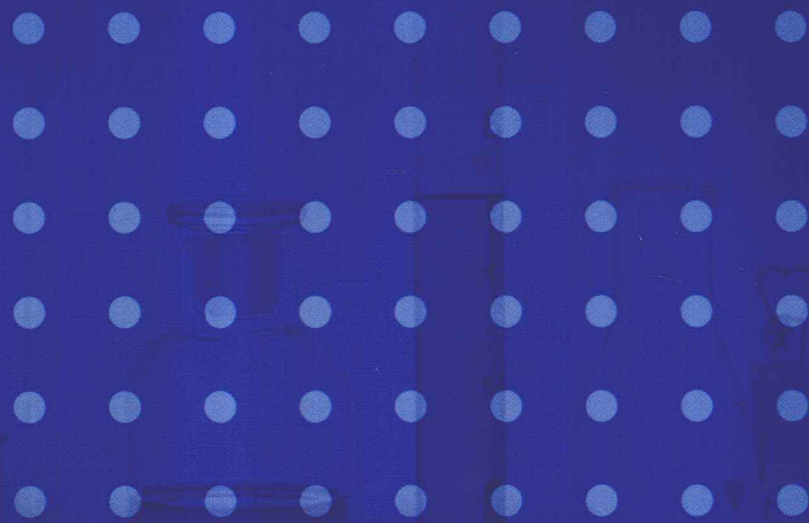




基础医学综合实验教程

隋建峰 李红丽 主编



科学出版社

以通識教育結合公民教育

黃志華 鄧文迪 譚國基

「通識教育」一詞，在坊間流行已久，但對其定義卻未有共識。有人認為通識教育就是「常識教育」，有人認為通識教育就是「常識教育」，有人認為通識教育就是「常識教育」，有人認為通識教育就是「常識教育」。其實，通識教育的定義，應視乎不同的教育背景、不同的教育目標、不同的教育內容而定。在公民教育的背景下，通識教育應以培養學生的公民意識、公民責任感、公民參與精神為主要目標。通識教育應以培養學生的公民意識、公民責任感、公民參與精神為主要目標。通識教育應以培養學生的公民意識、公民責任感、公民參與精神為主要目標。

基础医学综合实验教程

隋建峰 李红丽 主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书共6章,以基础医学综合实验为主要内容,以整合创新、联系应用、联系临床为导向,重点和选择性介绍了相关的医学形态学、医学机能学综合实验以及应用型、设计/自主性实验。第一章是医学机能学综合实验,主要内容是生物体生理机能指标的系统性综合观测记录和分析;第二章是医学形态学综合实验,重点突出了观测活标本或其显微结构的动态和全程性的形态学创新实验教学,旨在弥补医学院校形态学实验教学中以静态观测实验为主的缺憾;第三章是应用型实验,以常用实验动物模型的复制、观测、治疗为主要内容,注重实用;第四、五章分别是设计/自主性实验及医学虚拟仿真实验,简要介绍了相关概念、步骤、实施方法及国内目前较为成熟的医学机能学虚拟仿真实验系统;第六章简要介绍了医学实验常用的仪器设备和技術,限于篇幅,这里仅选取医学机能学几类常用设备和技術及医学形态学和分子生物学部分常用实验技术作介绍。

全书在编写过程注意了内容的整合和创新、通俗和实用、简要和可操作性,可作为高等医药院校本科生基础医学综合实验课程的专业教材,也适合相关专业的研究人员在医学和生物学科科研工作中作为参考书使用。

图书在版编目(CIP)数据

基础医学综合实验教程/隋建峰,李红丽主编. —北京:科学出版社,2012

ISBN 978-7-03-034895-1

I. ①基… II. ①隋… ②李… III. ①基础医学-实验-高等学校-教材 IV. ①R3-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第130140号

责任编辑:王国栋 刘丹/责任校对:邹慧卿

责任印制:阎磊/封面设计:迷底书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码 100717

<http://www.sciencep.com>

保定市中国美凯印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012年6月第一版 开本:787×1092

2012年8月第二次印刷 印张:9

字数:199 000

定价:23.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《基础医学综合实验教程》编写委员会

主 编 隋建峰 李红丽

编 者 (按姓氏笔画排序)

