

生理学实验

SHENG LI XUE SHI YAN

主编 杨占军



生理学实验

主编 杨占军



 江苏大学出版社
JIANGSU UNIVERSITY PRESS

镇 江

图书在版编目(CIP)数据

生理学实验 / 杨占军主编. —镇江: 江苏大学出版社, 2015. 6

ISBN 978-7-81130-967-6

I. ①生… II. ①杨… 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(2015)第 107624 号

生理学实验

主 编/杨占军

责任编辑/吴昌兴 仲 蕙

出版发行/江苏大学出版社

地 址/江苏省镇江市梦溪园巷 30 号(邮编: 212003)

电 话/0511-84446464(传真)

网 址/<http://press.ujs.edu.cn>

排 版/镇江华翔票证印务有限公司

印 刷/丹阳市兴华印刷厂

经 销/江苏省新华书店

开 本/787 mm×1 092 mm 1/16

印 张/12.5

字 数/306 千字

版 次/2015 年 6 月第 1 版 2015 年 6 月第 1 次印刷

书 号/ISBN 978-7-81130-967-6

定 价/30.00 元

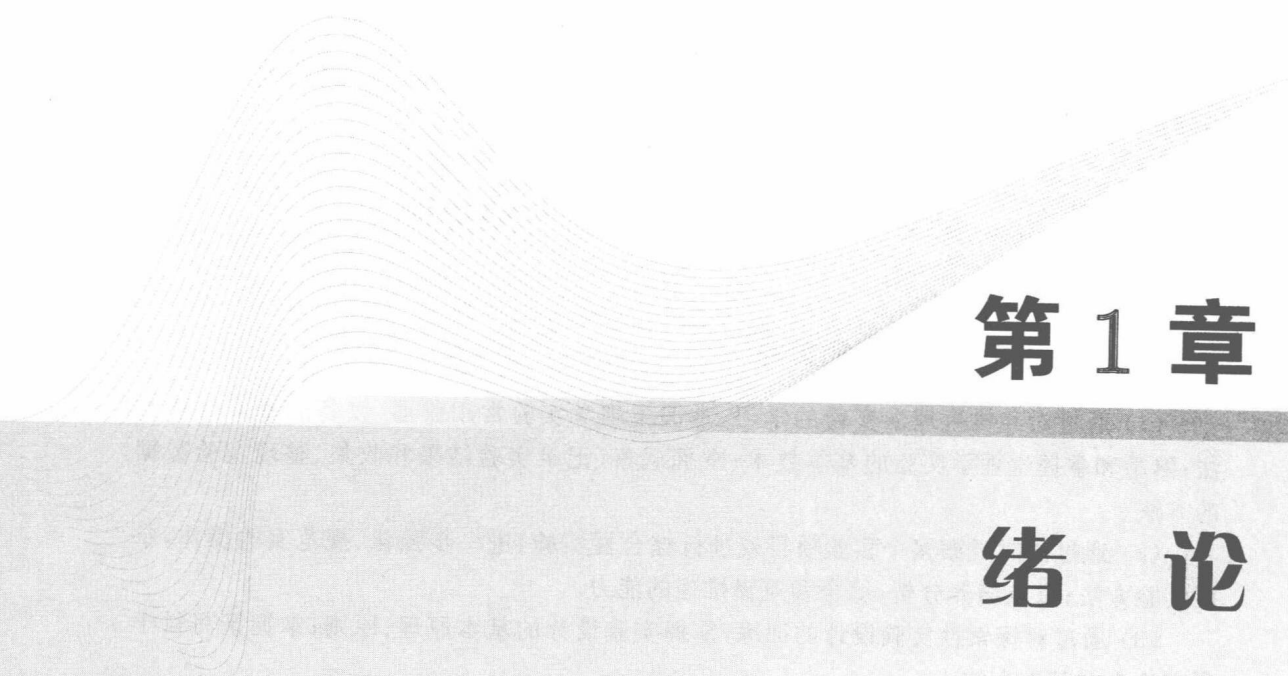
如有印装质量问题请与本社营销部联系(电话:0511-84440882)

