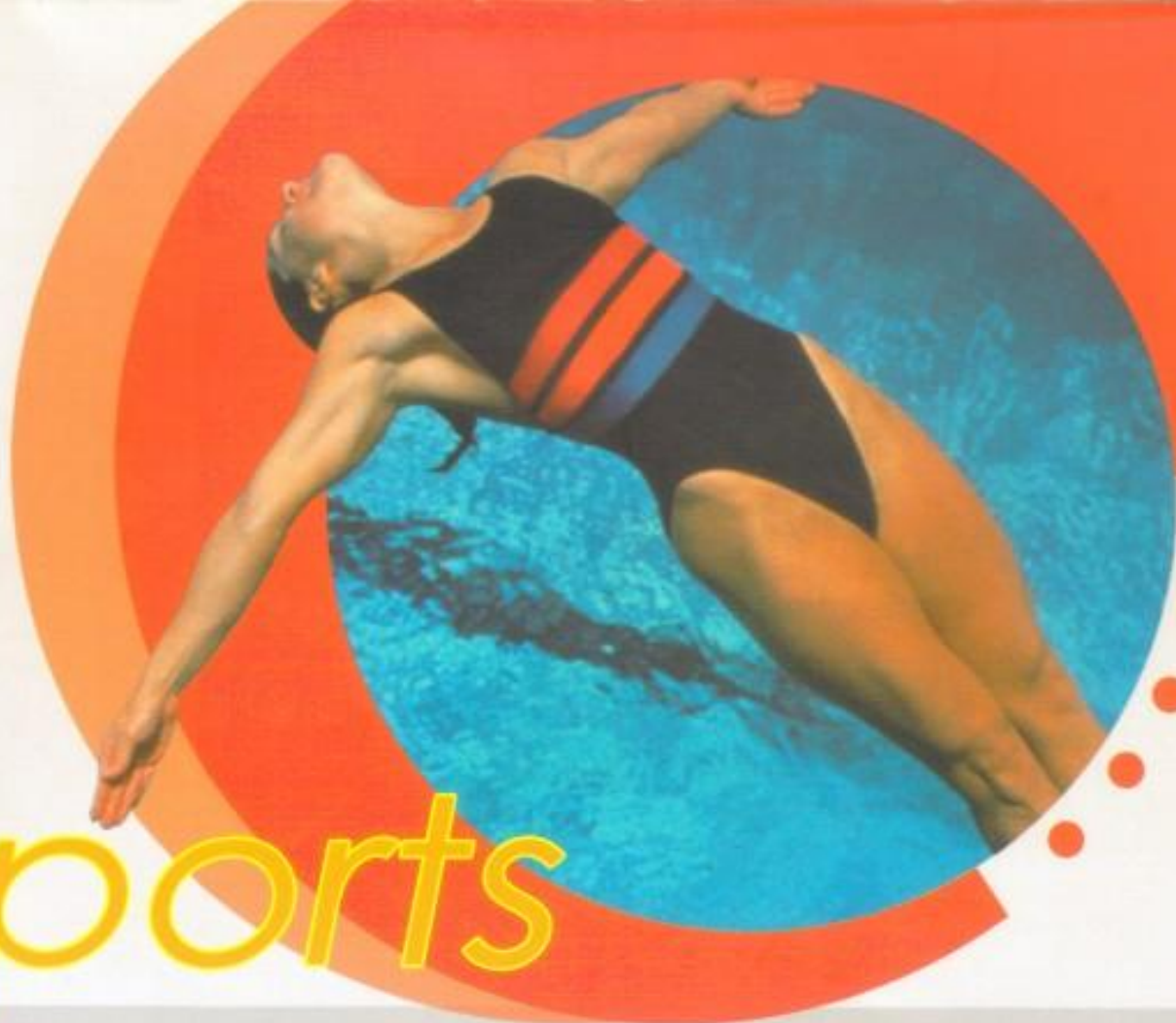


主编和出版实验教材目录：

- 1 《运动生理学实验》
- 2 《运动生物科学基础》
- 3 《健康评价与运动处方》
- 4 《体适能评价与运动处方》
- 5 《运动员科学选材教程》
- 6 《运动机能评定与恢复》
- 7 《脑卒中康复医疗》
- 8 《按摩基础教程》
- 9 《运动保健推拿学》

普通高等学校体育教育专业主干课配套教材

高等学校教材



sports

# 运动生理学实验

乔德才 汤长发 邓树勋 主编

高等教育出版社

普通高等学校体育教育专业主干课配套教材

高等学校教材

# 运动生理学实验

乔德才 汤长发 邓树勋 主编

高等教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

运动生理学实验/乔德才,汤长发,邓树勋主编.北京:  
高等教育出版社,2006.7

ISBN 7-04-019398-1

I. 运… II. ①乔…②汤…③邓… III. 运动生理-  
实验-高等学校-教材 IV. G804.2-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第061859号

策划编辑	尤超英	责任编辑	尤超英	封面设计	刘晓翔
版式设计	范晓红	责任校对	俞声佳	责任印制	朱学忠

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街4号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	<a href="http://www.hep.edu.cn">http://www.hep.edu.cn</a>
总 机	010-58581000		<a href="http://www.hep.com.cn">http://www.hep.com.cn</a>
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	<a href="http://www.landrace.com">http://www.landrace.com</a>
印 刷	北京明月印务有限责任公司		<a href="http://www.landrace.com.cn">http://www.landrace.com.cn</a>
		畅想教育	<a href="http://www.widedu.com">http://www.widedu.com</a>
开 本	787×960 1/16	版 次	2006年7月第1版
印 张	15.25	印 次	2006年7月第1次印刷
字 数	280 000	定 价	19.40元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 19398-00

