

高等院校体育专业课程教材

SPORTS

运动生理学 创新实验指导

屈红林 刘瑞莲 / 主编

YUNDONG
SHENGLIXUE
CHUANGXIN
SHIYAN
ZHIDAO

湖南师范大学出版社

高等院校体育专业课程教材

运动生理学 创新实验指导

屈红林 刘瑞莲 / 主编

谢 军 毛海峰 张月华 周雯艳 / 副主编

湖南师范大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

运动生理学创新实验指导 / 屈红林, 刘瑞莲主编. —长沙: 湖南师范大学出版社, 2017. 2

ISBN 978 - 7 - 5648 - 2782 - 3

I. ①运… II. ①屈…②刘… III. ①运动生理学—高等学校—教学参考资料
IV. ①G804. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 011230 号

运动生理学创新实验指导

屈红林 刘瑞莲 主编

◇策划组稿: 宋 瑛

◇责任编辑: 宋 瑛

◇责任校对: 蒋旭东

◇出版发行: 湖南师范大学出版社

地址/长沙市岳麓山 邮编/410081

电话/0731 - 88873070 88873071 传真/0731 - 88872636

网址/http: //press. hunnu. edu. cn

◇经销: 湖南省新华书店

◇印刷: 湖南雅嘉彩色印刷有限公司

◇开本: 787mm × 1092mm 1/16

◇印张: 8. 5

◇字数: 186 千字

◇版次: 2017 年 2 月第 1 版 2017 年 2 月第 2 次印刷

◇书号: ISBN 978 - 7 - 5648 - 2782 - 3

◇定价: 20. 00 元

如有印装质量问题, 请与承印厂调换。

前 言

运动生理学是人体生理学的一门应用分支学科，从实用运动生理学的角度研究人体在体育运动的影响下机能活动的变化规律。它在实验基础之上研究人体对急性运动的反应和长期运动训练的适应所引起的机体结构和机能的变化规律。学生应重视实验课的学习，它在培养学生的思维方法、基本技能和科学态度上具有重要作用，并有益于学生深入理解运动生理学的基本理论与基础知识。

近年来，随着教学改革的深入，运动生理学的迅猛发展推动了该学科及相关科学的急速发展，更多的科学工作者和教育工作者欢欣鼓舞地投入到科学研究中。该课程的实验课目的也相应拓宽，不再单单是验证型生理学理论实验，更重要的是培养和提高学生分析问题和解决问题的能力。再加上实验设备的不断更新，原有实验项目的操作方法和手段逐渐落后，有相当部分的方式方法慢慢淡出实验人员的视野。但同时，从现有的运动生理学实验课程教学过程中可以看出，运动生理学科学的研究发展相对滞后，大部分本科实验的教学内容还仍停留在 20 世纪八九十年代的水平，虽然有不少综合性实验和探索性实验在尝试中，但数量不多且水平有限。为此，课程组教师充分讨论，确定编写《运动生理学创新实验指导》，一方面对原有实验项目的操作手段和方法进行改进及调整；另一方面在实验项目的组织上，除了按照相应的章节系统划分外，还重点突出了综合性、设计性实验项目；最后，紧跟时代步伐，增设了运动生理学机能虚拟实验的介绍部分。

此教材适用范围较广，可供运动人体科学、运动训练、运动医学、体育教育和基础医学等专业的本专科大学生、硕士研究生使用，也可供体育学各专业教师，体育运动队队医、保健员和教练员等参考。

我们在组织编纂此教材的过程中，得到了不少兄弟院校同行的大力支持和帮助。对此，我们表示衷心的感谢，并希望各位同仁携手共进，努力推进运动生理学实验课程的进步和发展！同时，因水平有限，本书会有很多不妥之处，恳请使用者提出宝贵建议。

