3-3 呼吸與排泄

呼吸系統

一、動物的氣體交換方式

1. 單細胞動物、構造簡單的多細胞動物：身體細胞大多直接與水接觸
   →藉擴散作用即可與外界交換氣體
2. 構造複雜的多細胞動物：表面積和體積比例過小，身體細胞大多不能直接與外界環境交換氣體。
   →需先藉由呼吸構造與外界交換氣體

二、脊椎動物呼吸器官的特徵

1. 表面積大
2. 表面溼潤
3. 微血管網分佈
4. 要有很薄的薄膜

三、人體的呼吸系統

1. 包含呼吸道及肺臟兩部分

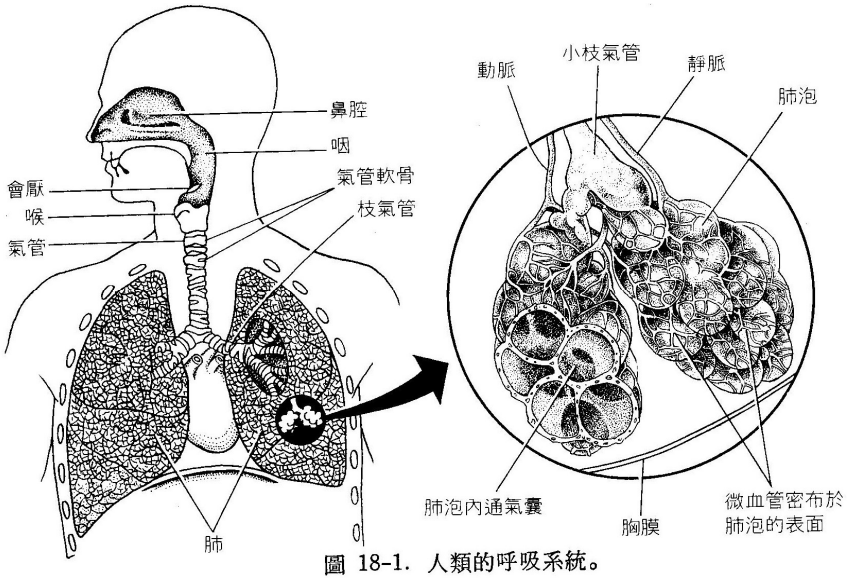


圖 18-1. 人類的呼吸系統。

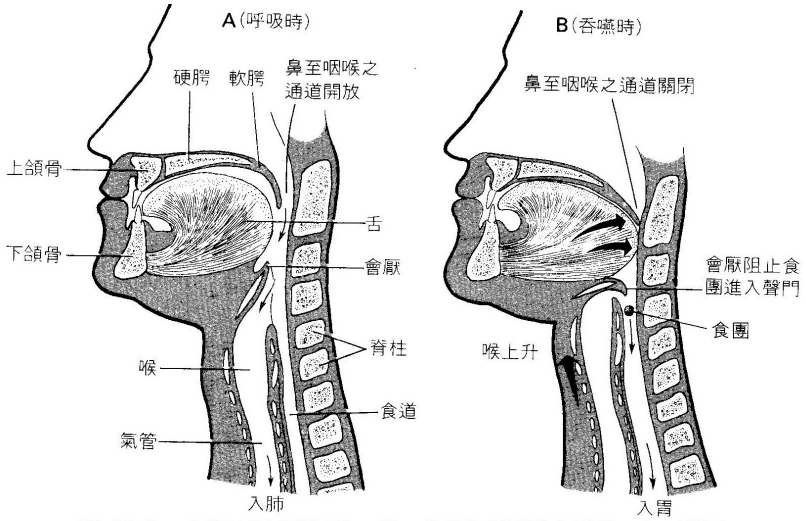
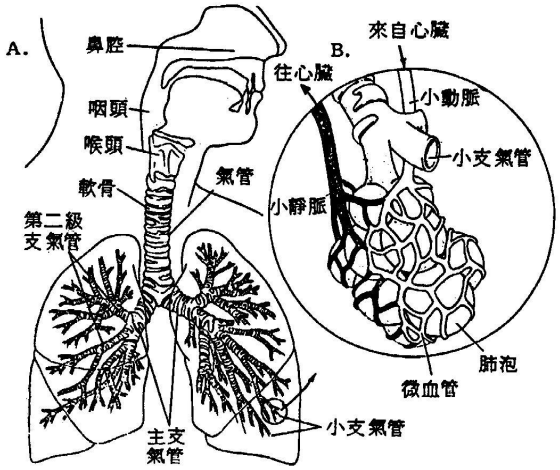