## 编写人员名单

---

### 主编

- 乔德才 北京师范大学  
汤长发 湖南师范大学  
邓树勋 华南师范大学

### 编委:(按姓氏笔画排序)

- 王 健 浙江大学  
王凤阳 河北师范大学  
王竹影 南京师范大学  
王维群 苏州大学  
卢昌亚 上海师范大学  
刘善云 天津体育学院  
刘洪珍 曲阜师范大学  
张 勇 天津体育学院  
何玉秀 河北师范大学  
吴纪饶 江西师范大学  
肖国强 华南师范大学  
林 华 辽宁师范大学  
房冬梅 徐州师范大学  
郭层城 西北师范大学  
胡柏平 陕西师范大学  
郝选明 华南师范大学  
洪 峰 首都体育学院  
黄玉山 华南师范大学



# 目 录

实验须知	1
一、实验课的目的	1
二、实验课的要求	1
三、实验报告的要求	2
四、设计型实验的程序与基本要求	4
第1章 常用仪器设备	5
一、常用手术器械	5
二、运动负荷器械	9
三、生物信号记录、处理系统	18
四、血液分析仪	34
五、放免仪	38
六、人体成分分析仪	42
七、等速肌力测试系统	47
八、运动心肺功能测试系统	51
九、人工低氧系统	56
十、分子生物学研究的主要设备简介	60
十一、计算机在运动生理学实验中的应用	69
第2章 实验的基本操作技术与要求	73
一、动物实验	73
二、人体实验	81
第3章 验证型实验	85
实验1 肌肉生理横断面大小对肌肉收缩力量的影响	85
实验2 刺激强度和频率对肌肉收缩的影响	87
实验3 本体感觉功能的测定	90
实验4 前庭功能稳定性的测定	92
实验5 脊髓反射的外周抑制和交互抑制	95
实验6 人体反应时的测定	98
实验7 红细胞渗透脆性试验和血浆的缓冲性质试验	101
实验8 肺通气功能的测定	105

实验 9	通气阈的测定	108
实验 10	蛙心室期前收缩和代偿间歇	110
实验 11	离体蛙心灌注	112
实验 12	心输出量的影响因素	116
实验 13	尿生成的影响因素	118
实验 14	人体基础代谢的测定	120
<b>第 4 章</b>	<b>综合型实验</b>	<b>127</b>
实验 15	后负荷对肌肉收缩张力、收缩速度和输出功率的影响	127
实验 16	时间、动作关系的表面肌电分析	129
实验 17	视力、视野及眼肌平衡的测评	131
实验 18	神经干动作电位的引导及传导速度的测定	135
实验 19	大脑皮层运动区功能定位和去大脑僵直	138
实验 20	人体脑电的测评	140
实验 21	呼吸运动的调控	143
实验 22	心脏泵血功能的测评	146
实验 23	左心室收缩间期和舒张间期的测定	149
实验 24	人体安静与运动过程中心率和动脉血压的测评	154
实验 25	神经体液因素对兔心血管系统的调控	158
实验 26	人体安静和运动时心电图的测量与评价	162
实验 27	PWC <sub>170</sub> 的测评	166
实验 28	最大摄氧量的测评	170
实验 29	无氧功率的测评	176
实验 30	肌肉力量的测评	179
实验 31	体成分的测量与评价	182
实验 32	活动性休息对人体工作能力的影响	190
<b>第 5 章</b>	<b>设计型实验</b>	<b>193</b>
实验 33	运动负荷与能量代谢的测定	193
实验 34	不同运动状态下肌肉活动的表面肌电测评	196
实验 35	运动对氧运输系统功能影响的研究	199
实验 36	不同人群有氧运动能力的比较	202
实验 37	有氧健身运动处方的制定	205
实验 38	人体运动过程中生理功能的变化	209
实验 39	训练效果的生理学评价	212
实验 40	运动性疲劳的特征、诊断与消除	214



实验 41 低氧环境对氧运输系统和运动能力的影响 .....	220
附录 .....	222
一、人体与动物常用的生理常数 .....	222
二、常用生理溶液成分表 .....	225
三、常用非挥发性麻醉药物 .....	226
四、标准状态 (STPD) 气体容积的换算系数 .....	227
参考文献 .....	230



$V_5$ :左腋前线与  $V_4$  同一平面;

$V_6$ :左腋中线与  $V_4$  同一平面。

标准导联(I、II、III)为常用导联: I 导联为右臂(-)→左臂(+); II 导联为右臂(-)→左腿(+); III 导联为左臂(-)→左腿(+),分别引导记录。教学实验中常用标准 II 导联。

(3) 按下记录开关的 STOP 键,操作导联选择由 I 导联至  $V_6$  导联,检查电极异常指示灯会发亮。

(4) 按下记录开关 START 键同时定标。操作导联选择就可连续描记心电图。

(5) 记录完毕关闭电源后,取下测量电极。

### 3. 注意事项

(1) 被检查者电极安放部位应先用乙醇、导电膏清洁,降低电阻排除干扰。

(2) 一般情况下尽量不使用交流干扰和肌电干扰 2 种滤波器,以免心电图波形失真。

(3) 实验中需要记录时才开机,以避免心电图机长时间处于工作状态。

(4) 导线避免纵横交错,以降低干扰。

(王健 李平)

