

小GUYTON

生理學手冊



Pocket Companion to Textbook of
Medical Physiology

原著

Arthur C. Guyton, M.D.
John E. Hall, Ph.D

監修

臺大醫院內科部主治醫師
方啓泰 醫師

編譯

國立台灣大學醫學院醫學系
郭耀文 呂燕林 曾柏凱 莊宜芳



Health Sciences Asia.



合記圖書出版社 發行



Pocket Companion to Textbook of
Medical Physiology 9/e

小 Guyton 生理學手冊

原著

Arthur C. Guyton, MD

John E. Hall, PhD

監修

臺大醫院內科部主治醫師

方啟泰 醫師

編譯

國立台灣大學醫學院醫學系

郭耀文 呂燕林 曾柏凱 莊宜芳



Health Sciences Asia.



合記圖書出版社 發行

國家圖書館出版品預行編目資料

小 Guyton 生理學手冊 / Arthur C. Guyton, John E.

Hall 原著；呂燕林等 編譯。－初版。－

台北市：合記，2002 [民 91]

面；公分。

含索引

譯自：Pocket companion to textbook of medical
physiology

ISBN 957-666-843-3 (平裝)

1. 生理學(人體)－手冊，便覽等

397.026

91003656

書 名 小 Guyton 生理學手冊
編 譯 郭耀文 呂燕林 曾柏凱 莊宜芳
執行編輯 程慧娟
發行人 吳富章
發行所 合記圖書出版社
登記證 局版臺業字第 0698 號
社 址 臺北市內湖區(114)安康路 322-2 號
電 話 (02)27940168
傳 真 (02)27924702

總 經 銷 合記書局
北 醫 店 臺北市信義區(110)吳興街 249 號
電 話 (02)27239404
臺 大 店 臺北市中正區(100)羅斯福路四段 12 巷 7 號
電 話 (02)23651544 (02)23671444
榮 總 店 臺北市北投區(112)石牌路二段 120 號
電 話 (02)28265375
臺 中 店 臺中市北區(404)育德路 24 號
電 話 (04)22030795 (04)22032317
高 雄 店 高雄市三民區(807)北平一街 1 號
電 話 (07)3226177

郵政劃撥 帳號 19197512 戶名 合記書局有限公司

西元 2002 年 5 月 10 日 初版一刷



前言

人類生理學是連結基礎科學與臨床醫學的基石。它包括了自「分子與細胞層次的研究」與「器官系統的研究」之間的一切事物，同時也整合兩者之間的交互作用，讓我們得以完整的生命形式立足於宇宙間。由於人類生理學是一門快速擴張的學門，而且包含的領域極廣，因此可能應用於臨床醫學的生理學資訊數目也極為龐大。我們寫這本「口袋書」的目的之一就是從這些大量資料中，濃縮出其中精華，少到足以放入你的外套口袋，但又能充分涵藝學醫時所需的生理學原則。

這本口袋書是特別設計來與 Cuyton and Hall's Textbook of Medical Physiology 第 9 版配合使用的，它無單獨成為這本教科書的替代品。反之，它的功用在於：以有助於快速理解基礎生理學原則的形式，對教科書中最重要的事實概念作提綱挈領的介紹。這本口袋書最重要的特色如下：

- 它是為了讓學生能快速、有效率地復習教科書中的大量資料而設計的。各節的標題，都已簡要地說明相對應段落中的觀念。如此一來，學生便可經由各段的標題，快速地復習教科書中的許多主要觀念。
- 本書目錄和 Guyton 教科書完全一致，而且每個主題都會標明應參考教科書的哪一頁。

- 本書的大小是特別設計成能放入外套的口袋，讓你在需要時能立即查詢。

雖然口袋書中已包含學習生理學所需的最重要資料，但是它無法提供可強化你生理學概念的許多細節、也不包含教科書中所舉的異常生理情況下的臨床實例。因此我們強烈建議本書一定要和 Guyton and Hall's Textbook of Medical physiology 第 9 版配合使用。