编 者

2017 年 1 月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 运动生理学实验概述	(1)
第二节 常用仪器设备	(4)
第二章 肌肉力量的评定	(12)
实验1 肌肉生理横断面大小对肌肉收缩力量的影响	(12)
实验2 刺激强度和频率对肌肉收缩的影响	(14)
实验3 肌肉力量的测定	(15)
实验4 后负荷对肌肉收缩张力、收缩速度和输出功率的影响	(17)
第三章 基础生理学实验	(19)
实验1 人体 ABO 血型的鉴定	(19)
实验2 红细胞比容的测定	(20)
实验3 红细胞沉降率的测定	(22)
实验4 血红蛋白含量的测定	(23)
实验5 人体血细胞计数的测定	(24)
实验6 红细胞渗透性试验和血浆的缓冲性质试验	(27)
实验7 人体在安静与运动过程中动脉血压的测评	(30)
实验8 人体在安静和运动过程中心率的测定	(32)
实验9 人体在安静和运动时的心电图的测量与评价	(34)
实验10 视力的测定与计算	(37)
实验11 视野的测定	(38)
实验12 眼肌平衡的测定	(40)
第四章 能量供应与代谢	(42)
实验1 运动中能量代谢的测定	(42)
实验2 人体基础代谢的测定	(44)
实验3 运动性尿蛋白的测定	(46)
实验4 尿液生成的影响因素	(48)
实验5 肺通气功能的测定	(49)
实验6 呼吸运动的调控	(52)
第五章 感觉系统的评定	(54)
实验1 人体反应时的测定	(54)

实验 2 本体感觉功能的测定	(55)
实验 3 神经类型的测定及测定表的应用	(58)
实验 4 前庭功能稳定性的测定	(62)
第六章 身体组成成分的测定	(65)
实验 1 皮褶厚度法	(65)
实验 2 生物电阻抗法	(67)
实验 3 水下称重法	(68)
第七章 有氧能力的评定	(71)
实验 1 最大摄氧量的测定	(71)
实验 2 个体无氧阈的测定	(84)
实验 3 PWC_{170} 的测定	(87)
第八章 无氧能力的测评	(91)
实验 1 Kalamen-Margaria (玛格里亚卡耳曼) 非乳酸能无氧功率的测定 ..	(91)
实验 2 Wingate (温盖特) 无氧功率的测定	(93)
实验 3 Petersen (彼得森) 无氧功率的测定	(94)
实验 4 纵跳摸高无氧功率的测定	(96)
实验 5 血乳酸的测定	(97)
第九章 运动性疲劳的鉴定	(99)
实验 1 声、光反应时的简易测定法	(99)
实验 2 闪光融合频率的测定	(101)
实验 3 皮肤空间阈的测定	(103)
实验 4 血压体位反射的测定	(104)
实验 5 呼吸肌耐力的测定	(105)
实验 6 肌力测定法	(105)
实验 7 运动性疲劳的判断	(106)
第十章 其他常见设计综合性实验	(109)
实验 1 训练效果的生理学评价	(109)
实验 2 不同人群有氧运动能力的比较	(111)
实验 3 有氧健身运动处方的制定 (减肥运动处方的制定)	(113)
实验 4 人体运动过程中生理功能的变化	(116)
实验 5 不同运动状态下肌肉活动的表面肌电测评	(118)
实验 6 低氧环境对氧运输系统和运动能力的影响	(120)
第十一章 运动生理学机能虚拟实验介绍	(122)
实验 1 呼吸运动的调节	(122)
实验 2 期前收缩与代偿间歇	(124)
实验 3 影响尿生成的因素	(125)
参考文献	(128)

第一章 绪论

本章提要：主要包括运动生理学实验概述和常用仪器设备两部分。运动生理学实验概述内容涉及运动生理学实验课的目的、运动生理学实验科学的特点、实验课的基本要求、实验报告的书写与分析；常用仪器设备主要介绍了包括手术刀、手术剪、手术镊等常用仪器设备，跑台、功率自行车、台阶等常见运动设备，还有电刺激器、二道生理记录仪、心电图机、生物信号采集与处理系统等生物信号记录、处理系统。其他还包括血液分析仪、人体成分分析仪、等速肌力测试系统、运动心肺功能测试系统等相关仪器设备及其简介。

学习目标：掌握运动生理学实验课的目的，了解运动生理学实验科学的特点，熟悉实验课的基本要求和实验报告的书写与分析，了解常用仪器设备的应用与检测。

关键词：实验报告、常用仪器设备、电刺激器、生理记录仪、血液分析仪、人体成分分析仪。

第一节 运动生理学实验概述

一、实验课的目的

运动生理学是一门理论性和实验性都很强的科学，其理论知识的依据来源于实践，是人们对生命现象的客观观察和科学实验的结果。其目的在于使学生掌握运动生理学实验的基本方法和技术，了解生理学实验设计的基本原则，掌握并获取生理学知识的技能，掌握反映体育锻炼和运动训练影响人体功能的相关生理指标测试与评定技术。