## (五) 生物信号采集与处理系统

科学技术水平的不断发展,促进了生物科学技术的进步,计算机技术在生物机能实验中被广泛应用。不断升级的生物信号采集与处理系统,基本取代了传统的记录仪、示波器和刺激器等实验仪器,并使信号的处理更加便捷。在生理学、药理学和病理生理学的教学和科研中被广泛应用。

目前,生理学教学和科研中运用计算机技术的生物信号采集与分析系统较多,主要有 MedLab 生物信号采集处理系统。

### 1. 系统组成与基本工作原理

(1) 系统组成: MedLab 生物信号采集处理系统(图 1-3-6)是由硬件与软件 2 部分组成。硬件主要完成各种生物电信号(如心电、脑电、肌电)和非生物信号



图 1-3-6 MedLab 生物信号采集处理系统



(如血压、张力、呼吸)的调理和放大,进行模/数(A/D)转换,进入计算机。软件主要完成对系统各部分进行控制和对已经数字化的生物信号进行显示、记录、存储、处理和打印。

① 硬件。MedLab 生物信号采集处理系统的硬件是集内置独立 8 通道、高输入阻抗、高共模抑制比、双端输入、DC - 10 kHz 带宽为一体的放大器(含刺激器),机箱内还包括数据采集卡、A/D 转换、USB 接口和电路。用 USB 连线连接计算机。

8 通道可以按实验要求任意选择、组合,都提供传感器桥路供电。每通道放大倍数可独立控制,放大倍数 5 ~ 80 000 实时可调。内置的刺激器有多种刺激模式,参数可适时调整。数据采集卡由单板机控制,采集的数据直接传递至 PC 机内存,采样频率从 20 ~ 100 Hz。

② 软件。MedLab 生物信号采集处理系统的应用软件是标准的 Windows 应用程序,图形操作界面与微软其他应用程序一致。生物信号采集处理系统有专用的 98/2000/XP 设备驱动程序,可将硬件采集数据从 PC 机内存中传送到上层应用程序。

(2) 基本工作原理:MedLab 是多 CPU 并行工作及信号放大、数据采集、显示、存储、处理及输出的实验系统。工作原理(图 1-3-7)。

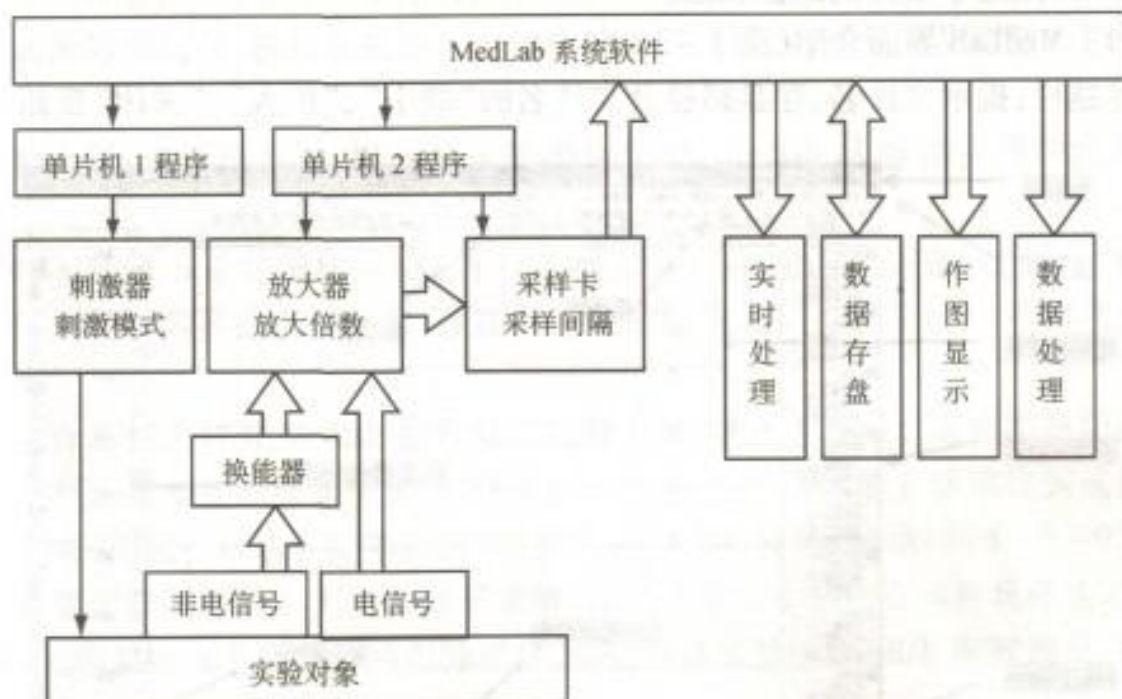


图 1-3-7 基本工作原理框图

① 非电信号(如血压、张力、呼吸)经过换能器转变成电信号,再经过放大器放大;电信号(如心电、脑电、肌电)直接经过放大器放大,通过采样卡存入计算机。



MedLab 软件系统可实时调整、设置放大器的放大倍数、采样频率和采样间隔,同时,可根据需要提供多种刺激模式施加给实验对象。

② 系统软件对采集到的波形数据可实时处理,或将其保存。

③ 系统软件对保存的波形数据调出进行分析处理。

④ 根据实验内容,选择工作模式。

MedLab 分三大工作模式:

