

21

世纪
高等医学院校教材

卢建华
吴建国
赵俊

编著

医学科研 思维与创新



科学出版社
www.sciencep.com

21 世纪高等医学院校教材
医学科研思维与创新

卢建华 吴建国 赵 俊 编著

科 学 出 版 社

北 京

内 容 提 要

医学科研活动,是一个捕捉信息、提出假说、立题验证、形成理论、推广应用以推动医学科学发展的过程。这一过程本身就是一个思维创新和实践创新的过程。本书追踪现代医学知识创新的轨迹,系统地整理出现代医学知识创新的思维技巧以及一些有趣的经验教训。希望对即将从事医学知识创新的医学科技人员有一定的指导作用,对正在从事医学知识创新的医学科技人员乃至有经验有成就的医学专家有一定的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

医学科研思维与创新/卢建华,吴建国,赵俊编著.

北京:科学出版社,2002.9

21世纪高等医学院校教材

ISBN 7-03-010790-X

I. 医… I. ①卢…②吴…③赵… II. 医学-

科学研究-创造性思维 N.R-03

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第070360号

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>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

2002年9月第一版 * 开本:787×1092 1/16

2002年9月第一次印刷 印张:12 1/4

印数:1-4 000 字数:272 000

定价:19.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

前 言

21 世纪是生命科学的世纪,医学科学将面向一个日新月异的世界。为了推动医学知识创新的速度和规模,作者曾在 1998 年出版了《医学科研思维与方法》一书,在高层次医学人才创新能力的培养与实践中发挥了积极的作用。但是,随着形势的发展,知识创新的要求越来越高,迫使我们对于医学知识创新的思维与方法作进一步深入探讨,于是作者又接连承担了江苏省“十五”哲学社会科学规划基金课题和江苏省教育厅资助的课题,本书是其部分研究成果,涉及医学科技创新体系建设、医学科技资源有效利用、生物医学知识产权保护及医学人才创新能力和创新效率的研究。由于现代医学科研成果具有可以产业化、商品化的特点,对科学创新和技术创新都提出了更高的要求 and 更紧迫的任务,培养医学人才的创新能力和提高他们的创新效率就成了本书写作的主旨。

新世纪为当代医学人才敞开了—扇成功的大门,进门的钥匙就是创新。正如江泽民总书记在全国科技大会上所指出的,“创新是一个民族进步的灵魂,是国家兴旺发达的不竭动力。一个没有创新能力的民族,难以屹立于世界先进民族之林。”现在人类对创新的极度推崇,就像早期人类对土地的极度推崇,近代人类对资本、对机器的极度推崇—样,已成为时代的需要,成为医学科技、医学教育发展的需要,成为医学人才的生存之道、发展之本。

对医学人才的创新能力,虽然暂时还不能下一个完整的确切的定义,但作为创新主体,能站在学科前沿,提出有关推动医学科学发展、满足社会对健康长寿需求的新问题,并能找到解决这些问题的实际办法,应该是医学人才创新能力的应有之义。

医学创新的基本要素:

创新需要 当创新的意识在每一个医学人才的头脑里不断被强化的时候,其强烈的冲动就是产生创新需要或者叫成就需要。这是人的最高层次的需要,是实现人的价值的精神和意愿的反映,是驱使创新主体产生创新行为的心理动机。这种心理动机被强化到一定的程度,就会形成创新欲望,产生创新意识。创新需要作为医学创新的基本原因,是医学创新之母。

创新需要作为医学创新之母,不仅仅来自于个人的原因,更是来自于社会的原因。因为每个人都生活在社会之中,社会需要是人类进行医学创新的主动力量,是一切医学创新的策源地。人生活在世界上,毕竟首先是自然存在物,是最高级的生物物种,吃了五谷杂粮,病病灾灾总是免不了的,所以需要医学,需要医学的发展;所以就有了医学文化、医学文明。人不生病,医学就没必要存在和发展了。医学的目的就是为了人少生病,不生病,为了人更长寿,生命质量更好一点。社会越发展,对医学的需要就越大,对医学创新的要求就越高。医学创新就是为了满足社会需要,而首创前所未有的医学理论和医学技术的活动。它是一个以最终取得创新成果为标志又在实践中不断接受检验、能够为人类造福的系统工程。

创新思维 能够有效地驾驭并且灵活运用和创造出新的医学知识,满足社会的需求,是每一位医学人才的最大愿望。高精尖的仪器设备在医学创新中固然有着重要的作用,但

医学创新中最重要的还是创新主体——医学人才自身的创新思维。创新活动主要受创新思维的支配。医学创新活动首先依赖有创新精神和创造能力的创新主体,根据医学文明现有的条件,在创新思维的指导下,广泛利用相关知识和信息,进行高度综合和集成,从而找到不同学科的交叉点、新学科的生长点和新理论的立足点。创新思维是创新理论和创新实践之间的一座桥梁,是根据创新理论和规律,综合和集成已有知识信息,提出新问题,做出新发现所采取的科学思维的方法和技巧,它因人、因地、因事而产生,有个性也有共性。掌握和运用恰当的创新思维,可以提高创新能力和创新效率,事半功倍,顺利实现创新目标。