具体目的如下：

第一，通过实验使学生初步掌握人体生理学与运动生理学实验的基本操作技术，以及反映各种体育锻炼和训练对人体某些功能有影响的生理指标的测试和评定技术。

第二，了解获得生理学知识的科学方法，验证生理学的基本理论。

第三，通过实验培养理论联系实际的能力，培养创新思维的能力，并通过对实验的观察、记录和分析，培养严肃的科学态度、严谨的科学作风和严密的科学思维

方法，为科学地组织体育教学、指导体育锻炼与训练奠定初步基础。

二、运动生理学实验科学的特点

1. 实验对象均为活体

运动生理学实验对象均以活体为对象，包括运动的人体和动物，均是在具有活性的前提下接受实验，故操作应小心、规范，尽量保证实验对象和标本处于最佳的活动状态。另外，立体实验的器官或组织也应尽量保持在接近体内内环境的实验条件下。因此，实验条件的控制十分重要。

2. 影响实验的因素诸多

由于人体和动物体的特性，多种条件和因素会影响到实验结果，况且许多实验现象和运动生理现象在实验过程中稍纵即逝，故需仔细观察、翔实记录，以便分析实验结果，推断实验结论。

3. 操作要求规范正确

科学实验中所使用的仪器及器材多，性能复杂，且部分取样手术具有一定的难度，所以要求实验者应严格按照有关规程进行正确的操作，并不断总结经验，提高操作的技能。

三、实验课的要求

1. 实验前

- (1) 仔细阅读实验指导，了解实验目的要求、步骤和操作程序。
- (2) 结合实验内容，复习有关理论，做到充分理解。
- (3) 预测该实验各个步骤应得出的结果。
- (4) 注意并估计实验可能发生的误差。

2. 实验中

- (1) 按照实验步骤，循序操作，不得进行与实验本身无关的活动。遵守秩序，保持实验室肃静，注意实验台清洁整齐。
- (2) 仪器使用要严格按照操作规程进行，若遇到仪器故障或损坏，应及时报告老师，以便修理或更换，不要自动修理。
- (3) 爱护实验器材和标本，节省实验材料和药品，注意安全。本组同学应分工合作，各项工作轮流担任，使每个人都有学习和操作的机会。
- (4) 仔细观察实验过程中出现的现象，随时记录并联系讲授内容加以深刻思考。

3. 实验后

- (1) 将实验用具整理就绪，所用器械擦洗干净，清点数目，如数归还。
- (2) 认真收集整理实验所得的记录和资料，对实验结果进行分析和讨论，并得出结论。
- (3) 认真撰写实验报告，按时送交指导教师评阅。

四、实验报告的要求

实验报告是对实验的总结，是表达实验研究结果的一种形式。书写实验报告是

一项重要的基本技能训练,是学习书写论文的基础。书写实验报告应注意内容真实、准确,文字简练、通顺,书写整洁、清晰,表达符号、外文缩写和单位度量要准确规范。

1. 书写要求

实验报告需注明姓名、专业、年级、班次、组别。实验完成后,要对实验结果进行整理和分析。实验报告书写要求如下:

(1) 注明姓名、班次、性别、日期及室温等。

(2) 实验题目:要求简洁、鲜明,能够概括地表达实验内容。

(3) 目的:说明为什么要进行该项试验、解决什么问题、具有什么意义。通过实验目的可以了解实验者对实验的目的和意义的理解程度。

(4) 原理与方法:一般不必描述,如果实验仪器或方法临时有所改变,作简单的说明。

(5) 对象(设计性实验):若观察人的生命指标,须注明性别、年龄、职业、健康水平;若进行动物实验,须注明动物来源、种属、性别、年(周)龄、健康状况。

(6) 试验器材和药品:器材方面,所有的实验仪器、器械、辅料应介绍齐全,包括名称、型号、规格和数量;药品要注明中英文及其缩写、来源和批号剂量、施加途径与手段。

(7) 步骤(设计性实验):按顺序用序号列出每一步操作,说明实验过程中的具体步骤,并描述实验过程中的具体操作方法。

(8) 结果:是实验中最重要的一部分,应将实验过程中所观察到的现象真实、正确地记录。实验结束后,根据记录填写实验报告,不可单凭记忆,否则容易发生错误或遗漏。如果实验结果自动打印出来,则将其直接贴到实验报告纸上。

