

# 生 理 学 大 纲

(第五次修订)

吴 襄 编著

高等教育出版社

# 生 理 学 大 纲

(第五次修订)

吴 襄 编著

高等教育出版社

## 内 容 提 要

本书于1947年初版。经过1950、1952、1954及1957年四次修订，第五次修订对全书进行全篇全书除章节次序重作安排外，主要是对内容进行尽可能的更新，凡近二十余年来重大的生理学新说尽量反映，特别是对医疗实践上有重要意义者，作较详细的介绍。为了不使本书的篇幅扩大，各章内容减有增，而将重点放在内脏各器官系统上。

本书在1957年前曾为全国高等医学院校及其它高等院校用作教材。这次修订本仍保持原书便于自学的特色，力求文字流畅，深入浅出，重点突出，逻辑性较强。插图增加为三百多幅，绝大多数是新绘的。因此，这次修订本仍可作为高等院校的教材或参考用书；对于自学者也是一本良好读物。

## 生 理 学 大 纲

(第五次修订)

吴 襄 编著

\*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

商务印书馆上海印刷厂印装

开本 787×1092 1/16 印张 28.5 字数 647,000

1987年5月第5版 1987年5月第1次印刷

印数 0001-4350

书号 13010·01336 定价 4.90 元

## 谨以这次修订本献给我的老师

### 蔡 翹教授

他是我国第一位用祖国文字编著高等学校生理学教材的作者。他著名的《生理学》(后几经重写扩大, 改称《人类生理学》)首次出版于1929年。他为中国生理学和中国人民解放军军事医学科学的发展贡献了毕生精力。他已届九十高龄, 还在继续为祖国培养年轻的生理学工作者, 堪称一代师表。他在四十年前曾对拙著《生理学大纲》初稿审阅全文并作序, 使我永不忘怀。

## 第五次修订本前言

本书初版的文稿是在1945年抗日战争胜利时完成的。而在四十年之后的今天,仍能完成第五次修订的任务,是自己所料想不到的,但却是内心的宿愿。这一宿愿之能够实现,其主要动力是来自党的十一届三中全会和党中央一系列深得人心的方针政策,特别是发扬社会主义民主和法制,从而保证了全国范围的安定团结。面对这一大好形势,自己作为一名老年的生理学工作者和教师,更应在力所能及的范围内,为建设具有中国特色的社会主义大厦添砖加瓦,以求无负于时代的要求。其次,国内各地同道的热忱鼓励和高等教育出版社的支持,也给自己以克服困难的勇气。

这次修订,事实上是全部重写。除各章次序重作安排外,主要是对内容进行尽可能的更新。为了便于读者自学,仍保持原书的写作风格,力求文字流畅,深入浅出。在不过多增加原书总字数的前提下。对各章篇幅作了较大的调整,而将重点放在内脏各器官系统上。如绪论章削减较多,神经肌肉章也进行了精简。血液章着重讨论血细胞生理,而将血浆的化学组成和理化特性并到肾脏生理章。循环分两章,对心脏生理和各器官的循环特征叙述较详。呼吸章中有关酸碱度的调节也并到肾脏生理章。这样,原来的排泄章便扩大成为肾脏生理与体液平衡。这一尝试在国内还是首次,与国外同类书籍的写法也不尽相同。消化章和中枢神经系统的两章,都是按机能而不是按解剖部位来叙述。关于细胞膜的物质转运及其机制,则结合小肠吸收和肾小管机能来写,避免在全书开始就介绍,使初读者有抽象之感。凡此种种变动,是否合适,尚待国内同道和广大读者指教。

本书这次修订是1983年秋调回大连医学院后开始的。首先得到我院领导大力支持,又承本教研室诸同志热忱地按各人的专长分别提供近年来新进展的材料。梅懋华同志提供完整的消化章材料,孙云寿同志提供神经、肌肉和中枢神经系统的部分素材,冯镇沅同志提供体温调节的新知识,林茂樟同志提供肾脏生理的部分材料,林坤伟同志为本书写出胰岛、垂体的内分泌和前列腺素的完整材料,黄龙同志对心脏生理写出丰富的材料。张长城和李希成二同志虽已调到重庆第三军医大学工作,还是寄来有关肾脏生理和输尿管生理的新资料。所有这些对本书重写都是非常有价值的。上列已回大连医学院的老同志还分别校阅了重写的有关章节,其中冯镇沅同志曾细致地校阅了本书其它六章。本教研室正值中年的张万琴同志认真地校阅了本书大部分章节。此外,我院解剖教研室唐竹吾同志、组胚教研室袁保和同志、生物化学教研室崔肇春同志及内科心血管组林治湖同志,也应邀参加某些章节的校阅。所有为这次修订稿校阅的同志们,都本着为人民负责的精神,提出许多很宝贵的意见,使本书的质量得到有力的保证。特此向他们表示诚挚的感谢。但由于自己的业务水平的限制,本书不可避免地还会存在着不少缺点、甚至错误,这完全由我个人负责。

本书插图的增加是这次修订本篇幅略有扩大的主要原因,但这对读者理解文字内容会有

帮助。原书第四次修订本(1957年)的插图共200幅,这次增加为320幅,其中仅有79幅原书的,新增加了241幅。在新增加的图中,有一小部分(44幅)是自己在六十年代初和七十年代中参加编写或主编全国性生理学教材或参考书(见本书末所附的主要参考书目中作有“※”号者)时所采用过的。全部插图都重新绘制。对于承担此次绘图的我院教材科彭炳元、李清岩和彭奇三位同志的辛勤劳动,在此表示衷心的感谢。