目 录

第 1 章 绪 论	001
1.1 生理学实验课的目的和要求	002
1.2 生理学实验教学的要求	003
第 2 章 实验动物及实验的基本操作	005
2.1 实验动物的基础知识	006
2.2 常用手术器械	012
2.3 急性动物实验的基本操作技术	014
第 3 章 基础性实验	025
实验 3.1 坐骨神经—腓肠肌标本的制备	026
实验 3.2 刺激强度与骨骼肌收缩反应的关系	029
实验 3.3 骨骼肌电兴奋与收缩的时相关系	032
实验 3.4 骨骼肌收缩的总和与强直收缩	033
实验 3.5 神经干复合动作电位的记录与观察	035
实验 3.6 神经干不应期的测定	038
实验 3.7 神经冲动传导速度的测定	040
实验 3.8 红细胞比积(比容)的测定	042
实验 3.9 白细胞机能的实验观察	044
实验 3.10 红细胞沉降率的测定	045
实验 3.11 血液凝固及影响因素	046
实验 3.12 出血时间测定	049
实验 3.13 凝血时间测定	050
实验 3.14 ABO 血型鉴定与交叉配血	052
实验 3.15 血红蛋白含量的测定	055
实验 3.16 红细胞的溶解——溶血作用	057
实验 3.17 血细胞的计数	059
实验 3.18 蛙类心脏起搏点分析与心搏曲线观察	063
实验 3.19 蛙类心室肌的期前收缩与代偿间歇	065
实验 3.20 心音听诊	067
实验 3.21 呼吸通气量的测定	069

实验 3.22	胸内压的测量及气胸的观察	071
实验 3.23	脊髓反射的抑制	073
实验 3.24	反射中枢活动的某些基本特征	075
实验 3.25	损伤小白鼠一侧小脑的效应	077
实验 3.26	家鸽去大脑、小脑后果的观察	079
实验 3.27	小白鼠脊髓半横切的术后观察	081
实验 3.28	去大脑僵直	083
实验 3.29	Morris 水迷宫实验	085
实验 3.30	动物一侧迷路破坏的效应	088
实验 3.31	声音的传导途径	090
实验 3.32	视觉调节反射与瞳孔对光反射	092
实验 3.33	视力(视敏度)的测定	094
实验 3.34	视野的测定	096
实验 3.35	盲点的测定	098
实验 3.36	人体反应时的测定	100
第 4 章	综合性实验	103
实验 4.1	人体动脉血压的测定及其影响因素	104
实验 4.2	蛙类离体心脏灌流及影响因素	107
实验 4.3	家兔动脉血压的神经、体液调节	110
实验 4.4	蛙类毛细血管血液循环及影响因素	114
实验 4.5	膈神经放电及影响因素	117
实验 4.6	家兔呼吸运动的调节	119
实验 4.7	人体呼吸运动的描记及其影响因素	121
实验 4.8	胃肠运动及影响因素	123
实验 4.9	离体肠段平滑肌的生理特性及影响因素	125
实验 4.10	胆汁分泌的调节	127
实验 4.11	影响尿生成的因素	129
实验 4.12	循环、呼吸、泌尿的综合效应及影响因素	131
实验 4.13	反射时的测定与反射弧的分析	134
实验 4.14	家兔大脑皮层运动机能定位	136
实验 4.15	胰岛素致低血糖效应	138
实验 4.16	甲状腺素对代谢的影响	140
实验 4.17	甲状腺素对蝌蚪发育的影响	141
实验 4.18	垂体激素对蛙卵巢的作用	143
第 5 章	探索性实验	145
5.1	科研设计的要素与原则	146
5.2	探索性生理学实验基本程序	149

5.3 探索性实验选题参考	151
附 录	155
附录一 BL-420 生物信号采集与处理系统	155
附录二 常用生理溶液的配制	189
附录三 常用消毒药品的配制方法及用途	191
参考文献	192



第 1 章

绪 论

生理学实验是一门以人和实验动物为对象,以实验基本操作技术(包括动物的捉拿、固定、麻醉、插管、手术等)为基础,以现代电子科学技术,特别是计算机生物信号采集处理技术(包括刺激、换能、放大、显示、记录结果及处理等)为主要手段,在器官系统乃至细胞水平上以搞清生命活动规律及工作机制为目标的实践性学科。生理学是建立在实验和观察基础上的学科,生理学实验是生理学理论知识的来源和依据,所以,生理学的创立和发展离不开生理学实验。生理学实验课程的重要性不仅在于验证理论、传授知识、发现问题,同时也能培养学生的实践能力和创新思维,提高学生的动手能力、分析能力、创新能力和科学素养。因此学习生理学这一门重要基础课程时,除了应当重视在课堂上学习理论知识外,还应该十分重视生理学实验课。

1.1 生理学实验课的目的和要求

1.1.1 生理学实验课的目的

(1) 通过对经典生理学实验的学习,掌握生理学实验常用仪器、设备的基本操作方法;熟悉和掌握生理学实验的基本技术;掌握观察、记录实验结果和收集、整理实验数据的方法。