(9) 分析与讨论:据已知的理论知识对实验结果进行解释和分析,判断实验结果是否与理论相吻合。如果出现非预期的结果,应考虑和分析其可能原因,并指出实验结果的生理意义。讨论是实验报告的核心部分,必须独立完成。提倡学生根据实验结果提出自己的独到见解与认识以及需深入探索的课题。

(10) 结论:应与本次实验的目的相呼应。结论是从实验结果和分析讨论中归纳出的概括性的判断,即用本次实验所能验证的理论做简明的总结。结论要文字精练、准确、客观,未能得到充分证据的理论不应写入结论。

2. 实验报告的一般格式

运动生理学实验报告单

实验名称: _____

姓名: _____ 班级: _____ 组别: _____ 性别: _____ 指导教师: _____ 日期: _____

(1) 实验目的:

(2) 实验原理与方法:

(3) 实验对象:

- (4) 实验仪器与药品:
- (5) 实验步骤:
- (6) 实验结果:
- (7) 分析与讨论:
- (8) 结论:
- (9) 评语:

第二节 常用仪器设备

一、常用手术器械

1. 常用手术器械

(1) 手术刀。主要用于切开皮肤或内脏器官。常用手术刀为刀柄和刀片分离式，使用时组合起来。也有刀柄和刀片相连的，可以直接使用。根据手术的部位与性质，可以选用大小、形状不同的手术刀片（图1-1）。

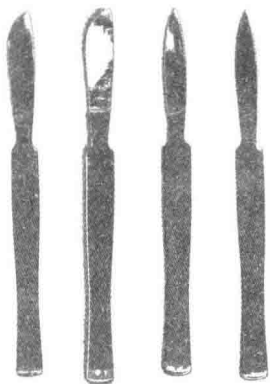


图1-1 手术刀

(2) 手术剪。主要用于剪皮肤或肌肉等较粗大的软组织及分离组织和手术中使用的结扎线等，如利用剪刀的尖端，插入组织间隙，分离无大血管的结缔组织等。手术剪有弯、直两型，各型又有长、短、大、小及尖、钝头部之分（图1-2）。



图1-2 手术剪与持剪姿势

(3) 手术镊。手术镊主要用于夹持或牵拉切口处的皮肤或肌肉组织。眼科镊用于夹持细软组织。手术镊有圆头和尖头 2 种, 又有直头与弯头之分, 还有有齿和无齿之别, 而且长短不一、大小不等 (图 1-3), 可根据手术需要选用。

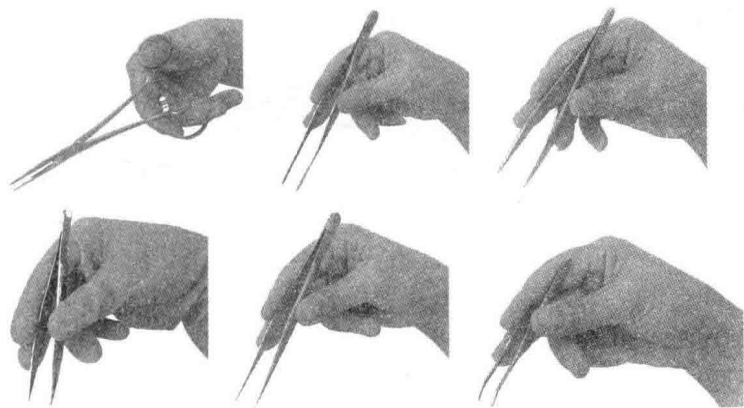


图 1-3 手术镊和持镊姿势

(4) 玻璃解剖针 (玻璃分针)。专门用于分离神经和血管的玻璃制针状器械, 有直头和弯头之分, 尖部圆滑, 分离时不易损伤神经和血管。

(5) 止血钳。止血钳主要用于分离组织和止血, 不同类型的止血钳有不同的用途。执止血钳的姿势与执手术剪的姿势相同。常用的止血钳有弯止血钳、蚊式止血钳、直止血钳 3 种。

