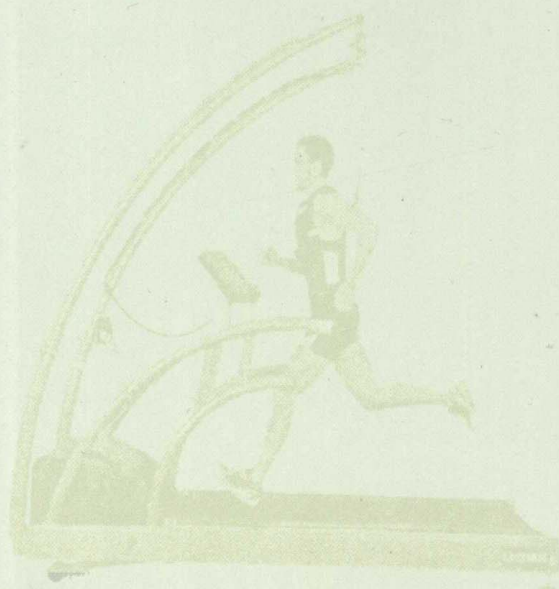


Yundongrentikexueshiyan

运动人体科学系列教材

运动人体科学实验指导

刘忆冰 马东晓 于 淼 主编



中国商业出版社



运动人体科学实验 (I)

运动人体科学实验指导

刘忆冰 马东晓 于 森 主 编

中国商业出版社

图书在版编目(CIP)数据

运动人体科学实验指导/刘忆冰,马东晓,于森主编.

北京:中国商业出版社,2007.5

ISBN 978-7-5044-5907-7

I.运… II.①刘… ②马… ③于… III.人体
运体-人体学-实验-高等学校-教学参考资料
IV.G804-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 056013 号

责任编辑:刘树林

中国商业出版社出版发行

(100053 北京广安门内报国寺1号)

新华书店总店北京发行所经销

长春市鑫源印业有限公司印刷

*

787×960毫米 16开 16.75印张 302千字

2007年5月第1版 2007年5月第1次印刷

定价:26.00元

* * * *

(如有印装质量问题可更换)

编 委

(以姓氏笔画为序)

马东晓

马国东

于 森

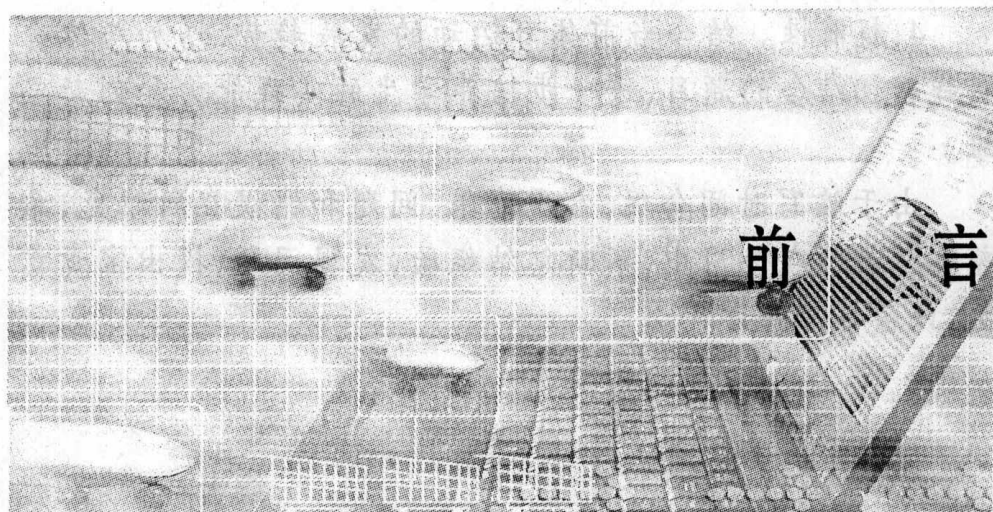
冯玉蓉

刘忆冰

刘志二

刘 娜

何 琳



本书是根据《全国普通高等学校体育教育专业本科课程方案》和《普通高等学校本科体育教育专业九门主干课程教学指导纲要》精神,以普通高等学校教材《人体解剖学》、《人体生理学》、《体育保健学》及《运动解剖学》、《运动生理学》、《运动生物化学》、《运动生物力学》、《运动医学》为蓝本,针对教育部对本科教学水平评估要求编写而成,全书分为“运动人体科学实验基础知识”、“验证性实验”、“综合性实验”及“创新性和设计性实验”四大部分。

