

运动生理学概要

胡卓生 张晓静 编著

兰州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据
运动生理学概要 / 胡卓生, 张晓静编著. —兰州: 兰州
大学出版社, 2007.1
ISBN 978-7-311-02909-8

I. 运... II. ①胡...②张... III. 运动生理—生理学—高
等学校—教材 IV. G804.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 005516 号

运动生理学概要
胡卓生 张晓静 编著
兰州大学出版社出版发行
兰州市天水南路 222 号 电话 8912613 邮编 730000
E-mail press@onbook.com.cn
<http://www.onbook.com.cn>

兰州大学出版社激光照排中心排版
兰州德辉印刷有限责任公司印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 15
2007 年 1 月第 1 版 2007 年 1 月第 1 次印刷
字数: 338 千字 印数: 1~1000 册

ISBN978-7-311-02909-8 定价 28.00 元
(图书若有破损、缺页可随时与本社联系)

前 言

《运动生理学》是一门重要的体育专业基础课程。我们编写这本《运动生理学概要》，作为体育各专业的学生学习《运动生理学》的参考书，旨在帮助学生学好这门课程。《运动生理学概要》将指导学生明确学习目的，启发学生独立思考，培养运用所学知识分析和解决实际问题的能力。

本书是《运动生理学》的配套教材，它与教学大纲和教学内容完全衔接，而且内容力求少而精。本书以章为体例进行编写，共分 14 章，各章标题及编排顺序与高等教育出版社 1999 年 7 月版的《运动生理学》教材完全一致。各章的重点、难点解析，是对教材的补充和延伸，可指导教师备课，帮助同学以较少的时间，掌握重点知识，提高复习效率。编者根据多年的教学实践，编辑了大量与教学相符的习题。题型分为单项选择题、名词解释、填空题和简答题等形式，目的是将学习内容与体育实际相结合。本书备有参考答案，可帮助学生检验自己对知识的掌握程度。

本书编写分工如下：胡卓生负责编写绪论、第一至第十二章；张晓静负责编写第十三至二十章及各章练习题与参考答案，全书最后由胡卓生统稿。

由于我们水平和经验有限，编写时间仓促，尽管我们对编写的内容作了认真的思考，参考了多种国内外著名教材，还结合自己多年的教学实践，在编写过程中精心编撰，精益求精，但仍然难免存有错误与不足，殷切希望读者批评、指正。

编著者

2000 年 1 月

目 录

绪论	(员)
一、人体生理学的研究对象、任务和方法	(员)
二、生命活动的基本表现	(圆)
三、生理功能的反应和适应及其调节	(猿)
【练习题】	(远)
【参考答案】	(苑)
第一章 肌肉的兴奋与收缩	(怨)
一、细胞膜的基本结构和物质转运功能	(员)
二、神经肌肉的兴奋性和生物电现象	(圆)
三、肌肉收缩的原理	(猿)
四、肌肉收缩的形式与力学特征	(员)
五、肌肉结缔组织对肌肉收缩的影响	(员)
六、肌电图在体育科研中的应用	(员)
【练习题】	(员)
【参考答案】	(圆)
第二章 骨骼肌纤维类型与运动	(圆)
一、不同类型骨骼肌纤维的形态、功能特征	(圆)
二、骨骼肌纤维类型与运动的关系	(圆)
【练习题】	(圆)
【参考答案】	(圆)
第三章 呼吸	(圆)
一、肺通气	(圆)
二、气体的交换	(圆)
三、呼吸运动的调节	(猿)
【练习题】	(猿)
【参考答案】	(猿)
第四章 血液	(猿)
一、概述	(猿)
二、血液的功能	(源)
【练习题】	(源)