2. 常用手术器械使用注意事项

(1) 手术器械在使用后一定要擦干净, 并用乙醇消毒, 以免器械生锈和被污染。在保存期间保持器械的干燥。

(2) 手术操作过程中使用器械, 特别是刀片等锐器应注意安全, 避免造成对自身的伤害, 尤其要防止动物体内的体液或污染物感染手术者的伤口。

(3) 手术时要细心使用器械, 避免造成非手术部位的出血; 切不可导致动物重要器官的大出血, 否则会影响实验结果, 甚至造成动物手术中死亡。

(4) 手术前要处理好动物, 需要麻醉的要按麻醉的程序操作, 如麻醉程度不够, 会导致动物在手术中强烈挣扎, 使用器械时容易造成误伤。

二、运动负荷器械

1. 跑台

跑台是提供运动负荷的主要设备之一, 分为人体跑台和动物转台两大类。可将人体跑台与心肺功能测试系统、心电图机、肌电测试仪等联机进行多种实验与研究, 通过改变坡度、速度 (转速)、运动时间调节负荷量, 提供特定的训练程序和进行多种生理功能测试与评定。例如, 训练水平和身体功能测试、人工控制和内置训练方案、心肺功能评价、无氧功率测定和能量消耗测定等。可广泛用于运动人体科学实验、运动训练、运动选材和全民健身体质监测等工作中, 是体育实验教学、训练和

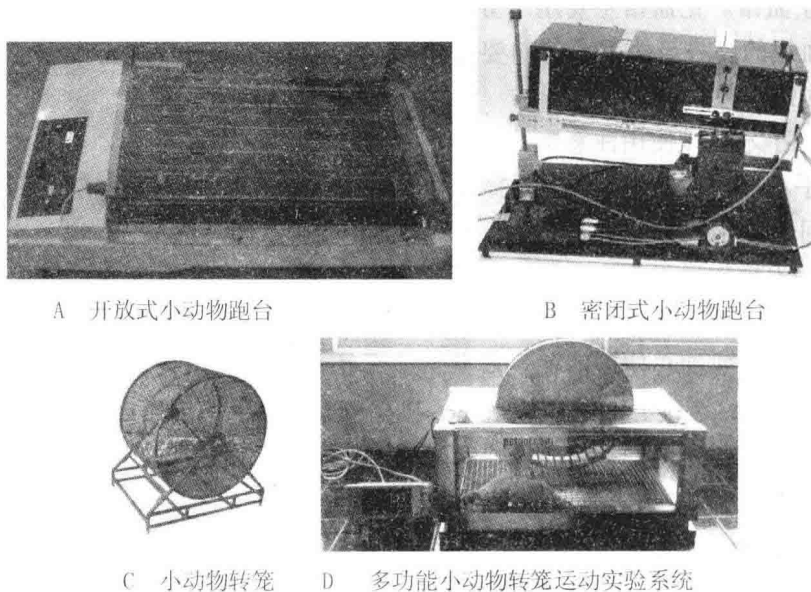
科学研究的必备设施。目前，国内市场销售的人体跑台种类和品牌众多，根据实际需要，可选择不同规格和型号的跑台（图 1-4）。



图 1-4 人体运动跑台

2. 动物跑台

动物实验在运动生理学研究占有特殊的地位。实验动物作为人的替身是运动生理学研究不可缺少的工具。随着运动生理学研究的不断深入，大量的细胞和分子水平的研究工作已完全基于动物实验。研究中小动物（大鼠、小鼠）一直是首选的实验动物，而小动物的跑台运动则是模拟人体运动的最佳模式。许多经典实验模型都是基于跑台运动模式而建立的。当前，小动物跑台可以分为 3 种：开放式小动物跑台、密封式小动物跑台和小动物转笼（图 1-5）。



A 开放式小动物跑台

B 密封式小动物跑台

C 小动物转笼

D 多功能小动物转笼运动实验系统

图 1-5 动物跑台和小动物转动跑笼

3. 功率自行车

功率自行车（cycle ergometer）也是提高运动负荷的重要设备之一，可与心率计、心肺功能测试系统、运动心电图机等联合使用（或单独使用）。用于测定功率、每分钟摄氧量、最大摄氧量、乳酸阈、心肺功能和身体功能评定等，可直接用于运动训练。根据实验内容或用途，可选择不同规格和型号的自行车。实验室常用的功

率自行车如图 1-6。



图 1-6 功率自行车

4. 台阶

台阶是台阶试验的主要设备之一，主要用于提供运动负荷。而台阶试验是一种测量心血管机能的方法，它利用上下一定高度台阶所持续的运动时间，与运动后心率的恢复速度之比来计算指数，从而评价心血管系统对运动负荷的反应。它是各类学校和成年人体质测试的必备仪器之一。最早的台阶试验是由美国哈佛大学研究设计的（称为哈佛台阶试验），其台阶高度为男 50.8 cm、女 42.6 cm。我国在引用哈佛台阶试验时，将台阶高度规定为男 50 cm、女 42 cm。后来经过多次改良，现在开始生产适合不同人群的多规格台阶，如初中以上男子用高 40 cm 台阶，女子及小学五六年级男生用高 35 cm 台阶，有的初中生以下使用台阶高度为：男 30 cm、女 25 cm。使用单位可根据实际需要选购不同规格的台阶。