圖 18-2. 呼吸(A)及吞嚥(B)時，咽、喉部位所呈現之活動，各不相同。

2. 構造：

<table>
<tr><td>鼻腔</td><td colspan="2">1. 溼潤空氣：黏膜分泌黏液
2. 過濾空氣：鼻毛、黏液
3. 暖化空氣：黏膜血管</td></tr>
<tr><td>咽</td><td colspan="2">位於鼻腔與氣管的交界處，共有七個開口
當吞嚥進行時，上顎軟骨會往上蓋住鼻腔開口
→防止食物進入鼻腔</td></tr>
<tr><td rowspan="2">喉部</td><td colspan="2">位於氣管的上端，由硬骨及軟骨構成
空氣進入肺的通道，吞嚥時會厭阻隔氣管，同時也是發聲器官</td></tr>
<tr><td>會厭軟骨</td><td>位於喉部上方，扁平狀。吞嚥食物時，會厭軟骨會蓋住喉部開口，避免食物進入氣管</td></tr>
<tr><td>氣管</td><td colspan="2">1. 位於食道前方
2. 氣管壁有 C 型軟骨及平滑肌，可維持呼吸道暢通</td></tr>
<tr><td>支氣管</td><td colspan="2">1. 氣管分為兩條支氣管，分別進入左肺及右肺
2. 具有平滑肌但無 C 型軟骨
3. 過敏時，此處平滑肌收縮造成氣喘</td></tr>
<tr><td>小支氣管</td><td colspan="2">1. 支氣管在肺內不斷分支，最後形成許多細小而壁薄的小支氣管
2. 末端膨大形成氣囊，其上具有許多肺泡，可增加氣體擴散面積</td></tr>
<tr><td colspan="3">以上三種氣管中皮膜皆具有纖毛及粘液，可將灰塵及異物送到喉，形成痰，藉吞嚥進入胃或咳嗽排出體外</td></tr>
<tr><td rowspan="2">肺臟</td><td colspan="2">1. 分成左右兩肺
2. 缺乏骨骼及肌肉，但肺泡間含有彈性纖維組織
→可支持肺泡、使肺有彈性</td></tr>
<tr><td>肺泡</td><td>1. 由單層扁平皮膜細胞構成，外表密佈微血管
→進行氣體交換的場所
2. 為構成肺臟的基本單位，可增加肺表面積</td></tr>
</table>



A、人體的呼吸系統　B、小枝氣管及肺泡

呼吸運動

一、 定義：呼氣及吸氣交替的過程稱為呼吸運動

二、 過程：

1. 胸腔為密閉空間，由肋骨、脊柱、胸骨包圍，下方為橫隔肌
2. 肺不具肌肉，不會主動收縮，主要藉由胸腔體積改變造成胸腔壓力改變被動的進行換氣

   →在一密閉容器中，其 PV=定值
3. 呼吸肌的收縮與舒張可改變胸腔體積
   a. 肋骨架的肋間肌→收縮時將肋骨架向上向外拉起→胸腔體積增加
   b. 橫膈介於胸腔與腹腔之間→收縮時下降造成胸腔體積增加

	肋間肌	肋骨架	橫膈	胸腔	胸壓	肺臟
吸氣	收縮	上升	收縮下降	變大	肺內氣壓＜外界大氣壓力	膨脹
呼氣	舒張	下降	舒張上升	變小	肺內氣壓＞外界大氣壓力	縮小

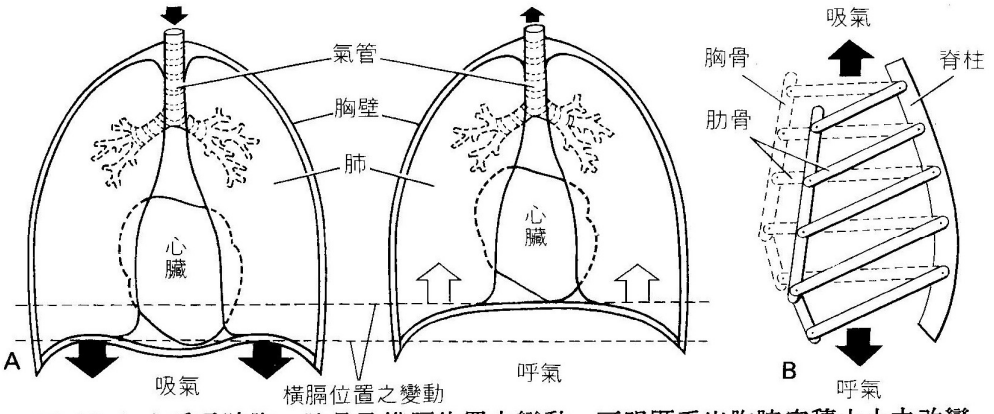


圖 18-4. 由呼吸時胸、肋骨及橫膈位置之變動，可明顯看出胸腔容積大小之改變。A. 示呼吸時橫膈位置的變動。B. 示呼吸時胸骨、肋骨位置的變動。

氣體交換

一、 功能：將氧氣吸入進行呼吸作用，釋出能量

產生之二氧化碳排出，以免毒害細胞

二、 氣體交換原理：藉分壓差異進行擴散

	交換場所	氣體	氣體分壓	氣體移動方向
外呼吸	肺中（肺呼吸）	氧氣	肺泡＞肺微血管	肺泡→肺微血管
		二氧化碳	肺微血管＞肺泡	肺微血管→肺泡
內呼吸	組織細胞間（組織呼吸）	氧氣	微血管＞細胞內	微血管→細胞
		二氧化碳	細胞內＞微血管	細胞→微血管

