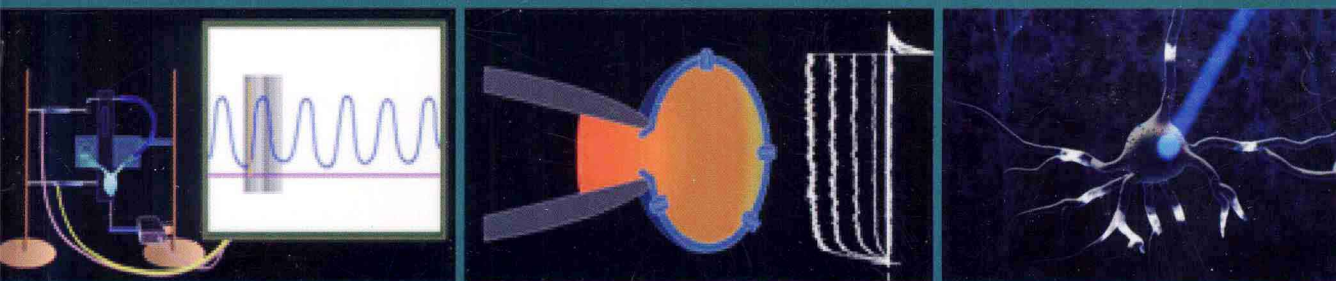


Physiological Techniques and Experimental Instructions

生理学技术及 实验指导



胡志安 胡 波 主编

Physiological Techniques and Experimental Instructions

生理学技术及实验指导

Shenglixue

Jishu

ji

Shiyan

Zhidao

主 编 胡志安 胡 波

副主编 熊加祥 杨 丽

编 者 (以姓氏笔画为序)

王嘉丽 尹喜玲 朱志茹 乔啟城

闫 洁 杨 丽 杨 念 何 超

张 骏 陈 芳 罗芬兰 胡 波

胡志安 姚忠祥 夏建霞 谌小维

熊加祥



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容简介

本书根据本科医学专业培养目标和生理学教学大纲编写而成,内容主要包括生理学实验概述,神经肌肉、循环、呼吸、消化、泌尿、感官和神经等组织或系统的生理过程及其指标的观察。此外,还着重介绍了常用和研究型电生理仪器的基本原理、经典和研究型生理学实验技术,以及现代生理学实验技术的最新进展。最后,本书还列出了生理学实验的常用药物及溶液、常用仪器及手术器械、常用实验动物、常用基本操作技术等基本知识。

本书可作为本科医学类和生物技术专业的生理学教学用书,亦可供非医学院校的生命科学专业学生和广大生理学爱好者参考。

图书在版编目(CIP)数据

生理学技术及实验指导/胡志安,胡波主编. --北京:
高等教育出版社,2013.7

ISBN 978-7-04-037807-8

I. ①生… II. ①胡… ②胡… III. ①生理学-实验-医学院校-教学参考资料 IV. ①Q4-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 146201 号

策划编辑 瞿德兹

责任编辑 瞿德兹

封面设计 张楠

责任印制 刘思涵

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 北京人卫印刷厂
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 14.75
字 数 340 千字
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2013 年 7 月第 1 版
印 次 2013 年 7 月第 1 次印刷
定 价 26.00 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 37807-00

前言

生理学是研究生物体及其各组成部分正常生命功能、活动规律及其产生机制的一门学科。它的基础理论主要来源于科学实验和临床实践，因此，生理学实验是生理学教学中不可或缺的组成部分。

目前，我国已确立了“推进创新教育、培养创新人才”的教学改革思路，鼓励学生积极自主创新。学生掌握基本的实验原理和技能，是进行自主创新实践活动的基础。但是，传统的生理机能实验课教学通常是简单验证本学科的理论内容，其优点是实验教学与理论教学密切联系。但其问题在于：实验项目偏多，但又偏简单；实验分散进行，不成系统，故不利于学生科学思维方法的培养和基本实验技能的训练。

在广泛收集生理学教学工作者和科技工作者以及学生的反馈意见后，根据本学科的发展，我们在《医用机能实验指导》的基础上，新编写了这本《生理学技术及实验指导》。本书的特点在于：