本书可供普通高等学校体育教育专业和体育院校本科、专科和函授学生使用,也可供教练员、运动员以及体育工作者参考。本书的基本特点有:

1. 通用性。能适应全国体育院校不同层次运动人体科学学科教学的需要,并且重点突出。

2. 实用性。所选实验是体育院校实验课中能够反映本学科教学中学生动手能力的经典实验,可为培养学生动手能力提供方便。

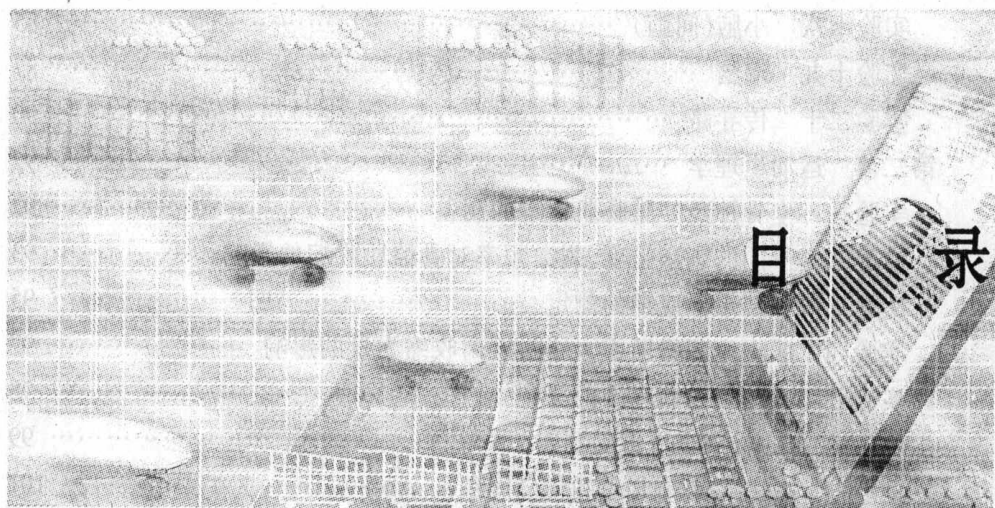
3. 代表性。所选实验突出了学科特色、地方特色。

4.超前性。结合当前体育运动的发展趋势,增加与体育实践密切结合的题目,进一步培养学生的实践能力和创新思维。

由于编写时间仓促,水平有限,问题和错误在所难免,希望各位教师在使用中,不断总结经验,发现问题,提出宝贵意见,以备日后修订。

编者

2007年2月28日



前 言	1
第一章 运动人体科学实验基础知识	1
第二章 验证性实验	44
第一节 运动解剖学实验	44
实验一 细胞和组织	44
实验二 运动系统总论	46
实验三 上肢骨及其连结	48
实验四 下肢骨及其连结	50
实验五 中轴骨及其连结	53
实验六 上肢肌	55
实验七 下肢肌	56
实验八 躯干肌	57
实验九 消化系统	59
实验十 呼吸系统	64
实验十一 泌尿系统	66
实验十二 心脏	68
实验十三 动脉	72
实验十四 视器	75
实验十五 前庭蜗器	79
实验十六 脊髓	81
实验十七 脑干	82

