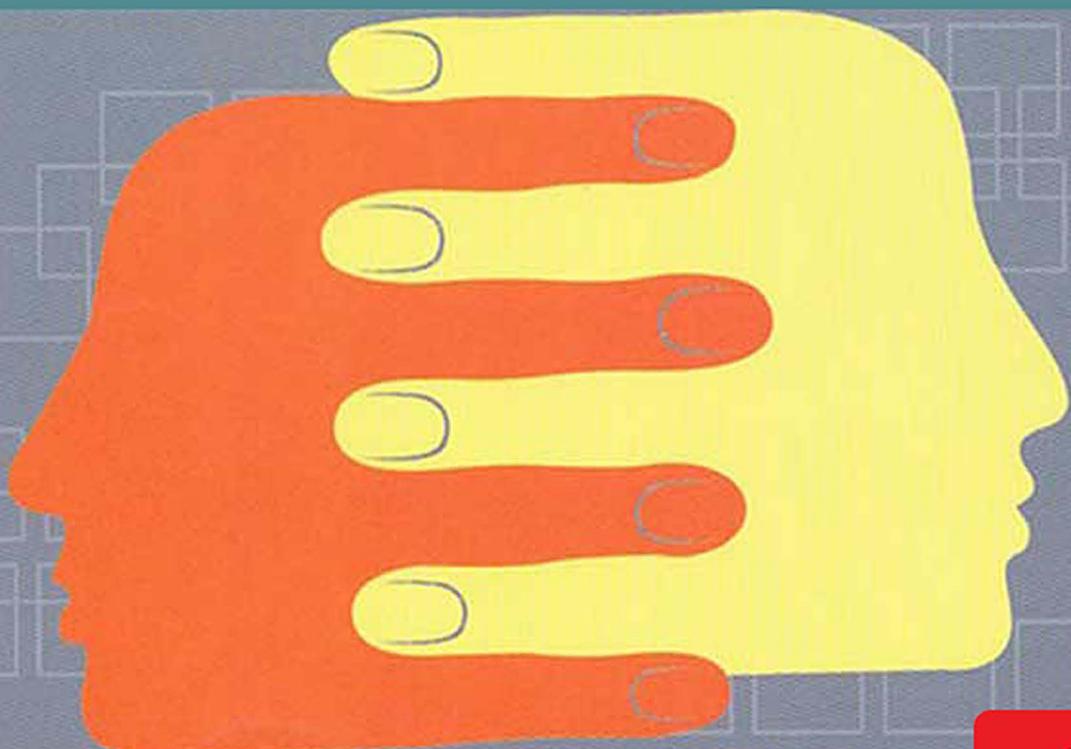


生理学实验

董献红 主编



郑州大学出版社



全国本科高等院校教材
供本科各专业医学生使用

生理学实验

主 编 董献红

郑州大学出版社
· 郑州 ·

图书在版编目(CIP)数据

生理学实验/董献红主编.—2版.—郑州:郑州大学出版社,
2016.1

ISBN 978-7-5645-2806-5

I. ①生… II. ①董… III. ①生理学-实验-高等学校-教材
IV. ①Q4-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第002345号

郑州大学出版社出版发行

郑州市大学路40号

出版人:张功员

全国新华书店经销

郑州市金汇彩印有限公司印制

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:10.5

字数:245千字

版次:2016年1月第2版

邮政编码:450052

发行电话:0371-66966070

印次:2016年1月第2次印刷

书号:ISBN 978-7-5645-2806-5

定价:23.00元

本书如有印装质量问题,由本社负责调换



作者名单



主 编 董献红

副 主 编 胡咏梅 侯软玲 李超堃

编 委 (以姓氏笔画为序)

王国红 (新乡医学院)

白瑞樱 (新乡医学院)

李 炳 (复旦大学)

李超堃 (新乡医学院)

汪晓凯 (郑州大学)

罗晓秋 (新乡医学院)

胡咏梅 (河南科技学院)

侯软玲 (新乡医学院)

董献红 (新乡医学院)