(1) 精选实验项目：我们将原有的生理学机能实验课的内容进行重组，精选具有代表性且与理论教学紧密联系的实验项目。每个实验项目中均按实验背景→实验原理→实验目的→实验对象→器材与药品→方法与步骤→注意事项的顺序讲述，并在每个实验项目设置一定数量的备选实验项目，由学员自主设计并完成相关实验检测，以达到提高学生兴趣、训练学生基本操作技能和直观体会理论知识的三重目的。

(2) 注重技术原理：既往机能实验教材多偏向于教学生如何进行操作以及相关指标的简单观察，而对实验技术原理及指标变化所代表的生理机制讲述较少。因此，本书在讲述经典机能实验的同时，又着重讲述了生理学研究中所需的经典和研究型实验技术的原理、关键操作及其应用与不足之处。同时，在编写该部分时尽量避免使用内容深奥晦涩的语句或表达方式，以使知识面和接受能力有限的学生（特别是本科生和低年级研究生）能较好地理解和掌握相关内容。

(3) 关注前沿进展：生理学研究技术日新月异。为使学生能够及时了解相关技术，掌握发展动态，本书特别设置了现代生理学实验技术一章，选取近年来应用广泛又具有生理学特色的实验技术进行讲述。同时，结合我们自身研究特色，开设一定数量的研究型生理学实验项目，拓展学生视野，提高其研究兴趣，增强自主创新能力。此外，该内

• 前 言 •

容还可以使本书的使用范围扩大，作为生物技术专业和研究生的使用教材。

在本书编写过程中，得到第三军医大学领导、教务处、基础部的大力支持和具体指导。生理学教研室以及脑科学研究中心的有关同志，如谢梅兰和徐妍等对本书进行了认真校对，保证了本书能够按期完成，在此也对他们的帮助表示衷心感谢。另外，本书亦获得“2011年重庆市研究生教育优质课程”项目支持，特此感谢。

由于编者水平所限，本书在内容等方面缺点和不足在所难免，希望在使用过程中不断得到各方面的反馈信息，以利于我们修改和完善。

胡志安 胡 波 熊加祥

2013年5月于重庆

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010) 58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010) 82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

目 录

第一篇 总 论

第一章 绪论	3
第一节 生理学实验概述	3
第二节 生理学实验教学目标和要求	3
第三节 实验结果的处理和实验报告的书写	5
第四节 实验室一般规则	6
第二章 动物实验基本器械与操作	8
第一节 实验器械及使用方法	8
第二节 实验基本操作	9
第三节 动物实验常用手术方法	25
第三章 生理信号的采集	33
第一节 生理信号换能装置的原理及使用	33
第二节 生理信号的采集参数和分析指标	35
第三节 生理电信号采集处理系统操作软件的使用	38
第四章 器官、组织的体外孵育和灌流技术	52
第一节 器官、组织体外孵育和灌流技术的原理及操作	52
第二节 器官、组织体外孵育和灌流技术的应用	55

第二篇 经典生理学实验技术

第五章 心血管功能检测技术	59
第一节 离体心脏功能检测	59
第二节 在体动脉血压测量	60
第三节 心脏电生理检测	63

第六章 呼吸功能检测技术	67
第一节 呼吸容量检测	67
第二节 呼吸气道压力检测	68
第三节 气体分压检测	69
第四节 血氧饱和度检测	71
第五节 膈肌功能检测	72
第七章 神经功能检测技术	75
第一节 神经递质检测	75
第二节 神经电生理学检测	82
第三节 神经功能成像检测	84
第八章 其他生理功能检测技术	88
第一节 胃肠平滑机电活动及运动测定	88
第二节 基础代谢率检测	92
第三节 肾小球滤过及肾小管功能检测	93
第四节 感觉诱发电位测定	96