◇ 运动生理学概要

【参考答案】	(源源)
第五章 血液循环	(源苑)
一、心肌的生理特性	(源愿)
二、心动周期及周期中各种变化	(缘园)
三、心输出量和心脏做功	(缘源)
四、血管中的血压与血流	(缘缘)
五、心血管活动的调节	(缘苑)
【练习题】	(缘缘)
【参考答案】	(远苑)
第六章 运动中的氧供与氧耗	(苑园)
一、需氧量与吸氧量	(苑园)
二、氧亏	(苑园)
三、乳酸阈与通气阈	(苑园)
【练习题】	(苑源)
【参考答案】	(苑缘)
第七章 物质代谢	(苑苑)
一、营养物质的消化与吸收	(苑愿)
二、主要营养物质的体内中间代谢简述	(愿园)
三、代谢尾产物的排泄	(愿源)
【练习题】	(愿缘)
【参考答案】	(愿苑)
第八章 能量代谢	(愿苑)
一、人体内能量的来源与去路	(愿苑)
二、人体运动的能量供应	(愿苑)
三、人体能量代谢的测定	(愿苑)
【练习题】	(愿苑)
【参考答案】	(愿苑)
第九章 感觉与运动	(愿猿)
一、感觉生理概述	(愿源)
二、位觉	(愿苑)
三、本体感觉	(愿愿)
四、其他感觉	(愿愿)
【练习题】	(愿猿)
【参考答案】	(愿源)
第十章 肌肉活动的神经控制	(愿源)
一、神经系统概述	(愿源)
二、运动的神经控制	(愿源)
【练习题】	(愿源)

【参考答案】	(页码)
第十一章 运动技能的学习	(页码)
一、运动技能学习的神经基础	(页码)
二、运动技能的形成	(页码)
三、运动技能形成的过程及影响因素	(页码)
【练习题】	(页码)
【参考答案】	(页码)
第十二章 肌肉活动的激素调节	(页码)
一、概述	(页码)
二、下丘脑的内分泌功能	(页码)
三、垂体激素	(页码)
四、甲状腺激素	(页码)
五、胰岛素	(页码)
六、肾上腺皮质激素	(页码)
七、肾上腺髓质激素	(页码)
八、其他激素	(页码)
【练习题】	(页码)
【参考答案】	(页码)
第十三章 运动过程中人体功能变化的规律	(页码)
一、运动过程中人体生理机能的阶段性变化	(页码)
二、准备活动	(页码)
三、促进人体机能恢复的手段	(页码)
【练习题】	(页码)
【参考答案】	(页码)
第十四章 身体素质的生理学分析	(页码)
一、力量素质	(页码)
二、速度素质	(页码)
三、耐力素质	(页码)
四、灵敏与柔韧素质	(页码)
【练习题】	(页码)
【参考答案】	(页码)
第十五章 体育教学与课余运动训练的生理学分析	(页码)
一、体育教学与训练原则的生理学分析	(页码)
二、体育教学与业余训练的负荷阈	(页码)
三、体育教学与课余运动训练效果的生理学评定	(页码)
【练习题】	(页码)
【参考答案】	(页码)

◇ 运动生理学概要

第十六章 健身活动的生理基础	(160)
一、健身活动的意义	(160)
二、健身运动处方	(161)
三、身体成分与减肥	(162)
四、运动与免疫	(163)
【练习题】	(163)
【参考答案】	(163)
第十七章 儿童少年与体育运动	(164)
一、儿童少年的生理特点	(164)
二、运动技能和身体素质的发展	(165)
三、运动定向的生理学依据	(165)
【练习题】	(165)
【参考答案】	(165)
第十八章 女子与体育运动	(166)
一、女子运动能力的特点	(166)
二、月经周期与运动	(167)
【练习题】	(167)
【参考答案】	(167)
第十九章 老年人与体育锻炼	(168)
一、衰老的概述	(168)
二、体育锻炼对延缓衰老过程的影响	(168)
三、老年人体育锻炼的生理原则	(168)
【练习题】	(168)
【参考答案】	(168)
第二十章 环境与运动	(169)
一、冷热环境与运动	(169)
二、水环境与运动	(170)
三、高原环境与运动	(170)
四、生物节奏与运动	(170)
【练习题】	(170)
【参考答案】	(170)
参考文献	(171)

绪 论

【内容提要】

简要介绍体育专业人体生理学的任务、研究对象与方法；人体生理功能的基本特征；人体生理功能的协调等。

(员)新陈代谢、兴奋性和生殖是生命的基本特征。

(圆)生物体所处的环境发生变化时,生物体能主动地作出相应的反应,其表现形式有兴奋和抑制。兴奋是机体最基本的反应形式。能发生兴奋的特性称为兴奋性。

(猿)能够引起机体或组织发生反应的环境变化称之为刺激。由于刺激的作用,机体才发生反应,而机体的反应都是由某种刺激引起的。

(源)内环境的相对稳定性以及机体对外环境变化的应答性反应都是机体调节活动的结果,其主要调节方式有神经调节、体液调节和自身调节三种。负反馈调节在维持机体各种生理功能活动的相对稳定中起着重要的作用。