实验十八 小脑(间脑)	85
实验十九 端脑	87
实验二十 传导路	90
第二节 运动生理学	92
实验一 坐骨神经-腓肠肌标本的制备	92
实验二 不同的刺激强度、刺激频率对骨骼肌收缩的影响	93
实验三 神经干不应期的测定	95
实验四 肌肉生理横断面大小对肌肉收缩力量的影响	97
实验五 人体表面肌电图的描记	98
实验六 人体 ABO 血型的测定	99
实验七 蛙心室期前收缩和代偿间歇	101
实验八 离体大鼠心脏灌流	102
实验九 心输出量的影响因素	105
实验十 人体心音听诊及心电图的描记	107
实验十一 肺通气功能的测定	110
实验十二 通气阈的测定	112
实验十三 个体乳酸阈的测定	113
实验十四 尿生成的影响因素	114
实验十五 前庭功能稳定性的测定	116
实验十六 反应时的测定	118
实验十七 本体感觉功能的测定	119
实验十八 毁损小白鼠一侧小脑的观察	121
第三节 运动生化指标的测定与应用	122
实验一 血红蛋白的测定(氰化高铁血红蛋白法)	122
实验二 尿蛋白的测定	124
实验三 血乳酸的测定	128
实验四 尿肌酐的测定(碱性苦味酸法——jaffe 反应法)	130
实验五 血浆尿素氮的测定(二乙酰-胍法)	132
实验六 血糖的测定(葡萄糖氧化酶——过氧化物酶法)	134
实验七 血浆免疫球蛋白的测定	136
实验八 血睾酮和皮质醇的测定	138
实验九 血脂的测定	141
实验十 磷酸肌酸激酶及肌酸激酶同工酶活性测定	146

实验十一 肝糖原的提取和测定	150
实验十二 血清丙氨酸氨基转移酶活性测定	152
实验十三 温度和 pH 对酶活性的影响	153
第四节 运动医学与体育保健学	155
实验一 止血	155
实验二 绷带包扎	158
实验三 伤员搬运	159
实验四 心肺复苏	162
实验五 冷热疗法	164
实验六 拔火罐	166
实验七 按摩基本手法(一)	168
实验八 按摩基本手法(二)	176
第五节 运动生物力学	180
实验一 人体一维重心测量	180
实验二 分析法、图解法测定人体重心	181
实验三 测定人体局部肢体重心	184
实验四 不同跑速时步长与步频关系实验	185
实验五 绘制运动中人体点的轨迹	186
实验六 绘制人体运动简图	187
实验七 测定人体确定点运动速度随时间的变化曲线	188
实验八 测定人体重心运动速度随时间的变化	189
实验九 测定短跑中人体关节角度随时间的变化	190
实验十 转椅实验——动量矩守恒定律的验证	190
第三章 综合性实验	192
第一节 运动解剖学	192
实验一 发展上肢肌肉力量与伸展性练习	192
实验二 发展下肢肌肉力量与伸展性练习	196
实验三 发展躯干肌力量与伸展性练习	198
第二节 运动生理学	200
实验一 不同负荷对肌肉收缩张力、收缩速度和输出功率的影响	200
实验二 时间、动作关系的表面肌电分析	201
实验三 视野和眼肌平衡的测评	202
实验四 神经干动作电位的引导及传导速度的测定	206

实验五	大脑皮层运动区功能定位和去大脑僵直	208
实验六	人体安静与运动过程中心率和动脉血压的测定	210
实验七	PWC ₁₇₀ 的测评	213
实验八	最大摄氧量的测评	214
实验九	无氧功率的测评	217
实验十	肌肉力量的测评	219
实验十一	体成分的测量和评价	222
实验十二	活动性休息对人体工作能力的影响	227
第三节	运动生化指标的测定与应用	229
实验一	急性无氧运动强度的评定	229
实验二	无氧间歇运动训练课运动负荷的评定	230
实验三	力量训练运动强度的评定	232
实验四	一堂周期性耐力运动训练课强度和运动负荷的评定	233
实验五	一次有氧运动负荷的评定	234
实验六	无氧、有氧混合型运动负荷的评定	235
实验七	有氧耐力运动锻炼效果的综合评定	236
实验八	有氧力量锻炼效果的综合评定	237
第四节	运动医学与体育保健学	239
第五节	运动生物力学	241
实验一	纵跳实验	241
实验二	双脚原地纵跳的力学特征分析	242
实验三	在技术图片上测定人体稳定角	243
第四章	创新性和设计性实验	245
主要参考书目		254