多道记录仪走纸描记信号曲线的工作模式。绘图方式是从右到左全屏幕移动。适用于较慢信号、连续记录的实验。如血压、呼吸、心电等。

多线记忆示波器工作模式。绘图方式是从左到右采一帧画一帧。适用较快信号,特别是周期信号的实验,如神经干动作电位等。

多线慢扫描记忆示波器的工作模式。绘图方式是从左到右,边画边擦。适用于较快信号连续纪录,如减压神经放电等。3 种模式在使用时可任选其一。

## 2. MedLab 系统软件介绍

在 MedLab 生物信号采集处理系统的图形界面上,一般情况下,只要在界面上移动鼠标箭头到相应的操作位置上,单击左键即可完成操作,与 Office 的操作相似。MedLab 系统软件有 3 个主要的功能。即文件操作,数据编辑和整理,显示式样的调节;数据测量、处理以及结果图表的输出;适时调节 MedLab 硬件的各种参数,是硬件能处于工作的最佳状态。

### (1) MedLab 界面介绍(图 1-3-8):

标题栏:提示文件名、存盘路径及文件名的“缩小”、“扩大”、“关闭”按钮。

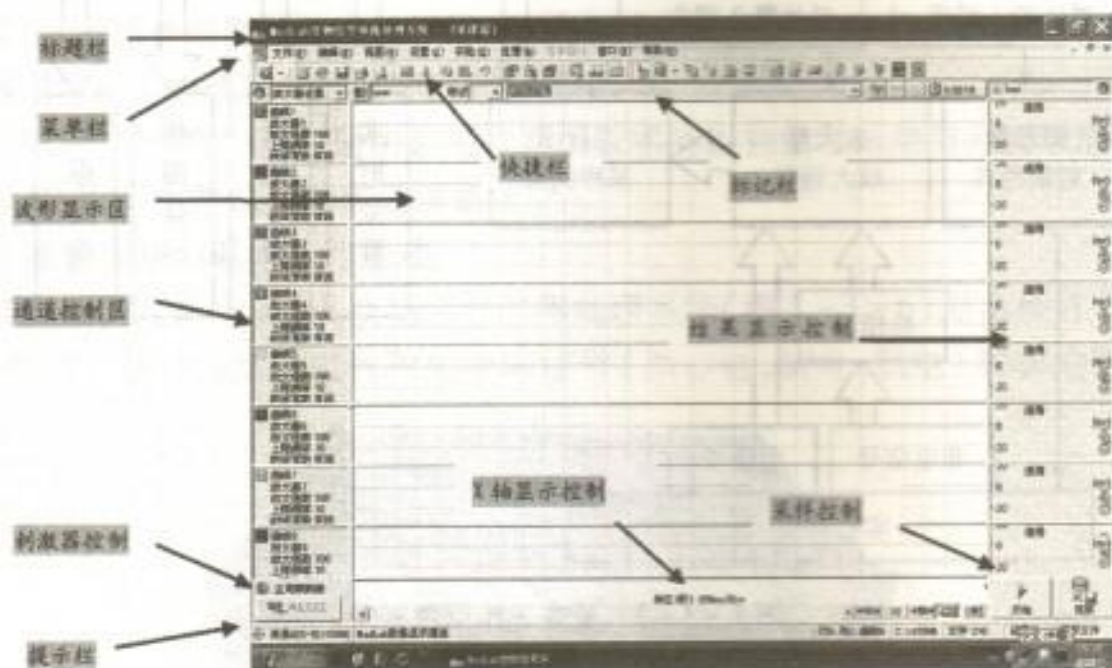


图 1-3-8 MedLab 界面



菜单栏:文件——包括所有的文件操作,如打开、存盘、打印、退出等。

编辑——包括所有对信号图形的编辑功能。如剪切、拷贝、粘贴等。

视图——对界面主要可视部分显示与否进行切换。

设置——对系统运行有关的设置功能进行选择。

实验——对已完成定制实验配置的具体项目进行选择。

处理——包括所有对信号图形的采样后处理功能。如 FFT 运算、数字滤波等。

窗口——提供一些有关窗口操作的功能。

帮助——包括在线帮助,版权信息与公司网址链接。

快捷工具栏:提供常用的快捷工具按钮,鼠标箭头指向的按钮,单击鼠标左键,即可进入操作。

标记栏:用于添加、编辑实验标记,可用于实验数据定位。

通道采样窗:通道采样窗分成3部分,左侧为“通道控制区”,先是通道号;中部为“波形显示区”;右侧为“结果显示控制区”,显示 Y 轴刻度、采样通道内容、单位,控制基线调节, Y 轴方向波形压缩、扩展,定标操作等。

