

# 生理学

(军医专业教材)

第二军医大学  
第四军医大学

一九八五年一月

# 生 理 学

(军 医 专 业 教 材)

主 编

卢振东 王复周

编 者

王复周	陈宜张	卢振东
宋朝佑	陈周道	林葆城
范谨之	臧益民	富维骏
孙希诰	祝元祥	

# 目 录

绪言	王复周	1
一、生理学的定义和研究对象		1
二、生理学的研究方法		1
三、生理学的学习方法		2
第一章    基本生理过程	王复周 陈宜张	3
第一节    细胞膜的物质转运功能		3
一、细胞膜		3
二、物质的跨膜转运		4
(一) 扩散		4
(二) 渗透		5
(三) 易化扩散		5
(四) 主动转运		6
(五) 胞饮与胞裂外排		6
第二节    生物电现象和兴奋		7
一、兴奋		7
二、休止电位		7
(一) 休止电位的发生机制——离子学说		8
(二) 休止电位为 $K^+$ 平衡电位的进一步证据		10
三、动作电位		10
(一) 动作电位发生的过程——去极化和复极化		10
(二) 钠离子在动作电位发生中的作用		11
(三) 动作电位的离子机制的实验依据		12
(四) 膜上的离子通道		13
(五) 引起动作电位的条件		13
(六) $Na^+-K^+$ 泵		16
四、动作电位时相与兴奋性的关系		16
(一) 神经动作电位的全过程——锋电位与后电位		16
(二) 兴奋性变化与动作电位的关系		16
五、神经纤维动作电位的细胞外记录		17
(一) 双相动作电位		17
(二) 单相动作电位		18
(三) 混合神经干的复合动作电位		19
第三节    兴奋的传导和传递		20

一、兴奋在神经纤维上的传导	20
(一) 神经传导的一般特征	20
(二) 神经传导的机制	20
(三) 神经纤维的传导速度	21
(四) 神经纤维的分类	21
二、兴奋由神经向肌肉的传递	22
(一) 神经—肌肉接头的结构	22
(二) 传递过程	23
(三) 乙酰胆碱为神经肌肉接头的传递递质	23
(四) 乙酰胆碱的释放及分解	24
(五) 终板电位	25
(六) 神经—肌肉接头传递的特点	26
(七) 影响神经肌肉传递的因素	26
第四节 骨骼肌的收缩	27
一、肌纤维的微细结构	27
二、粗丝和细丝的化学	28
(一) 粗丝	28
(二) 细丝	28
三、肌肉收缩的原理	29
(一) 形态学观察	29
(二) 收缩蛋白质的作用	30
(三) 兴奋—收缩偶联	30
四、肌肉收缩的形式和力学分析	31
(一) 肌肉收缩时长度和张力的变化	31
(二) 单收缩与强直收缩	32
(三) 肌肉的初始长度和肌肉的收缩力	33
(四) 张力—速度关系	34
<b>第二章 中枢神经系统生理</b>	陈宜张 35
第一节 中枢神经系统的功能概括及活动的一般规律	35
一、中枢神经系统的基本功能	35
二、中枢神经系统功能的研究方法	35
三、中枢神经系统各部功能概述	36
四、中枢突触的功能	38
(一) 突触的分类及结构	38
(二) 化学突触的传递	40
(三) 中枢递质	42
(四) 突触传递的特点	46
(五) 树突功能及局部神经元回路	47
五、反射	48

