

医学院校外科手术学动物实验教学改革思考

冷雨飞^{1,2}, 陆文竞^{1,2}, 王峰伟^{1,2}

(1. 上海交通大学医学院动物外科手术实验室, 上海 200025; 2. 上海交通大学医学院教学辅助中心, 上海 200025)

[摘要] 外科手术学动物实验是医学生的必修课, 是外科学实践教学的重要基础课程, 对临床医学人才的培养至关重要。本文分析国内医学院校在该课程教学中常见的问题, 并结合上海交通大学医学院教学实践经验, 提出调整充实教学内容、拓展丰富教学资源、改进创新教学模式、构建科学化考评体系、强化师资队伍建设等优化措施, 旨在提升课程质量, 提高医学生综合素质, 助力卓越医学人才的培养, 并为广大医学院校外科手术学动物实验教学改革提供参考。

[关键词] 医学院校; 外科手术; 动物实验; 教学改革

[中图分类号] R61-33; R-332 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1674-5817(2022)05-0472-05

Thinking of Teaching Reform in the Animal Experiment of Operative Surgery in Medical School

LENG Yufei^{1,2}, LU Wenjing^{1,2}, WANG Fengwei^{1,2}

(1. Animal Surgery Laboratory, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200025, China;

2. Auxiliary Teaching Center, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200025, China)

Correspondence to: WANG Fengwei (ORCID: 0000-0002-8340-6959), E-mail: 182572@shsmu.edu.cn

[ABSTRACT] Animal experiment of operative surgery is a compulsory course for medical students and an important basic course for surgical practice teaching, which is of great importance to the cultivation of clinical medical talents. Combining the teaching practice experience of Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, this paper analyzed the common problems in domestic medical universities, and put forward the optimized measures including adjusting and enriching teaching contents, expanding and enriching teaching resources, improving innovative teaching models, constructing scientific evaluation system, and strengthening the construction of teaching faculty, so as to improve the quality of the course and the comprehensive quality of medical students, help cultivate excellent medical talents, and provide references for the teaching reform of animal experiment of operative surgery in medical colleges and universities.

[Key words] Medical schools; Surgical procedures; Animal experiment; Teaching reform

外科手术学是临床外科教学过程中一门专业性和实践性并重的学科, 其中动物实验课是外科手术学的重要环节。通过实验室模拟外科手术教学结合动物实验操作, 学生熟练掌握外科手术基本操作技能, 具备临床逻辑思维与团队协作能力, 为后期从事临床工作奠定良好基础^[1]。随着科学技术发展和教学思路拓展, 以往医学院校动物实验课程存在的教学模式单一、教学资源落后等问题得到了较大改善。并且, 近年来随着现代手术室设备、外科技术等不断更新, 医

学教育中多种教学模式的探索为该课程教学提供了进一步的发展空间。2020年国务院办公厅印发《关于加快医学教育创新发展的指导意见》, 对医学人才的培养提出了明确的要求, 强调要深化本科医学教育内容、课程体系和教学方法改革, 推进“卓越医生教育培养计划2.0”。因此, 本文针对外科手术学动物实验课可能存在的教学问题, 提出课程教学改革的建议, 以期促进该课程教育质量的提升, 助力卓越医学人才培养。

[第一作者] 冷雨飞(1996—), 女, 硕士, 助理实验师, 研究方向: 外科手术学。E-mail: 2386948571@qq.com

[通信作者] 王峰伟(1982—), 男, 本科, 助理工程师, 研究方向: 外科手术学、教辅管理。E-mail: 182572@shsmu.edu.cn。ORCID: 0000-0002-8340-6959

1 影响教学效果的可能问题

1.1 教学内容偏重操作

传统外科手术学动物实验往往重视术中操作过程,而轻视原理阐释、术前准备、术后护理及职业道德培养^[2]。外科手术学动物实验作为外科学基础与临床的桥梁课程,需要以理论授课结合实验操作培养学生掌握外科手术基本操作技能。学生充分理解原理知识,才能深刻记忆并从问题本质牢固掌握外科手术操作。而术前准备工作往往由实验室教师完成,学生仅专注术中环节,术后无法观察手术效果,易造成对手术系统认知不清,不利于培养医学职业素养。另外,外科手术操作会对动物造成疼痛、伤害,若学生对动物麻醉使用、手术通路、解剖部位不熟悉,会增加动物死亡率;若学生的动物伦理学意识淡薄,会使其爱伤观念与职业道德缺失。

