

河南科技大学精品课程建设教材

动物 生理学 实验

邓雯 编著

中国农业科学技术出版社



南科技大学精品课程建设教材

中国农业科学技术出版社

邓雯 编著

动物 生理学 实验

图书在版编目 (CIP) 数据

动物生理学实验/邓雯编著. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2009. 7
ISBN 978-7-80233-904-0

I. 动… II. 邓… III. 动物学: 生理学 - 实验 IV. Q4-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 087552 号

责任编辑 贺可香

责任校对 贾晓红

出版者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010) 82109704 (发行部) (010) 82109709 (编辑室)

(010) 82109703 (读者服务部)

传 真 (010) 82109709

网 址 [http:// www. castp. cn](http://www.castp.cn)

经销者 新华书店北京发行所

印刷者 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 787 mm × 1092 mm 1/16

印 张 7.25

字 数 200 千字

版 次 2009 年 7 月第 1 版 2009 年 7 月第 1 次印刷

定 价 15.00 元

前 言

生理学是一门实验科学，生理学实验是生理学教学过程中的一个重要环节。在科学技术高速发展的今天，许多现代科技成果已引入教学领域，使实验手段和方法得到了极大的提升。同样，动物生理学实验仪器和实验方法也得到了迅速发展，对很多经典的动物生理学实验产生了深远的影响。尤其是计算机应用技术给生理学的实验手段带来了巨大的变革，生物信号采集处理系统的使用，极大地丰富了生理学的实验内容，不仅提升了实验的层次，也增加了实验的精确度，使动物生理学实验教学实现了从过去的理论验证向能力培养、从定性实验向定量实验的过程转变。

该书共分为7章。1~6章有选择地介绍了生理学实验的目的、意义和要求、常用的实验动物品种、给药方法、动物的麻醉、手术基础及常用实验仪器、设备的使用方法等实验基本知识和技术，其目的是增加学生实验的基本操作技能训练和提高实验技术。第7章精选了生理学的基本实验内容。涉及的内容广泛，重点突出，实验项目难易兼顾，既有传统的定性实验，也有定量实验；既有整体实验，也有离体实验。每个实验都包括实验的目的、原理、材料和方法、结果及注意事项，并列出了相应的思考题，不仅使学生能得到系统、规范的实验技能训练，而且更要注重学生创新能力的培养。重点在于提高学生对客观事物的观察、比较、分析以及独立思考、解决实际问题的能力。

本书与以往生理学实验指导的不同之处在于增加了生物信号采集处理系统的构成、原理和基本操作等内容，其应用在第7章也得到了充分的体现。使学生不仅能够正确掌握计算机生物信号采集处理系统的使用方法，而且能够与生命科学的实验研究相结合。较好地体现了与时俱进、反映新进展、新知识、理论联系实际、注重培养操作技能的教学指导思想。

由于编者水平有限，书中难免有不妥之处，真诚希望广大师生和读者给予指正。

编者

2009年6月于洛阳

目 录

第1章 绪 论	1
第1节 目的和要求	1
第2节 实验报告的撰写	2
第2章 常用实验动物	3
第1节 常用实验动物的种类	3
第2节 动物捉拿和保定	4
第3章 实验动物的给药	7
第1节 给药剂量的换算	7
第2节 实验动物的给药途径和方法	11
第3节 常用生理溶液	17
第4章 实验动物的麻醉	19
第1节 常用的麻醉方法	19
第2节 常用的麻醉剂	20
第3节 麻醉效果的观察	22
第5章 实验手术	23
第1节 常用手术器械	23
第2节 动物急性实验基础操作技术	25
第3节 在体急性实验常用手术	29
第6章 常用仪器、设备	32
第1节 刺激系统	32
第2节 引导、换能系统	34
第3节 信号调节放大系统	36
第4节 生物信号采集处理系统	36
第7章 基本实验	52
实验1 反射弧的分析和反射时的测定	52
实验2 坐骨神经-腓肠肌标本制作	53
实验3 刺激强度对肌肉收缩的影响	56
实验4 强度-时间曲线的测定	57
实验5 刺激频率对肌肉收缩的影响	58

