

# 国内外假肢的发展历程\*\*

沈凌<sup>1</sup>, 喻洪流<sup>2</sup>

## Development course of prosthetics at home and abroad

Shen Ling<sup>1</sup>, Yu Hong-liu<sup>2</sup>

### Abstract

**BACKGROUND:** Prosthetic is an important part of rehabilitation engineering research.

**OBJECTIVE:** To summarize the development course of prosthetics at home and abroad.

**METHODS:** CNKI database was retrieved for articles published from January 2001 to January 2011 with the key words of "prosthetics, prosthetic development, classification, product" in Chinese, at the same time IEEE/IET Electronic Library database was also retrieved for articles published from January 1980 to January 2011 with the key words of "prosthetics, prosthetic development, product" in English. A total of 206 articles were obtained, and finally 16 articles were included for review.

**RESULTS AND CONCLUSION:** The first half of the twentieth century, the United States as the representative of industrialized countries carried out large-scale studies on prosthetic technology, which caused the theory and practice of prosthesis have a significant progress. With the development of industry, using new material such as alloy, plastic and so on are successfully developed various modern prosthetics. Due to start later, China artificial limbs has some gap as compared with foreign products. And because of the particularity of prosthetic industry, artificial limbs personnel have to work in many disciplines in the group with the surgeon, physical therapists, homework therapists, psychotherapist, social workers and other professionals to work together, thus better services for patients.

Shen L, Yu HL. Development course of prosthetics at home and abroad. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu. 2012;16(13):2451-2454. [http://www.crter.cn http://en.zglckf.com]

### 摘要

背景: 假肢问题是康复工程研究中的重要内容之一。

目的: 综述国内外假肢的发展历史。

方法: 应用计算机检索 2001-01/2011-01 中国期刊全文数据库相关文章, 检索词为“假肢, 假肢发展, 分类, 产品”, 并限定文章语言种类为中文。同时计算机检索 1980-01/2011-01 IEEE/IET Electronic Library (IEL) 数据库相关文章, 检索词为“prosthetics, prosthetic development, product”, 并限定文章语言种类为 English。共检索到文献 206 篇, 最终纳入符合标准的文献 16 篇。

结果与结论: 20 世纪前半期, 以美国为代表的工业发达国家对假肢技术开展了大规模的研究, 使得假肢的理论和实践都有了重大进展。随着工业的发展, 采用合金、塑料等新型材料成功研制了各式现代假肢。由于起步较晚, 中国假肢产品与国外相比还有一些差距。且由于其行业的特殊性, 要求假肢工作人员必须要在多学科的协作组里与外科医生、物理治疗师、作业治疗师、心理治疗师、社会工作者等其他专业人员一起工作, 从而更好的为患者服务。

关键词: 假肢; 假肢发展; 历程; 分类; 产品; 综述文献

doi:10.3969/j.issn.1673-8225.2012.13.039

沈凌, 喻洪流. 国内外假肢的发展历程[J]. 中国组织工程研究, 2012, 16(13):2451-2454. [http://www.crter.org http://cn.zglckf.com]

## 0 引言

有史以来, 随着人类社会的进步, 对失去的东西进行补充, 对弱的东西进行增强, 从这个意义上说, 假肢作为截肢者的必需品, 是一直被人们苦心钻研的。人们很早就使用木棍等来代替失去的下肢行走, 但假肢技术的真正迅速发展还是在 20 世纪前半期, 以美国为代表的工业发达国家对假肢技术开展了大规模的研究, 使得假肢的理论和实践都有了重大进展。这一时期的假肢产品仍是以木材、皮革、铝板及钢材等为主要材料制作的传统型假肢。20 世纪后半期, 假肢技术才开始了飞速发展。

## 1 资料和方法

**1.1 资料来源** 由第一作者于 2011-04/08 进行检索。中文以“假肢, 假肢发展, 分类, 产品”为检索词, 检索中国期刊全文数据库。英文以“prosthetics, prosthetic development, product”为检索词, 检索 IEEE/IET Electronic Library (IEL) 数据库。共检索到文献 206 篇。

