

生理学与 临床讲座

华大慰 张荣棠 主编
奚 平 翁永泰

山东科学技术出版社

编 委 华大慰 张荣棠 奚 平 翁永泰
 邓群根 刘淑凡 周月华 林长燊
 洪立昌 徐崇立 陶荣舟
主 编 华大慰 张荣棠 奚 平 翁永泰
 (主编按姓氏笔画为序)
主 审 吕运明 方镕全
责任编辑 聂方熙

生理学与临床讲座

华大慰 张荣棠 主编
奚 平 翁永泰

*

山东科学技术出版社出版
(济南市南郊宾馆西路)

山东省新华书店发行 山东新华印刷厂潍坊厂印刷

*

787×1092 毫米 32 开本 8.625 印张 182 千字
1986 年 5 月第 1 版 1986 年 5 月第 1 次印刷

印数: 1—17,600

书号 14195·227 定价 1.60 元

前 言

浙江、山东、陕西、安徽、上海、江苏、福建等省市中等卫生学校生理学学科委员会共同认为,在提高教学质量,加强第一课堂的同时,还应通过课外阅读等多种形式,开展第二课堂的教学。为此,商定请从事生理学教学多年的副教授、讲师,集体编写了《生理学与临床讲座》这本书。

本书共分绪论、血液、循环、呼吸、消化与吸收、能量代谢与体温、肾脏的功能及神经系统等 10 个部分 60 个专题,重点讲述了生理学与临床密切相关的基本理论知识。既可作中等卫生学校在校学生第二课堂的读物;也可供在职中级医务人员自学和考试参考。

本书在浙江、山东两省卫生厅科教处的关心支持下,由山东省生理学校际学科主任华大慰、浙江省生理学校际教研组组长奚平主持组稿及编审工作。来稿除请张荣棠、翁永泰、黄沧萍副教授精心审改以外,还在浙江省 1985 年生理学校际会上,请与会的老师和六省一市校际学科代表,对本书逐篇进行了审改。最后还请山东省生理学会理事长吕运明教授、中华医学会金华市分会顾问方镕全大夫审定。另外在编审过程中,得到浙江省金华卫生学校和山东医科大学卫生学校的领导及有关同志的热情支持,特致以衷心的感谢。

编写第二课堂读物,对我们来说尚属初创,限于水平和经验,书中可能存有不足之处,恳切地盼望使用本书的师生和读者,给予批评指正。

编 者

1985.12.

目 录

一、绪论.....	1
1. 生命特征与疾病	1
2. 内环境稳态与失稳态	7
3. 生物电现象	11
二、血液.....	17
4. 血浆渗透压	17
5. 红细胞的生成、破坏与贫血.....	22
6. 血液的免疫功能	26
7. 生理性止血功能	31
8. 血量与失血	35
9. 血型与输血反应	39
三、循环.....	46
10. 心肌电生理基础.....	46
11. 心肌生理特性及其离子影响.....	51
12. 心电向量与心电图的基本原理.....	58
13. 心泵功能.....	63
14. 心脏功能的无创性评定.....	69
15. 动脉血压的形成和测量.....	74
16. 血压的相对稳定和变异.....	78
17. 正常脉和异常脉.....	83
18. 静脉血流和中心静脉压.....	86

19. 组织液的更新和水肿.....	91
20. 微循环的生理及其与临床的关系.....	94
四、呼吸.....	99
21. 肺泡表面活性物质.....	99
22. 正常呼吸与异常呼吸	103
23. 气体在血液中的运输	107
24. 乏氧和二氧化碳潴留	111
25. 肺的非呼吸功能及其临床意义	115
五、消化和吸收	121
26. 胃酸分泌与胃粘膜屏障	121
27. 肝、胆与胰的消化功能	126
28. 食欲	131
29. 呕吐	135
30. 排便、便秘与腹泻	137
六、能量代谢与体温	142
31. 食物与营养	142
32. 肝脏的功能	146
33. 能量代谢及其测定意义	151
34. 体温调节与发热	155
七、肾脏的功能	161
35. 肾的功能	161
36. 肾的泌氢作用和机体的碱储	165
37. 肾素-血管紧张素-醛固酮系统	169
38. 尿液的浓缩和稀释	173
39. 排尿与排尿异常	177
八、特殊感觉器官	182

