

中等体育学校教学参考书

人体生理学讲义

王义润等编著

人民体育出版社

中等体育学校教学参考書

人体生理学讲义

王义润等編著

人民体育出版社

統一書號：7015·737

中等体育学校教学参考書

人体生理学講義

王义潤等編著

*

人民体育出版社出版

北京體育路

(北京市書刊出版業營業許可証出字第049號)

冶金工业出版社印刷厂印刷

新华書店发行

*

850×1168 1/32 125千字 印張6 $\frac{12}{32}$

1958年9月第1版

1958年9月第1次印刷

印數：1—8,000册

定價 [10] 1 元

責任編輯：謝彬 封面設計：喜棟

目 录

第一部分 一般生理學

总 論	(吳柱中)	1
第一章 血液	(張問禮)	4
一、血液的机能		4
二、血量及血液的成分		5
三、肌肉活动时血量及有形成分的变化		11
第二章 血液循环	(張問禮)	13
一、大循环和小循环		13
二、心脏的构造		14
三、心肌的特性		15
四、心动周期及心輸出量		17
五、血液在血管內的流动		19
六、心脏和血管的神經調节		20
七、肌肉活动时血液循环的变化		21
第三章 呼吸	(楊錫讓)	25
一、呼吸的概念		25
二、呼吸的机制		26
三、呼吸型式		28
四、呼吸頻率		29
五、肺活量		30
六、需氧量、耗氧量、氧債及呼吸商的概念		31
七、气体的交换		32
八、呼吸的調节		35
九、运动时呼吸及血液循环的关系		37
第四章 消化	(楊錫讓)	38
一、消化的概念		38

二、巴甫洛夫对消化生理的贡献	38
三、口腔内的消化	39
四、胃内的消化	40
五、胰腺的机能及其在消化中的意义	44
六、肝脏与胆汁在消化中的意义	44
七、小肠中的消化	45
八、小肠中的吸收	47
九、大肠内的消化	48
十、肌肉工作时对消化器官活动的影响	48
第五章 物质和能量代谢 (乔居庠)	49
一、物质代谢的一般概念	49
二、蛋白质代谢	50
三、糖代谢	52
四、脂肪代谢	54
五、维生素	55
六、水盐代谢	58
七、能量代谢	60
八、物质与能量代谢的调节	62
第六章 排泄 (乔居庠)	63
一、排泄器官及其功能	63
二、尿量, 尿的成分	64
三、尿生成的机制	65
四、尿的排泄	66
五、肾脏活动的调节	66
六、汗分泌	67
第七章 体温调节 (乔居庠)	68
一、体温调节的意义	68
二、热的生成和热的放散	69
三、体温调节的生理机制	71
四、人的体温变化	71

五、鍛煉.....	73
-----------	----

第八章 內分泌腺..... (乔居庠) 73

一、內分泌腺和激素的概念.....	73
二、腦下垂体.....	74
三、甲状腺.....	75
四、甲状旁腺.....	75
五、腎上腺.....	76
六、胰腺.....	77

第九章 神經肌肉生理学..... (郭庆芳) 77

一、神經肌肉的結構.....	78
二、神經肌肉的特性.....	79
三、肌肉的工作.....	82
四、肌肉活动时的化学过程.....	83
五、神經肌肉中的电现象.....	84
六、神經肌肉机能状态的变化.....	86

第十章 中枢神經系統..... (郭庆芳) 87

一、中枢神經系統的一般結構.....	87
二、中枢神經系統的一般特性.....	87
三、大腦兩半球以下各中枢的机能.....	90
四、植物性神經系統.....	91
五、肌紧张和姿勢反射.....	93

第十一章 高級神經活动学說..... (吳柱中) 102

一、大腦兩半球皮层的結構.....	102
二、大腦兩半球皮层机能研究的历史.....	103
三、无条件反射和条件反射.....	103
四、形成条件反射的机制.....	104
五、建立条件反射的条件.....	105
六、兴奋和抑制是大腦皮层活动的基本过程.....	106

