

穿支皮瓣中 Choke vessels 的相关研究与展望

霍磊¹, 谭琪^{2*}, 高加智², 谢佳宁¹

(1. 山东第二医科大学临床医学院, 山东潍坊 261053; 2. 潍坊市人民医院创伤骨科, 山东潍坊 261000)

摘要: Choke vessels 作为连接穿支皮瓣中相邻血管体的桥梁, 在提高穿支皮瓣存活率方面发挥重要作用。目前, 如何提高穿支皮瓣存活率的研究重点是通过施加不同措施增加 Choke vessels 的供血而改善皮瓣血运。本文通过对 Choke vessels 在穿支皮瓣中的研究进展进行回顾, 分析不同干预措施对 Choke vessels 的影响, 旨在为未来提高穿支皮瓣存活率的相关研究提供参考方向。

关键词: 穿支皮瓣, Choke vessels, 血管内皮生长因子 (VEGF)

中图分类号: R687 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2024) 14-1309-05

Research progress and prospects of choke vessels in perforator flaps // HUO Lei¹, TAN Qi², GAO Jia-zhi², XIE Jia-ning¹. 1. Clinical Medicine School, Shandong Second Medical University, Weifang 261053, China; 2. Department of Trauma Orthopedics, People's Hospital of Weifang City, Weifang 261000, China

Abstract: Choke vessels serves as bridges connecting adjacent vascular territories in perforator flaps and play a significant role in improving the survival rate of perforator flaps. Currently, research on how to enhance the survival rate of perforator flaps focuses on increasing the blood supply of choke vessels by various measures. By reviewing the research progress of choke vessels in perforator flaps, we analyzes the impact of different intervention measures on choke vessels, and aims to provide reference directions for future research on improving the survival rate of perforator flaps.

Key words: perforator flap, Choke vessels, vascular endothelial growth factor (VEGF)

创伤导致软组织缺损是临床常见问题^[1, 2], 其中穿支皮瓣在修复皮肤软组织缺损方面具有设计灵活、应用方便、对供区损伤较小等显著优势, 逐渐被临床广泛应用。现阶段的穿支皮瓣手术成功率虽已得到大幅度提高, 但仍缺乏高效解决跨区穿支皮瓣术后部分坏死的方法。穿支血管从主干发出后呈树状分布, 并穿过深部组织以滋养其表浅皮肤。相邻的穿支血管之间存在血管网状连接并且在通常情况下处于闭塞状态, 即闭塞血管, 被称为“Choke vessels”^[3]。随着对 Choke vessels 的深入研究, 学者们发现血管内皮生长因子 (vascular endothelial growth factor, VEGF) 等可通过改变 Choke vessels 的形态学在提高穿支皮瓣成活率的研究中起到重要作用。基于此, 本文对穿支皮瓣中 Choke vessels 相关的研究进展综述如下。

1 Choke vessels 的解剖学相关研究

Taylor 等^[3]提出了“血管体 (angiosomes)”的概念, 描述了某一源动脉所供应的解剖学区域, 包括皮肤、筋膜、骨骼、肌肉等深层组织形成的三维结构, 这些解剖区域被称为“血管体”, 并以此将全身划分为 40 多个这样的区域。两个相邻血管体之间存在 3 种血管吻合方式: (1) 真性血管吻合; (2) Choke vessels 吻合; (3) 潜在吻合^[4]。其中 Choke vessels 吻合普遍存在于相邻血管体之间, 这种血管不仅直径逐渐减小还通常呈现闭塞状态。Cormack 等^[5]通过对相邻血管体之间的穿支分布进行解剖学研究, 将其分为 3 个区域: 解剖学供区、血管动力学供区和潜在供区。当相邻血管体间其中一条穿支血管被切断或阻塞时, 其解剖学供区血管内压力降低, 而穿支动脉完好的血管体内血液会从其解剖学供区依次流向潜在供区, 这一过程会流经 2 个吻合部位, 依次分别为 Choke I 区和 Choke II 区。Choke 区作为 3 个供区间的吻合部位, 其内普遍存在 Choke vessels, 由

于 Choke vessels 自身管径特点具有阻遏血流的作用,从而可以影响血液向穿支皮瓣远端流动。Choke vessels 具有在一定情况下能发生血管形态学转变成真性血管吻合的特点,因此 Choke vessels 对跨区穿支皮瓣具有重要意义,成为了很多学者研究的重点。