1.2 教学资源配置不一

目前医学院校使用的外科手术学动物实验教材各不相同,可能导致各院校间教学内容差异较大、侧重点不一致,而教材落后也会制约该课程建设与发展的^[3]。此外,动物福利“3R”原则促使我们应不断思考如何做到“减少”、“替代”、“优化”,这也是目前需进一步提升教学资源配臵的主要原因之一。采取模拟教具开展外科手术学动物实验教学是动物福利发展的趋势,但不同地区高校实验教学资源水平发展不均一,是课程教学中遵循“替代”原则的主要壁垒^[4]。

1.3 教学模式缺乏创新

传统外科手术学动物实验课程教学方法包括理论和实践教学,前者以课堂讲授为主,后者以教师操作演示为基础进行动物实验的小组练习。但由于该课程实践性较强,传统模式难以在短时间内达到教学效果,且该模式以示范为主,极易使学生依赖教师示范,而降低主观能动性和实践操作能力^[5]。

1.4 考核评价机械僵化

以往外科手术学动物实验课程考核评价多为终结性考试,其中操作技能考核所占比重较大。而这种机械评价方式缺少完善的考核体系,会造成考试评价功能异化,使师生出现“唯分数论”观念,严重阻碍教学质量提升及对学生综合能力、创新思维的培养,同时也会导致考试成绩出现偶然性,降低课程评价的效度。

1.5 师资力量有待加强

外科手术学动物实验教学主要由各医学院校附属

医院的外科医生承担,由于专业特点和知识结构不同,掌握的操作技巧也有所差异,在示教时,其操作标准和规范常缺乏统一性,使学生学习时无所适从,并且带教老师的教学能力参差不齐会造成学生之间实验操作能力的层次差异。此外部分院校每年度授课教师均在轮换,缺乏固定师资导致教学经验不能积累,更不利于教学质量的把控与管理^[6]。

2 课程优化及提升措施

2.1 调整并充实教学内容,融入动物福利理念和思政教育

课程教学中教师需注重理论与实践的统一,认真阐释原理知识,使学生真正内化吸收和外化操作;引导学生全程参与手术,深化对外科手术系统的认知;对于术前、术后止痛及将手术伤害降至最低等措施均应纳入教学内容,可从以下方面开展指导:(1)术前贯彻动物福利理念和实验动物“3R”原则;(2)讲解实验动物麻醉和解剖等知识,避免因麻醉意外、操作错误等造成动物死亡^[7];(3)术中严格遵循无菌原则,动作轻柔细致、精细解剖、确切止血,避免加重动物的疼痛和损伤,减少伤口感染等并发症^[8];(4)积极参与术后护理,全面观察实验动物生命体征、伤口缝合情况、有无术后并发症等,及时进行镇痛、抗菌、换药等治疗。总之,在动物实验中应重视培养学生的动物伦理学意识和爱伤观念,提高其仁心仁术和职业操守。

此外,教师需注重挖掘课程蕴含的思政元素,将其与专业知识相融合,如讲述我国外科专家的先进事迹以及课程发展历史进程,以增强学生的爱国主义情怀和社会主义道路自信,弘扬科学家精神,培养学生成为德才兼备、全面发展的医学人才。在新医科背景下,教师需介绍外科领域前沿知识、科技发展新成果,如达芬奇手术机器人系统是医工结合的典型代表;鼓励学生选修《实验动物学》,加强动物伦理学意识,促进人文素质教育与医学交叉融合。通过推进外科学与多学科交叉融合,提高学生的复合知识与实践能力。

2.2 拓展丰富教学资源,使实验教材和配套设施与时俱进

首先,统一规范的教材有助于提升课程教学质量。各院校应选择合适的教材或结合医师考试大纲来编写统一规范的外科手术学动物实验指导教材,并及时更新教材中的旧观点和方法,帮助学生掌握外科领域的

