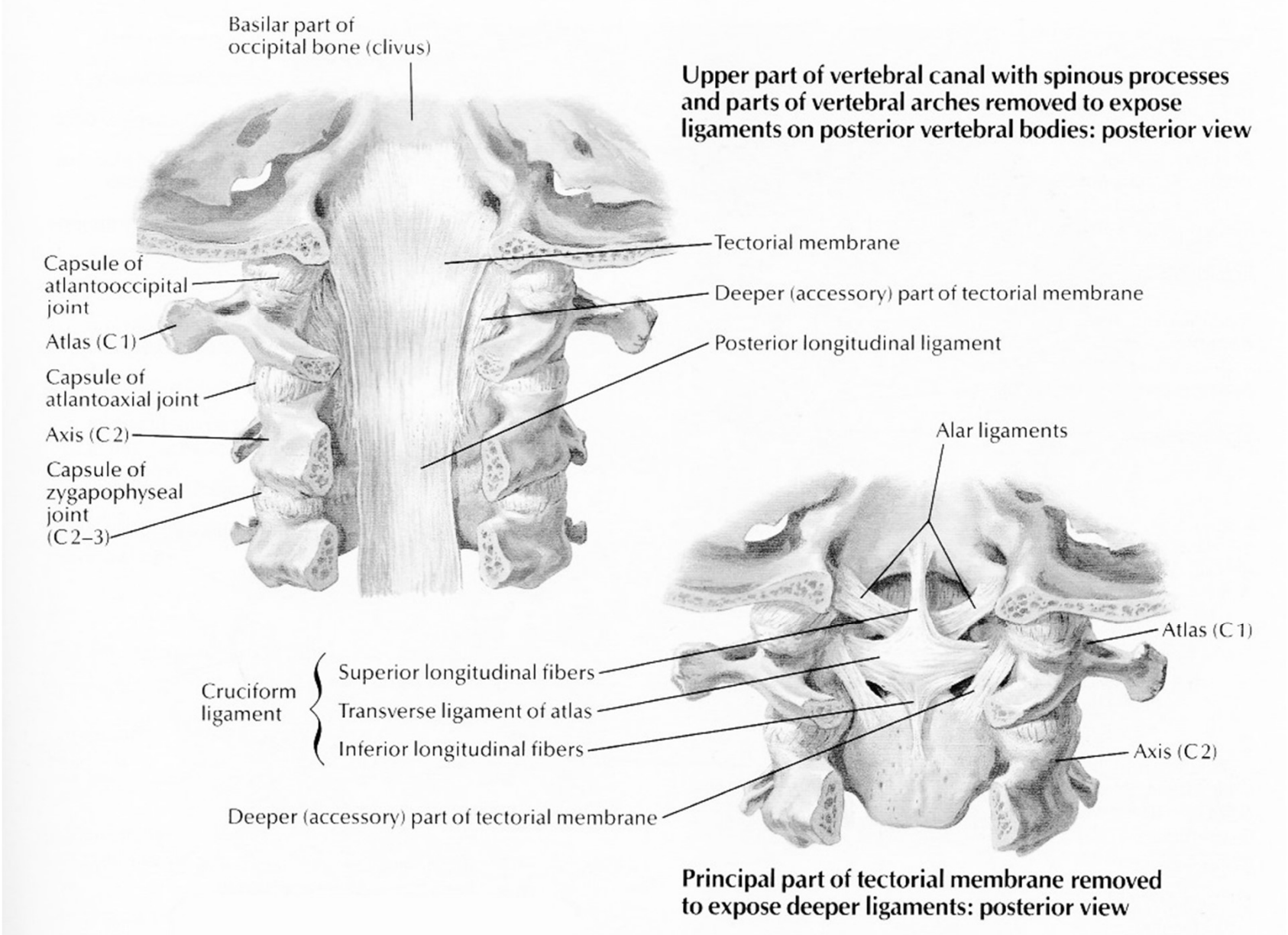
Dens

Transverse ligament of atlas

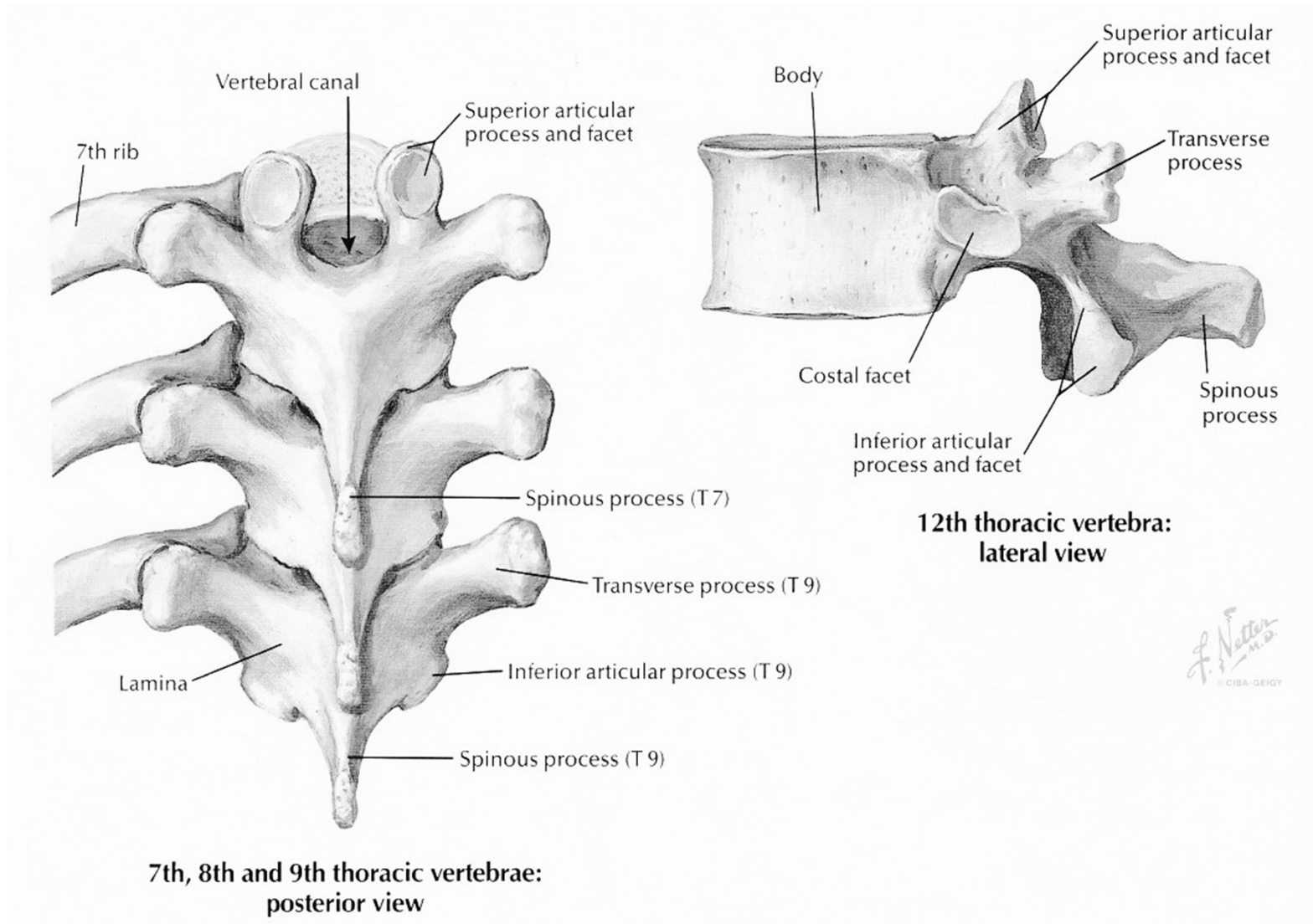
**Median atlantoaxial joint: superior view**