实验 6	生物电现象的观察	60
实验 7	神经干动作电位的观察	60
实验 8	神经兴奋不应期的测定	61
实验 9	神经干复合动作电位传导速度的测定	62
实验 10	红细胞比容的测定	63
实验 11	红细胞沉降率测定	65
实验 12	红细胞渗透脆性实验	65
实验 13	血红蛋白的测定	67
实验 14	血细胞的计数	69
实验 15	白细胞分类	72
实验 16	ABO 血型鉴定	74
实验 17	心脏起搏点观察	75
实验 18	离体心脏灌流	77
实验 19	心肌的期前收缩与代偿间歇	80
实验 20	动脉血压直接测定及影响动脉血压的因素	81
实验 21	微循环观察	84
实验 22	胸内压测定	85
实验 23	呼吸运动、胸内压及膈神经放电的同步观察	86
实验 24	呼吸运动的调节	88
实验 25	胰液和胆汁的分泌	90
实验 26	胃肠运动的直接观察	91
实验 27	离体小肠平滑肌的生理特性	92
实验 28	小肠吸收和渗透压的关系	94
实验 29	影响尿生成的因素	94
实验 30	小白鼠能量代谢的测定	96
实验 31	脊髓反射的基本特征	97
实验 32	大脑皮层运动机能定位和去大脑僵直	98
实验 33	甲状旁腺切除与骨骼肌痉挛的关系	100
实验 34	肾上腺摘除动物的观察	101
实验 35	胰岛素、肾上腺素对血糖的影响	102
实验 36	精子的氧耗强度	103
主要参考文献		107

第1章 绪论

生理学是一门实验学科，通过实验使学生逐步掌握生理学实验的基本操作技术，了解生理学实验设计的基本原理和获得生理学知识的科学方法，培养学生对科学实验严肃的态度、认真的精神、严谨的工作方法和实事求是的工作作风。

第1节 目的和要求

一、实验课的目的

1. 了解实验的目的要求。
2. 掌握实验的原理、方法及实验常用仪器设备的正确使用方法。
3. 掌握实验结果的初步处理数据统计、图表表示方法，能够正确书写实验报告。
4. 培养学生观察事物及思考、分析和解决问题的能力，使学生能圆满完成教学大纲规定的实验学习任务。

二、实验课的要求

1. 实验前预习

(1) 课前要预习实验教材，明确本次实验的内容、目的、方法、操作步骤和注意事项。

(2) 结合实验内容认真复习相关的理论知识，对实验结果进行相应的预测。

2. 实验时操作

(1) 要求严格遵守实验室规则，保持良好的课堂秩序，认真听指导教师对实验内容的讲解、演示。注意教师所指出的实验过程中的要求和注意事项。

(2) 实验应分组进行，小组成员要分工明确、团结协作、各尽其职，在使每个同学都能得到操作机会的基础上圆满完成实验操作。

(3) 实验所用的仪器、设备、药品要按要求摆放。严格按照实验指导上的步骤进行操作，准确计算给药剂量，防止出现意外。

(4) 实验过程中，在认真操作和仔细地观察实验结果的同时，要及时、准确、如实记录实验过程中出现的现象，药物反应出现的时间、表现以及最后转归，联系课堂讲授内容进行思考。不允许实验后凭记忆来描述实验结果。

