

大學叢書

# 人類生理學

上 冊

蔡 翹 著

商務印書館出版

大學叢書

人類生理學

上册

蔡翹著

商務印書館出版

## 序

本書自從二十五年第二版以來，又近十年，中間雖曾修訂兩次，並曾先後送書局重版，然終因抗戰關係，印刷困難，未獲問世。去歲戰事勝利結束，乃向書局索回原稿，更作第三次澈底的修改，計費時半載，始將新稿完成。

此次章目雖大多仍舊，惟內容則力求充實，凡所知之新發見及新理論，莫不擇要加入。至於舊圖之不合時宜或稍不明顯者則一概刪去，其原用英文註解者亦均一律改換中文，此外並加入新圖二百餘幀，以助讀者之了解。前版文字以白話文為主，殊嫌累贅，故此次易以報紙式文言，是否已經改善，願借諸賢達之指教。

據個人過去十餘年教學之經驗，章後習題並無多大用處，故此次斷然刪去；西文參考書表則覺極為需要，爰備一插入書後，惟原著者的研究論文則鮮為介紹，蓋以其對初學者尚非必要也。

本書新稿之抄寫，全賴中大醫學院 1949 級五十餘同學之踴躍參加，實令作者銘刻不忘。全書抄成之後，蒙吳襄先生勘閱全部，指正頗多；朱壬葆、李瑞軒、程治平、許汝和諸先生均曾分閱若干章，並予以有益的批評與建議，作者願藉此表示謝忱。蔡紀靜及林淑輔兩君不辭辛勞，助繪圖，錄圖註，抄圖解，排打英漢名詞對照表，以及預備索引等，誠萬分感激，茲特誌之，以表不忘。

蔡翹 一九四六年二月作於成都

又本書原稿雖於三十五年初交商務印書館付印，然至本年二三月間始得見校樣，中間又耽擱一年。幸該館不計工本，允於校對時隨便修改，殊萬分欣慰。最後索引及英漢名詞對照表之填寫頁數工作為濮瑤女士所獨力完成，願誌之以表謝意。

蔡翹 一九四七年六月附誌於南京

# 目次

## 序

|                      |    |
|----------------------|----|
| 導言.....              | 1  |
| 第一篇 普通生理學之原理.....    | 7  |
| 第一章 生命之基礎組織——細胞..... | 7  |
| 第二章 生命之現象及特徵.....    | 15 |
| 生命之定義.....           | 15 |
| 生命之表現.....           | 16 |
| 生物之特徵.....           | 16 |
| 第三章 生物之化學組織及作用.....  | 21 |
| I. 原生質之化學元素.....     | 21 |
| 第四章 生物之化學組織及作用.....  | 24 |
| II. 生物之有機化合物.....    | 24 |
| 碳水化合物類.....          | 24 |
| 脂肪類.....             | 29 |
| 蛋白質類.....            | 32 |
| 第五章 生物之化學組織及作用.....  | 41 |
| III. 酶及氧化作用.....     | 41 |
| 第六章 生物之物理現象及原理.....  | 52 |
| I. 唯能論.....          | 52 |
| 能力之來源及儲藏.....        | 52 |
| 第七章 生物之物理現象及原理.....  | 66 |
| II. 膠性物之性質.....      | 66 |
| 第八章 生物之物理現象及原理.....  | 74 |
| III. 物質之透過活膜.....    | 74 |
| 決定物質透過漿膜之勢力.....     | 76 |

|                  |           |
|------------------|-----------|
| 各種物質之通透力         | 79        |
| 生物發電現象           | 83        |
| <b>第二篇 肌肉及神經</b> | <b>85</b> |
| 第九章 運動之種類        | 85        |
| 第十章 橫紋肌之動作       | 90        |
| 橫紋肌之結構           | 90        |
| 橫紋肌之特性           | 92        |
| 橫紋肌之機械反應         | 96        |
| 肌肉之電位變更          | 106       |
| 收縮時熱之產生          | 107       |
| 肌肉收縮時氧之消耗        | 111       |
| 肌肉收縮時之化學變化       | 112       |
| 第十一章 人體之肌肉運動     | 118       |
| 運動之能力來源          | 118       |
| 乳酸之產生            | 120       |
| 氧之消耗             | 120       |
| 身體之機械效率          | 123       |
| 肌肉之疲倦            | 125       |
| 運動對於其他生理作用之影響    | 126       |
| 訓練之影響            | 130       |
| 第十二章 不隨意肌之活動     | 131       |
| 平滑肌              | 131       |
| 心臟肌              | 136       |
| 電解物對於離體肌肉之影響     | 140       |
| 第十三章 神經之興奮及傳導    | 143       |
| 神經之結構及分類         | 143       |
| 神經纖維之興奮          | 145       |
| 刺激方法             | 145       |
| 神經之動作電流          | 158       |
| 神經衝動及其傳佈         | 153       |