本書的作者群之選定，乃是著眼於他們的豐富生理學知識，以及有效對學生表達資訊的能力。我對每一位為此書貢獻的作者都很感激；尤其是 Dr. Arthur C. Guyton，他獨力完成 Textbook of Medical Physiology 的前 8 版，而且容許我能助第 9 版的工作。這本口袋版大量借用了 Textbook of Medical physiology 第 9 版的內容，不過我將對此口袋版的編輯疏失負起全部的責任。我們已盡力使本書盡可能地精確，也希望它能對你學習生理學有點用處。我們衷心期待你的指教和建議。



序

生理學是所有從事臨床醫療專業人員的必要知識。一本簡明的中文參考手冊可幫助初學者迅速領悟其要點，收事半功倍之效；對於準備各種考試或進入正式臨床工作前的複習，也是不可或缺的。Pocket companion to Textbook of Medical physiology 一書為著名生理學教科書 guyton's Textbook of Medical physiology 之簡明本。郭耀文、呂燕林、曾柏凱、莊宜芳四位譯者學識豐富，以嚴謹的態度、流暢的文筆完成這本譯著，特別適於預習及複習。由於篇幅所限，本書並無法完全取代正式的生理學教科書。若要對書中重要生理學概念，有進一步深入了解，仍需閱讀 Guyton's Textbook of physiology。

方啟泰 謹識



目錄

第一單元 生理學簡介：細胞和一般生理學

- 第1章 人體之功能組織和體內環境的控制 3
- 第2章 細胞及其功能 11
- 第3章 蛋白質製造、細胞功能和細胞複製的基因控制 23

第二單元 細胞膜生理學、神經、肌肉

- 第4章 通過細胞膜之離子和分子的運輸 35
- 第5章 膜電位和動作電位 45
- 第6章 骨骼肌的收縮 55
- 第7章 骨骼肌的激發 65
- 第8章 平滑肌的收縮與激發 73

第三單元 心臟

- 第9章 心肌；心臟的幫浦功能 83
- 第10章 心臟的節律性興奮 93
- 第11章 正常的心電圖 99
- 第12章 心肌與冠狀動脈異常的心電圖判讀 103
- 第13章 心律不整及其心電圖的判讀 109

第四單元 循環系統總論；血壓、血流與阻力的醫用物理學

- 第14章 循環系統總論；血壓、血流、與阻力的醫用物理學 117
- 第15章 血管的擴張性、動脈和靜脈系統的功能 125
- 第16章 微循環和淋巴系統：微血管的體液交換、組織間液和淋巴流 131
- 第17章 組織對血流的局部控制與體液性調節 143
- 第18章 循環系統的神經性調節與動脈壓的迅速控制 151
- 第19章 腎臟在長期性動脈壓調節與高血壓中的角色；血壓控制

- 的整合系統 159
- 第20章 心輸出量，靜脈回流與其調控機制 171
- 第21章 運動時的肌肉血流和心輸出量；冠狀循環和缺血性心臟病 179
- 第22章 心衰竭 187
- 第23章 心音；瓣膜性及先天性心臟缺損的動力學 193
- 第24章 循環性休克及其治療的生理學 199

第五單元 腎臟及體液區間

- 第25章 體液區間：細胞外液與細胞內液、組織間液及水腫 209
- 第26章 腎臟的尿液生成：Ⅰ.腎絲球過濾作用、腎臟血流及二者之調控 219
- 第27章 腎臟的尿液生成：Ⅱ.腎小管對腎絲球過濾液之處理 229
- 第28章 細胞外液滲透度與鈉離子濃度的調節 243
- 第29章 腎臟調節血液與細胞外液體積的整合機轉；腎臟對鉀離子、鈣離子、磷酸與鎂離子的調節 253
- 第30章 酸鹼平衡的調節 265
- 第31章 排尿、利尿以及腎臟疾病 279

第六單元 血球、免疫

- 第32章 紅血球、貧血及紅血球增多症 291
- 第33章 身體對感染的抵抗作用 Ⅰ.白血球、顆粒球、單核球—巨噬細胞系統以及發炎反應 297
- 第34章 身體對感染的抵抗作用 Ⅱ.免疫與過敏 303
- 第35章 血型、輸血、組織及器官移植 311
- 第36章 止血與血液凝固 315

