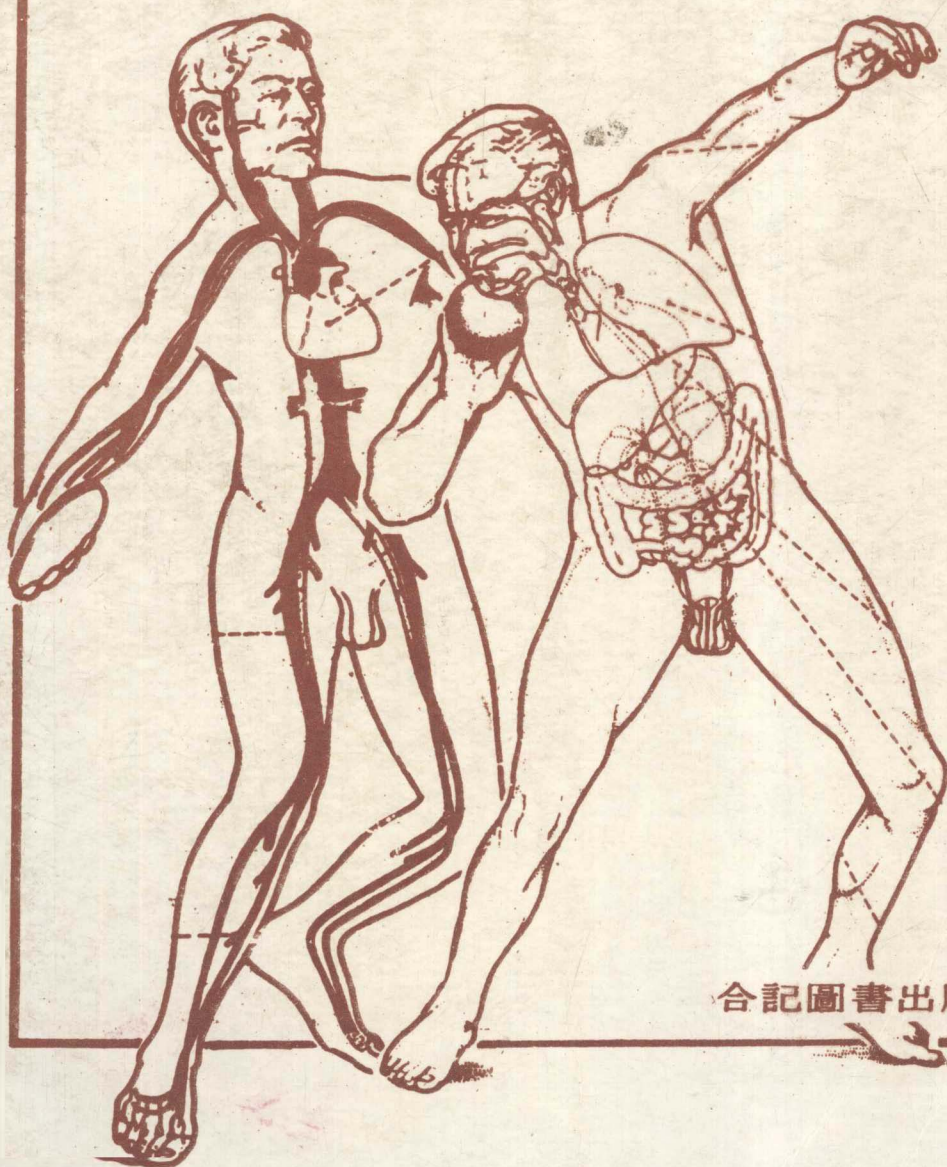


# 圖解生理學

國立台灣大學醫學院

施俊雄醫師

沈慶村醫師 編譯



合記圖書出版社 發行

# 圖解生理學

國立臺灣大學醫學院

醫師 施俊雄 編譯  
沈慶村

合記圖書出版社 發行

局版臺業字第 0698 號

著作權註冊臺內著字第 2972 號

版權所有 翻印必究

中華民國七十三年六月六版  
中華民國七十五年元月七版

# 圖解生理學

實價新臺  元正

編譯者：施 俊 雄  
沈 慶 村

發行所：合記圖書出版社

發行人：吳 富 章

總經理：合 記 書 局

地 址：臺北市吳興街 249 號  
(臺北醫學院正對面)

電話：7019404 號

郵撥：0006919—2 號

## 編輯大意

近年來由於我國社會之需要，醫學水準逐漸提高，各級醫事院校先後設立。爾醫藥科學原文書籍篇幅煩瑣，文字艱深難解，教學均感不便。敝社有鑒於此，茲特敦聘專家學者會同組成編輯委員會，選譯編著各科醫藥書籍，供各級醫事院校教學研讀及醫藥各界參考進修之用。

醫學進展，日新月異，歐美醫藥名著迭出，醫學書籍之編譯著作，取材甚為困難，敝社籌劃數年，現已由專家學者精心選譯成有關醫藥各科之書籍多種，陸續出版。醫藥術語，中英對照，插圖清晰，內容新穎，編輯同人盡心盡力，務求充實理想，但以醫藥學術，浩海無邊，祈諸醫學先進，各界高明不吝賜教，集思廣益，以樂其成，則為幸甚。