2 Choke vessels 的动物模型相关研究

自从 Kroll 首次报道了穿支带蒂皮瓣的临床应用以来,这种技术在医疗领域引起了广泛的关注和运用。然而,由于长期以来缺乏动物模型的研究,阻碍了学者对穿支皮瓣生理机制的理解。直到 2000 年,Coşkunfirat 等^[6]首次在大鼠腹部成功建立了腹直肌肌皮穿支皮瓣的动物模型,为进一步的研究提供了重要的基础。随后,研究人员纷纷探索动物模型,通过建立动物模型的方式来发现和验证不同的理论假设。

Zhuang 等^[7]通过对 SD 大鼠全身注入明胶-氧化铅后发现大鼠背部存在 3 条动脉血管:胸背动脉、肋间动脉和髂腰动脉,这 3 条动脉血管可与 Cormack 等^[5]提出的 3 个血管供区理论相对应。SD 大鼠背部所具备的建立三穿支跨区穿支皮瓣模型的优势,改变了一直以来没有单蒂多穿支跨区皮瓣模型的情况,更是成为了当下学者们广泛应用的动物模型。Zhuang 等^[7]通过在穿支皮瓣的 Choke vessels 区域设计新型观察窗,动态观察并记录了阻塞动、静脉的形态学改变及血流动力学相关数据,给 Choke vessels 相关后续实验研究提供了一定思路。Luo 等^[8]通过实验观察穿支皮瓣血管的形态学变化,从信号传导通路和生长因子相关的角度对 Choke vessels 进行探究,首次揭示了缺氧诱导因子-1 (hypoxia-inducible factor 1, HIF-1) 通过增加 VEGF 的表达而作用于跨区穿支皮瓣血管而提高皮瓣的存活率,使得对 Choke vessels 的研究从宏观迈入到更深入的分子层次的研究。

尽管动物模型存在一些缺点,比如观察时间不足、人与动物的解剖学差异等,导致动物模型在穿支皮瓣的血液动力学、血管解剖和新生等研究方面存在一定的局限性,但对于深入研究穿支皮瓣的原理和效果提供了有力支持,对于临床实践和治疗策略的制定具有重要意义。

3 Choke vessels 的形态学变化相关研究

3.1 Choke vessel 的重构过程

Choke vessels 从闭塞状态到真性吻合状态的转化一般需要大约 7 d 时间,可大致分为两个阶段:早期阶段(1)由于手术等外界因素的影响,供血穿支的数量减少,导致 Choke 区两侧血压平衡被破坏,造成供血穿支的 Choke 血管压力升高、血管扩张、血流速度加快和血流剪切力增加等一系列物理条件改变,而穿支皮瓣远端血管则出现相反的情况;(2)施加药物、试剂等影响因素通过代谢方式经过信号传导通路传递信号;后期阶段,Choke 区的血管内皮细胞将所受的压力刺激等物理信号或收到来自传导通路的信号向下传递,启动血管重构过程。两种信号传递方式最终都能改变 Choke 区血管形态学,即从闭塞状态转变为真正吻合状态,表现为血管容量增加、血流阻力减小、血流量增加,从而改善穿支皮瓣的血运,提高皮瓣的存活率。

3.2 Choke vessels 新生中 VEGF 的作用

人体中血管的重构主要通过两个信号传导通路进行:(1)以 VEGF 为主的生成途径,其作用贯穿血管生成全程,VEGF 家族及其信号传导受体分别由 6 个成员和 3 个成员组成;(2)以血管生成素和酪氨酸激酶受体为主的信号传导通路,主要在血管重塑和成熟的过程中起到重要作用。人体内以 VEGF 为主的血管生成途径一般有两个过程:(1)血管发生;(2)血管生成。正常情况下,血管发生仅存在于胚胎发育期间,而一般成人体内发生血管生成,即新的血管从已存在的血管生成,Choke vessels 的新生便是血管生成过程。

在血管生成过程中,VEGF 作为一种特异性的血管内皮细胞的有丝分裂原,可引起明显的血管生成反应,VEGF 家族中成员可刺激 ECs 降解细胞外基质、迁移和形成血管并调节血管通透性,在血管生成的全程和维持正常血管功能方面都起着至关重要的作用^[9]。内皮细胞 (endothelial cells, ECs) 是血管发育的关键细胞,分布于所有血管的表面^[10],在血管发育早期,胚胎中形成血岛,其内的成血管细胞 (内皮前体细胞) 可表达 VEGF 受体,最终转化为血管^[11]。有学者通过基因敲除实验在研究 VEGF 受体在胚胎发育过程的作用中发现:VEGFR-1、VEGFR-2、VEGFR-3 在动物模型中的血管系统形成中具有重要作用,VEGFR-1 诱导的细胞凋亡中具有负调节功能^[12, 13]; VEGFR-2 受体的缺失会影响动物模型中的血管系统形成,导致胚胎无法正常发育^[14, 15]; VEGFR-3 对于血管丛成熟为有层次结构的大、小血管是必需的^[16];在血管生成后,新生血管的存活还对