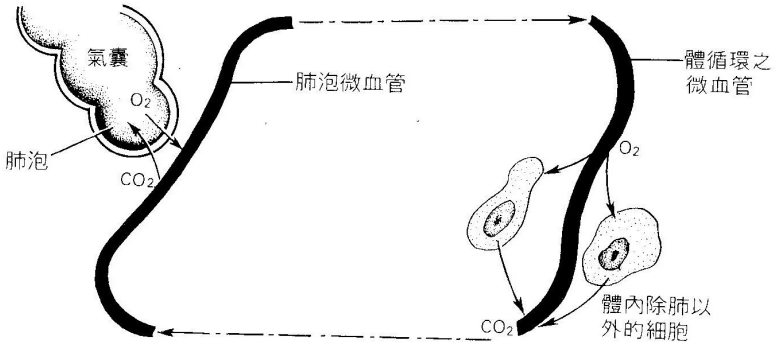


圖 18-5. 示氣體在肺內及身體其他部分之交換情形。

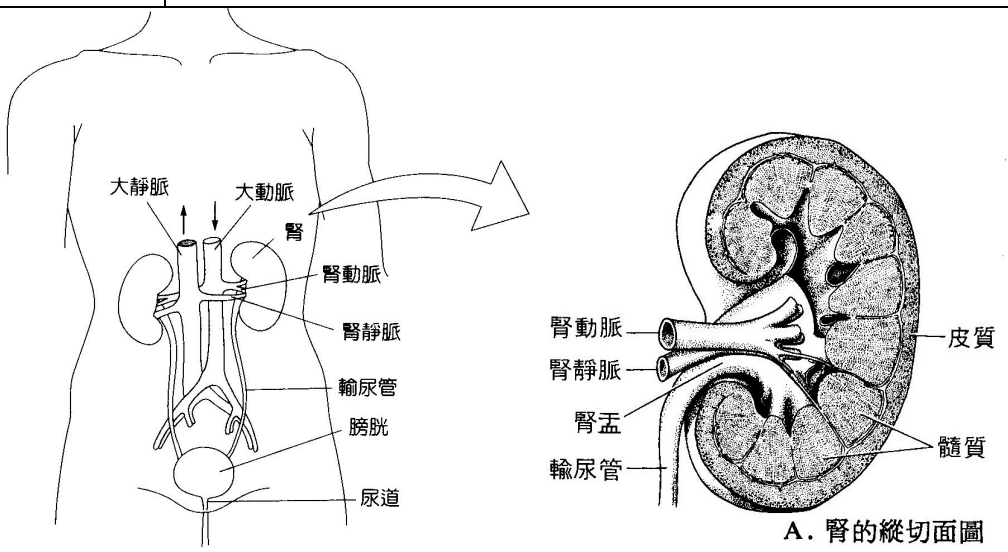
三、 氧氣的運輸

1. 少量氧氣：溶在血漿中運輸
2. 大部分氧氣：紅血球中的血紅素（Hb）攜帶
   a. 由四個蛋白質次單元及亞鐵離子組成
   b. 結合親和力：一氧化碳(氧氣的 210 倍)＞氧氣＞二氧化碳
   c. 氧氣和血紅素的結合為可逆反應：$Hb + O_2 \leftrightarrows HbO_2$

$$\underset{\text{（血紅素）}}{Hb} + O_2 \underset{\text{（}O_2\text{濃度降低或 }CO_2\text{濃度升高時）}}{\overset{\text{（}O_2\text{濃度較高時）}}{\rightleftharpoons}} \underset{\text{（氧合血紅素）}}{HbO_2}$$

四、 二氧化碳的運輸

93%CO_2 進入紅血球	70%CO_2	1. 碳酸酐酶將大部分 CO_2 與 H_2O 化合成為 H_2CO_3（碳酸） →H_2CO_3 解離為 H^+ 與 HCO_3^-（碳酸氫根離子） →$CO_2 + H_2O \leftrightarrows H_2CO_3 \leftrightarrows H^+ + HCO_3^-$ 2. HCO_3^-擴散進入血漿（HCO_3^-由血漿運送）
	23%CO_2	23%CO_2 與血紅素結合而被運輸（$CO_2 + Hb \leftrightarrows HbCO_2$）
7%CO_2	7%CO_2 直接溶於血漿中而被運輸	