【重点、难点解析】

一、人体生理学的研究对象、任务和方法

(一)人体生理学的研究内容

生理学是生物科学的一个分支,是以生物机体的生命活动现象和机体各组成部分的功能为研究对象的一门科学。人体生理学研究:(员)正常人体各系统、器官和细胞所表现的生命活动规律;(圆)各种生命现象的产生机制;(猿)各系统、器官和细胞之间的相互联系和相互作用;(源)内、外环境变化对生命活动的影响。

运动生理学是人体生理学的一个分支,它是研究人在体育运动中,或在长期系统的体育锻炼影响下,人体各系统功能发展变化规律的学科。它对人们合理地从事体育锻炼或科学地组织运动训练具有重要的指导意义。

(二)学习运动生理学的目的和任务

(员)了解人体基本生理活动的主要规律及原理,在此基础上,进一步掌握在体育锻炼过程中,以及在长期系统的锻炼下,人体生理功能所产生的反应和适应性变化及其规律;(圆)掌握体育锻炼及运动训练的基本生理学原理,特别是青少年生理功能的年龄、性别特征与体育锻炼的关系,为科学地从事体育教学和青少年业余训练提供理论基础;(猿)初步掌握评定人体功能能力的基本科学方法和依据人体功能变化特点从事体育教学和训练的基本原理。

◇ 运动生理学概要

(三)运动生理学的基本研究方法

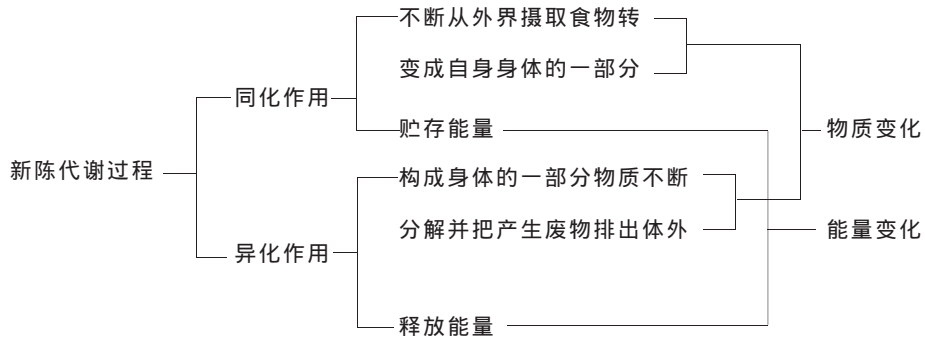
(员)运动现场测定法 ;(圆)实验性训练法 ;(猿)功能的测试和评定。此外 ,运动生理学也采用动物为实验对象 ,特别是当某些实验需要损伤机体时 ,往往采用动物为实验对象。

二、生命活动的基本表现

(一)新陈代谢

新陈代谢是包括人体在内的一切生物体存在的最基本特征 ,是生物体不断地与环境进行物质和能量交换中实现自我更新的过程。一方面 ,生物体不断地利用从外界环境中摄取来的营养物质合成为自身的组成成分和能源物质 ,使自身的组成成分得以不断更新并贮存能量 ;另一方面 ,人体细胞又不断地将已衰老的组成成分和能源物质进行分解 ,释放出能量以供其完成各种生理功能 ,并把分解产物排放到外环境中。新陈代谢是不能停止的 ,如果生物体停止自我更新 ,它的生命也就结束。

新陈代谢包括物质代谢和能量代谢两个方面 ,物质的变化必定有能量的转移 ,能量的转移也必定有物质的变化 ,这两方面的活动是紧密联系在一起(图绪愿)。



图绪愿 新陈代谢示意图

(二)兴奋性

兴奋性是一切生物体所具有的特性 ,是生物体生存的必要条件。生物体生活在一定的外界环境中 ,当环境发生变化时 ,细胞、组织或机体内部的新陈代谢及外部的表现都将发生相应的改变 ,这种改变称为反应。各种能引起细胞、组织或机体发生反应的环境变化称为刺激。生物体对刺激发生反应的能力称为兴奋性。