(2) 通过同时观察多个实验项目或进行综合性实验,进一步强化、规范实验操作,掌握实验方法;重点培养分析、综合和逻辑推理的能力。

(3) 通过对探索性实验设计的训练,掌握实验设计的基本原理、原则;掌握撰写科学研究论文的基本方法。

(4) 增强创新意识,培养创新和实践动手能力;加强合作交流,培养团队协作精神,提高综合素质。

1.1.2 生理学实验课的要求

1.1.2.1 实验前

(1) 应认真预习实验指导内容,了解实验目的、要求、实验步骤和操作流程。

(2) 结合实验内容,复习有关理论知识,对于本次实验做到心中有数,力求提高实验课的学习效果。

(3) 尝试预测本次实验各个步骤应得的结果,并应用已知的有关理论知识予以解释,注意并预测在实验过程中可能发生误差的原因。

1.1.2.2 实验中

(1) 遵守课堂纪律,准时到达实验室,进实验室前必须穿白大褂;保持实验室安静,不高声喧哗;保持实验室整洁,不乱扔纸屑和杂物,实验垃圾要扔在指定的地方。

(2) 认真听取实验指导老师的讲解和示教操作,要特别注意老师所指出的实验过程中的注意事项;严格按照实验指导老师的步骤进行操作,仔细观察实验中出现的现象。

(3) 要爱护和节约实验动物,按规定对其进行麻醉、手术和处理;注意实验安全,爱护

实验器材,使用仪器设备时必须按照规程操作。

(4) 要以严谨、实事求是的科学态度,仔细、耐心地观察实验过程中出现的现象,要联系指导老师讲授的内容对实验结果进行科学分析。

(5) 实验小组成员在不同实验项目中,应轮流进行各项实验操作,力求每人的学习机会均等。在做哺乳类动物大实验时,组内成员要明确分工、相互配合、各尽其责,并服从统一指挥。

1.1.2.3 实验后

(1) 将实验所用的器械和用具清洗、擦干、整理后放回原位。如果发现器材和设备损坏或缺少,应立即向指导老师报告,并登记备案。临时向实验室借用的器材或物品,实验完毕后应立即归还,并予以注销。

(2) 认真整理实验所得的数据和现象,对实验结果进行讨论。

(3) 认真填写实验报告,按时送交指导老师评阅。

1.1.2.4 实验结果的处理

通过科学实验方法将生理学实验过程中所观察、检测到的实验结果,进行分析和整理,使其转变为可定性、定量的数据和图表,以便研究其各种变化的规律。实验所得的结果中,凡属于可以定量检测的资料,如高低、长短、快慢、轻重、多少等,均应以法定计量单位和数值予以表达。在可以以曲线表示实验结果的实验项目中,应尽量采用曲线,并且在曲线上仔细标明各项图注,使他人易于观察和辨识曲线的内在含义。例如,应在曲线上的适当部位标注度量标尺及度量单价、刺激开始和终止的标志、时间标志、实验日期及实验名称等。需要进行统计分析的实验资料,应按统计学方法进行处理。

1.2 生理学实验教学的要求

1.2.1 基本要求

生理学示教实验或学生自行操作的实验,均要求每位学生写出实验报告。个别的实验项目经指导老师统一规定认可的,可按小组集体写出实验报告。学期开始时,学生应按照教研室的规定,使用统一的实验报告册书写实验报告。实验报告应按照要求,按时送交给指导老师评审,不得拖延或不交。学期末时,将全部实验报告册及时送交教研室考核。实验考核时,实验报告是一项重要的考查依据,另外还需根据平时每次实验过程中学生的学习态度和现实表现,以及实验考查所得成绩综合评定实验课成绩。