(5) 要爱护和节约实验动物，按规定对其进行麻醉、手术和处理。

(6) 在以人体为实验对象的实验项目中，要注意人身安全。在采集血液标本时，应特别注意防止血液传播性疾病的扩散。

3. 实验后总结

(1) 认真整理实验结果，对实验结果进行分析讨论，写出实验报告，按时交给指导老师。

(2) 洗净、擦干及整理实验器材，如果发现器材和设备损坏或缺少，应及时向指导老

师报告情况，并予以登记备案。

(3) 指导老师进行实验课后总结时，应积极参与，并结合自己所做实验结果进行总结。

(4) 实验结束后，将存活的动物送回原处，废物丢入指定处所。做好实验室的清洁卫生工作。

三、实验结果的记录原则

1. 真实性 真实地记录实验结果和现象，不管实验结果与自己预测的是否相同，都要实事求是地记录。记录要真正反映客观事实。

2. 原始性 要及时记录实验最原始的现象和数据，如果不能保持原始实验现象和数据，就失去了真实性。

3. 条理性 记录要整洁而有顺序，学会用简明的词记下完整的结果，以便于实验结束后整理和总结分析。

4. 完整性 完整的实验记录应包括题目、方法和步骤、结果、实验日期和实验者等。

第2节 实验报告的撰写

实验报告是对实验结果的总结，也是生理学实验课的基本训练之一。不论示教实验或自己操作的实验均应独立完成实验报告。写作应注意文字简练、通顺，书写清楚、整洁。

实验报告的一般格式包括以下内容：

1. 一般情况介绍 实验者姓名、年级、班级、（可写在实验报告本的封面）实验日期、实验分组、实验室温度和湿度等。

2. 实验名称 写出实验项目名称，如终板电位的测定。

3. 实验目的 实验内容不同时，目的和要求也不同，要求尽可能简洁、清楚。

4. 实验对象 描述应包括名称、性别、种属、体重、健康状况等。

5. 器材与药品 实验中使用的主要器械名称、仪器设备名称。一般可简写。

6. 实验方法与步骤 包括仪器连接、标本制作、指标观察、实验步骤等，应简明扼要叙述，不要照抄教材。

7. 实验结果 实验结果是实验报告中最重要的一部分。其显示有多种方法和形式。这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忠实地记录下来：凡属于测量性质的结果（如：高低，长短，多少，快慢等），均应以正确的单位和数值定量，如呼吸频率，不能只说加快或减慢，而应标出呼吸频率加快或减慢的具体数值和单位；一般凡有曲线记录的实验，都应在曲线上标注说明（如标注刺激记号、具体项目）。

8. 实验结果分析与讨论 应用所学理论知识解释实验中观察到的实验现象和结果，不脱离实验结果任意发挥。分析推理要有依据，在分析实验结果的基础上推导出恰如其分的结论。同时，对本次实验存在的不足与问题及实验中出现的“异常现象”加以分析。不可凭空想象或盲目抄袭书本及他人的实验报告。

9. 实验结论 实验结论是从实验结果中归纳出来的一般的、概括性的判断，也就是这一实验所能验证的概念、原则或理论的简明总结。不要重复讨论的内容，应简明扼要、高度概括、符合逻辑。在实验结果中未能得到充分证明的理论分析，不要写入结论。

第2章 常用实验动物

第1节 常用实验动物的种类

常用实验动物包括哺乳类实验动物和非哺乳类实验动物。

一、非哺乳类实验动物

1. 青蛙与蟾蜍

常用于蛙心起搏点、蛙心灌流及药物对心脏作用的实验等。蛙舌与肠系膜是观察炎症和微循环变化的良好标本。蛙类坐骨神经腓肠肌标本可用来观察药物对周围神经、横纹肌或神经肌接头的作用。蛙的腹直肌可以用于胆碱能物质生物测定。此外，蛙类还能用于水肿和肾功能不全的实验。

2. 鱼类

鱼对某些药物、毒气十分敏感，只要含有极微量的成分就可引起很强的反应；以鱼进行药理、毒理试验，除以死亡为指标外，对其习性的影响可能更为灵敏，对研究某些含量低或药理作用弱而需长期口服给药的中草药可能更为适宜；鱼对某些中枢神经兴奋或抑制药的反应比较敏感；结果判断明确并易于掌握；在饲养管理上，鱼是一种比较经济的实验动物。

3. 鸽

鸽的听觉和视觉非常发达，对于姿势的平衡反应也很锐敏。在生理学实验中常用鸽观察迷路与姿势的关系，当破坏鸽子一侧半规管后，其肌紧张协调发生障碍，在静止和运动时失去正常的姿势。还可用切除鸽大脑半球的方法来观察其大脑半球的一般功能。鸽子吐反应敏感，适合做呕吐试验。

二、哺乳类实验动物

1. 小白鼠

小白鼠是医学实验中用途最广泛和最常用的动物。它体形小、产仔多、繁殖周期短、饲料消耗少、价格低廉、温顺易捉、操作方便，能复制出多种疾病模型。它适用于动物需要量大的实验，以满足统计学的要求。如胰岛素的生物效价测定，半数致死量的测定。具有发达的神经系统，常用于复制神经官能症模型。当研究指标主要为组织学特别是光镜观察时，小白鼠因器官较小可节省人力、物力。

2. 大白鼠

大白鼠体形大小适中，繁殖快，易饲养，性情不像小白鼠温顺。受惊时表现凶恶、易咬人。雄性大白鼠间常发生殴斗和咬伤。具有小白鼠的其他优点。故在医学实验中的用量仅次于小白鼠。广泛用于病毒、细菌、寄生虫病研究，药物研究、肿瘤研究、胃酸分泌、胃排空、水肿、炎症、休克、心功能不全、黄疸、肾功能不全等实验。常用品种有 Spr-

gue-Dawdry 大白鼠、Wistar 大白鼠。

3. 豚鼠

豚鼠分为短毛、长毛和刚毛 3 种。短毛种豚鼠的毛色光亮而紧贴身，生长迅速，抵抗力强，可用于实验。其余两种对疾病非常敏感，不宜用于实验。豚鼠对组胺敏感，并易致敏。常用于抗过敏药实验，如平喘药和抗组胺药实验，也常用于离体心脏、子宫及肠管的实验。对缺氧的耐受性强，常用作缺氧耐受性实验和测量耗氧量实验。又因它对结核杆菌敏感，故也常用于抗结核病药物的治疗研究。豚鼠还用于钾代谢障碍、酸碱平衡紊乱等实验研究。