创新教育 有志于从事医学科学工作的人,并不是简单只想有个好饭碗,而是想成为创新人才的,只是“难窥门道”。医学人才的创新意识和创新能力不是与生俱来的。它需要教育、启迪和环境的熏陶,通过智力潜能的挖掘、培养逐步形成。这不是一件容易的事,往往愈是刻意培养,愈是“欲速则不达”。对医学人才的创新教育,是依据创造学原理、思维科学原理和教育学原理,综合培养和训练医学人才的创新意识、创新能力和创新思维的科学教育。随着医学教育体制改革的深入发展,创新教育正越来越受到重视,它要求变革旧的医学教育理论和模式,建立新的医学教育理论和模式,成功地推动医学教育在各方面的进步。要有适合创新教育的内容、手段和方法,有适合创新教育的教材,具备创新教育能力的师资,更要有创新的医学教育管理体制和管理思路。必须让培养的医学人才从学习“知识”转向学会“学习”、学会思考,转向科学的思维和方法的掌握;在探索新的医学发展的特点和规律的同时,鼓励追求新的医学发现;在继承医学遗产的同时,加速新的医学知识的积累、传播和使用,不断为人类医学文明的进步注入新的活力。

创新对象 医学创新的对象是创新主体直接面对的新的事实和结果,属于创新中的客体范畴。这些事实和结果既是物质的,也是精神的。作为事实,是人体中新发现的或被改造的生命现象;作为结果,是标志有无创新和创新水平高低的客观事实。它们是多层次、多方面、多变化的。因为人体生命现象与自然、社会、心理等多种因素紧密结合,变数极大,未被认知和难以认知的领域也最多。就像同一种药可以治不同的病,同一种病可以用不同的药来治;同一种病发生在不同人身上,可以是单因素引起的,也可以是多因素引起的;同样的自然和社会环境,因各人的性格和心理因素不同,受到的影响就不一样,造成的后果也迥然不同。所以,同一创新主体将不同层次、不同方面的创新意图作用于相同或不同的创新对象,产生的创新结果在创新程度、公布形式、社会作用上也会有所区别。最终结果的确认,要经得起实践的不断检验。能被实践证明的成功的结果称之为成果。但凡创新,总要以是否出成果为标志,没有成果的创新,不应称其为创新。

创新环境 医学创新的环境是指直接、间接影响或制约创新主体和创新客体的外部条件与氛围。一般地说,条件为“硬环境”,氛围为“软环境”。目前我国医学创新环境确实存在许多矛盾和问题。疾病结构发生了很大变化,医药卫生投入不足,各级政府可供医学创新支配的财力与实际需求之间的矛盾突出,医药科技资源布局不合理等,这些都是制约医学创新的“硬环境”中的不利因素。与这些“硬环境”相联系,“软环境”也受到很大影响。医学科研队伍不稳定,力量分散,实力雄厚、在国际上有影响的医学科研基地或中心太少,难以在医学科学前沿开展大规模、长远性和综合性的研究项目,总体上和国际先进水平相比,尚有不小的差距。不过,我们对创新的环境必须辩证分析和对待。环境好当然有利于

创新,但在好环境中生存和工作的人未必都能创新,相反,在逆境中成功的却大有人在,关键在于医学创新主体充分发挥自己的主观能动性,以高度的紧迫感和责任心,积极争取社会投入,并尽可能多出成果,与社会建立起一种高投入、高风险,但最终能得到高回报的诚信关系,形成良性循环,培育出一个适合医学不断创新的佳境。毕竟,经过 20 多年的改革开放和现代化建设,我国人民群众对健康问题的重视已经达到新的高度,党和政府已把医药卫生发展作为建设有中国特色社会主义的重要组成部分,在医学创新领域中,一种崭新的“基础研究—应用开发—高技术产业”的模式正在形成,成为国家创新体系建立和完善的重要内涵。

医学创新是一个涉及全民族、全人类健康水平的系统工程,提高医学人才的创新能力和创新效率,需要全社会的关注和共同努力,需要医学、管理学、心理学、行为科学等多门学科知识的交叉融合,需要医学人才认真处理好创新与跟踪的关系、创新与失败的关系、创新与经济效益和社会效益的关系等,使他们的生物、心理和社会知识更加丰富并促使其融会贯通,真正做到遵循医学科技创新的客观规律,在科学思维方法的指导下,充分发挥出自身的聪明才智并为医学科技发展作出贡献。