### 1.2 入选标准

**纳入标准:** 有关假肢历史、分类、产品方面的相关文献。

**排除标准:** 假肢生物力学、应力分析类文献。

**1.3 资料提取** 计算机初检到 206 篇文章, 阅

<sup>1</sup>Shanghai Medical Instrumentation College, Shanghai 200093, China;  
<sup>2</sup>Institute of Biomechanics and Rehabilitation Engineering, Shanghai University of Technology, Shanghai 200093, China

Shen Ling★, Master, Lecturer, Shanghai Medical Instrumentation College, Shanghai 200093, China  
lingshzhj@yahoo.com.cn

Supported by: Morning Program of Shanghai Education Development Foundation, No. 2007CGB02\*

Received: 2011-08-19  
Accepted: 2011-11-22

<sup>1</sup>上海医疗器械高等专科学校, 上海市 200093; <sup>2</sup>上海理工大学生物力学与康复工程研究所, 上海市 200093

沈凌★, 女, 1980 年生, 汉族, 江苏省苏州市人, 2004 年哈尔滨工业大学毕业, 硕士, 讲师, 主要从事康复工程、机器人学的研究。  
lingshzhj@yahoo.com.cn

中图分类号: R318  
文献标识码: A  
文章编号: 1673-8225 (2012)13-02451-04

收稿日期: 2011-08-19  
修回日期: 2011-11-22  
(20110819011/WL·G)

读标题和摘要进行初筛, 排除因研究目的与本文无关及内容重复的研究 190 篇, 共保留其中的 16 篇归纳总结。

**1.4 质量评估** 共检索到 206 篇相关文献, 16 篇文献符合纳入标准。符合纳入标准的 16 篇文献中, 有 12 篇是国内的, 4 篇是国外的。其中 4 篇有关假肢发展历史, 3 篇涉及假肢膝关节方面的文献, 3 篇为有关智能仿生假肢的文献, 6 篇涉及假肢行业发展。

## 2 结果

**2.1 国外假肢的发展历程** 对于截肢、假肢学历史的了解将有助于人们对当代截肢、假肢学的发展与进步有深刻的理解。

公元前 43000 年, 首次发现用原始工具进行截肢手术。公元前 1500 年, 提出人工制造的假肢概念<sup>[1-2]</sup>。在一具 3 000 年前(可追溯到公元前 1069/664 年)古埃及木乃伊上发现的人造脚趾可能是“世界上最古老的假肢”<sup>[3]</sup>。公元前 485/425 年, 希罗多德描述了犯人斯巴达为自己装木制假肢的事件。公元前 218/210 年布匿战争中, 罗马共和国将军 Marcus Sergius 安装了一个用铁制成的假肢手, 并且重新回到了战争中, 该假肢手用来支撑他的护盾。公元 1509/1590 年, 昂布鲁瓦兹·帕雷创立了外科截肢手术的技术水平标准。

到了中世纪, 一些有特权的骑士和爵士尝试穿着精美的盔甲遮掩他们在战争中的伤残。17 世纪才开始用木材制作假肢的接受腔, 用金属制作假肢的膝关节, 完成了假肢的一次大飞跃。公元 1690 年, 威尔杜因用铜制的骨盆, 皮制的腰椎骨以及木制的假肢实施了胫骨假肢手术。公元 1790 年, 著名外科医生 Lisfranc 在不到 1 min 的时间截肢成功。公元 1800 年, 著名截肢学家劳瑞投入拿破仑·波拿巴的战役中, 在 1 d 内实施了 200 例截肢手术, 他建议截肢手术应该在 24 h 内及时进行。

19 世纪初期的工业革命与文艺复兴使得假肢制造行业不再是有技巧的铁匠和木匠的活, 而被人们尊称为假肢制造者。

木制假肢接受腔与金属制假肢膝关节的方法在 1839 年传入美国, 自然成了美式木制假肢发展的母体。南北战争的伤员 Harger 根据自己的经验, 采用橡胶制的缓冲垫放在踝关节处, 这就是今天后缓冲器的雏形。

