

彩色圖解

生理學原理

PRINCIPLES OF PHYSIOLOGY 3/E

原著 / Robert M. Berne · Matthew N. Levy

編譯

國立台灣大學醫學院醫學士

陳世洵 黃彥棕 鍾桂彬 賴堯暉 黃尹成 許浚翹

Elsevier (Singapore) Pte Ltd. · 合記圖書出版社 合作出版

彩色圖解

生理學原理

PRINCIPLES OF
Physiology

彩色圖解生理學原理 / Robert M. Berne, Matthew N.

Levy 原著；陳世清等 編譯 -- 初版. -- 臺北市：

合記, 2004 [民93]

面：公分

譯自：Principles of physiology, 3rd ed.

ISBN 986-126-032-3 (平裝)

1. 生理學(人體)

397

92016353

書 名 彩色圖解生理學原理
編 譯 陳世清 黃彥棕 鍾桂彬 賴堯暉 黃尹宓 許浚翹
執行編輯 鄭巧怡
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 台北市內湖區(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
花 蓮 店 花蓮縣花蓮市(970) 中山路632號
電 話 (03) 8463459

郵政劃撥 帳號 19197512 戶名 合記書局有限公司

西元 2004 年 1 月 10 日 初版一刷



作者群

ROBERT M. BERNE, MD, DSc (HON)

Professor Emeritus
Department of Molecular Physiology and Biological
Physics
University of Virginia Health Sciences Center
Charlottesville, Virginia
Part IV, Cardiovascular System

MARIO CASTRO, MD, MPH

Assistant Professor of Medicine
Pulmonary and Critical Care Medicine
Washington University School of Medicine;
Director, Pulmonary Function Lab
St. Louis, Missouri
Part V, Respiratory System

SAUL M. GENUTH, MD

Professor of Medicine
Division of Clinical and Molecular Endocrinology
Case Western Reserve University
Cleveland, Ohio
Part VIII, Endocrine System

BRUCE M. KOEPPEN, MD, PhD

Professor of Medicine and Physiology
Dean, Academic Affairs and Education
University of Connecticut Health Center
Farmington, Connecticut
Part VII, Renal System

HOWARD C. KUTCHAI, PhD

Professor
Department of Molecular Physiology and Biological
Physics
University of Virginia School of Medicine
Charlottesville, Virginia
Part I, Cellular Physiology
Part VI, Gastrointestinal System

MATTHEW N. LEVY, MD

Senior Scientist, Rammelkamp Center;
Professor Emeritus of Physiology and Biomedical
Engineering
Case Western Reserve University
Cleveland, Ohio
Part IV, Cardiovascular System

RICHARD A. MURPHY, PhD

Professor
Department of Molecular Physiology and Biological
Physics
University of Virginia Health Sciences Center
Charlottesville, Virginia
Part III, Muscle

BRUCE A. STANTON, PhD

Professor
Department of Physiology
Dartmouth Medical School
Hanover, New Hampshire
Part VII, Renal System

WILLIAM D. WILLIS, JR., MD, PhD

Professor and Chairman
Department of Anatomy and Neurosciences
Cecil H. and Ida M. Green Chair and Director
Marine Biomedical Institute
University of Texas Medical Branch
Galveston, Texas
Part II, Nervous System



群閱校

BEAU M. ANCES

Senior Medical Student
University of Pennsylvania
Philadelphia, Pennsylvania

SAMUEL C. BLACKMAN

MD/PhD Candidate
University of Illinois College of Medicine
Chicago, Illinois

TONY CHU

Medical Student
Yale University School of Medicine
New Haven, Connecticut

ELIZABETH M. GEGRUERS, MSc, PhD

Statutory Lecturer in Physiology
National University of Ireland-Cork
Cork, Ireland

LOREN W. KLINE, PhD

Professor
Department of Dentistry
Department of Physiology
University of Alberta
Edmonton, Alberta, Canada

EDWARD K. STAUFFER, PhD

Associate Professor
Department of Medical and Molecular Physiology
University of Minnesota
Duluth, Minnesota



序言

第三版的「彩色圖解」生理學原理這本書的目標是希望能清楚而簡要的介紹哺乳類動物生理。主要的重點是擺在一般性的原則和機制，至於一些較不重要的細節就盡量減少。本書的第一部分是介紹細胞生理學，這也是整個身體運作的基礎，此外一些相關的細胞生理學知識也會在之後的章節中陸續出現，這樣安排的主要目的是要說明這些細胞生理學的基本知識可以運用在各種不同的器官系統中的各種細胞。