(一) 反射及反射弧	48
(二) 中枢神经元的连接方式	49
(三) 反射中枢的抑制活动	50
(四) 反射中枢活动的时间与空间特征	52
(五) 条件反射	53
六、神经胶质细胞的功能	55
第二节 神经系统对躯体运动的调节	56
一、脊髓的躯体运动反射	57
(一) 脊休克	57
(二) 屈反射和对侧伸反射	57
(三) 牵张反射	58
(四) 肌紧张	60
(五) 腱器官的功能	60
二、高级中枢对肌紧张的调节	61
(一) 脑干网状结构	61
(二) 其他高级中枢	61
(三) 去大脑僵直及其产生机制	62
三、大脑皮层的运动功能	62
(一) 大脑皮层的结构特点	62
(二) 大脑皮层的功能定位及皮层运动区	64
(三) 锥体系	66
(四) 锥体外系	67
(五) 上、下运动神经元的概念及损伤后的症状	67
四、基底神经节对运动的调节	68
(一) 基底神经节的组成及连接	68
(二) 基底神经节的功能	68
五、小脑	69
(一) 小脑的区分及神经连接	69
(二) 前庭小脑的功能	70
(三) 脊髓小脑的功能	70
(四) 小脑半球外侧部的功能	72
(五) 小脑皮层内的局部神经元回路	72
第三节 神经系统对植物性功能的调节	73
一、交感及副交感神经	73
(一) 结构特征	73
(二) 功能特点	75
(三) 交感与副交感神经的化学传递	77
二、脊髓及低位脑干对植物性功能的调节	82
(一) 脊髓	82

(二) 延髓、桥脑与中脑·····	82
三、下丘脑的植物性功能·····	82
(一) 下丘脑的结构特点·····	82
(二) 下丘脑的植物性功能·····	83
四、大脑皮层的植物性功能·····	85
(一) 新皮层·····	85
(二) 边缘系统·····	86
第四节 神经系统的感觉功能及清醒、意识状态·····	88
一、感觉信息的传入过程·····	88
(一) 换能过程·····	88
(二) 各种感觉性冲动向中枢的传入·····	88
(三) 丘脑·····	88
二、大脑皮层感觉区的功能·····	90
(一) 躯体感觉·····	90
(二) 内脏感觉·····	91
(三) 味觉·····	91
(四) 视觉·····	91
(五) 听觉·····	92
(六) 嗅觉·····	92
三、中枢对感觉活动的传出性控制·····	92
四、脑干网状结构上行激动系统及清醒、意识状态·····	92
五、睡眠·····	94
(一) 睡眠时相·····	94
(二) 睡眠学说·····	95
六、脑电图及皮层诱发电位·····	96
(一) 脑电图及皮层电图·····	96
(二) 脑电波发生原理·····	98
(三) 皮层诱发电位·····	98
第五节 脑的高级功能·····	99
一、大脑皮层联络区的功能·····	100
(一) 前额叶联络区·····	100
(二) 后顶区·····	101
(三) 下颞皮层·····	101
(四) 其他·····	101
二、大脑皮层的语言功能及皮层功能的侧向化·····	101
(一) 皮层语言区·····	101
(二) 人类优势半球及大脑半球功能的侧向化·····	102
三、学习与记忆·····	103
(一) 人类学习与记忆的过程·····	103

(二)学习和记忆的机制·····	103
(三)记忆障碍·····	104
<b>第三章 感觉生理</b> ·····	<b>卢振东 105</b>
<b>第一节 感觉的一般生理</b> ·····	<b>105</b>
<b>一、感受器</b> ·····	<b>105</b>
(一)感受器的定义·····	105
(二)感受器的分类·····	105
(三)感觉器官·····	105
<b>二、感受器的一般生理特征</b> ·····	<b>106</b>
(一)适宜刺激与特殊敏感性·····	106
(二)感受阈·····	106
(三)适应现象·····	106
<b>三、感受机能与感觉</b> ·····	<b>106</b>
<b>四、感觉阈</b> ·····	<b>107</b>
<b>第二节 视觉</b> ·····	<b>107</b>
<b>一、眼球的结构概述</b> ·····	<b>107</b>
<b>二、眼的折光系统</b> ·····	<b>109</b>
(一)眼的折光系统的构成·····	109
(二)物体在视网膜上的成象·····	110
(三)眼的折光调节功能·····	111
(四)瞳孔对光反射及近反射·····	113
<b>三、眼的感光机能</b> ·····	<b>115</b>
(一)视网膜的结构特点·····	115
(二)锥状细胞及杆状细胞的功能·····	116
(三)视网膜的光化学·····	117
(四)暗适应·····	118
(五)视神经冲动与光照时,网膜内的电变化·····	119
(六)视网膜电图·····	121
<b>四、视神经传导途径及中枢联系</b> ·····	<b>123</b>
<b>五、颜色视觉</b> ·····	<b>127</b>
(一)光谱的分布·····	127
(二)三色觉学说·····	128
(三)色觉障碍—色盲和色弱·····	129
(四)色觉在军事上的应用·····	129
<b>六、空间视觉</b> ·····	<b>130</b>
(一)单眼的空间视觉·····	130
(二)双眼的空间视觉·····	132
(三)视后象·····	133
<b>第三节 听觉</b> ·····	<b>133</b>