40. 瞳孔及其调节	182
41. 房水循环与眼内压	186
42. 咽鼓管的功能	188
九、神经系统	191
43. 神经损伤与再生	191
44. 疼痛	194
45. 肌牵张反射	199
46. 脑休克与脊休克	203
47. 软瘫与硬瘫	207
48. 植物性神经功能及其意义	210
49. 语言中枢和失语症	215
50. 学习与记忆	221
51. 情绪的生理反应	226
52. 脑电图的应用	230
53. 生理与心理	234
十、内分泌与生殖	239
54. 激素的传递方式及其作用	239
55. APUD 系统与旁神经元概念	244
56. 应激反应	248
57. 月经周期的调控与月经失调	252
58. 妊娠与计划生育	257
59. 更年期生理	261
60. 长寿与衰老	264

一、绪 论

1. 生命特征与疾病

生理学是研究生命活动规律的科学。所谓生命活动是指生物体的一切功能活动，如呼吸、消化、血液循环、排泄、肌肉运动等等。由于这些功能活动，只是有生命的机体才有，故称生命活动。

生物和非生物都是由物质组成的。生物体的无机物与自然界其它无机物的化学元素并无区别；所不同的是组成生物体的有机物，包括蛋白质、核酸、糖类和脂类等。蛋白质与核酸是构成生物体的最基本物质，糖是人体的“能源”，脂肪是能源的“仓库”，是糖的后备物质。在自然界，这些物质只存在于生物体中，统称为生物分子。这些生物分子又是由简单的分子组成。如蛋白质中的氨基酸，核酸中的核苷酸，脂肪中的脂肪酸，糖类中的单糖等。它们可看作是生物分子的“构件”，其中均含有碳（C）、氢（H）、氧（O）三种元素，氨基酸与核苷酸中还含有氮（N）。因此，人们在探查其它星球时，如果发现有以上几种元素，即可证明有或者曾有生命的存在。

近代生物科学的研究证明，无论是简单的单细胞生物或复杂的人体，都是由各种元素在空间上按严格的规律和方式组成构件分子，后者再按一定的结构互相连接而形成生物分

子，生物分子再依次逐步组成亚细胞结构、细胞、组织和器官，形成机体的各种系统，最后组成一个有生命的整体。

凡物质都有一定的运动形式。生命现象虽是形形色色，多种多样，但至少有三种基本活动是所有生物共同具有的，这就是新陈代谢、应激性与生殖。

(1) 新陈代谢

生命现象作为一种特殊的、最高的物质运动形式，其根本的特点，就是与环境有物质与能量的交换，即新陈代谢。

机体不断地从外界环境中摄取营养物质，合成新的生物分子代替旧的，以重建自身的特殊结构，称为合成代谢或同化作用。与此同时，机体自身物质也不断分解，将分解产物排出体外，叫做分解代谢或异化作用。一般当物质分解时要释放能量，以供机体利用；物质合成时要吸收能量。而后者所需的能量，正是由前者供给的。因而体内物质的合成与分解，以及能量的吸收与释放，是相辅相成、不可分割地联系在一起。物质的合成与分解称为物质代谢；伴随物质代谢而产生的能量释放、转移、贮存和利用过程，称为能量代谢。因此，物质代谢与能量代谢是新陈代谢同一过程的两个方面。

在高等动物和人类，新陈代谢的过程是极其复杂的。体内各细胞、组织、器官不仅各有自身的代谢特点，而且在各自代谢的基础上，互相联系，围绕着整个机体的新陈代谢进行活动。例如，消化器官能消化食物，摄取营养，为代谢提供物质基础；呼吸器官吸收氧和排出二氧化碳，保证代谢过程中的气体交换；排泄器官排出代谢产物；循环系统推动血液流动以沟通内外环境，输送营养物质、氧与二氧化碳及其它代谢产物。可见，机体只有在与环境进行物质与能量交换