吴 襄

大连医学院生理教研室

1985年国庆节

# 目 录

|                       |    |                        |     |
|-----------------------|----|------------------------|-----|
| 第一章 绪 论.....          | 1  | 第三节 血小板和血液凝固 .....     | 47  |
| 第一节 生理学概观.....        | 1  | 一、血小板的功能.....          | 47  |
| 一、生理学的范围.....         | 1  | 二、血液凝固.....            | 49  |
| 二、生理学的方法.....         | 2  | 三、纤维蛋白溶解.....          | 53  |
| 三、生理学的应用.....         | 2  | 第四节 血量、输血与血型 .....     | 54  |
| 第二节 生命活动的基本特征.....    | 3  | 一、血量和输血.....           | 54  |
| 一、新陈代谢 .....          | 3  | 二、血型.....              | 56  |
| 二、兴奋性.....            | 3  | 第四章 循环(上).....         | 60  |
| 三、适应性 .....           | 5  | 第一节 心肌特性及其电位变化 .....   | 61  |
| 第三节 机体机能的调节 .....     | 5  | 一、自动节律性与心肌细胞的电活动 ..... | 62  |
| 一、神经调节.....           | 5  | 二、心肌的传导性和传导速度 .....    | 65  |
| 二、体液调节及其与神经调节的关系..... | 8  | 三、心肌的兴奋性和不应期.....      | 66  |
| 三、调节机制中的负反馈作用.....    | 8  | 四、心肌收缩的特征.....         | 67  |
| 第二章 神经和肌肉.....        | 10 | 第二节 心动周期和心输出量 .....    | 70  |
| 第一节 神经的性征和生物电现象 ..... | 10 | 一、心动周期和心搏频率 .....      | 70  |
| 一、神经的兴奋性和传导性及其测定..... | 10 | 二、心瓣动作和心音图.....        | 72  |
| 二、神经的生物电现象.....       | 13 | 三、心房、心室内压和容积变化 .....   | 75  |
| 三、神经兴奋传导的特征 .....     | 19 | 四、正常心电图的基本特征 .....     | 77  |
| 四、神经纤维的分类.....        | 21 | 五、心输出量和心脏做功.....       | 81  |
| 第二节 肌肉的收缩.....        | 22 | 第三节 血管系统中血流的特征 .....   | 86  |
| 一、骨骼肌的兴奋性和收缩过程.....   | 22 | 一、动脉血压及其正常变动.....      | 86  |
| 二、骨骼肌收缩的特征.....       | 26 | 二、决定动脉压的因素.....        | 90  |
| 三、运动单位和肌电图.....       | 28 | 三、动脉搏、脉搏压和脉搏波.....     | 93  |
| 四、神经肌肉接头的兴奋传递.....    | 29 | 四、血流速度和器官血流量.....      | 95  |
| 五、肌肉收缩的机械功.....       | 31 | 五、毛细血管的血流和淋巴循环.....    | 98  |
| 第三章 血液.....           | 34 | 六、静脉血流的特征 .....        | 101 |
| 第一节 红细胞生理.....        | 34 | 第五章 循环(下) .....        | 104 |
| 一、红细胞的形态、数量和功能.....   | 34 | 第四节 心血管活动的调节 .....     | 104 |
| 二、红细胞的特性.....         | 37 | 一、支配心脏和血管的传出神经 .....   | 105 |
| 三、红细胞的生成和破坏.....      | 38 | 二、调节心血管活动的中枢部位 .....   | 108 |
| 第二节 白细胞生理 .....       | 43 | 三、心血管活动的反射性调节 .....    | 111 |
| 一、白细胞的形态和计数.....      | 43 | 四、体液因素对心血管活动的作用 .....  | 114 |
| 二、粒细胞的功能及其生命史.....    | 45 | 第五节 体循环各器官的循环特征 .....  | 115 |
| 三、单核细胞和淋巴细胞的功能.....   | 46 | 一、冠状循环.....            | 116 |