前 言

《生理学实验》于2010年出版后,至今已5年了,教材得到了广泛的应用和认可,在使用过程中广大教师和学生也对书中存在的一些问题提出了宝贵的意见和建议。随着我国科学技术的迅猛发展和各种生物高新技术设备的兴起,对生理学的探究也进入到了一个全新的视野,国家对医药卫生人员的培养也提出了更高的要求,教材的修订再版工作就应运而生了。

生理学是研究机体生命功能的科学,也是一门实验性极强的科学。生理学实验研究绝大部分是在实验动物身上获得的,生理学知识主要来自于设计完善的生理学实验,因而生理学实验是获得生理学知识的重要手段,生理学实验课也是生理学教学中不可或缺的重要环节。

本实验指导实验内容的选择,既经典、实用,又符合新时代的要求;既与理论密切联系,又具备实验课的独特体系;既有单一器官、组织功能的实验,又有某一系统功能的综合性实验。本实验指导可使学生具备对活体动物实验进行操作、观察、对照、比较、分析、综合,以及进行独立思考和解决实际问题的能力,便于学生掌握生理学实验的基本方法,并验证和巩固理论知识,加深对生理学知识的理解和掌握。

本教材由各位编者分头执笔,互相评审,反复修改,集体定稿完成,并秉承了上一版教材简明扼要、通俗易懂等特点。再版的编写人员均由活跃在教学第一线、有丰富教学经验的教师承担,他们认真投入,默契配合,为本教材的再版付出了辛勤的汗水。在编写过程中也得到了郑州大学出版社的鼎力支持。在此,我们谨向各位编者和出版社表示最诚挚的谢意。

虽然编写人员尽了最大努力,但由于学识水平有限,加之时间仓促,缺点、错误、不妥之处在所难免,敬请同行专家、广大师生和读者提出宝贵意见。

编 者
2016年1月

第一部分 绪论	1
实验一 生理学实验的目的、要求和实验室规则	1
实验二 BL-420F 生物机能实验系统的使用简介	4
实验三 生理学实验常用器械的介绍	7
实验四 实验常用动物的基本操作要领	12
实验五 实验报告的撰写	18
第二部分 细胞的基本功能	20
实验一 坐骨神经-腓肠肌标本的制备	20
实验二 不同强度电刺激对肌肉收缩力的影响	26
实验三 不同频率电刺激对肌肉收缩形式的影响	29
实验四 神经干动作电位的记录	32
实验五 神经干动作电位传导速度的测定	35
第三部分 血液	38
实验一 血细胞的计数	38
实验二 红细胞的渗透脆性实验	42
实验三 红细胞沉降率的测定	44
实验四 出血时间与凝血时间的测定	46
实验五 ABO 血型鉴定与交叉配血	48
实验六 影响血液凝固的因素	51
第四部分 血液循环	53
实验一 人体心电图的描记	53
实验二 人体心音听诊	57
实验三 蛙心起搏点的观察	59
实验四 蛙类心室的期前收缩和代偿间歇	62
实验五 离体蛙心灌流	65

实验六	影响动脉血压的因素	68
实验七	减压神经放电	71
实验八	蛙肠系膜微循环的观察	74
实验九	心输出量的影响因素	77
实验十	中心静脉压的测定	81
第五部分	呼吸	83
实验一	人体肺通气功能的测定	83
实验二	呼吸运动的调节	86
实验三	膈神经放电	88
实验四	肺顺应性的测定	91
实验五	胸膜腔负压的测定	94
第六部分	消化与吸收	96
实验一	小肠平滑肌的生理特性	96
实验二	胃液分泌的调节	99
实验三	胰液和胆汁的分泌及调节	102
第七部分	能量代谢与体温	104
实验一	基础代谢的测定	104
实验二	体温的测定	107
第八部分	尿的生成与排出	109
实验一	影响尿生成的因素	109
实验二	血浆清除率测定	113
第九部分	感觉器官	116
实验一	视敏度测定	116
实验二	视野测定	118
实验三	瞳孔调节反射和瞳孔对光反射	120
实验四	盲点的测定	122
实验五	声音的传导途径	124
实验六	破坏动物一侧迷路的效应	126
实验七	豚鼠耳蜗微音器电位	128
第十部分	神经	131
实验一	反射弧的分析	131