|                   |            |
|-------------------|------------|
| 神經幹動作電流之複雜性       | 155        |
| 神經衝動之特性           | 156        |
| 神經衝動傳導之情形         | 159        |
| 神經衝動之本性           | 160        |
| 神經之新陳代謝           | 161        |
| 興奮能               | 162        |
| <b>第三篇 神經系統</b>   | <b>165</b> |
| 第十四章 神經細胞之結構及生理   | 165        |
| 神經原               | 165        |
| 神經與細胞體之關係         | 168        |
| 神經原爲神經系統之單位       | 170        |
| 神經原與神經原之關係        | 170        |
| 突觸之生理             | 172        |
| 神經原與感官及肌肉之關係      | 175        |
| 第十五章 神經系統之普通作用及分類 | 178        |
| 神經系統之普通作用         | 178        |
| 神經系統之分類           | 180        |
| 第十六章 脊髓之生理        | 184        |
| 脊髓之構造             | 184        |
| 脊髓爲傳導路徑           | 185        |
| 脊髓爲反射中樞           | 188        |
| 反射動作之中樞特性         | 190        |
| 合步運動之脊髓機構         | 196        |
| 脊髓對於肌肉緊張之節制       | 201        |
| 第十七章 腦之結構及作用      | 203        |
| 腦之解剖及分部           | 203        |
| 延腦                | 204        |
| 小腦                | 206        |
| 中腦                | 210        |
| 間腦                | 212        |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 腦幹作用之定位及姿勢反射之機構·····   | 213 |
| 頂腦·····                | 220 |
| 第十八章 大腦皮層之作用·····      | 225 |
| 定位作用·····              | 226 |
| 運動區·····               | 226 |
| 錐體外系統之作用·····          | 231 |
| 感覺區·····               | 231 |
| 普通作用·····              | 238 |
| 腦電流圖·····              | 242 |
| 替代反射·····              | 243 |
| 睡眠·····                | 246 |
| 語言·····                | 249 |
| 第十九章 自主神經系統·····       | 251 |
| 自主神經之起源及聯絡·····        | 251 |
| 自主神經之生理·····           | 254 |
| 刺激交感神經之影響·····         | 254 |
| 刺激副交感神經之影響·····        | 254 |
| 神經衝動之化學傳遞·····         | 255 |
| 第四篇 感官生理·····          | 259 |
| 第二十章 感官之普通特性·····      | 259 |
| 種別感應性·····             | 260 |
| 外周之定位·····             | 260 |
| 感官反應與刺激強度速率及時間之關係····· | 261 |
| 第二十一章 視覺之生理·····       | 264 |
| 眼之結構·····              | 264 |
| 眼睛如一光學儀器·····          | 270 |
| 眼睛之折光力及調度·····         | 275 |
| 眼折光之缺點及變態·····         | 278 |
| 調度反射及光反射·····          | 281 |
| 網膜之生理·····             | 283 |

|               |     |
|---------------|-----|
| 第二十二章 雙眼視覺    | 298 |
| 眼球運動          | 298 |
| 相對點           | 299 |
| 雙眼視覺之因素       | 300 |
| 距離知覺          | 301 |
| 第二十三章 耳之生理    | 303 |
| 聽覺生理          | 303 |
| 聽器官之結構        | 303 |
| 聲音之分析         | 308 |
| 底膜之共振         | 311 |
| 聲音之定位         | 313 |
| 半規管及前庭之生理     | 314 |
| 迷路之位置及結構      | 314 |
| 迷路之作用         | 316 |
| 第二十四章 皮膚之臟腑感覺 | 320 |
| 皮膚感覺          | 320 |
| 本部受納器         | 322 |
| 味覺            | 323 |
| 嗅覺            | 324 |
| 臟腑感覺          | 325 |
| 第五篇 血液及淋巴     | 331 |
| 第二十五章 血液      | 331 |
| 血液之普通形態       | 331 |
| 血液總量          | 339 |
| 血液之物理特性       | 340 |
| 血液之化學成份       | 347 |
| 紅血球之破壞及生成     | 349 |
| 紅血球之壽命        | 353 |
| 血紅素           | 353 |
| 白血球之來源及功用     | 359 |

