

科學大眾叢書

大眾生理學

薛德靖著

★ 北平出版公司 ★

科學大叢書

大眾生理學

科學大衆叢書

大衆生理學



著 者 薛 德 精

發 行 者

民 本 出 版 公 司

上海虎丘路131號



每冊基價12元 照新出版業聯營書店倍數發售

版權所有・翻印必究

一九五〇年十月三版

1—1,000
1,001—2,000
2,001—4,000

· 目 次

第一篇	循環	(1)
(1)	我們究竟有多少血？	(1)
(2)	漫談紅血球	(10)
(3)	漫談白血球	(23)
(4)	血型及其應用	(30)
(5)	血液怎樣循環的	(48)
(6)	血的生理學	(63)
第二篇	消化	(70)
(7)	消化與吸收	(70)
(8)	主要營養素的生理作用	(79)
(9)	女子的營養與健康美	(91)
第三篇	新陳代謝	(104)
(10)	呼吸	(104)
(11)	水與人體	(112)
(12)	鹽的生理學	(120)
(13)	咱們的身體是熱的	(130)
(14)	發汗的生理學	(141)
(15)	說體臭	(153)
第四篇	神經	(163)
(16)	身體的中樞的腦	(163)
(17)	右利的原因在那裏	(178)
(18)	怎樣健全你的頭腦？	(183)
(19)	為什麼要睡覺？	(188)
(20)	勞動者的疲勞與休息	(198)

第五篇	感覺	(208)
(21)	漫談嗅覺	(208)
(22)	漫談味覺	(211)
(23)	漫談視覺	(222)
(24)	漫談聽覺	(231)
(25)	科學的發展與感覺的訓練	(235)
第六篇	生殖	(239)
(26)	男女性的區別	(239)
(27)	精子的研究	(261)
(28)	人工妊娠術	(277)
(29)	怎樣遺留強健的子孫？	(286)
第七篇	養育	(295)
(30)	哺乳動物的媽媽腺	(295)
(31)	乳兒的天然養育和人乳養育	(306)
(32)	乳兒的養育方法	(316)
(33)	乳兒怎樣保健？	(324)
第八篇	協調	(332)
(34)	調和身體機能的荷爾蒙	(332)
(35)	相關生理學或積分生理學	(347)

第一篇 循 環

(1) 我們究竟有多少血？

一 總 說

血液是維持生命的樞紐，有各種靈妙的機能，不可一刻無此君。在哥德(Goethe)的名著“浮士德”(Faust)中，梅菲司托費雷司(Mephistophles)所說的“Blut ist ein ganz lesonderer saft! 血液是極奇妙的液體”的話，在生物學上却是很有理由的。

人和脊椎動物的血，都呈現紅色，常有一種腥氣，而且各種動物的腥氣不同，嗅覺銳敏的人，可藉此以區別動物的種類。

血液是由液體的血漿和固形體的紅血球、白血球和血小板所組成的。紅血球中含有一種結晶性蛋白質的血色素，裏面含鐵，血液之所以呈現紅色，就是因為有這種色素的緣故。如若紅血球中色素減少，那就叫做貧血。這個色素的性質是和氧或二氧化碳易合而又易離；與氧結合時，成為氧化色素，血就呈現鮮紅色，普通稱做動脈血；與二氧化碳結合時，成為還原色素，血就呈現紫紅色，普通稱做靜脈血。

血液一離開血管，血小板便破壞，溶在血裏的纖維素，便纏繞血球，凝成膠質狀的血餅，這叫做“血液凝固”。同時滲出透明的黃水，叫做“血清”(圖1)。血液凝固的快慢，和外界的



圖1 試驗血液的凝固。

溫度有關：溫度高，凝固快；溫度低，凝固慢。現在就把研究人血凝固快慢的成績寫在下面：

在攝氏 40 度時	2.5 分鐘
在攝氏 30 度時	3.5 分鐘
在攝氏 20 度時	7.5 分鐘
在攝氏 10 度時	24 分鐘
在攝氏 8 度時	40 分鐘
在攝氏 0 度時	不凝固而沉澱

