

· 一切为了人民健康——我们这十年 ·
· 述 评 ·

显微外科十年历程

王剑利, 王成琪

(陆军第80集团军医院全军创伤骨科研究所, 山东潍坊 261012)

摘要: 近十年来, 我国显微外科领域诸多专家学者, 秉承前辈的锐意进取、勇于创新的中国显微外科精神, 在手显微外科前沿进展及再植再造、皮瓣新理论、新技术研究和应用、超级显微外科技术、四肢严重创伤救治技术、周围神经损伤基础和重建研究、骨坏死骨不连骨缺损的治疗、新型材料与显微外科技术结合以及在颌面外科、颅脑神经外科等其他学科都取得了新的突破和诸多成就。本文聚焦显微外科国内研究成果, 放眼国际显微外科前沿, 简单回顾近十年来最先进的显微重建骨科的治疗理念和先进技术。

关键词: 显微外科, 手术外科, 皮瓣, 神经再生, 骨愈合

中图分类号: R68 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2022) 24-2209-04

A decade of microsurgery // WANG Jian-li, WANG Cheng-qi. Orthopaedic Institute of PLA, Hospital of The 80th Group Army of PLA, Weifang 261012, China

Abstract: In the past ten years, many scholars in China, adhering to innovative spirit of the pioneers of Chinese microsurgery, have made huge breakthroughs and progresses in terms of hand microsurgery and replantation, research and application of new theories and technologies of skin flaps, super microsurgical techniques, treatment of severe limb trauma, basic and reconstruction research of peripheral nerve injury, treatment of osteonecrosis, nonunion and bone defect, combination of new materials and microsurgery technology, and other specialties, such as maxillofacial surgery and craniocerebral neurosurgery. This paper focuses on the domestic research progresses of microsurgery, closely follows the international frontiers of microsurgery, and briefly reviews the most advanced treatment concepts and advanced technologies of micro-reconstructive orthopaedics in the past ten years.

Key words: microsurgery, hand surgery, skin flap, nerve regeneration, bone healing

显微外科自20世纪60年代兴起发展至今, 已经成为组织与器官移植、修复与重建、再植与再造等技术中不可缺少的手段, 一项项成果的取得凝聚了无数显微外科专家学者的智慧和心血, 为中国人民的健康事业做出了巨大贡献。十余年来显微外科的发展进入新时代, 随着人工智能、计算机辅助技术、分子生物学等高新技术的不断发展, 显微外科面临前所未有的发展机遇。我们需要不断更新显微外科理论, 集思广益, 共同探讨新的显微外科发展方向, 利用高新技术实现跨学科、跨领域的协同发展战略, 寻找新的突破口, 开创显微外科可持续发展的新道路。

1 显微外科简史

1960年, Jacobson等^[1]在手术显微镜下对1.6~

3.2 mm小血管吻合获得成功, 通畅率达100%, 奠定了现代显微外科的发展基础。1963年, 陈中伟教授^[2]在国际上首次报道断肢再植成功; 1966年, 杨东岳等^[3]成功开展国际首例第二足趾移植再造拇指; 此后上世纪70~80年代, 断肢(指)再植、皮瓣移植、骨移植、第二足趾移植再造拇指、显微外科解剖学研究、显微血管、神经、肌腱缝合方法研究等相继在全国推广开展。90年代皮瓣解剖学及应用、四肢创伤修复重建、复杂手足外伤救治、异体手移植、周围神经损伤治疗、骨不连骨缺损等技术得到飞速发展, 成就斐然! 中国迎来了举世瞩目的显微外科辉煌盛世^[3, 4]。

1989年Koshima等^[5]首次提出了穿支皮瓣的概念。随着穿支皮瓣的发展, 皮瓣供区损伤最小化的理念越来越受到重视。Asko-Seljavaara、魏福全等^[6, 7]

提出 free-style 皮瓣的概念并逐渐完善应用于临床。其核心技术特点是穿支皮瓣只在深筋膜表面切取,保留深部的肌肉、神经和主干血管,从而减少供区并发症发生。此后有学者提出了“perforator-to-perforator”吻合的概念^[8],即在穿支皮瓣供受区血管应在穿支对穿支层面吻合。该技术减少了主干血管破坏,使皮瓣切取吻合更加浅表、便捷,但同时需要更高超的血管吻合技术。