第一章

运动人体科学实验基础知识

一、实验课的基本任务和目的

运动人体科学是以实验为基础的学科,实验课是相关课程的重要组成部分。通过实验课教学,使学生加深对基本理论的理解,加强理论与实际的联系;逐步掌握人体基本结构、基本生理、生化和生物力学指标的测试与方法及其在运动训练中的应用;培养学生实际动手能力、严谨的科学态度和实事求是的工作作风;以及分析问题和解决问题的能力,为使其科学地组织体育教学,指导体育锻炼和课余体育训练,并为开展体育科学研究奠定初步基础。

二、实验结果的整理和实验报告

(一)实验结果的整理

整理实验结果就是将实验过程中所观察到的现象和所获得的数据进行系统化、条理化的整理、归类、分析和统计学处理并找出规律的过程。

在所得实验结果中,凡属可以定量检测的数据,如高低、长短、快慢等均应以规定的单位和客观的数值予以表达,必要时可进行统计学处理,以保证结论的可靠性。凡有曲线记录的实验结果,为了便于比较和分析,可用表格或绘图形式表示。制作表格时,一般将观察项目列在表内左侧,由上而下逐项填写,将实验中出现的变化或结果,按照时间顺序由左至右逐一填写。绘制坐标图时,应在纵坐标和横坐

标上列出数字,标明单位,一般以纵坐标表示所发生的各种反应,横坐标表示时间或各种刺激条件,并在图的下方注明实验条件。形态学观察为主的实验结果,要将所观察到的细胞、组织和器官的形态、结构以绘图的形式表示在实验报告上。

(二)实验报告的撰写

1. 实验报告是报告人实验操作、观察和独立思考的结果,示教实验和自己做的实验均要每人写出实验报告,且必须实事求是,文字图表力求简明准确。

2. 实验报告必须按时完成。

3. 按照实验的具体要求,认真写出实验报告。具体项目如下:

(1) 实验题目:即每次实验的名称。

(2) 一般情况:包括实验人员的姓名、年级、系别、专项、班次、组别和实验日期。

(3) 实验目的:要求尽可能简洁、明了。

(4) 实验原理:要求清楚、明确。

(5) 实验对象、实验仪器与材料:要依照实验过程如实填写。

(6) 实验方法和步骤:如实验指导有详细介绍,只需简明、扼要、清晰、条框式写明主要实验方法、实验技术和实验技术路线。

(7) 实验结果:根据实验目的和观察过程,将原始记录系统化、条理化。其表达方式一般有三种:

A. 叙述式:用文字将观察到的与实验目的有关的现象客观地加以描述。描述时应有时间概念和顺序。

B. 表格式:最常用。能较为简明地反映观察内容,有利于相互比较,使结果一目了然,可根据实验内容自己设计表格,表内应有标题和计量单位。

C. 简图式:实验中描记的结果可用曲线图表示,直接载入实验报告中,也可取其不同的时相将结果记录在坐标系内,而后连结为曲线,最适合于某些机能变化的动态观察,能够清楚地反映变化及趋势。

(8) 讨论:将实验说明的问题以及从实验所得的结果,围绕实验目的,根据已知的理论知识对结果进行讨论、分析和逻辑论证。如果在实验中出现非预期结果,应该分析其可能的原因。

(9) 结论:实验结论是从实验结果中归纳出的概括性判断,即实验所能验证的概念、原则或理论的简明总结,应用简练的语言严谨地表达结论,切忌盲目抄袭书本或别人的实验报告。

三、运动人体科学实验常用仪器

(一) 运动解剖和运动生物力学

1. 光学显微镜。光学显微镜主要由三部分组成:一是光学放大系统,为两组玻璃透镜:目镜和物镜;二是照明系统,包括光源、折光镜和聚光镜,有时另加各种滤光片以控制光的波长范围;三是机械和支架系统,主要是保证光学系统的准确配置和灵活调控。对任何显微镜来说,最重要的性能参数是分辨率,即区分两个质点的最小距离。这两点间的距离取决于光源的波长、物镜镜口角和介质折射率,普通光镜的最大分辨率是 $0.2\mu\text{m}$,最大放大倍数是 1000 倍。在运动解剖学实验中多用于细胞或组织切片的观察。