1.2.2 实验报告的格式及要求

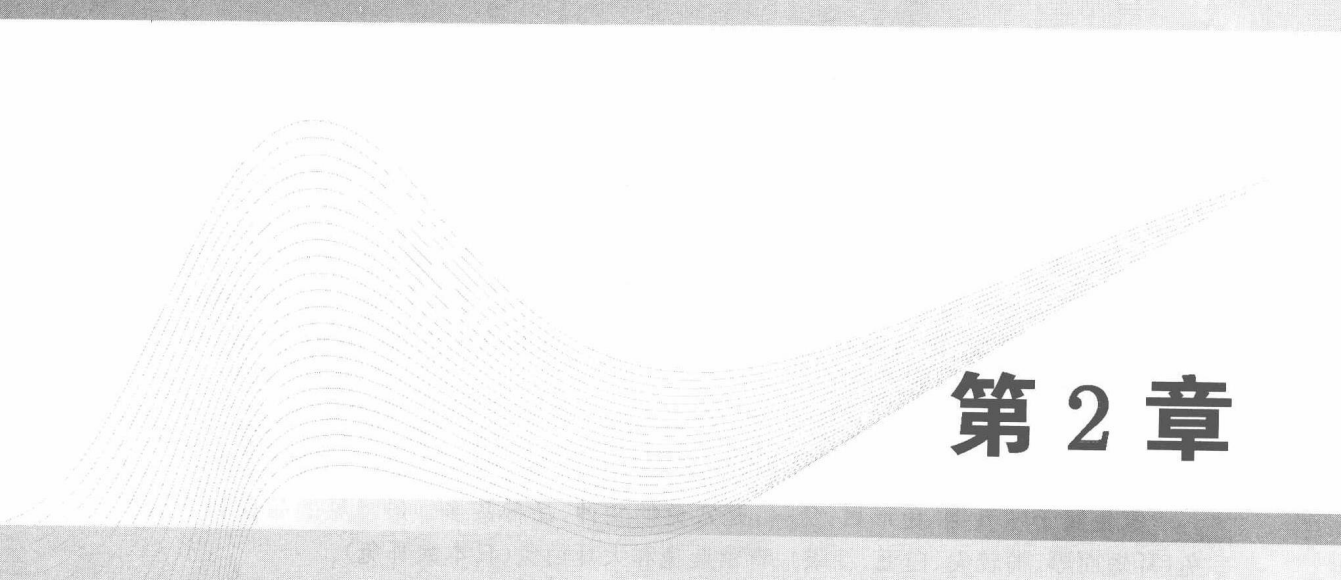
实验报告是对整个实验及其结果的汇报性记录,主要反映学生对实验设计和原理的理解,对技术方法掌握的程度,对实验结果的评价与分析等,其重要性不亚于实验本身。因此在实验结束后,每个学生都必须根据实验过程及其结果如实书写实验报告,并要求填写完整、文字简洁明了。实验报告的书写包括下面几项内容。

- (1) 姓名、学号、班级、组别、指导老师、日期。
- (2) 实验名称。
- (3) 实验目的。
- (4) 实验动物。
- (5) 药物与器材:实验中所用的药品(包括剂型、规格和数量)、仪器(包括型号和生产单位)和材料(包括型号、规格、数量)。
- (6) 实验过程(步骤):如实描述实验中的每一步操作,可用自己的语言按照实际情况描述,不能照抄实验指导的内容。如果操作过程中有失误,需要说明失误的原因。
- (7) 实验结果:以实验原始记录为依据,用文字、图表、描计曲线表示观察到的现象。数据必须真实、准确、可靠,不得造假,不得抄袭他人结果。
- (8) 讨论:结合已学过的理论知识,针对获得的实验结果及整个实验过程进行理论分析,阐明自己对实验过程和结果的理解。
- (9) 结论:结论是对实验过程和实验结果的评价和总结,要有理论数据和科学性,语句要简明扼要。

1.2.3 实验室守则

为了能顺利进行实验,并得到可靠的实验结果,学生在实验室学习时,必须遵守实验室的各项规定。

- (1) 进入实验室前,必须穿好白大褂。实验室内需保持安静,实验时要有严谨的科学作风,不得无故迟到和早退。
- (2) 实验开始前,每组派一名学生向有关老师领取实验器材,仔细核查有无缺损并妥善保管。
- (3) 正式操作前,要仔细检查并核对所用药品、器材和动物。实验中要注意节约药品、爱护仪器和动物。
- (4) 对老师已调试好的电脑和实验仪器的设置不得擅自更改,以免影响实验效果。
- (5) 实验中,按照教材描述的或老师交代的实验方法操作,尤其要严格遵守老师强调的实验注意事项。
- (6) 实验中仔细观察,及时记录实验现象和数据。
- (7) 实验完毕后必须将器械清洗、擦干,清点后摆放整齐,交回原处;各组轮流打扫实验室,特别要注意水电是否关闭,确保实验室安全。
- (8) 对在实验过程中造成实验器材、设备损坏的,需如实登记,说明原因并签字,酌情赔偿。
- (9) 实验结束后,要按照要求书写实验报告,并按时上交。

A series of thin, overlapping, wavy lines in a light gray color, creating a sense of motion and depth across the upper half of the page.

