

人体及动物生理学

北京大学生物系人体及动物生理教研室編

高等教育出版社

人 体 及 动 物 生 理 学

北京大学生物系人体及动物生理教研室編

高 等 教 育 出 版 社

本書是以原高等教育部教材編審處 1954 年出版的北京大學生物系人體及動物生理教研室編的高等學校交流講義“人體及動物生理學”為基礎改寫而成的。

本書內容為十三章，根據北京大學生物系人體及動物生理教研室四年教學經驗，在編排順序上作較大的變動。除肌肉神經與高級神經活動兩章完全改寫外，其他各章均做了適當的修改。

本書的特点是參考的專門文獻較多，內容精簡扼要，講解與實驗結合，介紹了我國科學家的研究和成就，舉例也結合我國實際，高級神經活動方面的講述除吸收蘇聯先進科學外，也舉出了一些我國的實驗材料。全書系統性強，可供綜合性大學和師範學院生物系教師和學生參考。

人 體 及 動 物 生 理 學

北京大學生物系人體及動物生理教研室編

高等教育出版社出版北京宣武門內承恩寺 7 號

(北京市書刊出版業營業許可証出字第 054 號)

京華印書局印刷 新華書店發行

統一書號 13010·459 開本 850×1168 1/32 印張 9¹⁰/16
字數 231,000 印數 0001—3,000 定價(10) 2.40 元
1958 年 12 月第 1 版 1958 年 12 月北京第 1 次印刷

前 言

本书的前身是1953年北京大學第一次印行的高等學校交流講義“人體及動物生理學”。1954年由原高等教育部教材編審處重印時，限于時間關係只能略加修改。1956年我們受高教部委託以全部改寫成爲一部正式的教科書，但又因種種關係而尙未完成。最近高等教育出版社再三催促，認爲有必要將此講義付印出版，供1958學年度開學時之用，因此我們又只能進行有限的修改。肌肉神經與高級神經活動兩章則已完全改寫過。

本書內容仍分十三章，但在編排順序上作了較大的變動。根據我們近四年來的經驗，如果在緒論中首先介紹生理機能的調節的概念，從消化生理學講起對學生還是比較容易接受的，因為消化是最顯而易見的生理現象之一，食物聯繫是動物機體和周圍環境的最古老的聯繫。同時在消化一章內即可進一步具體地闡述生理機能的一般調節機制。

食物經消化後，其分解產物被吸收至血液與淋巴內。血液與淋巴是機體的內環境，是在心臟血管系統內循環流動的。所以繼消化之後即討論血液淋巴與其循環。血液循環是機體內部的運輸網，它負擔着重要的體液聯繫工作，運輸營養物質與氣體，爲外呼吸與內呼吸的中間鏈鎖。營養物質與氧在機體內的变化爲新陳代謝與營養的重要方面。排泄爲新陳代謝的最終階段，而內分泌爲調節新陳代謝的重要機制之一。另一調節新陳代謝與機體各種機能的機制爲神經系統。神經系統不僅調節上述諸植物性機能，也調節機體的動物性機能，即與運動和感覺有關的機能。所以本書的編排順序與講課時間數爲：緒論(4學時)，消化(9學時)，血液淋

巴(5学时), 血液循环(11学时), 呼吸(4学时), 代谢与营养(6学时), 排泄(3学时), 内分泌(8学时), 肌肉与神经(10学时), 中枢神经系统(13学时), 高级神经活动(8学时), 分析器(8学时), 总结(1学时)。

上列讲课学时共 90 学时, 为综合大学人体及动物生理学的最高规定学时数。讲课者可根据实际情况进行必要的调整。如果学时较多, 可以比较全面地讲授; 如果学时较少, 则必须重点地讲授。

北京大学人体及动物生理学教研室

1958年5月

目 录

前言.....	2
第一章 緒論.....	1
第二章 消化.....	13
第三章 血液.....	33
第四章 血液循环.....	60
第五章 呼吸.....	102
第六章 代謝与营养.....	115
第七章 排泄过程.....	136
第八章 內分泌.....	146
第九章 肌肉和神經.....	166
第十章 中樞神經系統的机能.....	211
第十一章 高級神經活动.....	230
第十二章 分析器的学說(感受器官的机能).....	271
第十三章 結論.....	299