附註：本書「圖文對照人體生理學」主要參考書為 William F. Ganong: M D Review of Medical Physiology 與 McNaught and Callander: ILLUSTRATED PHYSIOLOGY。

合記圖書出版社 謹識

# 目 次

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 第一章 導 論               | 1  |
| 一 阿 米 巴               | 3  |
| 二 阿米巴所表現的生命現象         | 4  |
| 三 細 胞                 | 5  |
| 四 細胞分裂 (有絲分裂Mitosis)  | 6  |
| 五 動物細胞的分化             | 7  |
| 六 組織機化(一)             | 8  |
| 七 組織機化(二)             | 9  |
| 八 結締組織(一)             | 10 |
| 九 結締組織(二)             | 11 |
| 一〇 結締組織(三)            | 12 |
| 一一 肌 肉 組 織            | 13 |
| 一二 神經組織(一)            | 14 |
| 一三 神經組織(二)            | 15 |
| 一四 神經組織(三)            | 16 |
| 一五 細胞分裂 (減數分裂Meiosis) | 17 |
| 一六 個體之發育              | 18 |
| 一七 管 制 組 織            | 19 |
| 一八 營 生 系 統            | 20 |
| 一九 人 體 系 統            | 21 |
| 第二章 營養及新陳代謝           | 23 |
| 二〇 原生質內的基本元素          | 25 |
| 二一 醣 類                | 26 |
| 二二 脂 肪 類              | 27 |
| 二三 蛋 白 質              | 28 |
| 二四 核 酸                | 29 |
| 二五 能量來源：光合作用          | 30 |
| 二六 碳 循 環              | 31 |
| 二七 氮 循 環              | 32 |
| 二八 營 養                | 33 |
| 二九 供給能量的食物            | 34 |
| 三〇 構成體質的食物            | 35 |
| 三一 保護食物(1)            | 36 |
| 三二 保護食物(2)            | 37 |
| 三三 消 化                | 38 |
| 三四 蛋白質的代謝(1)          | 39 |
| 三五 蛋白質的代謝(2)          | 40 |
| 三六 蛋白質的代謝(3)          | 41 |
| 三七 DNA, RNA的構造        | 42 |
| 三八 蛋白質的合成             | 43 |
| 三九 醣類的代謝(1)           | 44 |
| 四〇 醣類的代謝(2)           | 45 |
| 四一 脂肪的代謝              | 46 |
| 四二 膽量的釋出              | 47 |

|         |               |    |
|---------|---------------|----|
| 四三      | 能量的釋出         | 48 |
| 四四      | 熱 平 衡         | 49 |
| 四五      | 體溫的維持(1)      | 50 |
| 四六      | 體溫的維持(2)      | 51 |
| 第三章消化系統 |               | 53 |
| 四七      | 消化系統          | 55 |
| 四八      | 消化道           | 56 |
| 四九      | 主要的消化酶(二消化酵素) | 57 |
| 五〇      | 腸內的吸收和分泌      | 58 |
| 五一      | 口腔消化          | 59 |
| 五二      | 唾液分泌的控制       | 60 |
| 五三      | 食 道           | 61 |
| 五四      | 吞 嚥           | 62 |
| 五五      | 胃             | 63 |
| 五六      | 胃腸激素          | 64 |
| 五七      | 胃 液           | 65 |
| 五八      | 胃之運動          | 66 |
| 五九      | 嘔 吐           | 67 |
| 六〇      | 胰 臟           | 68 |
| 六一      | 胰 液           | 69 |
| 六二      | 肝臟和膽囊         | 70 |
| 六三      | 膽汁的排出(從膽囊)    | 71 |
| 六四      | 小 腸           | 72 |
| 六五      | 腸管壁的基本構造      | 73 |
| 六六      | 腸 液           | 74 |
| 六七      | 小腸的運動         | 75 |
| 六八      | 小腸內的吸收        | 76 |
| 六九      | 食物吸收後的輸送      | 77 |
| 七〇      | 大 腸           | 78 |
| 七一      | 大腸的運動         | 79 |
| 七二      | 腸壁的神經支配       | 80 |
| 七三      | 腸運動的神經控制      | 81 |
| 第四章運輸系統 |               | 83 |
| 七四      | 心血管系統         | 85 |
| 七五      | 血液循環行程        | 86 |
| 七六      | 心 臟(1)        | 87 |
| 七七      | 心 臟(2)        | 88 |
| 七八      | 心 臟(3)        | 89 |
| 七九      | 心週期(1)        | 90 |
| 八〇      | 心週期(2)        | 91 |
| 八一      | 心 音           | 92 |
| 八二      | 心跳的起源和傳導      | 93 |
| 八三      | 心電圖(1)        | 94 |
| 八四      | 心電圖(2)        | 95 |
| 八五      | 心臟作用的神經調節     | 96 |
| 八六      | 心臟之反射(1)      | 97 |
| 八七      | 心臟之反射(2)      | 98 |