一、耳的集音和传音功能·····	134
(一) 外耳道及鼓膜的传音功能·····	134
(二) 中耳的传音功能·····	135
二、耳的感音功能·····	137
(一) 内耳感音装置及其功能·····	137
(二) 内耳对声音的初步分析功能·····	141
(三) 听冲动的传入途径及其在大脑皮层的投射区·····	142
三、听觉阈及音响·····	143
(一) 音强·····	143
(二) 听觉阈·····	144
四、听觉的适应、掩盖与疲劳·····	144
第四节 前庭器官及其功能·····	145
一、椭圆囊及囊内感受器的结构与作用·····	146
(一) 囊斑的结构·····	146
(二) 椭圆囊的作用·····	148
二、半规管的功能·····	149
(一) 半规管的方位及壶腹嵴·····	149
(二) 半规管的功能及旋转反应·····	150
三、前庭器官的神经支配·····	152
第五节 嗅觉与味觉·····	153
一、嗅觉·····	153
(一) 嗅觉感受器·····	153
(二) 嗅觉阈和基本嗅觉·····	154
(三) 嗅觉的适应·····	154
(四) 嗅觉的传入途径·····	154
二、味觉·····	155
三、味觉与嗅觉的相互关系·····	157
第六节 皮肤感觉·····	157
一、触觉·····	158
(一) 触觉感受器·····	158
(二) 触觉的定位与两点辨别感觉·····	158
二、压觉·····	158
三、震动觉·····	158
四、温热觉·····	159
五、皮肤各种感觉在大脑皮层的定位·····	159
第七节 痛觉·····	159
一、痛觉的区分·····	160
(一) 皮肤的疼痛·····	160
(二) 深部痛觉·····	160



(三) 内脏痛觉	160
(四) 牵涉痛	160
二、痛觉的感受器及适宜刺激	161
三、痛觉学说	162
(一) 特异学说	162
(二) 闸门控制学说	162
四、针刺镇痛作用及其可能机制	163
(一) 针刺的镇痛作用	163
(二) 针刺镇痛的神经机制	163
<b>第四章 血液生理</b>	宋朝佑 165
概述	165
第一节 血液的组成和理化性质	166
一、血液的组成	166
二、血液的一般理化性质	167
三、血液的一般生理功能	168
(一) 运输功能	168
(二) 维持内环境相对恒定	168
(三) 参与体液调节	168
(四) 防御和保护功能	168
第二节 血量	169
(一) 血量的测定原理	169
(二) 人体正常血量及其变动	169
第三节 血型	170
一、红细胞血型	170
(一) 红细胞的凝集现象	170
(二) A B O 血型	170
(三) A B O 血型系统的抗原(凝集原)及抗体(凝集素)	171
(四) A B O 血型的鉴定	172
(五) A B O 系统的输血关系	173
(六) Rh 因子	174
二、白细胞及血小板分型	176
<b>第五章 循环生理</b>	卢振东 陈周道 177
概述	177
第一节 心脏生理	177
一、心脏的一般结构	177
二、心肌细胞的电位	178
(一) 心室肌细胞的膜电位和动作电位	178
(二) 窦房结细胞电位	181
(三) 心肌的快反应细胞与慢反应细胞	181