第 2 章

实验动物及实验的基本操作

2.1 实验动物的基础知识

2.1.1 常用实验动物的主要生理学数据

动物是生理学实验的重要组成部分。生理学工作者只有对常用实验动物的生物学特征、主要用途及主要生理学数据有基本的了解,才能正确地选择与使用动物,获得可靠的实验结果。

本节选用几种实验动物较为常用的生理学数据,这些数据是由不同作者在不同实验条件下得到的,把它们视为恒定不变的生理常数或正常值是欠妥的。由于受到动物种类、品系、性别、年龄、动物数量、饲养条件、健康状况、实验条件及测定方法等多种因素的影响,因而其只能作参考数据。

1) 家兔

(1) 生物学特征

家兔属于哺乳纲,兔形目,兔科,是穴兔的变种,品种甚多。最常见的品种有中国本兔(耳短而厚、嘴较尖、白毛、红眼)、青紫蓝兔和大耳白兔(日本大耳兔)。

家兔的寿命为4~9年,性成熟期5~8个月,第一次配种期7~9个月,交配期1~5 d,孕期30 d;一年内产仔次数为3~5胎,每胎产仔1~5只,哺乳期30~50 d;雌性生育期4~5年,雄性生育期2~3年。

鉴定家兔年龄的主要依据是趾爪和门齿。白色家兔幼年趾爪呈白色,爪根部呈粉红色,隐于脚部被毛之中,随着年龄的增长而露出毛外。一年生家兔趾爪的白色与红色部分长度相等;一年以下的,红色长于白色;一年以上的,白色长于红色;老年家兔趾爪长而弯曲,色黄;深色家兔的爪呈褐黑色。家兔的门齿随年龄的增长而增长:幼兔门齿洁白而短小、排列整齐;老年家兔的门齿呈暗黄色、厚而长齐,且时有破损。

鉴定家兔性别的主要依据是外生殖器。将家兔头部轻轻夹于左腋下,左手按住腰背部,右手拉开尾巴,并用中指和环指夹住,然后用拇指与食指扒开生殖器附近的皮毛,若为雄兔,即可见到在圆孔中露出圆锥形稍向下弯曲的阴茎(注意:在幼兔身上看不到明显的阴茎,只能看到圆孔中有一凸起物);若为雌兔,此处为一条朝向尾部的椭圆形间隙,间隙越向下越窄,此即阴道开口处。天热时,睾丸可离开腹腔进入耻骨联合两旁的阴囊内。

(2) 主要用途

家兔易于繁殖与饲养,在生理学实验中被广泛应用。例如,常用家兔进行血压、呼吸、泌尿等急性实验,卵巢、胰岛等内分泌实验。离体兔耳和离体兔心常被用作灌流实验的标本,进行心血管方面的分析性研究。由于家兔颈部主动脉神经与迷走神经分离、自成一束,便于观察主动脉神经,因而家兔是研究减压反射的首选动物。在心肌细胞电生理学的研究中,兔心的窦房结常用来进行心脏起搏电位的研究。需要注意的是,家兔心血管系统较为脆弱,有时出现反射性衰竭。由于家兔是草食动物,胃的排空时间较长,另外,家兔缺乏呕吐反射与咳嗽反射,故研究此类问题时不宜选用。

(3) 主要生理学数据(以下所列数据均为平均值)

血容量:占体质量的8.7%,变化范围为7%~10%。

心率:205次/min,变化范围为123~304次/min。

心输出量:2.8 L/min 或 0.11 L/(kg 体质量·min)。

2) 大白鼠

(1) 生物学特征

大白鼠属于哺乳纲,啮齿目,鼠科。我国实验用大白鼠系野生褐鼠的饲养变种。

大白鼠的寿命一般为2~3年,性成熟期2~3个月,第一次配种期3.5~4个月,交配期4~5 d,怀孕期为30 d;一年内产仔4~7胎,每胎产仔数5~9只,哺乳期30 d;雌性大白鼠生育期1.5~2年,雄性为1~1.5年。仔鼠初产时无毛,不睁眼,28~35 d后即可断奶。

年龄鉴定:可用以下两种方法判断大白鼠年龄。

① 从生理特征鉴定年龄

耳朵张开:2.5~3.5 d。

睁眼:14~17 d。

门齿长出:8~12 d。

第一对白齿长出:19 d。

第二对白齿长出:21 d。

第三对白齿长出:35 d。

雄性睾丸下降:40 d。

雌性阴道张开:72 d。

② 从体质量鉴别大致年龄

18 g: 20 d 216 g: 140 d

40 g: 40 d 228 g: 160 d

80 g: 60 d 240 g: 180 d

130 g: 80 d 250 g: 200 d

165 g: 100 d 290 g: 320 d

196 g: 120 d

性别鉴定:对大白鼠性别的鉴定主要是观察肛门与生殖器之间的距离。雄性大白鼠的距离较大,雌性的距离较小。此外,天热时,雄鼠的睾丸常从腹腔降到阴囊内。在雌鼠阴部可见肛门、尿道口与阴道口3个明显的腔道孔,腹部有12对明显的乳头。