卢建华

2002 年 7 月于南京

目 录

前言

第1章 绪论 —— 医学知识创新的特征与实质	1
一、医学知识创新的特征与类型	1
1. 医学知识创新的基本特征	1
2. 医学知识创新的基本类型	3
二、医学知识创新的实质	6
1. 描述生命现象的经验知识	6
2. 阐明生命本质的理论知识	10
第2章 捕捉信息 —— 把握机遇的手段和技巧	13
一、医学科研的信息收集与整理	13
1. 科技文献的基本特征	13
2. 文献的检索和阅读	15
二、医学知识创新的灵感及其把握	17
1. 产生灵感的偶然性与必然性	17
2. 医学知识创新的条件	19
第3章 设计程序 —— 医学科研的立题与筛选	22
一、医学知识创新的起点	22
1. 课题的来源	22
2. 立题的依据	26
二、课题的筛选	29
1. 筛选的指导思想	29
2. 筛选的方法与原则	31
第4章 寻找阶梯 —— 医学知识创新的战略	36
一、医学知识创新活动的计划和组织	36
1. 计划的制定与执行	36
2. 资源的优化与调配	40
二、医学科研效益分析	45
1. 医学科研效益的表现形式	45
2. 医学科研效益的分析评价	46
第5章 贵在智取 —— 医学知识创新的战术	48
一、医学科研的投标竞争技巧	48
1. 时间、经费和效能的关系	48

2. 不同科学基金的性质及特点	49
二、科学技术创新点的诱惑力量	54
1. 科技创新的意义和特点	54
2. 创新性思维和命题的技巧	55
第6章 必由之路 —— 探索生命法则的奥秘	59
一、假说在医学知识创新中的应用	59
1. 科学假说与非科学假说的区别	59
2. 提出假说的方法	61
二、实验证明的原理和原则	65
1. 实验设计的基本要素	65
2. 实验设计的基本原则	69
第7章 努力攀登 —— 由已知通向未知的桥梁	74
一、对已知事实的科学解释	74
1. 科学解释的模式	74
2. 科学解释的多样性	77
二、对未知事实的科学预测	80
1. 科学预见的相对性	80
2. 定性预见和定量预见	82
第8章 检验理论 —— 理论知识创新的确证与完善	86
一、理论的检验与确证	86
1. 理论检验的特征和技巧	86
2. 对事实陈述的直接验证和间接验证	90
二、完善研究目标的途径	94
1. 证据的数量、质量和价值	94
2. 理论的应用与完善	98
第9章 努力产出 —— 医学知识创新的价值及其体现	103
一、科研活动的成果与鉴定	103
1. 科研活动的总结和科研论文的撰写	103
2. 成果鉴定的条件与申请办法	109
二、成果的奖励与知识产权保护	113
1. 科研成果的奖励	113
2. 关于知识产权问题的思考	116
第10章 胜券在握 —— 医学知识创新中的困难和对策	122
一、医学知识创新中可能遇到的困难	122
1. 心理、伦理和传统文化障碍	122
2. 医学知识创新中常见的逻辑错误	127
二、战胜困难的信念与对策	128

1. 医学家的头脑和性格	128
2. 唯物辩证法的指导意义	132
第 11 章 时代精英 —— 系统科学理论在医学知识创新中的应用	136
一、现代系统理论	136
1. 医学研究中的控制论方法	136
2. 医学研究中的信息论方法	138
3. 医学科研中的系统论方法	139
二、系统自组织理论	142
1. 耗散结构理论	143
2. 协同学	145
3. 超循环论	145
第 12 章 继续进军 —— 知识创新与医学科技发展	147
一、医学知识革命与新学科的创建	147
1. 医学知识革命的动因与进程	147
2. 新学科的创建	153
二、现代医学科技发展的特点	155
1. 医学、自然科学和社会科学的一体化	155
2. 当代医学科技发展的特点	158
参考文献	164
附录一 中华人民共和国国家标准(GB/T 13745—92)	
学科分类与代码(医药门类部分)	166
附录二 国家自然科学基金“十五”优先资助领域	
(医学生命科学有关内容)	174
附录三 国家自然科学基金面上项目评议指标	181

第 1 章 绪 论

—— 医学知识创新的特征与实质

时代呼唤创新,要创新就必须搞科学研究。医学科研既要遵循思维发展的客观规律,又要遵循医学发展的客观规律。医学科研活动的基本任务是:揭示人体生命过程及其与外界环境的相互关系的新的规律;研究人体疾病的发生、发展及其防治的新规律;寻找增进人体健康、延长人类寿命和提高生命质量的新的方法和手段。医学科研活动作为人类获取生命活动新知识行为的典范,既具有创造性,又具有艺术性,同时也蕴含着生命科学的严肃性。