第七單元 肺部的換氣功能

- 第37章 肺部的換氣功能 325
- 第38章 肺部循環、肺水腫、肋膜液 335
- 第39章 氣體交換；氧氣與二氧化碳的擴散 343
- 第40章 氧氣及二氧化碳在血液與體液中的運送 353
- 第41章 呼吸的調節 361
- 第42章 呼吸機能不全—病態生理學、診斷、氧氣治療 367

第八單元 飛行、外太空及深海潛水生理學

- 第43章 飛行、高地及外太空生理 377
第44章 深海潛水及其他高壓狀況下的生理學 387

第九單元 神經系統 A. 一般感覺生理

- 第45章 神經系統的組織架構；突觸的基本功能及神經傳導物質 395
第46章 感覺受器；處理訊息的神經迴路 407
第47章 軀體感覺：Ⅰ. 一般組織架構；觸覺及位置的感覺 413
第48章 軀體感覺：Ⅱ. 痛覺、頭痛及溫覺 421

第十單元 神經系統 B. 特殊感覺生理

- 第49章 眼睛 Ⅰ：視覺的光學原理 431
第50章 眼睛 Ⅱ：受器以及視網膜的神經功能 437
第51章 眼睛 Ⅲ：視覺的中樞神經生理學 447
第52章 聽覺 455
第53章 化學感覺—味覺與嗅覺 463

第十一單元 神經系統 C. 運動以及整合性神經生理

- 第54章 脊髓的運動功能，脊髓反射 471
第55章 皮質與腦幹對運動功能的控制 479
第56章 小腦、基底核、及整體的運動控制 489
第57章 大腦皮質，腦的智力功能，學習與記憶 501
第58章 腦中行爲與動機之機制—邊緣系統與下視丘 509
第59章 腦活性的狀態—睡眠；腦波；癲癇；精神病 517
第60章 自律神經系統；腎上腺髓質 523
第61章 大腦血流、腦脊髓液和腦的新陳代謝 533

第十二單元 腸胃功能總論

- 第62章 腸胃功能的總則—運動性、神經的控制，以及其血液循

- 環 543
- 第63章 消化道中食物的輸送與混合 553
- 第64章 消化道的分泌功能 561
- 第65章 腸胃道內的消化與吸收 571
- 第66章 腸胃道疾病的生理學觀點 579

第十三單元 代謝和體溫控制

- 第67章 碳水化合物的代謝和三磷酸腺苷的生成 589
- 第68章 脂肪的代謝 595
- 第69章 蛋白質的代謝 603
- 第70章 肝臟的功能 609
- 第71章 飲食平衡；進食的調節；肥胖與飢餓；維他命與礦物質 615
- 第72章 能量與代謝的速率 623
- 第73章 體溫、體溫調節、及發燒 627

第十四單元 內分泌與生育

- 第74章 內分泌簡介 635
- 第75章 腦下垂體賀爾蒙及其下視丘控制 641
- 第76章 甲狀腺賀爾蒙 653
- 第77章 腎上腺皮質素賀爾蒙 661
- 第78章 胰島素、升糖素、以及糖尿病 671
- 第79章 副甲狀腺素、抑鈣素、鈣與鹽磷酸鹽的代謝、維生素 D、骨骼與牙齒 681
- 第80章 男性生殖功能及男性賀爾蒙、松果腺 689
- 第81章 懷孕前的女性生理以及女性荷爾蒙 693
- 第82章 懷孕和乳汁分泌 703
- 第83章 胎兒期和新生兒期的生理 711

第十五單元 運動生理學

- 第84章 運動生理學 717

UNIT I

生理學簡介： 細胞和一般生理學

- 第 1 章 人體之功能組織和體內環境的控制
- 第 2 章 細胞及其功能
- 第 3 章 蛋白質製造、細胞功能和細胞複製的基因控制

人體之功能組織和 體內環境的控制

Function Organization of the Human Body and Control of the "Internal Environment"