万子兵 田衍平 刘运来

孙仁山 李成仁 李 轩

李 琼 杨 艺 吴广延

吴 冰 何扬涛 张吉强

张浪千 陈晓红 范郑丽

赵红梅 胡 波 姚 娟

秦茂林 蔡其燕 熊加祥

《基础医学综合实验教程》编者单位

- 隋建峰 (第三军医大学基础部教学实验中心)
李红丽 (第三军医大学基础部组织与胚胎学教研室)
万子兵 (第三军医大学基础部教学实验中心)
田衍平 (第三军医大学基础部组织与胚胎学教研室)
刘运来 (第三军医大学基础部组织与胚胎学教研室)
孙仁山 (第三军医大学第三附属医院)
李成仁 (第三军医大学基础部组织与胚胎学教研室)
李 轩 (第三军医大学基础部教学实验中心)
李 琼 (第三军医大学基础部教学实验中心)
杨 艺 (第三军医大学基础部教学实验中心)
吴广延 (第三军医大学基础部教学实验中心)
吴 冰 (第三军医大学基础部教学实验中心)
何扬涛 (第三军医大学基础部组织与胚胎学教研室)
张吉强 (第三军医大学基础部神经生物学教研室)
张浪千 (第三军医大学基础部教学实验中心)
陈晓红 (第三军医大学药学院药理学教研室)
范郑丽 (第三军医大学基础部教学实验中心)
赵红梅 (第三军医大学基础部教学实验中心)
胡 波 (第三军医大学基础部生理学教研室)
姚 娟 (第三军医大学基础部教学实验中心)
秦茂林 (第三军医大学基础部组织与胚胎学教研室)
蔡其燕 (第三军医大学基础部组织与胚胎学教研室)
熊加祥 (第三军医大学基础部生理学教研室)

前 言

随着高等医学教育的不断深入，人们对于基础医学综合实验教学愈加重视。目前普遍认为：作为基础医学教育的重要组成部分，综合实验的开展是培养和开发学生实践动手能力、逻辑思维能力、研究创新能力的重要手段，对于实现学生知识、素质、能力全面发展的培养目标具有十分重要的意义。近年来，国内许多医学院校均通过必修课、选修课、第二课堂等形式大力开展针对本科生的基础医学综合实验教学，并出版了相应的教材，尤其是在医学机能学综合实验的内容整合和创新方面已有较多进展。但迄今为止，国内尚没有在内容上涵盖或整合医学形态学和医学机能学经典综合实验，有针对性、创新性、系统性的基础医学综合实验教材，因此，为适应当前高等医学教育改革和我校基础医学实验教学改革的需要，我们尝试编写了本书。

本教材以基础医学综合实验为主要内容，着眼于实验教学的实用性和适宜性，以整合创新、联系应用、联系临床为导向，有所侧重、有所取舍地介绍了相关的医学机能学、医学形态学综合实验及应用型、设计/自主性实验。其中医学机能学综合实验强调了各系统内的内容整合；医学形态学综合实验突出了观测活标本或其显微结构的动态和全程性的形态学创新实验教学，以弥补长期以来国内医学院校形态学实验教学中占主导地位的静态观测实验的不足；应用型实验以常用实验动物模型的复制、观测、治疗为主要内容，强调联系应用、联系临床、联系科研，注重实用。

本书主要章节都聘请长期承担相关内容的实践教学、带教经验丰富的基础医学实验课教师执笔，全书在编写过程突出了内容的实用、适宜、新颖、简要和可操作性，可作为高等医药院校本科生基础医学综合实验课程的专业教材，也适合相关专业的研究人员在医学和生物学科科研工作中作为参考书使用。

在编写本书的过程中，我们参考了一些作者的有关书籍、文献和相关网站的部分内容，特别是得到了山东医科大学医学院形态学实验中心马保华教授的大力支持，在此谨向他们致以诚挚的谢意。由于编者知识水平和编写时间的限制，书中的缺点和错误在所难免，恳请读者予以批评指正。

隋建峰 李红丽
2012年7月于重庆

本书是护理学专业五年一贯制卫生部规划教材《生理学》的配套教材。主要供护理学专业五年一贯制学生复习生理学使用。也可供护理学专业三年制专科(高职)或相近专业学生复习考试使用。本书共编写或收集各类习题近 2000 题。

生理学教学始终强调要坚持“三基”(基础理论、基本知识和基本技能)和“五性”(思想性、科学性、启发性、先进性和适用性),在素质教育中发挥着重要的作用。为帮助学生更好的理解和巩固本学科的基础理论、基本知识和基本技能,培养综合分析问题和解决问题的能力,这本《生理学学习指导》着重落实教学大纲所要求的重点掌握内容,紧密结合教学实践过程中所发现的难点、疑点,并充分考虑各类生理学复习考试中经常涉及的内容。相信读者在学习生理学的同时通过对本书的阅读,巩固所学知识,提高能力素质,特别是对于增强各级各类考试的应试能力,会有很大的帮助。本书按照护理学专业五年一贯制卫生部规划教材《生理学》的基本内容和章节的顺序编写,每章内容包括:学习要求、重点与难点、习题和参考答案四部分。