|                            |     |                            |     |
|----------------------------|-----|----------------------------|-----|
| 二、脑血液循环和脑脊液循环 .....        | 118 | 渗透浓度中的作用 .....             | 198 |
| 三、内脏血液循环 .....             | 122 | 一、水平衡和细胞外液渗透浓度的调节          | 198 |
| 四、皮肤血液循环 .....             | 125 | 二、钠平衡和细胞外液容积的调节 .....      | 203 |
| 五、骨骼肌血流及运动时的循环变化 .....     | 126 | 三、细胞外液的容积和渗透浓度的关系          | 207 |
| 第六节 肺循环的特征 .....           | 130 | 第四节 体液的酸碱平衡及肾脏在其           |     |
| <b>第六章 呼吸</b> .....        | 133 | 中的调节作用 .....               | 207 |
| 第一节 呼吸道的功能 .....           | 133 | 一、血液的缓冲系统及其作用 .....        | 208 |
| 一、呼吸道的口径变化及其调节 .....       | 134 | 二、呼吸对酸碱平衡的调节 .....         | 210 |
| 二、呼吸道的保温和防御功能 .....        | 135 | 三、肾脏对酸碱平衡的调节 .....         | 211 |
| 第二节 肺通气的机制 .....           | 136 | 第五节 输尿管和膀胱的排尿功能 .....      | 215 |
| 一、呼吸运动 .....               | 136 | 一、输尿管的功能 .....             | 215 |
| 二、肺内压和胸内压的变化 .....         | 138 | 二、膀胱的排尿动作 .....            | 215 |
| 三、肺的容积和通气量的变化 .....        | 142 | <b>第八章 消化和呼吸</b> .....     | 218 |
| 四、肺通气的阻力和呼吸功 .....         | 144 | 第一节 消化液的分泌 .....           | 219 |
| 第三节 呼吸气体的交换 .....          | 146 | 一、唾液 .....                 | 219 |
| 一、呼吸气和血液中气体 .....          | 146 | 二、胃液 .....                 | 221 |
| 二、气体在肺和在组织的交换 .....        | 147 | 三、胰液 .....                 | 227 |
| 三、肺血流量和肺泡通气量的配合 .....      | 150 | 四、小肠液及胃肠激素 .....           | 229 |
| 第四节 气体在血液中的运输 .....        | 150 | 五、胆汁的分泌和排放 .....           | 232 |
| 一、氧和二氧化碳在血液中的溶解度 .....     | 151 | 第二节 消化管的运动 .....           | 236 |
| 二、氧的运输 .....               | 152 | 一、消化管平滑肌的特征及其生物电           |     |
| 三、二氧化碳的运输 .....            | 155 | 活动 .....                   | 236 |
| 第五节 呼吸的调节 .....            | 158 | 二、咀嚼、吞咽和食管运动 .....         | 237 |
| 一、各级呼吸中枢及其相互关系 .....       | 158 | 三、胃的运动 .....               | 239 |
| 二、呼吸的反射性调节 .....           | 163 | 四、小肠的运动 .....              | 242 |
| 第六节 特殊情况下的呼吸及肺的非           |     | 五、大肠的运动和排便动作 .....         | 244 |
| 呼吸功能 .....                 | 167 | 第三节 食物的消化和养分的吸收 .....      | 245 |
| 一、特殊情况下的呼吸活动 .....         | 167 | 一、食物的消化 .....              | 246 |
| 二、肺和肺循环的非呼吸功能 .....        | 172 | 二、吸收的途径和机制 .....           | 248 |
| <b>第七章 肾脏生理与体液平衡</b> ..... | 175 | 三、各种养分的吸收过程 .....          | 251 |
| 第一节 肾功能和内环境恒定 .....        | 175 | 四、粪便的形成 .....              | 254 |
| 一、肾脏结构的特点 .....            | 175 | <b>第九章 能量代谢和体温调节</b> ..... | 255 |
| 二、细胞外液和尿的关系 .....          | 179 | 第一节 能量代谢 .....             | 255 |
| 三、肾泌尿功能与内环境恒定 .....        | 182 | 一、食物的热价及能量代谢测量法 .....      | 255 |
| 第二节 尿生成过程 .....            | 183 | 二、影响能量代谢的基本因素 .....        | 258 |
| 一、肾小球的滤过作用 .....           | 183 | 三、基础代谢 .....               | 259 |
| 二、肾小管的重吸收作用和分泌作用 .....     | 188 | 四、肌肉活动时的能量代谢 .....         | 262 |
| 三、尿的浓缩和稀释 .....            | 194 | 五、能量代谢与营养供给标准 .....        | 265 |
| 第三节 肾脏在调节细胞外液容积和           |     | 第二节 体温及其调节 .....           | 267 |

|            |     |
|------------|-----|
| 一、体温及其正常变动 | 267 |
| 二、体温的调节    | 269 |
| 三、关于体温的调节  | 272 |
| 四、体温的异常变化  | 274 |

## 第十章 内分泌腺 277

### 第一节 甲状腺 277

|               |     |
|---------------|-----|
| 一、甲状腺激素的合成和分泌 | 278 |
| 二、甲状腺激素的生理作用  | 279 |
| 三、甲状腺机能的调节    | 281 |
| 四、人类甲状腺机能的异常  | 282 |

### 第二节 甲状旁腺素、降钙素和维生素 D 283

|                |     |
|----------------|-----|
| 一、钙、磷的代谢       | 283 |
| 二、甲状旁腺素        | 284 |
| 三、降钙素          | 286 |
| 四、维生素 D 及其代谢产物 | 287 |

### 第三节 肾上腺 288

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 一、肾上腺髓质             | 289 |
| (一)肾上腺髓质的激素         | 289 |
| (二)肾上腺素和去甲肾上腺素的生理作用 | 290 |
| (三)肾上腺髓质激素分泌的调节     | 291 |

### 二、肾上腺皮质 291

|                      |     |
|----------------------|-----|
| (一)肾上腺皮质的激素          | 291 |
| (二)糖皮质激素的生理作用        | 292 |
| (三)糖皮质激素分泌的调节        | 293 |
| (四)盐皮质激素的生理作用及其分泌的调节 | 295 |
| (五)肾上腺皮质激素分泌的异常      | 295 |