最新知识。

在软件技术方面,目前多媒体技术在医学教育中的应用日趋成熟。应用多媒体教学既丰富了课程教学内容,又便于进行良好示教^[9]。有院校自行拍摄的教学录像以动物外科手术为主,辅以临床外科手术典型片段,为学生的实验操作提供了高效指导^[10]。但该技术存在信息量大、节奏快等问题,教师要避免过度的多媒体展示,注重学生对教学内容的理解及师生之间互动。随着3D打印技术的成熟和教具成本的降低,此类教具逐渐用于动物实验教学,不仅能直观展现动物局部解剖结构,也符合3R原则中“替代”原则^[11]。另外,虚拟现实技术在外科手术学教学中应用发展迅速,通过打破时空限制,最大限度模拟操作情景,其反复训练的优势有助于提高外科技能培训效率^[12-13]。鉴于当前实验动物资源紧缺、动物伦理学和保护法对其使用要求严格,未来虚拟现实技术或可替代实验动物将用于该课程教学^[14]。在硬件设施方面,动物外科手术室是实践教学的基本场所,应严格按照临床外科手术室的标准、功能和区域分布建设,配备规范齐全的设备如动物麻醉机、术中监护仪,临床常用超声刀、电刀等,既能提高动物实验与临床手术的相似度,又能减轻实验动物在教学手术中的痛苦。此外,数字监控系统将软硬件相结合,有助于教师记录和回放学生操作,针对性地进行纠正和规范^[15],并由数字监控系统提供高清手术示教,避免学生对实验动物进行盲目或反复操作练习,减少其损伤和痛苦。

2.3 改进创新教学模式,以多样化形式促使学生主动学习

近年来,以问题为基础的教学法(problem-based learning, PBL)、以团队为基础的教学法(team-based learning, TBL)、翻转课堂等多种新型教学模式逐渐应用于外科手术学动物实验课程,打破了以教师为主体、教学方式单一的传统模式,将学生作为课堂中心,充分调动其学习积极性与主观能动性,从而培养学生的创新精神、团队合作和自学能力^[16]。例如,有院校采用PBL联合TBL教学模式,教师将本课程相关问题及案例提前告知学生,学生可以预先开展自主学习和小组讨论,课堂上以小组为团队进行动物外科操作练习和组内疑问难点讨论,最后由教师系统性讲解、指正及总结,进一步引发学生主动思考^[17]。随着信息技术迅猛发展,慕课、微课、雨课堂等“互联网+教育”背景下的新型教学模式应运而生。有院校将雨课堂用于

该课程教学后,发现学生学习积极性和总体成绩有所提高^[18]。也有学者倡导构建“慕课+微课+翻转课堂”等多元化教学模式以提高教学质量^[19]。对此,医学院校可以开展科学研究探索该课程的最佳教学模式,为教学改革提供新思路。

2.4 构建科学化考评体系,将多元化评价与形成性评价相结合

课程考评改革应以《深化新时代教育评价改革总体方案》为指导。首先建立科学客观的考评体系,改变以技能操作为主导的考评模式,采取多元化评价方式,如对出勤情况、团队配合、安全意识、动物术后成活率、对动物的爱伤观念等评价角度,全面评估学生综合素质。并重视形成性评价,将评价贯穿于教学过程的多阶段多环节,包括课堂提问、随堂测试、课后实验报告等。其中,操作技能直接观察评估(direct observation of procedural skills, DOPS)是外科动物实验教学中有效的形成性评价方法,可对学生进行发展性多维度科学评价^[16]。

2.5 强化师资队伍建设,注重培养高质量专业化教师团队

选拔师资时,应挑选教学经验丰富、责任心强、具有主治医师以上职称的临床医生,并定岗定职位。正式授课前,教学小组进行集中培训,统一示教操作规范手法和实验流程,明确相关教学任务,合理分配课时及人员^[6];通过集体备课和二次备课,便于整合教学资源,优化内容与设计,提高授课质量^[20];也可定期开展教研会,教学经验丰富的专家对个体教师提出专业化指导,不断提高其教学水平。

3 小结

作为外科学的重要分支之一,外科手术学动物实验是医学生由理论过渡到临床实践的桥梁,对培养卓越临床医生、促进医学发展具有重大意义。现阶段该课程教学改革已取得一定突破和创新,但多数为经验总结,缺乏实验性研究。为适应医学教育创新发展的形势和需求,医学院校应围绕课程教学目标,从优化教学内容、改进教学方法和模式、深化考评改革等多层面逐步提升教学效果,努力打造具有高阶性、创新性、挑战度的一流外科手术学动物实验课程,以期提高医学人才培养质量,为卫生健康事业输送高素质临床医学人才。