学习要求是生理学教学大纲对学生的基本要求和需要达到的教学目标。重点与难点是编者根据多年教学实践对《生理学》教材每章要点、难点的归纳和总结,也是各类生理学考试经常涉及到的内容。本书习题部分包括名词解释、填空、选择题和问答题,其中选择题部分包括 A 型题和 X 型题。在习题数量上,以选择题为主,这些习题收集了历年来各种考试中经常涉及到的内容,涵盖面较广。参考答案以护理学专业五年一贯制卫生部规划教材《生理学》的内容为基础,供读者参考使用。

编写过程中编著者结合多年教学工作经验,参阅大量国内外同类教材、习题集以及部分兄弟院校编写的有关辅导资料,在此一并致谢!本书是在全体编者共同努力下完成的,甘肃省定西卫生学校、泰山医学院等单位给予大力支持和帮助。本书存在的错漏和不足之处,由主编和编者负责并恳请读者给予指正、赐教,以便今后修订时改正。

白 波

二〇〇四年五月六日

目 录

前言

第一章 医学机能学综合实验	1
第一节 哺乳动物动脉血压的调节.....	1
第二节 哺乳动物呼吸运动的调节.....	4
第三节 减压神经、膈神经和膈肌放电活动记录与分析.....	6
第四节 在体心肌细胞动作电位及心电活动记录与分析	10
第五节 尿生成的影响因素	13
第六节 脑电及大脑皮质体感诱发电位记录与分析	15
第七节 耳蜗微音器效应与听神经动作电位记录与分析	18
第八节 神经元单位放电记录与分析	20
第九节 神经元 Na ⁺ 通道电流的记录与分析	22
第十节 消化道平滑肌的生理特性及其影响因素	25
第十一节 家兔颈交感神经活动及其效应观察与分析	27
第十二节 蟾蜍交感神经的传出放电	29
第二章 医学形态学综合实验	31
第一节 巨噬细胞吞噬作用的形态学观察	31
第二节 口腔脱落上皮细胞的形态学及糖类分布观察	33
第三节 急性心力衰竭时心肌组织的形态学观察	35
第四节 应激性胃溃疡的胃黏膜上皮组织学观察	37
第五节 肝细胞形态学观察及急性肝中毒时肝糖原分布变化	41
第六节 急性肾缺血后肾脏组织细胞的形态学变化	42
第七节 急性短暂性脑缺血后海马神经元的形态学变化	44
第八节 鸡胚三胚层形成及神经上皮细胞发育的形态学观察	47
第九节 微波辐照后骨髓造血功能变化的细胞形态学观察	49
第十节 成熟精子的形态学观察及精子运动功能检测	52
第三章 应用型实验	55
第一节 高血钾症动物模型的制备、观察及其心律失常救治	55
第二节 心肌梗死动物模型的制备、观察及处理	57
第三节 失血性休克时微循环效应观察及治疗	59
第四节 右心衰动物模型的制备、观察及治疗	61
第五节 肺水肿动物模型的制备、观察及救治	63
第六节 气胸动物模型的制备、观察及治疗	64
第七节 几种缺氧动物模型的制备及其影响因素观察	66

第八节	急性肾性高血压动物模型的制备、观察及治疗	67
第九节	急性脑出血动物模型的制备、观察及处理	68
第十节	有机磷农药中毒动物模型的制备、观察及救治	70
第十一节	不同因素对小鼠学习记忆功能的影响	71
第十二节	实验性胃溃疡动物模型的建立、观察及处理	72
第十三节	肝性脑病动物模型的制备、观察及处理	74
第十四节	幽门螺杆菌感染小鼠模型的建立及检测	75
第四章	设计性实验与自主性实验	78
第一节	设计性实验与自主性实验的目的和方案	78
第二节	设计性实验与自主性实验的内容、步骤和实施	80
第五章	医学虚拟仿真实验	85
第一节	VBL-100 医学机能虚拟实验室系统介绍	85
第二节	虚拟仿真实验项目	92
第六章	医学实验常用仪器设备和技術	94
第一节	医学机能学实验常用仪器设备与应用	94
第二节	医学形态学和分子生物学实验常用技术	109
参考文献	136