七、巴甫洛夫关于抑制的分类	107
八、抑制的生物学意义及在动作协调中的作用	113
九、高级神经活动过程的活动规律	113
十、大脑两半球皮层的系统性活动	115
十一、巴甫洛夫关于第一与第二信号系统的学说	117
十二、高级神经活动类型学说	118

第十二章 分析器 (吳柱中) 120

一、分析器的概念及大脑皮层的机能定位	120
二、视分析器	121
三、听分析器	121
四、前庭分析器	124
五、运动分析器	127
六、皮肤的触觉、痛觉、温度觉	129
七、综合分析器的概念	129

第二部分 运动生理学

总 論 (王义潤) 131

第一章 形成运动技能并扩充机能能力的

訓練过程 (王义潤)	132
一、形成运动技能的生理机制	133
二、运动技能改进的生理学原理	134
三、运动技能自动化的生理基础	136
四、身体全面訓練的生理基础	137

第二章 进行各种类型练习时有机体内的生

理变化 (王义潤)	142
一、运动练习的分类	142
二、极限强度练习时的生理变化	146
三、极限下强度练习时的生理变化	148
四、大强度练习时的生理变化	150
五、中等强度练习时的生理变化	151
六、力量练习的生理特点	154

第三章 訓練程度的生理指标(王义潤)	156
一、运动员在相对静止状态中的生理指标.....	157
二、定量活动后的生理指标.....	160
三、完成最大負荷活动后的生理指标.....	162
四、“竞技状态”.....	163

第四章 进入工作状态、起賽状态及准备活动(卢鼎厚)	164
一、进入工作状态.....	164
二、起賽状态.....	167
三、准备活动.....	169

第五章 疲劳和过度訓練(卢鼎厚)	171
一、疲劳的概念.....	171
二、进行极限强度周期性練習时的疲劳.....	172
三、进行极限下强度周期性練習时的疲劳.....	172
四、进行大强度周期性練習时的疲劳.....	173
五、进行中等强度周期性練習时的疲劳.....	173
六、进行静止用力时的疲劳.....	174
七、过度訓練.....	175
八、提高工作能力的主要因素.....	177

第六章 若干运动項目的生理特点(卢鼎厚、韓世眞、周懿芬)	178
一、竞技体操的生理特点.....	178
二、田径运动的生理特点.....	185
三、球类运动的生理特点.....	188
四、游泳运动的生理特点.....	190

第一部分 一般生理学

总 論

一、生理学的概念

生理学是一门研究动物或人体机能活动规律的科学。研究时采取的是实验观察的方法，也就是用各种方法来影响有机体，同时观察各个系统或器官对这些影响的反应。

人体生理学是动物生理学进一步的发展。从动物实验所获得的材料不能全部搬运到人体上去，因而人体生理学的特点，就是在动物实验的基础上，用某些专门的技术对人体进行观察。同时也要注意社会条件和劳动条件对人体的特殊影响。

二、生理学和其他科学之间的关系

生理学和许多学科都有密切的联系，首先和解剖学。因为没有人体解剖结构的知識，是不可能認識它的机能的。

物理学和化学同样是生理学的基础。因为所有的生理机能都是以一定的物理和化学变化为基础，但必須注意，生理过程不能单纯理解为物理或化学的变化，往往有许多机能是不能用化学或物理的知識来解释的。所以在进化过程中，生物的许多机能环境的影响下发生着质的变化。

生理学是医学、教育学、体育教育理论等科学的自然科学基础。如果缺乏对人体生命活动的一般规律性知識，就不可能正确

地組織體育教育。目前正处在體育大躍進的年代里，教練員首要的任務，就是運用自然科學和社會科學的知識，不斷地改進教學與教練的方法，來完成偉大的歷史使命，因而掌握生理學的知識就更為必要。

三、世界生理學發展簡史

生理學是在和醫學實踐緊密聯系下發生和發展起來的。古代（公元前五世紀至四世紀）就有一些醫生認為，要醫治疾病，就要懂得人體的機能，於是提出對人體活動的某些推測，例如亞里斯多德就曾認為肌肉的收縮是由于“人的精神”從頭部沿“管子——神經”降至肌肉，並拉長肌肉的結果。