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 血小板之功能·····           | 360 |
| 血液之凝固·····            | 361 |
| 止血機構·····             | 365 |
| 第二十六章 組織液及淋巴·····     | 367 |
| 組織液·····              | 367 |
| 濾過之速率及分量·····         | 368 |
| 淋巴·····               | 369 |
| A. 淋巴之性質及成份·····      | 369 |
| B. 淋巴之生成·····         | 370 |
| 第二十七章 內環境之恆定·····     | 374 |
| 血糖濃度·····             | 375 |
| 血漿蛋白質·····            | 377 |
| 血清鈣份·····             | 379 |
| 氯化鈉·····              | 381 |
| 血液水份·····             | 382 |
| 體溫·····               | 383 |
| 血液中性反應之維持·····        | 383 |
| 血液如一理化系統·····         | 386 |
| 第二十八章 身體抵抗入侵物之機構····· | 388 |
| 細胞抵禦·····             | 388 |
| 化學抵禦·····             | 391 |
| 血型·····               | 394 |
| 第六篇 循環系統·····         | 397 |
| 第二十九章 循環作用通論·····     | 397 |
| 循環作用之要旨·····          | 397 |
| 血液之循環·····            | 399 |
| 淋巴循環·····             | 401 |
| 第三十章 心臟之生理·····       | 403 |
| I. 內部的機構·····         | 403 |
| 心臟之結構·····            | 403 |

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 心動週期·····           | 407 |
| 心跳之起源及傳佈·····       | 409 |
| 心臟之活瓣動作·····        | 411 |
| 心內壓力·····           | 414 |
| 心室容積·····           | 415 |
| 心聲·····             | 415 |
| 心電圖·····            | 417 |
| 心之輸出量·····          | 422 |
| 心臟之工作及其效率·····      | 430 |
| 第三十一章 心臟之生理·····    | 432 |
| II. 神經的節制·····      | 432 |
| 心臟之傳出神經·····        | 432 |
| 控制心臟之神經中樞·····      | 437 |
| 心反射·····            | 440 |
| 第三十二章 血管之生理·····    | 446 |
| 血管之構造·····          | 446 |
| 血液流動之速率及容積·····     | 447 |
| 血壓·····             | 454 |
| 動脈壓·····            | 454 |
| 毛細管壓·····           | 457 |
| 靜脈壓·····            | 458 |
| 脈搏·····             | 464 |
| 血管舒縮之機構·····        | 468 |
| 毛細管循環之節制·····       | 477 |
| 第三十三章 各器官之血液循環····· | 480 |
| 腦循環·····            | 480 |
| 冠脈循環·····           | 481 |
| 肺循環·····            | 482 |
| 門脈循環·····           | 483 |
| 脾循環·····            | 485 |
| 橫紋肌之血液供給·····       | 486 |

|                      |            |
|----------------------|------------|
| 皮膚之血液供給·····         | 487        |
| <b>第七篇 呼吸系統·····</b> | <b>490</b> |
| 第三十四章 呼吸生理通論·····    | 490        |
| 第三十五章 呼吸之機械·····     | 498        |
| 喉頭及氣管·····           | 498        |
| 支氣管及小支氣管·····        | 494        |
| 胸腔·····              | 496        |
| 胸腔大小之變更·····         | 496        |
| 胸內壓,腹內壓,肺內壓·····     | 496        |
| 呼吸運動·····            | 498        |
| 呼氣之機械·····           | 503        |
| 平靜呼吸及用力呼吸·····       | 503        |
| 呼吸運動之測量法·····        | 503        |
| 人工呼吸·····            | 506        |
| 呼吸運動之力量及肺內空氣之容積····· | 508        |
| 第三十六章 氣體之交換及運輸·····  | 511        |
| 肺內之氣體交換·····         | 512        |
| 氣體之運輸·····           | 521        |
| 組織中之氣體交換·····        | 525        |
| 氧氣之利用·····           | 525        |
| 第三十七章 呼吸之神經節制·····   | 528        |
| 呼吸中樞·····            | 528        |
| 呼吸中樞之自動性·····        | 530        |
| 呼吸之化學節制·····         | 531        |
| 呼吸之反射管制·····         | 535        |
| 高級中樞之影響·····         | 539        |
| 第三十八章 各種影響呼吸之情況····· | 542        |
| 肌肉運動·····            | 542        |
| 各氣體成份增減之影響·····      | 543        |
| 組織缺乏氧氣·····          | 544        |

|               |     |
|---------------|-----|
| 低壓中之氣體交換····· | 545 |
| 氮分壓增加之影響····· | 547 |
| 陳施氏呼吸·····    | 547 |