[作者贡献 Author Contribution]

冷雨飞负责撰写论文; 陆文竞收集资料并参与论文修改; 王峰伟负责论文审核及把关。

[利益声明 Declaration of Interest]

所有作者均声明本文不存在利益冲突。

[参考文献 References]

- [1] 王林楠, 杨曦. 外科动物手术学本科生教学模式改革的探索[J]. 临床医学研究与实践, 2022, 7(12):196-198. DOI:10.19347/j.cnki.2096-1413.202212055.
WANG L N, YANG X. Exploration on the teaching reform of undergraduates in the animal surgery[J]. Clin Res Pract, 2022, 7(12):196-198. DOI:10.19347/j.cnki.2096-1413.202212055.
- [2] 曹鹏, 袁文. 关于医学生动物外科教学方法的探析[J]. 西北医学教育, 2015, 23(2):315-317. DOI:10.13555/j.cnki.c.m.e.2015.02.036.
CAO P, YUAN W. Analysis of teaching methods in animal surgery curriculum for medical students[J]. Northwest Med Educ, 2015, 23(2):315-317. DOI:10.13555/j.cnki.c.m.e.2015.02.036.
- [3] 郭永昌, 王春芳, 陈朝阳. 加强高等医学院校实验动物学教学改革思考[J]. 实用医技杂志, 2021, 28(6):825-827. DOI:10.19522/j.cnki.1671-5098.2021.06.048.
GUO Y C, WANG C F, CHEN Z Y. Thoughts on strengthening the teaching reform of laboratory animal science in medical colleges and universities[J]. J Pract Med Tech, 2021, 28(6):825-827. DOI:10.19522/j.cnki.1671-5098.2021.06.048.
- [4] 邹群, 鲁星燧, 范跃祖. 对动物外科教学的一些思考和见解[J]. 外科研究与新技术, 2017, 6(2):133-136. DOI:10.3969/j.issn.2095-378X.2017.02.018.
ZOU Q, LU X S, FAN Y Z. Thoughts and opinions on animal surgery teaching[J]. Surg Res New Tech, 2017, 6(2): 133-136. DOI:10.3969/j.issn.2095-378X.2017.02.018.
- [5] 周云松, 寇伟, 马戎, 等. 以临床为导向的外科手术学实验教学设计[J]. 西北民族大学学报(自然科学版), 2019, 40(2):84-87. DOI: 10.14084/j.cnki.cn62-1188/n.2019.02.017.
ZHOU Y S, KOU W, MA R, et al. Design of clinical oriented experimental teaching in surgical operation[J]. J Northwest Minzu Univ Nat Sci, 2019, 40(2): 84-87. DOI: 10.14084/j. cnki. cn62-1188/n.2019.02.017.
- [6] 石长贵, 吴卉乔, 沈宏亮, 等. 医学留学生实验动物外科教学的分析与建议[J]. 医学教育研究与实践, 2020, 28(4):629-632. DOI:10.13555/j.cnki.c.m.e.2020.04.018.
SHI C G, WU H Q, SHEN H L, et al. Analysis and suggestions on animal surgery teaching for international medical students[J]. Med Educ Res Pract, 2020, 28(4):629-632. DOI:10.13555/j.cnki.c.m.e.2020.04.018.
- [7] 陈丽玲, 罗宁, 刘汝文, 等. 外科实验教学质量问题与改革[J]. 教育现代化, 2020, 7(6):44-45. DOI:10.16541/j.cnki.2095-8420.2020.06.016.
CHEN L L, LUO N, LIU R W, et al. Problems and reform of experimental teaching of surgery[J]. Educ Mod, 2020, 7(6):44-45. DOI:10.16541/j.cnki.2095-8420.2020.06.016.
- [8] 王道喜, 黄若兰, 蒋欣. 互动式外科动物手术教学与医学生爱伤观念的培养[J]. 现代职业教育, 2021(40):190-191.
WANG D X, HUANG R L, JIANG X. Cultivating medical students' concept of xaring for patients through interactive surgical animal operation teaching[J]. Mod Vocat Educ, 2021 (40):190-191.