传统的台阶试验采用手工秒表计时、手工切脉、手工记录数据、手工计算等，而现在新开发的台阶试验配套设备均已完全电子化，大大提高了台阶指数测试的效率和数据准确性。如采用高灵敏度光电指脉传感器测试脉率，大屏幕液晶显示便于读数，配有数据接口，可与计算机连接，两种供电方式，适合普通电池供电的户外测试，同步语音提示，心率测量范围为 40 ~ 240 次/min 等。

三、生物信号记录、处理系统

1. 电刺激器

电刺激器是生理实验中最常用的刺激形式，它可以比较准确地控制刺激强度，并且重复刺激不易引起组织损伤而被广泛使用。电刺激器的种类很多，如 JL-C 型电刺激器（图 1-7）。

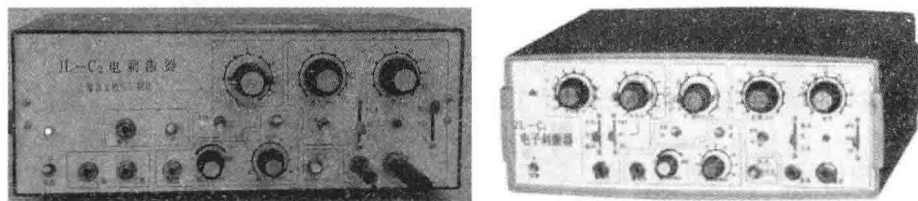


图 1-7 JL-C 型电刺激器

2. 生理记录仪

生理记录仪有二道、四道和多道3类(图1-8),是生理实验中常用的仪器。多道生理记录仪可以同时记录脑电图、肌电图、心电图、脑和肢体血流图、血压、呼吸、心率、体温等指标。实验者可根据自己的需要,选择不同的换能器来观察和记录生理指标的变化。

二道生理记录仪比较简单,只有压力和张力两个换能器,可以同时描记血压(通过压力换能器)和肌肉收缩、呼吸或心搏(通过张力换能器)。

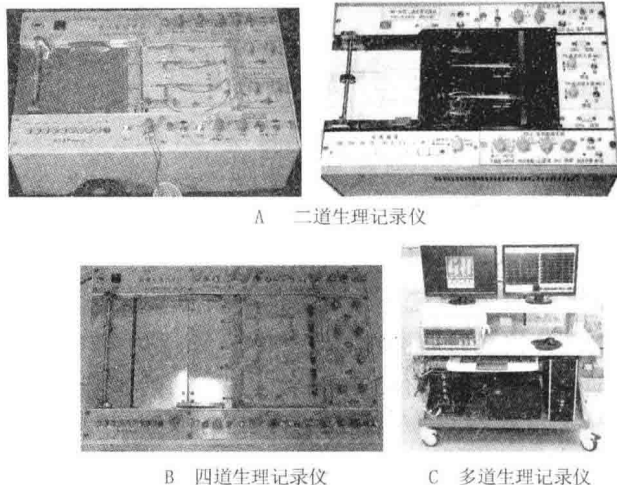


图1-8 生理记录仪

3. 心电图机

心脏兴奋所产生的生物电变化使体表任意两点间存在着电位差,将测量电极放置在人体表面的特定部位所记录到的心脏变化曲线,就是心电图(Echocardiogram, ECG)。心电图机是记录心电的专业仪器(图1-9)。

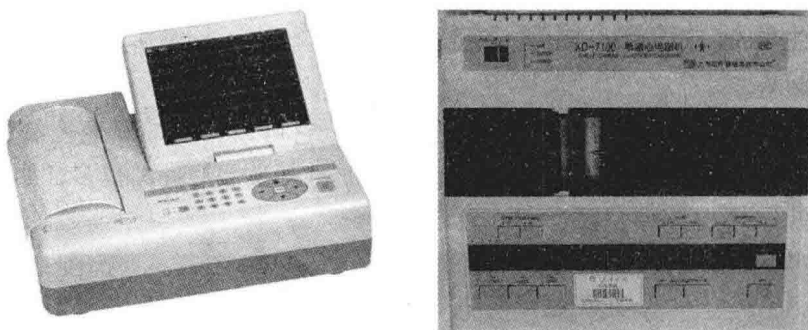


图1-9 心电图机

4. 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

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，从而在生理学、药理学和病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（图 1-10）。