X 轴显示控制区:动态显示采样时间(X 轴),波形曲线的 X 轴拖动控制, X 轴方向波形压缩、扩展控制。

采样控制区:用于开始采样、停止采样、及采样存盘控制。

刺激器控制区:选择刺激器发出刺激的模式,刺激启动开关及刺激参数的实时调整。

提示栏:位于最下部,提示相关的操作信息、Medlab 状态和当前硬盘的可用空间。

(2) Medlab 系统操作介绍:用 USB 接口连接生物信号处理系统和计算机主机。根据实验需要选择换能器,连接到系统的输入端。打开生物信号处理系统机箱电源。

在计算机上打开 Medlab 信号采集处理系统,进入主界面。根据需要用鼠标在主菜单栏选择相应的操作位置,按住鼠标的左键在下拉菜单上移动找到选择的项目。例如:用鼠标点击主菜单栏的“实验”,进入“实验”主菜单(图 1-3-9),下拉菜单会显示已制定的 8 大类实验子菜单,每类子菜单中分别有多种具体实验项目。实验中,用鼠标点击所选择的实验项目,将适合该实验的 Medlab 配置调出,即可开始实验。

实验举例:动物动脉血压、心电呼吸实验(图 1-3-10)。

此实验信号种类多,既有非电生物信号的血压和呼吸,又有生物信号的心电生物信号采集与处理。

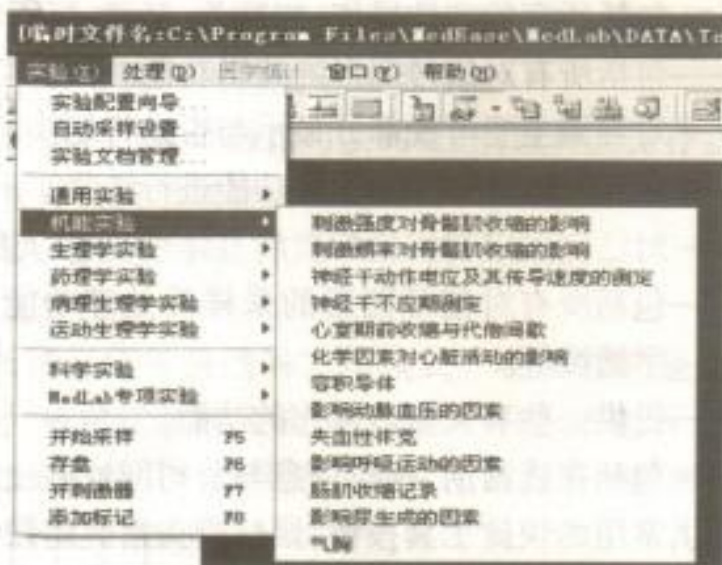


图 1-3-9 实验菜单及可选项目

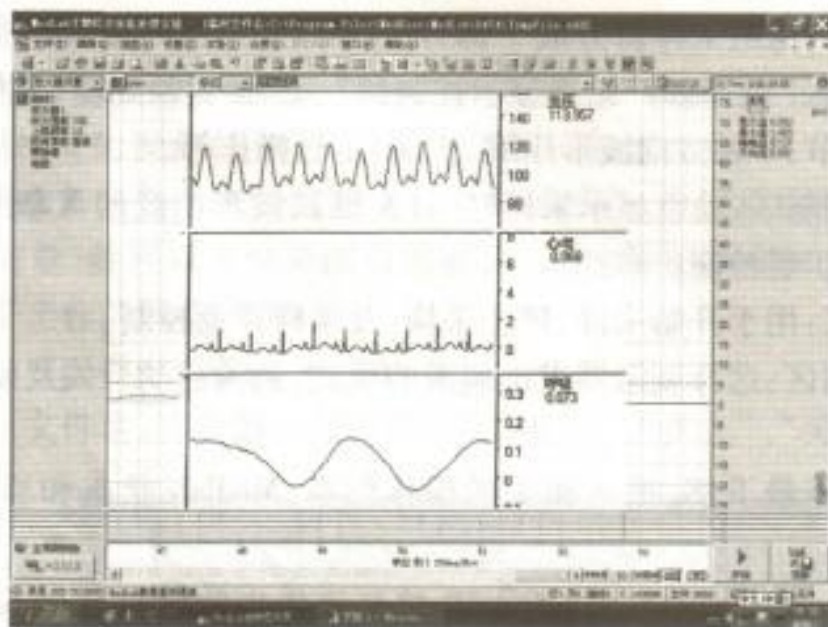


图 1-3-10 动物动脉血压、心电、呼吸实验

操作过程与方法：

- ① 选择工作方式。选择记录仪工作模式。
- ② 设置。在通道设置窗口,通道数用 UP/DOWN 按钮调成 3,内定为 1、2、3 放大器通道。
- ③ 设置处理名称。鼠标移至通道 1 右上的“通用”提示处单击左键。在弹出菜单中选“处理名称”为“血压”。打开“高级”按钮,将对应的处理方法也设置为“血压”。依此方法选择通道 2、心电,通道 3、呼吸,按确定键返回。
- ④ 调放大器。第 1 道放大倍数 100 左右,上限频率 100 Hz 左右,下限频率用直流。第 2 道放大倍数 1 000 左右,上限频率 100 Hz 左右,下限频率 0.8 Hz。第 3



置放大倍数 500 左右,上限频率 10 Hz 左右,下限频率用直流。

⑤ 连接输入。血压换能器插入第 1 道,心电连线插入第 2 道,呼吸换能器插入第 3 道。

⑥ 定标(略)。

⑦ 开始采样。按下“开始”按钮,适当调整放大倍数,X、Y 轴压缩比,观察记录曲线。

采样结束按停止键。测量曲线,可直接观察或保存。

(张勇)