第一章 緒論

生理学的对象, 任务与方法

生理学的对象与任务。生理学是研究有机体各种生活机能的科学, 从一般的兴奋性到最高級的生命现象(人脑的活动), 都包括在生理学研究范围之内。

人体及动物生理学的研究对象为人体及高等动物机体的各种机能。生理学主要是通过这些研究而发展起来的, 所以生理学所积累的事实材料大部分都是属于哺乳动物机体的, 其中尤以对狗, 猫, 兔, 鼠类等普通实验动物的研究为最多, 在低等脊椎动物中主要的实验对象为蛙。

人体及动物生理学的任务首先是在正常情况下研究人体及动物机体的各种生理过程或现象, 这些过程的活动原理或机制, 深入生命现象的本质, 它们的相互联系与其对外界环境的相互关系。这就是正常生理学的基本任务。但是生理学的任务并不到此为止。掌握了生理活动的原理与规律之后, 生理还必须进一步研究病理状态下的生理变化, 并将这些知识应用到实践中去, 为人民服务。

生理学的方法。观察者所用的方法并不改变他所研究的现象, 仅仅对自然现象作详细的描述。实验者所用的方法是有意志的要改变自然现象, 有目的地使自然现象在其他情况下出现。

生理学所用的方法不仅是观察法, 更重要的是实验法。巴甫洛夫自称是一个彻头彻尾的实验者。

生理学的实验方法又有分析与综合法两种。

1. 分析法。用离体的器官，組織或細胞，例如心脏，骨骼肌，血球等，来进行研究，故有器官生理学与細胞生理之称。或者用活体解剖法，即在麻醉或断头的动物体内进行研究，这种方法又称急性实验法。或者将一个复杂的生理过程分为若干方面来研究，例如研究肌肉收缩的力学，化学，热学，电学等方面。

用分析的实验法可以解决生理学上一部分问题，实验的结果也比较容易分析和处理。但是由于方法上的限制，此类结果只能说是在一定实验情况下的活动表现，不能因此而机械地推论到这些器官或組織在整体内真实的活动情形。在有高度組織性的完整机体内，在大脑皮层的影响下，器官与器官之間，整体与个别器官之間，器官与内环境之間，以及机体与外环境之間，存在着复杂的相互关系，并且这些关系都是非常重要而决不能忽视的。

2. 綜合法。在动物机体与其生活环境相互作用的条件对生活机能进行研究是綜合生理学重要任务。但是为了观察的方便起见，有时可在动物体上事先施行一些必要的外科手术，这种手术称为生理外科术。巴甫洛夫自19世纪九十年代开始即系统地利用此法来研究消化生理学。做过这种生理外科术的动物其健康情况基本正常，可作长期观察与多次实验之用，故又称慢性实验法。

在綜合实验法内，器官与整体的正常关系依然存在，故又称整体实验法。更重要的是，这种方法把机体与外界环境结合起来看待，不是孤立地研究机体的活动。所以这是符合于辩证法的科学方法。

巴甫洛夫的研究方法并非完全是分析的，也不完全是綜合的，而是二者并用，但是在可能范围内以綜合法为主。这是巴甫洛夫时代生理学方法的特征，由于这种新方法的发展，使生理学提高了一步。所以说綜合生理学是生理学发展的新阶段，是一个更大的，内容更丰富的生理学。

生理学的門类与其它科学的关系

生理学的門类 不同的机体各有其特殊的生理活动。根据生物的分类,生理学亦可分为:細菌生理学,植物生理学,动物生理学,人体生理学。动物生理学又可分为原生动动物生理学,昆虫生理学,魚类生理学,等門类。

根据有机体的組織,器官与系統的分类,有神經肌肉生理学,中樞神經系統生理学,高級神經活动生理学,分析器生理学,消化生理学,循环生理学,呼吸生理学,代謝生理学,排泄生理学,內分泌生理学等。

