

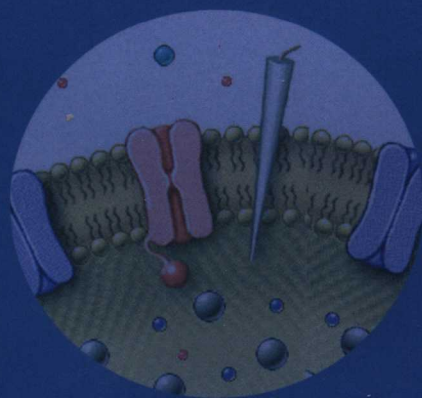
高等医学院校教材

医用机能实验学

Function Experimentation in Medicine

(第二版)

石增立 主编



北京大学医学出版社

高等医学院校教材

医用机能实验学

Function Experimentation in Medicine

(第二版)

主 编	石增立				
副主编	崔存德	王巧云	张树平	蒋淑君	陈金荣
编 委	(以姓氏笔画为序)				
	刁汇玲	马丽娟	王巧云	王垣芳	
	王蔚琛	石 磊	石乐鸣	石增立	
	刘 凤	李清春	杨 茗	陈金荣	
	张树平	袁文丹	崔存德	蒋淑君	

北京大学医学出版社

图书在版编目(CIP)数据

医用机能实验学/石增立主编. —2版. —北京:北京大学医学出版社, 2007. 8

ISBN 978-7-81071-991-9

I. 医… II. 石… III. 实验医学—医学院校—教材
IV. R-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 097859 号

医用机能实验学(第二版)

主 编:石增立

出版发行:北京大学医学出版社(电话:010-82802230)

地 址:(100083)北京市海淀区学院路 38 号 北京大学医学部院内

网 址:<http://www.pumppress.com.cn>

E - mail:booksale@bjmu.edu.cn

印 刷:莱芜市圣龙印务有限责任公司

经 销:新华书店

责任编辑:刘燕

责任校对:杜 悦

责任印制:郭桂兰

开 本:787mm×1092mm 1/16 印张:18.5 字数:466 千字

版 次:2007 年 8 月第 2 版 2007 年 8 月第 1 次印刷 印数:1-11000 册

书 号:ISBN 978-7-81071-991-9

定 价:24.50 元

版权所有,违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

第二版前言

医用机能实验学是生理学、药理学和病理生理学的实验有机组合而成，是重要的基础医学实验课程之一。近年来，综合性、整体化的机能学实验教学改革逐步深入，各学科实验内容通过科学融合，以期更符合新型实验教学模式和课程体系的要求。为了深化教育教学改革，特增加了设计性、创新性、探索性、综合性实验，以便适应实验教学改革和发展。医用机能实验学以综合运用多学科实验教学的共性及现代医学实验技术，培养学生的实践能力、知识应用能力、科学创新能力为目的，通过本书使学生比较全面地掌握机能学实验技术方法以及与其相应的研究方法的基本知识。

根据机能实验教学的要求，本教材试图较为全面、系统地叙述各种机能实验基本技术、实验设计原理与方法、各种常用指标的检测手段和现代实验技术在医学机能实验教学中的应用。

《医用机能实验学》自 2005 年出版以来，受到使用者和同行专家充分肯定。本实验指导在总结相关学科的基础上，参考了多所医学院校实验教学用书。力求根据机能实验教学的要求，全面系统地叙述各种机能实验的基本技术、实验设计原理与方法、各种常用指标的检测手段和现代研究技术在医学机能实验教学中的应用。为适应实验教学新的需要，在第二版编写中，我们对第一版中的一些实验项目、内容、方法进行了修订，增加了如膜片钳、生物学检测方法等。同时加大了综合性实验的比例，注重提高设计性实验的可操作性。

本实验指导在编写过程中，作者虽尽所能收集相关资料，借鉴相关院校的宝贵经验，但因编者水平所限，本书难免有一些缺憾甚至错误，敬请读者提出意见，以便今后不断完善和提高。