实验二	脊髓反射的观察	134
实验三	人体脑电图的记录	137
实验四	大脑皮层诱发电位	139
实验五	一侧小脑损伤的观察	142
实验六	大脑皮层运动区机能定位	144
实验七	去大脑僵直	147
第十一部分	内分泌	149
实验一	肾上腺摘除后的观察	149
实验二	胰岛素的作用观察	152
第十二部分	生殖——妊娠实验	154
实验一	β -HCG 单克隆抗体直接凝集实验	154
实验二	酶联免疫实验诊断早早孕	155
附录	常用生理溶液的配制和用途	157



第一部分

绪 论

实验一 生理学实验的目的、要求和实验室规则

一、生理学实验的目的

(1)通过实验培养学生初步掌握生理学实验的基本操作技术,学生通过自己的实践操作,验证所学的理论知识,增强对知识的感性认识,提高学习效果。

(2)通过实验培养学生了解生理学知识获得的科学方法,学生通过实验主动获取知识,实现学习过程由被动到主动的转变,提高他们的学习积极性,有利于培养他们的学习兴趣。

(3)通过实验训练学生的动手操作能力,运用所学知识解决问题的能力,实现知识传授与能力培养的紧密结合。

(4)通过实验培养学生具有科学的工作态度,培养学生认真的工作态度,严谨的作风和钻研精神,训练他们思维的严密性和科学创新能力。

(5)通过书写实验报告,使学生掌握科学论文的一般书写格式,锻炼他们独立思考、分析和解决问题的能力。

(6)通过实验使学生学习实验方法,学习如何设计和开展实验。

二、实验要求

1. 实验前

(1)学生应该在实验前仔细阅读本教材的相关内容,了解实验目的、原理、实验动物、药品和器械、操作步骤及注意事项,对实验中可能出现的问题提前想出解决方案,牢记实验注意事项。

(2)仔细阅读实验相关理论教材内容,预测实验结果,并作初步分析。

(3)设计好实验数据记录的表格,提前拟好小组讨论的发言提纲。



2 生理学实验

(4)同学以小组为单位开展实验,小组负责人应事先对实验中小组成员承担的工作做好分工,使同学都有动手操作机会,并充分发挥每个人的优势。

2. 实验时

(1)学生应该按照实验要求进行操作,培养独立操作、独立思考和独立解决问题的能力。对于实验中出现的异常问题,小组集体讨论解决,小组不能解决的,向老师请教。

(2)严格遵守实验纪律,不准打闹,不准大声喧哗,不准吃东西,不准做与实验无关的事。

(3)进入实验室必须穿实验服,以小组为单位领取实验器械,小组长负责清点实验器械,如果实验器械数量与清单不符可请求老师给予补齐,实验过程中规范使用器械,严禁持器械对着其他人。完成实验以小组为单位,学生分工合作,培养团队意识和协作能力。

(4)实验器械应摆放整齐,合理布局,方便操作,注意实验室的卫生,不乱扔垃圾。

(5)手术前给予麻醉,减少动物痛苦,严禁虐待动物。实验动物由教师统一分配,同学以小组为单位领取,严禁自己抓取。手术过程中产生的动物组织碎块禁止放入水池,严禁将动物尸体扔到垃圾桶,应将动物尸体放到原来取动物的笼子、塑料袋或铁皮柜等容器,由实验动物中心统一回收处理。严禁将实验动物带走喂养或食用。

(6)爱护实验仪器,节约实验药品,公用实验用品用过后请放回原处,以方便他人使用。

(7)实验中取得的结果要积极思考其是否正确,分析出现结果的原因和意义,如出现非预期结果,应着重分析其原因。

3. 实验后

(1)清洗实验器械,并将器械晾干,整理实验台,擦洗桌子,值日生打扫卫生。

(2)整理实验数据,小组对实验结果进行讨论,分析实验数据,撰写实验报告。

三、实验室规则

(1)严格遵守学校纪律,按时上课,不准迟到早退,特殊情况需要离开,可向实验课老师请假,经老师批准后方可离开。同学进入实验室必须提前穿好实验服,未穿实验服者不准入内。