4. 家兔

家兔性情温和，容易获得，颈部迷走、交感和减压神经各自成束，使其成为血压的神经体液性调节和减压神经的传入性放电观察最适宜的动物。可用于心血管系统、呼吸系统、泌尿生殖系统、神经系统的实验。

5. 狗

广泛适用于许多系统的急、慢性实验研究。其体形大，血管、输尿管和消化腺排出管粗大坚韧，便于分离和插管。神经系统较发达，外周神经干粗易辨认，内脏构造及其比例与人类很相近。适用于消化系统实验、尿生成的影响因素实验、循环系统中插管测压实验以及神经系统的部分实验。

6. 小型猪

猪在解剖学、生理学、疾病发生机理等方面与人极其相似，作为实验动物已广泛应用于肿瘤、心血管病、糖尿病、外科、牙科、皮肤烧伤、血液病、遗传病、营养代谢病、新药安全性评价等生物医学研究的多个方面，在生命科学研究领域中具有重要的实际应用价值。我国主要品系或资源有版纳微型猪近交系、五指山小型猪近交系、广西巴马小型猪、贵州小型猪、甘肃蕨麻小型猪、藏猪等。

第 2 节 动物捉拿和保定

一、狗的捆绑与保定

至少由 2~3 人进行。捆绑前实验者应先对其轻柔抚摸，避免使其惊恐或激怒；用一条粗棉绳兜住上、下颌，在上颌处打一结（勿太紧），再绕回下颌打第二个结，然后将绳引向头后部，在颈项上打第三个结，且在其上打一活结（图 2-1）。切记住兜绳时，要注意观察狗的动向，以防被其咬伤。如狗不能合作，须用长柄狗头钳夹持其颈部，并按倒在地，以限制其头部活动，再按上述方法捆绑其嘴。将嘴捆绑后使其侧卧，一人固定其肢体，另一人注射麻醉药。待动物进入到麻醉

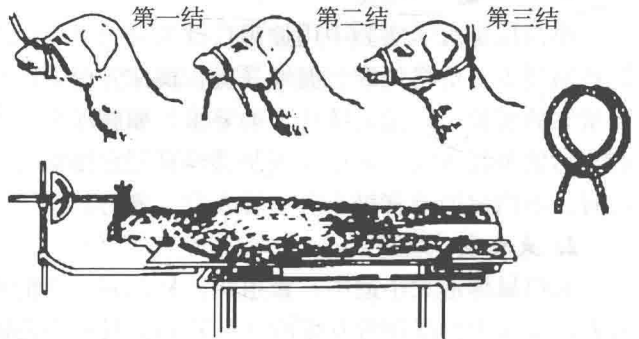


图 2-1 狗的保定

状态后，立即松捆，以防窒息。麻醉好的狗仰卧置于实验台上，将狗头用特制的固定夹固定。固定前应将舌头拽出口腔外，避免堵塞气道。固定好狗头后，取绳索用其一端分别绑在前肢的腕关节上部和后肢的踝关节上部，绳索的另一端分别固定在实验台同侧的固定钩上。固定两前肢时，亦可将两根绳索交叉从犬的背后穿过并将对侧前肢压在绳索下，分别绑在实验台两侧的固定钩上。

二、兔的捆绑与保定

捉取家兔时只需实验者和助手将其抓牢或按住即可。正确捉持方法为：一手抓住家兔颈背部皮肤，轻轻提起，另一手托住其臀部，使其呈坐位姿势。兔可以保定在兔盒内或兔台上。在手术台上用兔头夹来保定头部，把嘴套入铁圈内，调整铁圈至最适位置，然后将兔头夹的铁柄保定在手术台上。或用一根较粗棉线绳一端打个活结套住兔的两颗上门齿，另一端栓在实验台前端的铁柱上。兔的四肢保定和狗相同（图2-2）。俯卧保定方法如图2-3。