# 3rd~7<sup>th</sup>頸椎

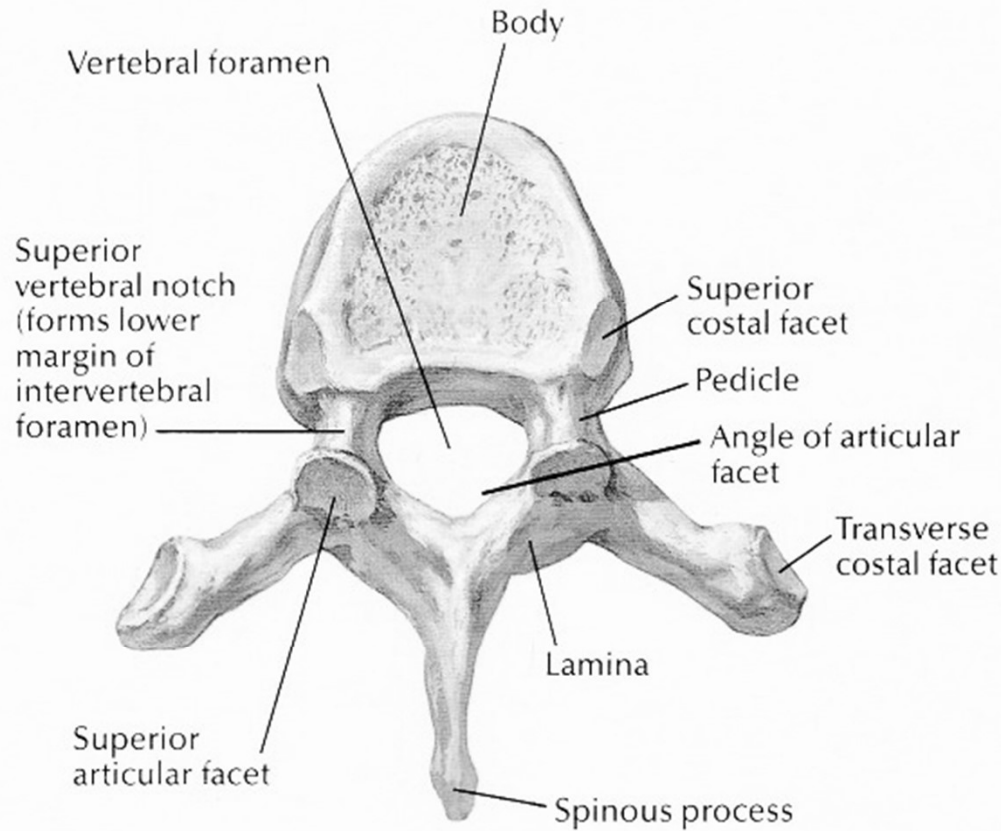




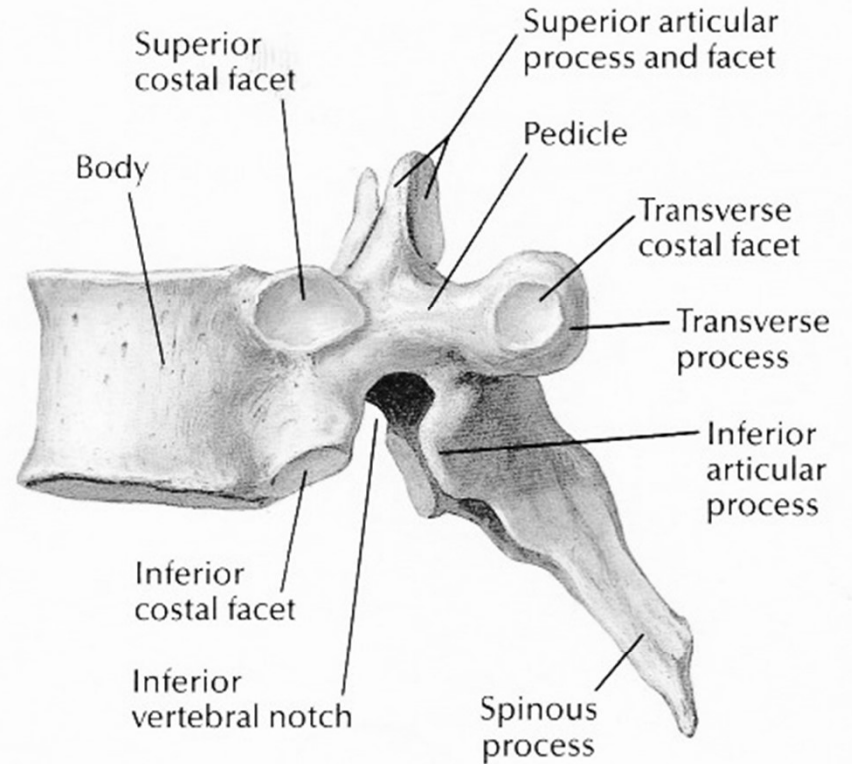
# 胸椎



# 胸椎

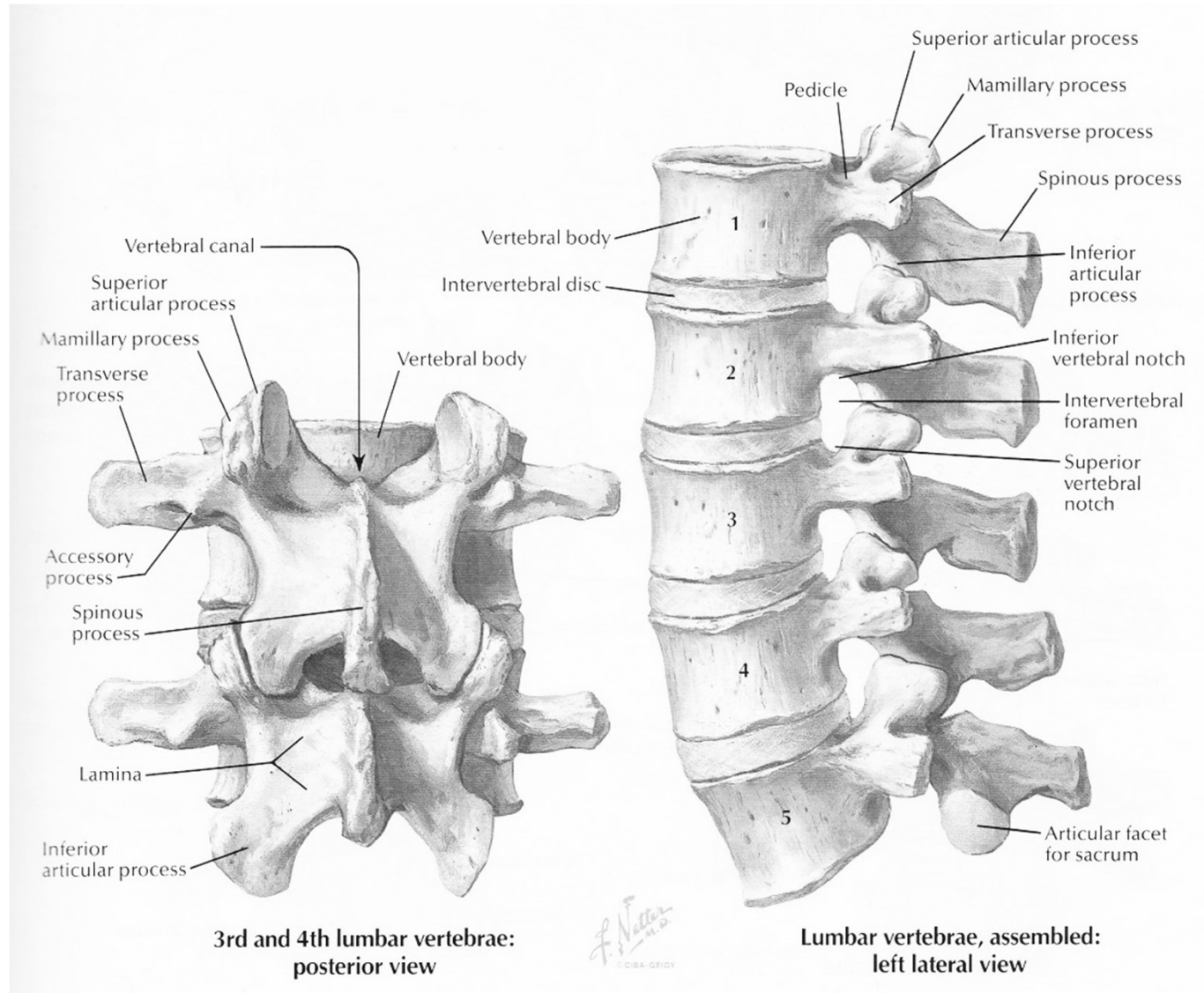


**6th thoracic vertebra:  
superior view**

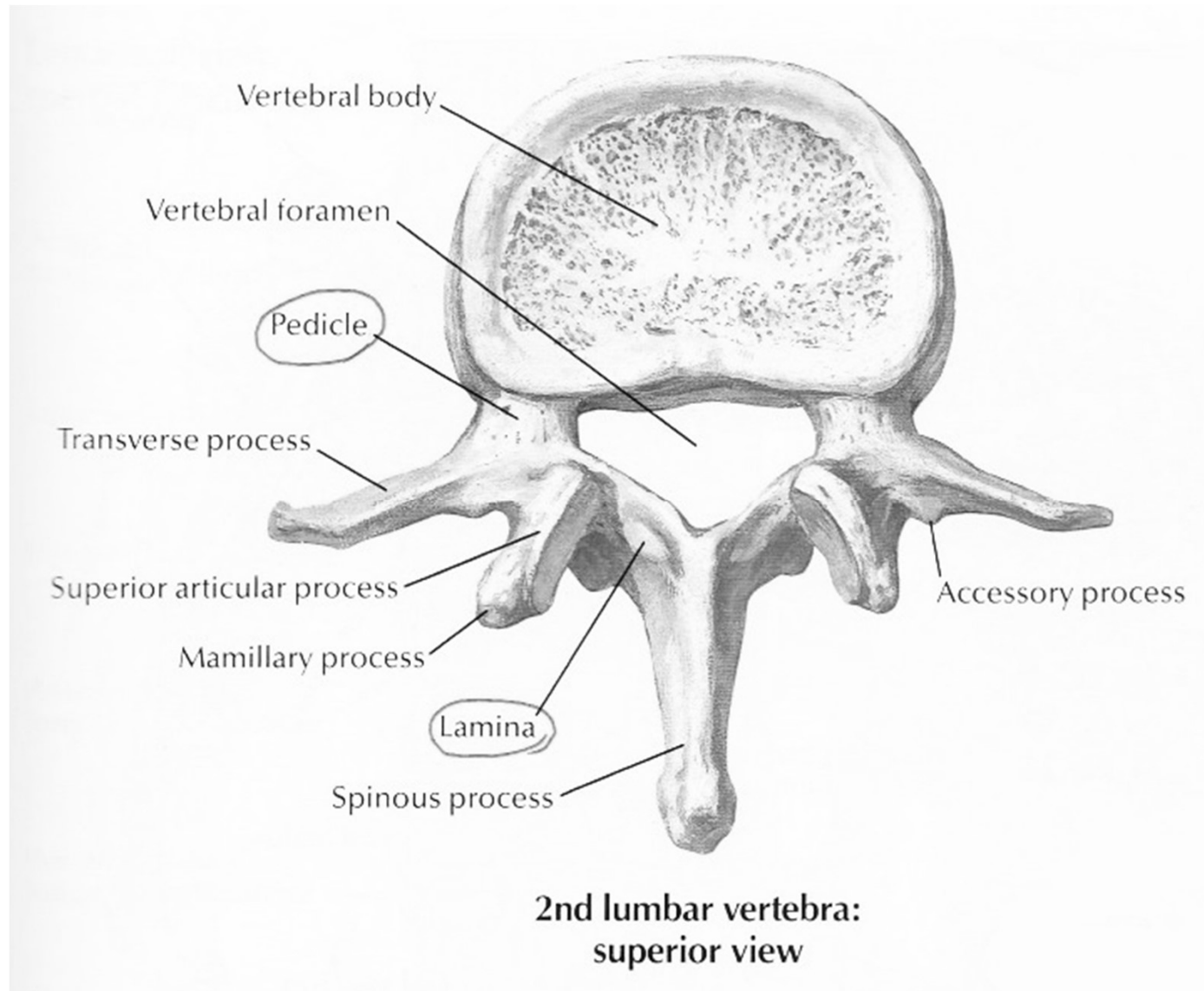


**6th thoracic vertebra:  
lateral view**