以上是血液的膠性。究竟血液在人體有些什麼作用？人體所存的血量究竟有多少呢？我們已經知道成人失去二分之一以上的血，嬰兒失去三十克的血，性命就不能保。要挽救這個危局，就祇有輸血之途。現在逐項寫在下面：

二 血液的作用

血液在人體中的作用，簡單地說，有下列幾點：

1. 水容量的平衡 液體的水能助長體內物質的輸運，一面能防止乾燥，一面又便於蒸發。各組織所表示的活動程度，直接繫於細胞質的流動性，換句話說，繫於由血液所供給的水量。

2. 力能的放散 組織因存在氧而熱燒，放出“能量”，構成所謂“生活”，使一切組織動作。組織愈柔軟，氧化機能愈旺盛。那放出貯藏能量的氧，即是從紅血球的血色素中得來的。

3. 分佈食物 我們所攝取的食物，經過消化以後，都被血液吸收了去。所以血液是食物物質的溶體（醣類和蛋白質溶在血漿中，脂肪溶在白血球中），藉血液的循環，而分佈於各個細胞。

4. 調節體溫 由組織氧化所產生的體溫，藉血液的循環，可以得到均衡，這彷彿像冬天屋中的室溫藉水管的傳播一樣。這是因為身體各組織所發生的熱能，各不相等，非藉血液來調整不可的。

5. 傳達化學物質 由內分泌腺所產生的化學物質〔荷爾蒙〕，在新陳代謝方面顯現有重大的業績，這種物質是專賴血液輸送的。此外藥物及毒質，亦是藉了血液的循環機能於極短時間內傳播及於全體。

6. 抵抗病原體侵襲 傳染性細菌或原蟲——病原體，侵入人體以後，白血球能追蹤剿滅，這彷彿像我們身體中的武裝力量。在剿滅的期間，往往會發生紅、腫、熱、痛〔所謂炎症〕四種現象。我們藉血液的有了這種機能，纔能防止各種的疾病。

7. 掃除細胞殘屑 血液是一種連續性的埋葬行列，藉此可以掃運死細胞殘骸、侵入外物、細菌產物和各種新陳代謝所產生的廢物。

8. 化學製作所 血液可以認為是一所流動製造廠，各種化學的變化正在繼續不斷的進行。例如各種抗體〔Antibodies〕的形成，色素的氧化和還原，纖維素的製造，脂肪及醣類的變化等等。

9. 臨床診斷 血液對於身體代謝機能的變化，留有正確的記錄，可以作為各種疾病的臨床診斷。例如患傷寒或盲腸炎，在疑惑難決的時候，可以驗血診斷，假使是傷寒，白血球的數目應該比平常特別減少；假使是盲腸炎，應該比平常特別增多。

三 血液的總量

血液既有上述的各種作用，調查人體所存血液的總量，是一個極重要的問題。這裏所說的血液是指在血管內流動的液體而言，在血管外的淋巴液，是不在計算範圍之內的。

身體中的血量，隨身體的大小而異，如身體大而血量不多，就不夠全體的循環，所以血液的絕對量在學問上是並無多大的價值的，須用對於身體大小的比例數來表示，纔有意義。換句話說，要用體重做標準。即血液對於體重每一仟克有多少立方厘米？或者血液的全重量相當於體重

百分之幾？體重與血量不一定成爲正比例。據英國德雷耶 [Dreyer] 和雷 [Ray] 兩人的研究 [1910]，同種類的動物，身體愈小，血量愈多，血量與體重的三分之二方爲比例。此說亦不能認爲絕對正確，現在一般對於血量，仍舊是用體重的幾成來表示的。

血量對於體重的成數，隨動物的種類而異。依據美國米克 [Meek]、加蘇 [Gasser] 兩人的研究 [1918]，犬的血量佔體重的 9.72%，貓佔體重的 5.50%，兔佔體重的 5.41%。人的血量當然非就人體實測，不能獲得正確的數字，從其它動物的數值來推算，是靠不住的。

測定人體血液的全量，不是一件容易的事，而且方法不同，所得的數值也就不同。最初發表的學說 [1856—1857] 是體重的十三分之一，其次 [1900] 是體重的二十分之一，最後的一說 [1915] 是體重的十二分之一。現在把他們實測的方法，分述在下面：