第一章 医学机能学综合实验

第一节 哺乳动物动脉血压的调节

【原理和目的】

心输出量、外周阻力、循环血量以及动脉管壁弹性等因素综合作用影响动脉血压，其中尤以前两个因素更为重要。心血管中枢主要通过调节心输出量及外周阻力的调节，使血压维持在一定水平。

心脏受交感神经和副交感神经支配：交感神经兴奋使心跳加快加强，心输出量增加；副交感（迷走）神经兴奋则心率减慢，心房收缩力减弱，心输出量减少。全身大多数血管受交感神经缩血管纤维支配，当交感神经缩血管纤维兴奋时，血管平滑肌收缩，血管口径变小，外周阻力增加。

心血管活动除受神经调节外，还受体液因素的调节，其中主要有肾上腺素和去甲肾上腺素等。

在动物实验中，通常采用直接动脉插管法来连续观察和记录动脉血压的变化，即将连接水银检压计或血压换能器的动脉套管插入动脉内直接测定血压。为了避免凝血，动脉套管内应充满抗凝剂。

本实验目的在于观察与验证心血管活动的神经体液调节机制，了解与掌握哺乳动物动脉血压的直接测定方法。

【实验对象】

家兔。

【器材和药品】

哺乳动物常用手术器械，兔手术台，RM6240BD 多道生理信号采集处理系统，血压换能器，塑料动脉套管，试管夹，双凹夹，铁架台，金属针头，动脉夹，三通开关，刺激保护电极，静脉输液装置，注射器（1ml、5ml、20ml、50ml），棉线，纱布，棉花；25%氨基甲酸乙酯（乌拉坦），0.1%肝素钠，0.01%肾上腺素，0.01%去甲肾上腺素，0.01%乙酰胆碱，石蜡油。

【实验步骤】

1. 仪器连接及参数选择

将压力换能器输入 RM6240BD 多道生理信号采集处理系统 1 通道，放大器灵敏度调至 12kPa 档。刺激输出孔插刺激输出线。

用试管夹把血压换能器固定在铁支柱上，使血压换能器与心脏大致在同一水平上。将压力换能器的前端两个伸向外端的小管，分别与三通开关相连。其中一个三通开关与塑料动脉插管相连。在将动脉插管插入动脉前，将血压换能器的压力舱和动脉插管用注射器充满 0.1% 肝素钠。

2. 麻醉与手术

(1) 麻醉: 实验动物先称体重, 于手术前 20min 左右, 用 25% 乌拉坦 (剂量为 0.8~1g/kg, 即每千克体重 4~5ml) 经耳缘静脉缓慢注入。注射的部位应先在耳缘静脉的中远段刺入, 不可在近耳根处, 否则需再次注入时就很难。穿刺的角度要尽可能小, 几乎与耳面平行才好。当针头刺入静脉后, 再向内平行推入 0.5~1cm, 缓慢注射。如果针头在静脉内, 推注药品时, 就会看到血管内的血液向心脏方向退去, 血管迅即由红变白, 注射时感到阻力很小, 注射部位周围组织也不隆起。如注射时感到阻力大, 且局部出现组织肿胀, 表明药物注射到皮下, 需重新穿刺注射。

在实验中, 如果麻醉深度不够时, 可酌情从静脉再适当补充一些麻药 (一般不超过原剂量的 1/3)。

(2) 手术: 动物麻醉后, 将兔仰卧, 四肢固定于兔手术台上, 固定好兔头。室温较低时, 可打开兔手术台底下的电灯以便保温, 然后进行手术。

① 气管插管术: 沿颈部正中中线切一长约 7cm 的切口, 用止血钳分离皮下组织以暴露胸骨舌骨肌, 然后再用止血钳于正中分离肌肉以暴露出气管, 在气管下穿线 (穿线时应注意将气管与大血管和神经分开), 提起气管。然后用手术刀或手术剪将气管作一“⊥”形切口, 再将气管插管自切口处向肺部方向插入, 用棉线扎紧以防滑出, 气管切口术至此完成。从此, 动物呼吸的气体便改由气管插管进出, 不致因分泌物堵塞声门而导致呼吸困难。