### 第四节 胰岛 296

#### 一、胰岛素 297

|                  |     |
|------------------|-----|
| (一)胰岛素的化学组成和生物合成 | 297 |
| (二)胰岛素的生理作用      | 298 |
| (三)胰岛素分泌的调节      | 300 |

#### 二、胰高血糖素 302

|               |     |
|---------------|-----|
| (一)胰高血糖素的生理作用 | 302 |
| (二)胰高血糖素分泌的调节 | 302 |

#### 三、胰岛的其它激素 303

|         |     |
|---------|-----|
| (一)生长抑素 | 303 |
| (二)胰多肽  | 303 |

### 第五节 垂体 303

### 一、垂体前叶的机能 305

### 二、下丘脑对垂体前叶分泌活动的调节 307

### 三、垂体后叶的机能 309

### 四、垂体后叶活动的调节 310

### 第六节 前列腺素 311

## 第十一章 生殖 314

### 第一节 男性生殖系统 314

#### 一、睾丸的生精机能 314

#### 二、睾丸的内分泌机能 316

#### 三、睾丸机能的调节 317

#### 四、男性附属生殖器的机能 318

### 第二节 女性生殖系统 319

#### 一、卵巢内卵泡和卵子的生长发育 320

#### 二、卵巢的内分泌机能 321

#### 三、卵巢机能的调节 322

#### 四、月经周期及其激素基础 323

### 第三节 生殖的过程 326

#### 一、受精 326

#### 二、妊娠 327

#### 三、分娩 329

#### 四、授乳 330

## 第十二章 中枢神经系统(上) 333

### 第一节 概述 333

### 第二节 反射活动与突触传递 336

#### 一、反射和反射弧 336

#### 二、中枢突触传递的机制 338

#### 三、反射活动的特征及其协调 342

#### 五、反射的分类 345

### 第三节 中枢神经系统对躯体运动的调节 346

#### 一、脊髓在躯体运动调节中的作用 346

#### 二、脑干在躯体运动调节中的作用 350

#### 三、基底神经节与小脑在调节躯体运动中的作用 357

#### 四、大脑皮层对躯体运动的控制 361

## 第十二章 中枢神经系统(下) 366

### 第四节 中枢神经系统对内脏活动的调节 366

#### 一、支配内脏器官的传出神经系统:植物性神经系统 366

|                     |     |                   |     |
|---------------------|-----|-------------------|-----|
| 二、脊髓和脑干在调节内脏活动中的作用  | 373 | 第二节 视觉器官          | 401 |
| 三、下丘脑的机能            | 374 | 一、眼球结构要点          | 404 |
| 四、大脑皮层对内脏活动的调节      | 376 | 二、眼的光学系统          | 405 |
| 第五节 中枢神经系统的感觉机能     | 377 | 三、视网膜的机能          | 411 |
| 一、脊髓的感觉机能           | 378 | 四、双眼视觉            | 418 |
| 二、脑干的感觉机能           | 380 | 五、视觉的神经传导和视觉中枢的机能 | 421 |
| 三、丘脑的感觉机能           | 381 | 第三节 听觉器官          | 424 |
| 四、大脑皮层的感觉机能和联络作用    | 383 | 一、声音的物理特性和声音感觉    | 425 |
| 第六节 大脑的电活动和高级神经活动学说 | 386 | 二、外耳和中耳的机能        | 424 |
| 一、脑电图与脑的诱发电位        | 387 | 三、耳蜗的机能           | 425 |
| 二、高级神经活动学说          | 390 | 四、听觉的神经传导和听觉中枢的机能 | 429 |
| <b>第十四章 感觉器官</b>    | 400 | 第四节 其他感觉器官        | 431 |
| 第一节 概述              | 400 | 一、皮肤感觉            | 431 |
| 一、感受器的基本生理特征        | 400 | 二、嗅觉和味觉           | 434 |
| 二、感觉的一般特征及其生理基础     | 403 | 三、内部感觉            | 437 |
|                     |     | <b>主要参考书目</b>     | 440 |

# 第一章 绪 论

## 第一节 生理学概观

本节将分别讨论生理学的研究范围、研究方法和研究成果的应用。

### 一、生理学的范围

生理学(physiology)是生物科学的一个分支,是研究生物机体的正常生命活动规律的。具体地说,凡食物的消化和吸收、气体的吸入和呼出、血液的循环、代谢产物的排出都是生理学所要研究的内容。

从近代科学发展史来看,生理学最初是以人类机体的正常生命活动为研究对象,而且与医学的实践密切联系着的。后来,随着科学的发展和社会生产实践的需要,生理学的研究对象除人体外,还有各种动物机体和植物机体,于是生理学也就相应地分为人体生理学、动物生理学和植物生理学。当通称生理学时,一般都是指人体生理学。

从生物进化史来看,人类是由高等动物发展而来的,属于脊椎动物的哺乳类。人类的生命活动,在许多基本方面,同一般脊椎动物,特别是哺乳类具有共同的特征。科学实践表明,研究动物,特别是哺乳类的生命活动规律,对于认识人类生命活动规律是有重要参考价值的。因此本书在内容上经常需要引用各种动物的实验资料作为例证,其理由就在于此。当然,人体生命活动还有许多是人类所特有的,对于这许多为人类所特有的生命活动的认识,只能从以人为对象的研究中获得。事实上,就是对许多人类与动物所共有的生命活动规律,也决不能从动物的研究,还必须在人体上再进行观察验证方能成立。