(2)每个实验小组的器械仅供本组同学使用,不许擅自拿取其他小组的器械,严格按照操作规范使用器械,发现器械损坏,可向老师报告并由老师调换器械。

(3)实验室是开展实验的场所,上课期间要保持安静,不得做任何与实验无关的活动,必须严肃认真地开展实验,仔细观察,详细记录实验结果。

(4)实验电脑是用于实验数据采集和记录的专门仪器,同学应严格按老师的要求使用电脑,不得随意删除程序,不得玩电脑游戏。

(5)各种测量仪器使用前应详细阅读说明书,如有不理解的地方务必请老师给以解释,仪器运作过程中必须有专人看守,如遇异常情况,请先停止仪器的工作,然后请老师帮助排除故障。

(6)实验器械和仪器是实验开展必不可少的物质基础,请各位同学爱护公共财物,节约实验药品,爱护实验动物。



(7)实验完毕,请将实验台收拾干净,清洗掉器械上面的污物,并清点器械的数量,以小组为单位上交器械,实验动物放到实验室的指定位置。关闭电脑、灯和仪器的电源,关好门窗和水龙头。

(8)值日生打扫卫生,及时倒掉垃圾,并将桌、椅、板凳摆放整齐,检查室内的电源和门窗是否关闭。



实验二 BL-420F 生物机能实验系统的使用简介

一、简述

BL-420F 生物机能实验系统是由成都泰盟科技公司开发的生物信号显示与处理系统,系统集成了包括信号的采集、放大、直观波形显示、刺激、监听和数据分析在内的诸多功能,由一个系统完全替代了传统的由生物电前置放大器、示波器、二/四道生理记录仪、刺激器、监听器等生理实验设备完成的功能。它可以实时记录并显示心电、脑电、肌电、胃肠电、血压、呼吸等多方面的生物信号,该系统可用于生理学、药理学和病理生理学等方面的实验工作。

二、工作原理

在生理学实验中常常需要采集的信号主要有张力、压力和电三类,它们的工作原理各不相同。张力信号先由张力换能器转换为电信号,张力越大电信号越强,在电脑屏幕上显示的波形的高度就越大。压力信号先由压力换能器转换为电信号,压力越大,电信号越强。电信号不需转换直接采集。

生物信号强弱不一,有的相对大一些,如肌细胞膜静息电位可达到 -90 mV ,而有些生物电信号则非常微弱,如兔减压神经放电的信号强度为微伏级,对于太弱的信号如果不放大,根本无法观察,因此对这些信号需先进行前置放大方能观察到。此外,环境中也存在各种各样的信号干扰,如果不对这些信号进行过滤,得到的波形往往无法观察分析,因此,该实验系统在进行信号记录时还需要把干扰波过滤掉。换能器采集到的信号是模拟信号,计算机不能直接识别,要在计算机上面直观显示记录到的信号需要通过模数转换,把模拟信号转换为数字信号并传输到计算机,计算机就可以通过配套软件对信号进行显示、储存与分析。对于特殊信号的记录有时还需要刺激器的参与,比如肌肉的收缩波形,需要从电脑发放一个刺激信号到实验系统,由刺激输出接口输出电流到组织引起肌肉的收缩,才能记录到肌肉的收缩波形。

三、使用方法

1. 软件的打开

双击桌面 BL-420F 生物机能实验系统的图标,就可以打开软件。另外,也可点击“开始”按钮,然后在程序菜单栏子菜单中找到软件系统的图标并单击打开。

2. 软件界面介绍

软件主界面从左到右分为标尺调节栏、波形显示窗口和分时复用区 3 个部分;由上到下依次分别为标题栏、菜单栏、工具栏、波形显示窗口、数据滚动条及反演按钮和状态条 6 个部分。

标尺调节区的上方可选择通道,其下方是 Mark 标记区。分时复用区包括 5 个分区,分别是:控制参数调节区、显示参数调节区、通用信息显示区、专用信息显示区和刺激参数调节区。鼠标点击复用区底部 5 个切换按钮可进行区域间的切换。



(1)菜单栏的使用。菜单栏位于标题栏的下方和工具栏的上方,包含文件、设置、输入信号、实验项目、数据处理、工具、窗口和帮助总共8个菜单项,每个菜单项又有多个子菜单,最底层的菜单代表一项命令。