(2) 主要用途

大白鼠为生理学实验的常用动物,广泛应用于内分泌与高级神经活动实验。大白鼠有功能完善的垂体-肾上腺系统,常用于应激反应及肾上腺、垂体、卵巢等内分泌实验。大白鼠的循环系统反应良好,常用它记录动脉血压,肢体血管灌流或离体心脏灌流。在解剖上,大白鼠缺少胆囊,可做胆管插管收集胆汁,进行消化生理的研究。此外,在医学上,大白鼠是营养学、肿瘤、细菌学及关节炎等研究的常用实验动物。

(3) 主要生理学数据

血容量:占体质量的7.4%。

心率:328 次/min,变化范围为 216~600 次/min。

心输出量:0.047 L/min。

血压:收缩压 129 mmHg,变化范围为 88~184 mmHg;

舒张压 91 mmHg,变化范围为 58~145 mmHg。

红细胞: $8.9 \times 10^6/\text{mm}^3$,变化范围为 $(7.2 \sim 9.6) \times 10^6/\text{mm}^3$ 。

血红蛋白:14.8 g/100 mL 血液,变化范围为 12~17.5 g/100 mL 血液。

红细胞压积:46 mL/100 mL 血液,变化范围为 39~53 mL/100mL 血液。

平均单个红细胞体积: $55 \mu\text{m}^3$,变化范围为 $52 \sim 58 \mu\text{m}^3$ 。

平均单个红细胞大小: $7.0 \mu\text{m}$,变化范围为 $6.0 \sim 7.5 \mu\text{m}$ 。

红细胞沉降速度:1 h 为 3 mm;2 h 为 4~5 mm;24 h 为 10 mm。

红细胞比重:1.090。

血小板: $(100 \sim 300) \times 10^3/\text{mm}^3$ 。

白细胞: $14 \times 10^3/\text{mm}^3$,变化范围为 $(5 \sim 25) \times 10^3/\text{mm}^3$ 。

白细胞分类:中性粒细胞数量为 $3.1 \times 10^3/\text{mm}^3$,变化范围为 $(1.1 \sim 6.0) \times 10^3/\text{mm}^3$,占 22%,变化范围为 9%~34%;

嗜酸性粒细胞数量为 $0.3 \times 10^3/\text{mm}^3$,变化范围为 $(0 \sim 0.7) \times 10^3/\text{mm}^3$,占 2.2%,变化范围为 0~6%;

嗜碱性粒细胞数量为 $0.1 \times 10^3/\text{mm}^3$,变化范围为 $(0 \sim 0.2) \times 10^3/\text{mm}^3$,占 0.5%,变化范围为 0~1.5%;

淋巴细胞数量为 $10.2 \times 10^3/\text{mm}^3$,变化范围为 $(7.0 \sim 16.0) \times 10^3/\text{mm}^3$,占 73%,变化范围为 65%~84%;

大单核细胞数量为 $0.3 \times 10^3/\text{mm}^3$,变化范围为 $(0 \sim 0.65) \times 10^3/\text{mm}^3$,占 2.3%,变化范围为 0~5%。

血液 pH:7.35,变化范围为 7.26~7.44。

血浆比重:1.029~1.034。

呼吸频率:85.5 次/min,变化范围为 66~114 次/min。

潮气量:0.86 mL,变化范围为 0.60~1.25 mL。

每分通气量:0.073 L/min,变化范围为 0.050~0.101 L/min。

排尿量:10~15 mL/(小于 50 g 大鼠)。

体温(直肠):39 °C,变化范围为 38.5~39.5 °C。

3) 小白鼠

(1) 生物学特征

小白鼠属于哺乳纲,啮齿目,鼠科。我国实验用小白鼠系野生鼯鼠的变种。

小白鼠的寿命一般为 2 年左右,性成熟期分别为雌性 35~55 d,雄性 45~60 d;第一次配种期在生后 1.5~2 个月,交配期 4~5 d,怀孕期 20~25 d。小白鼠一年产仔 4~9 胎,每胎产仔 2~12 只不等;哺乳期 25~30 d;繁殖适龄期为 60~90 d,生育期约 1 年。