三、心肌的兴奋性	183
(一) 一次兴奋过程中, 兴奋性的周期性变化	183
(二) 期前收缩与代偿间歇	184
(三) 慢反应细胞兴奋性的变化	184
四、心肌的自动节律性	185
(一) 4相自动去极化的速度	185
(二) 最大复极(舒张期)电位水平	185
(三) 阈电位水平	185
五、心脏的传导系统及心肌的传导性	186
(一) 心脏的传导系统及兴奋在心脏内的传播过程	186
(二) 影响心肌传导性的因素	187
六、 $K^+$ 、 $Na^+$ 、 $Ca^{++}$ 对心脏活动的影响	188
七、心脏的射血过程	189
(一) 心动周期	189
(二) 心脏射血过程中各腔室的压力变化	190
(三) 心动周期中瓣膜的活动	192
(四) 心音	192
八、心输出量	193
(一) 心输出量及其生理变异	193
(二) 心输出量的测定方法	193
(三) 心脏做功	195
(四) 影响心输出量的因素	196
九、心电图	199
(一) 心肌兴奋时的去极化及复极化情况	199
(二) 从细胞外记录一束心肌纤维的电位图	200
(三) 在正常的心脏, 冲动(兴奋波)的产生与传导	200
(四) 记录心电图时的导联方式	201
(五) 心电图各波的形状及其形成因素	203
(六) 正常心电图	205
第二节 血管生理	207
一、血管的一般结构与功能	207
(一) 血管的结构与区分	207
(二) 血管内血流的流体力学	208
二、血压	210
(一) 动脉血压	211
(二) 静脉血压	213
第三节 脉搏与血流速度	214
一、脉搏	214
(一) 动脉脉搏	214

(二) 静脉脉搏·····	216
(三) 毛细血管脉搏·····	216
二、血流速度与循环时间·····	217
(一) 血流速度·····	217
(二) 器官血流量·····	217
(三) 循环时间·····	217
第四节 心血管活动的调节·····	218
一、心血管的神经支配·····	218
(一) 心脏的神经支配·····	218
(二) 血管的神经支配·····	220
二、心血管的调节中枢·····	220
三、心血管活动的反射性调节·····	224
(一) 颈动脉窦及主动脉弓的压力(牵张)感受性反射·····	224
(二) 颈动脉体及主动脉体的化学感受性反射·····	226
(三) 朋氏反射·····	226
(四) 身体其他部位的感受器对心血管活动的影响·····	227
四、心血管活动的体液调节·····	227
(一) 去甲肾上腺素及肾上腺素·····	227
(二) 肾素—血管紧张素·····	228
(三) 渗透压感受器与抗利尿激素·····	228
(四) 局部性扩血管物质·····	228
第五节 微循环、组织液与淋巴循环·····	229
一、微循环·····	229
(一) 微循环的组成部分·····	229
(二) 微循环的功能·····	230
(三) 微循环的调节·····	230
二、组织液·····	231
(一) 毛细血管的结构·····	232
(二) 组织液生成及回流的机制·····	232
三、淋巴循环·····	233
第六节 个别器官循环·····	233
一、冠状循环·····	233
(一) 冠状循环的一般情况·····	233
(二) 冠状循环的特点·····	234
(三) 决定冠状血流的因素·····	235
(四) 冠状循环的调节·····	236
二、肺循环·····	236
(一) 肺循环的特点·····	236
(二) 肺循环功能的调节·····	237

三、脑循环	237
(一) 脑循环的一般情况	237
(二) 脑循环的调节	238
(三) 血脑屏障	238
<b>第六章 呼吸生理</b>	林葆城 240
<b>第一节 肺通气</b>	241
一、肺通气的动力	241
(一) 呼吸运动	241
(二) 肺的弹性	242
(三) 肺内压与胸膜腔内压	243
(四) 人工呼吸	245
二、肺通气的阻力	245
(一) 弹性阻力	245
(二) 非弹性阻力	247
(三) 呼吸功	247
三、肺的通气量	247
(一) 肺的容量	247
(二) 肺的通气量	249
(三) 时间肺活量与最大通气量	250
<b>第二节 气体交换</b>	251
一、气体交换的原理	251
(一) 分压与张力的概念	251
(二) 分压差在气体交换中的意义	252
(三) 呼吸气、血液及组织中 $O_2$ 、 $CO_2$ 和 $N_2$ 等的分压	252
(四) 肺内气体交换和组织中气体交换	253
二、影响气体交换的因素	253
(一) 肺泡通气量	253
(二) 肺血流量及通气血流比值	254
(三) 气体通过肺泡膜扩散的量	255
(四) 组织局部血流量	257
<b>第三节 气体运输</b>	257
一、氧的运输	257
(一) 氧容量、氧含量和氧饱和度	257
(二) 血红蛋白与氧的可逆结合	257
(三) 氧离曲线的形态特点及生理意义	258
(四) 影响氧离曲线的因素	259
(五) 影响血红蛋白与氧结合的其他因素	260
二、二氧化碳的运输	261
(一) 氨基甲酸血红蛋白形式的运输	261