四 第一個實驗

在測定動物血量的方法中，採用得最廣的是韋爾卡 [Weicker] 法 [1854]，他先從實驗動物的動脈中採取若干血液，假定是 a 立方厘米，加入蔞酸鈉等防血液凝固的藥品而保存之。其次割破這個動物的動脈 [以頸動脈或股動脈爲最便利]，收集全部的血液於適當的容器中，同時由適宜的靜脈注入生理鹽水，洗出在全體血管中的血液。當其心臟尚在搏動期間，即用上法洗滌；等到沒有血液，心臟停止運動以後，便剖開胸部，用手壓迫心臟，盡量洗出血液。再由所割破的動脈末端，用壓力注入生理鹽水，洗去動脈領域內的血液。

經過這樣地洗出血液之後，組織的血管中，還剩留少許的血液，再細切身體，用水浸一晝夜，擠出其中所有的血液，於是合以前所採集的血液與洗滌液的總量爲 b 立方厘米。取 b 液的若干量，裝入比色計的一方，

他方再裝以 a 立方厘米的動脈血，用生理鹽水漸漸稀釋，然後作兩方血色素的比較，至雙方顏色達到同一個濃度為止。假定加入 a 立方厘米血液中的鹽水量是 c 立方厘米，那末，從下列比例式中可以求得這個動物的血液量 x ：

$$a:a+c=x+a:b$$

要應用這種方法於人體，其勢非殺人不可。德國明興大學生理解剖學教授俾倏甫[Bischoff]於1856—57年間就兩個已判決死刑的男子，在斷頭以前，先採取其少量的血液，在斷頭以後，立刻依照上述的方法實測。結果，第一例的血量是體重的十三分之一強，第二例的血量是十四分之一。其實第二個報告比第一個報告精密，但是一般人大多採用第一個報告，認為人體的血量是體重的十三分之一〔7.7%〕。

血量本隨個體而異，僅就兩個人實驗，似嫌不足，何況還有兩種誤差：第一是用水去洗血液，總不能完全洗淨，結果便失之過小；第二切細的身體，浸在水中一晝夜，肌肉中滲出來的色素，也加入到血色素中，結果便失之過大。但雖有上述兩種誤差，在此後四十四年之間，並沒有人起來覆測過，仍一貫地採用人體的血量是十三分之一的說法。

五 第二個實驗

四十四年後，英國牛津大學呼吸生理學教授霍爾登[Haldane]和他的高足斯密斯[Smith]共同設計改良〔1900〕，利用一氧化碳〔CO〕和血色素結合的事實，可毋庸傷害人體而測到人體的血量。原來一氧化碳和血色素結合的力量，遠比氧素為強。吸入多量的一氧化碳，固有生命的危險，但是吸入少量的，並沒有多大的害處。他們所用的方法是這樣的：先從要實驗的人採取少許的血液，使與空氣接觸，把血色素全部變成氧化血色素，再測定含在這血液中的氧素量。換句話說，依照這種實

驗，可以知道血液100立方厘米中的血色素全部變為氧化血色素時所結合的氧素量。現在假定這個分量是18.5%。其次，混和少量的一氧化碳於空氣中，使要實驗的人吸入，等到全部吸入血中後，再從他的身體採取少許的血液，測定其中所存的“一氧化碳血色素”量。他在測定時也用他自己所設計的卡紅（Carmin）法。現在假定吸入a立方厘米的一氧化碳時，血液中的血色素有b%變成一氧化碳血色素。這時在100立方厘米的血液中有 $18.5 \times \frac{b}{100}$ 立方厘米的一氧化碳被結合，所以血液的

全量 x 是：

$$x = \frac{a}{18.5 \times \frac{b}{100}} \times 100 \text{ 立方厘米}$$

依照上述的方法，霍爾登和斯密斯就自體和十四個英國人測驗的結果，最大值是體重的十六分之一〔6.27%〕，最小值是三十分之一〔3.34%〕，平均值是二十·五分之一〔4.9%〕。嗣後德國的普雷休（Plesch）用這個方法〔1907〕測驗了四個例〔男〕，又用自己設計的生理鹽水注入法〔詳後〕測驗了五個例〔三男二女〕，兩種方法的成績完全一致，其最大值是體重的十六·五分之一〔6.05%〕，最小值是二十一·三分之一〔4.69%〕，平均值是十九分之一〔5.32%〕。因為兩者的結果一致，所以折衷兩者的平均值是體重的二十分之一〔5%〕。