的基础上才能实现自我更新。这是生命的基本因素。机体的生长、发育、生殖、遗传、变异、进化以及按一定程序进行的骨骼肌运动等一切生命现象，无不以新陈代谢为基础。因此，新陈代谢一旦停止，生命也就结束。

在生命的不同阶段，新陈代谢有不同的特点。胎儿期与儿童成长期，合成代谢大于分解代谢，因此构成蛋白质等的生物大分子大量合成组织蛋白质，使代谢呈正氮平衡，从而身体逐渐生长、发育以至成熟，精力逐渐旺盛。至成年人，合成代谢与分解代谢处于相对平衡状态、故身长、体重相对稳定、精力充沛。老年人则分解代谢大于合成代谢，蛋白质代谢呈负氮平衡，因而体重减轻，精力衰退。

营养物质在组织细胞内的转变过程，称为中间代谢。这是一系列复杂而有规律的生物化学过程。各种营养物质的中间代谢不仅自身变化十分复杂，而且彼此之间密切联系、互相影响。例如，糖的氧化正常时，脂肪酸的氧化才正常，酮体氧化也畅通；如果糖缺乏或糖的氧化发生障碍，便可使脂肪酸的氧化增多，以致造成酮体堆积。又如，物质代谢过程都是酶促反应，而酶的本质是蛋白质，并需多种含维生素的辅酶参与。因此，如果蛋白质的代谢异常或缺乏某些维生素，就会影响物质代谢。

机体新陈代谢的正常进行，有赖于神经与体液的调节。神经系统通过植物性神经及内分泌系统的活动，影响各组织器官的功能而调节物质代谢。因此，神经体液系统调节失常或内脏系统功能障碍，均可造成代谢紊乱而产生疾病。

(2) 应激性

各种生物都生活在一定的环境中。一切活组织和机体都

具有对环境变化发生反应的特性，称为应激性。而引起生物体出现反应的各种环境变化，称为刺激。

低等动物如水螅等，常常是受刺激的部分细胞发生反应，但反应的形式比较简单。在高等动物，体内已分化出一些专门感受刺激的感受器，并出现了主要由神经组织构成的调节系统，以及由腺体、肌肉等构成的效应器。因此，对环境的反应就比较复杂，经常是机体各部分协调配合的整体性反应。其中的神经（包括感受器）、肌肉和腺体等组织，即使从机体分离出来，用人为的刺激也能迅速引起反应，习惯上将它们称为可兴奋组织。在生理学中，常把这些受到刺激而发生反应的表现称为兴奋，而把这种受刺激后产生兴奋的能力称为兴奋性。因此，兴奋性比应激性的概念要狭窄些；而对于可兴奋组织来说，应激性就是兴奋性。

可兴奋细胞对刺激的反应有两种形式：兴奋与抑制。细胞由相对静止变为活动，或由弱活动变为强活动，称为兴奋；反之，细胞由活动转为相对静止，或由强活动变为弱活动，则称之为抑制。从生物电来看，凡使细胞膜去极化而产生动作电位者，即为兴奋；而使细胞膜超极化者，则表现为抑制。刺激引起细胞兴奋还是抑制，取决于刺激的质和量以及组织当时的功能状态。

来自内外环境的刺激种类很多，有物理的（如机械、温度、电、光、声和放射线等）、化学的（如酸、碱、离子、药物等）和生物的（如细菌毒素、抗体等）。它们发挥作用必须具备三个条件（或称刺激参数），即强度、时间和强度变率。强度变率是指在单位时间内（如每秒）强度增减的量，也即强度的变化速度（ dv/dt ）。