第三篇 研究型生理学实验技术

第九章 研究型电生理仪器原理	101
第十章 细胞外和细胞内电生理技术	107
第一节 细胞外记录技术	107
第二节 局部场电位记录技术	108
第三节 细胞内记录技术	110
第十一章 膜片钳实验技术	112
第十二章 行为学实验技术	116
第一节 空间记忆行为实验技术	116
第二节 工作记忆行为实验技术	118
第三节 非陈述性记忆行为实验技术	120
第四节 睡眠-觉醒周期检测技术	123
第五节 其他行为实验技术	126
第十三章 现代生理学实验技术	128
第一节 双光子成像技术	128
第二节 光遗传学技术	132

第三节 在体多通道记录技术	134
---------------------	-----

第四篇 实 验 项 目

第十四章 经典生理学实验	141
实验一 刺激强度和刺激频率对骨骼肌收缩的影响	141
实验二 神经干动作电位引导及其传导速度和不应期的测定	146
实验三 理化因素对蟾蜍心脏活动的影响	151
实验四 家兔动脉血压的调节因素	155
实验五 膈神经、膈肌放电活动和呼吸运动的调节因素	161
实验六 家兔尿生成的测量及其调节因素	165
实验七 神经及体液因素对家兔胃（肠）电活动的影响	168
实验八 人体机能实验	172
第十五章 研究型生理学实验	194
实验九 脑片膜片钳记录	194
实验十 大鼠初级听皮质神经元放电活动的细胞内记录	198
实验十一 大鼠海马 CA1 区在体细胞外记录	201
实验十二 大鼠空间记忆能力检测	204
实验十三 大鼠运动性学习行为检测	209
参考文献	214
附录	215
附录一 常用生理盐溶液的成分及用途	215
附录二 常用实验动物的生理常数	216
附录三 动物与人的每千克体重等效剂量折算系数表	217
附录四 计量单位名称与符号	218
附录五 词头表	219
中英名词对照	220

第一章 绪 论

第一节 生理学实验概述

医学是一门复杂的综合性科学，它的一切结论都来源于临床实践及医学科研实验。作为医学科研实验的一个重要组成部分，生理学实验关注的是生理活动及其影响因素的记录、观察。与医学形态学、细胞生物学和生物化学等实验不同，生理学实验有其自身的一些特点：

1. 实验对象为活体 生理学实验的对象不论是整体动物还是离体的器官、组织，都是在活体的状态下进行实验的，这要求实验时要创造条件保证整体动物或离体的器官、组织成活。

2. 实验常需借助物理、化学仪器 生理学实验几乎离不开各种实验仪器。实验仪器和器材较多，其性能各不相同，尤其是精密电子仪器，结构复杂，价格昂贵，使用时必须按照操作规程，避免损坏仪器。

3. 生理学实验常常需要复杂的实验操作 为了在整体动物或离体的器官、组织安放探测装置，一般需要通过复杂的手术才能实现。另外，为了分析结果，须掌握大量的物理学方面的电子技术等。

第二节 生理学实验教学目标和要求

一、教学目标

生理学实验的具体目标有三个方面：通过循序渐进的实验，能够正确使用生理学实验的基本仪器设备，初步掌握生理学实验的基本操作技术；通过自己的实验观察，加深对生理学理论知识的感性认识，巩固生理学理论知识；通过生理学实验的观察、比较、分析的训练，培养严谨的科学思维方法以及独立思考、解决问题的能力。

总之，通过生理学实验课的学习，为后续的药理学、病理生理学等相关学科的实验课奠定实验技术基础，为今后的临床实践和科学研究工作提供必要的基本技能。

二、教学要求

为了达到生理学实验课的教学目标,根据生理学实验课的特点,学生在参加实验过程中必须做到以下几点要求。

(一) 实验前

1. 复习有关理论知识 实验前,系统复习与实验相关的理论知识,做到对本实验相关理论的原理和调节机制有充分理解,这样可以在理论知识的基础上把握实验。

2. 主动、积极进行实验准备 仔细阅读实验指导,了解实验目的、要求、步骤和操作流程,尤其是要注意本实验的“注意事项”。避免实验过程中边操作,边看实验指导或从采样窗口中返回寻找方法和实验项目。具体要求做到:拟订具体的实验安排,弄清操作关键要点,对每一步骤应得的结果和可能发生的问题做到心中有数,避免实验中出现忙乱和差错。