(三)生殖

机体生长发育到一定阶段后 ,能够产生与自己相似的子代个体 ,以延续种属的生存 ,这种功能称为生殖。高级动物及人体的生殖过程比较复杂。父系与母系的遗传信息是分别由各自的生殖细胞的脱氧核糖核酸带给子代的。任何机体的寿命都是有限的 ,必然要衰老、死亡。一切机体都要通过繁殖子代来延续种系 ,所以生殖也是生命的基本特征。

三、生理功能的反应和适应及其调节

(一) 稳态、反应和适应

1. 稳态的概念及其生理意义

生物体的一切生命现象,都是以细胞为基本活动单位,整体功能的正常,需要依赖于细胞功能的正常。细胞则需要在相当严格的条件下,才能保持正常功能。高等动物几乎所有的细胞不能直接与外界环境间进行物质交换。细胞赖以生存的物质交换过程,都必须通过细胞周围的液体进行,细胞周围的这种液体,是细胞的内在环境,称为细胞外液。浸浴细胞的液体环境被称为机体的内环境,以区别于机体赖以生存的自然环境,即外环境。细胞生活于内环境之中,并不断从其中摄取营养物质、 O_2 以及维持其正常活动所必需的物质;同时又不断排出代谢产物及过剩物质至细胞外液。细胞外液依赖于循环系统、呼吸系统、消化系统以及排泄系统,与外部环境相沟通,以保证细胞代谢在代谢过程中所必需的物质供应以及代谢产物的排出,从而保证了内环境即细胞外液的不断更新。

内环境细胞外液的物理和化学特性,如酸碱度、渗透压、温度以及各种离子成分等都是影响细胞正常生命活动的重要因素。细胞正常功能的维持,要求细胞外液中的各种物理化学因素必须在相当严格的范围内保持着动态的相对平衡,这种平衡又是依赖于机体的自身调节而实现的。故将这类平衡状态称为稳态。

稳态的概念虽然最初用来描述内环境理化性质的相对稳定,但实际上从细胞、器官、系统乃至整个人体,它们的功能活动通常也都是在变化着的内、外环境中保持着动态平衡,只在一定范围内波动,这些也是稳态的表现。例如,在正常情况下,人体中的动脉血压、体温均保持相对的稳定。就整个机体来说,稳态的维持是体内各细胞、器官进行正常功能活动的基础。

2. 反应和适应

人体与环境经常处于动态平衡之中,当内、外环境发生变化时,人体的生理功能及外部表现也将发生相应的暂时变化,以保持与环境变化相平衡,这种变化称为反应。根据外部表现,反应有两种形式:一种是由相对静止转变为活动,或由活动弱变为活动强,称为兴奋;另一种是由活动状态转变为相对静止,或由活动强变为活动弱,称为抑制。而在环境长期变化的影响下,人体的功能和形态发生相应的持久性的变化,即称为适应。如长期生活在高原地区的人,其肺活量较大,血红蛋白含量较高,就是对高原生活产生适应的结果。因此,机体的这种随内、外环境的变动而相应地调整其自身活动水平的能力,称为适应性。生物体所以能迅速而精确地产生适应,是依赖于神经系统的反射活动以及内分泌系统所产生的激素等作用而实现的,并具有反馈性的自动调节的特点。

(二) 运动时机体的反应和适应

研究在不同运动条件(不同运动形式、强度等)下,人体功能的反应和适应特征及其规律,是运动生理学的主要任务之一。同时,从生理学角度来考察,体育锻炼和运动训练

◇ 运动生理学概要

的效果,也主要是通过训练前后,其反应特征和适应水平的变化去评价。在体育锻炼和训练中,人们把人体在一次练习或一次体育课或训练课上所出现的暂时性功能变化称为反应,这些变化在运动停止后的短时间内便消失。例如,运动时的心率加快、呼吸加速等现象在运动停止一段时间后就不再出现。由长时间地(几周、数月或多年)反复地多次进行同样的练习(即训练)所引致的持久的功能和形态的变化,称为适应。这些适应变化的出现,使人体的功能能力得到了提高,从而在运动中能更好地保持机体的稳态,更容易完成某些练习,即提高运动成绩。例如,通过长期的耐力训练,使心脏产生一系列适应变化,如静息心率下降,心室腔容积增加,从而在运动时能泵出更多的血液,以运输更多的氧供机体利用,使内环境的酸碱度、氧含量和稳态不致在运动时变化过大,从而使耐力得到提高。通常,系统的训练所引起的适应,如系统的耐力训练会引致静息心率下降,单次运动是不可能引起的。