公元 1860 年, 在伦敦, 由于脓毒症, 胫骨和大腿骨截肢移植的死亡率分别是 50% 和 80%。

公元 1865 年, 为了降低高死亡率, Lord Lister 开始从事治愈脓毒症的医学研究工作。

公元 1865 年, 在八国联军从医时, J.E.Hanger 在假肢中安装了橡胶缓冲器, 并发明了首个人工假肢。

第一次世界大战中, 德国战伤者中约有 6.9 万人成为了截肢者, 这些人的社会康复问题刺激德国假肢行业

的发展。

第一次世界大战以后, 皇家玛丽医院的康复中心——罗汉普顿成为了军人接受四肢康复治疗的中心之一。

第二次世界大战后, 美国、苏联、日本的假肢行业得到了很大发展, 相继成立了假肢研究所、假肢工厂、职业辅导所等机构。

公元 1945 年, 联合国伤兵管理协会资助了有关容纳四边形凹坐的膝盖骨髓的研究。加拿大多伦多的桑尼布鲁克医院则对假肢进行了进一步的研究。

为了在截肢、假肢学领域有更多更广泛的国际交流, 在 1970 年对于截肢、假肢学的命名作出了一个标准的鉴定, 这个标准的命名法来自于各个时期, 各个国家, 在此领域的不断摸索与总结, 积累。

随着工业的发展, 采用合金、塑料等新型材料成功研制了各式现代假肢。而且在材料学、工程学发展的同时, 在人体生物力学的启示下, 提出了假肢解剖学适配和动态、静态对线这两大假肢装配的基本理论, 使假肢作为一门学科有了长足的进步。公元 2000 年, 推出了由微机控制的智能膝关节<sup>[4-6]</sup>。2000 年以后, 推出智能假肢<sup>[7]</sup>。

**2.2 中国假肢的发展历程** 中国近代假肢事业起步于 20 世纪 40 年代, 在上海、北京、天津、沈阳等大城市有过几家私营的假肢作坊, 主要服务上层社会残疾人。

在解放战争时期, 大批革命军人因战致残。1945 年, 晋察冀边区政府在张家口建立了中国第一所公立假肢厂<sup>[8]</sup>。

20 世纪 50 年代末, 国家又有计划地安排各地分批建厂、布点, 陆续在全国绝大部分省、自治区、直辖市建立假肢厂, 有的省还建立了假肢装配站。服务对象由面向革命伤残军人转为面向全社会的肢残者, 从而在全国形成了一个专门为肢体残疾人制作装配假肢、矫形器、轮椅车等辅助器具的假肢矫形器行业。

从改革开放以来, 由国营假肢厂一统天下的局面已不复存在。目前, 这个行业是国营、民营、个体、合资、外资等多种经济体制并存, 其中非公有制成分已占到 66.6%<sup>[9]</sup>。全国各类假肢矫形器机构有 600 多家, 其中有: ①民政部门直属的假肢厂(中心)、假肢装配站。②卫生、残联系统。③厂矿企业和社会机构的假肢装配站。④民营、个体、合资及外商独资假肢企业。

目前, 中国假肢矫形器行业已初步形成了生产、装配、科研、教学、标准制定和质量检测的较完整体系, 成为中国一个专门为残疾人、老年人提供假肢、矫形器、轮椅车、生活自助等康复辅助器具, 并实施康复治疗与训练的服务行业。

民政部社会福利和慈善事业促进司负责对全国假肢矫形器行业的行政管理; 国家康复辅具研究中心(民政部假肢科学研究所)创建于 1979-05。2006-03 在假肢所的基础上组建成立了国家康复辅具研究中心。中心主

要职能为: 康复辅具产品研发、相关基础理论研究、临床应用研究和相关培训与信息服务。

中国康复器具协会(中国假肢矫形器协会)1986年成立, 除负责开展假肢行业间的横向联系和国内外假肢技术交流与合作外, 还受民政部的委托, 承担对全国假肢矫形器行业的行业管理工作。

全国残疾人康复和专用设备标准化技术委员会(1989年成立), 全面负责有关残疾人康复领域技术标准的归口管理, 并已陆续制定了有关假肢、矫形器的国家标准和行业标准; 国家假肢质量监督检验中心(1993年建立), 专门负责对假肢、矫形器及轮椅车的质量监督检验; 国家康复器械质量监督检验中心(1993年建立), 负责对残疾人用机动轮椅车、助行器具、失禁用品、助听及语训器等4类康复器械产品进行质量监督检验和测试; 经国家教委批准, 建立了中国假肢矫形技术中等专业学校 CHICOT(1994年)<sup>[10]</sup>。