## (六) 多导生理记录仪

多导生理记录仪是一种拥有多个导程的用于记录人体和其他生命体生物电信号的仪器,可采集多种不同的信号源逐一进行检测,包括描笔式记录仪和计算机(电脑)化记录仪 2 类。

### 1. 描笔式记录仪

描笔式记录仪是通过描笔将放大后的生物电,或配合适当的换能器将某些非电物理量,如骨骼肌和心机的舒缩活动、呼吸运动及血压变化等转变为电变化,描绘在记录纸上的仪器。但此类仪器的描笔有一定的惰性,传输信号的高频响应受限,故不适于记录快速的变化,如神经干动作电位等。

多导描笔式生理记录仪是在二导生理记录仪基础上通过增加导程发展起来的。例如,四导生理记录仪、八导生理记录仪(图 1-3-11)、九导脑电图机、十六道仪等。

以二导生理记录仪为例,其主要结构及使用操作如下:

#### (1) 仪器的主要结构:

① 描笔记录系统。描笔记录系统包括带描笔的电磁振动装置、墨水储存器、描笔起落架、走纸速度控制器等部件。记录笔由磁电式表头-检流计驱动,其笔尖的运动方向基本上与纸带运动方向垂直,可在纸带上绘出记录曲线。记录系统的核心是检流计,其工作原理是与描笔相连的线圈处于永久性磁铁两极的作用下,永久性磁铁的磁场均匀地在各个方向吸引着线圈。故静态时,笔位于中间位置。当线圈中有信号电流通过时,因电磁作用而产生的力矩使线圈绕垂直轴转动,



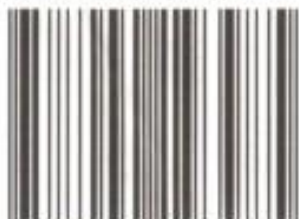
图 1-3-11 八导生理记录仪





*sports*

ISBN 7-04-019398-1



9 787040 193985 >

定价 19.40 元



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



体育院校通用教材

# 运动生物科学基础

刘洵 谭思洁 主编

全国体育院校教材委员会 审定

**YUNDONG  
SHENGWU  
KEXUEJICHU**

人民体育出版社



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

体育院校通用教材

# 运动生物科学基础

刘洵 谭思洁 主编

全国体育院校教材委员会审定

人民体育出版社



## 前 言

《运动生物科学基础》是在入选了全国普通高等教育“十一五”国家级规划教材之后，按其要求，结合教学的实际需要，并参考国内外相关资料编写而成。

随着社会发展的需要，目前全国不少体育院校已开始招收非体育专业学生（如体育新闻专业、教育技术专业、体育英语专业等）。为了使他们在未来能够很好地胜任工作，除了专业课之外，向其传授与体育运动相关的生物科学知识亦非常重要。由于目前国内尚缺乏与之相关的通用教材，为此我们着手编写了这本《运动生物科学基础》，以满足教学之用。

本教材突出应用性和综合性，针对体育院校非体育专业的需要，重点介绍与运动有关的生理学、解剖学、保健学、营养学等基础知识，以求学以致用。通过学习，学生可以在有限的时间内了解较多的运动生物科学相关内容。同时，本教材所涉及的知识对指导大众健身、提高全民体质也有重要意义。这种将多学科知识有机地衔接并融合为一体的尝试是本教材的特色。

在编写这本教材的过程中，天津体育学院的领导和运动生物科学界的同仁给予了大力的支持和热情的鼓励，在此我们表示深深的谢意。同时也希望读者对书中的不足之处提出宝贵意见。

刘 洵 谭思洁

## 目 录

第一章 人体的构成 .....	(1)
第一节 人体基本结构层次 .....	(2)
第二节 解剖学定位术语 .....	(27)
第二章 肌肉活动 .....	(30)
第一节 肌纤维的结构 .....	(31)
第二节 骨骼肌细胞的生物电现象 .....	(34)
第三节 骨骼肌的收缩 .....	(42)
第三章 氧运输体系 .....	(53)
第一节 血液 .....	(54)
第二节 心血管机能 .....	(58)
第三节 心血管活动的调节 .....	(76)
第四节 呼吸生理 .....	(82)
第五节 呼吸运动的调节 .....	(98)
第四章 运动能量代谢 .....	(104)
第一节 物质代谢 .....	(105)
第二节 能量代谢 .....	(112)
第五章 运动与营养 .....	(130)
第一节 营养概述 .....	(131)
第二节 平衡膳食 .....	(138)
第三节 运动与营养 .....	(140)
第四节 营养调查与评价 .....	(148)



<b>第六章 体适能评价</b> .....	(158)
第一节 体适能概述 .....	(159)
第二节 体适能与健康 .....	(162)
第三节 体适能与体质、健康的关系 .....	(167)
第四节 影响健康体适能的因素 .....	(169)
第五节 健康体适能评价 .....	(173)
第六节 运动技能体适能评价 .....	(206)
第七节 国民体质综合评价 .....	(208)
第八节 功能性体适能评价 .....	(209)
第九节 儿童体适能评价 .....	(211)
第十节 幼儿体适能评价 .....	(213)
<b>第七章 运动健身处方</b> .....	(219)
第一节 运动处方概述 .....	(220)
第二节 运动处方制定的生理学基础 .....	(223)
第三节 运动处方的基本内容 .....	(228)
第四节 运动处方的基本结构 .....	(240)
第五节 制定运动处方的基本程序 .....	(242)
第六节 有氧运动处方 .....	(244)
第七节 肌肉健美运动处方 .....	(262)
第八节 实用运动处方示例 .....	(274)
<b>附 录</b> .....	(279)