编者

2007 年 5 月于山东烟台

目 录

第一篇 医用机能实验学总论

第一章 绪 论	3
第一节 医用机能学实验课的要求	3
一、实验前	3
二、实验时	3
三、实验后	4
四、实验报告写作要求	4
机能学实验报告	5
第二节 实验观察指标的选择	5
第三节 实验室守则	6
第二章 常用实验动物	7
第一节 常用实验动物的生物学特性	7
一、小鼠	7
二、大鼠	7
三、家兔	7
四、豚鼠	8
五、两栖类	8
六、猫	9
七、犬	9
第二节 常用实验动物的选择	10
一、相似性原则	10
二、特殊性原则	11
三、标准化原则	11
四、经济性原则	12
第三节 动物实验的基本方法	12
第四节 动物实验的基本操作技术	13
一、实验动物的准备、麻醉和固定	13
二、手术操作技术	23
第三章 常用的手术器械和各种溶液	30
一、常用手术器械	30
二、常用的溶液	32
第四章 常用的基本装置及器材	34
第一节 基本设备	34

一、传动装置	34
二、生理记录仪与换能器系统	35
三、示波器记录系统	37
四、前置生物放大器	41
五、监听器	45
六、离体神经标本屏蔽盒	45
七、电刺激系统	46
第二节 常用实验仪器	48
一、心电图机	48
二、721 型分光光度计	49
三、7200 型分光光度计	50
四、恒温器和人工呼吸机	52
第五章 计算机与机能学实验	54
第一节 电子计算机与机能学实验	54
一、生物信息的特征	54
二、生物信息的检测	54
三、计算机与生物信息的处理	55
四、计算机数据处理的基本原理	56
五、机能实验所需微机的基本要求	57
第二节 几种常用的信号处理系统简介	58
一、PowerLab 信号处理系统	58
二、SMUP-PC 型生物信号处理系统	60
三、BL-420 生物机能实验系统	64
第六章 机能学的研究方法	68
一、作用谱和量效关系	68
二、生物检定方法	68
三、生物化学方法	68
四、形态学方法	71
五、细胞培养的基本技术	71
六、电生理学方法	73
七、行为方法	76
八、脑成像术	77
九、脑立体定位术	77
十、微电极的应用技术	79

第二篇 医用机能实验学各论

第一章 细胞基本结构和功能实验	85
实验 1 制备坐骨神经腓肠肌标本	85
实验 2 不同刺激强度和频率对骨骼肌收缩的影响	87

实验 3	负荷对肌肉收缩的影响	89
实验 4	神经干动作电位及其传导速度的测定	91
实验 5	坐骨神经干不应期的测定	94
实验 6	刺激强度-时间曲线	95
实验 7	神经元单位放电的观察	96
第二章	血液系统实验	99
实验 8	红细胞渗透脆性试验	99
实验 9	红细胞沉降率试验	100
实验 10	ABO 血型鉴定	101
实验 11	出血时间和凝血时间的测定	103
实验 12	血液凝固和影响血液凝固的因素	104
实验 13	药物的体内抗凝血作用	105
实验 14	药物的体外抗凝血作用	107
实验 15	家兔实验性弥散性血管内凝血	108
第三章	循环系统实验	111
实验 16	蛙心起搏点	111
实验 17	蟾蜍心室期前收缩和代偿间歇	112
实验 18	某些因素对离体蟾蜍心脏的影响	114
实验 19	影响心输出量的因素	116
实验 20	心音和心音图	119
实验 21	人体动脉血压的测定及运动对血压的影响	121
实验 22	豚鼠心室乳头肌(蛙心肌)细胞动作电位	124
实验 23	容积导体在心电图描记中的作用	127
实验 24	人体心电图的描记和分析	128
实验 25	蛙肠系膜微循环观察	130
实验 26	减压神经放电	131
实验 27	心血管活动的神经体液调节	133
实验 28	药物对离体蛙心的影响	136
实验 29	药物的抗心律失常实验	138
实验 30	传出神经系统药物对血压的影响	140
实验 31	药物对家兔血流动力学的影响	142
实验 32	药物对兔主动脉环的作用(pA_2 值测定)	144
实验 33	家兔高钾血症及抢救	145
实验 34	大鼠离体心脏缺血再灌注损伤实验	148
第四章	呼吸系统实验	152
实验 35	肺通气功能的测定	152
实验 36	离体肺顺应性的测定	154
实验 37	胸内压的测量和气胸的观察	157
实验 38	家兔呼吸运动的调节	159
实验 39	膈神经放电	161