|         |                  |     |
|---------|------------------|-----|
| 八八      | 心輸出量             | 99  |
| 八九      | 血 管              | 100 |
| 九〇      | 血 壓              | 101 |
| 九一      | 動脈血壓之測定          | 102 |
| 九二      | 彈性動脈             | 103 |
| 九三      | 肌性動脈及小動脈的神經調節    | 104 |
| 九四      | 小動脈緊張之反射及化學調節(1) | 105 |
| 九五      | 小動脈緊張之反射及化學調節(2) | 106 |
| 九六      | 微 血 管            | 107 |
| 九七      | 靜 脈              | 108 |
| 九八      | 血 流              | 109 |
| 九九      | 肺 循 環            | 110 |
| 一〇〇     | 體液內水和電解質的分佈      | 111 |
| 一〇一     | 水的平衡             | 112 |
| 一〇二     | 血 液              | 113 |
| 一〇三     | 血液凝固             | 114 |
| 一〇四     | 正常造血             | 115 |
| 一〇五     | 血 紅 素            | 116 |
| 一〇六     | 造 血              | 117 |
| 一〇七     | 血 型(1)           | 118 |
| 一〇八     | 血 型(2)           | 119 |
| 一〇九     | 血 型(3)           | 120 |
| 一一〇     | Rh 因 素           | 121 |
| 一一一     | Rh 因素之遺傳         | 122 |
| 一二二     | 淋 巴 系 統          | 123 |
| 一二三     | 脾 臟              | 124 |
| 一二四     | 腦 脊 髓 液          | 125 |
| 第五章呼吸系統 |                  | 127 |
| 一一五     | 呼 吸 系 統          | 129 |
| 一一六     | 空 氣 導 路          | 130 |
| 一一七     | 肺 (Lungs) : 呼吸表面 | 131 |
| 一一八     | 胸 廓              | 132 |
| 一一九     | 呼 吸 機 構          | 133 |
| 一二〇     | 人 工 呼 吸          | 134 |
| 一二一     | 肺 容 量            | 135 |
| 一二二     | 呼吸氣之組成           | 136 |
| 一二三     | 氣體之分壓            | 137 |
| 一二四     | 氧自血紅素中之離解        | 138 |
| 一二五     | 二氧化碳之吸收及釋出       | 139 |
| 一二六     | 氧化碳在血液中的作用       | 140 |
| 一二七     | 氧及二氧化碳之輸送及轉換(1)  | 141 |
| 一二八     | 氧及二氧化碳之輸送及轉換(2)  | 142 |
| 一二九     | 呼吸運動之神經控制        | 133 |
| 一三〇     | 呼吸之化學調節          | 134 |
| 一三一     | 呼吸調節中隨意及反射因素     | 145 |
| 第六章排泄系統 |                  | 141 |
| 一三二     | 排 泄 系 統          | 149 |

|           |                    |     |
|-----------|--------------------|-----|
| 一三三       | 電子顯微鏡下的腎小球構造       | 150 |
| 一三四       | 腎臟                 | 151 |
| 一三五       | 尿之形成—1. 過濾         | 152 |
| 一三六       | 尿之形成—2. 濃縮         | 153 |
| 一三七       | 對流機構               | 154 |
| 一三八       | 對流機構附屬             | 155 |
| 一三九       | 腎小球內葡聚粉 Inulin 廓清值 | 156 |
| 一四〇       | 尿素廓清值              | 157 |
| 一四一       | DIODONE 廓清值        | 158 |
| 一四二       | 尿                  | 159 |
| 一四三       | 各種利尿劑的作用機構         | 160 |
| 一四四       | 酸鹼平衡之維持(1)         | 161 |
| 一四五       | 酸鹼平衡之維持(2)         | 162 |
| 一四六       | 水平衡之調節(1)          | 163 |
| 一四七       | 水平衡之調節(2)          | 164 |
| 一四八       | 膀胱及輸尿管             | 165 |
| 一四九       | 尿之貯藏及排出            | 166 |
| 第七章 內分泌系統 |                    | 167 |
| 一五〇       | 內分泌系統              | 169 |
| 一五一       | 甲狀腺                | 170 |
| 一五二       | 甲狀腺素的生物合成          | 171 |
| 一五三       | 甲狀腺機能減退            | 172 |
| 一五四       | 甲狀腺機能亢進            | 173 |
| 一五五       | 副甲狀腺               | 174 |
| 一五六       | 副甲狀腺機能減退           | 175 |
| 一五七       | 副甲狀腺機能亢進           | 176 |
| 一五八       | 腎上腺                | 177 |
| 一五九       | 腎上腺皮質激素的生物合成       | 178 |
| 一六〇       | 腎上腺皮質之機能減退         | 179 |
| 一六一       | 腎上腺皮質之機能亢進         | 180 |
| 一六二       | 腎上腺髓質              | 181 |
| 一六三       | 腎上腺素               | 182 |
| 一六四       | 腦下垂體之發育            | 183 |
| 一六五       | 腦下垂體前葉             | 184 |
| 一六六       | 腦下垂體前葉機能減退         | 185 |
| 一六七       | 腦下垂體前葉機能亢進         | 186 |
| 一六八       | 腦下垂體嗜酸性細胞機能亢進      | 187 |
| 一六九       | 腦下垂體嗜鹼性細胞機能亢進      | 188 |
| 一七〇       | 腦下垂體一般性機能減退        | 189 |
| 一七一       | 腦下垂體               |     |
| 一七二       | 腦下垂體後葉素及催產素        | 191 |
| 一七三       | 抗利尿激素              | 192 |
| 一七四       | 腦下垂體後葉機能減退         | 193 |
| 一七五       | 胰臟: Langerhans 氏小島 | 194 |
| 一七六       | 糖尿病中間代謝的不正常        | 195 |
| 一七七       | 胸腺                 | 196 |