- [9] 徐琼. 医学留学生“实验动物外科”教学探索与实践[J]. 世界最新医学信息文摘, 2018, 18(43):286, 289. DOI:10.19613/j.cnki.1671-3141.2018.43.148.
XU Q. Exploration and practice of Experimental Animal Surgery teaching for international medical students[J]. World Latest Med Inf, 2018, 18(43):286, 289. DOI:10.19613/j.cnki.1671-3141.2018.43.148.
- [10] 陈喜德, 杨柳菁, 郑镇波, 等. 多种手段结合提高外科学动物实验教学效果: 以广东医科大学第二临床医学院为例[J]. 齐齐哈尔医学院学报, 2020, 41(14):1806-1808. DOI:10.3969/j.issn.1002-1256.2020.14.036.
CHEN X D, YANG L J, ZHENG Z B, et al. Combination of various means to improve the effect of animal experiment teaching in surgery: take the second school of clinical medicine of Guangdong Medical University as an example[J]. J Qiqihar Med Univ, 2020, 41(14):1806-1808. DOI:10.3969/j.issn.1002-1256.2020.14.036.
- [11] 李甲, 徐卫东, 张新, 等. 3D打印教具结合微视频技术在犬盲肠切除术教学中的应用探讨[J]. 卫生职业教育, 2017, 35(19):48-50. DOI:CNKI:SUN:ZDYX.0.2017-19-027.
LI J, XU W D, ZHANG X, et al. Application of 3D printing teaching aid combined with micro-video technology in the teaching of cecectomy in dogs[J]. Health Vocat Educ, 2017, 35 (19):48-50. DOI:CNKI:SUN:ZDYX.0.2017-19-027.
- [12] 沈艳, 王萌, 周玉皆, 等. 虚拟现实技术在外科手术学基础课程中的应用研究[J]. 中华医学教育探索杂志, 2021(8):905-908. DOI:10.3760/cma.j.cn116021-20200309-00576.
SHEN Y, WANG M, ZHOU Y J, et al. Application of virtual reality in basic courses of operative surgery[J]. Chin J Med Educ Res, 2021(8): 905-908. DOI: 10.3760/cma. j. cn116021-20200309-00576.
- [13] KYAW B M, SAXENA N, POSADZKI P, et al. Virtual reality for health professions education: systematic review and Meta-analysis by the digital health education collaboration[J]. J Med Internet Res, 2019, 21(1): e12959. DOI:10.2196/12959.
- [14] 张宏伟, 李红, 于云宝, 等. 对高等医学院校替换外科实验动物的建议和思考[J]. 中国继续医学教育, 2020, 12(24):51-53. DOI:10.3969/j.issn.1674-9308.2020.24.022.
ZHANG H W, LI H, YU Y B, et al. Suggestions and thoughts on the replacement of experimental surgical animals in medical colleges[J]. China Continuing Med Educ, 2020, 12(24): 51-53. DOI:10.3969/j.issn.1674-9308.2020.24.022.
- [15] 陈竟萌, 余丹, 刘延丽, 等. 基于DSS系统的外科手术实验教学平台建设与实践[J]. 实验技术与管理, 2021, 38(2):20-23. DOI:10.16791/j.cnki.sjg.2021.02.005.
CHEN J M, YU D, LIU Y L, et al. Establishment and practice of surgical experiment teaching platform based on DSS system [J]. Exp Technol Manag, 2021, 38(2):20-23. DOI:10.16791/j.cnki. sjg.2021.02.005.
- [16] 刘洋, 刘耀阳, 郑勇军, 等. 翻转课堂联合TBL教学法在外科手术