本書的重點是放在細胞的調控，各個器官系統的調控機制都會徹底的探討，人體內就是利用這些調控機制來維持體內的恆定，因此它們對人體的運作是很重要的。每個章節的開頭都有學習目標及一些介紹此章和其他章節之間關係的前言。文中也利用許多彩圖來釐清觀念，利用連串的圖形來說明一連串相關的運作機制，用一完整的示意圖來說明會影響某一特定功能的所有因素之間的關係。此外還用許多圖表來整理一些重要的資

料，另外還附有縮寫的對照表。

文中也儘量使用簡明扼要的文字來代替艱深的數學，而且主要介紹已經廣為接受的觀念，避免一些仍有爭議的部分，減少標示來源避免過於冗長。在文中，用大寫字母來強調一些重要的觀念，用粗體字來標示新出現的專有名詞及定義，一些相關的臨床應用寫在黃方框中。每個章節的最後都有重點摘要以及參考文獻，這些參考文獻主要是一些回顧文章和近期的文章。另外，在每個章節後面都有一些臨床病例研究，裡面的單選題答案及解釋都附在整本書的最後，這可以使讀者測試一下自己理解了多少，也把生理學的知識應用在臨床上。

ROBERT M. BERNE
MATTHEW N. LEVY

目錄 (Contents)

■ 第一部份 細胞生理學 3

► 第1章 細胞層次的膜及鹽類與水份的穿膜運輸 4

- 膜 4
- 膜的組成 6
- 膜是物質通透的障礙 7
- 分子穿過生物膜的運輸是透過擴散、滲透及以蛋白質為媒介的運輸 10
- 運輸蛋白負責搬運一些重要物質穿過生物膜 13

► 第2章 離子的平衡和靜止膜電位 19

- 離子平衡 19
- 靜止膜電位 23

► 第3章 動作電位的生成與傳導 29

- 動作電位在不同組織中有不同的形式 20
- 膜電位 29
- 動作電位的離子機制 31
- 動作電位的性質 33
- 動作電位的傳導 34

► 第4章 突觸的傳訊 39

- 在電學突觸，裂隙連合能讓離子從一細胞流到另一細胞 39
- 在化學突觸中，突觸前神經元釋放的神經傳導物質會使突觸後細胞產生電學反應 39
- 神經肌連合是一種化學突觸 41
- 神經元間的化學突觸和神經肌連合有許多類似的性質 43
- 許多化合物可以當作神經傳導物質或神經調節物質 46
- 神經傳導物質的受器是 Ligand-Gated Ion Channel 或是訊息傳遞的蛋白質 50

► 第5章 細胞膜受器，第二信使，訊號傳遞路徑 53

- 訊號調控傳遞路徑是和調控物質和細胞內部作用相關的細胞膜的受器結合有關 53
- 兩種 G 蛋白：異斜方晶系和單體 56
- 第二信使依賴性蛋白磷酸酶受到細胞內第二信使的量來影響 59
- 酰胺酸磷酸酶在控制細胞增生扮演了一個很重要的角色 61
- 蛋白去磷酸酶復原蛋白磷酸酶的工作 62
- 心房利鈉肽受器有鳥糞腺 A 環化酶活性 63
- 一氧化氮是個短時效性的旁分泌媒介物 63

■ 第二部份 神經系統 67

► 第6章 細胞的組織 68

- 細胞的組成 68
- 神經系統的組織 68
- 神經元所在的環境 69
- 神經元的微觀構造 71
- 神經系統的一般功能 73
- 訊息的傳遞 73
- 對受傷的反應 75

► 第7章 一般感覺系統 78

- 感覺生理學的原則 78
- 體及內臟感覺系統 82

► 第8章 特別感覺 95

- 視覺系統 95
- 聽覺系統 101
- 前庭系統 106
- 化學感覺系統 108

► 第9章 運動系統 112

- 脊髓的運動組織架構 112
- 下傳運動路徑的組織 122
- 腦幹會控制姿勢及活動 123
- 皮質的隨意動作控制 128
- 小腦對姿勢及動作的控制 129
- 基底核的姿勢及動作控制 131