机体所表现的生命活动,在健康时和患病时是有显著差别的。对患病机体所表现的某些生命现象的研究,属于另一门姊妹科学病理生理学(pathological physiology)的任务。但正常的和异常的生命活动之间,既有区别又有联系,在一定条件下,两者可以相互转化。为了更好地认识正常的生命活动规律,常有必要从异常的角度来反证。所以本书在内容叙述时提到异常的现象作为对比。

机体的正常生命活动,首先在于机体本身是以完整的统一体而存在的。这具体表现在机体各部分活动之间保持密切联系,机体内部情况保持在相对恒定或稳定的状态;同时,机体与环境之间也保持着密切的相互关系。周围环境的变化不断地影响于机体,而机体则不变其生命活动来作出反应,使得机体的生命活动能够很好地适应于周围环境的变化。因生理学的研究应从整体观点出发,既要阐明机体各部分活动,即各器官、系统的机能(以及各部分活动之间的相互关系,又要阐明机体在与环境相互作用时,各器官系统活动规律。

不仅如此，机体各器官、系统的机能，在很大程度上决定于其结构单位——组织和细胞的生理特性和物理特性。而这些特性，归根到底，又决定于其化学组成和物理、化学的变化。因此，生理学还要深入阐明这些特性和理化变化的规律。今天，生理学的研究，已经从组织、细胞的水平发展到探索亚细胞和细胞内部各种物质分子的活动规律的分子水平，这就是分子生理学的任务。这样，生理学的研究就可大致分为几个层次或几个水平：整体及各器官、系统的生理，组织和细胞的生理，以及亚细胞和分子的生理。本书内容主要以整体及器官、系统的生理为主，兼论某些组织和细胞的生理，至于亚细胞和分子生理学，只在个别处提及。

## 二、生理学的方法

生理学的研究方法同生物学其它分支学科一样，随着本门学科和有关学科的发展，期对生命现象的表面描述而逐步深入到对生命过程的内在机制(mechanism)\*的实验。这就使得现代生理学成为一门实验科学。现代实验生理学的研究方法的特点，在于创造条件，这样的条件对某种生命活动反复进行精密的分析和综合探讨。由于实验方法将损伤机体，因此，在大多数情况下，只能利用活着的动物，如猴、狗、猫、兔、鼠，甚至作为研究对象。但在自愿和不损害健康的前提下，也可对人体进行实验观察。

动物实验的方法可大致分为离体的和在体的两类。在体的实验又可分为急性的和慢性的两种。离体的方法是把动物的某一组织或器官仔细地取出，设法使其在一定时间内继续生理机能，然后按照特定的目的进行实验。急性的在体实验法是使动物处于麻醉状态(除脑髓)，保持所要研究的器官于体内原来的位置，以便观察器官机能在不同情况下的规律。慢性的在体实验法是使动物处于清醒状态，观察其整体活动或某一器官对于体内或外界条件变化的反应。

所有这些不同的实验方法，各有其特殊的意义。进行生理学研究时，应根据其研究任务和课题的性质，选择最适合的方法。这里必须着重指出，无论采用哪种实验方法，在研究结果时，都必须持实事求是的态度，既不能把局限于某种特定条件下所获得的资料引为普遍性规律，更不能把动物实验的结果，不加区别地移用于人体。

## 三、生理学的应用

生理学研究成果的应用是多方面的，但归纳起来不外两类：一是对医学和各种有关的产实践的应用；一是对辩证唯物主义的阐述提供具体的资料。

首先，生理学是同医学(包括卫生和护理科学)的发展紧密联系着的，一向被认为是医学的基础学科之一。医学的目的是防治疾病，促进健康。为了做到这一点，就必须先了解正的人体生命活动是如何进行的，以及生命活动是如何能保持正常的。生理学既是研究正常生命活动规律的科学，毫无疑问，任何一个医学科学工作者都必须学习和熟悉生理学。事实上最初研究生理学的就是实际从事临床医学的工作者。后来，由于医学的发展推动了生理学研究，于是才有专门的生理学工作者。但是，现代生理学的研究成果，不仅来自生理学实验室

\* “机制”一词是生理学常用的术语，其意是在表达某些生理效应的内在关系，也就是对于“如何”这一问题的回答。

还有大量的来自许多姊妹学科的实验室，如生物化学、生物物理学、药理学、免疫学、病理生理学、解剖学和组织学，以及临床各学科。这样生理学才得到快速的发展，并反过来对医学各科的发展也起着促进作用。

随着教育学、心理学、体育科学以及航空、航天和潜水事业的发展，人体生理学的应用范围更广了。

此外，还通过对家畜、家禽生理的研究，促进了畜牧兽医学的发展；对鱼类及其它水产动物的生理研究，促进了水产科学的发展；对昆虫生理的研究，有利于养蚕、养蜂和农林病虫害的防治。凡此种种，都说明生理学研究的实用价值是很大的，因而也就促进了生理学自身的发展。

生理学研究的第二大类应用，就是直接支持了达尔文进化论观点，丰富了辩证唯物主义内容。例如，各器官、系统的结构和机能随着动物进化水平而异；生命活动的基本特征和各组织特性及器官机能，表现着对立统一和从量变到质变的规律。所有这些都可在本书各章内容中体会到。