VEGF 具有一定的依赖性^[17, 18]。

4 Choke vessels 在穿支皮瓣中的相关研究

4.1 体外作用因素对 Choke vessels 的影响

学者们通过对穿支皮瓣 Choke vessels 的研究探索,发现皮瓣延迟术可以有效防止皮瓣坏死,并促进 Choke vessels 开放和新生^[19]。此术式通过保留穿支来改变局部区域的血供,且保留单一穿支的效果优于多穿支^[20, 21],术后使 Choke vessels 的血管壁受到的血压差和延迟术造成的局部缺氧等物理信号的刺激转化为生理信号,从而增加 VEGF 的表达。VEGF 的增加会通过信号通路进一步增加 NO 合成,这些变化使 Choke 区血管发生形态学改变,最终改善皮瓣血运和提高皮瓣的存活率。

Wu 等提出了远端动脉化增压 (distal arterialized venous supercharged, DAVS) 皮瓣手术,此术式在大鼠胸背动脉皮瓣基础上,将鼠尾动脉与旋髂深静脉吻合,起到增压作用促使 Choke II 区的阻塞血管更早和更广泛地扩张,且研究表明该区域的血流比率和 VEGF 含量显著增加,从而提高穿支皮瓣的存活率^[22]。

通过将 DAVS 的结果与皮瓣延迟术对比研究,可以发现两者方法虽然不同,但都是通过人为改变 Choke 区血管的形态学和 VEGF 的局部表达,从而改善皮瓣血运和提高皮瓣存活率。

4.2 体内作用因素对 Choke vessels 的影响

学者们为了提高皮瓣存活率,还研究了内在因素,如血管生长因子相关信号传导通路、药物等对穿支皮瓣 Choke vessels 的形态学改变的影响。

HIF-1 在调节血管生成方面起着重要作用^[23]。在常氧情况下, HIF-1 可被脯氨酸羟基化,再经过后续泛素化标记而被蛋白酶降解;在缺氧情况下, HIF-1 导致细胞耗氧量和代谢率下降,利用这个特点可通过诱导 HIF-1 的表达增加 VEGF 的表达从而提高皮瓣的存活率,如:罗莎司他、L-冰片可通过提高 HIF-1 和 VEGF 的表达进一步促进微血管的形成^[24, 25],改善穿支皮瓣血运。二甲基乙二酰基甘氨酸可通过调节脯氨酰羟化酶的活性减少 HIF-1 的蛋白酶降解过程而增加 HIF-1 的表达,从而可调节 VEGF 的表达^[26]。

还有学者通过其他因素提高皮瓣存活率,如:鸢尾素通过降低内皮细胞的氧化反应而保护内皮细胞,并且促进血管内皮细胞的增殖,从而保护皮瓣并提高

皮瓣的存活率^[27]; A 型肉毒素预处理皮瓣可以增加 VEGF 的表达,通过增加血管新生来提高皮瓣的存活率^[28]。

近些年来,学者们从体内和体外两种途径研究了多种因素希望达到改善皮瓣血运和提高皮瓣存活率的目的。综上分析,可以发现以 VEGF 为主的信号传导通路在其中发挥了重要作用,穿支皮瓣中 VEGF 的表达和 Choke vessels 的形态学改变这两者基本是不同方式改善皮瓣血运和提高皮瓣的成活率的终点。

5 展望

穿支皮瓣中 Choke vessels 从闭塞到真性吻合通常需要大约 7 d 的时间,而穿支皮瓣术后的皮瓣坏死通常在 2~3 d 内发生^[29]。在没有影响因素的情况下, Choke vessels 可能未及时提供稳定的血运就出现了穿支皮瓣不可逆损伤的问题,研究 Choke vessels 对解决皮瓣坏死的问题至关重要。当前的研究热点是对穿支皮瓣施加不同的影响因素,促进穿支皮瓣 Choke vessels 在短时间内改变血管形态学,尤其是处于皮瓣远端的 Choke II 区,从而改善穿支皮瓣的血运。