公元四世紀，西歐進入封建社會。統治階級大力培養對天主教的盲目信仰，迫害科學，因而在很長的年代里，所有科學都得不到發展，古代遺留下來的寶貴思想也泯滅了。

公元十八世紀，歐洲資本主義興起。初興的資本主義就促使生產力在一定階段內向前發展，在發展生產的要求下，科學又重新興旺起來，生理學也不例外，在這個時期英國醫生哈維（Willian Harvey）用活體解剖的方法，發現血液是沿血管流動的，而心臟是推動血液流動的器官，從而奠定了生理學實驗研究的基礎。但這種方法是有缺陷的，其根本的缺點是在進行動物解剖時，必然嚴重地破壞器官之間的自然聯系，破壞有機體的完整性。因此得出的結果，往往是身體的局部現象，和完整的有機體內部的活動有一定的距離。

十九世紀下半葉，蘇聯的生理學開始走上唯物主義的道路。當時傑出的生理學家謝切諾夫在他的著作“大腦反射”一書中，天才的論述了人類的一切活動，包括心理活動，都是大腦反射活動的結果。以後，偉大的生理學家巴甫洛夫繼承了謝切諾夫的思想，創立了慢性實驗的方法，即是在動物身上施行不損害動物正常機能的手術，等動物的傷口好了以後，開始長期的觀察。巴甫洛夫用這種方法，詳細地研究了大腦皮層的機能活動，

从而确定了动物或人类的有机体，是一个整体，各器官的活动都相互联系着，并且能够和外界环境保持平衡。当外界环境发生变化时，动物身体内部的物质代谢就发生变化，因而改变自己的活动来适应环境。而人类不但有这种能力，同时能主动的改造环境以适应自身。

苏联生理学家所提出的整体论的唯物观点，是和资本主义国家生物学观点有本质的不同，他们宣扬着人和生物都是孤立存在的，和社会、自然环境没有任何联系。这都是企图使劳动人民不去认识当前的社会制度和自己的关系；不去改变使人类陷于贫困的资本主义制度，这就是资本主义国家统治者为什么大力宣扬其反动学说的原因。因而，这种理论是伪科学和反动的。

巴甫洛夫指出，动物和人类有机体能精确的适应环境，能和外界环境保持平衡的能力，是靠大脑皮层活动来实现的。巴甫洛夫曾作过一个实验，把一条狗的大脑皮层切除，狗虽然还活着，但把食物放在牠的面前，牠不会吃，只有把食物塞到牠口中时才会吃。这种狗只有得到很小心的照顾，才能活下去，否则就会被饿死。所以没有大脑皮层的活动，就不能适应环境的变化。

有了皮层的狗就不同了，牠能在许多事物中辨认出食物，牠会根据食物的形状和气味来寻找，危险的信号能引起牠的逃跑。譬如一只狗跑到厨房里去找东西吃，第一次吃到了一块肉，但是挨了打，下次再去时，只要看到有人作出要打的姿势，牠就会赶快逃跑。因此，要打的举动，对狗是危险的信号，狗对它产生防御反应，这种反应，是靠大脑皮层的活动来实现的。巴甫洛夫把这些反应，统称为条件反射。

人和动物就是靠条件反射的作用和周围环境建立了各种各样的复杂关系。可以根据环境的变化来改变自己的行动。运动员长时间从事训练后，所产生适应的过程，如身体内脏器官的机能提高了，肌肉粗大了，耐力和力量都增长了等，其实质都具有和环境相适应的变化因素。

四、我国生理学发展的概述

我国有着悠久的历史，劳动人民在实践过程中积累了丰富的医学知识。远在公元前二世纪的秦汉时代，古典的医书——“内经”即已问世，书中指出人体和外界环境有着密切的联系，其中写道：“阴平阳秘，精神乃治，阴阳离切，精神乃绝”。意思是说人体内（阴）外（阳）环境协调，人体的机能才能正常活动，如果不协调，就不免生病以至死亡（绝）。当时已经知道心是血液循环的器官，肺是呼吸的器官。例如“诸血者皆属于心，诸气者皆属于肺”。