一、医学知识创新的特征与类型

1. 医学知识创新的基本特征

与其他学科的知识创新工作相比,医学知识创新具有自身鲜明的特征,主要表现为对象特殊、方法困难、内容复杂。正是由于这些特征,医学知识创新才特别强调它的严肃性。

首先,医学研究的对象主要是人,是世界上最复杂的生命体。人既具有生物性,又具有社会性;既具有一般的生理活动,又具有特殊的精神活动。人体的生命现象既不能用一般的物理化学运动的规律来解释,也不能用一般的生物学规律来解释。医学知识创新除了生物学因素外,还必须考虑心理因素、自然环境因素、社会环境因素等对人体产生和可能产生的各种影响。无论医学发展到多么高级的阶段,都不可能把人这种生命体约化成为高度抽象化和理想化的客体,即使从目前最小的生命单位——生物大分子出发,无论怎样推导,也演绎不出一个健康的、完备的、无任何疾病发生的生命系统来。另外,生命还是一种远离平衡态的耗散结构系统,它通过自催化、超循环的方式不断与外界进行着物质、能量和信息的交换。各种环境因素的影响和自身遗传因素的影响使得不同的生命体内部处处存在随机涨落,呈现出强烈的个体差异性,这种差异性可以表现在许许多多的方面。例如,根据个体基因型的差异,可以利用基因探针制备“基因指纹”,为个人身份提供无可辩驳的证据,两个人“基因指纹”相同的几率只有三百万亿分之一。个体差异性的突出存在使得医学研究很难把它的对象归结为完全标准化的、无例外的理想对象。医学研究中这种难以克服的例外现象常常导致人们无法进行最一般的概括。只有掌握个体差异性才能更好地理解医学研究中的基本概念。所以说,医学研究中有一般原理,但无固定公式,面临每一个个

体,都要求我们根据一般原理作具体的识别和思考。

其次,医学研究的方法较其他学科困难。所有的科学研究成果都是为了反过来指导实践,医学也不例外。医学研究的成果最终都被用来指导医疗和保健的实践,在防病治病、增进健康中发挥积极的作用。但防病治病、增进健康的受试对象是人体,因而对医学科研的要求倍加严格。这种严格的要求从伦理道德的角度来看都是必须的,也正是医学研究的严肃性要求之所在,但却给医学研究增加了莫大的困难,这种困难是其他学科的研究者很少能体会得到的。几乎其他所有的学科都可直接利用和处理自己的研究对象,向其施加各种受试因素,需要时可以剖而视之,甚至使其完全解体或粉碎。医学研究显然不能如此,根据不损害人体健康、保障人体安全这一原则,许多实验不允许直接以人体为实验对象,必须采取间接模拟的方法,如动物实验。由于动物与人不仅在生物学上具有很大的差异,而且各种附加因素特别是自然和社会环境影响的因素差别更大,所以动物实验的结果充其量也只能作为人体研究的一种参考而已。

第三,医学研究的内容复杂。防止健康向疾病的转化,促进疾病向健康的转化,认识生命现象以及健康与疾病相互转化的规律,都是以人体为中心而展开的。人体既具有器官系统的独特性,又有其对立统一的整体性;既有特殊的内在活动规律,又有复杂的外界环境影响。医学研究的对象看来简单,仅仅是一个人体,但以此为中心展开的范围却十分广泛。在深度方面,对人体的生老病死的每一个阶段都要进行研究;在广度方面,对自然和社会环境中可能影响人体健康的各种因素也要进行研究。深度与广度之间的关系交织在一起,使得医学研究的内容变得十分复杂而庞大,几乎任何一个学科都难以与之相比。当前,知识经济的发展,更使各门学科的知识潮水般地涌进医学科学。医学模式从单纯的生物医学模式转变为生物-心理-社会的综合医学模式,医学科学既分化又综合并以综合为主的发展趋势都充分证明医学科学的复杂性。

正因为医学知识创新的基本特征是对象特殊、方法困难、内容复杂,所以,我们在着手研究工作的时候,首先应从自己研究的对象、方法和内容入手,熟悉、了解自己的研究对象,掌握其研究的科学方法,尽可能地拓宽现有的研究领域。不过,医学研究的对象、方法和内容毕竟具有人类其他认识对象无法相比的特殊复杂性,因而医学知识创新的学习过程往往显得十分艰难和曲折,这就是医学教育的学制较文、理、工、农要长,医学教育的课程设置较文、理、工、农要多,医学人才的成才年龄也较文、理、工、农偏大的原因。要找到一种治疗疾病的更科学、更合理、更能减少痛苦、更能提高生命质量的方法是很不容易的,所谓“医道艰深”,说得一点也不过分。一个成熟的医学创新型人才,不仅要掌握扎实的医学理论和专业技术,积累丰富的经验,还必须懂得科学认识论,掌握医学知识创新的认识方法和思维方式,否则,即使拥有丰富的知识经验也不能很好地利用发挥,从而影响创新的成功率。

医学知识创新的学习和准备工作是永无止境的。这种学习和准备工作包括掌握有效地进行科学研究、推动医学科技更大进步的方法或过程。目前,国外已有不少医学院校将“科研方法学”列入教学计划,并明确规定为140~200学时的必修课程。在许多高校的高年级学生中,除学习这门课程的理论知识外,还建立有许多科研小组,每个学生均须参加一项集体研究课题进行实践;另外,学校还有计划地将一些科研项目交给特别有才干的学生去完成。如此,可使所有的学生在其大学阶段即受到严格的科研训练,为其以后在实际

工作中独立地探索新的知识奠定一个良好的基础。我国医学院校中,科研方法论的教学内容在研究生中已得到普及,在本科生中也已起步,大多作为选修课开设,这是我国医学科技发展起飞的一个信号,培养二十一世纪的高级医学人才,科研方法的学习和训练是十分必要的。医学科技的发展需要敢于攀登险峰的勇士,而攀登险峰的勇士需要一根强有力的柱杖。精密的仪器设备在现代医学科技发展中固然有重要的作用,但人们永远不能忽视,医学知识创新中最重要的因素始终是人的头脑。把医学知识创新的实践和思维技巧即其艺术性的一面有机地结合起来,阐明其发展的客观规律,作为医学知识创新工作入门的导引,也许能对我国医学科技的发展做出一点小小的贡献。