# 腰椎



# 腰椎



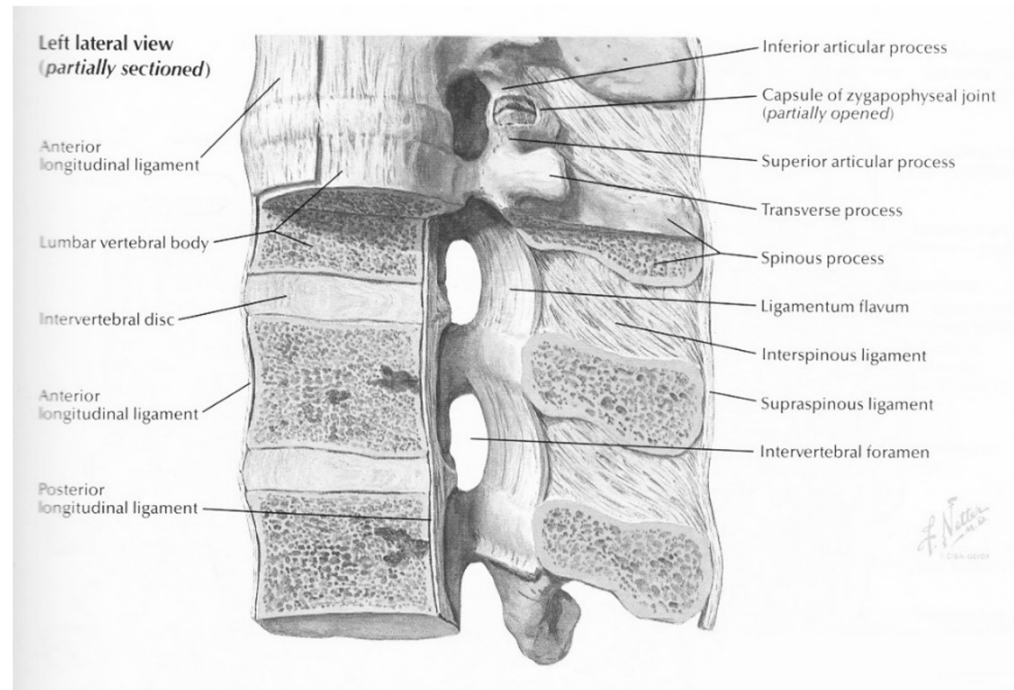


# 脊椎的主要功能

- 穩定軀幹，支撐頭顱
- 保護腦幹、脊髓，以及相關的血管與神經
- 緩衝地面反作用力
- 吸收緩解頭部所受的衝擊力
- 將頭與軀幹的負重傳遞至骨盆
- 讓力量在四肢傳遞，達到動作目的與平衡

# 脊椎的功能單位

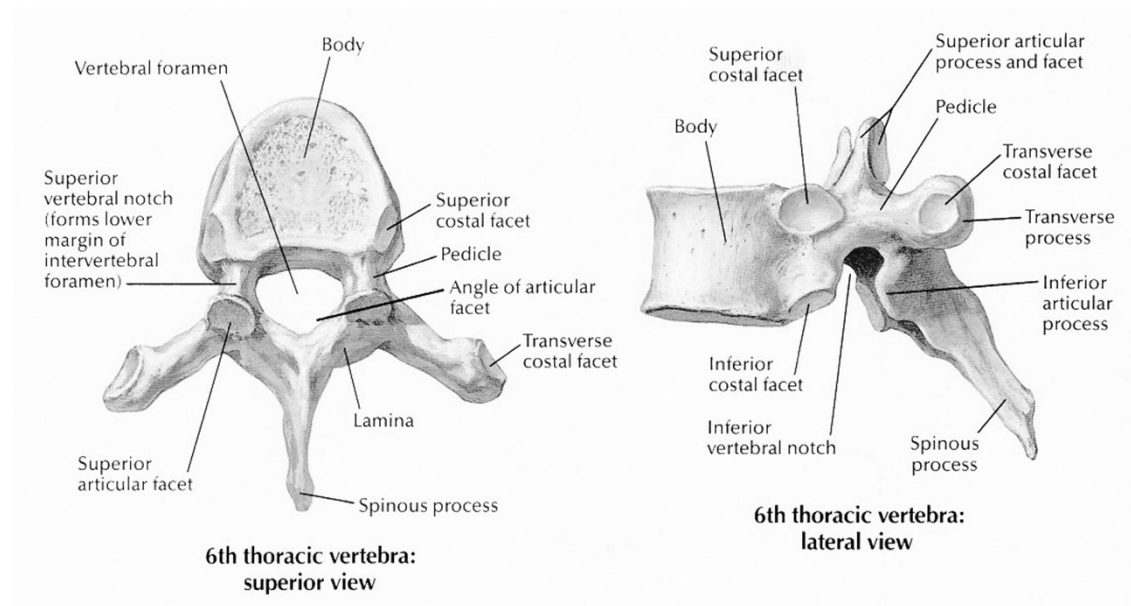
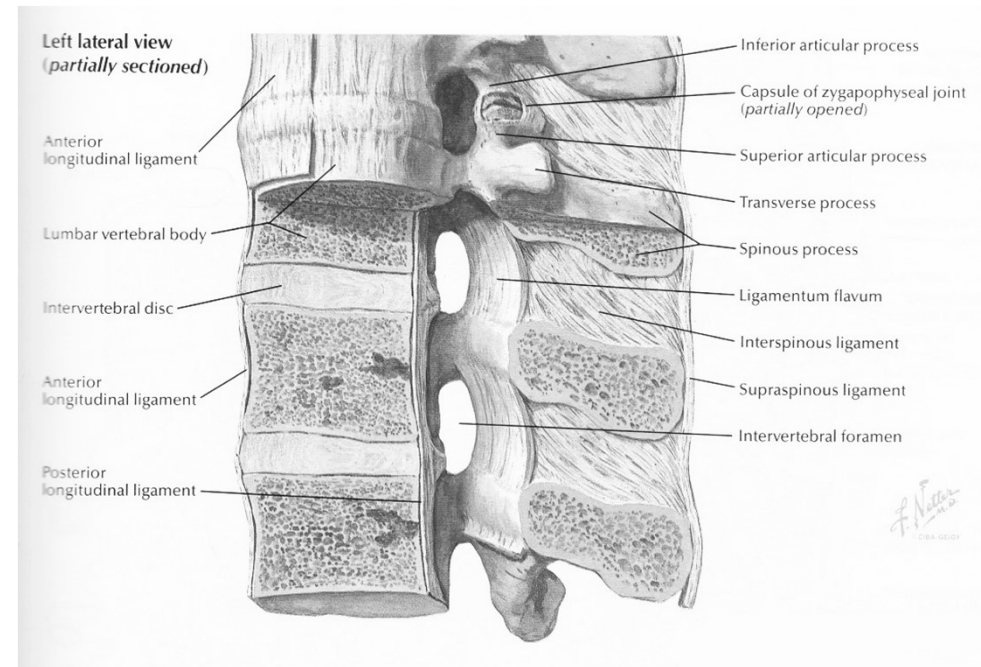
- 或稱動作結段
- 兩相鄰脊椎體
- 介於其間的軟組織
- 前側
  - 椎體
  - 椎間盤
  - 前縱韌帶