|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 第八章生殖系統                  | 197 |
| 一七八 男性生殖系統               | 199 |
| 一七九 睪丸                   | 200 |
| 一八〇 男性第二性器官              | 201 |
| 一八一 男性青春期中               | 202 |
| 一八二 人類精蟲之構造              | 203 |
| 一八三 睪丸酮之生物合成             | 204 |
| 一八四 女性生殖系統               | 205 |
| 一八五 正常成年女性週期中之骨盆性器變化     | 206 |
| 一八六 正常成年女性週期中之卵巢變化       | 207 |
| 一八七 懷孕期之卵巢變化             | 208 |
| 一八八 女性青春期中               | 209 |
| 一八九 卵巢激素                 | 210 |
| 一九〇 雌性激素的生物合成和新陳代謝       | 211 |
| 一九一 黃體激素之生物合成及新陳代謝       | 212 |
| 一九二 子宮及輸卵管(1)            | 213 |
| 一九三 子宮及輸卵管(2)            | 214 |
| 一九四 懷孕末期輸卵管之變化           | 215 |
| 一九五 子宮(1)                | 216 |
| 一九六 子宮(2)                | 217 |
| 一九七 胎盤                   | 218 |
| 一九八 子宮(3)                | 219 |
| 一九九 胎兒循環                 | 220 |
| 二〇〇 子宮(4)                | 221 |
| 二〇一 子宮(5)                | 222 |
| 二〇二 子宮(6)                | 223 |
| 二〇三 乳腺(1)                | 224 |
| 二〇四 乳腺(2)                | 225 |
| 二〇五 乳腺(3)                | 226 |
| 二〇六 停經                   | 227 |
| 二〇七 腦下腺前葉，卵巢及子宮內膜週期的相互關係 | 228 |
| 第九章統體組織・中樞神經系統・運動系統      | 229 |
| 二〇八 神經系統                 | 231 |
| 二〇九 神經系統之發育              | 232 |
| 二一〇 大腦                   | 233 |
| 二一一 腦波圖                  | 234 |
| 二一二 續腦波圖                 | 235 |
| 二一三 大腦水平切面               | 236 |
| 二一四 大腦縱切面                | 237 |
| 二一五 大腦冠狀切面               | 238 |
| 二一六 腦神經                  | 239 |
| 二一七 脊髓                   | 240 |
| 二一八 神經鍵                  | 241 |
| 二一九 神經衝動                 | 242 |
| 二二〇 反射作用                 | 243 |
| 二二一 肌紡錘體                 | 244 |
| 二二二 牽張反射                 | 245 |

|     |                   |     |
|-----|-------------------|-----|
| 二二三 | 脊 髓 反 射           | 246 |
| 二二四 | 中樞神經系統之構成         | 247 |
| 二二五 | 反 射 動 作           | 248 |
| 二二六 | 神經原之排列            | 249 |
| 二二七 | 感 覺 器 官           | 250 |
| 二二八 | 嗅 覺               | 251 |
| 二二九 | 嗅神經纖維             | 252 |
| 二三〇 | 味 覺               | 253 |
| 二三一 | 味覺徑路及味覺中心         | 254 |
| 二三二 | 眼                 | 255 |
| 三三三 | 眼 之 保 護           | 256 |
| 二三四 | 眼 肌               | 257 |
| 二三五 | 眼運動之控制            | 258 |
| 二三六 | 虹彩・晶狀體及睫狀體        | 259 |
| 二三七 | 晶狀體之作用            | 260 |
| 二三八 | 眼 底               | 261 |
| 二三九 | 網 膜               | 262 |
| 二四〇 | 視覺機構(1)           | 263 |
| 二四一 | 視覺機構(2)           | 264 |
| 二四二 | 視覺機構(3)           | 265 |
| 三四三 | 通往腦部之視覺徑路         | 266 |
| 二四四 | 視 野 缺 損           | 267 |
| 二四五 | 立 體 視 覺           | 268 |
| 二四六 | 光 反 射             | 269 |
| 二四七 | 耳                 | 270 |
| 二四八 | 耳蝸一匝之橫斷面          | 271 |
| 二四九 | 耳 蝸               | 272 |
| 二五〇 | 聽 覺 機 構           | 273 |
| 二五一 | 通往腦部之聽覺徑路(1)      | 274 |
| 二五二 | 通往腦部之聽覺徑路(2)      | 275 |
| 二五三 | 特殊本位感覺器           | 276 |
| 二五四 | 平衡器：動作機轉          | 277 |
| 二五五 | 通往腦部之前庭徑路(1)      | 278 |
| 二五六 | 通往腦部之前庭徑路(2)      | 279 |
| 二五七 | 一般本位感覺器           | 280 |
| 二五八 | 通往腦部之本位感覺徑路       | 281 |
| 二五九 | 表 皮 感 覺           | 282 |
| 二六〇 | 來自顏面皮膚之感覺徑路       | 283 |
| 二六一 | 來自軀幹及四肢的痛覺・溫度感覺徑路 | 284 |
| 二六二 | 來自軀幹或四肢的觸覺與壓覺徑路   | 285 |
| 二六三 | 感 覺 皮 質           | 286 |
| 二六四 | 運 動 皮 質           | 287 |
| 二六五 | 往頭頸部之運動徑路         | 288 |
| 二六六 | 往軀幹和四肢的運動徑路       | 289 |
| 二六七 | 運 動 單 位           | 290 |
| 二六八 | 最後共同徑路            | 291 |
| 二六九 | 腦 緣 系 統           | 292 |