② 神经及颈总动脉的分离: 迷走神经、交感神经、减压神经和颈总动脉都在气管两侧的颈动脉鞘内。因此分离前可先用手指接触气管旁的颈部组织, 根据动脉搏动来确定颈总动脉的位置, 沿此方向容易找到颈总动脉。在颈总动脉旁有束神经与其伴行, 这束神经中包含有迷走神经、交感神经及减压神经。用左手从颈后皮肤外把一侧颈部组织向上顶起, 细心分离颈动脉鞘, 仔细识别三条神经。其中, 迷走神经最粗最白, 一般位于外侧; 减压神经最细 (头发样细), 一般位于内侧; 交感神经为浅灰色, 粗细与位置介于上述两神经之间。先分离减压神经和交感神经, 然后分离颈总动脉及迷走神经, 每条神经分离出 2~3cm, 在各条神经下穿一条生理盐水浸泡过的不同颜色的棉线以便区分, 并滴加石蜡油以防干燥。颈总动脉下也穿一棉线备用。在手术过程中必须注意及时止血, 小血管破裂出血时, 则需用止血钳夹住出血点并用丝线结扎止血。

③ 动脉插管: 钝性分离另一侧颈总动脉, 靠动物头侧的部分尽可能多分离些, 分离好动脉后, 远心端穿线结扎, 近心端用动脉夹夹闭。在结扎处与动脉夹之间的动脉长度愈长愈好, 一般至少有 3cm 左右。在此段血管下穿一条丝线以备动脉插管插入后结扎用。用眼科剪在尽可能远心端处作一斜形切口 (图 1.1A), 约剪开管径的一半, 然后将动脉插管经切口向心脏方向插入动脉, 再将丝线以双结扎紧以防插管滑出 (图 1.1B)。插好后应保持插管与动脉的方向一致, 防止扭曲及血管壁被插管尖端刺破。

④ 静脉插管: 钝性分离一侧颈外静脉, 结扎远心端, 在近心端进行颈外静脉插管, 连接输液装置。

⑤ 股部手术: 在一侧股三角处触摸股动脉的跳动, 然后沿其内侧切开皮肤, 作一长约 1cm 的切口, 稍加分离即可见到股动脉、股静脉与股神经。按照插颈动脉套管的方法, 在股动脉上插一直套管并接一段橡皮管以便随后放血用, 管内事先应装好肝素钠以

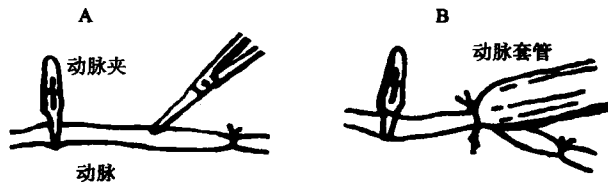


图 1.1 动脉套管插管术

A. 结扎远心端，夹注近心端，在近结扎处剪一斜小口；B. 插入动脉套管，结扎固定

防止凝血，并用动脉夹夹紧。也可不作此手术，需放血时通过颈动脉套管三通开关放血。

⑥安置心电图电极：在动物的右前肢及后肢小腿皮下，分别插进一注射针头，其心电信号经导线输入 2 通道记录心电图。

3. 观察与记录

打开 RM6240BD 多道生理信号采集处理系统电源，选择兔动脉血压调节实验，使系统 1 通道进入血压信号采集状态，2 通道选择心电，其余通道可不选择。屏幕显示采集的血压波形及心电图，其相关参数可参照使用说明进行设定。