► 第10章 自律神經系統及其控制 134

- 自律神經系統的組織 134
- 自律神經的功能 137
- 下視丘的功能 138

- 邊緣系統 139

► 第11章 神經系統的高等功能 142

- 腦波圖 142
- 誘發電位 142
- 意識的狀態 142
- 學習和記憶 144
- 優勢大腦 145

■ 第三部份 細胞生理學 147

► 第12章 收縮的分子基礎 48

- 收縮單元 148
- 橫橋循環造成肌肉收縮 148
- 收縮可以產生許多動作 150

► 第13章 肌肉作用於骨骼上 154

- 骨骼肌通常作用於骨骼上 154
- 鈣離子的移動會調控骨骼肌的收縮 156
- 骨骼肌細胞有各種不同的功能 158
- 肌肉細胞會因運動而生長、適應 160

► 第14章 構成內臟器官壁的肌肉 164

- 肌肉會調控中空器官的體積 164
- 細胞的構造和它的功能有關 165
- 細胞外的訊息會影響鈣離子的進出 167
- 鈣離子調控平滑肌細胞內的橫橋循環 170
- 心肌細胞有獨特的性質 172

■ 第四部份 心血管系統 175

► 第15章 循環系統概論 176

► 第16章 血液與止血 179

- 血液是紅血球、白血球、及血小板處於由氣體、鹽份、蛋白質及脂質組成之複雜溶液的懸浮液 179
- 血型在輸血前的比對很重要 180
- 止血由血管收縮、血小板聚集及血液凝固來完成 180
- 血栓可以被溶解，血液凝固可以避免 182

► 第17章 心臟的電性活動 184

- 心臟的動作電位延長的 184
- 心臟穿膜電位主要由鉀、鈉及鈣離子決定 185
- 心臟纖維的傳導由局部離子流所仲介 188
- 心臟興奮性在整個動作電位過程中也不同 189
- 心臟的神經興奮 190
- 再傳入是許多節律阻礙的基礎 195
- 心電圖是一個重要的臨床工具 197

► 第18章 心臟幫浦 201

- 心臟的巨觀及微觀構造被特別設計為擁有最佳的功能 201
- 心臟循環由心房及心室依照順序的放鬆及收縮構成 209

► 第19章 心跳的控制 214

- 心跳速率由神經控制 214
- 心肌功能表現的調控 219

► 第20章 血液動力學 227

- 各種調控血流的物理因素 227
- 血流速度 227
- 血流和壓力間的關係仰賴血液及管路

的特性 228

- 對於血流的水力學阻力仰賴流速及壓力差 230
- 血流可以是薄層的或不穩定的 232
- 血液是非牛頓性液體 233

► 第21章 動脈系統 237

- 動脈可作為水力學的過濾器 237
- 動脈是有依從性的管子 237
- 動脈血壓的決定因子 239
- 人類的血壓測量 243

► 第22章 微循環與淋巴 246

- 功能解剖 246
- 穿微血管的交換 249
- 淋巴將自微血管漏出的液體及溶質回收至循環的血液 253

► 第23章 周邊循環及其調控 256

- 微動脈平滑肌的收縮及舒張調控周邊血流 256
- 周邊血流內在或局部控制 256
- 周邊血流的外在控制主要由交感神經系統來執行 258
- 調控周邊血流之內在及外在因素間的平衡 262

► 第24章 心臟輸出的控制：心臟及血管的結合 265

- 調控心臟輸出的決定性心臟及血管因子 265
- 心臟輸出影響中央靜脈壓 266
- 心臟及血管彼此互相作用 269
- 心跳速率的改變對心輸出有各種不同的影響 272
- 調控心輸出的輔助性因素 273

► 第25章 特殊循環 276

- 皮膚循環 276
- 骨骼肌肉循環 278
- 冠狀循環 279
- 腦部循環 282
- 內臟循環 283
- 胎兒循環 284

► 第26章 控制循環之周邊因子及中樞因子間的交互作用 289

- 運動 289
- 出血 293

■ 第五部份 呼吸系統 301

► 第27章 呼吸系統概論 302

- 呼吸的必要 302
- 血液中氣體的運輸和組織中氣體的交換 303
- 呼吸的控制 304
- 結構—功能上的關聯 304
- 肺部的血液循環 308
- 功能性肺單位 309

► 第28章 呼吸的機械觀點 311

- 通氣的構成要素 311
- 呼吸的動力 312
- 呼吸週期 315

► 第29章 肺臟和支氣管的血液循環及通氣和灌流的分佈 323

- 肺循環 323
- 支氣管循環 328

► 第30章 氧氣和二氧化碳在肺臟和細胞間的運輸 334

- 氧氣的運輸 334
- 呼吸的氣體在體內的擴散 337
- 二氧化碳的運輸 339

► 第31章 呼吸的調控 343

- 調控呼吸的中樞構造 343
- 化學受器調控呼吸 345
- 呼吸的機械控制 347
- 呼吸衰竭 348
- 睡眠 348
- 呼吸對海拔高度的適應 350