皮瓣手术通常是择期手术,且创伤大小一般都能通过皮瓣手术进行修复^[30-33],对皮瓣供区进行预处理是可行的^[28]。在关于 Choke vessels 后续研究中,可以从多个方向进行,包括物理、因子和药物等层面,以寻找便捷、高效的预处理方法。举例而言,可以在现有皮瓣延迟术的基础上,探索新的创伤更小的术式,通过局部刺激或注射药物、试剂等手段实现更有效的预处理。另外,可以与血管生长因子和信号传导通路等相关领域的内容相结合。在前文中已经提到 HIF-1 相关信号传导通路已经取得一定成果,但还有其他与 VEGF 相关的生长因子可以被充分利用。通过深入挖掘这些因子的作用,不仅有助于提高手术的成功率,还有望减少患者的创伤和恢复时间。

参考文献

- [1] 王辉,杨晓溪,霍永鑫,等. 双皮神经吻合局部带蒂皮瓣修复拇指缺损 [J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30 (18): 1689-1692. DOI: 10.3977/j. issn.1005-8478.2022.18.12. Wang H, Yang XX, Huo YX, et al. Double cutaneous nerves anastomosed local pedicle flap for repair of thumb defect [J]. Orthopedic Journal of China, 2022, 30 (18): 1689-1692. DOI: 10.3977/j. issn.1005-8478.2022.18.12.
- [2] 张明月,祁建平,张子阳,等. 游离旋股外侧动脉降支穿支皮瓣