研究細胞各种普通机能的为細胞生理学。对各种有机体进行比較的研究为比較生理学。研究有机体与环境关系的为环境生理学,或称生态生理学。和劳动有关系的为劳动生理学,和航空有关系的为航空生理学,和畜牧有关系的为家畜生理学。研究正常生理过程的为正常生理学,而研究生理过程的病理变化的为病理生理学。

总而言之,由于生理学的专门化,其門类繁多,由此亦可見生理学的发展情形。

生理学与其它科学的关系 生理学一方面建立在数学,物理,化学,普通生物学与解剖学的基础之上,另一方面它促进了医学的发展,包括內科学,外科学,治疗学,卫生学等等。也可以說,生理学是基础科学(数,理,化,生物解剖)与医学間的桥梁。由于各种科学的发展与专门化,又产生了一大批的边緣科学,例如:生物化学,生物物理学,电学生理学,病理生理学,葯理学等等。

生理学与生物化学的相互关系。生物化学是化学与生理学合乎发展規律的产物,早期称为生理化学,它繼續发展,范围扩大,进而成为生物化学。化学的发展促进了生理学的进步,于是产生了

生物化学。生理学的发现給生物化学提供了許多新的問題，例如生物酶，激素与維生素的发现。反之，生物化学的成就，例如各种純品的提出与合成，又促进了生理学的深入发展。

生理学与形态学的关系。形态学为研究有机体结构的科学，生理学是研究有机体机能的科学。机能必須有结构的基础，所以生理学必須以形态学为基础。结构为机能服务，机能愈复杂其结构也必然复杂。所以形态学也必須結合生理学，否則将要失去结构的意义。形态学固然是生理学的基础，同时生理学也闡明了形态学的意义。它們也是互相促进，平行发展的。

生理学与苏維埃創造性达尔文主义的关系。有机体的进化与其环境条件的改变有不可分离的密切关系。进化的一方面是有机体形态上的改变，进化的另一方面是生理机能的发展。例如呼吸机能的发展及呼吸器官在形态上的进化是和机体生活环境的改变分不开的。机体的生活环境改变了，便要求新的机能以适应新的环境条件，新的机能又促进了形态的改变。生理学的研究給达尔文主义提供了新的証据。

生理学的应用，其范围甚广：

1. 在医学方面。生理学是医学各科的基础。我們不但要研究正常的生理过程，还要研究生理过程的病理变化，以及恢复正常机能的步骤，因而使医学可采取有科学根据的預防疾病与治疗疾病的措施，以增进健康，提高劳动生产力。

2. 在工业方面。研究劳动与环境条件的关系，从而改善劳动的环境卫生，减少疲劳，提高生产效率。

3. 在农业方面。根据科学的飼养与管理的知識，可以改良农业动物的品种，提高其生产力。根据生殖生理学的規律，可以增加其繁殖力，选择良种。生理学也是兽医学的基础。

4. 在哲学方面。生理学，特别是高級神經活动生理学，为建立

唯物主义宇宙觀的自然科学基础的重要組成部分。

5. 在心理学方面。巴甫洛夫的高級神經活动生理学为現代唯物主义心理学的自然科学基础。

此外在教育學方面，在語言學方面，以及在体育的理論与实践 中，生理学的規律都有重要的应用。

生理学的发展

生理学作为一門科学是由于生活实践的需要，首先是由于医学的需要而产生的，所以它的历史是很古老的，但是它的发展速度却极不均匀。自古希腊希波克拉底斯(Hippocrates, 公元前460—875年，有医学之父的称号)，至羅馬加倫(Galen, 131—201)的时期內，解剖生理学知識已略有基础。但是在第三世紀至第十二世紀的黑暗时代，生理学的发展受到了极大的阻碍，因而停滯不前。主要原因是宗教势力的压迫，使一切科学真理不能抬头，不少的科学家，为真理斗争而牺牲或遭受迫害。