(2)工具栏。工具栏是一些常用命令的图形化集合,直接点击这些图形就可完成一些常用操作。

(3)波形显示窗口。主要显示生物信号的原始波形或经过数据处理的波形,每个窗口对应一个实验通道,波形显示窗口分为左视与右视两部分,中间由左右视分割条隔开,用鼠标拖动左右视分割条可改变视的大小,一个视变大的同时另一个视会缩小。当左右视分割条被拖到最左边,此时左视消失,右视最大,如果左右视分割条被拖到最右边,则正好相反。

(4)底部窗口。底部窗口主要由 Mark 标记区、状态条、数据滚动条及反演按钮区和分时复用区4部分组成。Mark 标记区单独存在并没有意义,它是进行两点测量时配合光标测量的一个工具。状态条主要显示系统时间、键盘状态及提示信息。通过数据滚动条及反演按钮可快速查找和定位实验数据中不同时间段的波形,可浏览已记录数据。分时复用区由控制参数调节区、显示参数调节区、通用信息显示区、专用信息显示区及刺激参数调节区5个分区构成,它们分时显示在屏幕右边同一块区域,实验时可点击分时复用区底部的5个切换按钮区。

(5)标尺调节区。每一个通道最左边均有一个标尺调节区,主要用于调节标尺零点的位置及标尺单位。

3. 软件使用

以不同强度电刺激对肌肉收缩力的影响实验为例演示软件使用方法。

(1)通道的选择。观察一下信号输入接线与电脑的通道连接情况,然后在菜单栏输入信号菜单下找到相应通道。在此次演示实验中,信号采集接线与通道(1)相连,因此,选择通道(1)(图1-2-1)。

(2)输入信号的选择。点击通道相对应的向下的双箭头,就可以打开子菜单,选择相应的输入信号,肌肉收缩的信号属于张力信号,因此选择“张力”(图1-2-2)。



图 1-2-1 通道选择



图 1-2-2 信号类型选择



(3)开始记录信号。点击按钮就可以开始记录生物信号了,如果实验中需要暂停信号的记录可点击按钮,重新开始信号记录可再次点击.

(4)电刺激参数的设置。点击位于分时复用区的刺激设置按钮,就可以看到如图 1-2-3 所示画面。将刺激模式设置为细电压,刺激方式设置为单刺激,刺激起始强度设置为 0 V,点击工具栏下的按钮一次,刺激电极发放一次刺激,逐渐增加刺激强度,观察强度变化对肌肉收缩的影响。如果实验中记录到的波形比较小,可点击按钮切换到分时复用区的控制参数调节区,将鼠标置于按钮上,点击左键可以将信号放大,点击右键会出现信号波形的缩小。

(5)查看已记录实验结果。可将鼠标置于波形显示窗口与标尺调节区的交界处,当鼠标变成双向箭头时,按住左键向右侧拖动即可观察到已记录波形。

(6)对实验波形进行标记。可点击按钮,在弹出的对话框中选择相应的实验项目,就可以看到该实验项目相关的标记列表,选择列表中的项目,并在波形显示窗口的相应位置点击即可进行标记。