## 第二节 生命活动的基本特征

在论述人体生理之前，有必要对动物机体所共有的生命基本特征作一简要的介绍，这将有助于对人体生理特殊规律的理解。这里所提的基本特征是：①新陈代谢、②兴奋性和③适应性。

### 一、新 陈 代 谢

有生命的机体同无生命的物体的根本区别，在于前者能够而且必须不断地从外界摄取可利用的物质以营养自己，同时也不断地把自身物质分解的产物向外界排出。机体这种同外界交换物质以及物质在体内变化的过程，总称为新陈代谢(metabolism)或简称代谢。代谢是机体生命活动的物质基础，代谢过程一旦停止，生命活动就要中断，机体也就死亡。

机体内任何物质的变化，同时伴有能量的转换。当机体摄取外界营养物质的时候，也就获得了蕴藏于物质中的能量——势能。当这些物质在体内分解时，就有动能产生。动能的一小部分供给机体活动的需要，其余大部分则以热的形式释放于外界。这样，新陈代谢就包括物质代谢和能量代谢两方面。物理学上的物质不灭和能量守恒定律，同样适用于生理学。机体在生长过程和活动增加时，必须相应地增加营养物质的供给；机体在衰老过程和活动减少时，营养物质的供给也将随之减少。由于科学研究的分工，物质代谢将在《生物化学》中详细叙述，本书只侧重讨论机体的能量代谢(详见第九章)。

### 二、兴 奋 性

动物机体与周围环境的关系，不仅表现在物质交换方面，还表现在环境情况改变时能引起机体活动的改变，如外表状态的改变和机体内部的理化变化。这就关系到生命活动的另一重要特征，即兴奋性(excitability)问题。兴奋性一向是生理学研究中有根本意义的问题。

为了说明兴奋性的涵义，最好先讨论与兴奋性有关的两对生理学的概念：一对为刺激与反应，另一对为兴奋与抑制。

### (一) 刺激与反应

首先要指出，动物机体所处的环境是非常复杂的，含有许多因素，但并不是所有的因素都能引起机体活动的改变，而只有那些能被机体所感受并且正在变化着的因素，才能引起机体活动的改变。对于具有这种作用的环境因素，在生理学上通称为刺激(stimulus)；而对于刺激所引起的机体活动改变，则称为反应(response)。

能够对机体产生刺激作用的因素，按其性质不同可分为：机械的(振动和压力)、温度的、化学的、电的、光的、声的、放射性的等等。当这些因素发生变化时，其变化的强度和速率都达到一定的程度，方才具有刺激之效。变化强度不够，或变化速率太慢或过快，也都不能成为有效的刺激。

机体对刺激所发生的反应是多种多样的，按其形式来分，主要有肌肉收缩、神经传导、腺体分泌，以及纤毛运动和变形运动等等。对于这些反应形式，不仅可以进行观察和客观的描记，有的还可进行精确的测量。

无论对刺激的感受或对刺激的反应，都必须以兴奋性为前提，丧失了兴奋性，机体与环境就不能发生相互关系，生命也就不复存在。

### (二) 兴奋与抑制

当机体的某一部分感受了有效的刺激而发生反应时，从其外表活动来看，可以区分为两种不同的表现：一种是由相对静止状态变为明显的活动状态，或由较弱的活动变为较强的活动；另一种表现则相反，即由明显的活动状态变为相对静止，或由较强的活动变为较弱的活动，前一种表现通常称为兴奋的反应，或简称兴奋(excitation)，后一表现则称为抑制的反应，或简称抑制(inhibition)。所谓抑制，并不是无反应，抑制乃是与兴奋相对立的一种主动过程。例如，以电刺激狗的交感神经，则引起心跳加快加强；但以电刺激其迷走神经，则心跳变慢变弱，甚至停止。由此可见，交感神经是引起心脏兴奋的神经，而迷走神经则是引起心脏抑制的神经。在正常机体内，这两种神经对心脏的作用是相反相成的，在不同的时候，分别起着主导作用(第五章将有较详细的讨论)。

### (三) 兴奋性的电学本质

根据生理学家的长期研究，认识到在活着的机体中，当神经和肌肉组织每次接受有效的刺激时，都要引起受刺激的部位发生电位变化，并沿着神经纤维或肌肉纤维进行传布。这种能够自动传布的电位变化称为动作电位(action potential)，可以应用电学仪器描记下来，呈波形曲线。后来，生理学家还陆续观察到在心脏和大脑活动时，也都可描记到电位变化的波形。由于神经的动作电位的传布特征是同神经兴奋的传导一致的，而各种肌肉的动作电位则总是先于肌肉收缩而发生，因此，在生理学上都认为动作电位乃是神经和肌肉组织发生兴奋过程的客观标志，并把产生动作电位的能力称为兴奋性。对于神经和肌肉一类的组织，则称为“可兴奋的组织”(excitable tissues)。关于动作电位的发生、发展和恢复过程，将在第二章讨论神经和肌肉的特性时进行详细的阐述。

### 三、适 应 性

动物机体不仅能感受环境因素的变化而发生一定的反应，特别有意义的是，通过这种反应，机体能够随着环境的变化，不断地调整自身各部分之间的关系，使得机体内部情况能够经常保持相对稳定(或恒定)，从而有利于在不断变化着的环境中进行正常的生理活动。机体这种能够根据外界情况而调整其内部关系的生理特性，称为适应性(adaptability)。