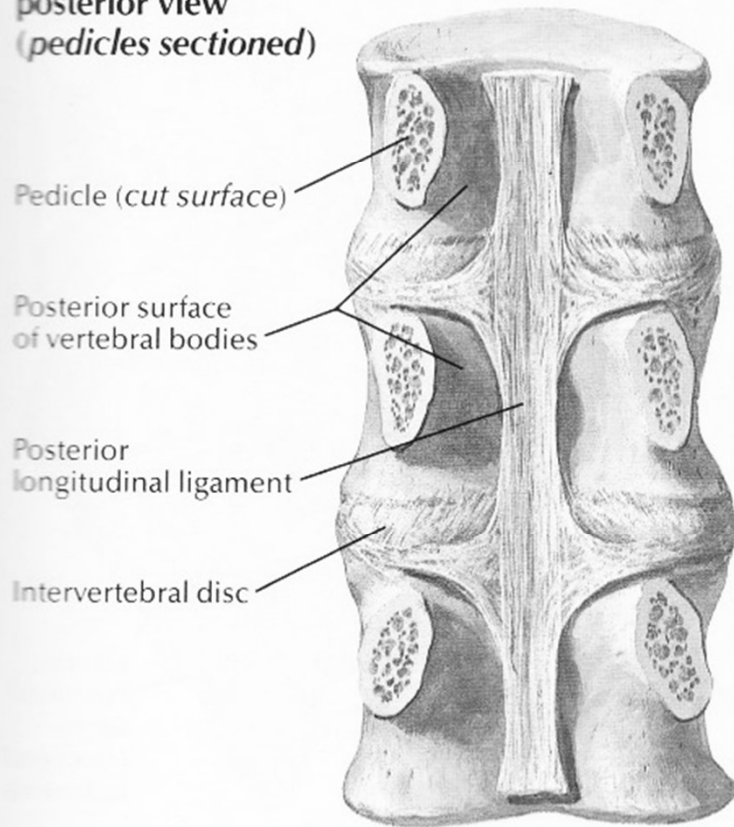
# 脊椎的功能單位

## ● 後側

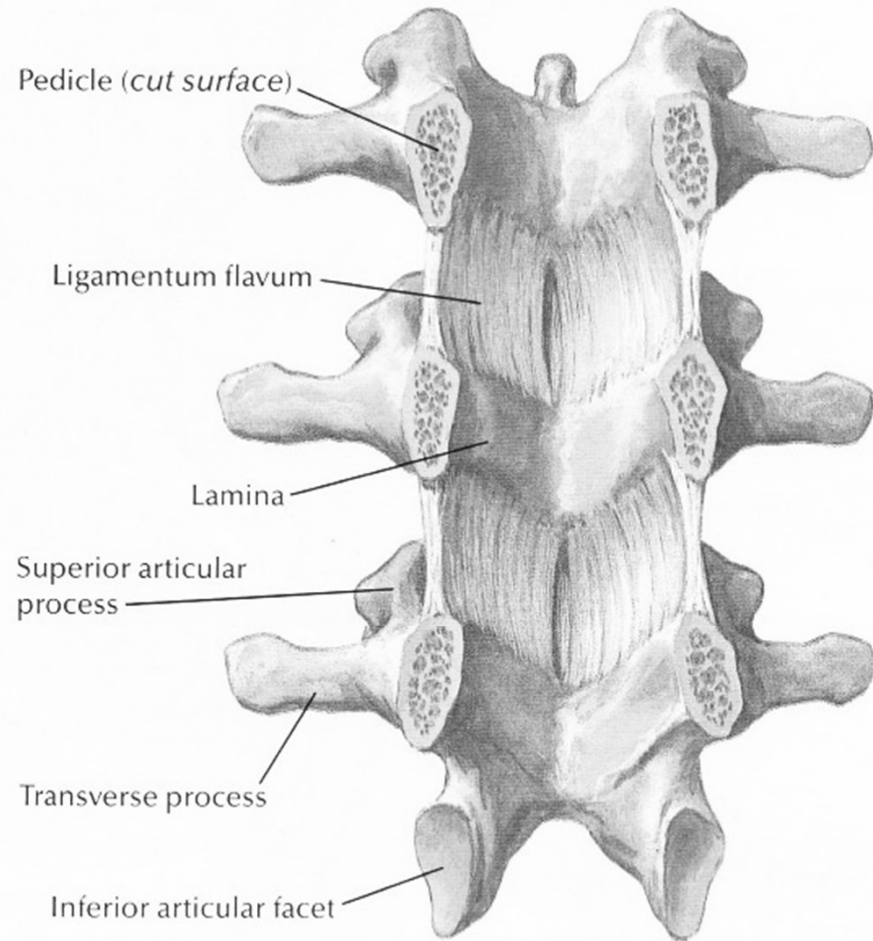
- 椎弓：椎腳、椎板
- 小面關節與關節囊
- 棘突
- 橫突
- 橫突間韌帶
- 後縱韌帶
- 黃韌帶
- 棘間韌帶
- 棘上韌帶