实验生理学創自第十七世紀，首先是威廉·哈維氏(William Harvey, 1578—1657)的發現血液循环。自第十九世紀开始生理学有迅速的发展。由于克勞德—伯尔納(Claude Bernard, 1813—1878)，黑尔姆霍茲(Helmholtz, 1821—1894)，杜薄·雷蒙(Du Bois Reymond, 1818—1896)，卢德維希(Ludwig, 1816—1895)，謝切諾夫(1829—1905)，巴甫洛夫(1849—1936)等氏的科学发现給生理学提供了丰富的資料。俄罗斯的，尤其是苏联的科学家对于生理学的发展有偉大的貢獻。謝切諾夫及巴甫洛夫的工作給生理学奠定了一个坚固的辯証唯物主义的基础，因而使辯証唯物主义的内容也更为丰富。

生理学中也有活力論与机械論等类不科学的思想。活力論認 为生命現象，尤其是人类的心理活动，是神秘不可知的“活力”的作

用，是“神”的創造。謝切諾夫和巴甫洛夫的工作使生理學的活力論觀點完全破產了。機械論認為人體是一部機器，用物理化學的規律可以解釋一切的生命現象，這又未免失之于太簡單了。

巴甫洛夫在1930年說過：

“人體當然是一個系統（較粗的說法，是一部機器），並且和大自然每一個其他的系統相似，人體也受到大自然所共有的必然法規的控制。但是在我們目前科學知識範圍之內，由於人體能自我調節的非常能力，所以它是一個獨特的系統。……根據我們用條件反射方法研究高級神經活動的結果，我們所得到的最主要的堅定不變的印象，就是高級神經活動的非常的可塑性與其無限制的潛力。沒有什麼事物是不能改變的或是冥頑不化的，只要創造適當的條件，什麼事都常常可以做得得到，並且向好的方向改變”。

意思就是說，人體有它的獨特性，有非常的自我調節的能力，有高度的可塑性，因之有無限制進化的可能性。這是合乎辯證唯物主義的正確觀點。

在謝切諾夫以前，偉大的俄羅斯科學的創造者，唯物主義的思想家羅蒙諾索夫（1711—1765），1748年便發現了物質與運動不滅的定律。在拉瓦錫（Lavoisier, 1777）證明呼吸為氧化作用以前，羅蒙諾索夫早已認識到此點。在Young（1801）的“三色學說”以前，羅蒙諾索夫已創立了一個類似的“三元的色覺學說”。

謝切諾夫。俄羅斯生理學派是根據歷代進步的科學思想而來的，它首先繼承達爾文主義，其次它和先進的哲學思想有密切的相互關係。它的傳統觀點是科學的唯物主義觀點。

俄國生理學派的創始人為謝切諾夫。1848年彼得堡軍事工程學校畢業，服兵役兩年，1851年入莫斯科大学醫學院，1856年畢業。1856—1859年先後在繆勒（Müller），杜薄·雷蒙，盧德維希，黑爾姆霍茲，克勞德·伯爾納，等氏實驗室內工作。曾在聖彼得堡

內外科医学专门学校(1860—1870), 敖德薩大学(1871—1876), 圣彼得堡大学(1876—1888)及莫斯科大学(1889—1901), 任生理学教授及研究凡四十余年, 培养青年, 并創立了俄国生理学派, 故有俄国生理学之父的称号。

謝切諾夫接受了十九世紀下半期的进步思想, 并且他也是一个社会活动家。他热心于科学普及工作, 扶助妇女教育, 拥护学运, 并在他退休后还参加过产业工人夜校的教学工作(1903—1904), 这时他已是75岁的老人了。謝切諾夫也是一个热爱祖国的科学家。

謝切諾夫的科学工作有三个主要方面:

1. 血液的生物化学——血液中 CO_2 的研究(1859)。
2. 中樞抑制(1862)。
3. 心理生理学——心理活动的反射学說。“腦反射”(1863), 原名为“将心理过程建立在生理基础上的嘗試”。“腦反射”的出版展开了对唯心主义反动思想的斗争。