|     |           |     |
|-----|-----------|-----|
| 二七〇 | 錐體外系統     | 293 |
| 二七一 | 小腦(1)     | 294 |
| 二七二 | 小腦(2)     | 295 |
| 二七三 | 小腦(3)     | 296 |
| 二七四 | 肌肉運動之控制   | 297 |
| 二七五 | 運動系統      | 298 |
| 二七六 | 骨骼肌(1)    | 299 |
| 二七七 | 骨骼肌(2)    | 300 |
| 二七八 | 肌肉之運動     | 301 |
| 二七九 | 交互之神經支配   | 302 |
| 二八〇 | 骨骼肌(3)    | 303 |
| 二八一 | 骨骼肌(4)    | 304 |
| 二八二 | 自主神經系統(1) | 305 |
| 二八三 | 自主神經系統(2) | 306 |
| 二八四 | 自主神經系統(3) | 307 |
| 二八五 | 自主反射      | 308 |
| 二八六 | 神經末梢之化學傳遞 | 309 |
| 二八七 | 尚未確定之     | 310 |

# 第一章

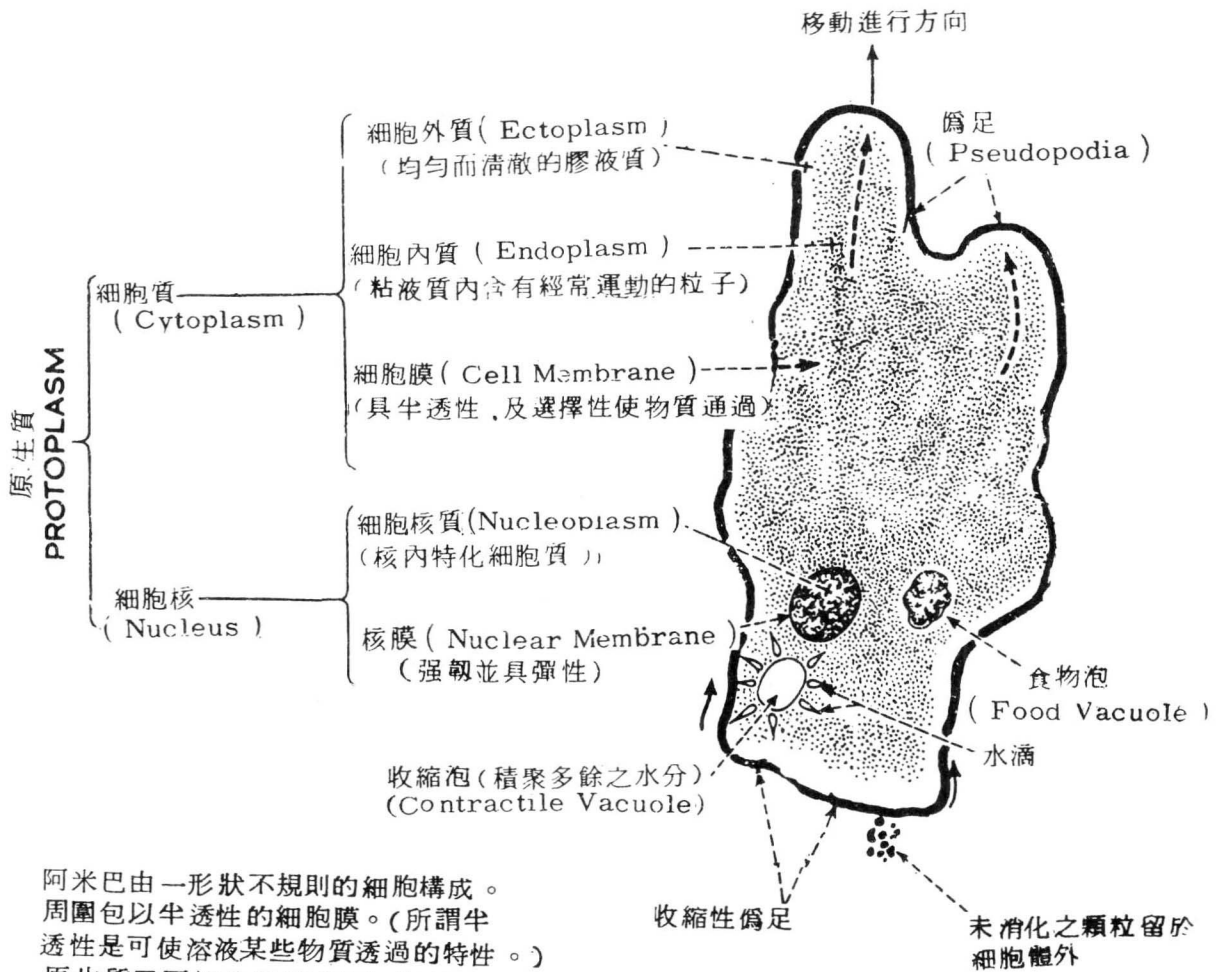
## 導 論



## 阿 米 巴 (Amoeba)

阿米巴就是單細胞生物的一個例子。它表現出動物細胞的基本構造，並且可以用來區分生物和無生物不同的現象。

生物皆由原生質 (Protoplasm) 構成，原生質存在於顯微單位一細胞之內。最簡單的生物由單一細胞構成。池塘內的阿米巴具有最基本的構造型式，且能表現出生物特有的種種生命現象 (Phenomena) 據此，生物與非生物乃能區別。



阿米巴由一形狀不規則的細胞構成。周圍包以半透性的細胞膜。(所謂半透性是可使溶液某些物質透過的特性。)