实验 40	小白鼠实验性肺水肿	163
实验 41	利尿剂对肺水肿的治疗作用及血气指标的变化	164
实验 42	几种类型的缺氧	165
实验 43	影响缺氧耐受性的因素	167
实验 44	种属、年龄和神经系统功能状况对缺氧耐受性的影响	170
第五章	消化系统实验	172
实验 45	消化道平滑肌的生理特性	172
实验 46	胃肠运动的观察	174
实验 47	药物对家兔的导泻作用	175
实验 48	硫酸镁对小鼠的导泻作用	176
实验 49	传出神经药物对离体兔肠的作用	178
实验 50	肝功能状态对药物效应的影响	179
实验 51	氨在肝性脑病发病机理中的作用	180
第六章	能量和体温实验	183
实验 52	基础代谢的测定	183
实验 53	小鼠能量代谢的测定	186
第七章	泌尿系统实验	189
实验 54	影响尿生成的因素	189
实验 55	药物的利尿作用	191
实验 56	家兔急性肾功能不全	193
第八章	感觉器官实验	196
实验 57	视敏度测定	196
实验 58	视野测定	197
实验 59	盲点测试	199
实验 60	视觉调节反射和瞳孔对光反射	200
实验 61	声音的传导途径	201
实验 62	动物一侧迷路破坏的效应	202
实验 63	耳蜗微音器电位	203
第九章	神经系统实验	206
实验 64	反射弧的分析	206
实验 65	去大脑僵直	207
实验 66	大脑皮层运动机能定位	208
实验 67	小脑受伤动物运动功能障碍的观察	210
实验 68	人体脑电观察	211
实验 69	大脑皮层诱发电位	213
实验 70	戊巴比妥钠半数有效量 (ED_{50}) 的测定	216
实验 71	戊巴比妥钠半数致死量 (LD_{50}) 的测定	218
实验 72	有机磷酸酯类中毒与解救	219
实验 73	镇痛药的镇痛作用	221

第十章 内分泌学实验	225
实验 74 地塞米松的抗炎作用	225
实验 75 吲哚美辛对小鼠巴豆油耳肿胀的影响	226
第十一章 其他	228
实验 76 不同给药途径对硫酸镁作用的影响	228
实验 77 不同剂量对药物作用的影响	229
实验 78 药物的基本作用	229
实验 79 硫酸链霉素的毒性反应及对抗	230
实验 80 诺氟沙星对小鼠体内感染的保护性实验	231
实验 81 药代动力学参数的测定	232
实验 82 家兔酸碱平衡紊乱及其纠正	234
实验 83 药物剂型及处方学	236
第十二章 机能学综合实验	242
实验 84 神经-体液-药物对家兔主要生命指标的影响	242
实验 85 磺胺类药物在正常和肾衰竭家兔体内的药代动力学参数测定	245
实验 86 药物及生理活性物质对离体豚鼠气管条的作用	248
实验 87 急性右心衰竭及其治疗	251
实验 88 家兔失血性休克及抢救治疗	253
第十三章 医学机能实验学实验设计的基本程序及相关问题	256
第一节 实验设计的基本程序.....	256
一、立题	256
二、实验设计	257
三、实验和观察.....	257
四、实验结果的处理分析.....	258
五、研究结论.....	259
第二节 实验设计的三大要素.....	259
一、处理因素.....	259
二、受试对象.....	260
三、实验效应.....	261
第三节 实验设计的三大原则.....	261
一、对照原则.....	261
二、随机原则.....	262
三、重复原则.....	263
第四节 医学机能实验学常用的统计方法.....	264
一、实验资料的类型.....	264
二、量反应资料的统计方法.....	264
三、质反应资料的统计方法.....	267
第五节 药物剂量的确定.....	268
一、给药容量.....	268
二、剂量换算.....	268