霍爾登的一氧化碳法，也有兩種缺點：一是用氣體測驗不及用固體、液體來得精密；二是用卡紅法定量，它的色調，和一氧化碳血色素不能盡同，因此，比色法也不很精確。至於普雷休的生理鹽水注入法，是先取少量的正常血液，防其凝固，再注入相當於體重的0.5%的生理鹽水，經過3—4分鐘，復採取少許的血液，將這兩種血液，各用1%鈉鹼溶液稀釋二百五十倍，於是用比色計來比較血色素的濃度。假使在比色計中正常血液的20立方厘米和注入食鹽水後血液的23.2立方厘米同色，那末，在注入後的血液中， $\frac{20}{23.2} \times 100 = 85.47\%$ 是正常血液。所以假定這

時所注入的生理鹽水量爲 c 立方厘米，那末，血液量 x 是：

$$x = \frac{c \times 85.17}{100 - 85.47} + d \text{ 立方厘米}$$

d 是最初所採的血量，通常 2 立方厘米已很充足，在計算上無關宏旨。

普雷休的方法，也有兩種缺點：一是注入的生理鹽水，一部分會離開血管，所以得到的數值，似嫌過大；二是注入生理鹽水的靜脈中，雖經三四分鐘以後，多少還有些停滯，所以計算的結果，不免過小。

六 第三個實驗

後來到 1915 年，美國霍金斯大學內科教授克斯 (Keith) 和他的兩個高足隆德里 (Rowntree)、奇爾狄 (Gearghy)，又設計了新法來測定。他的原理是這樣的：注入一定量的物質到血管裏去，這種物質要對於血液無害，要不容易通過血管壁，要不到血球內去，要在血中容易定量。等到這種物質與全身血液混和以後，採取一定量的血液，把存在那血液中的那種物質來定量就得到了。克斯所用的物質是稱做活紅 (Vital red) 的一種紅色素。血漿內的定量，可以用比色計簡單測驗。現在如若注入 a 立方厘米的紅色素，經過三分鐘後採血，把他的血漿定量的結果，知道血漿 100 立方厘米中存有 b 立方厘米的紅色素，那末，血漿的全量是 $\frac{a}{b} \times 100$ 立方厘米。另外再測量那個人在正常時血液中的血球與血漿的容積之比，知道血漿佔血液的容積是 $c\%$ ，於是就知道血液的全量是：

$$x = \frac{a}{b} \times 100 \times \frac{100}{c} \text{ 立方厘米}$$

用這個方法就人體測定的結果，對於體重每一百克是 79—97 立方厘米，平均是 85 立方厘米，即等於體重的十二分之一 [8.33%]。

這個方法比已往各法爲正確，所以英美生理學家都樂於採用。但是活紅多少能通過血管壁，因此，十二分之一的數值似嫌過大。從英國哈

里斯〔Harris〕的研究〔1920〕推測，實際的血量要打一個八折乃至九折，大約是體重的十四分之一。這樣兩者折衷一下，不是仍舊還原到以前的十三分之一麼？

綜上所述，人體內的血量，俾倏甫認為是體重的十三分之一，後來霍爾登、普雷休改為二十分之一，克斯又還原到從前的十二、三分之一。讀者諸君或許以為俾倏甫的實驗正確，霍爾登、普雷休的實驗錯誤，但是從研究的立場說，我們依舊要認霍爾登、普雷休的成績是比俾倏甫的為正確，而克斯的成績更比霍爾登的為正確。因為實驗成績的正確度，應以測定法的精密度和統計誤差的大小作標準的。依照這個標準批評，霍爾登、普雷休的實驗法，自然比俾倏甫的進步；而克斯的實驗法，也比霍爾登、普雷休的進步。所以我們現在要相信克斯的成績。將來如若再發見有比克斯更正確的實驗法，我們還是要捨此而就彼的；這纔是研究科學的真正精神。