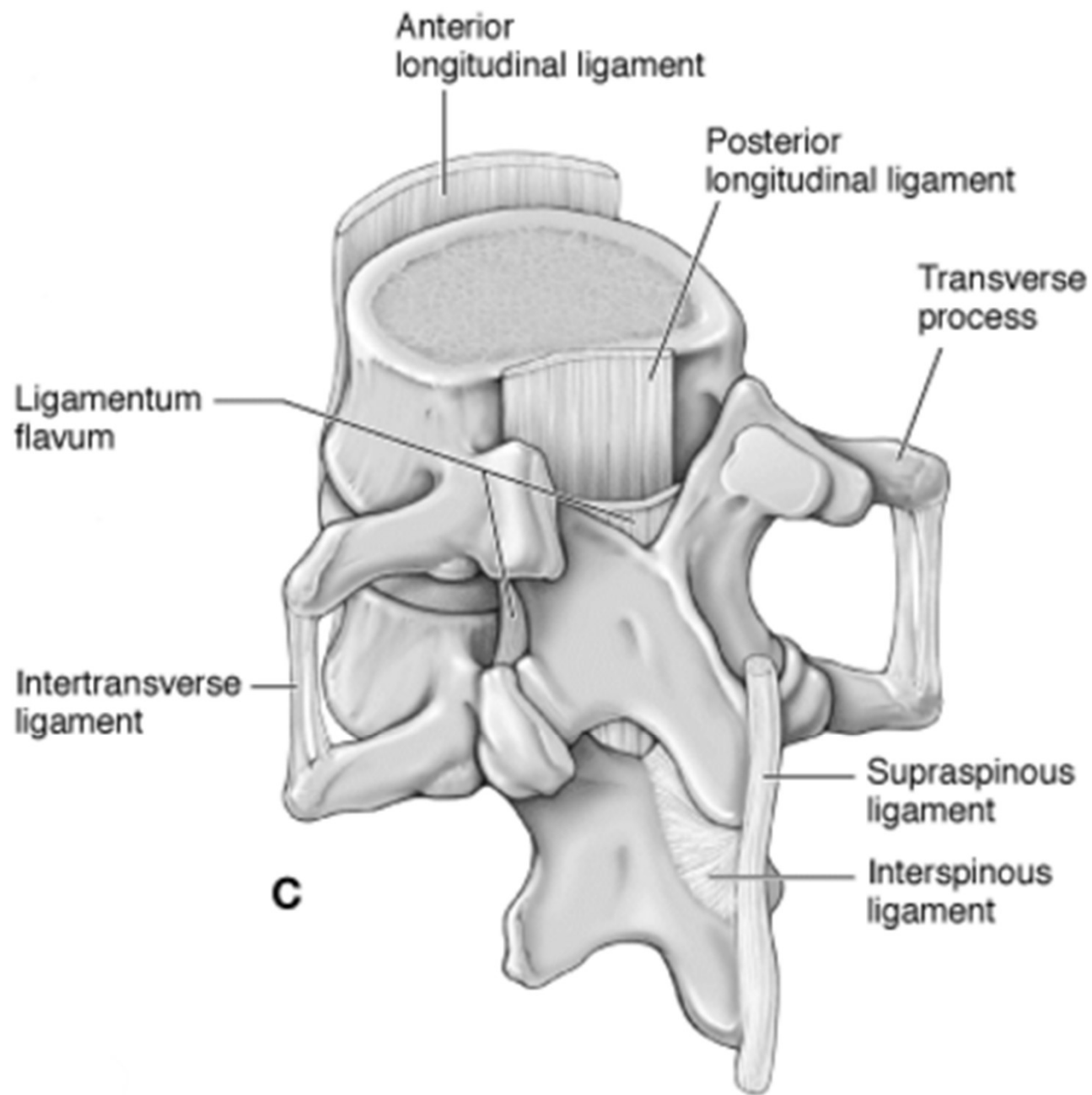


**Anterior vertebral segments:  
posterior view  
(pedicles sectioned)**



**Posterior vertebral segments:  
anterior view**





# 脊椎的功能單位

## ● 椎體

- 主要承受壓力負載
- 壓力由上而下傳遞，逐漸變大
- 腰椎大，是因為要承受較大負載

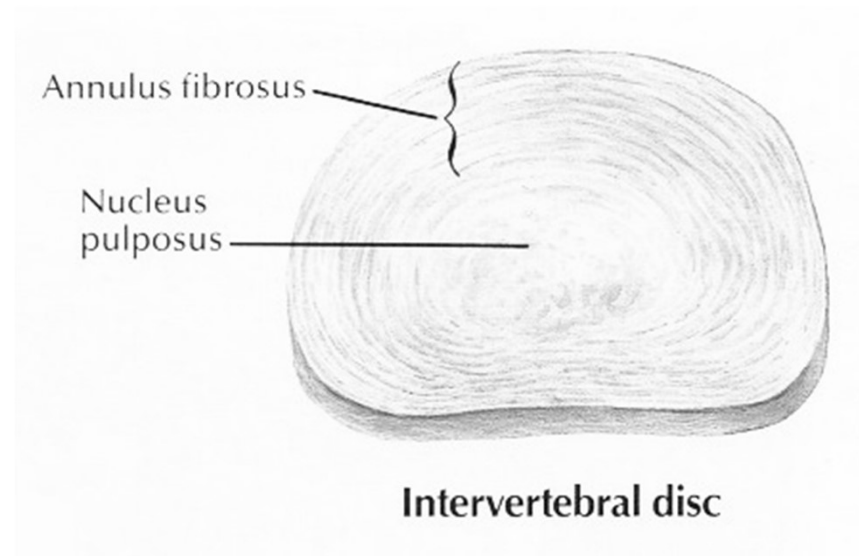
## ● 椎間盤

- 在力學與功能上極為重要
- 腰椎椎間盤每日進出的水分為**20%**，起床後第一小時損失最多
- 無血管組織，依靠擴散作用
- 構成脊柱**1/3**的高度

# 椎間盤的構造

## ● 髓核：

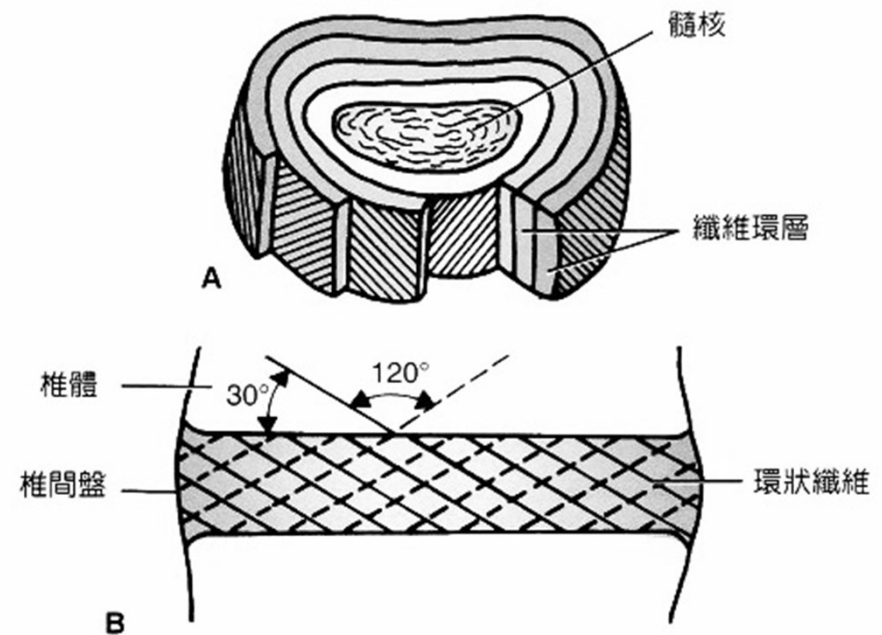
- 凝膠狀，親水性醣胺聚醣，具黏彈性
- 年輕含90%水→年老含78%水
- 只含第II型膠原蛋白
- 蛋白多醣含量比纖維環多

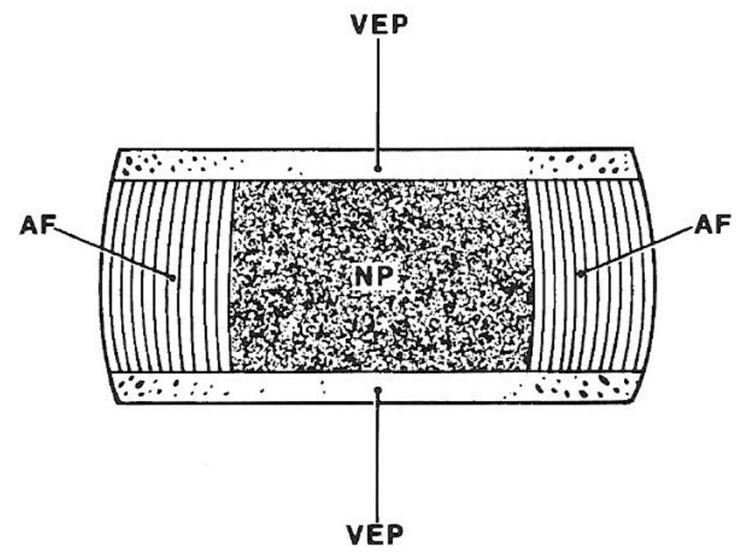
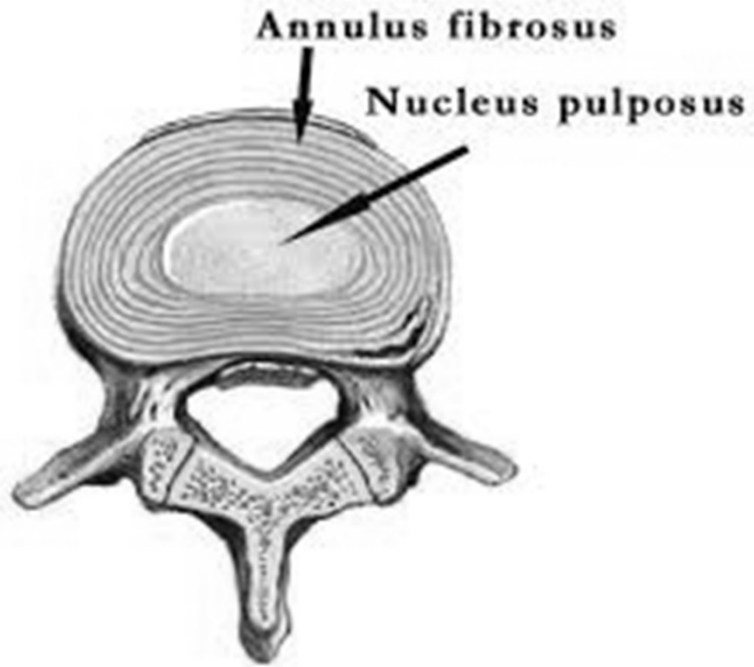


# 椎間盤的構造

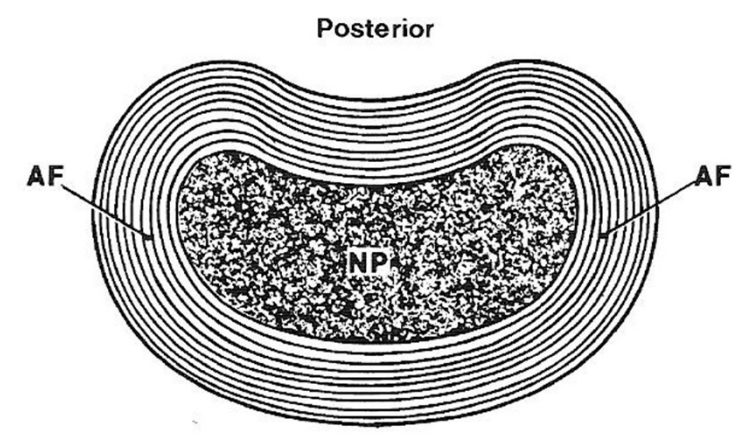
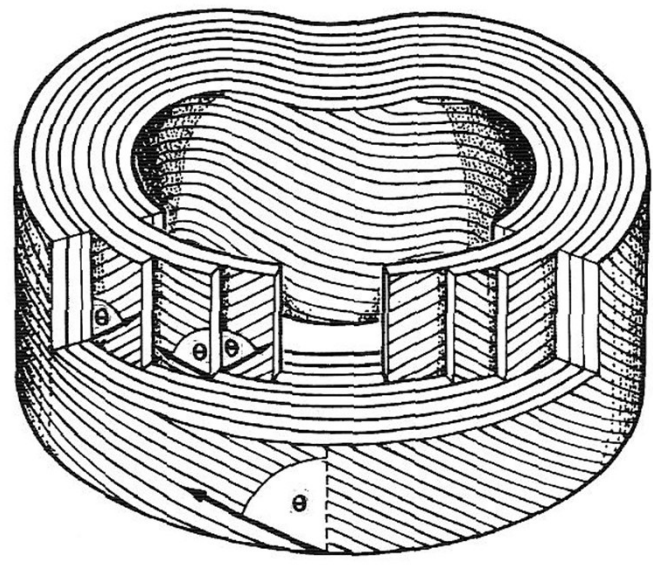
## ● 纖維環

