

10580
大學叢書

生理學大綱

下 冊

吳 襄 編 著

商 務 印 書 館

大學叢書



生理學大綱

下冊

吳襄編著

商務印書館

生理學大綱下冊內容提要

作者把人體生理分為三大部分討論。第一部分關於興奮、傳導、運動及中樞協調，已見於上冊。這下冊包括第二部分：體液交通和氣體交換，和第三部分：養料的攝取和利用及生殖。各部分都試圖貫徹巴甫洛夫的統一整體觀點和神經論觀點，那就是着重說明各項生理活動如何在中樞神經系統特別是大腦的協調下，以配合於整個有機體的活動，從而使個體能很好地適應環境的要求。最後在全書總結中，還嘗試從“矛盾論”的觀點去分析各項重要生理活動的矛盾之所在，並指出新陳代謝為人體生理中的根本矛盾，而高級腦中樞的興奮過程與抑制過程，則是決定人體活動方向的主要矛盾。

大學叢書
生理學大綱
下冊
吳襄編著

★版權所有★

商務印書館出版
上海河南中路二一—號

中國圖書發行公司發行
商務印書館上海廠印刷
(52170 B)

1953年10月初版 版面字數319,000
印數1—6,500 定價20,000

上海市書刊出版業營業許可證出〇二五號

下 冊 目 錄

第二部分 體液交通及氣體交換

第七章 血液及其他體液	273
第一節 血液的特性及總量	275
一、血液的組成	275
二、血液的特性	277
三、血液總量及輸血	282
第二節 血球及血液凝固	286
一、紅血球與血紅素	286
二、血型	297
三、白血球與血小板	301
四、血液的凝固	305
第三節 淋巴及腦脊液	312
一、淋巴	312
二、腦脊液	315
結 語 複習及討論提綱	316
第八章 循環(上)	321
第一節 心臟的生理	322
一、心肌的特性	323
二、心動週期	327
三、心興奮的發端、傳佈及心電圖	332
四、心的輸出量及心跳頻率	341

第二節 血流的動力及速度	348
一、動脈壓、毛細管壓及靜脈壓	350
二、動脈壓的成因	359
三、血流速度及器官血流量	363
四、脈搏	369
結 語 複習及討論提綱	373
第九章 循環(下)	378
第三節 循環功能之神經的調節	379
一、支配心臟與血管的傳出神經及中樞	379
二、心臟與血管的反射調節	387
三、高級神經活動對於循環系的作用	393
第四節 循環功能之機械的與化學的調節	396
一、機械的調節	396
二、化學的調節	398
三、循環功能之各協調機構間的關係	404
第五節 特殊的循環	407
一、特種器官的血液循環	407
二、淋巴及腦脊液的循環	414
結 語 複習及討論提綱	416
第十章 呼吸	421
第一節 呼吸運動	422
一、呼吸器的生理結構的特徵	422
二、呼吸運動的機械原理	424
三、肺內壓與胸內壓	427

四、肺的通氣量	431
第二節 呼吸氣的交換及運輸	435
一、呼吸氣及血液氣體	435
二、氣體的交換	439
三、氣體在血液的運輸	441
四、血液氫游子濃度的調節	450
第三節 呼吸運動的調節	452
一、呼吸中樞	453
二、感受器對於呼吸中樞的作用	457
三、高級中樞的作用	460
四、化學物對於呼吸中樞的作用	463
第四節 呼吸情況的異常	467
結 語 複習及討論提綱	473
第二部分 總結綱要	478
一、體液交通與氣體交換的生理意義	478
二、循環系與呼吸系組織的基本特性	478
三、血液的特性及其與循環呼吸的關係	479
四、血液的內容及其與循環呼吸的關係	480
五、血量的調節及其重要性	480
六、血流速度與血流量的調節及其重要性	481
七、心、血管及呼吸肌的運動的協調	482
第三部分 養料的攝取和利用及生殖	
第十一章 消化及吸收	485