(二) 碳酸氢盐形式的运输	262
(三) 氧分压对CO <sub>2</sub> 运输的影响	264
第四节 呼吸运动的调节	264
一、呼吸中枢和呼吸节律的维持	264
(一) 延髓呼吸中枢	265
(二) 脑桥呼吸中枢	266
(三) 节律性呼吸的形成机制	266
(四) 高位中枢的呼吸运动的调节	267
二、呼吸运动的反射性调节	268
(一) 肺牵张反射	268
(二) 呼吸肌本体感受性反射	268
(三) 其它内外感受性反射及防御性呼吸反射	269
三、血液中化学成分对呼吸运动的调节	269
(一) 化学感受器	269
(二) 二氧化碳对呼吸的影响	270
(三) 低氧对呼吸的影响	271
(四) 血液氢离子对呼吸的影响	272
四、低气压对呼吸的影响	272
<b>第七章 消化生理</b> .....范谨之 陈周道	274
第一节 概述	274
一、消化功能的演变	274
二、消化方式	274
三、消化道平滑肌的特点	275
(一) 肌细胞的一般特点	275
(二) 肌细胞电活动的特点	275
四、消化腺分泌的机制	276
五、消化道的神经支配及其作用	277
(一) 副交感和交感神经	277
(二) 内在神经丛	278
六、胃肠激素	279
(一) 胃肠激素的生理作用	279
(二) 消化道的内分泌细胞	280
第二节 口腔内的消化	281
一、咀嚼和吞咽	281
(一) 咀嚼	281
(二) 吞咽	281
二、唾液	282
(一) 唾液的主要成分和作用	282
(二) 唾液分泌的调节	282

第三节 胃内的消化	283
一、胃的运动功能	284
(一) 胃的运动形式	284
(二) 胃运动的调节	285
(三) 胃的排空	285
(四) 呕吐	286
二、胃的分泌功能	287
(一) 胃液的收集方法	287
(二) 胃液的性质、成分和作用	288
(三) 胃液分泌的调节	290
第四节 小肠内的消化	294
一、小肠的运动功能	295
(一) 小肠的运动形式	295
(二) 小肠运动的调节	297
二、小肠内消化液的分泌	297
(一) 胰液的分泌	297
(二) 胆汁的分泌和排出	299
(三) 小肠液的分泌	302
第五节 大肠内的消化	303
一、大肠的运动功能	303
(一) 大肠的运动形式	303
(二) 排便	304
(三) 食物通过消化道的的时间	304
二、大肠液的分泌及细菌的活动	305
第六节 吸收	305
一、蛋白质的吸收	306
二、脂肪的吸收	307
(一) 脂肪吸收的形式	308
(二) 在肠上皮细胞内的变化	308
(三) 脂肪吸收的途径	308
三、糖的吸收	309
四、无机盐的吸收	310
五、水分的吸收	310
<b>第八章 排泄生理</b>	<b>臧益民 富维骏 311</b>
第一节 肾脏的功能解剖学	311
一、肾结构特点	311
(一) 肾单位的组成	311
(二) 皮质肾单位及髓旁肾单位	311
(三) 球旁器	312