## 第八篇 營養生理····· 549

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 第三十九章 食物之養份·····      | 549 |
| 蛋白質脂肪碳水化合物·····       | 549 |
| 維生素·····              | 549 |
| 無機鹽·····              | 559 |
| 水·····                | 560 |
| 第四十章 消化管之運動·····      | 561 |
| 先期消化·····             | 561 |
| 咀嚼·····               | 561 |
| 吞嚥·····               | 562 |
| 記錄消化管運動之方法·····       | 562 |
| 食道之運動·····            | 563 |
| 胃運動之機構·····           | 564 |
| 小腸運動·····             | 570 |
| 大腸運動·····             | 574 |
| 大便動作·····             | 575 |
| 嘔吐·····               | 576 |
| 第四十一章 唾液之分泌及消化作用····· | 577 |
| 唾液腺之解剖·····           | 577 |
| 唾液分泌·····             | 578 |
| 唾液之成份·····            | 581 |
| 唾液之消化作用·····          | 581 |
| 唾液之其他功用·····          | 582 |
| 第四十二章 胃液之分泌及消化作用····· | 584 |
| 胃液腺·····              | 584 |
| 胃液分泌·····             | 586 |
| 胃液之成份·····            | 590 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 胃液之消化動作·····         | 591 |
| 胃液之消毒作用·····         | 593 |
| 胃之吸收·····            | 593 |
| 第四十三章 食物在大小腸之消化····· | 594 |
| 胰液腺·····             | 594 |
| 胰腺分泌·····            | 595 |
| 胰液之性質及成份·····        | 597 |
| 胰液之消化作用·····         | 597 |
| 膽汁之分泌及消化作用·····      | 598 |
| 膽汁之分泌·····           | 599 |
| 膽汁之儲存及驅出·····        | 600 |
| 膽汁之成份·····           | 601 |
| 膽汁之消化動作·····         | 602 |
| 小腸液之分泌及消化作用·····     | 602 |
| 小腸之分泌·····           | 602 |
| 小腸液之性質及消化作用·····     | 603 |
| 大腸之消化·····           | 604 |
| 第四十四章 大小腸之吸收·····    | 606 |
| 小腸之絨毛及血管·····        | 606 |
| 吸收之理化機構·····         | 607 |
| 水及鹽之吸收·····          | 608 |
| 碳水化合物之吸收·····        | 608 |
| 脂肪之吸收·····           | 609 |
| 蛋白質之吸收·····          | 611 |
| 核蛋白之吸收·····          | 612 |
| 大腸之吸收及排泄·····        | 612 |
| 第四十五章 食物之新陳代謝·····   | 614 |
| 碳水化合物之新陳代謝·····      | 614 |
| 脂肪之新陳代謝·····         | 623 |
| 蛋白質之新陳代謝·····        | 630 |
| 核蛋白之新陳代謝·····        | 636 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 第四十六章 身體能力之消耗及需要：體溫之調度 | 639 |
| 食物之卡價                  | 639 |
| 卡計測量                   | 640 |
| 基底代謝                   | 646 |
| 食物之影響新陳代謝(特種生熱作用)      | 649 |
| 肌肉工作之影響新陳代謝            | 650 |
| 能力需要                   | 650 |
| 體溫之管理                  | 652 |
| 第九篇 排泄                 | 657 |
| 第四十七章 腎及皮膚之排泄          | 657 |
| 腎之排泄作用                 | 657 |
| 皮膚之排泄機能                | 672 |
| 第十篇 內分泌生理              | 677 |
| 第四十八章 無管腺              | 677 |
| 甲狀腺                    | 679 |
| 副甲狀腺                   | 684 |
| 胰島腺                    | 685 |
| 腎上腺                    | 687 |
| 垂體(腦下腺)                | 692 |
| 性腺                     | 701 |
| 其他無管腺                  | 706 |
| 第十一篇 生殖生理              | 707 |
| 第四十九章 男生殖器             | 707 |
| 精子生成與陽囊之機能             | 707 |
| 輸精道及精液腺之機能             | 708 |
| 交媾動作                   | 710 |
| 第五十章 女生殖器              | 713 |
| 下等哺乳動物之生殖週期            | 713 |

---

|              |     |
|--------------|-----|
| 人類生殖週期.....  | 716 |
| 受精.....      | 720 |
| 種植及懷孕.....   | 721 |
| 分娩.....      | 726 |
| 乳腺分泌及授乳..... | 727 |
| 奶之成分.....    | 729 |
| 英文參考書.....   | 731 |
| 英漢名詞對照表..... | 753 |
| 索引.....      | 782 |

