

· 论 著 ·

本文亮点:

- (1) 通过行乳胶灌注的成人尸体下肢标本解剖研究证实,膝降动脉及其隐支出现率高且解剖位置恒定,膝降动脉隐支的血管蒂长度和外径很适合皮瓣切取和转移。
- (2) 应用膝降动脉隐支皮瓣移植修复老年患者膝前创面,术后皮瓣存活良好,供受区外观、皮瓣感觉及膝关节功能恢复良好。
- (3) 膝降动脉隐支皮瓣手术操作相对简便、安全,能较好地适应老年患者的生理特点与围手术期管理要求,是实现膝前创面修复与膝关节功能早期康复的适宜选择。

Highlights:

- (1) Anatomical study on latex-perfused adult cadaveric lower limb specimens confirmed that the descending genicular artery and its saphenous branch have a high occurrence rate and a constant anatomical position, with vascular pedicle length and external diameter well-suited for flap harvesting and transfer.
- (2) Application of the saphenous branch flap with the descending genicular artery for anterior knee wound repair in elderly patients resulted in favorable flap survival, as well as satisfactory recovery of donor and recipient site appearance, flap sensation, and knee joint function.
- (3) The surgical procedure for the saphenous branch flap with the descending genicular artery is relatively straightforward and safe, and is well-adapted to the physiological characteristics and perioperative management requirements of elderly patients, making it a suitable option for achieving anterior knee wound repair and early functional rehabilitation of the knee joint.



膝降动脉隐支皮瓣的解剖学特点及其修复老年患者膝前创面的效果

丁伟¹ 刘相坤¹ 程少文² 李磊¹ 赵飞龙¹ 鲍文秀¹ 池征璘¹

¹皖南医科大学弋矶山医院创面修复外科/整复重建外科,芜湖 241000;²海南医科大学第一附属医院,急救与创伤研究教育部重点实验室,海南省创伤与灾难救援研究重点实验室,创面修复科,海口 570102

通信作者:池征璘,Email:57699788@qq.com

【摘要】 目的 探讨膝降动脉隐支皮瓣的解剖学特点及其修复老年患者膝前创面的效果。

方法 该研究为有创观察研究和回顾性病例系列研究。2018年4—7月,对来自皖南医科大学临床解剖教研室的5具自愿捐献的成人(男4具、女1具,年龄52~71岁)尸体下肢标本进行解剖学研究。对5具尸体的各2侧下肢标本行精细解剖,观测并记录膝降动脉的起源、起源处血管外径和长度及起源处与股骨内上髁的垂直距离,膝降动脉隐支的起源、起源处血管外径和肌间段长度。2018年8月—

DOI:10.3760/cma.j.cn501225-20250729-00332

收稿日期 2025-07-29

引用本文:丁伟,刘相坤,程少文,等.膝降动脉隐支皮瓣的解剖学特点及其修复老年患者膝前创面的效果[J].中华烧伤与创面修复杂志,2026,42(9):1-9. DOI:10.3760/cma.j.cn501225-20250729-00332.

Ding Wei,Liu Xiangkun,Cheng Shaowen,et al.Anatomical characteristics of the saphenous branch flap with the descending genicular artery and its efficacy in anterior knee wound reconstruction in elderly patients[J]. Chin J Burns Wounds, 2026, 42(9): 1-9. DOI: 10.3760/cma. j. cn501225-20250729-00332.



2024 年 10 月,皖南医科大学弋矶山医院收治 19 例符合入选标准的膝前创面老年患者,其中男 12 例、女 7 例,年龄 60~78 岁,清创后创面面积为 5.0 cm×4.0 cm~15.0 cm×7.5 cm。均采用膝降动脉隐支皮瓣修复创面,皮瓣切取面积为 6.0 cm×5.0 cm~16.0 cm×8.5 cm。将供区创面直接缝合。术后观察皮瓣成活情况、供受区创面愈合情况。术后随访皮瓣质地和外观、供受区瘢痕形成情况。末次随访时,测定皮瓣两点辨别觉距离并根据中华医学会手外科学会上肢部分功能评定试用标准对皮瓣两点辨别觉进行评级,采用国际膝关节文献委员会主观膝关节功能量表评估膝关节功能并评级。 **结果** 10 侧下肢标本中,膝降动脉均起源于股动脉,起源处血管外径为 (2.00 ± 0.30) mm,起源处血管长度为 (0.8 ± 0.3) cm,起源处与股骨内上髁的垂直距离为 (12.5 ± 0.8) cm。8 侧下肢标本的膝降动脉隐支起源于膝降动脉,2 侧下肢标本的膝降动脉隐支起源于股动脉;膝降动脉隐支起源处血管外径为 (1.20 ± 0.20) mm,肌间段长度为 (10.0 ± 0.8) cm。术后皮瓣均顺利成活,供受区创面均愈合良好。术后随访 6~12 个月显示,皮瓣质地、色泽、厚度与受区正常皮肤接近,供受区仅遗留线性瘢痕。末次随访时,皮瓣两点辨别觉评定为 S4 级者 7 例、S3 级者 12 例,膝关节功能评定为优者 11 例、良者 6 例、差者 2 例。 **结论** 膝降动脉及其隐支出现率高且解剖位置恒定,膝降动脉总支的血管蒂长度和外径很适合皮瓣切取和转移。采用膝降动脉隐支皮瓣修复膝前创面后供受区外观、皮瓣感觉及膝关节功能恢复良好,是老年患者膝前创面修复的适宜选择。