七 失血後從死體輸血

遇到身體衰弱或者由於外傷、胃破、中毒、分娩等大量出血以後，因身體的血流量太少，非借用他人的血不能挽救危局，這就叫做輸血。然而決不是任何人的血都可以借用的。原來在人類的血互相混合時，紅血球有凝集和不凝集的兩種現象，以紅血球凝集的性質來分類，有任何血清不能凝集的紅血球〔稱O血型〕和任何血清都能凝集的紅血球〔稱AB血型〕兩羣。除此兩羣之外，復有相互間可以用相互間的血清凝集的紅血球〔一稱A血型，一稱B血型〕，稱這四羣的血型為血液的四型。關於輸血和血型，下面另有討論。

但是最近蘇聯的生理學家，發表從死體採取血液，用冷藏方法長久保存，可以隨時供活人輸血的使用。報告中有“血液可以不死”的話，確

實可以引起我們特別的注意。不過由死體採血，有下列幾個問題：

第一是採血的方法問題。人類在心音停止時宣告死期，所以死後不能由動脈或靜脈採血，必須割開胸腔，切開動脈及心臟，放出裏面的血液，暫時貯留於胸腔中，由胸腔採取血液；但是必須在割開胸腔的時候，把預備好的草酸鉀或草酸鈉溶液傾入胸腔中，以防止血液的凝固。

第二是死後的時間問題。通常血液離開血管，在六分乃至十分鐘內發生凝固，雖說留在血管中不會立刻凝固，但在死後三十分乃至兩點鐘，切開動物心臟觀察，血液一部分已經起了凝固現象。由此可以知道，動物死後，即使任血液留在血管，其勢亦非凝固不可。所以死後採血，從斷氣到採血的時間確是一個重大的技術問題。

第三是貯藏的問題。已採取的血液，用冷藏法貯藏，有相當的限度。假使防止血液凝固的方法完備，要長久冷藏，固然沒有多大的妨礙，不過紅血球隨着時間的過去，有徐徐破壞的可能，這叫做“溶血”。溶血的血液有毒，不適於輸血之用，所以貯藏的時間就有問題了。

第四是死體的死因問題。除了上列三個問題之外，死者的死因，假使是傳染性疾病的話，那末，死後採他的血，自有病菌混入的危險。縱使沒有傳染性疾病，倘使是癌病或肉腫等惡性腫瘍，陷於稱做“惡液質”的狀態，那末，惡液質在血液中也有一種細胞毒，當然不能作為輸血之用。

上述的第四個問題，尙能設法盡量避免，其他三個問題，如有充分研究，定出一個限度來，從死體輸血，事實上亦非不可能。但還有一點要考慮。血液是人的生命，固然是得之不易，可是還沒有感到非從死體採取不可的程度，假使是健康的成人，每次採取 300—500 克的血，對於健康並不妨礙。祇要看成年的女性，每個月照例要失去 50—200 克的血液，這是生理上的現象，絲毫不影響到生命和健康，所以從死體輸血，在理論上或許有重大的意義〔即個體雖死，個體的一部分發生，如移於適當

的環境，還能充分盡其生理的機能），在實際上恐尚沒有很大的用途。

(2) 漫談紅血球

一 總 說

脊椎動物的血液是紅色的。我們通常認為血液是液體，嚴格地說，應該是液體中間浮着有形的成分——血細胞，前者稱為血漿，後者稱為血球。

人類的血液總量，約佔全體的 $1/13$ ；大的血液總量，約相當於它的體重的 7.7% ；各種動物的血液總量，約相當於它們的體重的 $5-8\%$ 。

把血液滴在純水中，會慢慢地往下沉，由此可以知道血液的比重比較純粹的水〔比重是 1.000 〕為大，通常是變化於 $1.041-1.067$ 之間，男的又比女的略微重一些。又據斯馬爾茲〔Schmaltz〕的研究，血的比重，是一日之間依時間而略有變化的〔人在午前是 1.0600 ，午後是 1.0588 〕。此外，發汗、睡眠、運動和性別，都是會影響到比重的因素。現在列舉幾種脊椎動物的血液比重如下：

人	男	1.0597
	女	1.0557
貓	牝	1.0581
	牡	1.0530
牛	牝	1.0537
	牡	1.0501
犬		1.0576
馬		1.0521
蛙		1.0400