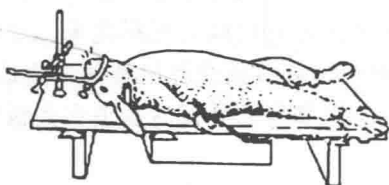


图2-2 兔的背位保定

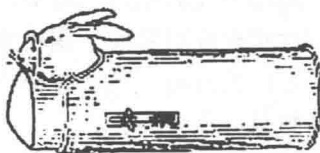


图2-3 兔的俯卧保定

三、小鼠、大鼠的捆绑与保定

小鼠抓取时，用右手拇指和食指的指腹抓取尾部中央提起来放在笼子盖上，在动物向前挣扎的一瞬间，用左手的拇指和食指抓住两耳后颈部的皮肤，其余手指抓握起背部中央的皮肤即可。抓住颈背部的左手翻转，右手拉住小鼠尾部，然后再用左手的小指压住尾根部使小鼠整个呈一条直线，保持小鼠头部不能自由转动即可进行实验或饲养操作（图2-4）。徒手操作主要防止因过分用力而使动物窒息，或颈椎脱臼死亡及因用力过小，导致动物头部反转过来咬伤操作者的手。

在非麻醉状态下首先按上述方法用左手将小鼠抓取。使用长度20~30cm的线绳分别捆在四肢上，把捆在四肢的线绳固定到固定板的钉子上，在头部上颚切齿的地方牵一根线绳，达到完全固定的效果。亦可用金属筒、有机玻璃筒或铁丝笼式固定器固定，露出尾部用于作尾静脉注射。这种容器不仅能压住小鼠的尾根部，同时还可以起到驱赶血液、怒张血管的作用。

捉取大鼠的方法基本同小鼠（图2-5）。大鼠在惊恐或激怒时会咬人，动作应轻柔，切忌粗暴。最后再根据需要，将大鼠置于固定笼内或捆绑四肢。捉拿时可戴防护手套，或用厚布盖住鼠身作防护，握住整个身体，并固定头部，防止被咬伤，也可用钳子夹持。



图 2-4 小鼠的保定



图 2-5 大鼠的保定

四、豚鼠的捆绑与保定

提取豚鼠时，右手横握豚鼠腹前部，左手轻托后肢。或者用左手的食指和中指放在颈背部的两侧，拇指和无名指放在肋部，分别用手夹住左右前肢大把抓起来，反转左手，用右手的拇指和食指夹住右后肢，用中指和无名指夹住左后肢使豚鼠整体伸直成一条直线。一个人进行以后的处置时，则坐在椅子上，把用右手拿着的豚鼠后肢夹在大腿处，用大腿代替右手夹住豚鼠（图 2-6）。

五、蛙的保定

实验者一手拇指、食指和中指控制蛙两前肢，无名指和小指压住两后肢（图 2-7）。

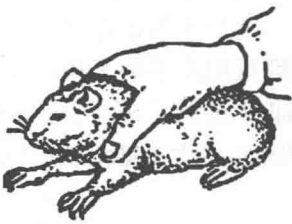


图 2-6 豚鼠的保定

图 2-7 蛙的保定

第3章 实验动物的给药

在动物实验中，为了观察药物对机能功能、代谢及形态引起的变化，常需将药物注入动物体内。给药的方法是多种多样的，可根据实验目的、实验动物种类和药物剂型等情况确定。

第1节 给药剂量的换算

一、药物浓度的表示方法与计算

1. 药物浓度的表示方法

药物的浓度是指一定量液体制剂中所含主药的含量。医学上的溶液浓度通常用百分比浓度和摩尔浓度来表示。百分比浓度又包括质量百分比浓度、质量-体积百分比浓度和体积-体积百分比浓度。

质量百分比浓度 指溶液的浓度用溶质的质量占全部溶液质量的百分比来表示，如5%的葡萄糖溶液就是表示100g的溶液里含有5g的葡萄糖和95g的水。

质量-体积百分比浓度 指100ml溶液中所含溶质的克数，用% (g/ml) 来表示，即

$$\frac{\text{质量 (g)}}{\text{液体 (ml)}} \times 100\% = p\%$$

例如，生理盐水的浓度为0.9% (g/ml) 是指100ml的氯化钠溶液中含有氯化钠0.9g。

体积-体积百分比浓度 指100ml溶液中所含溶质的毫升数，用% (ml/ml) 表示，例如，消毒用酒精的浓度为75%，表示在100ml溶液中含有纯酒精75ml。配制时，取纯酒精75ml加水稀释到100ml即可。