生理學的目的是要了解維持個體生存所需的功能及其各部份機轉。在人體生理學中，我們關心的是人體的下列特性：人體可以讓我們感受環境、可以自由地走動、思考、互相溝通、及繁衍後代；人體可以執行人類生存及繁衍所需的各項功能。

人體生理學的主題相當廣泛，除了探討分子結構、微細胞、組織、器官和系統（如心血管系統）的功能外，也要探討在不同構造成份間的交互作用和訊息交流。試圖去整合身體各個不同部位的功能，藉以了解整個身體的功能乃是人體生理學的特點之一。人類需要倚靠人體全體的功能才能生存，而人體的全體功能，和各單一細胞、組織、器官的功能總合來做比較，又要複雜許多。

細胞是組成生物體最基本的單位，每一個器官都是由許多細胞藉著細胞間的支持結構所聚合而成的。整個人體約有 75 到 100 兆個細胞，而每一個細胞都可執行其特定功能。這些單獨的細胞功能如何統整並協調運作呢？這是由存在於細胞、組織、器官和系統間的許多調控系統來達成。

雖然人體內各種細胞在特定功能上彼此有明顯差異，它們卻有著一些相同的基本特性。例如，(1) 在所有細胞內都能氧化碳水化合物、脂肪或蛋白質以獲取維持細胞正常功能所需的能量；(2) 大部份的細胞也有繁殖的能力，因此當一些細胞遭破壞時，其餘的細胞通常都會再生新的細胞，直到回復原本適當的數量；(3) 所有的細胞都浸於細胞外液中，而細胞外液的組成物質則被精密地調控著。

人體主要功能系統維持體內環境恆定之機轉 (“HOMEOSTATIC” MECHANISMS OF THE MAJOR FUNCTIONAL SYSTEMS)

事實上，人體所有的器官和組織主要的功能都在於使細胞外液的組成物質保持固定，這種情況我們稱之為恆定。生理學中許多討論的焦點都放在使細胞、組織、和器官維持恆定的機轉上。

細胞外液的運輸系統－循環系統

(Extracellular Fluid Transport System-The Circulatory System)

細胞外液在全身的輸送可以分為兩個階段：第一個階段是血液在循環系統中的流動，第二個階段是體液在微血管和細胞間的流動。循環系統把血液打入血管系統中，使體內的液體能夠不停地進行著細胞外液交換。當血液通過微血管時，大部份的血漿就會和組織間液（interstitial fluid，充滿在細胞與細胞之間的體液）藉由擴散作用來進行液體和溶質的交換，如此一來，細胞和細胞間液之間、細胞間液和血液之間即可不停的進行物質交換

細胞外液中的營養物質來源

(Origin of Nutrients in the Extracellular Fluid)

- 呼吸系統提供身體所需的氧氣並移除二氧化碳。
- 腸胃系統消化食物，並將食物分解所產生的碳水化合物、脂肪酸及胺基酸吸收到細胞外液中。
- 肝臟改變了在腸胃道吸收的許多營養物質的化學構造，使這些營養物質更容易被細胞所利用。另外身體的其他組織，例如脂肪細胞、腎臟、以及內分泌腺等都能夠將這些吸收的物質做適當的轉化，或是將其貯存起來以備將來使用。
- 肌肉骨骼系統的組成包括了骨骼肌、骨骼、肌腱、關節、軟骨和韌帶。如果沒有這個系統的話，個體就無法移動到適當的地方獲

取食物，供給自身的營養。肌肉骨骼系統也具有保護內臟器官和支持身體的作用。

代謝廢物之排除 (Removal of Metabolic End Products)

- 腎臟可以控制鹽份、水份和細胞行化學反應產生的代謝廢物之排除，藉此來調控細胞外液的組成物質。因為可以控制體液的容積和組成物質，腎臟也能調控血液的容積和血壓。
- 呼吸系統不僅能提供氧氣給細胞外液，也能移除細胞代謝產生的二氧化碳，二氧化碳從血液被釋放到肺泡中而排到體外。