对于未来的医学科学工作者进行若干科研方法的训练,较之他们凭借个人经验事倍功半地去摸索,将有助于他们少走弯路,早出成果。有一位著名的科学家经常不对学生作具体的指导,以便使他们有机会自己适应工作。这种以“非沉即浮”原理为依据的方法用于甄拔人才或许有其可取之处。但是,比起这种把孩子扔进水里的原始做法,我们今天有更好的教游泳的方法了。

对于一个医学家来说,姑且假定他迟早会懂得怎样最好地进行研究工作,但如果完全靠自己摸索,到他学会这些方法时,他最富有创造力的年华也许已经逝去。因此,如果在实践中有可能通过研究方法的指导来缩短医学科学工作者出成果前的学习阶段,则不仅可以节省训练时间,而且这样培养出来的医学家做出的成果会比一个用较慢方法培养出的医学家所能做出的成果多。这当然只是一种推测,但其可能具有的重要意义是值得考虑的。另一方面,为培养未来的医学家所必需的正规教育量即学制日益延长,本科要五年,硕士加博士又是六年,这就在事实上缩短了最富创造性的年华。对这两种不利的情况,通过采用本书所建议的指导方法可能都会有所改善。

2. 医学知识创新的基本类型

知识创新的基本类型即科研的基本类型,医学科研的类型有许多种,分类的方法也不尽相同,例如按学科领域分类,根据国家技术监督局1992年11月1日发布、1993年7月1日实施的《学科分类与代码》(中华人民共和国国家标准,简称“国标”),医学科学可分成基础医学、临床医学、预防医学与卫生学、军事医学与特种医学、药学、中医学与中药学。(具体学科名称及代码见附录一)。

随着医学科研活动的发展,目前已形成一个不断探索、发现和应用新的医学知识的连续统一的过程。在科学研究规模日益扩大,投入的人力、物力、资金日益增加的情况下,为了做到职责分明,减少矛盾,有利于组织和实施,以便获得较好的科研效益,联合国教科文组织根据科研过程中的不同阶段,对科技活动中研究与发展(R&D)的工作进行了定义,把医学科研活动分为三大类:基础研究、应用研究和试验发展。

基础研究:是揭示生命现象的本质和机理的研究,属于对新知识、新理论的探索性、创造性活动,其成果常常上升为普遍的原则、理论和定律。例如细胞结构的研究、核酸性质的研究、血液动力学的研究等。原始性创新是基础研究的灵魂。基础研究的课题常常来源于实践需要的长期积累,如血液动力学研究来自解决心血管疾病的需要。所以基础研究是医学科技发展的源泉和后盾,是新发明、新技术的先导,对医学科学的发展和培养医学高层次人才都起着支柱作用,是现代卫生文明的基石。这类研究的特点是,未知因素多,研究周

期长,对研究手段要求高,成功率低,但对医学科学和社会进步有根本的和深远的影响,一般允许科研人员在选题时有较大的自由度,计划指标进度留有较多的余地。我国对基础研究越来越重视,改革开放以来,国家先后采取了一系列有力措施,如建立博士后研究制度、设立国家自然科学基金、建立国家重点实验室、推出攀登计划和重大科学工程计划、组织制定和实施国家重点基础研究发展规划(973计划)等,建立起了一批以基础研究为主的科研机构和设施,形成了门类比较齐全的学科体系,培养了一支具有相当水平的科学研究队伍,有力促进了基础研究的发展。国务院于1986年批准设立了国家自然科学基金,各省、市、自治区各系统各部门也都先后设立了自然科学基金,专门资助基础研究和应用基础研究。国家自然科学基金主要来自国家财政拨款,从1986年的8000万元人民币起步,逐年增长,2002年年度经费已超过20亿,成为我国资助基础性研究的最主要渠道,其在数理科学、化学与化学工程科学、生命科学、地球科学、工程与材料科学、信息科学、管理科学七大领域和环境科学、全球变化、极地研究、减轻自然灾害、科学仪器基础性研究五个专门领域受理资助的项目在很大程度上代表着我国目前开展基础研究的前沿情况。

应用研究:是基础研究的延伸,有明确、具体的目标,是针对某一实际问题开展的研究,对科学技术知识有所创新,或能阐明某一现象的发生机制,形成解决这一实际问题的新技术、新方法。例如:血吸虫病免疫诊断与疗效考核方法的研究、病毒性心肌炎和扩张型心肌病诊断及治疗研究等。