■ 第六部份 腸胃系統 353

► 第32章 胃腸道的運動 354

- 胃腸道管壁的分層構造 354
- 胃腸道的功能是被荷爾蒙、旁分泌促進劑和神經所調節 354
- 胃腸道的平滑肌細胞有獨特的機制和電生理的特性 358
- 腸道神經系統做為一個半自主的「腸腦」 359
- 咀嚼是很常見的一個反射行為 360
- 吞嚥可經由一複雜的反射來完成 360
- 食道使食物從咽到胃 361
- 胃的收縮混合並推進了胃內容物 362
- 嘔吐是胃或十二指腸內容物從腸胃道經由口排出的過程 365
- 小腸的運動混合並推進了食物 366
- 結腸的運動促進水和鹽的吸收和促成排便的規律 368

► 第33章 胃腸道的分泌 373

- 唾液使食物潤滑和開始澱粉的消化 373
- 胃的分泌開始蛋白質的消化和擁有其他重要的功能 375
- 胰臟的分泌包括消化所有主要食物的酵素 381
- 肝臟和膽囊的功能 383
- 電解質，水和黏液由腸黏膜所分泌 387

► 第34章 消化和吸收 390

- 碳水化合物消化和吸收 390
- 蛋白質的消化和吸收 392
- 小腸水分及電解質的吸收 393
- 鈣離子在腸子的每一段中的主動運輸 397
- 攝入的鐵被吸收 398
- 其他離子的吸收 399
- 大部分水溶性維他命是藉由運輸蛋白來吸收 399
- 脂質的消化和吸收 400

■ 第七部份 腎臟系統 407

► 第35章 影響腎功能的因素 408

- 腎臟的主要功能 408
- 腎臟的構造和功能有緊密關聯 409
- 尿液離開腎盂後就經由輸尿管流入膀胱，由膀胱儲藏 412
- GFR 就是所有運作中的腎元濾過率的總和 413
- 腎臟的血流有數個重要功能 417
- 荷爾蒙和交感神經會調控 GFR 和 RBF 419

► 第36章 水分和溶質在腎元中的傳遞：腎小管功能 423

- 腎元的主要功能指標就是水分和鹽類的吸收量 423

- Na^+Cl^- 的吸收受到多種荷爾蒙調節 429

► 第37章 體液的體積與滲透度的控制 434

- 體液各個部分 434
- 體液滲透度的調控：尿液的濃縮和稀釋 436
- 細胞外液體積和 NaCl 之釋放的調控 444

► 第38章 鉀、鈣和磷離子的恆定性 455

- K^+ ，人體中最為豐沛的陽離子之一，其對許多細胞功能來說乃是關鍵性的 455
- 在血漿 K^+ 濃度上升後，數種激素促進細胞吸進 K^+ 456
- 數種激素和因素干擾了正常的細胞 K^+ 吸收 457
- 在維持 K^+ 平衡上，腎臟扮演主要的角色 458
- Ca^{++} 和無機磷酸根乃是擁有許多複雜和重要功能的多價離子 461

► 第39章 腎臟在酸鹼平衡中的角色 469

- 酸鹼平衡的概觀 469
- 腎臟酸排泄 470
- 酸鹼異常 475
- 酸鹼異常的分析 478

■ 第八部份 內分泌系統 483

► 第40章 內分泌生理之一般原理 484

- 內分泌系統為環境適應之關鍵部 484
- 激素以多種方式被合成、儲藏及分泌 486
- 調控激素分泌之主要機制為負向回饋 488
- 激素周轉 488
- 激素反應需要目標細胞之辨識、第二信息物之產生及多種胞內效應機制 489

► 第41章 全身代謝作用 494

- 能量代謝 494
- 能量產生 495
- 能量儲存及運送 497
- 糖類代謝 498
- 蛋白質代謝 499
- 脂質代謝 500
- 代謝適應 502
- 能量儲存之調節 504