实验时，在打开动脉夹之前，应先将压力换能器的三通开关与大气相通，并使 1 通道置零。校零后，将三通开关转向动脉导管，然后打开动脉夹，同时注意血压曲线的变化。

(1) 观察正常血压和心搏曲线：降低扫描速度，可以看到动脉血压曲线的三级波（图 1.2）。

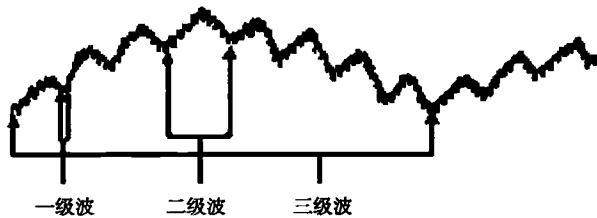


图 1.2 兔颈总动脉血压曲线

一级波（心搏波）：是心室舒缩所引起的血压波动，频率与心率一致。心缩时上升，心舒时下降，在快扫描曲线上可清楚看到。

二级波（呼吸波）：是呼吸运动引起的血压波动，吸气时上升，呼气时下降，它叠加于一级波之上，可在慢扫描曲线上显示出来。

三级波：不常出现，可能是由于血管运动中枢紧张性的周期性变化所致。它又重叠于一、二级波之上，如有时，也可在慢扫描曲线上显示出来。

(2) 牵拉颈总动脉：手持右颈总动脉远心端的牵引线向上牵拉 5s，观察动脉血压的变化。

(3) 夹闭颈总动脉：用动脉夹夹闭右颈总动脉 5~10s，观察心搏与血压的变化。

(4) 刺激减压神经：将左侧减压神经结扎、剪断，以中等强度连续电刺激减压神经中枢端，观察心搏与血压的变化。

(5) 刺激迷走神经：结扎迷走神经。于结扎线头侧将神经剪断，以中等强度连续电刺激迷走神经向心端，观察心搏与血压的变化。

(6) 静脉注射 0.01% 肾上腺素 0.2~0.3ml，观察心搏与血压的变化。

(7) 静脉注射 0.01% 乙酰胆碱 0.1~0.2ml，观察心搏与血压的变化。

(8) 失血的影响：从一侧股动脉或通过颈动脉套管处的三通开关放血 50ml，至 50ml 注射器中（提前加入 0.1% 肝素钠 1ml 抗凝），观察心搏与血压的变化。

(9) 将抗凝处理的动脉血回输入动物体内，观察心搏和血压的恢复情况。

【实验要求】

(1) 掌握兔颈部神经血管分离手术，动物麻醉、固定及动脉血压直接记录方法。

(2) 要求每组实验都做出正确的结果，并有完整的实验记录。

(3) 根据实验结果，总结影响血压的重要因素，理解血压调节的机制。

【注意事项】

(1) 明确分工，各司其职。较好地掌握相关技术方法，是保证实验顺利进行的必要条件。

(2) 实验中有 3 个环节易发生动物死亡：①麻醉剂注射过快或过量；②颈部手术时误伤动脉分支或动脉插管滑脱或破裂，造成失血过多；③打开动脉夹时，枸橼酸钠倒灌入心脏，因此在这几步要特别小心。

(3) 做好各个项目的记录与分析，除在记录仪上描记好曲线外，应即时在曲线上标明药物名称、刺激强度。

(4) 每观察一个项目，必须待血压恢复后才能进行下一个项目。

(5) 如需体内注射肝素钠抗凝，宜在手术操作完成之后进行，以免流血不止。

【思考题】

(1) 血压曲线为什么会出现三级波？

(2) 压迫颈动脉窦邻近的颈总动脉，为什么会引起血压波动？

(3) 剪断与刺激减压神经，可能引起什么反应，为什么？

(4) 如何证明交感神经对血管的紧张性支配？刺激颈交感神经与刺激内脏大神经对血压的影响有何不同？为什么？

(吴冰 张浪千)

第二节 哺乳动物呼吸运动的调节

【原理和目的】

呼吸运动是由延脑呼吸中枢产生节律性冲动，通过膈神经和肋间神经传至膈肌和肋间肌，使胸廓产生节律性运动而产生。随着机体代谢需要的变化，通过调节机制，引起呼吸节律产生适应性变化，使肺的通气量发生改变，从而使血中 O_2 和 CO_2 含量维持在正常水平。因此，体内外各种刺激有的直接作用于中枢，有的通过不同感受器反射性地影响呼吸运动。

吗啡类药物是临床上常用的强力镇痛剂，但它对延髓呼吸中枢有很强的抑制作用，

尼可刹米是呼吸中枢兴奋剂，可以对抗吗啡对呼吸中枢的抑制作用。

本实验的目的是观察各种刺激对呼吸运动的影响，尼可刹米对抗吗啡抑制兔呼吸的作用及安定对抗尼可刹米引起兔惊厥的作用。

【实验对象】

家兔。

【器材和药品】

哺乳动物常用手术器械，兔手术台，RM6240BD 多道生理信号采集处理系统，气管插管，注射器（5ml、20ml），50cm 的长橡皮管，球胆（空气球胆、CO₂ 球胆、纯氮球胆），纱布，线；25%氨基甲酸乙酯溶液（乌拉坦），尼可刹米，吗啡，3%乳酸溶液，2%盐酸，吗啡溶液，0.01%肾上腺素溶液，0.01%乙酰胆碱溶液，0.5%安定注射液，生理盐水等。

【实验步骤】

1. 麻醉与手术

(1) 麻醉：方法同“哺乳动物动脉血压的调节”实验。

(2) 手术：将动物仰卧位固定于兔手术台上，用粗剪刀剪去颈部被毛。切开颈部皮肤，用止血钳分离气管，在气管下穿一棉线，在喉下剪一“⊥”形切口，插入气管插管，以棉线固定。分离右侧颈动脉和双侧迷走神经，并在其下穿线备用。分离手术完毕后用温热盐水润湿的纱布覆盖手术野。