这一类研究的特点是,研究周期一般较基础研究短,成功率较高,研究确定的新技术、新方法一经使用就能收到立竿见影的效果。应用研究与基础研究的根本区别在于应用研究有明确、具体的目标,能解决实际问题,而基础研究主要是形成新的学术观点和理论知识,目标不像应用研究那么具体,并不直接去解决实际问题,但能指导应用研究的深入或成为应用研究解决实际问题的理论基础。应用研究都是在基础研究揭示的一般规律的指导下,以防病治病、增进健康的医疗卫生实践中出现的实际问题为研究目标。我国的医学科学在重视基础研究的前提下,以应用研究为主,面向防病治病、提高人口健康素质的需求,积极组织国家和地方重大攻关研究课题,解决了许多防病治病中的理论问题和关键技术,提高了防病治病的能力,同时也提高了医药卫生人才的培养水平,促进了我国医药卫生事业的发展。如我国政府制订的国家科技攻关项目和“863”高技术项目,还有各省、市、自治区制定的社会发展项目等。应用研究大部分没有直接经济效益,主要是社会效益,特别是疾病的诊断和治疗方法,我国的《专利法》规定不授予专利权。经费的资助和基础研究一样,一般都是无偿的。

试验发展:也称为开发研究或发展研究。这类科技活动是运用基础研究和应用研究成果及实验的知识,为了推广新型药品、医用材料、诊断试剂盒、诊断检查仪器,医疗器械,或为了对现有医疗器械进行重大改进的创造性活动。这类研究包括中间试验和工业试验(如新药投产前的批量生产)研究等,其特点是,所需的经费多,并受生产或试用条件(如新的诊断治疗器械)的限制;有明显的实用价值和明确的数量、质量指标来衡量其社会效益和经济效益。试验发展为医学科研产生的社会效益和经济效益的有机结合创造了条件,促使人们从以往单一的以学术水平为标准选题研究,转向以社会需求为标准选题研究,改变了医学科研常常是在高墙深院里的实验室进行,成果成为奖品、样品、展品,不去转化也很难转化的状况。在目前社会主义市场经济条件下,我国的科技政策鼓励医学科技工作者把新

药、诊断试剂、医用新材料、医疗器械等发展研究的成果推向市场,并通过利益分配与贡献相联系,调动大家的积极性和创造性,大大改善了医学科研的物质条件和精神状态。

基础研究、应用研究和试验发展三者的主要不同在于:基础研究注重原始性知识的创新,应用研究注重技术手段和方法的创新,而试验发展更注重研究成果的物化和规模化,直接面向经济建设主战场,为防病治病服务或进入技术市场。举例见表 1-1。

表 1-1 三类科研课题举例

基础研究	应用研究	试验发展
a. 乳糖酶消化乳糖(分解乳糖)过程的研究;	a. 确定成年人不耐乳糖的数据的研究;	a. 确定乳糖不耐性(在乳糖消化后测血糖)试剂的研制;
b. 细胞识别机制的研究	b. 器官移植排异反应机制以及寻求抗排异反应方法的研究	b. 抗排异反应药物的研制

基础研究,应用研究和试验发展是整个研究工作的三个不同阶段,分别属于三个不同的科技活动类型。

三类科研在开题、实施以及总结三个阶段各有不同的要求,见表 1-2。

表 1-2 三类科研不同阶段要求

科研类型	基础研究	应用研究	发展研究
开题阶段	科学依据是否充分?	(1) 科学技术价值在医药卫生事业中的作用; (2) 技术上的先进性、新颖性、原有基础的可能性; (3) 条件要求的可行性	(1) 重要性、必要性、技术上的可行性; (2) 方案的可靠性; (3) 经费预算的合理性; (4) 计划安排的严密性
实施阶段	有无新现象、新规律的形成,或新法则、新观点的形成,即有无实质性进展和创新内容的产生; 定期或不定期检查,可与全国性学术会议结合进行	有无实质的重大进展或重大突破; 定期检查,一季度或半年一次	有关中试部分除本身计划进度外,要与财务、基建或其他直接有关的计划共同进行检查,定期(间隔短)每月或每季度一次
总结阶段	对创新知识及在实际应用中作用的大小做出评价	创新知识在科技发展中的作用,可以论文发表及引用作为指标	(1) 试验结果的可靠性及技术资料的完整性; (2) 核算投入和产出情况,明确可能产生的效益,以决定是否推广或投产

需要强调的是这三类研究之间的转化和联系,即:基础研究 $\Rightarrow$ 应用研究 $\Rightarrow$ 试验发展,既有由前向后的发展关系,也有逆向的发展关系。即从试验发展中可能提出要求应用研究解决的技术问题,如在某药物的治疗作用中发现对非原定的疾病对象也有效,就对该药物的作用机制提出了新的需研究的问题,以便进一步开发该药物的适应证,或在研究中发现以前未发现不良反应,也需对其作用机制作进一步的研究,找出出现新的不良反应的原因,并进一步研究出拮抗措施。再如研究池水中的原生动物的生命周期是基础研究,但如果该原生动物是人体或家畜身上的寄生虫,研究其对人体的危害以及防治方法,则这项研究就可称为应用研究。