謝切諾夫的唯物主义学說, 对于俄罗斯生理学的发展具有历史性意义。他认为人体活动取决于外界环境的刺激, 心理活动反映外界客观存在的现实性。腦的活动就是反射作用。“腦反射”的出版在当时俄罗斯社会中产生了巨大的影响, 是每一个知識分子所必讀的文献。列宁很重視謝切諾夫的論文。巴甫洛夫受了謝切諾夫的影响, 在二十世紀用科学的实验論証了謝切諾夫的腦反射学說, 发揚了这个学說, 并創造了他自己的高級神經活动学說。

謝切諾夫強調有机体与环境的統一。远在1861年, 謝切諾夫說:“在机体的定义中必須加入影响于他的环境, 因为沒有后者, 机体的生存是不可能的”。他又說: 外界环境不仅是生命所必需; 而且同时也是能够改变物質組織与生活机能的因素”。

米丘林(1855—1935)认为: 生活条件可影响机体的新陈代謝而

改变其遺傳性。李森科說：“机体与生活所必需的条件乃是統一的。各种不同的机体，为了其本身的发展，需要各种不同的外界条件”。

巴甫洛夫說：“动物机体乃是一个最复杂的系統，乃是由彼此相互联系的，无数的部分所构成，与外界成統一的整体而存在”。

这些学者都一致明确的指出外界环境与机体的密切关系，而謝切諾夫的学說則更直接地为巴甫洛夫高級神經活动学說的先驅。

斯大林說：“……，辯証法不是把自然界看作什么彼此隔离，彼此孤立，不依賴的各个对象或各个現象底偶然堆积，而是把它看作有内在联系的統一整体，其中各个对象或各个現象是互相联系着，互相依賴着，互相制約着的”。^①

由此可見，謝切諾夫，巴甫洛夫，米丘林，李森科等人的学說，都是符合于辯証唯物主义的学說。

巴甫洛夫。1875年彼得堡大学毕业后，轉入彼得堡內外科医学院学医，1879年毕业。自1878起在包特金(С. П. Боткин, 1832—1889)研究室内領導实验工作。1880—1884同时在上述医学院研究所学习与研究。1877夏季曾在海登海因(Heidenhain)实验室工作一暑假，1885—1886又在卢德維希及海登海因实验室工作一时，1890在軍医学院(即內外科医学院)任藥理学教授。1891年起任实验医学研究所生理科主任。1895在軍医学院任生理学教授。

巴甫洛夫的60年科学研究工作可分为三个阶段。

1. 血液循环的調节(1876—1888)。1883发表“心脏的傳出神經支配”。

2. 消化腺的工作(1888—1904)。1897写出“主要消化腺工作讲义”。

① 斯大林：辯証唯物主义与历史唯物主义，人民出版社1956年，第3頁。——著者注。

3. 高級神經活动生理学(1903—1936)。1926 出版“大腦兩半球工作讲义”。

巴甫洛夫关于有机体的統一性与整体性学說,可分为三方面:

1. 有机体内部的統一:

(a) 有机体一切生理过程,都受到神經系統的支配——神經論原則。

(b) 神經系統的营养性机能学說。病理变化和神經活动的障碍也有密切的关系。

(c) 大腦皮层的主导作用,动物性神經系統与植物性神經系統的統一。

2. 有机体与其外界环境的統一;通过神經系統,特别是条件反射性联系。条件反射学說是反射学历史中本質上的新阶段。

3. 精神与物質的統一;或心理与生理的統一,高級神經活动为心理活动的物質基础。巴甫洛夫的高級神經活动学說是唯物主义心理学的科学基础。

巴甫洛夫学說是理論与实践統一的,是医学的基础,它对于生理学的每一部門,畜牧学,心理学,教育学,語言学都有重要的应用与意义。巴甫洛夫高級神經活动学說是唯物主义的自然科学基础,它論証了馬克思列宁主义認識論。

巴甫洛夫在他 60 年的科学工作中,培养出一大批的优秀科学工作者,例如貝柯夫(К. М. Быков),伊万諾夫—斯摩棱斯基(Иванов—Смоленский),阿斯拉羌(Э. А. Аератян),罗趾斯基(Н. А. Рожанский),拉辛可夫(М. П. Разиков),斯彼兰斯基(А. Д. Сперанский),奥尔別里(Л. А. Орбели),阿諾兴(П. К. Анохин)等。