三、确定剂量的其它问题..... 269

第六节 设计性实验的设置与实施..... 269

一、设计性实验的目的..... 269

二、设计性实验的基本步骤..... 269

三、实验室已具备的基本条件..... 271

四、实验教学准备室的密切配合..... 271

五、目前设计性实验可选项目..... 271

第十四章 临床病例讨论..... 272

参考文献..... 284

第一篇

医用机能实验学总论

第一章 绪 论

《医用机能实验学》由生理学、药理学、病理生理学实验有机组合而成，是研究正常机体活动规律、疾病发生机理和药物作用机制的实验性学科。医用机能实验学是随着基础医学教学改革，通过三门学科多年实验教学经验的积累、探索、创新逐步建立起来的。机能实验学包含了生理学、药理学和病理生理学经典实验的基本内容，着重学科之间的相互联系和渗透，并注重生物学科的新进展及三门学科研发的新设备、新技术应用。在实验的各环节特别注重学生动手能力、思维能力、创新能力的培养。机能学科的设立是与教学模式的改革相配套进行的。有不少高等医药院校组建了机能学实验室，更新了实验教学内容，对重复、相近的实验项目进行合并、精简综合，把重点放在科研型、设计性内容上，同时优化资源的配置，提高了实验仪器设备的利用及实验室开放率。为医学研究生、本科各专业学生提供了理论联系实际、大胆实践操作和积极思考的平台，以使其掌握基础医学实验的基本规律，为创造性思维的发挥提供了一个思考和实践的空间。学习机能实验学，掌握科学实验的基本规律，训练医学实验的基本技能，培养科学的思维方法，增强分析问题和解决问题的能力，对于一个医学生十分重要。这些知识、技能和基本素质，将成为学习后续课程、进行临床实践和毕业后进行科学研究的坚实基础。

第一节 医用机能学实验课的要求

医用机能学是一门实验科学。机能学实验课的目的在于通过实验教学培养学生科学的思维方法，开拓创新的精神以及科学研究能力。在实验过程中使学生初步掌握机能学实验的基本操作技术，学会不同类型的机能学实验仪器的正确使用，了解和获得机能学知识的科学实验方法，以及验证和巩固所学的基本理论。在实验工作中，培养学生对科学工作的严谨态度、严密的方法、实事求是的作风和团结协作的团队精神。为实现实验课的目的和要求应该做到：

一、实验前

1. 了解本次实验项目、实验注意事项、实验的目的、要求、实验步骤和操作流程。
2. 结合实验内容，复习有关理论，查阅相关资料，了解实验与理论间的关系。
3. 注意和估计实验中可能发生的问题、结果预测及实验误差。

二、实验时

1. 按教学进度表，注意班级分组、实验室的轮换、每组同学轮流领取实验器材、药品、实验动物。实验器材的放置要整齐、妥当、有条不紊。
2. 特别注意用电安全以及防护化学试剂、药物、有害气体对人体的伤害。防止被动物

咬伤及中毒事故的发生。

3. 爱护实验动物，按规定对动物进行麻醉、处理。尽量做到用一只动物取得多项指标。

4. 按照实验步骤，以严肃认真的态度循序操作，在实验中要严格且科学地把工作做好，因为在实验中，有时只要稍微有点疏忽就会导致整个实验的失败。以人体为对象的实验项目，在确认安全无误之后才能开始实验。要注意保护实验动物和标本，节省实验器材和药品。

5. 耐心细致地观察实验过程中出现的现象，要随时记录，积极思考。

三、实验后

1. 整理实验所用器械，擦洗干净。如有损坏或短少，应立即报告负责教师。领用动物、器材、物品，实验完毕后，每组由专人交回技术室或交实验指导教师。

2. 整理实验记录并加适当注释。

3. 认真撰写实验报告，对实验结果进行分析和讨论，作出实验结论。

4. 每组整理卫生。轮流打扫实验室卫生，关好门、窗、水电，经教师同意方可离开。

5. 实验结果的整理。实验结果的整理既是实验后的工作总结，也是书写实验报告或科研论文的准备工作，是机能学实验的基本功之一。实验结果整理是否恰当、合理，直接影响到一份实验报告或科研论文的质量和水平。

实验结束后应及时对原始记录进行整理分析，整理时需用严肃认真的态度进行，不得用任何方式改变或曲解原始结果，不论是预期结果还是非预期结果，均应实事求是地整理表达。机能学实验的结果可分成数据资料及图形资料，前者又可分为计量资料（如血压值、心率、生化数据等）及计数资料（如阳性反应数或阴性反应数，死亡数或存活数等）。对数据资料应以正确的单位和数值做定量的表示，必要时进行统计学处理，以保证结论有较大的可靠性。为便于分析比较，宜将有关数据用适当的统计表或统计图表示。统计表要求表头清楚，表内数据布局合理。统计图有曲线图、柱形图、圆形图等，可适当选用，绘图时要列出数值刻度，并标明单位，要有标题及适当图注。图形资料有记录曲线、心电图、脑电图、照片等，整理时要做好标记。内容包括题目、时间、地点、室温、动物或标本、给药记号及给药量、主要仪器的参数、试剂、药品、工具药的产地和批号等。对较长的曲线可适当裁剪粘贴，但不可漏掉有意义的曲线部分（包括预期的结果及非预期的结果）。