图 1-1 光学显微镜

2. 电子显微镜。电子显微镜在基本原理上与光学显微镜完全不同,构造更要复杂得多。它的最大分辨率是 0.2nm ,最大放大倍数是 106 倍。电子显微镜主要有四部分组成:一是电子束照明系统,包括电子枪和聚光镜。由高频电流加热钨丝发出电子,经高电压使电子加速,经聚光镜汇聚成电子束;二是成像系统,包括物镜、中间镜和投影镜等。它们是若干精密加工的中空圆柱体,里面装制线圈,通过改变线圈的电流大小,调节圆柱体空间的磁场强度。电子束经过磁场时发生螺旋运动,最终的结果如同光线通过玻璃透镜时一样,聚焦成像;三是真空系统,用两极真空泵不断抽气,保持电子枪、镜筒及记录系统内的高真空;四是记录系统,电子成像须通过荧光屏显示用于观察,或用感光胶片被记录下来。

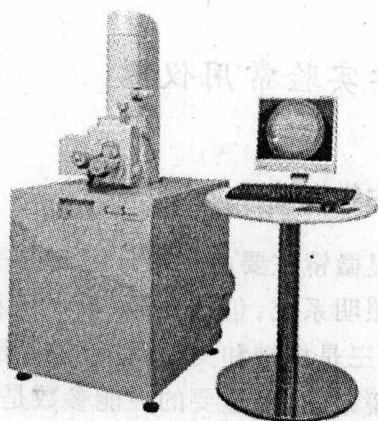


图 1-2 扫描电子显微镜

3. SIMIMotion 运动录像分析系统。运动录像解析是运动生物力学最基本的研究手段和方法。德国 SIMIMotion 运动录像分析系统可应用于体育运动的技术分析及教学,运动医学,康复医学、人机工程学和动画制作等领域。SIMIMotion 系统是目前世界上唯一的能够同时兼容足底压力分布数据、测力平台数据、肌电数据、模拟和数字录像的、开放的运动生物力学之运动学和动力学的综合分析平台。

它具有标志点自动识别和跟踪解析、无标志点系自动跟踪解析、手动解析关节点图像放大、多图像同屏解析、单幅图像测量等功能。还备有 4 个数据计算软件模块分别为:

数据数学处理模块:28 种数学处理功能。可对所选择的数据进行微分、积分、傅利叶处理以及坐标系的平移和旋转等进行处理。

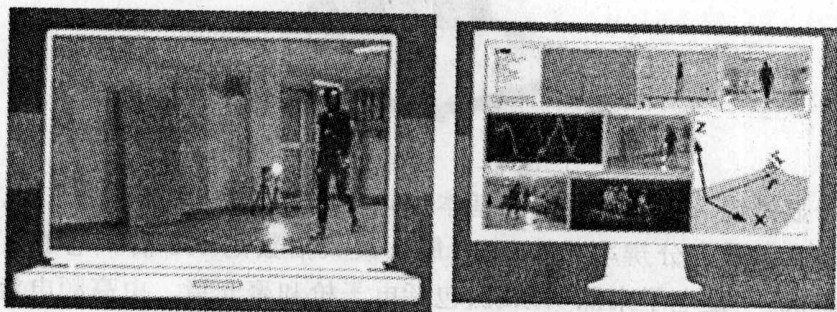


图 1-3 标志点自动识别和跟踪解析

数据算术运算模块:11 种运算功能。可对所选择的数据进行相加、绝对值、乘以常数等。

角度距离计算模块:有 17 种计算功能,可计算得到平面和空间三点或四点所构成的角度、与某一坐标平面的夹角,以及平面和空间距离等数据。

数据平滑处理模块:9种数据平滑处理方法。有移动平均、低通滤波和样条函数等。

多种数据格式输出与多种其他软件兼容匹配:系统分析的数据可以以文本格式输出,应用于其他的电子表格软件(如 Excel 等)进行进一步的处理分析,而且可以以多种动画制作应用软件(如 3DMAX、Poser、Lightwave、Cinema4D 等)的数据格式输出,并应用于人体动作的动画制作。