2005年民政部发布《假肢和矫形器(辅助器具)生产装配企业资格认定办法》29号令; 假肢企业申请工商注册时, 要求具备假肢、矫形器制作师执业资格的人员不少于1名, 取得假肢师、矫形器师职业等级证书的人员不少于2名; 并对企业的专用设备和工具、建筑面积等做了详细的规定。

2006年国家劳动和社会保障部颁布了《假肢师国家职业标准》和《矫形器师国家职业标准》; 从事假肢与矫形器制作的专业人员可通过参加国家职业技能鉴定来获取相应等级的职业资格。

根据2006-12公布的第二次全国残疾人抽样调查结果表明: 中国各类残疾人总数8296万人(6.34%), 其中肢体残疾人为2412万(29.07%)<sup>[11-12]</sup>。

随着社会发展, 导致截肢增多的原因主要有: 糖尿病和心血管疾病。据统计全球每年有超过2000000的假肢患者实施或者等待进行假肢手术。为了减少产生截肢以及反复进行假肢手术, 人们越来越重视专业的医学护理。手术前医学生理数据的测试也很好的帮助了截肢安装假肢的患者, 比如进行桡骨截肢手术前的多普勒超声波血压检测以及阻抗监测技术等。随着脚趾截肢手术的产生, 糖尿病患者比起正常截肢患者在脚趾、足部、胫骨的截肢频繁了许多, 因此对于糖尿病患者手术前医学生理数据的测试显得尤其必要, 比如进行及时更新的药物治疗以及葡萄糖水平的控制等等。

据抽样调查分析, 在全国现有肢体残疾人2412万人中, 约有38.56%的人有配置假肢等辅助器具的需求, 即930万人(约占总人口的0.7%)。据不完全统计, 目前全国600多家各类假肢生产装配机构, 主要产品的年产量为: 假肢为6.5万件。按产品的平均寿命为3年计算, 相当于只有88.5万具假肢在使用中。这只能满足930万有配置假肢等辅助器具需求者的9.5%, 尚有90.5%

需求者未能如愿。由此可见, 中国的假肢产量亟需增加。

## 2.3 假肢的分类与典型产品

### 2.3.1 假肢的分类 按其结构和截肢部位区分。

#### 上肢假肢的分类:

上肢假肢按结构可分为: ①壳式假肢又称为外骨骼式假肢。壳式假肢是由壳体承担假肢的外力, 且壳体外形形成人体形状的假肢。传统假肢都是壳式假肢, 多用木材、皮革、铝板或塑料制作。②骨骼式假肢又称内骨骼式假肢。其结构与人体肢体相似, 由位于假肢内部的连接管或支条等承担外力, 外部包裹用泡沫塑料等软材料制成的整形装饰套。

上肢假肢按截肢部位可分为: ①肩离断假肢。②上臂假肢。③肘离断假肢。④前臂假肢。⑤腕部离断假肢。⑥部分手假肢。⑦假手指。

上肢假肢按使用目的可分为: ①装饰性假肢又称装饰手或美容手, 是以装饰为主要目的, 注重外观形状的假肢。②功能性假肢, 功能型的肌电假肢内装有微电脑, 由患者大脑神经发出肌电信号, 通过假肢的传感器接受信号来控制假肢的动作。③专用假肢分为工具手和钩状手, 主要便于劳动。