(7)波形的压缩与扩展。如果记录到波形过于稀疏时,可点击波形压缩工具压缩波形;如果记录到波形过于密集,可点击波形扩展工具扩展波形。

(8)实验结束。可点击停止记录信号,此时会弹出一个对话框,询问是否保存实验结果,可根据具体情况进行选择。

四、注意事项

- (1)软件运行时尽量不要使用其他程序。
- (2)换能器是影响实验成败的关键因素,应加强保护。

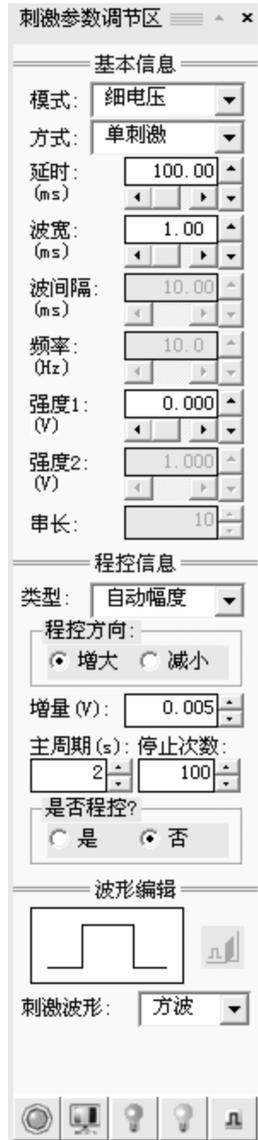


图 1-2-3 刺激参数调节区



实验三 生理学实验常用器械的介绍

一、实验目的

- (1) 了解生理学常用器械的使用方法及应用范围。
- (2) 通过器械的使用, 锻炼学生的动手能力。

二、实验原理

每种手术器械都是为完成某一项或几项手术操作而设计的, 因此这些器械都有一个最佳的应用范围, 超出应用范围使用可能会造成器械的损坏或不能高效地完成实验操作。任何手术器械的使用都有一定的操作规则, 不按操作规则使用也可能不利于手术的进行。

三、常用实验器械分类

根据实验对象的不同, 生理学实验器械可分为蛙类手术器械和哺乳类手术器械。蛙类常用手术器械主要包括蛙板、眼科剪、手术剪、粗剪刀、眼科镊、金属探针、玻璃分针、蛙心夹、蛙钉和锌铜弓等。哺乳类手术器械主要包括注射器、粗剪刀、手术剪、止血钳、手术镊、气管插管、动脉夹、膀胱插管等。常用手术器械如图 1-3-1 所示。

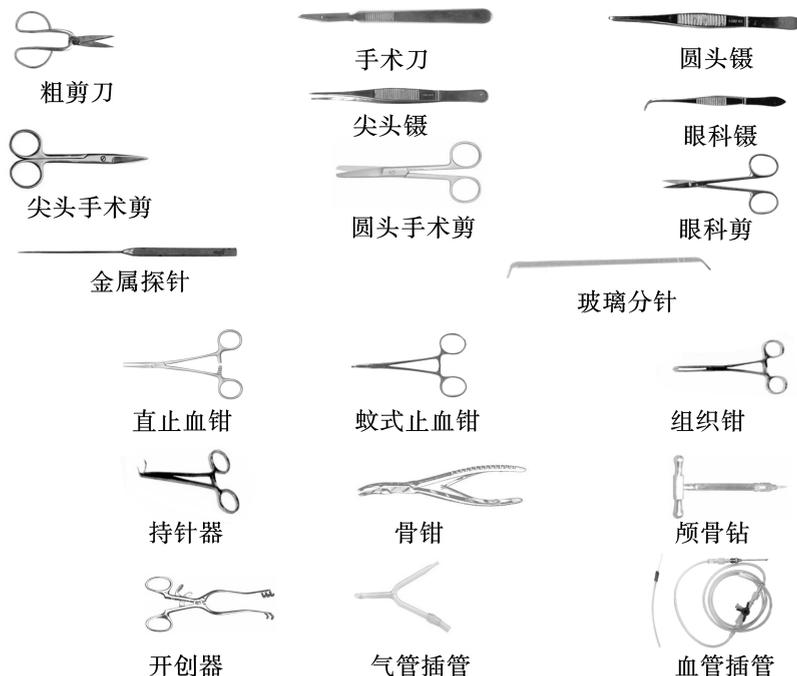


图 1-3-1 常用手术器械



四、常用手术器械的使用方法

1. 蛙板

蛙板是用于固定蛙的木板,使用时只需把蛙板放到桌子的平整处,不晃动即可,固定蛙到蛙板上时需注意让蛙的肢体伸直。

2. 手术剪

手术剪有两种,分别是尖头剪和圆头剪,主要用于剪柔软的皮肤、肌肉、脂肪等组织,手术线也可用手术剪剪断。有时也可将剪刀的尖端插入组织间隙,分离无大血管的结缔组织。正确的持剪姿势(图 1-3-2)是分别将拇指和无名指扣入剪刀柄的两环,食指放在轴节处起稳定和导向作用,中指放于无名指侧的剪刀柄上。在手术操作中,眼科剪也有直头与弯头之分。

