

文章编号: 1004-0374(2009)02-0205-03

## 生物医学工程的精要、责任和展望

CHAO Edmund YS

(美国约翰霍普金斯大学 Mayo 临床及医学院)

**摘要:** 作为工程学的直属分支, 建立生物医学工程学科的主要目的不是为了开辟一个新的科学研究领域, 而是为了借助工程学的方法来解决生物医学领域所面临的实际问题, 以及借助工程师们所接受的专业训练、所拥有的专业知识、所具备的工作技巧来提高医疗服务的质量和效果。工程学与生物医学的结合已取得了一些具有里程碑性质的成果。在中低收入国家, 例如中国, 生物医学工程有责任保证合理使用专业技术, 为低廉、可靠、有效的医疗服务提供支持。本文将根据可预见和不可预见的学科发展限制和困难, 对学科发展的现实目标和责任进行严肃、冷静地讨论。

**关键词:** 生物医学工程; 医学伦理; 替代医学

**中图分类号:** R318 **文献标识码:** A

## The essence, obligations and expectations of biomedical engineering

CHAO Edmund YS

(Johns Hopkins University, Mayo Clinic & School of Medicine, USA)

**Abstract:** As an authentic branch of the engineering profession, the essence of biomedical engineering was to stress upon the practical application aspect rather than creating another new field of scientific pursue on its own. The motivation of establishing such specialty was to utilize the unique training, special skills and technological know-how of the engineering profession to help medicine for the purpose of improving the quality and effectiveness of health care. Such collaborative effort has produced landmark achievements. The biomedical engineering profession has the burden and obligation to assure the proper use of biotechnology for reliable, effective and economically affordable health care in low and moderate-income countries including China. This presentation provides a sobering discussion on the realistic goals and obligations of this discipline in the light of unforeseen and forthcoming constraints and obstacles.

**Key words:** biomedical engineering; medical ethic; complementary & alternative medicine care

当生物医学工程学最早被作为一个学科提出来时, 工程师们、医生们和医学科研工作者们都认为该学科是以实践工作为导向的学科, 目的是帮助解决医学和生物学中所遇到的复杂问题。工程学与生物医学的结合已取得了一些具有里程碑性质的成果。这也激励生物医学工程师们在这些研究成果的基础上继续作出巨大努力来扩展和增强这一学科, 以期增强其独立性, 并能够吸引一流资质的学生和充足的经费来确保其继续发展; 但是过快的学科扩张也会带来我们所不愿面对的挫折。本文将根据可预见和不可预见的学科发展限制和困难, 对学科发

展的现实目标和责任进行严肃、冷静的讨论, 提出在医疗资源相对稀缺的国家(包括中国), 生物医学工程师们应着重于解决现实紧迫问题。

在工业领域, 工程师们为我们带来了无数的惊喜。举一个简单的例子, 2004年1月, 256M的优盘售价69.99美元, 2004年10月, 512M优盘售价就降为49.99美元, 而2007年, 4GB的优盘售价仅为39.98美元。因此, 我们希望在医学生物学

收稿日期: 2008-12-15

通讯作者: eyschao@yahoo.com

领域复制这种成功。作为工程学的直属分支，建立生物医学工程学科的主要目的不是为了开辟一个新的科学研究领域，而是为了借助工程学的方法来解决生物医学领域所面临的实际问题，而且解决方案要具有可靠性、有效性、安全性、经济上的可承受性，但这并不意味着生物医学工程师们就不应进行基础科学研究，就没有希望获得诺贝尔奖。

有一种说法认为只有工程师们懂得如何解决問題并将其解决方法实用化。那么让我们了解工程师们是怎样做到这一点的。他们首先要确定所要解决的问题，然后进行文献检索回顾，再确定解决问题的标准，同时了解所能调用的人力、物力资源，完成准备后先建立工作模型，进行分析测试，并评估验证所得结果，随后优化产品性能，进行成本控制和市场调查、开拓。这一解决问题的 workflows 应用于生物医学领域也同样有效。需要注意的问题是传统的工程学不同，医学生物学是极其专业和影响极其敏感的学科，对工程师们所提出的问题解决方案的评估也不是由消费者所决定或进行的，选择权和评估权都归于医疗服务的提供者。

工程师们所接受的专业训练、所拥有的专业知识、所具备的工作技巧都是提高医疗服务质量和效率所必需的，但是生物医学研究所面临的问题是复杂和多变的。所遵循的规律对工程师们来说也是陌生的。所以为了更好地服务于生物医学，工程学需要作出相应的发展和改变。例如在工程师课程中加入生物学，并由专业人员讲授。目前看来，通过多样化及在职教育，工程师们可以获得足够的专业知识来同医学工作者通力合作。生物医学工程是一门年轻的学科。以美国为例，美国生物医学工程学在 20 世纪 80 年代初才开始招收本科生，极大多数生物医学工程都开设在工学院。有一组数据比较有意思：生物医学工程学录取生是工学院前 7%，当前美国有约 90 所大学收本科生，50% 生物医学工程学生以进医学院为目的，生物医学工程研究生素质参差不齐，生物医学工程研究基金多占工学院首位，生物医学工程本科生就业率并不理想。这些都说明生物医学工程学是一门年轻的学科，正处于发展阶段。