#### 下肢假肢的分类:

下肢假肢按其主要功能部件材质可分为: ①木质假肢。②皮质假肢。③铝合金、钛合金、碳纤假肢。④塑料假肢。

下肢假肢从传动和结构上可分为: ①铰链式假肢。②骨骼机械传动假肢。③液压、气压传动假肢。

下肢假肢按截肢部位可分为: ①髋部假肢。②大腿假肢。③膝离断假肢。④小腿假肢。⑤踝关节假肢。⑥假脚。

2.3.2 上肢假肢产品 1919年, Borchard等最早发明了用电能作为外来动力驱动的机械假手, 但是这种电子假手从未得到实际应用。

1945年德国的Reihold Reiter对肌电控制理论进行了基础研究, 并发表了肌电控制假肢的实验研究结果; 1948年Reihold Reiter研制成功世界上第一只肌电控制假手; 1960年, Kobrinsk等设计的肌电假手在苏联第一次应用于临床; 1965年Hshmidl在法兰克福的联邦骨科技术职业学校研制出第一只真正实用的肌电控制假手; 20世纪80年代Denning等用新的方法识别肌电信息, 控制三自自由度假肢准确率提高到72%; 1992年, 由德国OttoBock公司和奥地利Viennatone助听器公司合作生产第一代经桡肌电系统(transradial myoelectric system)可以在市场买到; 德国Otto Bock公司单自由度肌电假肢手OttoBock SUVA手是世界上目前运作最成功, 实际运用最广泛的假肢手, 其特点: 肌电信号的处理和控制比较成熟, 使用性能稳定, 有滑动觉传感器。由于采用了SUVA感应技术, 截肢患者在



抓取任何物体时都更为安全。当抓取的物体要滑落时, 加速感应假手能感觉到重心的变换, 进而自动调节抓握动作, 稳定抓握系统自动增加握力, 直至牢固握住物体。由意大利、德国、西班牙和丹麦四国联合研制的数字手, 是一只具有完整感觉功能的手, 该手有 5 个手指, 在 6 个小发动机的作用下, 可以达到 16 个自由度。

由英国研制生产的 i-Limb 手, 该仿生手的手腕活动自如, 其每个手指都放进了发电机, 让每个手指通过关节连接具有独立性; 它的拇指能像人们的拇指一样弯曲 90°。它是首个在形状和功能上模仿人手的仿生手。

中国从 20 世纪 60 年代初开始探讨应用肌电控制假手。60 年代中期研制出单自由度肌电控制前臂假手; 1979 年研制成功三自由度肌电控制前臂假肢; 2000 年后陆续试制出 5 自由度假手及 7 自由度假手样机。

**2.3.3 下肢假肢产品** 20 世纪 60 年代, 以德国 Otto Bock 公司为代表, 推出了具有革命性变革的组件式下肢假肢, 从而揭开假肢技术的新篇章。

20 世纪 70 年代, 各工业发达国家都相继推出了各自的组件式假肢, 在不断改进假肢机械结构的同时, 还把电子、气动、液压等技术引入假肢领域, 实现了对支撑期和摆动期的控制。

日本学者中川昭夫在 1986 年首先构想了一种基于微处理器的膝关节。这种膝关节可通过微处理器控制电机调节气缸回路针阀开度来调节气缸阻尼, 从而控制摆动相步态。

1990 年英国 Blatchford 公司的工程师 Saced Zahedi 设计了世界上第一个人工智能腿, 1995 年又进行了改进设计。

进入 20 世纪 90 年代以后, 下肢假肢技术日益进步, 日本的 Nabco 公司、英国的 Blatchford 公司和德国的 Otto Bock 公司先后研制出了可以自动识别有限路况的智能仿生假肢<sup>[13-14]</sup>。

美国发明的智能假腿, 利用人工智能, 可以很自然地迈步, 并恢复肌肉力量。在 2008 年北京残奥会上, 有“刀锋行者”著称的南非短跑运动员奥斯卡·皮斯托瑞因为出生就没有腓骨和半月板, 所以他安装了碳纤维假肢, 奥斯卡的碳纤维假肢只有正常下肢的一半质量, 这使得奥斯卡的步频比 5 位前百米世界纪录保持者的平均步频还要快 15.7%。

由于起步较晚, 中国假肢产品与国外相比还有一些差距。中国各地的假肢厂主要是以装配为主, 真正生产假肢的厂家很少。如北京假肢研究所现在可以生产钛合金、四杆机构的假肢产品, 山东、哈尔滨等地生产的假肢, 还是传统的机械式, 材料仍以合金钢为主。碳素纤维材料、气动、液动、智能控制的产品还没有见到生产。目前国内假肢生产技术仅相当于 20 世纪 60~80 年代的国际水平, 主要以机械控制为主, 材料大多数采用合金