1997年在比利时根特举行的首届国际穿支皮瓣会议上, Koshima 等^[9]首次提出了超级显微外科的概念。2010年, Koshima 等^[9, 10]明确超级显微外科定义并形成了《超级显微外科巴塞罗那共识》,借助超高清显微镜及特殊的显微器械,使细小血管或单根神经束的微血管神经吻合与切取更加精细,能吻合 0.3 mm 直径以下的微血管。将显微外科推向更加微观世界,进一步拓宽了显微外科的应用范围。

2 近十年国内外显微外科发展现状

近十年余来,我国显微外科领域在手显微外科前沿进展及再植再造,皮瓣新理论、新技术研究和应用,超级显微外科技术,四肢严重创伤救治技术,周围神经损伤基础和重建研究,骨坏死骨不连骨缺损的治疗,新型材料与显微外科技术结合以及在颌面外科及颅脑神经外科等其他学科都取得了新的突破和诸多成就。

非主干血管供血组织瓣、穿支组织瓣、神经营养血管皮瓣等研究和临床应用成为显微外科修复重建的主流技术。“超级显微外科”技术逐步替代传统的显微外科技术。远端蒂腓肠皮瓣最早由 Ponten 于 1981 年提出, Masquelet 等^[11]于 1992 年进行了浅表神经营养血管皮瓣解剖研究并报道 6 例皮神经营养血管皮瓣。徐达传^[12]等在此基础上,提出了筋膜皮瓣链型血供解剖模型,使筋膜蒂皮瓣的旋转弧和覆盖距离扩展到极限并获得理想临床疗效。穿支皮瓣概念在我国起步较晚,2005年在银川召开了首届穿支皮瓣专题研讨会,此后我国专家学者召开了多次穿支皮瓣专题研讨会,该理念和技术一经引进在我国得到迅猛发展和广泛应用^[13]。

唐举玉等先后报道的多种类型的高难度“唐式”穿支皮瓣,提出了“特殊形式穿支皮瓣”新概念及理论体系,并牵头组织全国专家制定了《中国特殊形式穿支皮瓣的定义与名词术语专家共识》,为穿支皮瓣命名、分型、应用技术及理论研究做出了突出贡

献^[14]。章一新等^[15]将多个窄皮瓣拼图组合成手术需要的单个大皮瓣(KISS皮瓣),提出了皮瓣面积最大化,供区损伤最小化的“自体组织转移经济学”概念。唐茂林等^[16, 17]提出了 chock 血管区的血液动力学及血管新生机制,在穿支皮瓣解剖学、血液动力学等方面做了大量工作,对穿支皮瓣临床应用给予很大帮助。

在拇手指再造研究方面,杨东岳教授于 1966 年报道了世界第 1 例利用第二足趾移植再造拇指获得成功,开创了足趾移植再造拇指的先河;1982 年陈中伟院士首先开展足拇甲瓣移植再造拇指并获得成功,标志着我国应用足趾组织再造拇指的新开端;1999 年 9 月,原第一军医大学裴国献教授率先开展了亚洲第 1 例异体断肢再植手术获得成功。此后数十年,中国学者在再植再造领域进行了大量卓有成效的创新和研究,取得了辉煌成果。尤其是王增涛等采用“全形再造手指技术”,把传统的足趾移植再造手指向精细微小组织再造手指技术进行了突破创新,使供区组织及功能得到完好保留,再造手指达到趋于完美的水平。创造了当今世界拇手指再造技术的新高峰^[18, 19]。

3 全军创伤骨科研究所十余年社会效益和研究成果

习近平总书记始终将人民生命健康安全放在首位,党的十九大报告中明确提出“健康中国”战略,充分彰显了以人民为中心的特色卫生健康事业发展思想。显微外科技术最主要用于四肢严重创伤、手足的开放伤及离断伤的救治。患者基本上都是普通的工人、农民等一线体力劳动者。根据本院近十年统计数据,每年手外伤患者平均 1 000 人以上,年断(肢)指再植在 320 例左右。显微外科手术多为急症,救治必须争分夺秒、技术要求高、耗时长,手术需要在显微镜下进行操作,一般接 1 个手指需要 3~4 h,做 1 个复杂皮瓣手术需要 7~8 h 甚至更长。对常年从事该专业医师的精力体力耐力尤其是责任心都是考验。懈怠放弃意味着患者将永远失去一部分肢体和功能。从事显微外科职业的医务工作者必须具备顽强拼搏、精益求精的“白求恩精神”和无私奉献、吃苦耐劳的高尚医德医风,才能挽救一个个肢体和生命。