- 纖維軟骨
- 40% 第I型膠原蛋白
- 60% 第II型膠原蛋白
- 老化時第I型膠原蛋白會增加
- 膠原纖維呈十字交叉排列
- 與髓核共同負擔壓力負載



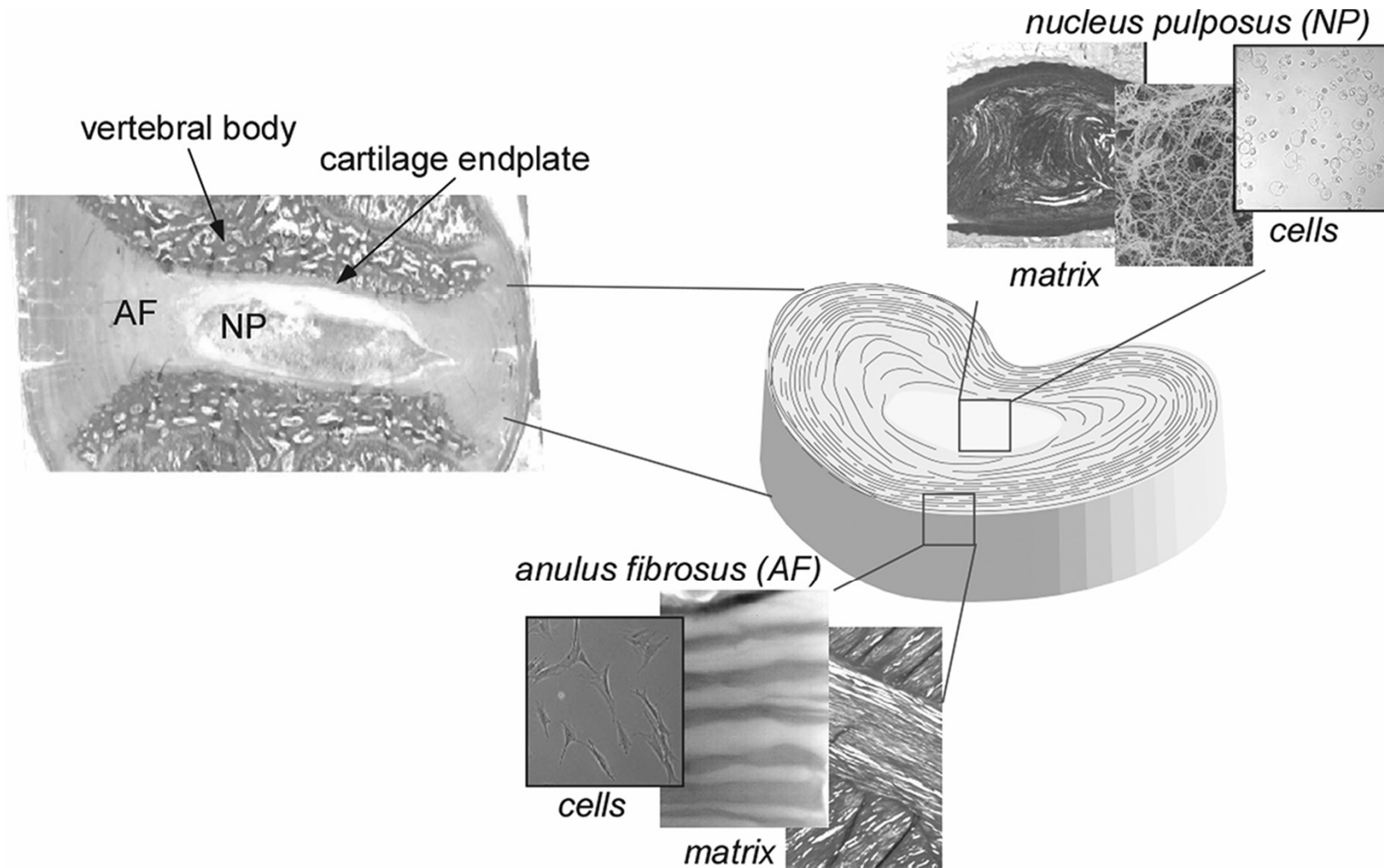


Coronal section



Anterior  
Transverse section

# 椎間盤顯微結構



# 椎間盤生物力學

- 椎間盤承受壓縮、彎曲與扭轉力矩
- 無負重狀態下有 $10\text{N}/\text{cm}^2$ 的預應力
- 椎間盤靠終板與纖維環包覆與固定，老化造成兩組織退化改變或破裂，會改變髓核功能，使脊椎節段內的活動量增加，改變運動單元的生物力學負載
- 通過髓核的壓力減小，力量會轉到後方纖維環，造成小面關節的壓力增加

# 椎間盤生物力學

- 椎間盤會有潛變變形與應力鬆弛現象
- 椎間盤於受壓狀態，單位面積上的壓力為外力**1.5倍**
- 髓核受力後彭出，將力量向纖維環推
- 纖維環的拉伸應力約為外力**4~5倍**

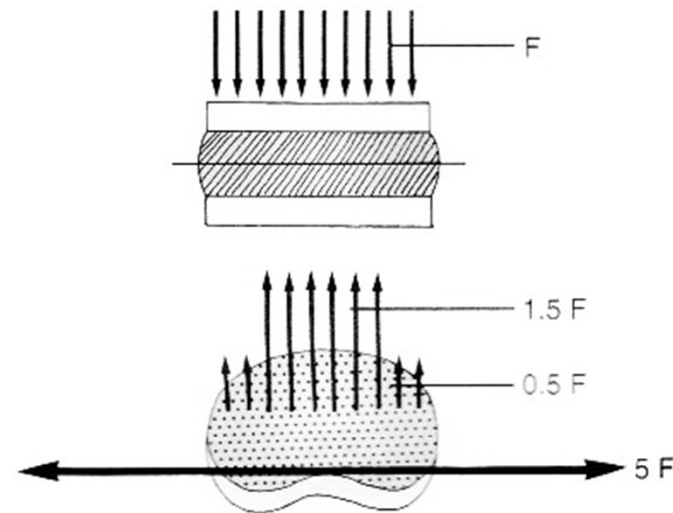


圖 10-4

腰椎承受壓力時，腰椎椎間盤應力分布之橫切面圖。髓核為承受壓應力最大處，單位面積上所承受的應力約為外力（ $F$ ）的1.5倍。相對的，纖維環所承受的壓應力只有外力的0.5倍。纖維環主要是承受拉伸應力，單位面積上所承受的應力約大於外力的4~5倍。經授權改編自Nachemson, A. (1975). *Towards a better understanding of low-back pain: A review of the mechanics of the lumbar disc*. *Rheumatol Rehabil*, 14, 129.