该系统还提供了各种不同的方法来详细地分析任何一种运动形式。在数据转换中所创建的运动图形可应用于体育的训练和教学、科研分析和康复过程的控制等众多的领域。

从物体运动空间的任何方向来观察棍图,棍图可以以任何速度来进行回放。

距离、角度和速度等生物力学参数可以用图形来显示。相应棍图的同步显示可使对图形结果的分析更加直观。棍图和图形显示的数量颜色等选择几乎没有限制。

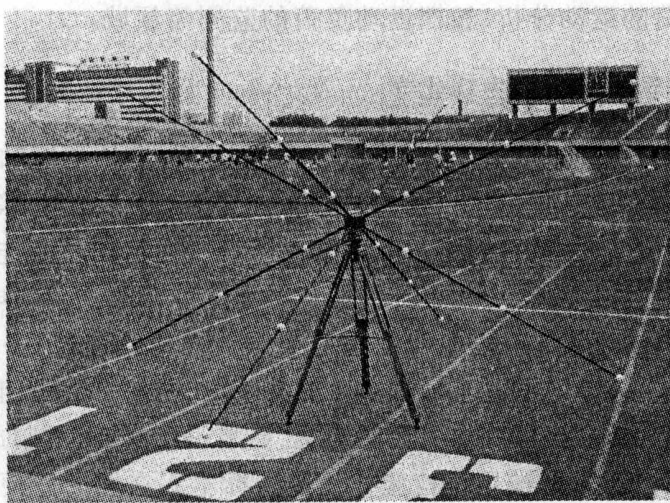


图 1-4 simimotion 定标杆

该系统支持多种高速摄像机:系统不仅可支持标准录像(PAL:50 场/秒)的录像分析,而且支持不同速度的高速摄像机(如,KODAK NAC Redlake WeinbergerAG BASLER 等)所拍摄的运动录像。并可与测力台(如 AMTI)脚底压力分布测量系统(如 NOVEL,FSCAN 等)以及肌电的测量数据可由系统的外部数据接口输入到系统内与录像分析获得的运动学数据同屏显示和分析比较。是一个开放的生物力学分析平台。

4. Novel 系列压力分布测试系统。Novel 系列压力分布测试系统由 NOVELmed 高分辨率压力分布测量平板和分布测量鞋垫组成。基于标准化电容式传感器原

理,平板由多达 6000 个传感器构成,可测量的参数包括:各点的压力、平均压力、接触面积以及压力中心位置(X/Y 坐标)。不但具备静态测量功能—测量静态站立时的足底压力分布,还能够以每秒 150000 传感器扫描频率,记录动态数据,真实地测量出运动时足部的压力,多元化的分析软件可对测量的压力数据进行详细全面的分析,并加以量化,如:步伐长度和宽度的改变,内翻足和外翻足的位置,足部接触地面的面积,脚趾、关节、韧带等等。emed 系统还可同时连接其他测量系统(例如:肌电系统、摄影系统等),并可提供同步脉冲触发信号。测量脚底压力分布,下肢承受力提供重要信息。它的传感器以矩阵方式配置,可识别每一个传感器从而进行全面地分析。利用专利设计的 noveltrublu 标准模块,emed 系统的所有传感器可同步加载,每个传感器的标准曲线可以单独计算出来,校准过程中,压力数据会实时显示,用户可确认其准确性。

该系统能够非常准确和可靠的测量足底动态压力分布,可广泛用于步态分析、康复评估、鞋的研究和开发、辅助优化鞋的设计和矫形鞋的设计、各样体育运动分析、长期运动负荷的运动分析、长期运动负荷的监测等领域。

(二)运动生理学和运动生物化学

1. 刺激电极。刺激电极的种类很多,如普通电极、保护电极和乏极化电极等。在运动生理学实验中常用的有普通电极、保护电极和乏极化电极等。普通电极系两根银丝装在绝缘框套内,一端通过电线与电子刺激器输出端相连,以引导电刺激脉冲;另一端使银丝裸露少许,通过与组织接触而施加刺激。保护电极即将两根银丝包埋在绝缘框套中,一端通过电线与电子刺激器输出相连,另一端挖有空槽,银丝在槽内裸露少许。它主要用于刺激在体的神经干,以保护周围组织免受刺激。