【关键词】 老年人; 膝关节; 创伤和损伤; 解剖学; 穿支皮瓣; 膝降动脉; 隐支

基金项目:国家自然科学基金地区科学基金项目(82260373);安徽省教育厅科学研究重大项目(2025AHGXZK20242)

Anatomical characteristics of the saphenous branch flap with the descending genicular artery and its efficacy in anterior knee wound reconstruction in elderly patients

Ding Wei¹, Liu Xiangkun¹, Cheng Shaowen², Li Lei¹, Zhao Feilong¹, Bao Wenxiu¹, Chi Zhenglin¹

¹Department of Wound Repair and Reconstructive Surgery, Yijishan Hospital, Wannan Medical College, Wuhu 241000, China; ²Key Laboratory of Emergency and Trauma of Ministry of Education, Key Laboratory of Hainan Trauma and Disaster Rescue, Department of Wound Repair, the First Affiliated Hospital, Hainan Medical University, Haikou 570102, China

Corresponding author: Chi Zhenglin, Email: 57699788@qq.com

【Abstract】 **Objective** To investigate the anatomical characteristics of the saphenous branch flap with the descending genicular artery and its efficacy in repairing anterior knee wounds in elderly patients. **Methods** This study consisted of an invasive observational study and a retrospective case series study. From April to July 2018, the anatomical study was conducted on the lower limb specimens from 5 voluntarily donated adult cadavers (4 males and 1 female, aged 52–71 years) obtained from the Department of Clinical Anatomy of Wannan Medical University. Fine dissections were performed on both lower limbs of each of the 5 cadavers. The origin, external diameter at the origin, length, and vertical distance from the origin to the medial femoral epicondyle of the descending genicular artery, as well as the origin, external diameter at the origin, and intermuscular course length of its saphenous branch, were observed and recorded. From August 2018 to October 2024, 19 elderly patients (12 males and 7 females, aged 60–78 years) with anterior knee wounds meeting the inclusion criteria were treated at Yijishan Hospital of Wannan Medical University. The wound sizes after debridement ranged from 5.0 cm×4.0 cm to 15.0 cm×7.5 cm. All wounds were repaired using the saphenous branch flap with the descending genicular artery, with flap sizes ranging from 6.0 cm×5.0 cm to 16.0 cm×8.5 cm. All donor site wounds were directly sutured. Postoperative assessments included flap survival, wound healing in the donor and recipient sites, and follow-up evaluations of flap texture and appearance, scar formation in the donor and recipient sites. At the last follow-up, two-point discrimination distance of the flap was measured and graded according to the trial standards for evaluation of partial function of upper extremity by the Hand Surgery Society of Chinese Medical Association, and knee function was evaluated and graded using the International Knee Documentation Committee Subjective Short Form. **Results** In the 10 lower limb specimens, the descending genicular artery always originated from the femoral artery, with an external diameter of (2.00 ± 0.30) mm at its origin, a length of (0.8 ± 0.3) cm, and a vertical distance of (12.5 ± 0.8) cm from its origin to the medial femoral epicondyle. The saphenous branch originated from the descending genicular artery in 8 lower limb specimens and from the femoral artery in 2 lower limb specimens. The saphenous branch had an external diameter of (1.20 ± 0.20)

mm at its origin and an intermuscular course length of (10.0 ± 0.8) cm. All flaps survived uneventfully after surgery, and both donor and recipient sites healed well. During a follow-up period of 6 to 12 months, the flaps closely matched the recipient site in texture, color, and thickness, and only linear scars exhibited in the donor and recipient sites. At the last follow-up, the two-point discrimination was graded as S4 in 7 cases and S3+ in 12 cases; the knee function was rated as excellent in 11 cases, good in 6 cases, and poor in 2 cases. **Conclusions** The descending genicular artery and its saphenous branch have a high occurrence rate and a constant anatomical position, with vascular pedicle length and external diameter well-suited for flap harvesting and transfer. The application of the saphenous branch flap with the descending genicular artery for anterior knee wound repair can achieve satisfactory recovery of donor and recipient site appearance, flap sensation, and knee joint function, making it a suitable option for anterior knee wound repair in elderly patients.