学基础教学中的应用[J]. 中国继续医学教育, 2020, 12(27):1-5. DOI:10.3969/j.issn.1674-9308.2020.27.001.

LIU Y, LIU Y Y, ZHENG Y J, et al. Application of flipped classroom combined with team-based learning in basic surgery teaching[J]. China Continuing Med Educ, 2020, 12(27): 1-5. DOI:10.3969/j.issn.1674-9308.2020.27.001.

[17] 黄添隆, 彭正午, 王波, 等. PBL+TBL 相结合的双轨教学模式在外科学手术学教学中的应用[J]. 中国高等医学教育, 2021(9):56-57. DOI:10.3969/j.issn.1002-1701.2021.09.025.

HUANG T L, PENG Z W, WANG B, et al. Application of PBL+TBL double-track teaching mode in surgical teaching[J]. China High Med Educ, 2021(9):56-57. DOI:10.3969/j.issn.1002-1701.2021.09.025.

[18] 孙振, 刘冰, 叶正旭, 等. 雨课堂在实验动物外科学教学中的应用[J]. 中国医药导报, 2022, 19(4):62-64, 68.

SUN Z, LIU B, YE Z X, et al. Application of rain classroom in laboratory animal surgery teaching[J]. China Med Her, 2022, 19(4):62-64, 68.

[19] 朱磊, 蔡娇, 闫敏, 等. "互联网+"时代外科手术学基础教学改革探讨[J]. 卫生职业教育, 2021, 39(16):61-62.

ZHU L, CAI J, YAN M, et al. Discussion on the reform of basic surgery teaching in the "Internet plus" era[J]. Health Vocat Educ, 2021, 39(16):61-62.

[20] 朱磊, 闫敏, 孙璟川, 等. 评价与反馈法在提高《外科手术学基础》课程授课效果中的探究[J]. 中华医学教育探索杂志, 2020(12): 1422-1426. DOI:10.3760/cma.j.cn116021-20191206-00336.

ZHU L, YAN M, SUN J C, et al. Exploration on evaluation and feedback method in improving the teaching effect of Basics of Operative Surgery[J]. Chin J Med Educ Res, 2020(12):1422-1426. DOI:10.3760/cma.j.cn116021-20191206-00336.

(收稿日期: 2022-03-09 修回日期: 2022-07-28)
(本文编辑: 丁宇菁, 富群华, 郭嘉欣)

《实验动物与比较医学》常用英文缩略词表

英文缩略词	英文全称	中文全称 (备注)
WHO	World Health Organization	世界卫生组织
FDA	Food and Drug Administration	食品药品监督管理局 (美国)
SPF	specific pathogen-free	无特定病原体
PCR	polymerase chain reaction	聚合酶链式反应
CT	computerized tomography	计算机体层摄影
ELISA	enzyme-linked immunosorbent assay	酶联免疫吸附测定
CCK-8	cell counting kit-8	细胞计数试剂盒-8
MTT	thiazolyl blue	噻唑蓝 (细胞增殖活性检测试剂)
BCA	bicinchoninic acid	二辛可宁酸 (蛋白浓度测定试剂)
PAGE	polyacrylamide gel electrophoresis	聚丙烯酰胺凝胶电泳
SDS	sodium dodecyl sulfate	十二烷基硫酸钠
DMSO	dimethyl sulfoxide	二甲基亚砷
EDTA	ethylenediamine tetraacetic acid	乙二胺四乙酸
SP	streptavidin-peroxidase	链霉抗生物素蛋白-过氧化物酶
HE	hematoxylin and eosin	苏木精-伊红
DAB	3,3'-diaminobenzidine	二氨基联苯胺
ddH ₂ O	distillation-distillation H ₂ O	双蒸水
PBS	phosphate-buffered saline	磷酸盐缓冲溶液
DPBS	Dulbecco's phosphate-buffered saline	杜氏磷酸盐缓冲液
PBST	phosphate-buffered saline with Tween-20	含 Tween-20 的磷酸盐缓冲液
TBST	Tris-buffered saline with Tween-20	含 Tween-20 的 Tris 盐酸缓冲液
DEPC	ethyl pyrocarbonate	焦碳酸二乙酯
DAPI	4',6-diamidino-2-phenylindole	4',6-二脒基-2-苯基吲哚
FITC	fluorescein isothiocyanate	异硫氰酸荧光素
PE	phycoerythrin	藻红蛋白
PVDF	polyvinylidene difluoride	聚偏二氟乙烯
RIPA	radio immunoprecipitation assay	放射免疫沉淀法
FBS	fetal bovine serum	胎牛血清
BSA	bovine serum albumin	牛血清白蛋白
PI	propidium iodide	碘化丙啶
Bcl-2	B-cell lymphoma-2	B 淋巴细胞瘤-2 基因
GAPDH	glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase	甘油醛-3-磷酸脱氢酶 (内参)
Ras	rat sarcoma gene	大鼠肉瘤基因
DNA	deoxyribonucleic acid	脱氧核糖核酸
RNA	ribonucleic acid	核糖核酸
cDNA	complementary DNA	互补 (反向转录) DNA
siRNA	small interfering RNA	小干扰 RNA
miRNA	microRNA	微 RNA