在从事基础研究的人看来,任何科学知识都是值得追求的,而且十有八九或早或迟会在实践中得到应用,推动社会进步。绝大多数伟大发现,例如电、X射线、镭和原子能,都起源于纯基础研究,这时候研究人员追踪的是有趣的意外发现,而并不追求取得任何有实际价值的结果。搞应用研究的人目标则很明确,要解决实际问题,直接造福于人类。至于搞试验发展的人,则目标更明确,不仅要解决实际问题,而且要有明显的社会和经济效益。医学科研工作者中有很多人在很长一段时间内存在一种鄙视应用研究和试验发展的倾向,认为创造新知识、新理论才是研究,新知识、新理论的应用推广则不属于研究,理由是创造新知识、新理论是高级的脑力活动,需要更强的科学研究能力,而且其难度也更大。这种观点不能说完全没有道理,基础研究确实是体现人类智慧最高层次和水平的活动,但不能因此而贬低应用研究和试验发展的地位和作用,进而否定应用研究和试验发展本身的创造性。实践出真知,许多重要的新知识都是通过应用研究、试验发展才发现的,如细菌学科学主要起源于巴斯德对啤酒业、葡萄酒酿酒业和蚕丝业中实际问题的研究。应用研究和试验发展必须坚持解决既定的问题而不能随意追踪可能出现的、有希望的线索,而且应用研究和试验发展中的大多数领域已被人探索过,很多简单的显而易见的问题已经解决了;现在必须解决的都是复杂的,难以解决的问题,所以,它们绝不是应用现有知识的例行步骤。医学科技的发展和社会的发展既需要基础研究,也需要应用研究和试验发展,三者相辅相成。基础研究在试图将自己新发现的知识用于解决具体问题时,便涉及应用研究和试验发展。应用研究和试验发展则并不满足于等待基础研究发现的新知识,尽管这些新知识很有价值。基础研究不感兴趣的方面会留下大量重大的空白,应用研究和试验发展就可能不得不在这些方面进行基础性研究,以填补这些空白。

对研究类型的划分也不是绝对的。这里对基础研究、应用研究和试验发展作重点介绍,是因为现在医学科研项目招标的资助渠道常常按这三个方面来划分,这对科研人员在招标竞争中取胜是非常重要的。

二、医学知识创新的实质

1. 描述生命现象的经验知识

医学知识作为人类实践的成果,既有经验的知识,又有理论的知识。这两者是通过不同的实践方式和认识途径取得的,在性质上有所区别。然而它们又互相依存,互相制约,形成统一的体系。

在医学活动中有三大分工,即教学、医疗和科研。教学是传授知识,医疗是应用知识,

科研是创造知识。但医学知识并非皆由科研人员创造,而是由科研工作所创造。虽然教师、医生和研究人员之间有着明确分工,但是三者又往往交叉合作,相辅相成,甚至有时就是集三任于一身。作为研究人员固然能创造新的知识,但培养研究生、撰写和发表论文、推广科研成果也是在传播知识;作为教师也要进行科研以便不断更新知识,充实教学内容;临床医生在应用知识的过程中,通过自身的实践,也在不断积累经验,创造新的知识和新的技术,这也是医疗技术能够得以提高的基础。事实证明,医学上不少有价值的线索都是临床医生最先发现的,后来经过进一步的研究证实和完善,而成为现今医疗技术中的重要组成部分。因为临床医生在医疗第一线,每天都要进行临床观察,不间断地进行医疗实践,可以获得大量有价值的资料,这些实践和资料为医学知识创新提供了丰富的源泉。详尽地占有资料,是医学知识创新的基础。知识创新首先要求掌握大量事实。巴甫洛夫说得很好:“事实就是科学家的空气,没有事实他永远也飞翔不起来”。

医学是经验性很强的科学,无论是基础研究、应用研究还是试验发展,都要以观察和实验获得的经验事实为基础;经验中的洞察力有时比严格的逻辑推理起着更为重要的作用。把观察和实验过程中获得的经验事实描述出来,这样获得的知识就是经验知识。

在医学科研活动中,人们描述生命现象的经验知识已从定性描述发展到定量描述。

定性描述:就是表明观察和实验的对象具有什么特征或不具有什么特征。比如对生物大分子这一层面的生命识别现象,人们做了以下的定性描述:生命首先必须实现自我复制,为此就要求区别自我和异我,必须能在环境中主动挑选出自我复制时所需要的物质材料、能量,必须善于区别有利或有害的信息。这一切,在维持生命的物质代谢和能量交换中,都要求有精确的识别。生命识别有四个层面:生物大分子、细胞、器官和整体,每一个层面又有自己的特征。生物大分子的识别是识别活动最基本的层面,也是构成其他识别层面的基础。核酸和蛋白质就是由一些基本单位组成的结构复杂的生物大分子,是生命功能的主要担负者,它们有着独特的空间构型和信息传递机制。核酸通过碱基互补原则进行识别,在这一基础上核酸实现自我复制和转录。如 tRNA 凭借着三叶草构型,根据反密码子去识别相应的密码子,将它携带的氨基酸运送到 mRNA 密码顺序的特定位置上。一些 RNA 病毒,通过反转录酶,把信息传递给 DNA,再由 DNA 通过转录,重新合成 RNA 病毒。蛋白质也具有识别有关信息物质的能力,这一识别是通过特殊的构型实现的。如酶与底物、受体与配体、膜上的运载蛋白与运载物、抗体与抗原都是通过识别实现其功能的。识别使蛋白质分子可以发现极微量的信息分子,或特异地与底物相结合,使生命体能够高效率地实现各种功能活动。由于这种识别的高度特异性,人们把这种识别比做锁钥关系。当然识别不是这些分子间的孤立发生行为,它必须被置于生命系统中才能发挥它们特有的功能。