年龄鉴定:可用以下两种方法判断小白鼠年龄。

① 根据生理特征鉴定年龄

耳壳脱出表皮:3 d。

脐带脱落:4 d。

能翻身:5 d。

能爬出窝外游走:8 d。

听觉发育,能听到声音:10 d。

全身被白毛,门齿长出齿肉:9~11 d。

睁眼,能跑跳、抓东西:13~15 d。

能自行采食:20 d。

雄性睾丸下降:21 d。

雌性阴道张开:35 d。

上述一般发育程序是固定的,但时间长短视营养及健康状况而异。

② 根据体质量鉴定年龄

4 g: 10 d 24g: 60 d

8 g: 20 d 25g: 70 d

14 g: 30 d 27g: 80 d

18 g: 40 d 28g: 90 d

22 g: 50 d 30g: 100~120 d

性别鉴定:与大白鼠鉴定方法相同。

(2) 主要用途

小白鼠繁殖力强,周期短,产仔多,便于人工饲养,在医学实验,特别是在大样本的实验中应用最为广泛,如药物筛选、半数致死量的测定、药物的效价比较等。在生理学实验中,小白鼠也是常用实验动物,常用于神经系统高级机能的研究、内分泌和生殖生理实验中。

(3) 主要生理学数据

血容量:占体质量的8.3%。

心率:600次/min,变化范围为328~780次/min。

血压:收缩压113 mmHg,变化范围为95~125 mmHg;

舒张压81 mmHg,变化范围为67~90 mmHg。

红细胞: $9.3 \times 10^6/\text{mm}^3$,变化范围为 $(7.7 \sim 12.5) \times 10^6/\text{mm}^3$ 。

血红蛋白:14.8 g/100 mL血液,变化范围为10~19 g/100 mL血液。

红细胞压积:41.5 mL/100 mL血液。

平均单个红细胞体积:49 μm^3 ,变化范围为48~51 μm^3 。

平均单个红细胞大小:6.0 μm 。

红细胞比重:1.090。

血小板: $(157 \sim 260) \times 10^3/\text{mm}^3$ 。

凝血时间:24~40 s。

白细胞: $8.0 \times 10^3/\text{mm}^3$,变化范围为 $(4.0 \sim 12.0) \times 10^3/\text{mm}^3$ 。

白细胞分类:中性粒细胞数量为 $2.0 \times 10^3/\text{mm}^3$,变化范围为 $(0.7 \sim 4.0) \times 10^3/\text{mm}^3$,占25.5%,变化范围为12%~44%;

嗜酸性粒细胞数量为 $0.15 \times 10^3/\text{mm}^3$,变化范围为 $(0 \sim 0.5) \times 10^3/$

mm^3 , 占 2%, 变化范围为 0~5%。

嗜碱性粒细胞数量为 $0.05 \times 10^3/\text{mm}^3$, 变化范围为 $(0 \sim 0.1) \times 10^3/\text{mm}^3$, 占 0.5%, 变化范围为 0~1%。

淋巴细胞数量为 $5.5 \times 10^3/\text{mm}^3$, 变化范围为 $(3 \sim 8.5) \times 10^3/\text{mm}^3$, 占 68%, 变化范围为 54%~85%。

大单核细胞数量为 $0.3 \times 10^3/\text{mm}^3$, 变化范围为 $(0 \sim 1.3) \times 10^3/\text{mm}^3$, 占 4%, 变化范围为 0~15%。

呼吸频率: 163 次/min, 变化范围为 84~230 次/min。

潮气量: 0.15 mL, 变化范围为 0.09~0.23 mL。

每分通气量: 0.024 L/min, 变化范围为 0.011~0.036 L/min。

排尿量: 1~3 mL/d。

体温(直肠): 38 °C, 变化范围为 37~39 °C。

4) 蟾蜍与青蛙

(1) 生物学特征

蟾蜍与青蛙均属于两栖纲, 无尾目, 前者属蟾蜍科, 后者属蛙科。蛙类品种甚多, 是脊椎动物由水生向陆生过渡的中间类型。

① 蟾蜍

蟾蜍的身体较大, 皮肤粗糙, 表面有许多突起, 眼的后方有一对毒腺, 所分泌的黏液为蟾酥。雌性背部突起上生有黑色小棘, 雄性则无。蟾蜍白天隐居于石块、落叶下或洞穴内阴湿处, 傍晚或夜间活动、觅食, 以甲虫、蚊虫、蠕虫、多足类及软体动物为食; 每年冬季潜伏在土壤中冬眠, 春季出土; 3~4 月在水中产卵, 卵结成带状, 数目可达 6 000 多枚。卵子体外受精, 受精后两周孵化。幼体形似小鱼, 用鳃呼吸, 有侧线, 称蝌蚪。蝌蚪经 77~91 d 变态发育为成体, 转入陆地生活。蟾蜍的性成熟期为 4 年。