A. 腎的縱切面圖

人體的泌尿系統

一、功能

1. 排除含氮廢物
2. 排除多餘的礦物質與水分
3. 維持體液的水分、鹽類與血壓的恆定

二、泌尿器官：腎臟→輸尿管→膀胱→尿道

三、腎臟

1. 構造

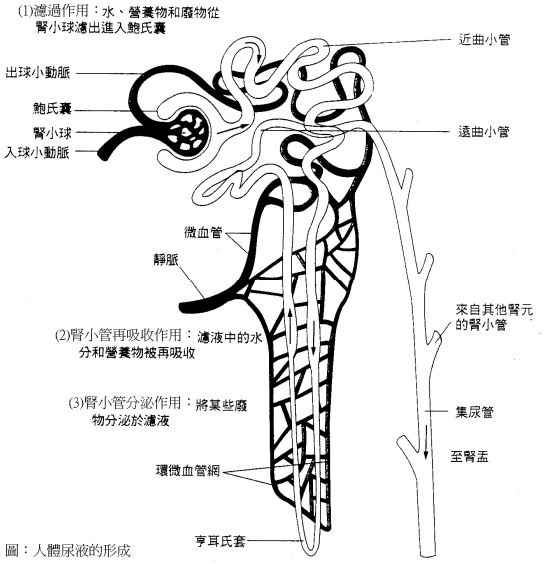
位置	位於腹腔背面、脊柱兩側成對存在，左腎略高於右腎		
型態	外型似蠶豆，俗稱腰子		
功能	1. 過濾血液，排除體內過多的水分及含氮廢物 2. 維持體內鈉、鉀、水分、酸鹼值、血壓及體液的恆定		
切面構造	腎門	腎臟內緣中央凹陷處，為腎動脈、腎靜脈、淋巴管、輸尿管及神經等與腎臟相連的位置	
	腎盂	腎臟髓質部靠近腎門的空腔，是許多集尿管的集合處，可經腎門連接至輸尿管	
	皮質	位置	位於腎臟外層，顏色較深
		組成	100～130 萬個腎元組成
		功能	形成尿液
	髓質	位置	位於腎臟內層，顏色較淺
		組成	15～20 個腎錐體組成
		功能	匯集尿液

2. 構造單元

腎元	腎小球	尿液形成過程中，負責過濾血液處 →皆位於腎臟皮質	
		絲球體	1. 由腎動脈分支形成的一團微血管網 2. 兩端連接動脈 腎動脈→入球小動脈→絲球體→出球小動脈 3. 入球小動脈比出球小動脈粗 →產生過濾作用
		鮑氏囊	1. 腎小管前端膨大並向內凹陷的囊杯形狀 2. 接收過濾作用所產生的濾液
	腎小管	尿液形成過程中，負責再吸收與分泌處 →腎小管周圍具有微血管網分佈	
		近曲小管	位於皮質中，是連接鮑氏囊的腎小管前端部份
		亨耳氏套	由皮質延伸入髓質中的腎小管，呈現 U 字形
		遠曲小管	連接集尿管的腎小管後端部份

3. 尿液形成步驟

	過濾作用	再吸收作用	分泌作用
發生部位	絲球體→鮑氏囊	腎小管管腔→ 微血管網	微血管網→ 腎小管管腔
作用原理	壓力差	主動運輸	主動運輸
耗能與否	不耗能	耗能	耗能
移動物質	水、葡萄糖、胺基酸、 離子、維生素、尿素	大部分的水、葡萄糖、 尿素、甘油、胺基酸、 無機鹽	藥物、毒物、氫離子、銨 離子、鉀離子、含氮廢物、 無機鹽
功能	形成濾液	從濾液中吸收有機養分及 大部分水分、無機鹽	加速代謝廢物的排除



圖：人體尿液的形成

4. 尿液的成份：正常尿液中不含血球或身體所需的有機養分，酸鹼度介於 5.0～7.0

（g/L）	蛋白質	葡萄糖	胺基酸	鈉離子	氯化物	尿素	尿酸
血漿	70	1.0	0.3	3.0	4.0	0.3	0.003
鮑氏囊濾液	0.2	1.0	0.3	3.0	4.0	0.3	0.003
正常尿液	0	0	0	6.0	6.0	20.0	0.3

5. 尿液形成路徑

絲球體→鮑氏囊→腎小管→集尿管→腎盂→腎門（往輸尿管）

洗腎

一、利用：用於腎臟失去功能的患者，又稱血液透析

二、步驟：將血液由靜脈抽出→送入機器→通過半透膜將血液中的廢物擴散進入透析液→透析完的乾淨血液經靜脈輸入體內

三、次數：每週約三次，每次約 4～5 個小時