原生質又可細分為外層的細胞質，和中央較濃的特殊細胞核質。細胞核質有它堅韌的包膜。是細胞的控制中心。沒有細胞核質，那細胞也將死亡。



## 阿米巴所表現的生命現象

### 生命現象

#### ① 機化 (Organization)

這指動作的能力、控制、調節生活過程的能力。而且一旦這些能力受干擾，再去機化它們的能力。機化大部是靠細胞核的。就以阿米巴來說，如果被切為兩半，則含有細胞核圓，把破了的細胞膜修復起來，繼續完好如初的成長與生活，最後還會繁殖。沒有細胞核的一邊則縮而死去。

#### ② 收縮性 (Contractility)

運動的能力。把阿米巴，動作要靠偽足的形成。假如把阿米巴放在顯微鏡台上，仔細觀察。會看到在細胞表面的一端，長出一個小小的突起。等細胞質慢慢流入這突起之內時，突起慢慢膨大。偽足漸漸變大，細胞體漸漸縮小，於是阿米巴就藉着這方式往前挪動。

#### ③ 感應性 (Irritability)

對外界刺激起接受與反應的能力。阿米巴會對它周遭水中的化學的機械的，溫度的，還有電的變化起反應。一般來講，其反應是趨向有益的刺激（像可供食用的顆粒）而避開有害危險的刺激（像把奎寧泡在它周圍的水中）。

#### ④ 營養

這是指從環境中攝取可食的食物。分泌酵素把食物分解成較簡單的成分。然後吸收到原生質內以供利用。

⑤ 新陳代謝與成長 (Metabolism and Growth) 新陳代謝這個名詞，包括釋放食料中能量，轉變成活性分泌與運動機械工所需的所有化學反應在內。而生長的意思則是，生活細胞把吸收來的簡單物質，建造有自己特性的複雜原生質的能力。

#### ⑥ 呼吸 (Respiration)

吸入氧氣供食物氧化而釋出能量，並將生成的二氧化碳排出細胞體外。在阿米巴，呼吸過程很簡單。含在周遭水中的氧氣，透過細胞膜到細胞裡面。而二氧化碳也直接透出細胞外。

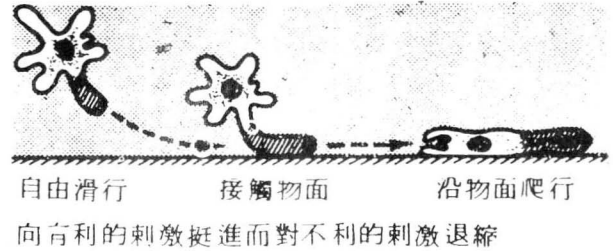
#### ⑦ 排泄 (Excretion)