# 人類生理學

## 導 言

生理學爲一種自然科學，一種生物科學，亦爲一種醫學科學。其所以爲自然科學及生物科學者，因其研究之對象爲自然界的生物。生物科學之種類甚多，生理學不過其中之一種而已。生理學之目的爲研究生物之生理作用；研究植物之作用者名爲植物生理學，研究動物之作用者名爲動物生理學，研究人類身體之作用者名爲人類生理學，研究生物之普通生理現象及原理者名爲普通生理學。人類爲高等動物之一，其生理作用與其他高等動物大體相同，故視人類生理學爲哺乳動物生理學實無不可。實際上人類生理學之實驗材料每取之哺乳動物，甚有用蛙及龜者，因其作用與人類無重大之差異也。習慣上動物生理學之教材多注重於比較方面，即比較各種動物之生理作用，由下等動物以至高等動物，此點殊與人類生理學有別。後者之所以每取材於高等動物者，不過利用之以作實驗而闡明人體之作用耳；大部分人體作用既不能直接觀察，亦不能以實驗方法自由措置，故不能不藉動物爲代替品，犧牲品。本書之目的雖爲敘述人類生理學，然其內容多有論及高等動物之生理作用者，此之故也。

普通生理學之目的爲探討生物之普通生理現象及原理，已如前述，故欲攻學人類生理學，不能不先明瞭普通生理學之基礎原則。由此觀之，普通生理學實人類生理學之一部，故本書首篇即提出作系統的敘述。人類生理學之本題完全爲研究身體各器官之機能，故可稱之爲器官生理學 (Organ physiology)。

人類生理學之所以視爲醫學科學之一者，蓋生理學爲醫學之基礎，在生理學發展之過程中，研究人類生理學者不但多爲醫學出身，且多爲醫學教授，此種風氣一直至前世紀下半期始略爲變更，時至今日，視生理學爲

實驗醫學者，仍不在少數。嚴格言之，人類生理學並非爲醫學科學，因其對象並非疾病之原因，更非治療之成效，生理學之目的及責任乃在闡明正常的生理作用，此種作用之闡明是否卽可以應用於醫事，殊非生理學者所能顧及。惟人類生理學既由醫學發展而來，吾人「飲水思源」，自不能「數典忘祖」，近數十年來生理學之所以長足猛進而得有今日者，頗得力於醫學及醫事之發達。科學之崇高目的雖爲探索事實，研求真理，然苟無絲毫應用價值，則將爲人所忽視，所摒棄，久之乃湮沒無遺，馴至科學之研究亦將不爲人所重視，所尊崇，所維持矣。換言之，科學之重要性乃在其最終之收穫，此種收穫爲增進人類之幸福及減少人類之痛苦。生理學之所以得有今日之繁榮者，因其能予醫學以基礎之知識及種種技術上之貢獻故也。明瞭生理之後，始能了解病理，懂正常作用者始能診斷疾病，對症下藥，人類生理學在醫學之重要性實基於此。

人類自有歷史以來，聰明睿智之士卽有對身體機能作種種之推測，然多類似神話，吾國先代儒醫之論五臟六腑之作用每以陰陽五行爲喻，卽爲一例，上古名醫蓋倫（Galen）曾編印巨著，敘述身體各器官之解剖及生理，惜因乏實驗的根據，致錯誤極多。迨 1543 年比利時學者華沙利阿斯（Vesalius）之大著『人體構造』（Fabrica Humani Corporis）出版，近世解剖學於是萌芽，此時蓋氏很多不合事實之推論乃逐漸不爲人所置信。近代實驗生理學肇始於十七世紀之初期，當時意儒薩陀利阿斯（Sartorius）曾進行種種實驗以證明人體之不知覺出汗。氏曾設計一稱人之天秤，自己處天秤上若干時日，由於體重之減少，彼乃推論不知覺發汗之存在，蓋食入者較由大小便排出者爲多也。氏於 1614 年出版一書，名爲“Medical Statics”，惜其中未發表其實驗之詳細記錄，致其代謝作用之研究爲後人所遺忘，殊可惜也。英國名醫威廉哈維（William Harvey）氏因不滿蓋氏血液返復流動之學說，曾進行各種人體觀察及動物實驗，證明蓋氏理論之謬誤，乃倡血流循環說，於 1628 年發表其名著「血液運動論」（Exercitatio de cordis）。哈氏曾剖出動物之動脈及靜脈而分別切斷之，見動脈之近心端血液噴出，勢極兇猛，遠心端則無血跡；靜脈之流血方向與動脈異，遠心端雖出血，然究屬不多，且無噴出之現象。氏又用細帶縛繫人肱，見上段皮下靜脈完全消逝不見，下段則膨脹腫大。由此種種觀察，氏乃推論身體血液之運動係循一定方向而絕不回流者，卽血液出心至