- 联合同种异体肌腱修复儿童足背复合软组织缺损一例 [J]. 中国修复重建外科杂志, 2024, 38 (3) : 387-388. DOI: 10.7507/1002-1892.202311088.
- Zang MY, Qi JP, Zhang ZY, et al. A case of free spinous lateral femoral artery descending perforator flap combined with homograft tendon to repair a compound soft tissue defect of the dorsum of the foot in a child [J]. Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery, 2024, 38 (3) : 387-388. DOI: 10.7507/1002-1892.202311088.
- [3] Taylor GI, Palmer JH. The vascular territories (angiosomes) of the body: experimental study and clinical applications [J]. Br J Plast Surg, 1987, 40 (2) : 113-141. DOI: 10.1016/0007-1226(87)90185-8.
- [4] Chubb DP, Taylor GI, Ashton MW. True and 'choke' anastomoses between perforator angiosomes: part II. dynamic thermographic identification [J]. Plast Reconstr Surg, 2013, 132 (6) : 1457-1464. DOI: 10.1097/01.prs.0000434407.73390.82.
- [5] Cormack GC, Lamberty BG. A classification of fascio-cutaneous flaps according to their patterns of vascularization [J]. Br J Plast Surg, 1984, 37(1) : 80-87. DOI: 10.1016/0007-1226(84)90049-3.
- [6] Coşkunfirat OK, Okşar HS, Ozgentaş HE. Effect of the delay phenomenon in the rat single-perforator-based abdominal skin flap model [J]. Ann Plast Surg, 2000, 45(1) : 42-47. DOI: 10.1097/0000637-200045010-00008.
- [7] Zhuang Y, Hu S, Wu D, et al. A novel in vivo technique for observations of choke vessels in a rat skin flap model [J]. Plast Reconstr Surg, 2012, 130 (2) : 308-317. DOI: 10.1097/PRS.0b013e3182589c0e.
- [8] Luo Z, Wu P, Qing L, et al. The hemodynamic and molecular mechanism study on the choke vessels in the multi-territory perforator flap transforming into true anastomosis [J]. Gene, 2019, 687: 99-108. DOI: 10.1016/j.gene.2018.11.019.
- [9] Pérez-Gutiérrez L, Ferrara N. Biology and therapeutic targeting of vascular endothelial growth factor A [J]. Nat Rev Mol Cell Biol, 2023, 24 (11) : 816-834. DOI: 10.1038/s41580-023-00631-w.
- [10] Dudley AC, Griffioen AW. Pathological angiogenesis: mechanisms and therapeutic strategies [J]. Angiogenesis, 2023, 26 (3) : 313-347. DOI: 10.1007/s10456-023-09876-7.
- [11] Díaz Del Moral S, Barrera S, Muñoz-Chápuli R, et al. Embryonic circulating endothelial progenitor cells [J]. Angiogenesis, 2020, 23 (4) : 531-541. DOI: 10.1007/s10456-020-09732-y.
- [12] Fong GH, Rossant J, Gertsenstein M, et al. Role of the Flt-1 receptor tyrosine kinase in regulating the assembly of vascular endothelium [J]. Nature, 1995, 376 (6535) : 66-70. DOI: 10.1038/376066a0.
- [13] Hiratsuka S, Minowa O, Kuno J, et al. Flt-1 lacking the tyrosine kinase domain is sufficient for normal development and angiogenesis in mice [J]. Proc Natl Acad Sci USA, 1998, 95 (16) : 9349-9354. DOI: 10.1073/pnas.95.16.9349.
- [14] Yancopoulos GD, Davis S, Gale NW, et al. Vascular-specific growth factors and blood vessel formation [J]. Nature, 2000, 407 (6801) : 242-248. DOI: 10.1038/35025215.
- [15] Carmeliet P, Ferreira V, Breier G, et al. Abnormal blood vessel development and lethality in embryos lacking a single VEGF allele [J]. Nature, 1996, 380 (6573) : 435-439. DOI: 10.1038/380435a0.
- [16] Dumont DJ, Jussila L, Taipale J, et al. Cardiovascular failure in mouse embryos deficient in VEGF receptor-3 [J]. Science, 1998, 282 (5390) : 946-949. DOI: 10.1126/science.282.5390.946.
- [17] Alon T, Hemo I, Itin A, et al. Vascular endothelial growth factor acts as a survival factor for newly formed retinal vessels and has implications for retinopathy of prematurity [J]. Nat Med, 1995, 1 (10) : 1024-1028. DOI: 10.1038/nm1095-1024.
- [18] Benjamin LE, Keshet E. Conditional switching of vascular endothelial growth factor (VEGF) expression in tumors: induction of endothelial cell shedding and regression of hemangioblastoma-like vessels by VEGF withdrawal [J]. Proc Natl Acad Sci USA, 1997, 94 (16) : 8761-8766. DOI: 10.1073/pnas.94.16.8761.
- [19] Jiang Z, Li X, Chen M, et al. Effect of endogenous vascular endothelial growth factor on flap surgical delay in a rat flap model [J]. Plast Reconstr Surg, 2019, 143 (1) : 126-135. DOI: 10.1097/PRS.0000000000005145.
- [20] Mao Y, Li H, Ding M, et al. Comparative study of choke vessel reconstruction with single and multiple perforator-based flaps on the murine back using delayed surgery [J]. Ann Plast Surg, 2019, 82 (1) : 93-98. DOI: 10.1097/SAP.0000000000001637.
- [21] Wang L, Wu H, Yan H, et al. Effect of a nondominant perforator on multiterritory perforator flap survival in rats [J]. Microsurgery, 2019, 39 (5) : 441-446. DOI: 10.1002/micr.30471.
- [22] Peng P, Dong Z, Wei J, et al. Distal arterialized venous supercharging improves perfusion and survival in an extended dorsal three-perforator perforator flap rat model [J]. Plast Reconstr Surg, 2022, 150 (4) : 921e-922e. DOI: 10.1097/PRS.00000000000009505.
- [23] Wang B, Zhang C, Chu D, et al. Astragaloside IV improves angiogenesis under hypoxic conditions by enhancing hypoxia-inducible factor-1 α SUMOylation [J]. Mol Med Rep, 2021, 23 (4) : 244. DOI: 10.3892/mmr.2021.11883.
- [24] Lan Q, Wang K, Meng Z, et al. Roxadustat promotes hypoxia-inducible factor-1 α /vascular endothelial growth factor signalling to enhance random skin flap survival in rats [J]. Int Wound J, 2023, 20 (9) : 3586-3598. DOI: 10.1111/iwj.14235.
- [25] Chen G, Yang J, Wang A, et al. L-Borneol promotes skin flap survival by regulating HIF-1 α /NF- κ B pathway [J]. J Ethnopharmacol, 2024, 321: 117543. DOI: 10.1016/j.jep.2023.117543.
- [26] 曾秀安, 厉孟, 杨其兵, 等. 二甲基乙二酰基甘氨酸对跨区穿支皮瓣 Choke II 区血管生成的影响机制研究 [J]. 中国修复重建外科杂志, 2022, 36 (2) : 224-230. DOI: 10.7507/1002-1892.202107103.
- Zeng XA, Li M, Yang QB, et al. Effect of dimethylglycine on angiogenesis in Choke II zone of cross-zone perforator flap and its mechanism [J]. Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery, 2022, 36 (2) : 224-230. DOI: 10.7507/1002-1892.202107103.