(三)生理功能的调节机制

神经调节

神经调节是人体内最重要的调节机制。神经调节的基本方式是反射。所谓反射,是指在中枢神经系统的参与下,机体对内、外环境变化产生的适应性反应。实现反射所必须的结构基础称反射弧,包括感受器、传入神经、反射中枢、传出神经、效应器五个环节,缺一不可。感受器接受内、外环境的变化,即刺激,并将它转换成神经信息(这种信息通常称为神经冲动),经传入神经传到中枢。中枢分析处理传入信息,并发出传出信息(指令),由传出神经传至效应器(骨骼肌和内脏系统)使之产生适应性反应。

反射分为非条件反射和条件反射两类。非条件反射是指生来就有、数量有限、比较固定和形式低级的反射活动,包括防御反射、食物反射、性反射等。非条件反射无需大脑皮质参与,通过皮质下各级中枢就可形成。它使人和动物能够初步适应环境,对个体生存具有重要的保护意义。条件反射是指通过后天学习和训练而形成的反射,是反射活动的高级形式,是人和动物在个体的生活过程中,按照所处的生活条件,在非条件反射的基础上逐步建立起来的,其数量无限,可以建立,也可以消退。条件反射的中枢在大脑皮质(表绪原)。

表绪原 非条件反射与条件反射的区别

	非条件反射	条件反射
形成	先天性的、种族性的	后天性的、个体性的
刺激	非条件刺激	无关刺激与非条件刺激结合多次后成为条件刺激
反射弧	反射弧是固定的	反射弧是暂时性的神经联系
反射中枢	一般位于皮层下结构	大脑皮层与皮层下结构共同参与,但以前者为主
意义	数量有限,使机体能具有基本的适应能力,以维持个体生存与种族绵延	数量无限,能随环境变化不断形成新的反射,使机体的行为具有预见性,能更精确地适应内、外环境的变化

神经调节的特点是迅速、准确、持续时间短,是机体最主要的调节方式。

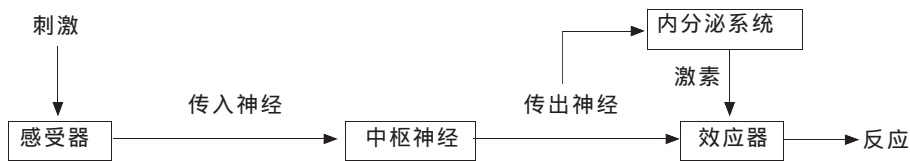
源

体液调节

由内分泌腺及散在于体内某些内分泌细胞分泌的、具有生物活性的物质,如激素等或机体代谢中产生的某些化学物质均具有调节机体功能的作用,称之为体液因素。因为这些因素必须借助于血液循环运送至效应器而产生作用,故称为体液性调节。

体液调节的特点是缓慢、持久、作用广泛。

另外,在整体内许多内分泌细胞本身的活动,还直接或间接地受神经系统的调节。在这种情况下,体液调节成了神经调节的一个环节,相当于反射弧上传出途径的一个延长部分或辅助部分。这种调节方式称神经体液调节(图绪原图)。因此,神经调节和体液调节是密切联系,相辅相成的。



图绪原图 神经体液调节图

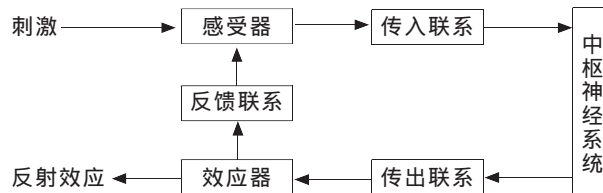
自身调节

自身调节是指组织、细胞在不依赖于神经或体液调节的情况下,自身对刺激发生的一种适应性反应。

自身调节的特点是调节幅度比较小,灵敏性比较差,但对生理功能的调节仍有一定意义。

调节机制中的反馈作用

在人体各种生理活动的调节中,反射中枢与效应器之间的信息联系并不只是单向联系,而是存在双向联系,亦即是在实现反射过程中,不仅有反射中枢不断向效应器发出传出信息,以触发、控制效应器活动,而且效应器也不断地把信息送回反射中枢,以便反射中枢能根据效应器的具体情况不断修正和调整它对效应器的影响。由效应器回输到反射中枢的这种信息,称反馈信息,回输过程即称为反馈(图绪原图)。