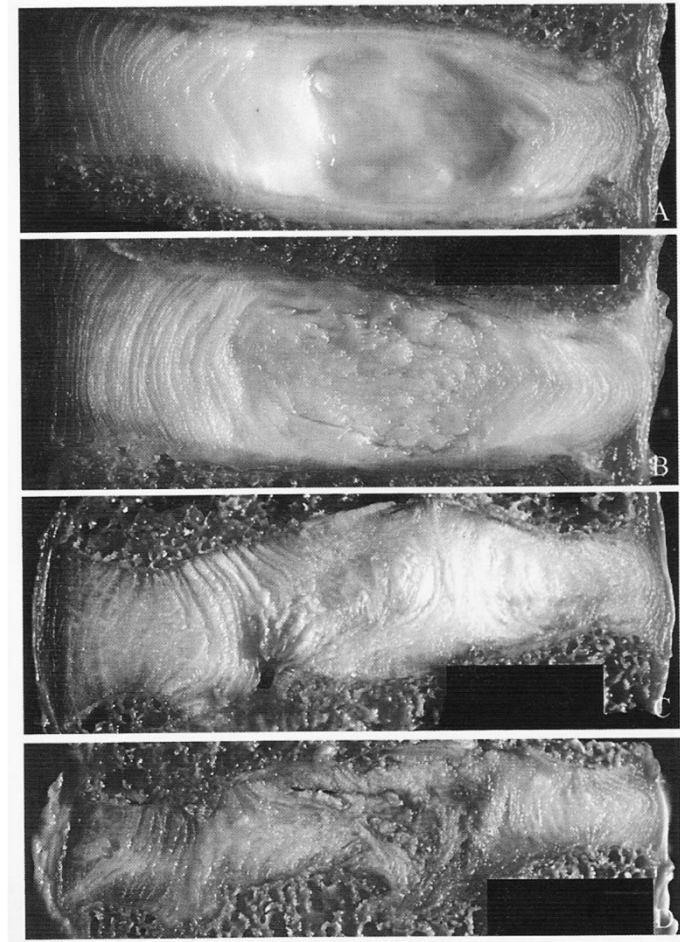
# 椎間盤生物力學

- 髓核的潛變作用，  
會使水分排出
- 潛變後椎間盤的受  
力減小，力量傳遞  
到小面關節與鈎椎  
關節承受

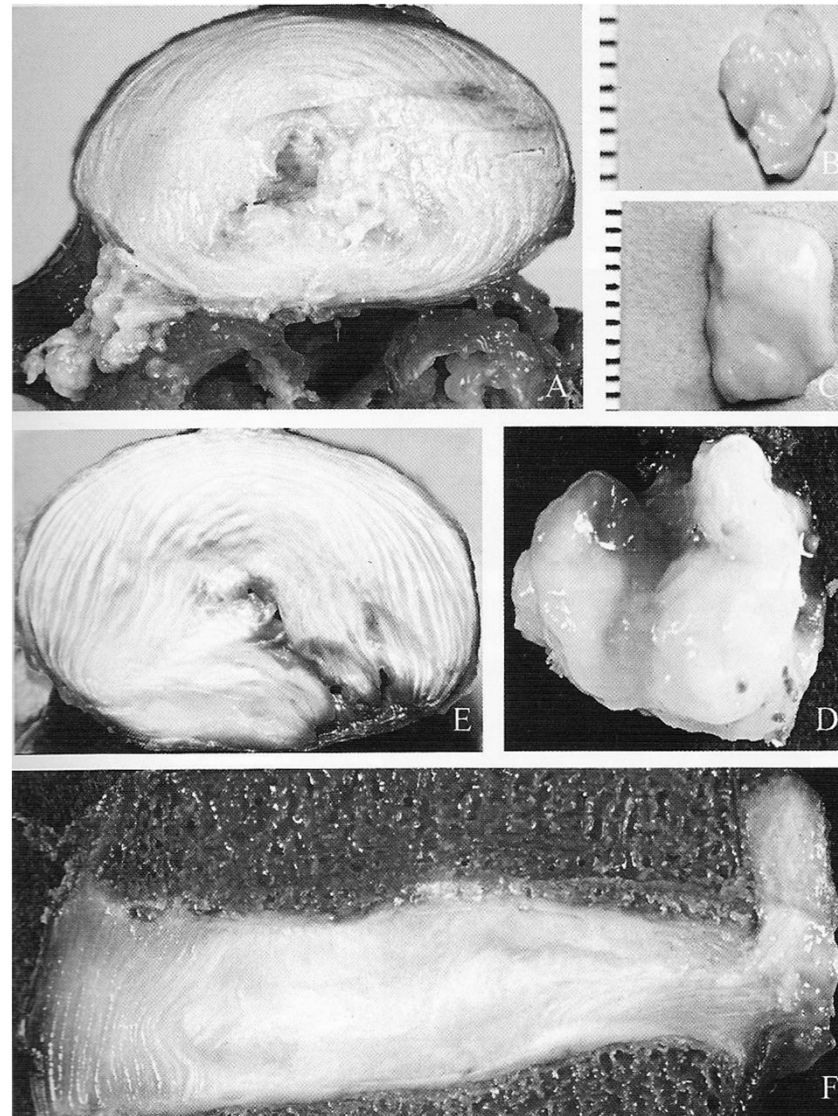
	髓核	後環狀纖維
正中	↓17%	↓13%
屈曲	↓22%	↓20%
伸直	↓37%	↓29%

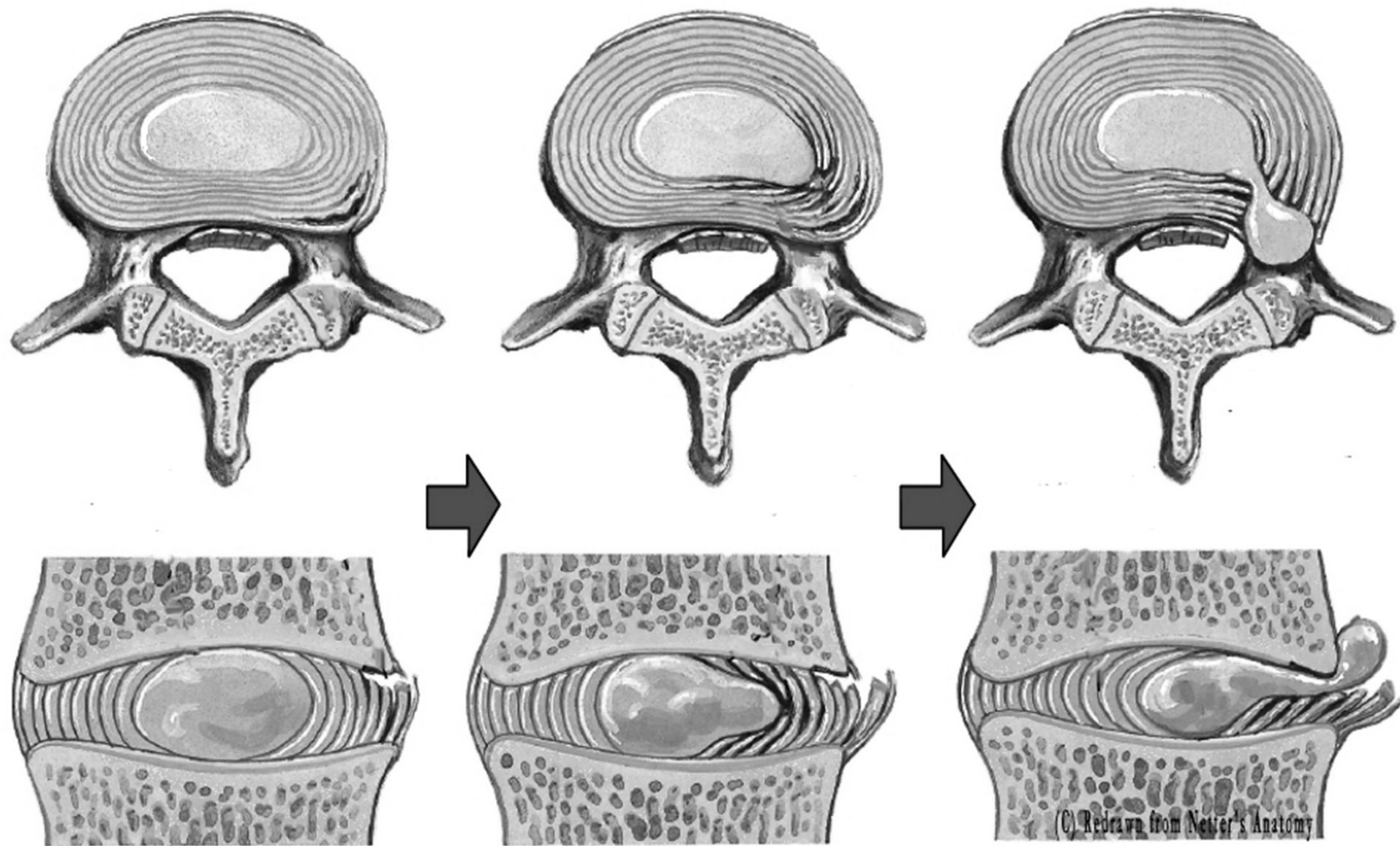
# 椎間盤老化

- 蛋白多醣減少，親水性降低
- 水份減少
- 椎間盤彈性、能量儲存、分散負載能力均下降
- 椎間盤退化會使小面關節承載增加
- **End plate**破裂後壓力會後移至後纖維環



# 椎間盤突出





# 椎體

- 主要承受壓力負載
- 所承受負載由上而下遞增，所以腰椎椎體最大
- 周邊肌肉收縮時會改變椎體受力
- 骨骼承受張力比壓力容易受傷，肌肉的收縮可以中和張力降低傷害
- 彎曲時，後方椎體皮質承受張力，後側肌肉收縮產生伸直力量可以讓椎體承受更大負載

# 椎體

- 皮質骨應變超過2%會斷裂
- 皮質骨孔隙有5%~30%，承受較大應力
- 海綿骨孔隙有30%~90%，有更多應變
- 椎體受壓縮力到極限時，椎體受損會在椎間盤破裂前發生