- 103.
- [27] Wang Y, Zhang X, Zhou M, et al. Irisin pre-treatment promotes multi-territory perforator flap survival in rats: An experimental study [J]. *Injury*, 2020, 51 (11) : 2442-2448. DOI: 10.1016/j.injury.2020.07.058.
- [28] Park TH, Lee SH, Park YJ, et al. Presurgical botulinum toxin a treatment increases angiogenesis by hypoxia-inducible factor-1 α /vascular endothelial growth factor and subsequent superiorly based transverse rectus abdominis myocutaneous flap survival in a rat model [J]. *Ann Plast Surg*, 2016, 76 (6) : 723-728. DOI: 10.1097/SAP.0000000000000435.
- [29] Taylor GI, Corlett RJ, Ashton MW. The functional angiosome: clinical implications of the anatomical concept [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2017, 140 (4) : 721-733. DOI:10.1097/PRS.0000000000000694.
- [30] 王辉, 杨晓溪, 霍永鑫, 等. 两种带蒂皮瓣转移修复手指掌侧缺损的比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2023, 31 (14) : 1249-1253. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.08.14.01.
- Wang H, Yang XX, Huo YX, et al. Comparison of two pedicle flap transfers for repairing palmar tissue defects of fingers [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2023, 31 (14) : 1249-1253. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.08.14.01.
- [31] 杜云飞, 张其川, 韩威利, 等. 游离股深动脉穿支皮瓣修复手及前臂软组织缺损 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30 (13) : 1227-1229, 1233. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.13.17.
- Du YF, Zhang QC, Han WL, et al. Repair of hand and forearm soft tissue defects with free deep femoral artery perforator flap [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2022, 30 (13) : 1227-1229, 1233. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.13.17.
- [32] 王辉, 杨晓溪, 霍永鑫, 等. V-Y 推进皮瓣联合其他皮瓣修复拇指末节损伤 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30 (17) : 1615-1618. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.17.15.
- Wang H, Yang XX, Huo YX, et al. V-Y advanced flap combined with another flap for repairing degloving injury or amputation of distal thumb [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2022, 30 (17) : 1615-1618. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.17.15.
- [33] 周健辉, 石惠文, 麦烙棋, 等. Y-P 形踇甲皮瓣修复手指指腹合并甲床缺损 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2021, 35 (2) : 269-270. DOI: 10.7507/1002-1892.202009090.
- Zhou JH, Shi HW, Mai LQ, et al. Repair of combined nail bed defects in finger digits with Y-P-shaped lesser nail flap [J]. *Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery*, 2021, 35 (2) : 269-270. DOI: 10.7507/1002-1892.202009090.
- (收稿: 2024-03-02 修回: 2024-05-10)
(同行评议专家: 高学建, 刘勇)
(本文编辑: 宁桦)

(上接 1308 页)

- [36] Song H, Chang SM, Hu SJ, et al. Low filling ratio of the distal nail segment to the medullary canal is a risk factor for loss of anteromedial cortical support: a case control study [J]. *J Orthop Surg Res*, 2022, 17 (1) : 27. DOI: 10.1186/s13018-022-02921-z.
- [37] Buruian A, Silva Gomes F, Roseiro T, et al. Distal interlocking for short trochanteric nails: static, dynamic or no locking? Review of the literature and decision algorithm [J]. *EFORT Open Rev*, 2020, 5 (7) : 421-429. DOI: 10.1302/2058-5241.5.190045.
- [38] 张世民, 胡孙君, 杜守超, 等. 股骨转子间骨折一种新的综合分类法 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2022, 36 (9) : 1056-1063. DOI: 10.7507/1002-1892.202204080.
- Zhang SM, Hu SJ, Du SC, et al. Proposal of a novel comprehensive classification for femoral intertrochanteric fractures [J]. *Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery*, 2022, 36 (9) : 1056-1063. DOI: 10.7507/1002-1892.202204080.
- [39] Kuzyk PR, Shah S, Zdero R, et al. A biomechanical comparison of static versus dynamic lag screw modes for cephalomedullary nails used to fix unstable peritrochanteric fractures [J]. *J Trauma Acute Care Surg*, 2012, 72 (2) : E65-70. DOI: 10.1097/ta.0b013e3182170823.
- (收稿: 2022-12-12 修回: 2023-09-15)
(同行评议专家: 高加智, 李双, 张英琪)
(本文编辑: 宁桦)