目前生物医学工程学所面临的问题主要包括以下几点：课程和培训的合理安排，缺乏完全、细致的研究；解决问题的思维定势形成；对生物医学工程学存在不切实际的幻想；研究经费的限制；

学科间交流的障碍。

在科研、学科发展和学科教育方面，生物医学工程师们作出杰出的贡献，但是只有少部分生物医学工程师们投身于直接提供医疗服务的工作中去。即使这样，也取得了很大的成绩。例如对膝关节手术术前进行力学分析，规划手术方案；对髌关节行走、坐时的受力模型的建立；对股骨头坏死的力学原理的分析；确定应用生物力学产品治疗股骨头坏死的治疗原理和规范；对关节活动的生物力学评估；对零重力下结缔组织维持进行研究。这些研究取得可观的成就，充分表明出工程师们在生物医学领域大有可为。在骨科专业中，生物工程学被应用于骨折治疗、骨关节置换、肢体畸形矫正、韧带移植和术后康复等各个方面。实践证明它们可靠、有效、可以负担，在 95% 以上的病例中，都取得了良好的近、远期效果，科研方面也取得了可观的成果。近年来器官再生的概念很流行，那么依靠肢体再生能够代替传统的骨科手术和康复治疗吗？答案是否定的，因为骨骼关节系统生长、成熟、塑形所耗费的时间约占人生命的一半时间，依靠关节、骨骼再生是无法达到治疗目的的。作为生物工程学的一个分支，生物机械学近年取得了长足的发展，较及时地解决了此问题。

医疗服务的价格是昂贵的，这一点毋庸置疑，但这些代价我们迟早都要付出。如何有效地降低花费是当前面临的一个问题。我们认为医学研究和医疗器械、药物研发必须根据当地文化和社会经济情况作出调整。生物医学工程师们在此过程中有责任为医生和医学科人员在发展具有可操作性、可承受和专业的治疗手段方面提供帮助，以改善治疗效果并降低治疗成本。

目前有一种不好的倾向，就是依靠先进的医学科技在不考虑花费和患者生活质量的情况下逆转自然衰老、延长生命，这种做法对社会造成了巨大的经济负担。就像中世纪佛罗伦萨的炼金术士宣称可以将铜变成金子一样，以今天的观点，只要付出足够的代价，这并非不可能，但也同时变得毫无意义。这种做法也反映了目前人们对医学科学所能提供和将能提供的医疗服务存在不切实际的幻想，而这种脱离实际的预期对医学研究、治疗的发展没有丝毫促进作用。举例来说，2000 年，有一名北京的医生宣称可以在 5 年内复制出人体的全部器官；韩国也出现了干细胞研究造假事件；一些以往认为

具有较好疗效药物也被发现具有致癌等严重副作用。在中低收入国家,例如中国,生物医学工程必须保证正确使用专业技术,为提供低廉、可靠、有效的医疗服务提供保证。

随着医学生物医学工程技术的进步,也引发了人们对由此引起的医学伦理学问题的担忧。解决这一问题方法很简单,就是要牢记希波格拉底誓言:“我庄严宣誓,并将誓言视若神明,信守终生,不择贫富竭力为患者治病,杜绝错医误诊,拒绝贿赂,行医维德,病人至上,绝不为了罪恶的目的而开药施行手术。以上诸项若信守不苟,我将载誉终生幸福一世,反之将遗臭万年。”简而言之就任何情况下不能伤害患者。雷尼酸锶疗法一年即需消耗12 000美元。而在中国农村,人们会因没有10元人民币去买赤脚医生的药而丧失生命。

生物医学工程的一个全新分支领域是“替代医疗”(complementary & alternative medicine care)。工程师们在人造假肢、自动轮椅方面已取得了显著的成就,但是与其他工程领域中的成就相比较,生物医学工程师们仍有很大的成绩提升空间。具体来说,可结合本地实际,在降低成本、提高可靠性、提高效率、提高产品安全性、提高产品的易用性等方面为医疗服务提供技术帮助。为有效完成这项任

务,在具体的工作中,工程师们应坚持从实际应用出发,资源共享,以专业技术知识指导应用,以合理的代价为问题的解决提供合适的工具。同时应明确目前工作中的极限,不做不切实际的幻想。

在生物医学工程学领域,工程师们并不是无所不能的,在相对陌生的领域中,他们坚定信念,开辟出新的学科,在不断地失败中总结经验教训,开辟出新的篇章。借用一句中国的古话“路漫漫其修远兮,吾将上下而求索!”,我们仍面临很多困难,现时的情况是10%的日本人年龄超过75岁,每年超过13.4亿美元的专利费被付给G. Michelson公司作为使用脊柱相关产品的代价,如果持续下去,医疗服务体系注定要崩溃。

中国应该怎么做?借用唐太宗的名言:以铜为鉴,可以正衣冠;以人为鉴,可以明得失;以史为鉴,可以知兴替。对国外生物医学工程的了解有助于作出决定。是师法欧洲还是师法美国?是成为国际医疗和技术的初级服务提供中心?还是采用外包策略?这些都需要根据实际情况不断调整。但是,生物医学工程学必将成为中国医疗行业的重要支柱之一,必将成为医疗领域和生物技术领域中不可或缺的重要组成部分。

ÆÈÓ±ÐÛÙÀí