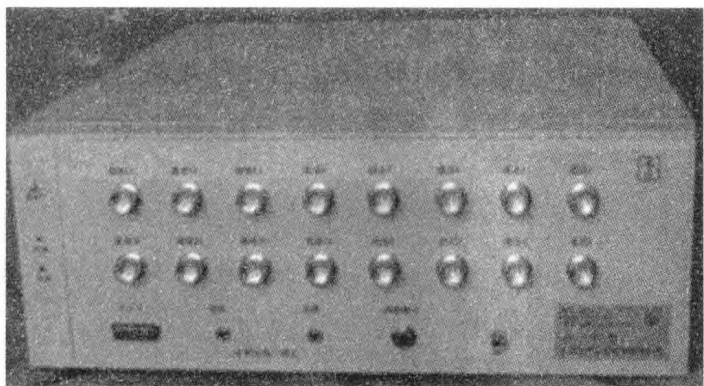


图 1-10 生物信号采集与处理系统

四、血液分析仪

血液的许多特性，虽然临床上可通过化学和物理学的方法获得，但对血液学的评估，几乎总是离不开对血液有形成分进行计数并观察各类细胞的形态。传统的检查方法采用显微镜、计数板等简单器材以独立、分散的方式进行。这些检测早年是由手工方法去完成，但检测结果受到检验人员技术熟练程度的影响。20 世纪 50 年代初，美国的 Coulter 兄弟应用电阻抗原理首创了最早的血液分析仪（Coulter Model A 型），能对血液中红细胞和白细胞进行计数，开创了血液分析仪器的新时代。血液分析仪因其检查精密度高、分析速度快、易于操作弥补了手工分析重复性差、速度慢和难以标准化的弱点，半个世纪以来，仪器的检测参数有很大提高，目前在我国已被广泛使用（图 1-11）。

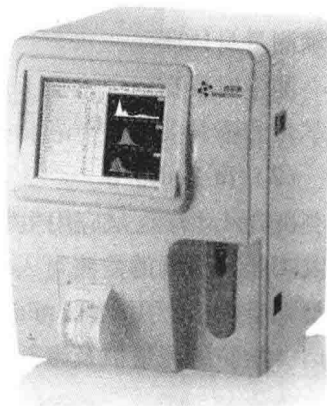


图 1-11 全自动血液分析仪

五、人体成分分析仪

人体健康需要合理的体重和体成分比例。人体成分的数量及其分布，不但影响体质的强弱，其异常的数量增长和分布还会对人体的健康产生不利的影 响。因此，人体成分被认为是与健康相关的体质评价指标。目前有十几种有效测定人体成分的方法，如水下称重法、皮褶厚度法、体质指数法（body mass index, BMI）、生物电阻抗法、空气置换法、双能 X 射线吸收法、CT 断层扫描法、核磁共振法和红外线测量法等。为了便于人体成分的实验研究，现将常用手法所需要的仪器作简要介绍。

1. 皮脂厚度计

皮脂厚度计（卡钳）是皮褶厚度法所用的量具（图 1-12）。使用前需将指针对准刻度“0”位。一手持皮脂厚度计呈水平位置，并在下方测试臂顶端的小孔上挂 200 g 重的砝码，使下方弓形臂的根部与该臂顶端的极点在上一水平线。此时圆盘内的指针应处于 15~25 mm 范围内，表明两接触点的压力符合每平方毫米 10 g 的要求。若指针超过 25 mm 的范围，需增加压力；若指针低于 15 mm，则减小压力，使指针在要求范围之内。