把新陳代謝的廢渣和過剩的水份，排出生物體外的能力。在阿米巴，廢料直接透出到水中。而過剩的水份則收集在一個小泡內，定期的排出細胞膜外。

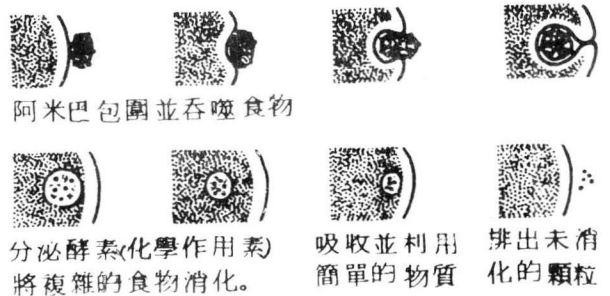
#### ⑧ 生殖

繁衍物種的能力。阿米巴長到一定大小就行簡單分裂。細胞核質方面均分使子細胞有相同秉賦。細胞質則行量的均分。像阿米巴這樣叫無性生殖過程。

### 偽足之形成



### 食物泡之形成



### 呼吸和排泄作用



### 生殖作用

阿米巴行直接分裂的無性生殖



# 細胞 The CELL

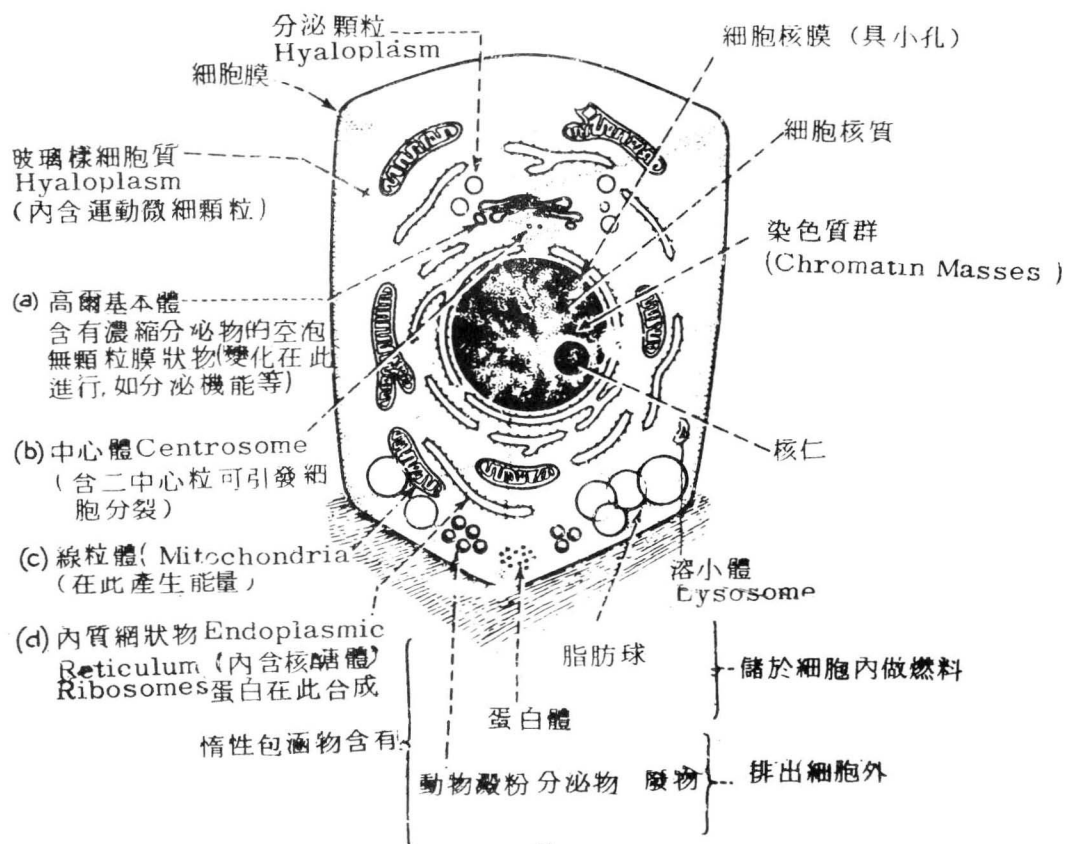
高等動物包括人在裡面，都是由成千上億的細胞構成。每一組細胞去分擔整體中的一項機能。爲了有效執行這項機能，細胞的形態、構造就會有相當程度的調整。在人體細胞構造機能真是千變萬化，但不管它們怎樣分化與調整，總還留下一些共同之點。

就構造上說，原生質可以分爲細胞核，包圍細胞核的細胞質，和使溶液進出的半透性細胞膜。細胞膜爲半透性可控制可溶性物質的進出共分三層：內層：70A 厚之蛋白質層 ②中層：35A之脂肪層 外層：20A 厚之蛋白及多糖類層

顯微鏡下看起來，細胞質含有兩部份。一爲透明之黏性物稱玻璃樣細胞質，裡面的顆粒會不停的流動。一爲細胞類器官，主持細胞的整體活動，與生命過程息息相關。像高爾基體就是像分泌作用的化學反應所在。線粒體就是細胞能力的中心，內質網狀物是細胞內蛋白質合成的所在中。心體含有兩個中心粒，可引發細胞分裂。像神經細胞，因爲沒有中心體，所以也就喪失分裂繁殖的能力了。而玻璃樣細胞質則含有很多惰性包含物在裡面。像脂肪球、蛋白體、動物澱粉、分泌物和廢物等等都是。