百分比浓度在书写时应该注意以下三个方面：

(1) 在临床以外的场合，如一般化学计算或在工农业生产中，若为p% (g/g)，则(g/g)无需注明，否则应注明。

(2) 在临床场合，若使用p% (g/ml)，或p% (ml/ml) 时，则后面无需注明，否则应注明。因为在医药上溶液主要采用毫升百分比浓度，以便量取。

(3) 对于酒精其浓度若为p% (ml/ml)，则后面无需注明，否则应注明。在易混淆的场合一定要注明，否则会造成很大的误差。例如75% (ml/ml) 酒精就等于是68% (g/g) 的酒精，在数值上相差7%之多。

摩尔浓度 指以1升(L)溶液中含有多少摩尔(mol)溶质来表示的溶液浓度，溶液用摩尔浓度表示时，称为摩尔溶液。

$$\text{摩尔浓度 (mol/L)} = \frac{\text{溶质的摩尔量 (mol)}}{\text{溶质的体积 (ml)}} \times 100\%$$

2. 溶液浓度的计算

(1) 关于质量百分比浓度的计算

质量百分比浓度可根据下式进行计算：

$$\text{质量百分比浓度} = \frac{\text{溶质质量 (g)}}{\text{溶质质量} + \text{溶剂质量 (g)}} \times 100\%$$

① 用特定溶质的质量进行已知溶液的质量百分比浓度配制

例：50g $\text{CaSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 溶解在 500g 水中，求所得溶液的质量百分比浓度。

问题分析：计算溶液浓度时，溶质的质量是指 CaSO_4 的质量，而非 $\text{CaSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的质量。

$$50 \times (136/226) = 30.09\text{g}$$

$$P\% = 30.09 \div (500 + 50) = 5.62\%$$

答：溶液浓度为 5.62%。

② 用混合法将两种已知百分浓度溶液配制百分浓度溶液

此法是把需要的配制溶液的百分浓度放在两条直线的交叉点上，把已知溶液的浓度放在两条直线的左侧两端，较大的百分浓度放在上面，较小的放在下面，然后每一条直线上把两个数字进行减法计算，将其差写在同一直线的右端，所得到的数字分别写在右边的上面和下面，便表示出需要配制浓度的溶液毫升数。如下示：

$$\begin{array}{r} 95 \quad 60 \\ \quad 75 \\ 15 \quad 20 \end{array}$$

有 95% 和 15% 的乙醇溶液，需要配制成 75% 的乙醇溶液，要取 95% 的乙醇溶液 60 份和 15% 的乙醇溶液 20 份，两者混合即可配成 75% 的乙醇溶液。

同样，用蒸馏水作溶剂来稀释已知百分溶液，配制所需百分溶液。配制方法和上述一样，只是在左下角不是较小的浓度而是零，所得到的数字仍分别写在右边的上面和下面，便表示出需要取多少份溶液和溶质。如下示：

$$\begin{array}{r} 95 \quad 75 \\ \quad 75 \\ 0 \quad 20 \end{array}$$

由 95% 的乙醇溶液稀释成 75% 的乙醇溶液，需取 95% 的乙醇溶液 75 份加入 20 份蒸馏水，即可配成 75% 的乙醇溶液。

(2) 质量 - 体积百分比浓度的计算

质量 - 体积百分比浓度可根据下式计算：

$$\text{质量 - 体积百分比浓度} = \frac{\text{溶质质量 (g)}}{\text{溶液的量 (ml)}} \times 100\%$$

例：若两天内给某患者补入生理盐水共 300ml，那么有多少克氯化钠已经进入体内？

生理盐水的浓度为 0.9% (g/ml)，即 100ml 溶液中含 0.9g 的氯化钠。设 300ml 溶液中含有 x 克。

则 $100 : 300 = 0.9 : x$

$$x = 2.7 \text{ (g)}$$

答：有 2.7g 氯化钠进入体内。

(3) 体积 - 体积百分比浓度的计算

体积 - 体积百分比浓度可根据下式计算：

$$\text{体积 - 体积百分比浓度} = \frac{\text{溶质的体积 (ml)}}{\text{溶液的量 (ml)}} \times 100\%$$

例：配制 50% (ml/ml) 的甘油溶液 80ml，应取多少毫升甘油？

50% (ml/ml) 的甘油溶液是指 100ml 溶液中含有甘油溶液 50ml，设 80ml 甘油溶液中含有 x 毫升甘油。

$$\begin{aligned} \text{则} \quad 100 : 80 &= 50 : x \\ x &= 40 \end{aligned}$$

答：应量取甘油 40ml。

(4) 摩尔浓度的计算

① 已知溶质的质量和溶液的体积，计算溶液的摩尔浓度

例：在 200ml 稀盐酸里有 0.73g HCl，计算溶液的摩尔浓度。

HCl 的分子量是 36.5，它的摩尔质量是 36.5g/mol

$$0.73\text{g 的 HCl 相当于: } \frac{0.73\text{g}}{36.5\text{g/mol}} = 0.02\text{mol}$$

$$1\text{ 000ml 溶液中含有 HCl: } 0.02\text{mol} \times \frac{1\text{ 000ml}}{200\text{ml}} = 0.1\text{mol}$$