血球分為紅血球 白血球兩種，以下先講紅血球。

二 紅血球的形狀大小和數目

紅血球的形狀，是隨動物的種類而異的(圖2)。鳥類以下的有椎動物的紅血球，是小橢圓板狀〔七鰓鰻的是小圓盤狀〕，中央有一個核，核的部分要變厚些，所以血球呈現雙凸鏡的形狀。哺乳動物的紅血球，是小圓盤狀〔駱駝的和羊駝的例外，是橢圓形〕，然而沒有核，因為沒有核，中央部分反而窪陷下去，所以血球呈現雙凹鏡的形狀。如用顯微鏡從表面上觀察，依顯微鏡調節的程度，有時中部會比緣部明亮，有時却又適得其反。從側面看的時候，很有些像啞鈴的形狀。人類在胎兒時代，紅血球主要是在肝臟和脾臟產生的；生後，則紅血球主要是在紅骨髓的部分產生的。它在骨髓中的

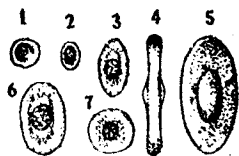


圖2 紅血球的種類。

1. 人 2. 駱駝 3. 蝮蛇
4. 蛙鰻〔側面觀〕 5. 同上〔平面觀〕 6. 赤鯉
7. 七鰓鰻 1除1, 2兩種餘均有核

時代也是有核的，等到流到血液中來，就變為無核的了。在骨髓罹病的時候，則幼弱的有核紅血球，也會竄到血管的血液中來的。

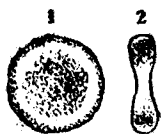


圖3 人的紅血球。

1. 平面觀
2. 側面觀

紅血球的大小，也是隨動物的種類而異的。人類的紅血球，直徑有7.5微米(μ) [$\mu = \frac{1}{1000}$ 毫米，即0.001毫米]，中央最薄的處所，厚1.6微米(圖3)。

至於各種動物紅血球的大小，請看下面的表〔哺乳類以外的動物，紅血球是橢圓形的，表內的數字，是依照長徑計算的〕。

北美蟾鵲 <i>Amphiuma</i> 〔兩生類〕	75 微米
洞蟾鵲 <i>Proteus</i> 〔兩生類〕	58 微米
蟾鵲〔兩生類〕	29 微米

蛙〔兩生類〕	22	微米
龜〔爬蟲類〕	20	微米
鯉〔魚類〕	17	微米
蜥蜴〔爬蟲類〕	15	微米
鴿〔鳥類〕	14	微米
七鰓鰻〔魚類〕	13	微米
鴨〔鳥類〕	12	微米
雞〔鳥類〕	12	微米
雀〔鳥類〕	11	微米
象〔哺乳類〕	9.4	微米
人〔哺乳類〕	7.5	微米
天竺鼠〔哺乳類〕	7.5	微米
犬〔哺乳類〕	7.5	微米
長尾猿〔哺乳類〕	7.0	微米
兔〔哺乳類〕	6.9	微米
貓〔哺乳類〕	6.5	微米
牛〔哺乳類〕	5.7	微米
馬〔哺乳類〕	4.6	微米
山羊〔哺乳類〕	4.1	微米
爪哇麝 <i>Fragurus</i> 〔哺乳類〕	2.5	微米

看了上面的表，可以知道變溫動物〔魚類、兩生類、爬蟲類〕的紅血球，比定溫動物〔鳥類、哺乳類〕來得大；而運動敏捷的動物的紅血球，比運動遲鈍的動物來得小。血球愈小的，表示運輸氧氣的力量愈大。

我國成年男子的紅血球，每立方毫米的血液中，平均含有5,000,000個，成年女子約含有4,000,000個〔歐美人4,500,000個〕。假定全血液總量有5升〔Liter〕，那末，紅血球的數目，總計便有25兆〔25,000,000,000,000〕之多，這是就健康成人所計算的數目。女子的比較男子的約差20%左右，而在歐美人，則兩性的差異，不過10%，這就是中國女子過去體格過於柔弱的一個徵象。一個紅血球的面積約有0.000128平方毫米，