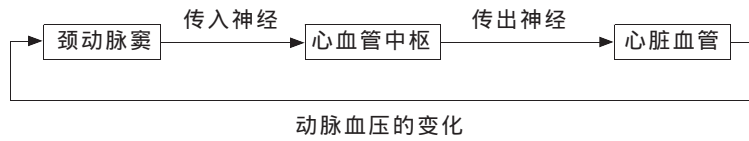


图绪原图 反射调节系统反馈联系模式图

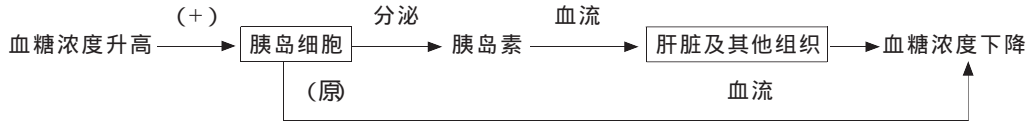
反馈按其所起作用可分为两类:若反馈信息的作用是增强反射中枢对效应器的影响,即称为正反馈;若反馈信息的作用是减弱反射中枢对效应器的影响,即称为负反馈。在人体内,负反馈联系不仅是大量的,而且是维持稳态的重要调节途径。例如,人体中正常动脉血压的保持,就是通过负反馈机制而实现的。当体内血压升高时,大动脉中的压力感受器把这一信息反馈到心、血管调节中枢,从而发出传出信息,使心输出量减少,小动脉舒张,即减弱了对增高血压的影响,血压降低。反之,当体内血压降低时,又可通过

◇ 运动生理学概要

反馈联系,减弱血压调节中枢对降低血压的影响,血压又复升高,从而使血压在正常情况下,经常稳定在一定水平(图绪原原缘)。



图绪原原 调节血压恒定的负反馈



图绪原原 调节血糖恒定的负反馈

【练习题】

一、名词解释

新陈代谢 应激 适应性 稳态 反射

二、选择题

内环境与体内细胞的关系是 ()

- 细胞的生存环境
- 细胞与外环境进行物质交换的桥梁
- 物质交换的场所
- 细胞排泄废物的通道
- 吸收养分的场所

负反馈的调节作用是 ()

- 维持稳态的重要调节途径
- 使血压下降
- 使心率不致上升过快
- 使排尿反射进一步增强
- 使激素分泌保持平衡

运动时,内脏功能与运动功能相匹配的调节,由自动控制系统来控制的是 ()

- 负反馈控制系统
- 开环控制系统
- 复合控制系统
- 闭环控制系统
- 前馈控制系统

骨骼肌和腺体属于 ()

- 感受器
- 传入神经
- 中枢
- 效应器
- 传出神经

体育系学生在学习期间,每年都定期进行心肺功能测定,以系统的观察锻炼效果,这属于 ()

- 定性实验
- 纵向研究
- 功能评定
- 纵向研究
- 一般体格检查

三、填空题

运动生理学中,对人体常用的实验测定方法有_____法,_____法。

生命的基本特征包括_____、_____和_____。

反射弧包括_____、_____、神经中枢、传出神经和_____五个部分。

局部体液调节是指某些组织细胞所产生的_____或代谢产物对_____组织细胞功能活动的影响。

当人体对环境变化发生适应反应时,既要调节_____以完成一定的动作,又要调节_____以保持稳态。

四、论述题

体育专业学生为什么要学习运动生理学?

试述当环境发生变化时,人体是如何调节其功能活动以使之与环境保持新的动态平衡的?