第一節 消化管的運動	486
一、平滑肌的特性	486
二、口腔、食道及胃的運動	487
三、小腸及大腸的運動	493
四、消化管運動的中樞協調	497
第二節 消化液的分泌	501
一、唾液	501
二、胃液	504
三、胰液及小腸液	513
四、膽汁	516
五、消化腺活動的協調總結	519
第三節 食物的消化和吸收	521
一、食物的消化	521
二、吸收的路徑和機理	525
三、水及水溶物的吸收	528
四、脂肪的吸收	530
五、糞便的形成	532
結 語 複習及討論提綱	534
第十二章 排泄	538
第一節 尿的排泄和腎的功能	538
一、尿及腎排尿的意義	539
二、腎功能和尿生成的過程	543
三、腎臟活動的協調	552
四、尿的排放	557

第二節 汗的分泌	560
結 語 複習及討論提綱	562
第十三章 內分泌	566
一、甲狀腺	567
二、甲狀旁腺	573
三、腎上腺	575
四、胰島腺	579
五、腦垂體	582
結 語 複習及討論提綱	591
第十四章 新陳代謝及營養	595
第一節 各類物質的代謝及其營養價值	596
一、醣的代謝及其營養價值	597
二、蛋白質的代謝及其營養價值	602
三、脂肪的代謝及其營養價值	607
四、水及礦物質的代謝及其營養價值	611
五、維生素的營養價值	615
第二節 全身的總的代謝及其協調	618
一、生長過程與能量代謝	618
二、基礎代謝	625
三、養料的需要與供應	629
四、生長及能量產生的協調	632
五、體溫的變異及其協調	636
結 語 複習及討論提綱	641
第十五章 生殖	647

第一節 生殖器的生理	647
一、男性生殖器的功能及其協調	648
二、女性生殖器的功能及其協調	654
第二節 生殖的過程	664
一、受精	664
二、妊娠	666
三、分娩	670
四、乳腺及乳液	673
結 語 複習及討論提綱	678
第三部分 總結綱要	682
一、生理的意義	682
二、組織及組織產物的特性	683
三、消化器、排泄器和內分泌腺的活動及其協調	684
四、養分的消化、吸收、代謝、排泄和營養價值	685
五、新陳代謝的協調	686
六、生殖的活動及其協調	687
全書總結	689
一、人體的各項重要生理活動	689
二、各項生理活動的終極目標	692
三、達成這終極目標的主要關鍵	694
校後記	

第二部分

體液交通及氣體交換

第七章 血液及其他體液

血液是人體的重要組織之一，它的重要性一方面是由於含有幾種特殊的細胞血球；另一方面是由於它的液體部分血漿。血球與血漿結合起來，不但是完整個體所不可缺少的組織，而且是達成個體統一所必需的組織。沒有血液，人體的生命固然是不可能存在；而血液分量不足，生命也還不能維持正常的。血液擔負着全身各部物質交流的任務：一面接受由消化管吸入的水分和養料，以及由呼吸器吸入的氧氣而轉運於各部組織；另面則將各部組織所產生的水分、廢物及二氧化碳，輸送於腎、肺、皮膚、大腸等器官，而排出體外。通過這樣的物質交流，不僅個體的各部分統一起來，個體與周圍環境之間也進行了物質交換。當然，血液之所以能夠始終不懈地進行物質交流的任務，乃是和循環系的工作分不開的，而後者又必須依靠中樞神經系統的調節，方纔真正配合整體生存的要求。

血液並不是體內唯一的液體組織。體內所有的液體，總稱為體液，可以分為兩大部分：一部分存在於細胞的內部，為構成細胞所不可缺的部分，叫做細胞內液體，約佔體重的 45—50%；另一部分則係圍繞在細胞的外面，叫做細胞外液體，約佔體重的 20—25%。細胞外液體又因所存在的部位的不同而稍異其成分，並給以不同的名稱：其