动物的适应性是机体在其种属进化过程中和个体生活过程中，逐渐形成而臻于比较完善的。以动物体温为例：低等动物(如两栖类和爬行类)是变温动物，其体温随着环境温度的变化而变化，这就使得这些动物在寒季不能象在热季那样活动，说明其适应性较差。到了鸟类和哺乳类，由于对体温具有自我调节的能力，尽管环境温度有很大的变化，但其体内温度却是相对恒定的，说明这些动物对环境温度的适应性增强了。但某些鸟类的活动仍然在一定程度上受到气候条件的限制，候鸟在寒季南迁就是一例。到了人类，由于能够通过社会性劳动来改造世界，因而适应性更趋完善。

### 第三节 机体机能的调节

高等动物和人类的机体之所以能够以统一整体的形式进行各种生命活动，乃是由于全身各器官、系统的机能都是受神经和体液因素的调节(regulation)的，因而就使得各器官、系统的活动能够互相配合、互相协调，而不致互相干扰或排斥。为了便于学习本书第三至第十一章的内容，有必要对神经调节和体液调节的基本知识作一简单介绍，其详细内容在第十二章和第十三章中论述。

#### 一、神 经 调 节

神经系统可分为中枢神经系统和周围神经系统两部分。中枢神经系统位于颅腔和椎管内，从下而上包括脊髓、延髓、脑桥、中脑、小脑、间脑和大脑两半球。大脑两半球的外层称为大脑皮层，是大脑神经细胞最密集的部分。大脑皮层是中枢神经系统的高级部位，动物只有进化到人类时，才获得充分的发达。

周围神经系统是由联系中枢神经系统和全身各器官之间的神经纤维构成的，其中有脊神经31对、脑神经12对。中枢神经系统通过这些周围神经，一方面接受身体各器官传入的神经冲动(关于神经冲动的涵义见第二章第一节)，从而获得全身各部分活动的信息；另一方面传导中枢神经系统各部位的神经冲动到达全身骨骼肌和内脏器官(广义的)，以发动或改变这些器官的活动。

神经系统主要是以反射(reflex)的形式来调节全身各部分的机能。反射的基本结构称为反射弧(reflex arc)。每一反射弧包括五个环节，即：感受器(receptor)、传入或感觉神经(afferent or sensory nerve)、中枢(center)、传出或运动神经(efferent or motor nerve)和效应器(effector)。感受器接受外界和机体内部的刺激而发生兴奋。感受器的兴奋经由感觉

神经的传导而进到脊髓或脑的一定部位，引起有关中枢部位的分析和综合活动；然后由中枢部位发出神经冲动沿着运动神经而作用于所支配的效应器——或者发动和促进效应器活动，或者制止和减弱效应器活动。这种以反射形式来调节机体各部分活动的机制，总称为反射性调节。

例如：以针刺足趾，立即引起本侧腿部屈肌收缩，使脚离开针刺，这是一种最简单的反射活动。足趾皮肤有痛觉感受器，当其受到针刺时，即发生兴奋，通过特定的感觉神经而传入脊髓腰段的中枢部位；于是该中枢部位发出神经冲动，沿着运动神经到达所支配的腿部屈肌（如腓肠肌），以引起屈肌收缩，这称为躯体反射。如果作用于皮肤痛觉感受器的刺激非常强，如当刀割手臂时，则除引起手臂屈肌的反射性收缩外，还要引起一些内脏器官的反射性活动，总称为内脏反射，如皮肤血管收缩、心跳加快以及胃肠运动被抑制等等。在上述例子中，内脏反射的反射弧结构同躯体反射的比较，有相同之处，也有明显的差异：相同的是，传入神经冲动都是从皮肤痛觉感受器沿脊髓后根（背根）而到达脊髓，并上升于脑的高级部位；但中枢的具体部位以及传出路径就不同了。单就传出神经来说，支配骨骼肌的传出神经，由脊髓前角细胞发出后直达肌肉（图 1-1 的左侧）；而支配皮肤血管、心脏和胃、肠的传出神经，则从脊髓发出后分为两段：一称节前神经元，其细胞体位于脊髓的侧角，轴突伸至脊椎两旁的交感神经节（椎旁神经节）或伸至腹腔交感神经节（椎前神经节），然后改由节后神经元分别支配皮肤血管、心脏和胃、肠（图 1-1 的右侧，心脏在图中没有画出）