【参考答案】

一、名词解释

新陈代谢是生命的基本特征,是生物体在不断地与外环境进行物质和能量交换中实现自我更新的过程。新陈代谢一旦停止,生命也就结束。

生物体生活在一定的内、外环境中,当环境发生变化时,生物体的新陈代谢和外部表现都将发生相应的改变,这种改变称为反应。

当环境因素发生变化时,机体能根据环境变化情况而调整自身各部分之间的关系,以保持内部情况相对稳定的生理特性称为适应性。

环境理化性质的相对稳定并不是一种凝固的状态,而是各种物质在不停地转换中达到的动态平衡状态,故将这类平衡状态称为稳态。

反射是指在中枢神经系统的参与下,机体对内、外环境变化产生的应答性反应。

二、选择题

运动 稳态 反射 稳态 稳态

三、填空题

运动现场测定 实验研究 新陈代谢 兴奋性 生殖 感受器 传入神经 效应器 化学物质 邻近 运动系统 内脏活动

四、论述题

运动生理学是研究人在体育运动中,或在长期系统的体育锻炼影响下,人体各种功能发生变化规律的一门学科。通过学习,一是可以掌握体育锻炼对人体各功能系统发展的影响和规律,有目的地通过相应手段来发展人体各功能系统;二是可掌握不同年龄性别的生理功能与体育锻炼的关系,根据机体的功能特点来科学地组织锻炼;三是可掌握评定人体功能能力的科学手段,客观地评价锻炼对增强体质的价值和效果。由此可见,运动生理学的学习,对人们合理地从事体育锻炼或科学地组织运动训练有着重要的指导意义。

当环境因素发生变化时,人体将产生相应的反应,使自己的功能活动与环境的变

◇ 运动生理学概要

化相适应,以便与变化了的环境保持新的动态平衡。人类发生适应性反应时,既要调节运动系统完成一定的动作,又要调节内脏活动以保持稳态。这些调节是由体内神经调节、体液调节和自身调节三种调节机制来完成的。神经调节最基本的活动方式是反射。反射是指在中枢神经系统的参与下,机体对内、外环境的刺激发生相应的规律性的应答。其结构基础是反射弧,由感受器、传入神经、神经中枢、传出神经、效应器五部分组成,缺一不可。反射的形式有条件反射和非条件反射。神经调节的特点是迅速、短暂和局限。就整个机体的调节功能来看,神经调节在大多数情况下处于主导地位,是人体最主要的调节方式。体液调节是指血液中某些化学物质,随血液循环运送到全身各组织、器官以调节它们的活动。体液因素主要是激素,此外,组织细胞所产生的代谢产物,如乳酸、~~情~~腺苷等体液因素,其主要作用是引起局部血管舒张,局部血流量增加。体液调节的特点是缓慢、持久和较广泛。大多数内分泌腺直接或间接地接受中枢神经系统的控制,故又称神经—体液调节。自身调节是指内外环境变化时,器官、组织自身不依赖于神经或体液调节而产生的适应性反应。例如,当回心血量增加,使心室肌初长度增加时所引起的搏出量增加就是自身调节。

第一章 肌肉的兴奋与收缩

【内容提要】

本章主要讨论运动神经纤维和它所支配的骨骼肌纤维的基本生理功能。如兴奋与兴奋的传导和传递,骨骼肌的收缩过程。这是完成机体内肌肉收缩的生理学基础。

神经纤维和骨骼肌在结构和功能上是两种不同的组织,但在人体中却互相紧密联系,包括在一个运动单位内,正常状态下,中枢神经系统发出神经信息(称为神经冲动或简称冲动),通过运动神经纤维传至骨骼肌纤维,引起它发生收缩,从而实现各种运动动作。所以,神经纤维的主要功能是传导神经冲动,骨骼肌的主要功能是产生收缩,在实现人体运动的过程中,二者相互依赖,缺一不可。

(一)细胞膜转运物质的方式有单纯扩散,易化扩散,主动转运及出、入胞作用。单纯扩散和易化扩散都是顺电化学梯度的物质移动,是不需要细胞另外供能的被动转运。而主动转运则是物质分子逆电化学梯度的转运过程,需要由细胞代谢供给能量。它是人体最重要的物质转运形式。钠泵是主动转运的典型代表,其本质是 Na^+ - K^+ ATP酶。当细胞内 Na^+ 或细胞外 K^+ 增多时被激活。

(二)细胞内高 K^+ 和静息状态下膜对 K^+ 有通透性,是形成的静息电位的基础。

(三)动作电位的除极相是由于 Na^+ 通道开放。 Na^+ 内流而形成;其复极相是由于 K^+ 的通透性增大, K^+ 外流形成。动作电位的超射值相当于 Na^+ 的平衡电位。动作电位具有不融合,呈非衰减性传导,依存“全或无”法则等特点。