(二) 实验中

1. 保持实验物品存放和使用有序 实验器材摆放整齐。公用试剂、仪器不得随意搬走,以免影响他人实验。爱护仪器、器械,如放大器输入端口的连接需对准槽口插上;刺激输出时切勿短路,否则将造成刺激器输出极电子元件的损坏。注意爱护实验动物及标本,节省消耗性器材和药品。

2. 规范操作 正规抓取动物和按要求进行手术操作等;按照操作规程正确使用仪器,如计算机及外围设备的电源开、闭顺序,实验程序的进入和退出等;存储文件时,每个记录存储一次,若已有前一文件,要注意修改本次文件名,以防止覆盖。按照实验步骤,以严肃认真的态度独立操作,克服对老师的依赖性;力戒操作粗暴,不得进行与实验无关的活动,不得接触与本实验无关的仪器;禁止进行与实验无关的操作。

3. 仔细观测,科学分析 勤动脑,仔细、耐心地观察实验过程中出现的现象,及时做好标记,随时记录实验结果,并联系理论进行思考:① 发生了什么现象?② 为什么会出现这些现象?③ 这些现象有什么意义?在实验中遇到每一问题及实验结果都需正确对待和科学分析,切忌伪造实验结果。实验的成败与实验者的操作、仪器的使用、动物的机能状态、药品剂量以及方法等都密切相关,均需要正确对待。实验中出现问题时应及时请示教师处理,切忌擅自乱动。

(三) 实验后

1. 整理实验器械和仪器 将所有电子仪器的旋钮调回到零位;按操作规程的顺序关闭计算机和外围设备的电源开关,罩上仪器的防尘罩。洗净并擦干手术器械,进行清点,如有缺损,应及时报告指导教师。

2. 清理实验物品 用过的试剂、浓酸和碱液及动物被毛、小动物器官及尸体等应倒入废物缸中,严禁倒入水槽,以免堵塞、损坏水管和下水道。放射性污染物应严格按照规定要求放置,避免造成大范围污染。

3. 值日生负责将实验室打扫干净,关闭各类电源开关,关好门窗。

第三节 实验结果的处理和实验报告的书写

一、实验结果的分析处理

对实验中所得到的结果必须进行分析和处理,才能从中发现问题,得出结论。此项工作可以在实验中进行,有的还须在实验后进行。对实验结果的分析应注意以下几方面的变化。

1. 数量的变化 例如实验曲线或电位幅值的高低、节律的快慢、液滴的多少、时间的长短等,这些结果应真实地记录下来,并需标明数值和单位。

2. 时程的变化 有些实验结果主要表现在发生反应的时间缩短或延长。这种情况下,在实验记录上应标记实验起始、开始反应、反应最高(强)、反应恢复等各时相点,同时还要标记单位时间。

3. 结果的性质 有许多实验结果的外观很相似,必须判定结果的性质。例如记录到一个电位,就应区别是真的电位还是刺激伪迹,是场电位还是单位放电,是细胞内的还是细胞外的。

4. 部位的分析 不同的部位可以产生类似的结果,但其意义却不同,如果不加区别就会导致结论错误。例如在兔的减压神经和膈神经都能记录到周期性的电变化,但前者与血压有关,而后者与呼吸有关。

二、实验结果的表示方法

1. 原始记录曲线加标注 实验结果可以直接用实验记录加上标注来表示。实验记录通常是以实验项目的变化为纵坐标,以时间为横坐标,描绘出记录曲线,这种表示较直观。例如肌肉收缩曲线、动脉血压变化曲线等。

2. 数据表格 为便于比较,有些非连续性的实验结果,可以用表格形式来表示。制作表格时,一般将实验项目放在表格左侧,由上而下排列。将每项结果按时间顺序或数量变化顺序,从左到右排列。

3. 统计图、表 一些较复杂的实验结果必须进行统计学的分析处理,然后以统计图、表的方式来表达。

三、实验报告的书写

1. 实验报告的一般格式 实验报告的格式每个学校有不同的要求,下面是生理学实验报告的基本格式。

一、基本信息

姓名:

学号:

年级：_____专业层次：_____班别：_____

日期：_____年____月____日 实验室：_____

课程名称：_____

综合评定： 优 ☐ 良 ☐ 中 ☐ 差 ☐

教师签名：_____日期：_____年____月____日

二、实验报告正文

验证性、综合性实验请填写：

1. 实验目的；2. 实验原理；3. 材料与方法；4. 实验记录；5. 结果分析。

设计性、自主性实验请填写：

(一) 设计报告

1. 研究目的；2. 实验原理；3. 材料与方法；4. 实验设计；5. 预期结果；

6. 参考文献。

(二) 实验报告

1. 实施情况；2. 实验结果；3. 结果讨论。

实验性质：_____

实验题目：_____

2. 实验报告的书写要求

(1) 总体要求：按照规定的标准，认真填写实验报告有关项目，字迹规整，文词简练。

(2) 实验方法部分：一般不必详述，如果实验仪器或方法有所变动时，或因操作技术影响实验结果的可靠性时，可做简要说明。

(3) 实验结果部分：应真实、正确地记述实验中所观察到的现象。为此，在实验中应有专人负责，记录每项实验结果。实验结束后，根据实验结果和上述的要求来写实验报告，不能只凭记忆。如有未完成的项目，应加以说明，禁止将他人的实验结果作为自己的实验结果列入实验报告。

(4) 讨论和结论部分：实验的讨论应结合课堂所学到的理论知识对实验结果进行解释及分析，判断实验结果是否达到预期目的；如结果未达预期目的，甚至出现反常现象，应分析、考虑可能是什么原因。实验的结论应在讨论的基础上，概括地作出带有共同规律的几点小结或推论。结论应言之有据（即自己的实验结果），不能照抄书本理论，或写些与本实验无关的结论。

第四节 实验室一般规则

1. 遵守学习纪律，准时到达实验室，因故缺席或早退应向教师请假。保持实验室安静，严禁喧哗，以免影响他人实验。养成良好的工作作风。

2. 严肃、认真地进行实验，培养严谨的科学态度。实验期间不得进行与实验无关的活动。

3. 爱护实验仪器及器材。实验开始前应认真检查器材，如有缺损，应及时报告指导教师。实验中应严格按操作规程使用仪器，各组专用器材不得串用，以免混乱。实验中如仪器出现故障，应及时报告教师或实验技术人员，以便检修或更换，严禁自行拆卸、乱修。

4. 珍惜实验动物。实验动物在实验前按组发放，因故需要补领时，必须经过指导教师批准。

5. 保持实验室内清洁整齐，不必要的物品不得带入实验室。实验结束后应清点、擦净实验器材和用品，并摆放整齐。桌面收拾干净，动物、纸片及废品应放到指定地点，不要随意乱扔。

(胡志安, 杨 丽)

第二章 动物实验基本器械与操作

第一节 实验器械及使用方法

生理学实验常用手术器械与医学外科手术器械大致相同，但也有一些专用实验器械，生理学动物实验常用手术器械如图 2-1 所示。

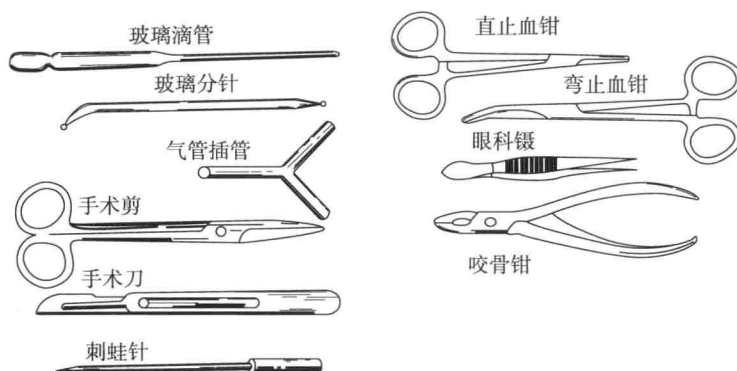


图 2-1 常用手术器械

1. 手术刀 用于切开皮肤和脏器。手术刀由刀片和刀柄组成。常用持刀法有两种：一种是执弓式，用于颈部、腹部等大切口。另一为执笔式，用于切口小，用力轻，操作需精细的部位，例如眼科手术，解剖血管、神经等小切口。另外，还有握持式和反挑式（图 2-2）。