細胞核有特殊的核質和不完整的細胞核膜兩部份。細胞核膜具有小孔。染色質群內含有大量之去氧五 核酸 (DNA)，在細胞分裂時形成定數的染色小體，在其上散佈着遺傳基因。同種動物其染色小體數目相同，但異種動物則各異其數。在特殊染色處理後之標本，核內尚有一小圓形構造，稱核仁，富五 核酸。(RNA)

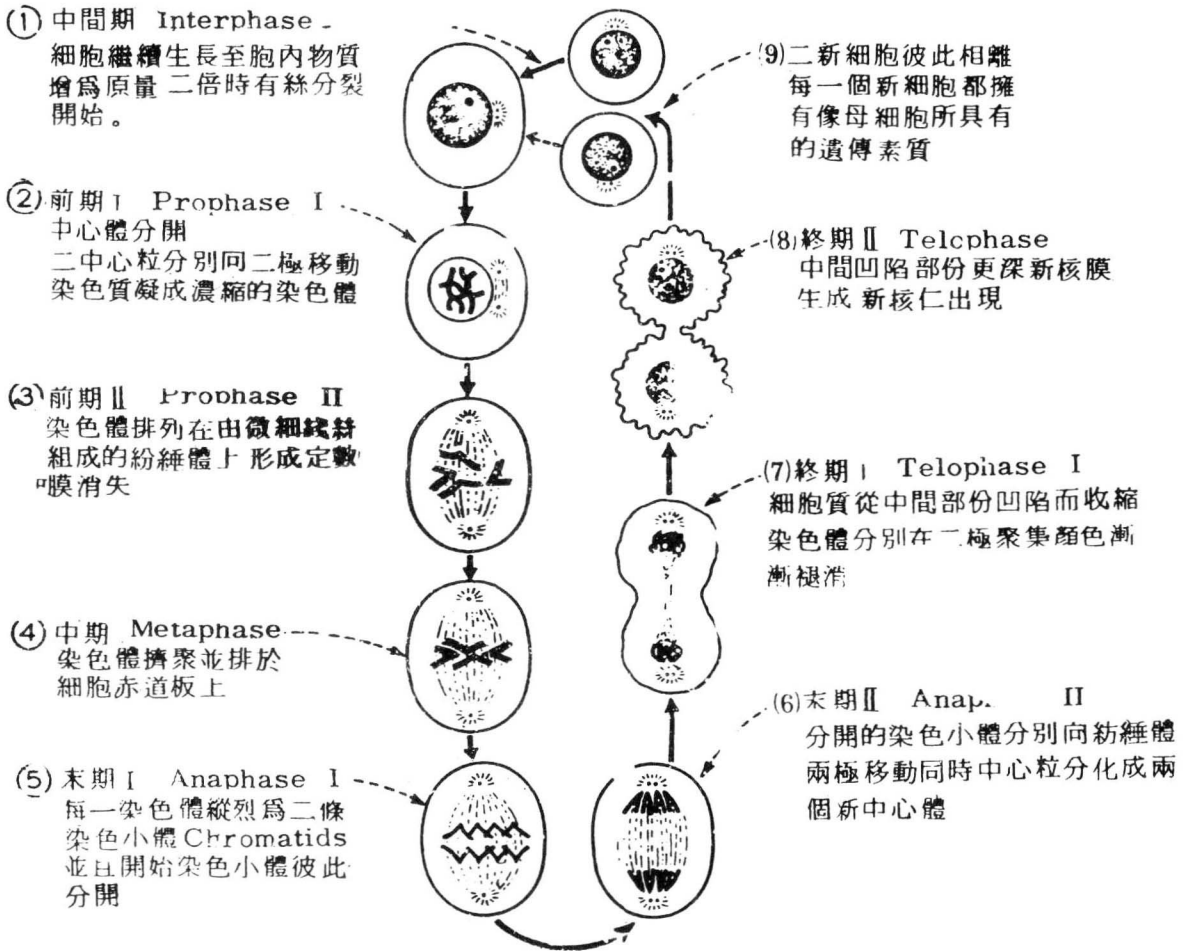
功能上看，所有活細胞皆有組織與順應之能力。由周圍環境攝食、代謝、生能、修補、繁衍，之區別，即在此分化與順應上。高等多細胞動物，與低等單細胞生物 再將廢物排到周圍的液體中。一如阿米巴的功能。



## 細胞分裂

### 有絲分裂 Mitosis

一切細胞均源於細胞分裂，有絲分裂過程中，核質的分裂比細胞質的分裂來得更明顯



由於染色體和基因縱裂成二半 致使每一個新細胞從母細胞分別獲得相同的遺傳因素。  
任何生物物種都具有一定數目的染色體 人體細胞（體細胞）均擁有 23 對 即 46 個染色體