四、实验报告写作要求

1. 示教实验或自己做的实验按教师要求写出实验报告。

2. 实验报告必须按时完成，由组长收齐并交负责教师批阅。

3. 按照每一实验的具体要求，认真写出实验报告，写报告应注意文字简练、通顺，书写清楚、整洁，不准同学间相互抄袭。每次写实验报告的要求如下：

(1) 注明姓名、班次、组别、日期、室温和气压。

(2) 实验序号和题目。

(3) 实验目的。

(4) 实验方法：需做扼要描述。

(5) 实验结果是实验中最重要的一部分。应将实验过程所观察到现象真实、正确、详细地记述（实验中的每项观察都应随时记录。实验结束后，根据记录填写实验报告。不可仅凭记

忆, 否则容易发生错误或遗漏)。实验结果的处理见前项要求。

(6) 讨论和结论: 实验结果的讨论是根据已知的理论知识对结果进行的解释和分析。要判断实验结果是否为预期的。如果出现非预期的结果, 应该考虑和分析其可能的原因。还要指出实验结果的生理意义。在本次实验中如发现遗漏而未解决的问题, 应该指明, 并尽可能对这些问题的关键所在提出意见。在部分实验, 还可进一步从实验结果中归纳出一般的、概括性的判断作为实验结论, 也就是本次实验所能验证的概念、原则或理论的简明总结。结论中一般不要罗列具体的结果。未能做到充分证据的理论分析不应写入结论。

(7) 实验中存在的问题和解决的思路: 实验讨论和结论的书写是富有创造性的工作。应该严肃认真, 不应盲目抄袭课本和他人的实验报告。如参考课外读物, 应注明出处。

机能学实验报告

姓名_____ 班级_____ 组别_____ 日期_____ 室温_____ 指导教师_____

实验号和题目:

实验目的:

实验方法:

实验结果:

讨论和结论:

第二节 实验观察指标的选择

医学机能学实验是对人体或动物的生理机能以及致病因子、药物引起的机能变化进行实验观察, 探讨各种生理机能活动及其异常变化的规律和机制、药物的治疗作用及作用机理。因此, 选择实验观察指标应注意以下几点:

1. 该观察指标能灵敏可靠地反映实验对象的某种机能活动及其变化过程。例如, 可采用动脉血压、心率、心输出量和通过计算所得到的外周血管阻力为指标, 观察心血管活动及其某些因素对心血管活动的影响; 采用呼吸运动或膈神经放电为指标, 观察呼吸中枢的节律性活动及某些因素对呼吸运动的影响; 采用尿量为指标, 观察某些因素对尿生成的影响等。

2. 尽量采用可测量的观察指标。因为可测量的指标能客观、精确地反映被观察对象的机能活动变化及变化程度, 从而消除主观或模棱两可因素对实验结果判断的影响。更何况生物学的实验结果常常受到实验动物本身的机能状况、环境因素等多方面因素的影响, 而采用可测量指标所获得的结果数据可经统计学处理, 以判定观察指标的变化是否显著, 实验结果有无统计学意义。前面列举的几项实验观察指标均属于可测量指标, 其变化数据可通过仪器测量而获得。

3. 有些实验的结果难以用仪器定量记录, 但应能客观、具体、准确地描述, 或用摄像、照相的方法进行记录, 如去大脑僵直、大脑皮层机能定位、动物一侧迷路破坏的效应的观察等实验的结果。有些实验, 如微循环的观察, 还能应用动态图像分析系统实时记录和分析某些指标数据的变化。

第三节 实验室守则

1. 实验室是教学实验和科学研究的场所，学生进入实验室必须严格遵守实验室各项规章制度和操作规程。

2. 遵守学习纪律，准时到达实验室。实验时因故外出或早退应向指导教师请假。注意用电和易燃物品、气体使用安全。在实验中如被动物抓伤、咬伤，应立刻报告指导老师，进行妥善处理。