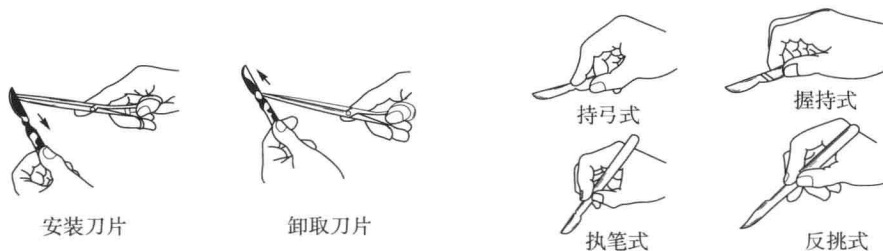


图 2-2 刀片安装和执刀方法

2. 手术剪 分直、弯两型，各型又分长、短两型，长型剪多用于深部手术，短型剪用于浅部手术。持剪的方法是以拇指和无名指分别插入剪柄的两环，中指放在无名指的

前外方柄上，食指轻压在剪柄和剪刀片交界处的轴节处（图2-3左），适用于剪神经、血管、脂肪等组织，禁用手术剪剪骨头等坚硬组织。



图2-3 持剪姿势（左）及持镊姿势（右）

3. 手术镊 分有齿、无齿和眼科镊。有齿镊用于皮肤，无齿镊用于皮下组织、脂肪、黏膜等。持镊时，用拇指、食指和中指（图2-3右）。

4. 止血钳 根据大、小、直、弯、形状可分为多种型号，小号止血钳也叫“蚊式钳”。可用于夹闭出血点、分离组织、牵引组织等，但不能用来夹皮肤。持钳方法同手术剪。

5. 持针器 专用来夹持缝合针缝合皮肤与肌肉、血管、神经等各种组织。使用时，用持针器的尖部夹住缝合针近尾端1/3处。执持针器时，仅用手掌握住其环部即可，不必将手指插入环口中。常用的缝合针有三棱针，又称皮肤针，主要用来缝合皮肤；圆针，呈圆滑面，用来缝合一些软组织，如血管、神经、肌肉、皮下组织等。

6. 皮钳 其尖端宽，并有齿，可以用来牵引皮肤、肌肉等组织。持钳方法亦同手术剪。

7. 气管插管 急性动物实验时，插入气管，以保证呼吸通畅，或做人工呼吸。将一端接气鼓或换能器，可记录呼吸运动。

8. 血管插管 有动脉插管和静脉插管。一些小型动物的动脉插管可用16号输血针头磨平来替代。在急性实验时插入动脉，另一端接压力换能器或水银检压计，以记录血压。静脉插管插入静脉后固定，以便在实验过程中随时用注射器向静脉血管中注入药物和溶液。

9. 刺蛙针 专门用来毁坏蛙类脑和脊髓。

10. 玻璃分针 专用于分离神经与血管等组织。

11. 蛙心夹 使用时将夹子的前端在蛙心室舒张时夹住心室尖，尾端用线系在换能器（或杠杆）上。

12. 动脉夹 用于阻断动脉血流。

13. 蛙板 为21 cm × 15 cm的木板或玻璃板，用于固定蛙类和制作标本。

各种手术器械使用后，都应及时清洗，齿间、轴间的血迹也应用小刷刷洗干净。洗净后用干布擦拭干，忌用火烤烘干或重击。久置不用的金属器械应擦油保护。

第二节 实验基本操作

一、动物的抓取与固定

1. 蛙（蟾蜍） 将蛙（蟾蜍）背部靠左手心，拉直四肢，用拇指、食指和中指控制