用体育作为提高身体机能，预防疾病的方法，是三国时代华佗医生首先提出来的。他创造了“五禽之戏”，编了一套摹仿动物的动作来锻炼身体。

虽然我国人民有无穷的智慧和创造的能力，但由于长期的封建统治，生产力得不到发展，科学水平低，所以生理学也得不到提高，特别在解放前的数十年间，在帝国主义、官僚资本主义和封建统治的压迫下，生产力衰退，生理学和其他科学一样，进展非常缓慢。

解放后，生产力得到空前的提高，党和政府对科学无比的重视和关怀，生理学在几年来发展很快。如病理生理学、劳动生理学、运动生理学等在苏联专家的直接或间接帮助下，在我国成长起来。目前，随着生产的大跃进，必将对科学提出更多的要求，生理学将沿着为人类造福的光辉道路前进。

第一章 血 液

一、血液的机能

人体的血液是一种红色的粘性液体，充盈在血管内。血液与

淋巴和細胞周圍的組織液組成機體的內環境。

由於血液的成分能反映機體組織液的一切變化，所以又將血液看成是維持着細胞、組織和器官的生命機能的機體內部環境。由於體液調節是動物機體調節的環節之一，而這主要是通過血液來完成的。大腦皮層借助於這一機制將各個器官聯合成統一的完整機體來和外界發生着相互作用。

血液的機能是多種多樣的：

一、首先它執行着運輸機能。將各種物質從一些器官運送到另一些器官；將氧和營養物質不斷地供給各組織，將碳酸及其他代謝產物由組織運送至排泄器官——肺、腎和皮膚。

二、血液的第二個機能是防禦作用。血液中的白血球對進入動物機體的微生物有吞噬作用，並在血漿中也含有能將微生物所形成的毒物加以解除的物質。

三、運送內分泌腺的激素及維持體溫的恒定等機能。

二、血量和血液的成分

一、血量：人的血量約占體重的7%（可能變動在5%—9%之間），每公斤體重約有70—80毫升血液。

生理學的發展已經可以對人類和動物的血量進行各種方法的活體測定。血量的測定證明人和動物機體內的全部血液並不是同時都參加循環的，有部分血液流動狀態不明顯，貯存在肝臟、脾臟、肺臟及皮膚血管這些器官內。這些器官由於有貯存血液的機能故稱為血庫；血庫約可容機體全部血量的45%。

在有機體處於窒息、肌肉活動、出血等情況時，血液就由血庫流入全身血管系統內，從而增加機體中的循環血量，改善對各器官的氧、營養物質及激素的供應，以及加強代謝產物的消除過程。

在確定脾臟具有貯血器官的功能方面，俄國的學者——薩賓斯基早在1865年已由觀察中提出，以後並為謝切諾夫、布爾葛柯及鮑特金等人的實驗所証實。

人及动物体内血液的大量丧失（如因动脉出血等）会引起很大的危险，如果失去全部血量的 $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ 便会导致死亡。这主要是由于血压的急剧下降而使脑、心脏等器官所需的血液供应过少，氧及营养物质过于缺乏所致，这时如进行输血是可以补救的。

二、血液的成分：如果将人的血液盛于试管内，并用离心机使之沉淀，便可看到很明显的两层，试管的上半部是略带黄色的透明液体——即血浆，而下半部是许多细胞堆成的红色沉淀物。这些沉淀物中因红血球之比重最大沉在最底层，上面是白血球及血小板。由体积来说血浆比有形成分占的比重大，约占血液总量的55%—58%。