如果刺激的时间足够，则把能使组织发生兴奋反应的最小刺激强度，称为阈强度，阈强度的刺激称为阈刺激。兴奋性与阈刺激呈反变关系，故可用阈刺激反映兴奋性的高低。阈下刺激固然不能引起反应，但刺激过强，组织的反应也将减弱，甚至消失。这是由于过强的刺激可影响组织的机能状态。如创伤性休克，就是因为疼痛性刺激过强，使中枢神经系统由兴奋转入抑制的结果。如果刺激的强度足够，而持续的时间太短，也不能引起组织的兴奋。如高频电热疗法，虽然电压很高，但因其电流脉冲在 100,000 赫以上，电流通过组织时只能产生热，却不能引起神经和肌肉的兴奋反应。如果刺激长时间持续地作用于组织，又可使组织代谢水平与应激能力发生改变而不再出现反应。这是一种适应现象。因此，刺激作为引起组织反应的一种动因，必须有变化。刺激由弱变强，或由强变弱，均可引起组织兴奋。而且强度变率越大，刺激作用越强。所以生理学研究与临床诊断或治疗中，多采用方波电脉冲，即在通电瞬间电流强度迅即上升至预定值，在断电瞬间迅即下降至零，其电流强度的记录曲线呈一矩形。在护理技术中的“无痛”注射，要求两快一慢，即进针和拔针快，推药慢。两快是为了缩短刺激时间；一慢是为了延缓强度变化速度。而针刺治疗中，常采用捻转、提插毫针的操作手法，目的是为了增强强度变率以加强刺激效果。

在所有刺激中，电刺激的参数容易控制，且可重复使用而不损伤组织，并具有兴奋本身的电性质，故在生理学实验和医疗实践中常用电刺激。

兴奋性是以新陈代谢为基础的。一般说来，代谢高时，兴奋性也高，代谢低时，兴奋性也低。因此，凡影响代谢活

动的生理或病理因素均可影响兴奋性。这对细胞、组织、器官或整体都是如此。在离体组织，如果环境条件改变使其机能状态降低时，原来可以引起兴奋的刺激，反而引起抑制。在整体情况下，人体对环境变化的反应，主要是通过中枢神经系统以反射的方式进行的。人体还可通过意识活动与外界主动取得联系，并以适当的行动来应答环境的各种变化。所以，当某些疾病发生意识障碍时，患者对环境刺激的反应能力降低或消失。可见，机体所以能在千变万化的环境中保持自身的相对稳定，主要是各个器官系统在兴奋性的基础上，依赖于各式各样的反馈信息进行调节控制而取得的。

(3) 生殖

一切生物体的寿命都是有限的，必然要衰老、死亡。但生物体生长发育到一定阶段后，能产生与自己相似的子代个体，这就是生殖。生殖是一种自我复制的过程。它是在生物个体新陈代谢的基础上所进行的种系代谢。在生殖过程中，亲代的遗传信息通过生殖细胞的脱氧核糖核酸（DNA）带给予子代，使子代细胞中各种生物分子，包括各种酶系，均与亲代细胞相同。因此子代具有与亲代相同的结构、功能及代谢特点。如果生物个体新陈代谢异常，不仅直接影响生殖功能，而且可通过生殖过程影响子代。例如父母体内若携带有遗传性代谢病基因，他们的子孙就会有遗传性代谢病。

综上所述，可见新陈代谢、应激性与生殖是一切生物体共有的生命特征。生物体在不断地与环境进行物质交换及能量交换的条件下，才能维持生命，并完成生长、发育与生殖；在兴奋性的基础上，才能接收、处理各种信息和进行反馈调

节，以保持“自稳态”。因此，从本质上讲，生命的基础就是物质、能量与信息三方面有组织、有秩序的综合活动。

(徐崇立 张荣棠)

2. 内环境稳态与失稳态

生命最初出现在海洋之中，为单细胞和简单的多细胞动物，如变形虫、海绵等。它们的机体和赖以生存的海水直接进行物质交换。到了比较复杂的多细胞动物，有一部分细胞已不能与浸浴着整个机体的海水直接接触。这时，机体开始出现了细胞外液，细胞直接生活在细胞外液之中。与外环境(如海水)相对说来，细胞外液便是机体的内环境，它是机体与外环境进行物质交换的媒介。