存在於心臟與血管中者叫做血液，其存在於淋巴管中者叫做淋巴，其存在於腦脊髓的周圍及其中心管室者叫做腦脊液，其分佈於其他各

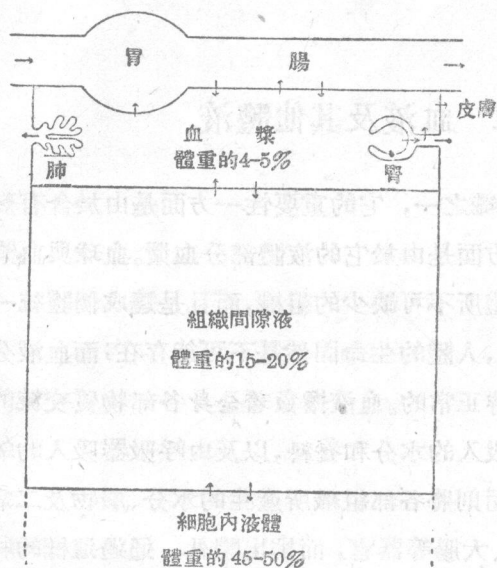


圖 90 體液的分佈及交換，詳見正文。

(由 Gamble 而略加修訂)

種組織的間隙者叫做組織間隙液或簡稱組織液。淋巴與腦脊液事實上亦為組織液之一種，它們都是來自血液，而又回到血液。它們所流動的範圍很有限，不如血液流通面的廣大。所以概括起來，體液可以分為三大格，有如圖 90 所示，各格之間均有薄膜為界而不容混淆。

本章的中心問題是：(1)血液有那些特

性？這些特性具有何種生理意義？(2)全血液與血漿的總量是多少？這總量是否恆定？為什麼需要恆定？怎樣維持恆定？(3)各種血球的功能是什麼？它們的數量是否恆定？如何維持？在那些正常的和異常的情況下發生量的變異？(4)何謂血型？它所根據的原理是什麼？在醫學上有甚麼價值？(5)血液為什麼流到體外會起凝固，而在體內則否？有那些方法可以加速或延遲血凝速度？何故？(6)淋巴和腦脊液是怎樣生成的？有什麼證明？這兩種體液的存在有什麼生理意義？

第一節 血液的特性及總量

一 血液的組成

血液的特性，乃由其細胞組成與化學成分而來，因此討論血液的特性之前，應先提到它的組成。

血液初由血管流出時是紅而混濁的液體。倘在初流出的血液中，即加以少量草酸鉀(k-oxalate)或檸檬酸鈉(Na-citrate，或譯枸橼酸鈉)等一類化學品，而盛於玻璃管之中，不久就可看到血液分為兩層：上層是略帶黃綠色(如人血)或無色(如犬、兔之血)的透明液體，下層是紅色而擠緊的細胞。液體部分叫做血漿，細胞部分就是血球。由此可知全血液之所以是紅色而混濁者，實因血漿之中懸游着血球之故。在健康的人體，血球與血漿的容量的比率，簡稱血球比量，約為40—50%比60—50%，即在100份血液中，血球佔40至50份。

如果血液流出體外時，不加上述化學品，則血液很快就凝固而成膠凍狀。若置之稍久，將見此膠凍狀物縮緊，同時有一層黃綠色的清液(以人血言)透出，這清液就叫做血清，它的內容已經跟血漿有顯著的差異了。倘當血液初流入盛器時，即以木條迅速打攪數分鐘，將見木條之外繞有一團絲狀物，此物即為纖維蛋白(fibrin)。經此處置的血液，就叫做去纖維蛋白血，這種血液是由血清與血球組成的，將永不見凝固。由此可知血液的凝固是由於血漿中有纖維蛋白的形成，而血球只是附帶地被網羅在內罷了。