# 小面關節

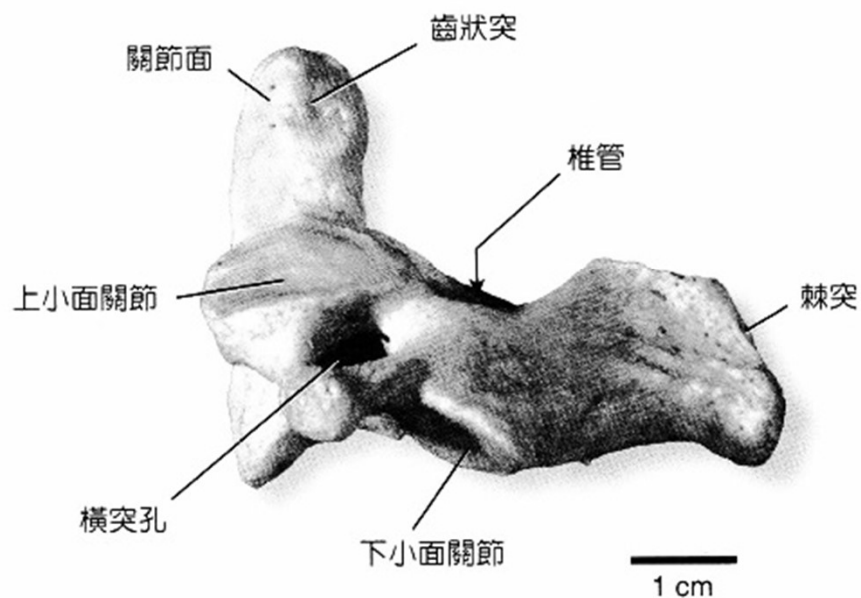


圖 11-6

樞椎，或稱作頸椎第二節。上小面關節允許多方向的運動，而下小面關節較類似於與一般頸椎小面關節，運動受到較多的限制。齒狀突前側表面較為平滑，以與頸椎第一節的前側環形成關節。線=1公分。

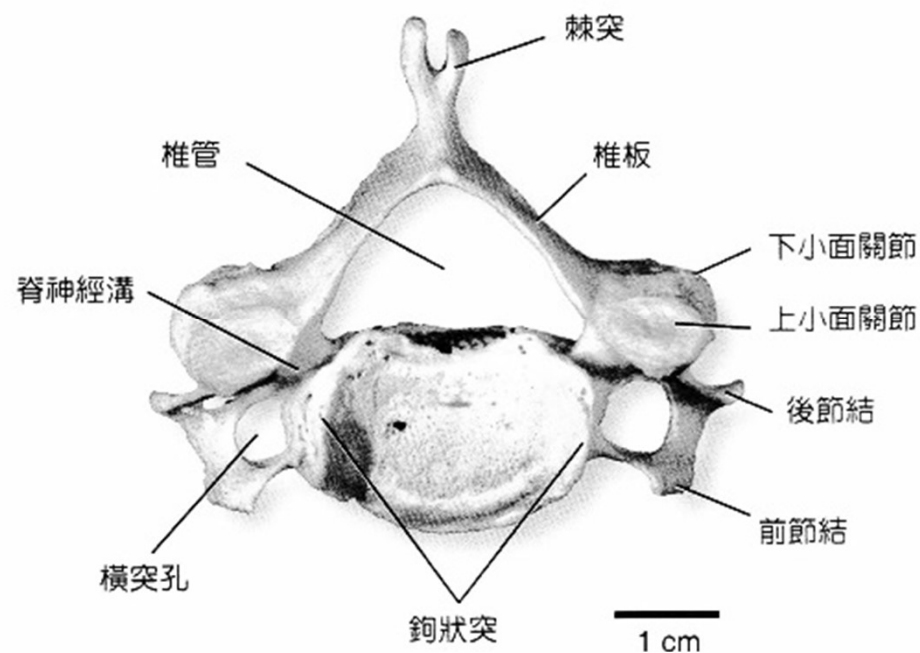
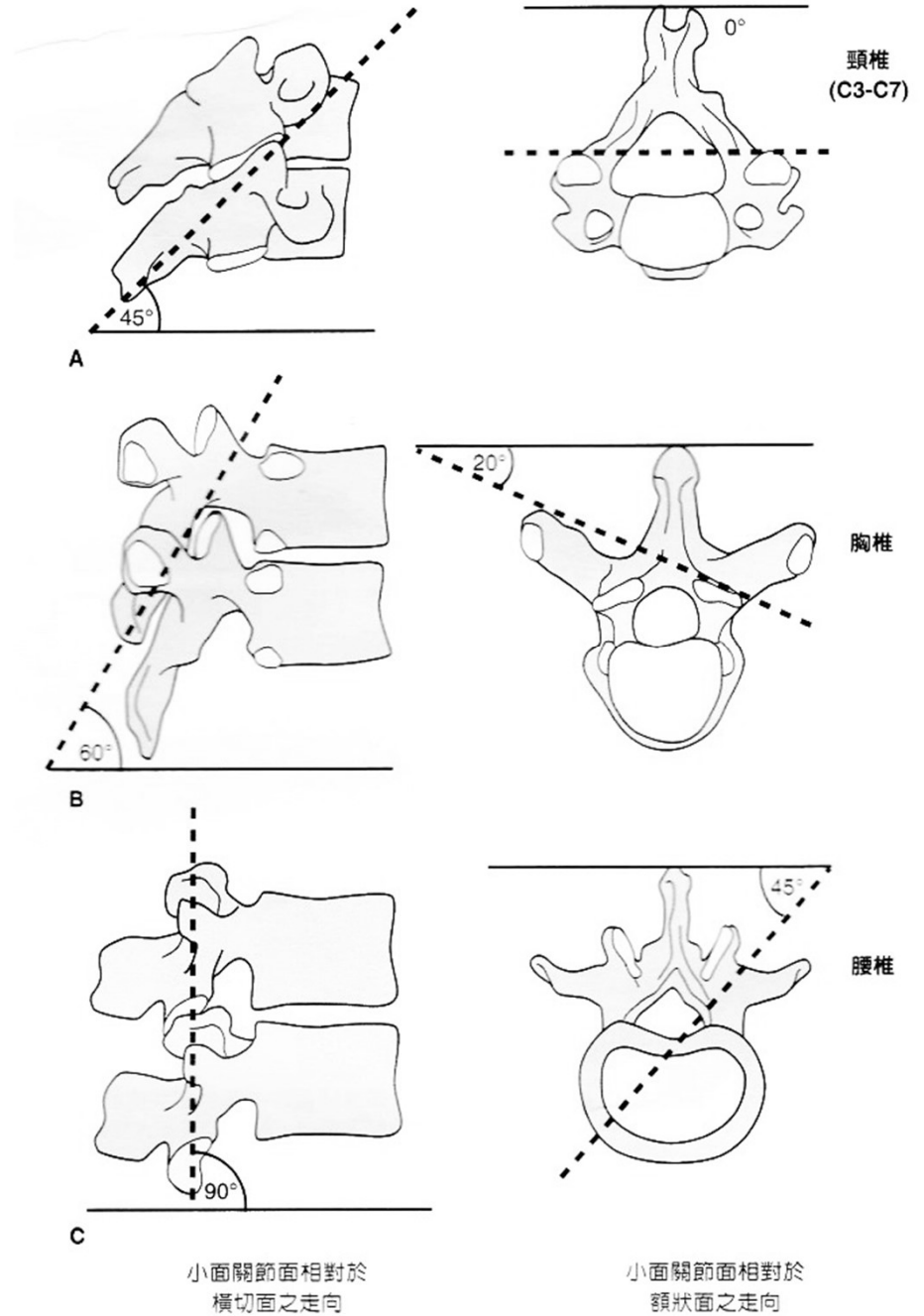


圖 11-7

一般頸椎之上面觀，此圖可代表頸椎第三節至第六節之外觀（頸椎第七節，或稱作隆椎，與第三節至第六節頸椎之外觀些微不同，其棘突較為凸出且無分叉）。

# 小面關節走向

	水平面	額狀面
頸椎	45度	0度 (平行)
胸椎	60度	20度
腰椎	90度	45度



# 小面關節

- 運動單元的後側部分能導引脊椎運動
- 小面關節於水平面與額狀面的走向影響脊椎動作
- 頸椎：屈曲、伸展、側曲、旋轉
- 胸椎：側曲、旋轉、一些屈曲與伸展
- 腰椎：屈曲、伸展、側曲，無法旋轉

# 小面關節

- 脊椎做前彎加上軸向旋轉時，小面關節負載最大
- 椎弓與小面關節也扮演抵抗剪力的角色
- 小面關節活動度受限，則關節內壓力會增加

# 脊椎韌帶

- 脊椎穩定的重要功臣
- 黃韌帶：富含彈性纖維（**elastin**）
  - 脊椎屈曲會拉長，伸直會縮短
  - 正中位置時，會維持張力，與縱韌帶提供椎間盤預應力
  - 脊椎滑脫、骨刺、椎間盤退化會使黃韌帶負擔加大而肥大
- 其餘韌帶：皆含有大量膠原
  - 韌帶走向決定其功能

# 脊椎韌帶

- 屈曲：主要是脊間韌帶，其次為關節囊、黃韌帶
- 伸展：前縱韌帶
- 側彎：對側橫韌帶，其次為黃韌帶與關節囊韌帶
- 旋轉：關節囊韌帶

	極限負載
頂韌帶	423N
翼狀韌帶	231~445N
橫韌帶	350N
覆膜	76N
後環枕膜	83~233N
垂直十字韌帶	436N