3.1 研究所简介

陆军第 80 集团军医院前身为济南军区第 89 医院。1978 年该科被批准为全军创伤中心,2001 年晋升为全军创伤骨科研究所,2015 年被批准为手外科

国家重点专科军队建设单位。研究所先后获得各类科技成果奖 270 余项，其中全国首届科技大会奖 3 项，国家科技进步二等奖 3 项、三等奖 2 项；荣获军队“八五”“九五”重大科技成果突出贡献奖、全军科技进步、医疗成果一、二、三等奖 265 项，山东省科技进步二、三等奖 4 项。发表论文 3 600 余篇，出版论著 30 余部。1994 年被中央军委授予“勇攀创伤医学高峰的先进科”荣誉称号。

几十年来，王成琪、范启申等老一辈专家团队在显微外科领域创造了诸多医学奇迹；创造了“王氏”小血管吻合方法及改良显微肌腱修复方法并成功突破吻合 0.2 mm 微小血管世界极限；世界首例小儿双断臂再植成功；足趾移植再造手指连续达 443 例（460 指）无 1 例失败的记录；完成了世界第 2 例十指断指再植等；在四肢创伤、显微外科领域尤其是严重复杂创伤的救治、四肢骨缺损、骨不连的治疗、四肢软组织缺损修复重建、手部创伤重建修复及离断的再植再造、足部组织缺损的修复重建等方面贡献卓著，居国际国内领先水平。目前骨研所完成显微外科手术 7 万余例，其中断指（肢）再植 3 万余例，拇指再造 2 700 余例，各种皮瓣、组织瓣突破 3 万例，总成功率达 96% 以上，居世界领先水平。

先后举办承办国际性、全国及全军学术会议 30 余次。每年一期全国创伤显微外科学习班已成为该所的品牌，截止 2020 年已成功举办 33 期，为国家和军队培养显微外科人才 6 500 余人，成为全国最大的创伤显微外科培训基地，被已故王澍寰院士称为“中国显微外科摇篮”。

3.2 近十年工作业绩

近十年余来，新一代骨研所团队秉承不畏艰难、不懈攀登的骨研所精神，砥砺奋进、勇于创新。重点开展“超显微外科技术”应用研究，把穿支组织瓣、穿支复合组织瓣、神经血管皮瓣等作为显微修复重建的主流技术，探索开发了多个穿支皮瓣新供区及临床应用研究，在四肢严重创伤大面积软组织缺损修复，复合组织缺损修复、感染性组织缺损修复等修复重建中广泛应用，疗效显著。在手外科领域开展了微型穿支皮瓣及修饰性再造等超级显微外科技术临床应用研究，获得了更趋完美的手部外形及功能。注重高新技术成果与显微外科技术的结合，数字化解剖、数字化设计及新材料应用等。注重显微外科技术的普及、发展与提高。开展跨学科专业的技术手段结合、渗透与融合，进一步提高显微、微创修复水平。

在足踝显微外科方面率先开展了足踝三维有限元

研究，2004 年王剑利等^[20]首先报道足部三维有限元模型建立及应用、2005 年首次报道组合带血管髂骨及皮瓣重建跖骨缺损的三维有限元研究及临床分析，提出以足骨缺损三维有限元重建模型建立设计指导临床重建方法系列研究。相继报道了带血管髂骨与皮瓣组合重建足跖骨、跟骨、跗骨等多种缺损，采用皮瓣与带血管髂骨、腓骨重建内外踝缺损、多足骨缺损、旋髂浅动脉蒂髂骨骨瓣重建足踝部复杂骨缺损等系列方法研究。其中多项研究为国内首先报道，解决了复杂足骨缺损修复重建的难题^[21-24]。

皮瓣方面，近十余年来在供区解剖学、新供区探索、供区损伤控制以及皮瓣美观功能等方面做了大量工作。潘朝晖等^[26, 27]2007 年开展了游离前臂背侧皮瓣的应用解剖研究，并于 2008 年报道带感觉神经的骨间背侧游离皮瓣修复手指皮肤缺损病例获得满意疗效。刘勇等^[28, 29]2009 年报道跨供区髂骨皮瓣一期修复肢体大面积骨与软组织缺损，2013 年报道以腓血管为蒂跨供区皮瓣的解剖学研究及临床应用。在基础研究和临床解剖学研究基础上，通过跨供区切取技术扩展了原蒂血管皮瓣切取范围。