(四)各种可兴奋细胞,在接受一次刺激而出现兴奋的当时和以后,其兴奋性可发生一系列的变化,其经历一个绝对不应期、相对不应期、超常期、低常期以后,其兴奋性才能恢复正常。

(五)衡量组织兴奋性大小的指标有阈强度、基强度、时值和强度—时间曲线等。但常用的简便指标是阈强度。

(六)给可兴奋细胞一个阈刺激(或阈上刺激),就可使静息电位降低到阈电位,从而爆发动作电位。若给予一个阈下刺激,则可引起局部兴奋。局部兴奋呈电紧张性扩布,可以总合,反应呈分级性。多个阈下刺激引起的局部反应发生总合,达到阈电位水平即产生动作电位。

(七)同一个细胞的任何一处发生兴奋,其兴奋部位与邻接的未兴奋部位之间,通过局部电流的再刺激作用,而向膜的两侧传导。有髓纤维呈跳跃式传导。

(八)不同细胞之间信息传递的主要方式是突触传递。神经—肌接头处的化学传递,具有单向性,有突触延搁和易受药物或其他环境因素的影响等特点。

(九)骨骼肌的兴奋—收缩耦联:肌细胞膜发生兴奋时,其动作电位沿着横管膜传到

◇ 运动生理学概要

肌细胞内部。横管膜的电变化导致终末池中 Ca^{2+} 的释放从而使肌浆中 Ca^{2+} 浓度增加而触发肌丝滑行。兴奋—收缩耦联的结构基础是三联管,耦联因子是 Ca^{2+} 。

(完)给肌肉一个足够强的刺激,只能引起一个单收缩。若给予两个或两个以上的刺激,并且相邻的两个刺激的间隔时间小于单收缩的时程时,即可发生收缩的复合。

(完)前、后负荷,肌肉收缩能力,均可影响肌肉的收缩和作功。前负荷可以影响肌肉的初长度。在最适初长度下,骨骼肌的收缩效果最佳。在有后负荷的条件下,肌肉所能产生的张力和它收缩时的初速度呈反比关系,在中等强度的后负荷情况下,所能完成的机械功最大。

【重点、难点解析】

一、细胞膜的基本结构和物质转运功能

(一)细胞膜的基本结构

理解细胞的基本结构是进一步掌握细胞内外物质交换,跨膜电位—生物电现象产生机理以及细胞基本功能的基础。

脂质

是一种头部具有亲水性,尾部具有亲脂性即疏水性的脂质分子,因细胞内外液均属水溶液,因此脂质分子在细胞内外液间,形成亲水部分朝向细胞内外液的脂质双分子膜,即构成致密的细胞膜,只有脂溶性的物质如 O_2 和 CO_2 可以自由通过,其他细胞内外液的溶质均不能自由通过。

膜蛋白

膜蛋白是细胞内外液间,物质跨膜转运的媒介。按其存在的形式可分为三种,一种是附着于膜内外表面的附着膜蛋白;一种是嵌入膜内外表面的嵌入蛋白;另一种则是贯穿于膜内外的贯穿蛋白。膜蛋白质的主要功能有三:一是具有酶的功能,如 Na^+ — K^+ — ATPase 、腺苷酸环化酶等;二是作为膜内外物质转运的载体,跨膜转运某些物质如葡萄糖、氨基酸等;三是构成离子通道,供 Na^+ 的跨膜扩散。

糖链

在膜的外表面存在一些由糖分子组成的糖链,与脂质分子相结合的糖脂,与膜蛋白分子相结合的糖蛋白。膜上的糖链是与膜的“识别”功能有关的结构,例如,能与某些生物活性物质特异结合,即构成膜受体或与细胞的某些免疫功能有关。

(二)细胞内外液及其组成的特点

由于细胞膜是由脂质双层膜组成,除 O_2 和 CO_2 外任何物质都不能自由通过,因此细胞内外液在成分上存在明显的差异。细胞内外液在组成上的一些特点,是了解物质跨膜转运与膜电位发生的基础。细胞内外液在成分组成上的下述特点,是必须掌握的:

细胞内外液属电解质的水溶液,是由各种正、负离子组成,无论是细胞内液还是细胞外液,其中正、负离子的总毫克当量是相等的,即保持电荷的中性。

细胞内液中含有的 K^+ 远远超过外液,约为外液的 30 倍;而细胞外液中的 Na^+ 则远超过