从进化的角度来看，最初的细胞外液可能就是包绕在机体内部的一部分海水所形成的一种盐溶液，其基本成分与远古的海水相似。以后，动物不断进化，如环节动物蚯蚓出现了封闭式的血管和溶解状态的血红蛋白；甲壳类和软体动物血中有血蓝蛋白；到了脊椎动物，开始出现红细胞。当动物出现了循环系统以后，细胞外液便进一步分化成为血管外的组织液和血管内的血浆。组织液仍然主要是盐溶液，它浸浴着机体绝大部分细胞。血浆则溶入了多种蛋白质，并逐步出现各种血细胞，形成血液。所以组织液和血浆都是细胞外液，它们共同组成机体的内环境。

机体内环境，尤其是高等动物机体内环境的各种化学成分，如 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 HCO_3^- 、 HPO_4^{2-} 、血糖、血脂、血氨、血浆蛋白、 O_2 与 CO_2 含量等，以及理化性质，

如温度、酸碱度、渗透压、血压等等，正常情况下都仅仅在一个狭小范围内变动。如果内环境理化性质发生较大变动，如在高热、酸中毒、缺氧等情况下，机体细胞活动就会发生严重紊乱。在动物实验离体器官灌流时，灌流液的化学成分、含氧量、pH 值、温度、渗透压等，必须与该动物的血浆十分接近，离体器官才能在一定时间内保持接近正常的功能活动。

早在 18 世纪 70 年代，英国青年医学博士布拉格登 (C. Blagden) 等通过自身试验证明体温的恒定性。100 多年后，伯尔纳 (Claude Bernard) 正式提出“内环境”及其稳定的理论。他认为“机体处于相对独立的内环境的防护之中”，“内环境的稳定是机体自由和独立生命的首要条件”。到了本世纪 20 年代，美国著名生理学家坎农 (W.B.Cannon) 把机体内环境理化性质的稳定称为“稳态”(homeostasis, 意即“相似状态”，也译作“自稳态”、“体内平衡”等)。他认为，内环境理化性质的稳定不是一种静止的凝固的状态，而是各种物质在不停的变化中所达到的动态平衡。他指出，稳态这一概念包含着变动的绝对性和调节的必要性。因为机体在生命活动过程中，不断产生许多干扰内环境理化性质的因素，如细胞与细胞外液的物质交换，经常改变着内环境的理化性质；外环境的各种变化也直接或间接通过机体活动的改变而影响内环境。这就存在着对内环境稳态进行调节的必要性。实际上，内环境稳态的维持就是机体各个功能系统的各种自我调节机制发挥作用的结果。

在维持内环境稳态方面，血液具有重要作用。血液在组织液与内脏器官之间运输各种物质，影响内脏活动来维持内

环境的稳定；血液内的缓冲物质可以减轻内环境 pH 的变化；血液中水的比热大，可以调节内环境的温度。同时，内环境理化性质的变化，可以引起血液发生相应的变化；而血液的这些变化又可刺激血管壁上的有关感受器（如颈动脉体化学感受器）或中枢神经系统内的感受器（如渗透压感受器、温度感受细胞及特殊化学敏感细胞等），为内环境稳态的调节提供反馈信息。

然而，尽管血液在维持内环境稳态方面有以上多方面的作用，但是所有这些措施毕竟是暂时的、有限的。内环境稳态的维持最终决定于各内脏系统的活动。例如，消化系统不断补充营养物质；呼吸系统不断补充氧和排出二氧化碳；排泄系统不断排出各种代谢产物、调整水与各种无机盐的排泄量；皮肤不断散发代谢所产生的热量，等等。应当指出，所有这些器官的活动，都是在中枢神经系统的统一调节之下，通过神经与体液的作用而实现的整体性活动，也即生理学中的所谓“整合”。通过整合使内环境理化性质波动的幅度被限制在狭小的范围内，保持其动态平衡。例如机体缺水时，血浆容量减少，渗透压升高，通过神经系统的作用，一方面引起口渴而饮水，以补充血浆水分，降低渗透压；同时引起抗利尿激素的分泌，减少尿量，使血浆渗透压回降。