（一）血浆：其中绝大多数是水，约占90%。其次是血浆蛋白占8.5%。亦含有较少的盐类、脂肪、糖、维生素、激素及气体。

血浆具有一系列的理化特性：渗透压、酸硷度、粘滞性及游子成分的恒定。

1. 渗透压：任何一种液体的渗透压都取决于溶解在其中的物质分子的数量和浓度。根据测定的结果，血浆之渗透压相当于0.9%食盐溶液，因而0.9%的NaCl溶液又称生理盐水。一般将渗透压相同的溶液称等渗溶液；渗透压低于等渗溶液的称低渗溶液；高于等渗溶液的称高渗溶液。

血浆渗透压对于维持红血球的机能有很大的作用。血浆渗透压增高时引起细胞中水分进入血浆而形成细胞的萎缩，血浆渗透压降低时形成细胞的膨胀，这些都会直接地影响红血球的正常机能。

例如在低渗溶液下，由于大量水分进入红血球里，使红血球膨胀，红血球膜变得可允许血红蛋白通过，血红蛋白的分子大量通过细胞膜而溶于血浆中，并逐渐地导致红血球的溶解和破裂。而血红蛋白溶于血浆的现象称为“溶血”。

由此可见调节和维持血浆的渗透压相对恒定有多么重要的意义。血液渗透压的恒定是通过肝、肺、汗腺等器官的反射机制来

将多余的物质或水分排出体外，从而保证机体渗透压的正常。

2. 粘滞性：血液粘滞性主要决定于血液中红血球的数量。使血液流过毛细玻管便能测定其粘滞性，粘滞性愈大通过毛细玻管愈慢，一般以水的粘滞性作为1，健康人的血液粘滞性比水大4—5倍，当血液中红血球数相对地增多时，血液的粘滞性也增加。例如高山居民及登山运动员血液之粘滞性可达8。而有的贫血病患者，其粘滞性会低到4。

3. 血液的反应：血液的反应用氢离子浓度来表示（即酸硷度，用 P_H 值来表示）。溶液的 P_H 值等于“7”为中性，小于7为酸性，大于7为硷性，人类血液的 P_H 值为7.36，呈弱硷性反应。

血液和其他器官中氢离子浓度维持在恒定的水平，其生物学意义是很大的，当机体内在进行生理过程时，都会引起内环境浓度的变化，有时偏向于酸，有时又偏向于硷。例如在肌肉活动时，就有大量的中间代谢和最终代谢的酸性产物进入血液内，而我们知道人类血液的 P_H 值如果低于7.3 便会产生酸中毒而引起死亡，这时就有赖于一系列的生理机制来维持，主要是血液的缓冲

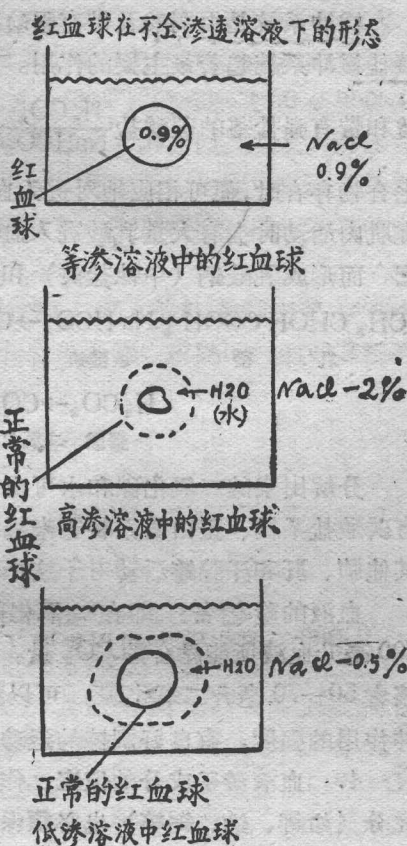
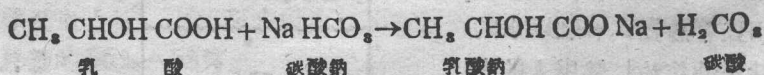


图 1

系統來保證。

緩衝系統是由弱酸及帶有強鹼基的弱酸鹽所構成，其中重碳酸鹽緩衝系統起着最主要的作用。重碳酸鹽緩衝系統是弱的碳酸和帶有強鹽基的碳酸鹽 $\frac{\text{H}_2\text{CO}_3}{\text{NaHCO}_3}$ 。血液中同時有弱酸和弱鹼的