2. 锌铜弓。将一锌片及铜片的一端相连接,而另一端分离,所制成的弓状或镊子状实验用具称为锌铜弓。常被用作检验神经肌肉标本兴奋性的简便刺激装置。使用时,用少许林格液湿润,其间不可加有很多溶液,以免短路,手与金属片间应绝缘。

3. 常用实验动物手术器械。

I. 手术剪。手术剪分尖头剪和钝头剪两种,其尖端有直、弯之别,主要用于剪皮肤或肌肉等粗软组织。此外也可用来分离组织,即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。

II. 粗剪刀。用于剪实验动物皮毛以及蛙类的骨、皮肤等粗硬组织。

III. 手术刀。主要用于切开和解剖组织,根据手术部位与性质不同更换大小不同的刀片。手术刀片有圆、尖、弯刃及大小、长短之分。手术刀柄也有大小及长短之分。正常的持刀方法有四种:执弓式、执笔式、握持式和反板式。

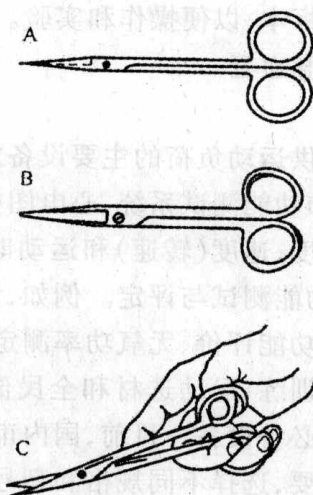


图 1-5 A 尖头剪 B 钝头剪 C 正确持剪法

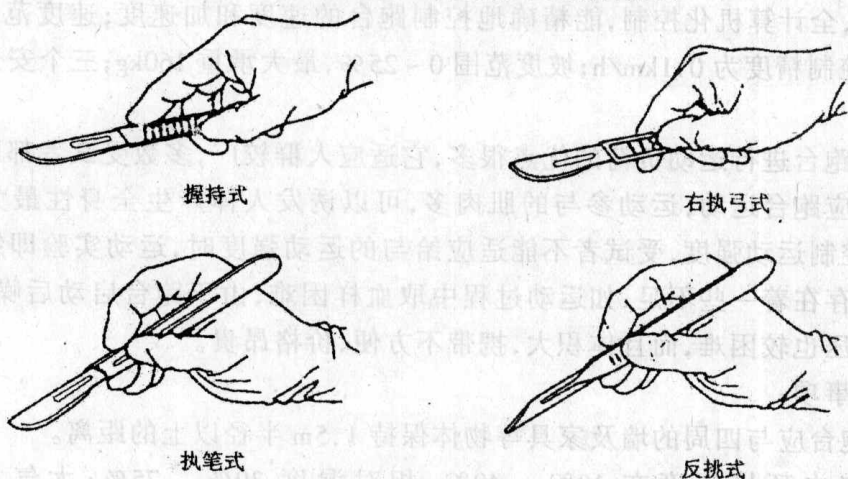


图 1-6 四种持刀法

IV. 手术镊。手术镊分有齿和无齿两种,且长短不一,主要用于夹住或提起组织,以便于剥离、剪断或缝合。有齿镊用于夹持较坚韧的组织,如皮肤、筋膜、肌肉等。无齿镊用于夹持较脆弱的组织,如血管等。正确的执镊方法为:以拇指对食指和中指,轻稳和用力适当的把持。

V. 血管钳(止血钳)。主要用于钳夹血管或出血点,以达到止血的目的,也用于分离组织、牵引缝线、把持和拔出缝针等。

VI. 金属探针。用于破坏脑和脊髓。

VII. 玻璃分针。用于分离神经和血管等组织。

VIII. 蛙心夹。夹住蛙心,以描记心脏舒缩活动。