3. 实验时必须严肃认真地听取老师讲解，经老师同意后才能进行实验。不得进行任何与实验无关的活动，以免影响他人实验。

4. 实验室内各组仪器和器材由各组自己使用，不得与他组调换，以免混乱。如遇仪器损坏或机件不灵，应报告负责教师或实验准备室技术人员，以便及时修理或更换，仪器和设备不慎损坏时，应及时向指导教师汇报情况。发生责任事故应按有关规定进行赔偿处理。

5. 实验动物按组发给，如需补充使用须经教师同意才能补领，爱惜公共财物，注意节约各种实验器材和用品。

6. 实验者应熟悉实验仪器和设备的使用要点，严格遵守操作规程。实验时认真观察，如实记录各种实验数据。养成独立思考的习惯，努力提高自己的分析问题和动手的能力。

7. 保持实验室清洁整齐，不必要的物品不要带进实验室。实验完毕后，应将实验器材、用品和实验桌收拾干净，数点清楚，不可零乱，动物尸体及药品应放到指定地点。做好清洁工作，经指导教师或实验技术人员检查后方可离开实验室。

实验室守则由指导教师和参加实验的人员共同监督，严格执行。

第二章 常用实验动物

第一节 常用实验动物的生物学特性

机能学科实验以动物实验为主，了解动物的生物学特性对实验的成败有极重要的作用。目前用于生物医学科学研究的实验动物种类很多，并且随着生命科学的发展、生物技术水平的提高和野生动物资源被大量开发和实验动物化，不断培育出新的实验动物品种。目前常用于医药卫生、生命科学研究和教学、生产的实验动物主要包括：两栖纲的青蛙、蟾蜍；爬行纲的蛇；鸟纲的鸡、鸭、鸽；哺乳纲啮齿目的小鼠、大鼠、豚鼠、地鼠、长爪沙鼠、棉鼠等；兔形目的家兔；食肉目的猫、狗、雪貂；有蹄目的羊、猪和灵长目的恒河猴、猩猩、狒狒、绒猴、食蟹猴等 30 余种，其中最常用和用量最大的是哺乳纲啮齿目动物，如小鼠、大鼠、豚鼠等，其次是兔形目的兔和食肉目的猫、狗等。虽然非人灵长类动物在生物进化及解剖结构等方面都与人十分接近，是医学研究领域中最理想的实验动物，但是由于其数量有限，繁殖较慢，价格昂贵，饲养管理费用高，所以在使用中受到一定限制。下面就机能学实验常用实验动物及其生物学特性逐一进行介绍。

一、小鼠

生命科学研究中常用的小鼠 (Mouse' Musculus) 是野生鼯鼠的变种，在生物分类学上属于哺乳纲 (Mammalia)、啮齿目 (Order Rodentia)、鼠科 (Family Murinae)、鼠属 (Genus)。小鼠是啮齿目中体型较小的动物。新生小鼠 1.5g 左右，周身无毛，皮肤赤红，21 天断乳时 12~15g，1.5~2 个月龄体重达 20g 以上，可供实验使用。小鼠发育成熟时体长小于 15.5cm，雌小鼠成年体重 18~35g，雄鼠成年体重 20~40g，小鼠成熟早，繁殖力强，寿命 1~3 年。

二、大鼠

实验大鼠 (Rat, Rattus Norvegicus) 属哺乳纲、啮齿目、鼠科、大鼠属 (Genus Rattus)。大鼠体型较小，遗传学和寿龄较为一致，对实验条件反应也较为近似，常被誉为精密的生物工具。大鼠体型较小鼠大，新生大鼠体重 5~6g，成年雄鼠体重 300~400g，成年雌鼠 250~300g。大鼠性情温顺，行动迟缓，易捕捉，不似小鼠好斗。但受惊吓或捕捉方法粗暴时，也很凶暴，常咬人。大鼠成熟快，繁殖力强，寿命依品系不同而异，平均为 2~3 年，40~60 天性成熟。

大鼠 (包括小鼠) 心电图中没有 S-T 段，甚至有的导联也测不到 T 波。

三、家兔

兔 (Rabbits, Oryctolagus Cuniculus) 属兔形目 (Lagomorpha)、兔科 (Leporidae)。