从以上所述，不难看出，机体各种各样的生命机制都是为了保持内环境中细胞生活条件的稳定。而且，这种稳定随着机体的进化而不断加强和日臻完美。

内环境稳态的调节机构是怎样进行工作的呢？用当代“控制论”观点来看，机体的各种功能调节都是“自动控制”系统。自动控制系统主要是通过“反馈”机制进行工作的。

本世纪 40 年代，控制论的奠基人维纳 (N. Wiener) 等在《行为、目的和目的论》一文中指出：“一切有目的行为都可以看作需要负反馈的行为”。内环境稳态的维持就是一种“有目的行为”，这个“目的”就是内环境的各种成分及理化性质的生理常值。例如，正常血糖水平为 100 毫克/100 毫升左右，在维持其相对稳定的机制中就有负反馈的作用。胰岛 β 细胞作为血糖的控制者，通过控制信息——胰岛素使血糖水平降低；血糖水平降低至一定程度，其本身又作为反馈信息反作用于胰岛 β 细胞，使其分泌减少，从而使血糖不致过低，稳定在正常值范围内。

控制论认为，高等动物保持健康生命的条件是十分严格的。例如，正常体温的波动一般不超过 1°C ，否则就是疾病的征候。因此，机体必须有类似恒温器、氢离子浓度自动控制器、调速器等等“构件”所构成的各种自动控制系统，即自稳态机构，它们都是以“反馈”为主要特征而进行有目的活动。

然而，机体对内环境稳态的调节能力总是有一定限度的。当内外环境的变化过于剧烈而超过机体的调节能力时，就可致整合过程失调，内脏系统活动发生紊乱，使新陈代谢失去平衡，内环境发生大幅度变动，以致稳态不能维持，这种现象称为失稳态。失稳态就是病理状态，严重时可危及生命。例如，发热是许多疾病的重要症状之一。发热是由于细菌毒素或其他致热物质作用于下丘脑热敏神经元，使其对温度的敏感性降低而温度的感受阈值（调定点）提高，使体温超过正常水平，处于失稳态。体温升高可影响中枢神经和内脏系统的活动，使失稳态进一步发展。因此，对发热病人必

须采取排除致热原、降温和恢复稳态的综合措施。再如糖尿病，是由于某些原因致胰岛素分泌功能障碍，使糖代谢失调，而造成血糖浓度持续过高的失稳态。而甲状腺机能亢进的临床症状，就是由于血液中甲状腺素浓度过高所造成的失稳态的表现。可见，临床工作的主要任务就是防止与克服内环境的失稳态。

综观上述，“内环境稳态”作为生理学与医学的一个重要科学概念，其意义是十分显然的。它不仅是我们掌握机体功能活动的关键，而且是了解病理变化的依据和观察治疗效果的指标。疾病的预防与治疗实质上就是稳态的维持和恢复。在我们制定各项医疗和护理方案时，都应以此为出发点。

随着稳态机制即反馈机制被揭示，“稳态”一词的应用范围在日益扩大。当前蓬勃发展的生物遗传工程学和生物反馈治疗学等，都是以反馈理论为基础的。现在，稳态概念已经进入整个生物界各级水平，成为现代生命科学中的一个重要的基本理论。

（徐崇立）

3. 生物电现象

人体的生命活动多种多样，有的是动物所特有的，有的是植物也具有。动物所特有的感觉、运动等功能，称为动物性功能；而消化、呼吸、循环、排泄、生殖等动植物都具有的功能称为植物性功能。任何功能均以细胞活动为基础。各种细胞活动的表现虽有所不同，但都具有共同的特征——生物电现象。