(3) 记录装置：用弯针在兔的剑突处皮下穿一棉线并固定。此线的另一端接至张力换能器，张力换能器信号输入 RM6240BD 多道生理信号采集处理系统 1 通道进行记录，信号强弱变化反映了呼吸运动的变化。

2. 观察与记录

在实验菜单上选择呼吸调节实验。调节好仪器参数并进行记录，可观察到与呼吸同步的上下波动曲线。记录呼吸幅度和频率，注意区分呼气相与吸气相并做好标记。

(1) 吸入气中 CO₂ 浓度增加对呼吸运动的影响：首先将细导管的一端连于装有空气的球胆上，将其另一端放于水杯中，然后打开导管上的螺丝夹，可见有气泡排出，调节螺丝夹以控制放气速度，计算单位时间内气泡数作为对照。将细导管从水杯中取出拭干，再插入气管导管分叉的下方，观察并记录一段血压和呼吸波形作为对照。气流速度不宜过急，以免影响呼吸运动。

然后将上述的空气球胆换为浓度约 10% 的 CO₂ 球胆，以相同气流速度让动物吸入，观察并记录呼吸运动的变化。

(2) 缺氧刺激对呼吸运动的影响：用一个纯氮球胆同上法调节放气速度，使与上述对照速度相同。再将纯氮气通入气管套管，观察并记录吸入气中缺氧时呼吸运动的变化。

(3) 增大呼吸无效腔对呼吸运动的影响：将气管插管两侧开口端均连接一条长约 50cm 的橡皮管，使无效腔增大，观察对呼吸运动的影响。

(4) 改变血液酸碱度对呼吸运动的影响：用 5ml 注射器，由耳缘静脉注入 3% 乳酸溶液 2ml，观察呼吸运动的变化。

(5) 描记一段正常呼吸曲线后，由耳缘静脉快速注射 2% 盐酸吗啡溶液 1ml/kg，待呼吸抑制明显时，即由静脉缓慢注入 25% 尼可刹米溶液 0.4ml/kg，观察并记录呼吸

的变化。

(6) 切断迷走神经对呼吸运动的影响：先切断一侧迷走神经，观察呼吸运动的变化，再切断另一侧，观察切断迷走神经前后呼吸运动的频率、深度及呼气、吸气的变化。

(7) 刺激迷走神经向中端对呼吸运动的影响：以中等强度的连续脉冲刺激一侧迷走神经的向中端，观察刺激期间呼吸的反应。

(8) 刺激坐骨神经中枢端对呼吸运动的影响：在股部找出一侧坐骨神经，结扎并剪断其外周端，用不同强度的连续脉冲刺激其中枢端，观察呼吸运动发生何种变化。

【实验要求】

记录并分析各项因素对呼吸的影响。

【注意事项】

(1) 注射吗啡的速度应根据呼吸抑制情况调节，一般宜先快后慢。

(2) 注射尼可刹米的速度不宜过快，过快则引起惊厥，出现四肢僵直，角弓反张现象；此时可立即由静脉注射 0.5% 安定注射液 10ml/只。

【思考题】

(1) 解释迷走神经在节律性呼吸中的作用。

(2) 小结影响呼吸节律和深度的因素，分析它们的作用机理。

(万子兵 吴冰)

第三节 减压神经、膈神经和膈肌放电活动记录与分析

【原理和目的】

机体动脉血压能维持相对恒定，重要的机制之一是体内存在着压力感受性反射。在人的颈动脉窦和主动脉弓处存在能感受血压变化的压力感受器。当动脉血压发生变化时，这些压力感受器感受的刺激也发生相应的变化。通过窦神经和主动脉神经传入延髓心血管系统，使压力感受性反射增强或减弱来维持动脉血压相对稳定。

兔的主动脉弓神经在颈部自成一束，称为减压神经，其神经纤维是传入纤维。其神经冲动的频率随血压的变化而改变，当主动脉的压力升高时，管壁被扩张的程度加剧，减压神经的传入冲动频率增多；反之，减压神经的传入冲动减少。因此，减压神经的传入冲动频率在心缩期血压升高时增加，在心舒期血压下降时减少。

呼吸中枢产生的节律性冲动，通过膈神经和肋间神经传到膈肌和肋间肌，使胸廓产生节律性运动。因此，膈神经的电活动能直接反映呼吸中枢的活动。膈神经传出纤维的放电幅度比较大，且随着呼吸运动发生节律性的群集性活动。体内外各种刺激可直接作用于呼吸中枢，也可通过不同感受器的作用而影响膈肌、膈神经的电活动。利用针形电极插入膈肌，即可记录到膈肌放电。膈肌放电与膈神经放电的信号形态基本一致，但信号远比后者强。