早、越长，机体的受益时间就越持久。Personal 的含义是迄今为止，世上还没有一种能包治百病的灵丹妙药，健康的生活习惯应基于个人需求。健康促进的指导者要了解被指导者，对他们的个人行为作出调整。健康促进的方法应因人而异，循序渐进，达到增强身心健康、提高体质的目的。21 世纪的医学模式已经被描画为以“健康”为中心，传统的中医理论也提倡“治未病”，也就是说应在疾病发生之前就积极主动的预防，不要等疾病发生以后再去找医生。健康促进的核心是建立健康、质朴、自然、绿色的生活方式。概括地说，健康来源于平衡膳食、科学运动和良好的心理状态，健康促进应该为此而努力。

## 第五节 健康体适能评价

### 一、身体成分

身体成分是指组成人体各组织器官的总成分。总重量为体重，含脂肪和非脂肪成分。体脂重量占体重的%称为体脂百分比，余下的包括骨、水分、肌肉为去脂体重。大量流行病学调查显示，由于膳食结构不合理及运动不足导致脂肪堆积的肥胖症倾向，对人类健康造成了极大威胁。从健康的角度出发，肥胖不仅是指体重超标，也包括体脂百分比超过正常水平，因而身体成分的测量和评价一直是医生和体质专家评价健康的依据。

#### (一) 身体质量指数 (body mass index, BMI)

通常被称为 BMI 体重指数，计算方法为：

$$\text{实际体重 (kg)} / \text{身高 (米)}^2$$

国际上常用世界卫生组织 (WHO) 建立的标准，即成人正常值为：19~25；<18.5 为体重偏轻，>26 为超重。

儿童正常参考值为：15~18；>19~21 为轻度肥胖、22~24 为重度肥胖。

理想的标准体重被认为是 BMI22，其计算方法为：

$$\text{身高 (米)}^2 \times 22$$

可以用下列公式计算成人肥胖度：

$$\text{肥胖度} = [\text{实际体重 (kg)} / \text{标准体重 (kg)} - 1] \times 100\%$$

中国学者王梅等认为，欧美标准用于中国人并不适宜，中华民族属于东方黄



表 31 12 分钟跑与最大摄氧量的换算 (相关度  $r = 0.87$ )

12 分钟 跑成绩 (米)	$\dot{V}O_{2max}$ (ml / kg·min)	12 分钟 跑成绩 (米)	$\dot{V}O_{2max}$ (ml / kg·min)	12 分钟 跑成绩 (米)	$\dot{V}O_{2max}$ (ml / kg·min)
1000	14.0	2000	35.3	3000	56.5
1100	16.1	2100	37.4	3100	58.6
1200	18.3	2200	39.5	3200	60.8
1300	20.4	2300	41.6	3300	62.9
1400	22.5	2400	43.8	3400	65.0
1500	24.6	2500	45.9	3500	67.1
1600	26.8	2600	48.0	3600	69.3
1700	28.9	2700	50.1	3700	71.4
1800	31.0	2800	52.3	3800	73.5
1900	33.1	2900	54.4	3900	75.6

引自：刘纪清，李国兰. 实用运动处方 [M]. 哈尔滨：黑龙江科学技术出版社，1993.

## (二) 心血管功能测试

心血管功能是影响健康的重要因素。判断人的心血管功能可以采用台阶试验计算心功指数的方法。

### 1. 哈佛 (Harvard) 台阶指数试验

使用仪器：台阶（成年男子台阶高度 50 厘米，女子 42 厘米）、秒表、节拍器。

测量方法：令受试者按节拍器完成每分钟上下台阶 30 次的负荷，持续 5 分钟。测量受试者恢复期第 3、4、5 分钟前 30 秒的脉搏次数（为  $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_3$ ），用下列公式计算台阶指数：

$$\text{哈佛台阶指数} = \frac{\text{负荷持续时间 (秒)}}{(f_1 + f_2 + f_3) \times 2} \times 100$$

有人采用如下简易测试公式计算台阶指数：

$$\text{哈佛台阶指数 (简易)} = \frac{\text{负荷持续时间 (秒)}}{5.5 \times f_1} \times 100$$

测试注意事项：受试者每次上下台阶时腿及躯干要伸直，如因疲劳不能完成 5 分钟的工作时，可中途停止，测试人员记录实际负荷的时间。

哈佛台阶指数评价标准见表 32。

表 32 哈佛台阶指数评价标准

哈佛台阶指数	评价等级
<55	差
55~	下
65~	中
80~	良
≥90	优

简易哈佛台阶指数评价方法为：50 以下差；50~80 中；80 以上良好。

如果受试者未能完成 5 分钟的负荷时，可按卡特尔 (Carter) 公式加以修正：

$$\text{哈佛台阶指数 (修正)} = \frac{\text{负荷持续时间} \times 100}{5.5 \times f_1} + 0.22 (300 - \text{负荷持续时间})$$