② 青蛙

一般青蛙较小, 皮肤光滑, 背部有明显的侧褶, 后肢有发达的蹼。雄蛙头部两侧各有一个鸣囊, 是发声的共鸣器。青蛙前肢短, 后肢长, 适于跳跃; 一般栖居于陆地, 常活动于河边、水田、池塘的草丛中, 以昆虫、蜘蛛、多足类等动物为食。青蛙 10 月以后于泥土中越冬, 3 月中旬开始出现, 4~6 月产卵, 受精后 3 d 孵化, 蝌蚪经 3~5 个月变态发育为成体, 转入陆地生活。

性别鉴定: 蟾蜍性别的鉴定主要靠前肢 2~4 趾侧部的黑疣, 此为黑色的色素突起, 雄性蟾蜍有此黑疣, 雌体则无。此黑疣是在交配时, 雄体用来拥抱雌体的。在生殖季节, 雄蛙前肢第 1~3 趾有类似的椭圆形抱雌疣, 并且雄蛙有鸣囊, 可鸣叫, 雌蛙则无。另外, 把动物提起时, 前肢做环抱状者为雄性, 呈垂直状者为雌性。

(2) 主要用途

蛙类虽然较为低等, 但在生理学实验中应用非常广泛。其循环系统、神经系统及肌肉均为生理学常用的实验材料。例如, 蛙类可用于离体心脏灌流、下肢血管灌流、微循环的观察、心电图、脊髓休克、脊髓反射、谢切诺夫抑制、反射弧的分析实验, 另外蛙类的坐骨神经—腓肠肌、坐骨神经—缝匠肌、腹直肌等均为生理学的重要实验用标本。

(3) 主要生理学数据

蛙类虽为常用实验动物,但生理学数据并不完善。现以蟾蜍为例加以说明。

血容量:占体质量的5%。

心率:36~70次/min。

血压:30~60 mmHg(颈动脉弓)。

红细胞: $4.87 \times 10^6 / \text{mm}^3$,变化范围为 $(4 \sim 6) \times 10^6 / \text{mm}^3$ 。

血红蛋白:8 g/100 mL血液。

红细胞脆性:0.13%NaCl。

红细胞比重:1.090。

血小板: $3 \times 10^3 \sim 5 \times 10^9 / \text{mm}^3$ 。

凝血时间:5 min。

白细胞: $2.4 \times 10^3 / \text{mm}^3$ 。

血液比重:1.014。

血浆比重:1.029~1.034。

2.1.2 实验动物的选择

要想获得理想的实验结果,必须根据实验目的选择适宜的观察对象。

2.1.2.1 种属的选择

在选择实验动物时,尽可能选择对刺激因素较为敏感且与人类反应接近的动物。不同种属的动物对同一病因刺激的反应程度会有很大的差异。例如,在进行发热实验时,首选家兔;在进行过敏反应和变态反应实验时,首选豚鼠;小鼠宜用于半数致死量等方面的观察。

2.1.2.2 性别的选择

由于成年雌性动物的代谢存在着明显的性周期的变化,这些变化会影响受试动物对某些实验因素的反应状态。因而在选择实验动物时,要么都用雌性动物,要么都用雄性动物,以排除性别对实验结果的干扰。

1) 哺乳动物性别辨认

(1) 鼠类:雄性小鼠和大鼠的性器官距肛门较远,其间有被毛,阴囊明显可见。雌性小鼠和大鼠的性器官距肛门较近,其间无被毛,腹部乳头明显可见。豚鼠性别的辨认方法与小鼠和大鼠的相同。

(2) 家兔:雄兔泄殖孔附近可见阴囊,用拇指和食指挤压泄殖孔部位,可露出阴茎。雌性家兔腹部5对乳头明显可见。

2) 蟾蜍的性别辨认

雄性蟾蜍背部有光泽,前肢的大趾外侧有一直径约1 mm的黑色突起——抱雌疣,捏其背部时会叫,前肢多半呈曲环钩姿势;雌性无上述特点。

2.1.2.3 状态的选择

实验动物对人类疾病的表达程度和对施加因素的反应情况,除了与动物自身的生理特征有关外,还受动物的状态,如是否饥饿、睡眠是否足够、是否患有其他疾病等的影响。