从古至今,医学科研的大部分活动就是对经验知识的定性描述。特别是进入 20 世纪以来,先进科学仪器的不断发明,为认识生命体——从生态环境直至生物超微结构——提供了一系列新的认识方法和手段,帮助人们更深刻更系统地揭示了人体和疾病的多层机理,开拓出一个又一个新的认识领域,大大丰富了医学生命科学的内涵。例如,通过把认识对象在时间或空间上进行收缩或放大,就可以更好地辨识它。通过拍照,可以把宇宙星体纳入方寸之地;通过显微镜,可以把渺渺微体,放大几亿倍。空间的收缩和放大效应把肉体感官无法感觉到的东西变为可以感知的,使不可观察的东西变为可观察的,既克服了感官

的局限,也使观察对象的客观性变得更为明显。从时间的收缩和放大效应来看,把瞬间变化的事物用图像固定下来,人们就能够从容不迫地进行分析研究;把时间加以“凝缩”,就可以在短暂的时间里研究几千万年、几亿年间的进化问题。仪器手段的巨大进步为开拓新的医学认识领域提供了有利条件,成为推动医学生命科学进步的重要手段,使得人们对生命现象和本质的研究越来越不满足于那种只能通过观察输入输出的情况来推测其内部结构和功能的“黑箱”方法,而逐步向可能通过仪器设备部分直接观察其内部结构和功能的“灰箱”方法以至于向可以完全观察其内部结构和功能的“白箱”方法过渡。

任何事物都是质和量的统一,医学研究的人体及其疾病,也是质和量的统一。正常人体的形态结构、元素比例、体液分布、生化反应、代谢运转、生理功能及所需营养物质、热量消耗等等,都有着一定的数量界限。疾病也是如此。从一定的意义上说,打破人体正常指标的数量界限就导致疾病。任何疾病也都是质和量的统一。疾病的质是一定量的质,不同质的疾病,具有不同的某些量;一定病理改变的量反映着一定疾病的质。自近代实验医学产生以来,特别是现代医学的发展,对这方面的认识日益增多和加深,定量化和数学化的趋势在医学研究中不断增长,使得人们对生命活动的定性描述发展到定量描述,并进一步把定性描述和定量描述结合起来,标志着医学经验知识的一大进步。因为它使经验知识越来越精确,从而为洞察生命的奥秘提供了最富科学价值的资料。如果没有定量的描述,医学就不可能成为精密的科学。

定量描述:就是运用数学所提供的概念、方法、技巧和规则,对生命现象进行数量与结构形式的分析,找出表达生命现象某个方面本质特征的数学模型。

运用数学方法研究生命活动的结构和过程,虽然用不着高深的数学分析工具,但却是建立生物结构模型,理解生命过程的基础性工作,对于医学生命科学具有重要的认识论意义。生物结构模型有多种多样,建立的方法也千差万别。但任何模型的建立都不能完全摆脱数学方法。数学模拟是建立模型的重要手段。数学模拟是以模型与原型之间具有某种共同的数学形式为基础的。电子计算机的产生和发展,为数学模拟开辟了更为广阔的前景。数学模拟在很多方面优于物理模拟,它不受材料和时空条件的限制,便于人们及时改变各种参变量,发挥研究主体的能动性。有人对血压系统进行了大规模的计算机模拟,并把这一模拟系统许多环节的参数与动物实验结果反复校核,证明两者结果十分相符。在生物系统内进行数学模拟的具体方法可分为线性系统与非线性系统两种,线性系统方法比较成熟,但对生物系统的认识价值不如非线性系统。生物系统大部分都是复杂的非线性系统,它的控制系统是多级别、多回路、多变量的协调控制系统,在各个子系统之间互相关联,在信息接受方式上常依从成对感受的原则,在控制上多是双重控制因子之间互动的系统,在作用方式上则采取了多回路、多中介,并保持着一定特性的灵活调节方式。运用数学方法模拟生物系统的生物控制论,已用于研究生物系统各个层面的控制机制。在分子这一层面上,模拟细胞内生化合成过程的反馈控制,已取得了较好的效果。在器官和系统这一水平上,对视觉机制和神经系统的模拟也显示了巨大的活力。对生命活动的自组织过程,除已发明了感知机以外,以联想机、学习矩阵等自组织系统模拟记忆、联想、学习和模式识别的能力,正成为人工智能研究中的一个重要课题。面对极为复杂的神经系统 and 大脑这一认识器官,数学模拟面临的问题是十分艰巨的,但也给人们提供了充满希望的前景。目前人们已经通过数学模拟建立了关于视觉机制和神经环路的不少数学模型,科学家希望通