## 2. 布兰奇心功指数 (BI)

这一方法的优点是评定时不仅考虑受试者的心率，同时考虑了血压因素，因而能较全面的反映心脏和血管的功能。

使用仪器：秒表、血压计、听诊器。

测量方法：受试者取坐位，测量安静时 1 分钟心搏次数及血压。用下列公式计算心功指数。

$$\text{布兰奇心功指数} = \frac{\text{心率 (次/分钟)} \times [\text{收缩压 (mmHg)} + \text{舒张压 (mmHg)}]}{100}$$

评定方法：布兰奇心功指数在 110~160 范围内为心血管功能正常，如果 > 200，应做心血管功能的进一步检查。

## 3. 改良台阶试验

为更适合中国人的体型特点，我国研究者借鉴国外研究者的成果，修改了台阶试验的方法，形成“改良台阶试验”，用于评定中国人的心血管功能。

实验步骤如下：

台阶高度为男 30 厘米，女 25 厘米。有人还推荐根据身高不同，对台阶高度可做调整。

(1) 以 120beat / min 的节拍上下台阶 30 次，持续 3 分钟。测试时要求左右



指标建立评价参考值,可用于国民体质的综合评价。国民体质监测每5年进行一次。

国民体质评定方法采用单项评分和综合评级进行评定。

综合评级是根据受试者各单项得分之和确定,共分四个等级,即一级(优秀)、二级(良好)、三级(合格)、四级(不合格)。任意一项指标无分者,不进行综合评级(表51)。

表51 综合级标准

等级	得分		
	20~39岁	40~59岁	60~69岁
一级 (优秀)	>33分	>26分	>23分
二级 (良好)	30~33分	24~26分	21~23分
三级 (合格)	23~29分	18~23分	15~20分
四级 (不合格)	<23分	<18分	<15分

单项评分包括身高和标准体重评分,以及其他单项指标评分,采用5分制。评价指标有肺活量、台阶指数、握力、俯卧撑(女子为1分钟仰卧起坐)、纵跳、坐位体前屈、选择反应时、闭眼单脚立等。各指标评定标准每5年修订、公布一次。

## 第八节 功能性体适能评价

功能性体适能评价主要用于60岁以上的老年人或体质弱、患有慢性疾病的人群。

### 1. 30秒连续坐椅站立

使用器材:椅子一把,高度43厘米左右。

方法:受试者坐在椅子上,背挺直,双手交叉于胸前,施测者发出开始的口令后,受试者起立坐下共30秒,记录完成次数。

注意事项:需让受测者练习1~3次。

## 2. 30秒屈伸臂

使用器材：哑铃（男8磅，女5磅），椅子一把，高度43厘米左右。

方法：受试者坐在椅子上，双脚脚掌贴于地面，单手持哑铃于椅子边缘，施测者发出开始的口令后，受试者屈臂至肩部。

## 3. 2分钟原地踏步

使用器材：秒表，胶带，计数器，测量皮尺。

方法：受试者站立于地面，施测者发出开始的口令后，受试者从右脚开始，双脚交换原地踏步，脚举起的高度需在膝与髋关节中间，两膝关节需达到高度才能计数一次。

## 4. 坐椅体前伸

使用器材：43厘米高的椅子一把。

方法：受试者坐在椅子前缘，一腿弯曲，脚掌贴于地面，另一腿向前伸直脚跟着地，脚尖翘起约 $90^\circ$ ，两只手手掌互叠（中指互叠）向伸直腿伸展。

## 5. 抓背伸展

使用器材：45厘米的尺一把。

方法：一手伸至脑后往下伸展，手心贴背部，另一手往背后上方伸展，手背贴背部，双手中指相对或互叠，测量两个中指间的距离。

## 6. 坐站协调能力

使用器材：秒表，皮尺，角锥，43厘米高的椅子一把。

方法：椅子靠住墙壁或其他安全物，受测者坐在椅子上，双脚着地，一脚可稍向前。施测者发出信号后受试者起身走至标志杆并绕过后再走回椅子坐下。起身时可以扶椅子，行进间不可跑。

## 7. 6分钟走

使用器材：秒表，皮尺，角锥，计圈物。

方法：在一块18.3米 $\times$ 4.6米的长方形区域内每隔4.6米作一记号，并在4个角落内侧放上角锥。每10秒出发一人，以6分钟为限，每走完一圈记录一次并给一记圈物，记录6分钟走了多少米。一次可以2~3人同时进行。



图书在版编目(CIP)数据

运动生物科学基础 / 刘洵, 谭思洁主编. —北京: 人民体育出版社, 2008

普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 体育院校通用教材  
ISBN 978-7-5009-3405-9

I. 运… II. ①刘… ②谭… 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(2008)第 056886 号

\*

人民体育出版社出版发行  
三河兴达印务有限公司印刷  
新华书店经销

\*

787×960 16开本 18.5印张 336千字  
2008年9月第1版 2008年9月第1次印刷  
印数: 1—2,000册

\*

ISBN 978-7-5009-3405-9

定价: 33.00元

---

社址: 北京市崇文区体育馆路8号(天坛公园东门)

电话: 67151482(发行部) 邮编: 100061

传真: 67151483 邮购: 67143708

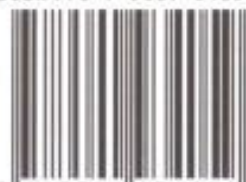
(购买本社图书, 如遇有缺损页可与发行部联系)

# 运动生物科学基础

责任编辑 刘良刚 封面设计 刘泉



ISBN 978-7-5009-3405-9



9 787500 934059 >

定价:33.00 元