血球可分三類：紅血球、白血球和血小板，其中以紅血球佔絕大多數。紅血球和血漿的化學組成有如下表所示：

人類血液的化學組成

紅 血 球	血 漿
水分.....65—68%	水分.....91—92%
固體物.....32—35%	固體物.....8—9%
血紅素.....20—33%	血漿蛋白質.....6.5—7.5%
磷脂、膽固醇及其他脂肪.....1%	磷脂、膽固醇及其他脂肪.....0.7%
蛋白質.....0.5—1%	無機鹽(主要是氯化鈉).....0.75%
無機鹽(主要是氯化鉀).....0.5—0.6%	其他有機物(包括葡萄糖、尿 素、氨基酸等).....0.15%
其他有機物(包括葡萄糖、尿素等) 0.2%	

依上表所列，紅血球中水分較少，固體物較多；在固體物之中以血紅素(或稱血紅蛋白)為主。血漿的水分較多，而固體物較少，在血漿的固體物中以血漿蛋白質為主。以全血液而論，水分約佔 80%，固體物約佔 20%。固體物含量的多寡可從它的比重的大小而推知之。在正常的人體，全血液的比重約在 1.050—1.060 之間；紅血球的比重，平均約為 1.090；血漿的比重約在 1.025—1.030 之間。

現在測量血液比重最簡便而可靠的方法是硫酸銅法。事先用結晶體硫酸銅配好一套包括各種不同比重的硫酸銅溶液，然後將所試驗的血液或血漿滴入各級溶液中，注意血液在那一種比重的溶液中能夠很穩地停留於溶液的當中歷一短時間(10—15 秒)而不浮不沉，於是該溶液的比重也就是所測的血液或血漿的比重。依前人的經驗(Phillips 及 Van Slyke 氏等)，血漿的比重求得後，可以依下式而計算血漿蛋白質的含量，這公式經過我們在國內測量的經驗，也證明它是正確的：

$$\text{血漿蛋白質(克\%)} = 343 \times (\text{血漿比重} - 1.0070)$$

但上引的工作者復建議另一公式，從全血液比重與血漿比重兩個數字，以推算

血球比量及血紅素的含量，經我們試驗結果認為不適合於我國人，所以不予介紹。

血液中各種化學成分並非絕對固定的，經常變異於某種範圍之內，其中尤以蛋白質、葡萄糖、脂肪等成分，易受各人的營養及其他生理情況所影響。我國人血液中各種物質的分量，約如下表（依林樹模氏而略加修訂）所示。

我國人血液的化學成分

項	目	平 均 值 (變 異 範 圍)	單 位
全血液	非蛋白質氮素(N. P. N.)	30(20—35)	均以每 100 毫升所含 的毫克數計算
	尿酸(uric acid)	2.5(2—3)	
	尿素氮(urea-N)	13(9—14)	
	肌酐(creatinine)	1.2(1—1.5)	
	氯化鈉	480(450—500)	
	糖	105	
血 清	鈣	10(9—11)	
	磷	3.5(3—4)	
血 漿	膽固醇	145	
	脂肪總量	600(450—750)	
血 漿	纖維蛋白元	0.3(0.2—0.4)	每 100 毫升所含之克 數
	清蛋白	4.5(4.0—5.0)	
	球蛋白	2.2(1.8—2.5)	
	蛋白質總量	7.0(6.5—7.5)	
血漿——二氧化碳容量(CO ₂ -capacity)		55(46—65)	每 100 毫升所含之毫升數

本表血糖的數字依 Adolph 等；膽固醇，依吳襄與蔡翹；血漿蛋白，依李學驥與吳襄。

二 血液的特性

血液的特性反映着整個身體的健康情形。每當身體發生異常變化時，血液的特性就要起了一些改變；反過來說，當血液的特性由於外來原因而發生異常變化時，身體的健康也就要蒙受其害。因此當我