穿支皮瓣新供区研究及临床应用方面，王剑利等^[30]对相对隐蔽的股后侧、后外侧穿支供区进行了系统解剖学研究，并得到原福州军区总医院解剖教研室郑和平教授大力支持，2013 年首先报道临床应用游离股内侧肌穿支皮瓣修复手足创面病例，获得满意效果。王剑利等^[31]针对足踝部存在多个小创面将穿支皮瓣设计为“双翼”形状，可同时修复踝周多创面。

在骨缺损骨不连方面，王剑利等^[32]2011 年首先报道吻合血管肋骨移植修复股骨转子区骨缺损的解剖学研究及临床应用；利用肋骨的自然形状修复充填股骨粗隆及上段骨骨缺损，取得良好疗效。潘朝晖等^[32-35]在传统旋髂浅动脉皮瓣基础上，对旋髂浅血管与髂骨供血关系进行了系统深入研究，创新设计了游离旋髂浅动脉髂骨骨皮瓣以及旋髂浅穿支皮瓣与骨瓣嵌合组织瓣，2013 年报道应用该项技术修复手部及四肢骨与软组织复合缺损病例，获得满意外观和功能。

3D 打印模型精准化辅助治疗等技术近几年在骨科及其他学科逐步开展。本科自 2018 年起先后开展了显微外科技术与精准个体化 3D 打印假体结合的复合组织缺损重建手术，其中手部关节、前臂骨等复合组织缺损的 3D 假体重建为国内首次报道。经随访 1~2 年功能优于自体小关节移植重建，同时避免了对自