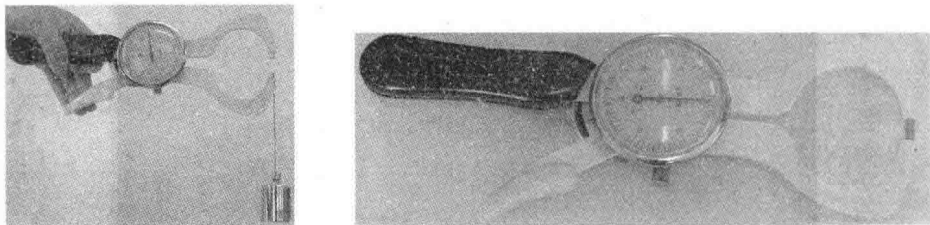


图 1-12 皮脂厚度计

2. 生物电阻抗体成分分析仪

(1) BI-310 生物电阻抗体成分分析仪

该仪器是生物电阻抗法（BIA）常用的测量仪器，以人体电阻为基本数据，能够准确测量身体脂肪、水分、瘦体重比例，各部分的相对重量，以及基础代谢量。

测量时要在腕部和踝部放置体表电极并使用无痛电流。右手手背腕横纹处，二、三掌骨和指骨关节处。右脚脚踝横纹处，二、三掌骨和趾骨关节处。

(2) In Body3.0

In Body3.0 也是应用生物电阻抗法的常用仪器，采用 8 个接触电极，多元回归分析及多频率检测的方法对人体成分进行综合分析。受试者只需握住手部电极，站在足部电极上，用 1~2 min 时间即可完成全部测量，并立即得出人体成分、蛋白质、肌肉、脂肪的测量值及腹部脂肪比率和体脂百分比等多项指标。（图 1-13）

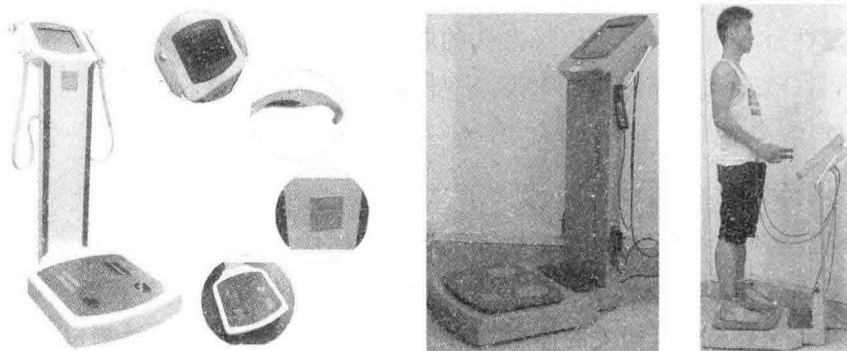


图 1-13 生物电阻抗体成分分析仪

六、等速肌力测试系统

采用等速肌力测试系统测试肌力时，仪器所提供的阻力与肌肉收缩的实际力矩输出相匹配，为一种顺应性阻力。这种顺应性阻力使整个关节活动中每一瞬间或不同角度，都能承受相应的最大负荷，产生最大张力和力矩输出。系统自动将关节运动中瞬间的力矩变化都记录下来，通过计算机处理，得到力矩曲线及多项反映肌肉功能的参数，作为评定肌肉运动功能的指标，这种测试方法称为等速肌力测试。

等速肌力测试系统可以提供自定义运动模式，可自行设计多种复杂的运动组合，模拟多种复合式运动。

目前使用的等速肌力测试系统有 Con-Trex、Cybex Kin-com、Biodex、Lido。

七、运动心肺功能测试系统

运动心肺功能测试主要是利用气流监测器和呼吸换气分析仪器，结合计量运动器材和运动心电图，测试机体的心、肺及肌肉系统功能。（图 1-14）

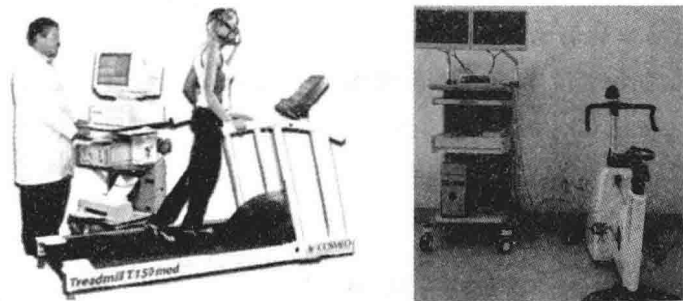


图 1-14 运动心肺功能测试系统

气流监测器可以测出每次呼吸的气流，了解受试者的气流是否顺畅。呼吸换气分析仪可测出呼吸时氧气的消耗量和二氧化碳的产生量，了解受试者的心肺功能。如结合运动心电图，则可进一步了解心功能状态。计量运动器则可测出肌肉骨骼系统的能量和所做的功。