們討論血液特性時，必須把它和整個身體的情況結合起來考慮。

這裏要提到的血液特性共爲四項：(1)黏滯性，(2)懸游穩定性，(3)滲透壓及(4)酸鹼度。茲分述之。

(甲)黏滯性 血液具有相當高的黏滯性。其他體液雖亦有一定的黏滯性，但比不上血液的高。血液黏滯性的來源主要有二：一爲血漿蛋白質，一爲血漿中懸游着的血球，尤以後者更爲重要。血球主要是紅血球愈多，血液的黏滯性就愈高。這種高度黏滯性的存在，對於血液在血管系統中流動的速度具有重大作用，因其可增加血流的阻力，因而將循環的速度降低。循環着的血液之所以必須具有相當高的壓力(叫做血壓)，一部分即爲克服黏滯性所造成的阻力。每當紅血球減少過甚時，血液黏滯性將顯著地降低，於是血壓也就要隨之而下降。

測量血液黏滯性的常用方法有兩種：一爲比較在同一溫度之下，血液與蒸餾水二者流過等長的兩條毛細管之時間；二爲比較在同一壓力之下，血液與蒸餾水流過兩條等長的毛細玻璃管的分量。凡黏滯性愈大，則流過的速度愈慢，流過的分量也愈小。由時間或分量的比值，即可表示血液的相對黏滯性。正常人血液流過的速度約較蒸餾水慢 4—5 倍，故血液的相對黏滯性即爲 4—5；而血漿的相對黏滯性僅約 1.6。這些數字告訴我們，血液的黏滯性主要是來自血球。

(乙)懸游穩定性 血液的組成既包括血漿及懸游於血漿中的血球，那末血球如何能經常懸游於血漿之中而不致沉降呢？發立斯氏 (Fahraeus, 1918) 首先注意在正常人的血液中，血球的懸游是相當穩定的，換言之，血球是很不容易沉降下來的。他稱這一特性爲懸游穩定性(suspension stability)。發氏曾設計測量這種穩定性的方法，將血液取出體外，加以定量的抗凝血劑(如檸檬酸鈉)，使不凝固，然

後置之於一條垂直的細長玻璃管中，觀察每單位時間內紅血球下降的長度。這種方法即稱為**血球沉降率試驗** (sedimentation rate test)。發氏最初測量的結果，表示正常血球沉降率，固然各個人之間差異頗大，但一般言之，小兒的血液懸游穩定性最佳，男子次之，非孕女子又次之，懷孕的女子則很差。其平均率約如下示：

初生小兒	每小時血球下降平均爲 0.5 毫米
正常男子	每小時血球下降平均爲 3.3 毫米
正常非孕女子	每小時血球下降平均爲 7.4 毫米
懷孕女子	每小時血球下降平均爲 44.9 毫米

這現象立即引起各方學者及醫生們的注意，並試用於臨床檢驗。目前公認血球懸游穩定性主要是決定於血漿的成分，而與血球本身無關。同一種紅血球分別置於不同的血漿中，其沉降率的速率大有差異。一種血漿之所以能加速紅血球的下降，常由其能使紅血球發生聚合作用而形成繃錢狀的串連(rouleaux formation)，這樣就使血球和血漿的接觸面相對地大大減少，而每一血球團的質量大大增加，因之，其下降的速度大增。在血漿的成分中，可以影響血球懸游穩定性的因素更多，其最重要者實為各種血漿蛋白的濃度。纖維蛋白元和血漿球蛋白，都能加速血球的沉降，而以纖維蛋白元為最。純粹的血漿清蛋白則有阻止血球沉降的功效。實際上血球的沉降率究竟如何，乃要看這加速與阻止兩方面的勢力如何而定。

在臨床檢驗上，各種比較全身性的急性炎症，都要加速血球的沉降，而小範圍的局部發炎，則並無影響。過去曾有人過分重視沉降率試驗的診斷價值，但現在知道這一試驗並不是特殊性的，而且正常的變異也很大，因此，其功效只在能幫助了解人體的情況而已。當受試者的血球沉降率較正常人特速時，很可能