体供区功能的破坏。该技术可期望实现最大限度减少自体供体、精准个性化塑形及更理想的功能目标。

参考文献

- [1] Moritz WR, Raman S, Pessin S, et al. The history and innovations of blood vessel anastomosis [J]. *Bioengineering (Basel)*, 2022, 9 (2): 75.
- [2] 陈中伟. 1例前臂创伤性完全截肢再植成功的报告 [J]. *人民军医*, 1963 (11): 14-15.
- [3] 石玲玲, 郭志民, 丁罗兵, 等. 我国显微外科50年回顾 [J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2019, 34 (8): 785-787.
- [4] 杨东岳, 顾玉东, 吴敏明, 等. 第二趾游离移植再造拇指40例报告 [J]. *中华外科杂志*, 1977 (1): 13-18.
- [5] Koshima I, Soeda S. Inferior epigastric artery skin flaps without rectus abdominis muscle [J]. *Br J Plastic Surg*, 1989, 42 (6): 645-648.
- [6] Wei FC, Mardini S. Free-style free flaps [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2004, 114 (4): 910-916.
- [7] Wallace CG, Kao HK, Jeng SF, et al. Free-style flaps: a further step forward for perforator flap surgery [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2009, 124 (6 Suppl): e419-e426.
- [8] Mureau MA, Hofer SO. Perforator-to-perforator musculocutaneous anterolateral thigh flap for reconstruction of a lumbosacral defect using the lumbar artery perforator as recipient vessel [J]. *J Reconstr Microsurg*, 2008, 24 (4): 295-299.
- [9] Koshima I, Yamamoto T, Narushima M, et al. Perforator flaps and supermicrosurgery [J]. *Clin Plast Surg*, 2010, 37 (4): 683-689.
- [10] Mihara M, Hayashi Y, Iida T, et al. Instruments for supermicrosurgery in Japan [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2012, 129 (2): 404e-406e.
- [11] Masquelet AC, Romana MC, Wolf G. Skin island flaps supplied by the vascular axis of the sensitive superficial nerves: anatomic study and clinical experience in the leg [J]. *Plast Reconstr Surg*, 1992, 89 (6): 1115-1121.
- [12] 徐达传, 张世民, 钟世镇. 远端蒂腓肠神经血管皮瓣的基础与临床研究进展 [J]. *中国临床解剖学杂志*, 2005, 23 (4): 343-344.
- [13] 张世民, 徐达传, 顾玉东. 穿支皮瓣 [J]. *中国临床解剖学杂志*, 2004, 22 (1): 32-33.
- [14] 谢松林, 唐举玉, 陶克奇, 等. 游离穿支皮瓣移植的临床应用经验 [J]. *中华显微外科杂志*, 2012, 35 (3): 229-231.
- [15] Zhang YX, Hayakawa TJ, Levin LS, et al. The economy in autologous tissue transfer: Part 1. The Kiss flap technique [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2016, 137 (3): 1018-1030.
- [16] 唐茂林, 徐达传. 穿支皮瓣解剖学研究中存在的问题及对策 [J]. *中国临床解剖学杂志*, 2006, 24 (3): 225-227.
- [17] 唐茂林, 杨大平, 梅劲, 等. 穿支皮瓣的解剖学及血流动力学研究进展 [J]. *中华显微外科杂志*, 2016, 39 (3): 312-315.
- [18] 王涛, 顾玉东. 足趾移植重建拇、手指的历史与现状 [J]. *中华手外科杂志*, 2021, 37 (3): 215-218.
- [19] 康庆林, 张春才, 许硕贵. 足趾移植再造部分手指若干问题探讨 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2003, 11 (1): 18-20.
- [20] 潘朝晖, 王剑利, 蒋萍萍. 足部三维有限元模型的建立及应用进展 [J]. *中国康复*, 2004, 19 (6): 375-376.
- [21] 王剑利, 潘朝晖, 许瑞杰, 等. 组合带血管髂骨及皮瓣重建跖骨缺损的三维有限元研究及临床分析 [J]. *中华显微外科杂志*, 2005, 28 (2): 163-164.
- [22] 王剑利, 付兴茂, 潘朝晖, 等. 足骨及软组织损伤缺损的组合组织修复临床研究 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2004, 6 (12): 10-13.
- [23] 潘朝晖, 王剑利, 蒋萍萍, 等. 三种不同骨瓣重建跟骨缺损的有限元及临床分析 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2005, 7 (6): 529-532.
- [24] 王剑利, 付兴茂, 郭永强, 等. 内踝缺损再造与重建 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2003, 11 (18): 1260-1261.
- [25] 潘朝晖, 王剑利, 薛山, 等. 旋髂浅动脉蒂髂骨骨瓣重建足踝部复杂骨缺损的回顾性分析 [J]. *中华显微外科杂志*, 2016, 39 (2): 156-159.
- [26] 潘朝晖, 王剑利, 袁勇, 等. 带感觉神经的骨间背侧游离皮瓣修复手指皮肤缺损 [J]. *中华显微外科杂志*, 2007, 30 (4): 304-306.
- [27] 潘朝晖, 王剑利, 蒋萍萍, 等. 游离前臂背侧皮瓣的应用解剖 [J]. *中国临床解剖学杂志*, 2008, 26 (6): 590-593.
- [28] 刘勇, 张成进, 付兴茂, 等. 跨供区髂骨皮瓣一期修复肢体大面积骨与软组织缺损 [J]. *中华骨科杂志*, 2009, 29 (7): 662-666.
- [29] 于承祺, 刘勇, 王剑利, 等. 以腓血管为蒂跨供区皮瓣的解剖学研究及临床应用 [J]. *中华显微外科杂志*, 2022, 45 (1): 71-76.
- [30] 王剑利, 王根, 赵刚, 等. 游离股后侧穿支动脉皮瓣的解剖学研究及临床应用 [J]. *中华显微外科杂志*, 2013, 36 (1): 7-10.
- [31] 王剑利, 赵刚, 王根, 等. "双翼"带蒂穿支皮瓣修复踝周多创面的设计与临床应用 [J]. *中华显微外科杂志*, 2015, 38 (2): 111-115.
- [32] 潘朝晖, 蒋萍萍, 薛山, 等. 旋髂浅动脉穿支嵌合骨皮瓣修复四肢骨与软组织缺损 [J]. *中华骨科杂志*, 2010, 30 (6): 584-588.
- [33] 潘朝晖, 王剑利, 李洪飞, 等. 游离旋髂浅动脉髂骨骨皮瓣修复手部复合组织缺损 [J]. *中华显微外科杂志*, 2013, 36 (3): 278-280.
- [34] 潘朝晖, 王剑利, 蒋萍萍, 等. 股前外侧穿支皮瓣桥接旋髂浅动脉蒂组织瓣组合移植修复四肢骨与软组织缺损 [J]. *中华骨科杂志*, 2013, 33 (7): 723-730.
- [35] 郇国梁, 王剑利, 孙琪博, 等. 髂嵴区肋下神经外侧皮支定位研究及其带感觉的游离旋髂浅动脉穿支皮瓣的应用 [J]. *中华显微外科杂志*, 2021, 44 (5): 535-538.

(收稿:2022-10-19 修回:2022-12-05)

(本文编辑:郭秀婷)