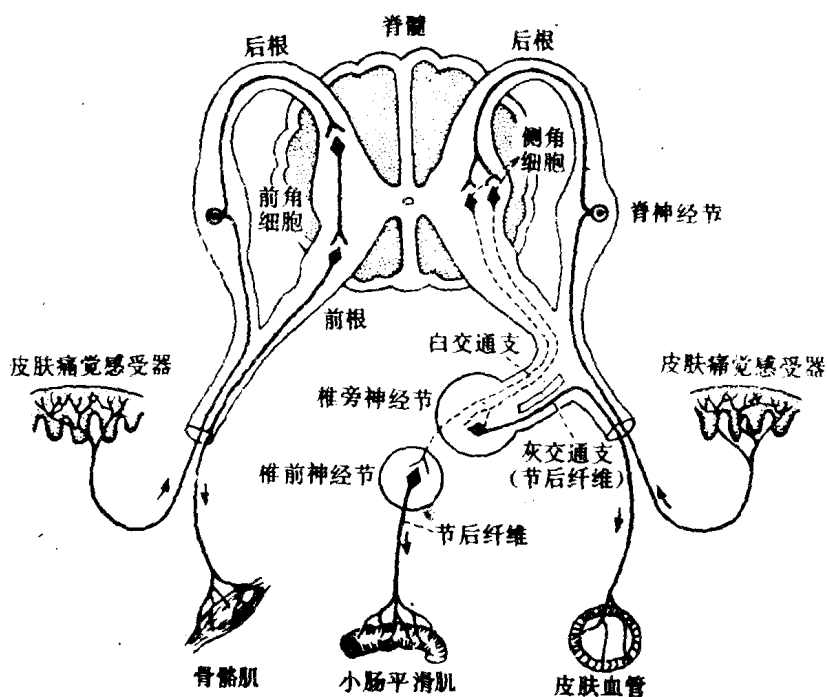


图 1-1 躯体反射(左侧)和内脏反射(右侧)的传出神经比较  
说明见正文

上述两个反射活动的例子，只是以最简单的方式来说明神经系统是如何调节躯体和内脏活动的。实际情况比这要复杂得多，特别是反射弧的中枢部位的活动极其复杂，直到今天，关于这方面的知识还是相当贫乏的。这是因为感受器兴奋传入中枢后，并不止引起某一中枢

部位的神经细胞群活动，还要影响其邻近的神经细胞群活动，以及通过中枢内部上行和下行神经路径的传导，而引起其它部位的神经细胞群活动。因此，当提到某一反射中枢时，都要从机能上去理解：这些中枢虽然有其大致的解剖位置，但决不限于某一点。这是在开始时就应该明确的。

人体的感受器种类很多，大致可分为外部感受器和内部感受器两大类，每一类又包括若干种，每种感受器都有其特殊的传入神经把兴奋传至中枢。效应器包括各种肌肉和分泌腺。凡支配骨骼肌的传出神经，总称为躯体运动神经；而支配心肌、平滑肌和分泌腺的传出神经，则总称为内脏传出神经或植物性神经。植物性神经在机能和结构上都不同于躯体运动神经，故另成系统，称植物性神经系，包括交感系和副交感系二类(图1-1只表示交感系的一部分)。许多内脏器官，如心脏、胃、肠等，既接受交感系神经支配，又接受副交感系神经支配，两系神经的作用常常是相反相成的：如由交感系传出的神经冲动促进心跳，但抑制胃、肠运动；而由副交感系传出的冲动则抑制心跳，但促进胃、肠运动。这些神经的传出冲动对效应器所起的作用，后面各章中讨论各器官、系统的神经调节时，都将作具体的分析。为清楚明了，将上述内感受器和效应器的分类及其神经列一简表如下。

|     |                                                  |
|-----|--------------------------------------------------|
| 感受器 | 外部感受器及其传入神经——包括皮肤感受器及视、听、嗅、味等感受器                 |
|     | 内部感受器及其传入神经——包括本体感受器(肌肉和肌腱的感受器)和内脏感觉(化学的和压力的感受器) |
| 效应器 | 骨骼肌——支配骨骼肌的传出神经称躯体运动神经                           |
|     | 心肌、平滑肌和分泌腺——支配这些肌肉和腺体的传出神经称植物性神经系                |

交感系  
副交感系

关于反射这一概念，在本世纪以前，只是指先天遗传的低级形式和机械的反射活动。上面所举皮肤痛觉刺激而引起的各种反射活动就是这种反射类型的例子。其它常见的，如食物入口所引起的唾液分泌(流涎反射)，环境高温所引起的出汗，也都是反射活动。这些反射在本书有关章节都将有详细讨论。但从本世纪初起，俄国生理学家巴甫洛夫在研究消化生理时，观察到狗的流涎反射(事先将一个唾液腺的导管引出面部皮肤外)不仅为食物入口所引起，而且还能在它看到食物，甚至见到饲养员时也能发生。如果事先以外科手术将狗的大脑皮层切除，则流涎反射虽然仍能为食物入口所引起，但仅仅看到食物就不再发生唾液分泌。通过长期的精密实验，巴甫洛夫乃首次明确提出，反射活动可分两大类：一类就是上面提过的先天遗传的反射，他称之为非条件反射；另一类是后天训练获得的反射，如狗看见食物和见到饲养员而引起的流涎，则称为条件反射。由于条件反射的形成需要大脑皮层的存在，故也称为高级神经活动。在人类，如“望梅止渴”、“谈虎色变”一类例子，以及各种习惯和学习行为，按巴甫洛夫的学说，也都是条件反射。但一般所称的反射性调节，都是指非条件反射。

② 神经调节的特点是：传导迅速、作用准确和表现自动化。因为反射弧的神经传导速度是很快(详见第二章中关于神经的传导速度)，传出神经所支配的效应器都是一定的(如某一肌肉或某一分泌腺)，其作用的效果也是明确的(如肌肉收缩或腺体分泌)。各种感受器所能接受的刺激都具有特异性，如压力感受器只能接受不同程度的压力刺激，化学感受器只能接受某些化学物质的刺激。因此，正常的机体，只要体内、外的情况变化达到了一定的程度，就能