本实验的目的是学习引导并记录家兔减压神经、膈神经及膈肌电活动的方法，观察机体内外环境改变对血压及呼吸运动反射性的调节作用。

【实验对象】

家兔。

【器材和药品】

哺乳动物常用手术器械，兔手术台，RM6240BD 多道生理信号采集处理系统，监听器喇叭，引导电极固定支架，铁架台，黄金双极引导电极，玻璃分针，气管插管，压力换能器，张力换能器，注射器（1ml、5ml、10ml、50ml），颈静脉与颈动脉套管，长橡皮管，纱布，棉线；25%氨基甲酸乙酯（乌拉坦），0.1%肝素钠，生理盐水，石蜡油，3%乳酸，0.01%肾上腺素，0.01%乙酰胆碱，酚妥拉明，多巴胺等。

【实验步骤】

1. 麻醉和固定

用 25% 乌拉坦按 5ml/kg 剂量注入耳缘静脉，待动物麻醉后，仰卧固定于兔手术台上，并用粗棉线将兔上牙拉紧牢牢固定于铁杆上。

2. 手术

剪去兔颈部毛，沿颈部正中切开皮肤，用止血钳分离皮下组织后，游离气管约 3cm，在气管下方穿线，于气管靠近头端用剪刀剪一“⊥”形的切口，进行气管插管。在辨明靠近中央的胸锁乳突肌及其内侧的气管和外侧的颈外静脉后，用止血钳在颈外静脉与胸锁乳突肌之间向深处分离。当分离至气管旁时，可见到较粗的臂丛神经向尾端外侧方向行走。在臂丛神经的内侧有一条较细的神经，约在颈部下 1/5 处横过臂丛神经并与之交叉，向内侧尾端行走，此即膈神经（图 1.3）。认清膈神经后，用玻璃分针将膈神经分离 1~2cm，滴加一些石蜡油并在神经下面穿线备用。

分离膈神经后，在气管一侧颈动脉旁的神经鞘中可见到神经束。此时可用左手拇指和食指捏住颈部切口缘，其余几指从颈部外面将该部组织向上顶起，使内面翻向上，在此向上隆起的部位即可清楚地看到有三条并行的神经，其中最细的一条即为减压神经（图 1.4）。然后用玻璃分针游离出一段（约 3cm）减压神经，注意避免损伤神经，再分

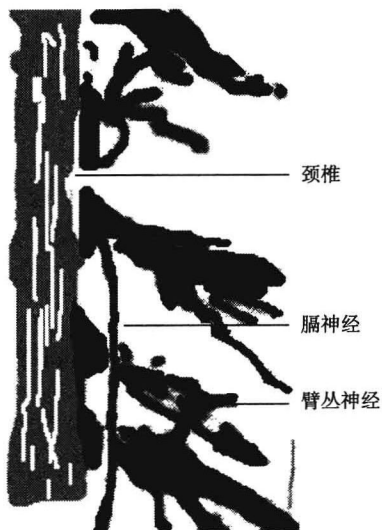


图 1.3 家兔膈神经解剖示意图

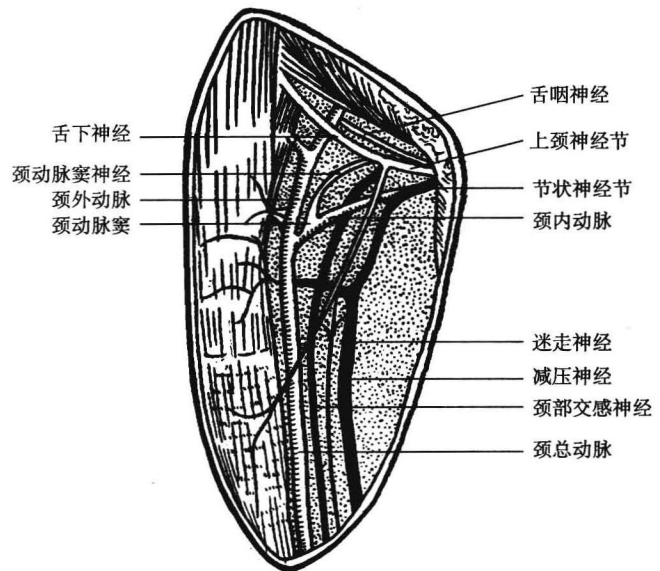


图 1.4 兔颈部的神经和血管分布示意图