► 第42章 胰島的激素 508

- 功能性解剖學 508
- 升糖素 515
- 胰島素／升糖素比值 517

► 第43章 鈣磷代謝的內分泌調節 519

- 鈣與磷的周轉 519
- 骨周轉 521
- 維生素D 523
- 副甲狀腺功能 526
- 降鈣素 529
- 鈣磷的整合調節 530

► 第44章 下視丘與腦下腺 533

- 下視丘及腦下腺的解剖及胚胎發育對它們緊密的功能關係有幫助 533
- 下視丘的功能在於調節腦下腺依器官所需而分泌 535
- 腦下腺後葉調節水分代謝及母乳分泌 537
- 腦下腺前葉分泌多種具不同功能的激素 540

► 第45章 甲狀腺 548

- 功能性解剖 548

- 甲狀腺作用受到下視丘及腦下腺的調節 551
- 甲狀腺激素的代謝對其作用有所貢獻 553
- 甲狀腺激素的胞內作用是由核上受器及基因表現的改變來轉達 554

► 第46章 腎上腺皮質 559

- 不同解剖區域的腎上腺激素調控很多重要的人體生理反應 559
- 腎上腺分泌皮質醇的調控基本上是經由對下視丘及腦下腺的負回饋 562
- 皮質醇（葡萄糖皮質素）的作用讓很多生理反應維持在正常的狀態 564
- 醛固酮的分泌主要是受鈉離子濃度和細胞外液容積的變化調控 568

► 第47章 腎上腺髓質 572

- 腎上腺髓質的功能部分如交感神經系統的神經節，部分如內分泌腺 572
- 兒茶酚胺激素在腎上腺髓質細胞的細胞質與儲存的顆粒間經由連續的步驟合成 572
- 兒茶酚胺激素透過幾種細胞膜受器和第二傳訊者作用 574
- 下視丘－腦下腺前葉－腎上腺皮質系統、腎上腺髓質和交感神經系統合起來對壓力做出反應 576

► 第48章 生殖功能概論 579

- 性腺細胞所含的生殖和激素功能不同 579
- 性腺類固醇激素的合成 579
- 性腺類固醇激素分泌的調節 581
- 性類固醇的分泌類型隨生命階段呈顯著變化 582
- 分化男、女的三要素：遺傳的、性腺的和生殖的 584

► 第49章 男性生殖..... 590

- 睪丸提供特別情境，在內分泌、外分泌、以及自分泌的調節下，有助於生殖細胞的成熟..... 590
- 精子生成的生物學..... 590
- 精子的輸送..... 592
- 青春期間，男性發展成人的雄性激素以及完全的生殖功能..... 592
- 精子生成的激素調節..... 593
- 男性素..... 595

► 第50章 女性生殖..... 598

- 卵子發生的生物學..... 598
- 卵子發生的內分泌調控..... 601

- 卵巢內分泌的週期性變化影響所有和懷孕有關的生殖管道..... 605
- 女性素及黃體酮調節基因表現..... 606
- 二氫基女性素及黃體酮和蛋白質結合而循環..... 607
- 女性青春期..... 607
- 女性素缺乏是停經後的特點..... 607
- 懷孕的內分泌..... 608
- 母體－胎兒代謝..... 611
- 分娩..... 612
- 泌乳..... 614

► 病例解答..... 617

► 索引..... 645



簡介

簡短的介紹生理學是什麼，以及它與其他學門之間的關係，對學習生理學是有幫助的。

生理學及解剖學是源自與古希臘時代，同時在好幾個世紀裡，它們是唯二的兩個基礎生物醫學學門。直到最近，生理學及解剖學配合上生物學、化學、物理學、精神科學以及其他的科學，產生了許多彼此些許重疊的學門，這些新的生醫學門包括生化學、遺傳學、藥理學、生物物理學、分子生物學、細胞生物學、神經科學及生醫工程學，由於這些學門研究的領域有許多重複，所以很難也沒有必要去把它們劃分的很清楚。

生理學之特點在於它著重在整個個體的功能以及整個調節控制的過程，在正常的人體中，許多變數都控制在一狹窄的範圍，這些變數包括體溫、血壓、血糖、血中氧氣及二氧化碳濃度等，即使外在環境有變化時，這些變數仍然能維持在一定範圍，這種現象就稱為恆定，生理學的重點就在於研究維持此種恆定的機制。

在研究恆定的機制時，生理學家試著去分析整個調控路徑的每個小單元，什麼是感受外界環境變化的感受器？這感受器是如何運作的？什麼是整合的中樞，將輸入的訊息加以整合傳到動器去作用？荷爾蒙和神經常常是扮演此輸入輸出的角色。是什麼動器來調節體內的恆定？體內某一變數的穩定值往往是許多動器一起作用的結果。