答：这种盐酸溶液的摩尔浓度是 0.1mol/L。

② 已知溶液的摩尔浓度，计算一定体积的溶液里所含溶质的质量

例：计算配制 500ml 0.1mol/L 的 NaOH 的质量。

NaOH 的分子量是 40，它的摩尔质量是 40g/mol。

$$0.1\text{mol 的 NaOH 的质量} = 40\text{g/mol} \times 0.1\text{mol} = 4\text{g}$$

$$500\text{ml 0.1mol/L 的 NaOH 的质量} = \frac{500\text{ml} \times 4\text{g}}{1\text{ 000ml}} = 2\text{g}$$

答：制备 500ml 0.1mol/L 的 NaOH 溶液需 2g 的 NaOH。

③ 已知溶液的百分比浓度与密度求其摩尔浓度

例：市售浓硫酸的百分比浓度是 98%，密度为 1.84g/cm³，求其摩尔浓度。

H₂SO₄ 的摩尔质量为 98g/mol，所以这种硫酸溶液的摩尔浓度为：

$$\frac{1\text{ 000ml} \times 1.84\text{g/ml} \times 98\%}{98\text{g/mol}} = 18.4\text{mol/L}$$

答：市售 98% H₂SO₄ 的摩尔浓度为 18.4mol/L。

二、药物剂量的换算

1. 根据动物的体重计算所用药物的剂量

动物实验所用药物的剂量一般按 mg/kg 或 g/kg 体重来计算。在应用时需从已知的药液浓度换算出相当于每千克体重注射的药液量，以便于给药。

例：一家兔的体重为 2.85kg，需用 20% (g/ml) 氨基甲酸乙酯进行腹腔麻醉，麻醉剂量是每千克体重 1g，应注射多少毫升的药液？

从麻醉药的浓度可以得知每 100ml 溶液含有 20g 的氨基甲酸乙酯，而 2.85kg 的家兔应给予 2.85g 的药物，折合成溶液的量 (x) 应为：

$$x = \frac{2.85 \times 100}{20} = 14.25 \text{ (ml)}$$

答：应给家兔注射 14.25ml 的氨基甲酸乙酯。

例：需给家兔静脉注射苯巴比妥钠 80mg/kg 进行麻醉，注射剂量为 1ml/kg，应配制苯巴比妥钠的浓度是多少？

80mg/kg 相当于 1ml/kg，即 1ml 应含药物 80mg，换算成百分比浓度：1 : 80 = 100 : x

$$\text{则 } x = \frac{80\text{mg} \times 100}{1} = 8\text{g}$$

答：应配制成 8% (g/ml) 的苯巴比妥钠溶液。

2. 根据人或动物的体表面积计算所用药物的剂量

业已证明，许多生理参数是与动物的体表面积而非体重成正比的，动物对药物的耐受情况也是如此。所以，按体表面积计算用药量要比按体重计算用药量更科学。

计算人体的体表面积经常采用 Stevenson 公式：

$$\text{体表面积 (m}^2\text{)} = 0.0061 \times \text{身高 (cm)} + 0.0128 \times \text{体重 (kg)} - 0.1529$$

动物体表面积的計算一般采用 Mech-Rubner 公式：

$$\text{体表面积 (m}^2\text{)} = K \times \frac{W(\text{体重, 以 g 计算})^{2/3}}{10\,000} = 8\text{g}$$

式中的 K 为一常数，随动物不同而不同：小白鼠和大白鼠 9.1、豚鼠 9.8、家兔 10.1、猫 9.9、狗 11.2、猴 11.8、人 10.6。应当指出，这样计算出来的体表面积只是一种粗略估计值，不一定与每个动物的实际值完全相符合。