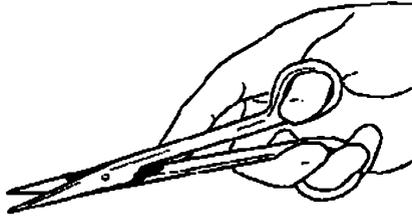


图 1-3-2 持剪姿势

3. 眼科剪

又称眼科手术剪,眼用手术剪,本是人颜面整形手术时剪切眼皮组织用的剪刀,仅供软组织的细微手术,在生理学实验中常常用来剪神经干、心包膜和动物的血管。眼科剪的正确持剪姿势同手术剪。

4. 粗剪刀

粗剪刀主要用于剪蛙类皮肤、骨骼和家兔等动物的毛发,在剪动物的毛发时,需逆着毛发生长的方向紧贴着皮肤剪,严禁将动物的毛发提起。粗剪刀的正确持剪方法是拇指与其余四指分开,分别插入剪柄的两环。

5. 手术刀

手术刀由刀柄和可拆卸的刀片两部分组成,主要用于切割组织,有时也可用刀柄尾端钝性分离组织。一般可根据刀柄的长短及大小分型,一把刀柄可安装不同型号几种刀片。刀片的种类较多,按其大小可分为小刀片、中刀片和大刀片;根据其形态可分为弯刀、三角刀及圆刀等。刀柄与刀片通常分开存放和消毒,徒手操作有可能割伤手指,手术时可根据当时的实际需要,选择合适的刀柄和刀片。安装和拆卸刀片都应用持针器夹持,严禁徒手操作。安装刀片时,需用持针器夹持刀片前端背部,使刀片后部的缺口对准刀柄前部的侧面突起,稍用力向后推动即可装上。拆卸刀片可用持针器夹住刀片尾端背部,稍用力提起刀片向前推即可卸下。

常用的执刀方法有如下 4 种(图 1-3-3)。



(1) 执弓式:此法动作范围广,操作灵活,常用于股部、腹部或颈部的皮肤切口手术。

(2) 执笔式:此法执刀类似于执笔,主要适于用力轻柔且操作精巧的手术,常进行短小而精确切口的切割,如作腹膜小切口,解剖神经、血管等。

(3) 握持式:此法切割范围较广,适于需用力较大的切口,如在皮肤上作较长切口、截肢等。

(4) 反挑式:此法刀刃向上,适于在既有切口基础上扩大切口时为避免伤及深部组织而进行的切开术。

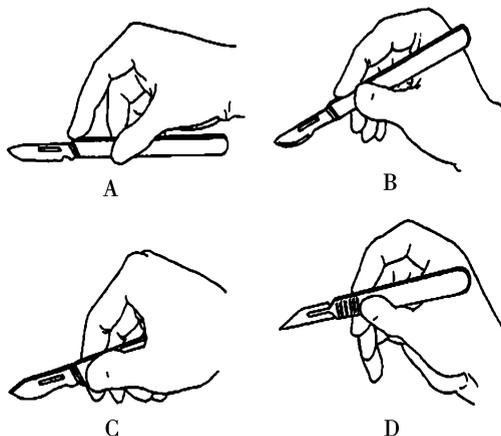


图 1-3-3 执刀方法

A. 执弓式 B. 执笔式 C. 握持式 D. 反挑式

6. 手术镊

主要用于牵拉或夹持切口处的皮肤或肌肉组织。手术镊有尖头、圆头两种,又有有齿和无齿、直头和弯头之别,而且大小不一,长短不等,可根据手术需要选用。眼科镊相对较小,主要用于夹持细软组织。通常,有齿镊主要用于夹持较坚韧或较厚的组织,如皮肤、筋膜、肌腱等;无齿镊主要用于夹持较细软的组织,如血管、黏膜等。正确的执镊姿势类似于执笔式(图 1-3-4),较为灵活方便。

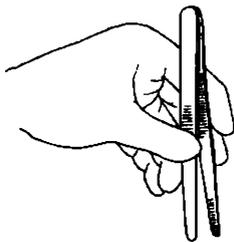


图 1-3-4 执镊姿势

7. 金属探针

分为针柄和针部两部分,一般采用执笔式持针姿势。它是专门用来毁坏蛙类脑和脊