二、肾脏血液供应的特点	313
(一) 肾血流量	313
(二) 肾小球内血压较高	313
(三) 肾小管周围毛细血管血压较低	314
(四) 肾血流量的自动调节	314
第二节 尿的生成过程	315
一、肾小球的滤过作用	316
(一) 肾小球滤过器的解剖学	316
(二) 肾小球膜的分子通透性	317
(三) 原尿是超滤液的证明	317
(四) 滤过的动力—有效滤过压	317
(五) 肾小球滤过率和滤过分数的概念	318
(六) 肾清除率概念	318
(七) GFR、RPF 和 FF 的测定	319
(八) 肾小球滤过物质量的测定	320
(九) 影响滤过作用的因素	320
二、肾小管及集合管的转运作用	321
(一) 肾小管各段的重吸收和分泌机能	322
1. 近曲小管的重吸收和分泌的机能	322
2. 远端肾单位(包括肾小管祥、远曲小管及集合管)的重吸收和分泌机能	322
(二) 几种主要物质的转运	323
1. 钠的重吸收	323
2. 氯的重吸收	324
3. 水的重吸收	325
4. 钾的重吸收及分泌	325
5. 氢的分泌	325
6. $\text{HCO}_3^-$ 的重吸收	327
7. 氨的分泌	327
8. $\text{PO}_4^{=}$ 的重吸收	328
9. 葡萄糖的重吸收	328
10. 氨基酸的吸收	329
11. 蛋白质的吸收	329
12. 尿素的吸收	329
(三) 肾小管转运率的测定	330
(四) 影响肾小管机能的因素	330
1. 小管液的溶质浓度	330
2. 肾小球滤过率对肾小管机能的影响	330
3. 肾小管上皮机能的变化	331

第三节 尿液的浓缩和稀释	331
一、尿浓缩的部位	332
二、集合管浓缩尿液的机制	332
三、肾小管袢在形成髓质渗透压梯度中的作用	332
(一) 肾小管袢在形成浓缩尿过程中的作用	332
(二) 肾小管袢升支粗段的作用	333
(三) 逆流倍增的概念	333
(四) 肾小管袢的逆流倍增作用	334
四、尿素在建立内髓区渗透压梯度中的作用	335
五、直小血管在保持高渗中的作用	335
六、尿的稀释机制	336
七、尿浓缩和稀释的影响因素及临床意义	336
第四节 尿生成的调节	337
一、交感神经的作用	337
二、抗利尿激素的作用及渗透压反射	337
(一) 血浆晶体渗透压的变化	338
(二) 细胞外液量的改变	338
三、醛固酮的作用及其分泌的调节	339
(一) 肾素—血管紧张—醛固酮系统	339
(二) 血 $K^+$ 和血 $Na^+$ 浓度	340
四、甲状旁腺激素及降钙素的作用	340
第五节 排尿	341
一、膀胱与尿道的神经支配	341
二、排尿过程	341
(一) 输尿管的活动	341
(二) 膀胱内压与容量关系	342
(三) 排尿反射	342
<b>第九章 能量代谢和体温生理</b>	范谨之 富维骏 343
第一节 能量代谢	343
一、能量代谢的测定原理和方法	343
(一) 直接测定法	343
(二) 间接测定法	343
二、影响能量代谢的因素	346
(一) 神经因素的作用	346
(二) 激素的作用	347
(三) 肌肉活动的影响	347
(四) 食物的特殊动力作用	347
(五) 环境温度的影响	347
三、基础代谢	347



(一) 基础代谢的定义	347
(二) 基础代谢测定的基本原理	348
(三) 基础代谢与体表面积的关系	348
(四) 基础代谢率的正常值及其变异	349
第二节 体温生理	349
一、正常体温及其生理变动	350
(一) 体温的昼夜变动	351
(二) 体温的年龄变动	351
(三) 肌肉活动的影响	351
二、产热和散热	351
(一) 产热	352
(二) 散热	353
三、体温调节	355
(一) 温度感受器	355
(二) 体温调节中枢	357
四、发热	357
第十章 内分泌生理	王复周 孙希诒 祝元祥 359
概述	359
一、人体内主要的内分泌腺和激素	359
二、激素作用的特点	359
三、激素的作用机制	360
(一) 含氮激素的作用机制	361
(二) 类固醇激素的作用机制	361
第一节 甲状腺	362
一、甲状腺激素	362
(一) 甲状腺激素的化学结构	362
(二) 甲状腺激素在体内的演变过程	363
二、甲状腺激素的作用	365
(一) 对能量代谢的作用	365
(二) 对蛋白质合成、生长和细胞分化的作用	365
(三) 对心脏的作用	366
(四) 对脂肪代谢的作用	366
(五) 对神经系统的作用	366
(六) 其他作用	366
三、甲状腺机能的调节	366
(一) 下丘脑—垂体前叶的作用	366
(二) 甲状腺的自身调节机能	367
(三) 长效甲状腺刺激素(LATS)	367
四、甲状腺机能异常	367