钢, 只有少量是以钛合金为材料的假肢<sup>[15]</sup>。

### 3 结论

在中国, 康复工程技术起步较晚, 总体上落后于国外 20 多年, 而假肢行业更是如此<sup>[16]</sup>。由于其行业的特殊性, 要求假肢工作人员必须要在多学科的协作组里与外科医生、物理治疗师、作业治疗师、心理治疗师、社会工作者等其他专业人员一起工作, 以促进彼此间的了解, 并提供一个互相学习和咨询的机会, 从而更好的为患者服务。

### 4 参考文献

- [1] Orr JF, James WV, Bahrani AS. The history and development of artificial limbs. Eng Med. 1982;11(4):155-161.
- [2] RON SEYMOUR, PT PHD. PROSTHETICS AND ORTHOTICS. Lower Limb and Spinal. 2002:3-7.
- [3] 悠悠. 埃及木乃伊身上发现古老假肢[J]. 西江月, 2007, (24):36.
- [4] 喻洪流. 微电脑控制膝关节假肢[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2007, 29(9):642-644.
- [5] 谭冠政, 吴立明. 国内外人工腿(假肢)研究的进展及发展趋势[J]. 机器人, 2001, 23(1):91-96.
- [6] 王人成, 沈强, 金德闻. 假肢智能膝关节研究进展[J]. 中国康复医学杂志, 2007, 22(12):1093-1094.
- [7] 王人成, 金德闻. 仿生智能假肢的研究与进展[J]. 中国医疗器械信息, 2009, 15(1):3-5.
- [8] 罗永昭, 孙为. 建国以来我国假肢的发展[J]. 中国矫形外科杂志, 2009, 9(17):1325-1328.
- [9] 南光明. 我国假肢行业面临的有关问题[J]. 社会福利, 2002, (2):38-40.
- [10] 赵辉三. 肢残康复 20 年: 假肢矫形器服务的发展与挑战[J]. 中国矫形外科杂志, 2007, 4(15):481-483.
- [11] 徐祖义. 我国假肢矫形器行业人才需求与培养的探讨[J]. 管理观察, 2009, 3(9):93-94.
- [12] 文丽, 郇鸣阳, 喻洪流. 下肢假肢步态试验机的设计[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2008, 12(52):10317-10319.
- [13] Popovic DB, Kalanovic VD. Output space tracking control for above-knee prosthesis. IEEE Trans Biomed Eng. 1993;40:549-557.
- [14] Vucina A, Hudec M, Raspudic V. Kinematics and forces in the above-knee prosthesis during the stair climbing. Int J Simul Model. 2005;4(1):17-26.
- [15] 张更林, 金宝士, 张宇光. 人体下肢假肢发展概况[J]. 佳木斯大学学报: 自然科学版, 2002, 9(3):336-339.
- [16] 英瑞克·普普林. 发展中国家假肢矫形器应用的现状和未来[J]. 中国康复医学杂志, 2003, (18):7-8.

**基金声明:** 上海市教育发展基金会晨光计划 (2007CGB02)。

**作者贡献:** 文章资料由第一作者收集、成文, 并对文章负责, 第二作者指导论文构架、审校论文。

**利益冲突:** 课题未涉及任何厂家及相关雇主或其他经济组织直接或间接的经济或利益的赞助。

**伦理要求:** 没有与相关伦理道德冲突的内容。

**此问题的已知信息:** 在中国, 康复工程技术起步较晚, 总体上落后于国外 20 多年, 而假肢行业更是如此。

**本综述增加的新信息:** 目前国内假肢生产技术仅相当于 20 世纪 60~80 年代的国际水平, 主要以机械控制为主, 材料大多数采用合金钢, 只有少量是以钛合金为材料的假肢。

**临床应用的意义:** 由于行业的特殊性, 要求假肢工作人员必须要在多学科的协作组里与外科医生、物理治疗师、作业治疗师、心理治疗师、社会工作者等其他专业人员一起工作, 从而更好的为患者服务。