人類在生物學上的知識正不斷的增加，尤其是在個別細胞及分子上的知識，許多基因的序列也都已經知道，血紅素攜帶氧氣的調控，離子通道開關的機制，及細胞內鈣離子的濃度也都因為晶體結構的進展而有明顯的了解。

現代的細胞及分子生物學的方法，尤其是基因遺傳學的方法，使得我們對生理運作有更深入的了解，由於這些方法的進步，現在生理學在探討的往往是一個細胞甚至一個分子的狀況，一些相關學門的科學家，也往往利用它們的專長，來解決生物體內細胞及分子的問題，而生理學門更其他學門最大的不

同在於它是強調生物體內的恆定性，也就是強調整體的觀念。

本書描述各個器官系統的功能以及它們調控的機制，生理學的知識正不斷的進展和增加，研究生理學的方法也不斷的推陳出

新，但不論如何生理學的目標還是在於了解整個個體的運作，為了能有整體的概念，作者試著描述一些重要的生理作用及其調控機制，也試著去整合各個器官系統的介紹，以期能有較整體的概念，作者希望這本書能激起讀者主動學習生理學的興趣。

細胞生理學 (CELL PHYSIOLOGY)

Howard C. Kutchai

細胞層次的膜及鹽類與水份的穿膜運輸

(Cellular Membranes and Transmembrane Transport of Solutes and Water)

學習目標 (Objectives)

- 能敘述生物膜的液體鑲嵌模型。
- 能用費氏第一定理 (Fick's first law) 估計穿過膜擴散的速度。
- 描述並應用萬德霍夫定律估計一電解質水溶液的滲透壓。
- 能解釋一溶質所造成的滲透水流是和此溶質在膜內的溶解度有關。
- 列出主動運輸及促進運輸 (facilitated transport) 的性質。
- 定義穿過上皮細胞的穿細胞運輸 (transcellular transport) 及細胞旁運輸 (paracellular transport)。

這本書的第一部份是從第一章到第五章介紹有關細胞生理的部份，這些單一細胞功能的知識可以應用到之後的個別器官及組織。每個細胞都是由細胞膜和外界分隔，許多細胞內的胞器如細胞核，粒線體 (mitochondria)，高基氏體 (Golgi apparatus)，內質網 (endoplasmic reticulum) 等，都是由膜所構成或是胞器內含有許多膜，本章就是探討生物膜的一些基本性質及構造，同時討論物質要如何穿過這些膜來運輸物質。第二章和第三章是介紹可興奮細胞（如肌肉、神經）的一些基本性質。第四章是討論細胞間是如何透過電訊號溝通。而第五章是解釋細胞外的調節物質（如荷爾蒙）是如何傳遞訊息來影響細胞內的運作。

膜 (Membranes)

膜把細胞分成各個具有特定生化功能的隔間
(Membranes divide the cell into compartments with specific biochemical functions)

細胞膜是一個通透 (permeability) 的障礙使得

細胞內的組成能維持和細胞外液完全不一樣，細胞膜上有酵素，受體，抗原，使得細胞能夠和其他細胞以及外界的調節物質起交互作用。

各個胞器的膜則是把細胞分成許多隔間，使得不同的生化反應可以在不同的地方進行，互不干擾，有些生化反應則正是在胞器的膜上進行，最有名的例子就像是呼吸電子傳遞鏈就是在粒線體的內膜附近進行。

大部分的生物膜都有一些共同的特性，但是不同的細胞間以及細胞內不同的胞器，由於膜的組成和構造有些不同，而造成了這些具有不同功能的膜。

膜的雙層脂質是大部分物質通透的障礙

(The lipid bilayer matrix of membranes is a barrier to the permeability of most substances)

蛋白質和**磷脂質 (phospholipid)** 是膜中最多的組成物，磷脂質是由一個極性的頭和兩個非極性，厭水性的脂肪醯鏈 (fatty acyl chain) 所構成（圖 1-1A）在水性溶液中，磷脂質溶液傾向使脂肪醯鏈能夠不和水接觸，而這樣所形成的構造就是所謂的**雙層脂質 (lipid bilayer)** 許多的磷脂質在生物膜中都是形成雙層脂的構造。

磷脂質的雙層脂膜造成某些生物膜的被動通透 (passive permeability) 的特性，易溶於水的物質在生物膜中滲透的很慢而非極性物質則相反，所以在消化道攝影時常用的鉭劑是很容易溶於水而不太溶於厭水的膜內，因此雖然使用的鉭劑濃度對人體是有毒的，但由於他很少被