身體各項功能的調節 (Regulation of Body Functions)

- 神經系統可以指揮肌肉系統而提供身體運動的能力。藉由神經系統，我們不僅可以感覺身體內在及外界環境的狀態，也因而能夠成為有智慧的生物，能為個體的生存創造各種有利的條件。此外我們也可以藉由自主神經系統 (autonomic nervous system) 來控制許多內臟器官的功能
- 內分泌腺體可以分泌荷爾蒙 (hormone) 來調控細胞的許多代謝功能：例如生長、代謝速率及和生殖有關的特定行為。荷爾蒙被分泌到血液後可被血流運輸到全身各處，來幫助調控細胞的功能。
- 免疫系統同樣也扮演著調控系統之角色，它提供身體一個防禦機轉，可幫助身體對抗日常接觸的外來侵略物，如細菌和病毒等。
- 皮膚系統大部份由皮膚所組成，可以保護身體免於傷害，也可以防禦外來侵略物，並且避免皮下組織脫水。此外，皮膚在體溫的調節上扮演著重要的角色。

生殖 (Reproduction)

生殖系統可以產生和我們個體相似的下一代，我們甚至可認為生殖作用是一種恆定的功能，因在新產生的個體中，有數兆個細胞和原本的個體的細胞一樣，都存活在一個良好調控的內在環境中。

身體的控制系統 (CONTROL SYSTEMS OF THE BODY)

人體中有數千個控制系統，都是維持身體恆定所必需的，舉例來說，基因控制系統在所有的細胞中運作以控制細胞內和細胞外的各項功能。而其他的控制系統，有的是在各器官中運作著，有的則是在整個人體中控制器官與器官之間的交互作用。

氧氣與二氧化碳在細胞外液中的濃度調節是數個控制系統共同運作的一個好例子。在這個例子中，呼吸系統和神經系統共同參與調節的機制。當血液中的二氧化碳濃度增加並且超過正常範圍時，會刺激呼吸中樞 (respiratory center) 而使得呼吸加快、加深，以增加二氧化碳的呼出，因而增加血液和細胞外液中二氧化碳的排除，呼吸加快加深的過程會持續到二氧化碳的濃度回到正常的範圍為止。

細胞外液中重要組成物質含量的正常範圍

(Normal Ranges of Important Extracellular Fluid Constituents)

表 1-1 列出細胞外液中較重要的一些組成物質及其含量的正常值、正常範圍、和短期內細胞可忍受而不致於死亡的最大極限範圍。該注意的是這些物質含量的範圍都非常狹窄，當某物質的含量在正常範圍以外，通常是引起疾病的原因；或是因為疾病而造成某物質的含量在正常範圍以外。

控制系統的特性 (Characteristics of Control Systems)

大部份的控制系統都是藉由負回饋 (negative feedback) 的方式來運作。在先前二氧化碳調節的討論中，體胞外液中的二氧化碳濃度過快時會增加肺部換氣量，藉此使二氧化碳濃度下降到正常範圍，這就是負回饋的例子之一；

任何會引起二氧化碳濃度改變的刺激都有其相對的反應互為拮抗。

表 1-1 細胞外液中一些重要物質及其物理特性、正常範圍、及短期內不致死的大概極限範圍

	單位	正常值	正常範圍	不致死的大概極限範圍
氧	mm Hg	90	75-100	10-1000
二氧化碳	mm Hg	40	35-45	5-80
鈉離子	mmol/L	142	138-146	115-175
鉀離子	mmol/L	4.2	3.8-5.0	1.5-9.0
鈣離子	mmol/L	1.2	1.0-1.4	0.5-2.0
氯離子	mmol/L	108	103-112	70-130
重碳酸根離子	mmol/L	28	24-32	8-45
葡萄糖	mmol/L	85	75-95	20-1500
體溫	°F (°C)	98.4 (37.0)	98-98.8 (37.0)	65-110 (18.3-43.3)
酸鹼值	pH	7.4	7.3-7.5	6.9-8.0