例 1：1.5kg 家兔的体表面积 A 为：A = 10.1 × 1500^{2/3} / 10 000

$$\log A = \log 10.1 + 2/3 \log 1500 - \log 10\,000$$

$$= 1.0043 + 2.1174 - 4$$

$$= -0.8783$$

$$A = 0.1323$$

例 2：某利尿药大白鼠灌胃给药时的剂量为 250mg/kg，试粗略估计狗灌胃给药时可以试用的剂量。

实验用大白鼠的体重一般在 200g 左右，其体表面积 (A) 为：

$$A = 9.1 \times 200^{2/3} / 10\,000 = 0.0311\text{m}^2$$

250mg/kg 的剂量如改为 mg/m² 表示，即：250 × 0.2 / 0.0311 = 1608mg/m²

实验用狗的体重一般在 10kg 左右，其体表面积 (A) 为：A = 11.2 × 10 000^{2/3} / 10 000 = 0.5198m²

则狗的试用剂量为：1608 × 0.5198 / 10 = 84mg/kg

3. 根据人或动物的体表面积比例计算所用药物的剂量

按体表面积计算用药量比较麻烦，故而限制了它的应用。在实际应用过程中可参照常用动物之间的体表面积比例表推算用药量。常见动物间的体表面积比例详见附表 2。

(1) 不同种属动物之间的换算

$$\text{绝对剂量} \times \text{比数} = \text{换算剂量}$$

例 1：仍以上述的利尿药为例，以大鼠灌胃量推算狗的灌胃剂量。查表知，体重为 12kg 狗的体表面积约为体重 200g 的大白鼠的 17.8 倍。

因此，狗的用量应为 17.8 × 250mg/kg × 0.2kg ÷ 12kg = 74mg/kg

例2: 已知20g的小白鼠对某中药的最大耐受量为0.5g, 如改家兔为观察对象, 可用多大剂量?

查表知, 体重为1.5kg的家兔的体表面积为体重为20g的小白鼠的27.8倍。

因此, 家兔的用量应为 $27.8 \times 0.5g = 13.9g$, 即 $13.9g/1.5kg = 9.3g/kg$ 。

(2) 由动物用药量推算人的用量

例: 已知在静脉给药时家兔对某药的最大耐受量为 $10mg/kg$, 请推算人对该药的最大耐受量。

由表第五行的最后一格得知, 一个70kg人的体表面积相当于1.5kg家兔的14.2倍。而该体重之家兔的最大用药量(绝对量)为 $10mg \times 1.5 = 15mg$, 换算成人的最大用量为 $15mg \times 14.2 = 213mg$ 。若人的体重为50kg, 则换算剂量为所得的数值再乘于 $5/7$ 。

(3) 由人的用量推算动物的用量

例: 已知某中草药成人每次口服10g有效, 如拟用狗作为研究对象进行观察, 应用多大的剂量?

查表得知, 12kg狗的体表面积是70kg人的0.32倍, 则该中草药在狗的用量应为 $10g \times 0.32 = 3.2g$, 亦即 $3.2g/12kg = 0.27g/kg$ 。

4. 根据 mg/kg 折算 mg/m^2 转换因子或每千克体重占体表面积的比值计算所用药物的剂量

mg/kg 折算 mg/m^2 转换因子或每千克体重占体表面积的比值详见附表3。

(1) 根据 mg/kg 折算 mg/m^2 转换因子计算所用药物的剂量

例: 仍以上述的利尿药为例, 以大鼠灌胃药量推算狗的灌胃剂量。

$$\text{狗的试用剂量为: } \frac{250 \times 6 \text{ (大白鼠的转换因子)}}{19 \text{ (狗的转换因子)}} = 79mg/kg$$

(2) 根据每千克体重占体表面积的比值计算所用药物的剂量

$$\text{狗的试用剂量为: } \frac{250 \times 0.16 \text{ (狗的体表面积比值)}}{0.47 \text{ (大白鼠的体表面积比值)}} = 85mg/kg$$

三、注意事项

造成动物对药物敏感性种属差异的因素甚多。上述不同种类动物间剂量的换算法只能提供一个粗略的参考值。究竟是否恰当, 只有通过实验才能了解。

第2节 实验动物的给药途径和方法

一、注射法给药

1. 皮下注射

皮下注射是将药物注射于皮肤与肌肉之间, 适合于所有哺乳动物。对大多数实验动物来说, 皮下注射最适宜的部位是颈背、腋下、侧腹、后腿肢体、臀部等。不同实验动物的注射部位有所不同, 狗、猫多在大腿外侧, 豚鼠在后大腿的内侧或小腹部, 大白鼠可在左侧下腹部, 兔在背部或耳根部注射, 蛙可在脊背部淋巴腔注射。

皮下注射时以左手拇指和食指轻轻捏起皮肤成皮肤皱褶, 右手把注射器针头插入皮肤