化合物存在時，便可相應地對進入血液中的酸和鹼發生反應。例如在肌肉活動時會有大量乳酸進入血液中這時便可與碳酸鈉發生反應，而形成乳酸鈉（中性鹽類）和碳酸（弱酸）。



分解出來的二氧化碳和水可由肺臟排出體外。此外，血液中還有磷酸鹽系統、蛋白質系統等來維持血液氫游子於恒定的水平。其他肺、肝和汗腺等活動對於這個調節過程也有重要作用。

血液的鹼儲備：即在二氧化碳張力為40毫米水銀柱時每100毫升血液所能結合的 CO_2 量。在人體中，平均每100毫升血漿含50—70毫升二氧化碳。可以根據鹼儲備的量來判定血液緩衝作用的強度，有良好訓練的運動員鹼儲備可以達到100%。

4. 血液游子成分的恒定：作為有機體內環境的血液游子的成分（如鉀、鈉、鈣等）也必須保持恒定，否則也會引起紊亂。例如：血液中磷和鈣的比例改變便會發生嚴重的痙攣。鹽類游子的總濃度決定着血液的滲透壓，而滲透壓的恒定是機體細胞正常生命活動的條件之一。

（二）有形成分：

1. 紅血球：人類的紅血球是無核的細胞，形如雙凹的扁盤。紅血球的直徑平均為7.5微米，厚2.5微米。

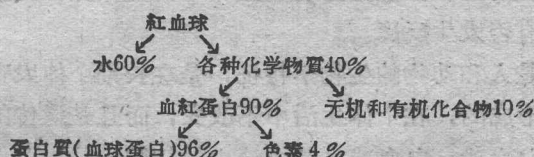
紅血球的機能是保證不斷地把氧供給組織以進行氧化過程之需要。紅血球的數目：女子每一立方毫米血液中有400—450萬個；男子有450—500萬個。有時亦會有小的變化，健康人的紅

血球一般总是保持在这个水平上。

体育活动能增加血液中的紅血球数，每立方毫米可增多 100 万到 150 万左右。根据苏联运动生理学的研究，短距离的赛跑后及游戏中可增加 100 万左右，几公里以上的赛跑及 50 公里以上的滑雪等长距离运动会增加 150 万以上。其原因是在长时间体育活动中，增强了紅骨髓之造血机能，另方面由血庫中血液大量进入血管参加循环之故。研究材料証明：有良好訓練的运动员的血液里紅血球之含量比沒有訓練的人多。

制造紅血球的器官是紅骨髓，成人的紅骨髓主要存在于胸骨、肋骨、盆骨、顱骨以及长骨的两端；成熟的紅血球是沒有核的，这样利于更好地和氧結合。

表 1 紅血球的化学成分



血紅蛋白是紅血球的主要組成部分，由一种复杂的色素蛋白所組成，这种蛋白質的成分 96% 是血球蛋白；4% 是亚鉄血紅素。血紅蛋白能随周围环境中氧分压的不同而与氧結合和释放氧。血紅蛋白在肺毛細管内与氧結合成氧合血紅蛋白 ($\text{Hb} + \text{O}_2 \rightarrow \text{HbO}_2$)。在毛細血管中释放出氧称还原血紅蛋白 ($\text{HbO}_2 \rightarrow \text{O}_2 + \text{Hb}$)。

每克血紅蛋白能結合 1.34 毫升氧，每 100 毫升血液中含有 14—16 克的血紅蛋白，血紅蛋白的含量在运动訓練过程中亦有所提高。

血液的氧容量（即每毫升血所能結合的氧量）是 18—20%（容积百分比）。血液的氧容量很明显是决定着血紅蛋白的含量的。

血型：将一人的血輸給另一人时，輸入的血液可能由于給血者血浆中的特殊蛋白質作用于受血者的紅血球而产生溶血。这种现象表现为紅血球的互相凝集。按照人类紅血球和血浆的各种性