維金斯基(1852—1922)是謝切諾夫的学生和承繼人,他在謝切諾夫离开彼得堡大学之后,承繼了謝切諾夫的講座。維金斯基

的主要工作是在神經肌肉的普通生理學方面，有許多重要的貢獻，例如關於機能活動的概念，關於興奮與抑制這兩個基本神經過程的統一與互相轉化的學說。

生理學在我国的發展

生理學的發展在我国是很古老的。黃帝內經是公元前 200—400 年間的著作，它反映了我国古代的醫藥文化與生理學知識。

實驗生理學在我国的发展是最近三十年內的事，中国生理科学会在 1926 年的成立标志着實驗生理學在我国发展的开端。成立中国生理科学会的主要目的是为了創辦“中国生理學杂志”。这个杂志在 1927 年創刊，最初每年出版四期，为一卷，每卷 400—500 頁。在此以前中国人的研究論文必須寄往外国去发表，所以中国生理學杂志的創刊，对于促进生理學在我国的发展起了一定的作用。但是，是决定于当时半殖民地社会意識的限制，所以这些研究在本質上，并不是从祖国人民的需要而出发，結果理論必然会脱离实际。研究者的态度是資產阶级的态度，只凭着个人的兴趣，为研究而研究。在形式上，中国生理學杂志所刊载的論文（包括生理學，生物化学，藥理學，以及關於實驗生物學的論文）都是用外国文字写成的。只附有簡短的中文摘要，根本不是面向祖国人民的刊物。

生理學方面比較有系統而有成績的研究为：林可胜等氏在胃液分泌生理學及關於延髓交感神經中樞定位的研究；張錫鈞等对于乙醚胆礮的研究，着重研究胆礮在胎盤內的意義以及中樞神經系統內的化学傳遞問題；蔡翹等关于肝的碳水化合物代謝，溶血及止血的研究；馮德培在肌肉神經生理學方面的工作，特别是他对于神經肌肉間傳遞的問題进行了詳盡的研究。

中华人民共和国建国后，在中国共产党的领导下，1951 年夏季召开了中国生理科学会全国代表大会，确定了学会为新民主主

义文化经济建设而努力的宗旨，決議要发展会员，在普及的基础上来提高生理学的发展。1952年將外文的“中国生理学杂志”改为“生理学报”，用祖国文字向祖国人民报告我们的科学研究结果，使生理学真正在祖国土地上生根。在1956年7月所召开的中国生理科学会第十三届全国代表大会上进一步明确学会的宗旨为建设社会主义社会而努力，并讨论了我国生理科学的现状与将来。

中国生理科学会虽然早在1934年即选举巴甫洛夫为我会名誉会员，1935年并有許多会员出席了在列宁格勒所举行第十五届国际生理学会会议，但是我国生理学界并未走巴甫洛夫的生理学路线。在当时的反动政权统治下，这当然是不可能的。只有在中华人民共和国成立之后，我国生理学界在思想上发生了根本改变之后，热烈地响应了党中央和毛主席的号召，卷入了学习苏联的高潮，并开始认真地研究巴甫洛夫学说。1952学年度在北京大学人体及动物生理学教研室第一次开出了高级神经活动生理学的专门化课程。1953年在全国范围内展开了学习巴甫洛夫学说的高潮，象征着生理学在我国发展的新阶段。走巴甫洛夫的路线是发展生理学唯一的正确路线，生理学在新中国必有迅速的发展。

基本生命现象的一般特征

1. 新陈代谢为生命的最基本特征。恩格斯在十九世纪七十年代写道：“生命是蛋白体存在的方式，这个存在方式的重要因素是在于与其周围的外部自然界不断的新陈代谢，而且这种新陈代谢如果停止，生命也就随之停止，结果便是蛋白质的解体。”^①所以新陈代谢是有机体首要的存在条件。

2. 兴奋性是有生命物质对刺激能发生反应的特性，亦即人和动物机体对外界环境变化发生适应性反应的基础。

^① 恩格斯：自然辩证法，人民出版社1955年，第256页。——著者注