【Key words】 Aged; Knee joint; Wounds and injuries; Anatomy; Perforator flap; Descending genicular artery; Saphenous branch

Fund program: National Natural Science Foundation of China Regional Science Foundation Project (82260373); Major Scientific Research Project of Anhui Provincial Department of Education (2025AHGXZK20242)

老年人因身体机能减退而易遭受创伤,膝前区是老年人常见损伤部位之一。而老年人膝前区皮肤菲薄、皮下组织少、血供差,遭受创伤或行创伤手术治疗后,容易出现皮肤软组织坏死或感染而形成创面,且往往伴有骨、韧带、肌腱等重要深部组织外露,需用组织瓣修复创面。但老年人基础疾病多,不能耐受长时间麻醉和手术,手术风险高、修复难度大。膝前区创面一旦处理不当,会对膝关节功能严重影响,致残率较高^[1-4]。膝降动脉隐支皮瓣兼具血供可靠与切取简单快捷的优势,是修复老年患者膝前创面的理想皮瓣之一。为精确指导临床皮瓣设计并规避血管变异风险,本研究首先对新鲜成人尸体标本进行解剖学研究,以明确膝降动脉隐支的关键解剖参数。在此基础上,本研究团队分析了采用该皮瓣修复的老年膝前创面患者的资料,旨在评估基于上述解剖学特点实施的临床方案的效果。

1 对象与方法

本有创观察研究和回顾性病例系列研究经皖南医科大学弋矶山医院(以下简称本院)医学伦理委员会批准,批号:(2019)伦审新字第(35)号。遗体捐献志愿者及其家属均签署捐献同意书。患者均签署知情同意书,同意在不泄露其隐私的情况下对其病历资料进行分析、使用。

1.1 解剖学研究

1.1.1 标本来源 2018 年 4—7 月,本研究使用的 5 具成人(男 4 具、女 1 具,年龄 52~71 岁)尸体下肢标本来自皖南医科大学临床解剖教研室。所有标本均已排除下肢畸形、手术、关节疾病及损伤等相关病史。

1.1.2 解剖方法 对 5 具尸体的各 2 侧下肢标本,以红色乳胶灌注动脉、蓝色乳胶灌注静脉后行精细解剖。以股骨内上髁与内踝后缘连线为皮瓣轴线,在轴线两侧设计膝降动脉隐支皮瓣,侧缘不超过前后中线,上界不超过膝关节,下界不超过小腿中段。于膝上大腿内侧中线做长约 10 cm 的纵行切口,沿缝匠肌前缘切开深筋膜,钝性分离缝匠肌和股内侧肌间隙,向内牵开缝匠肌。于股内侧肌、大收肌肌腱与股骨内上髁围成的三角凹陷区域内显露膝降动静脉,向近端切开收肌腱板,游离膝降动静脉至股动静脉起始处。向远端逐一解剖膝降动静脉的皮支、关节支、肌支及隐支。然后沿皮瓣设计线切开皮肤,于缝匠肌与股薄肌间由近及远分离隐支及其穿支血管,直至其在皮瓣内完全显露^[5-6]。见图 1。

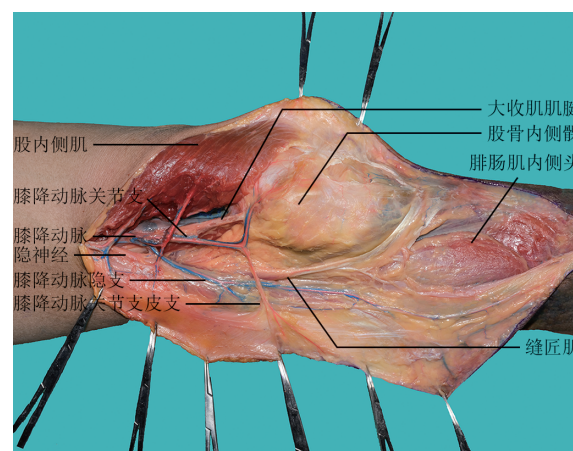


图 1 1 具成人尸体标本的左下肢膝内侧血管解剖学观察结果

Figure 1 Anatomical findings of the medial genicular vessels of the left lower limb in an adult cadaver

1.1.3 观测指标 观测膝降动脉的起源、走行, 测量并记录其起源处血管外径、长度及起源处与股骨内上髁的垂直距离。观测膝降动脉隐支的起源、走行及分布, 测量并记录其起源处血管外径、肌间段长度及膝降动脉隐支伴行静脉的数量、起源处血管外径及肌间段长度。其中血管长度使用精度为 0.01 mm 的电子数显游标卡尺进行测量; 血管外径在 OPMI Pico 型手术显微镜下放大 10 倍后, 使用带 0.01 mm 刻度的显微测量尺测量。

1.2 临床研究

1.2.1 入选标准 纳入标准: (1) 性别不限、年龄 60~80 岁; (2) 合并骨、韧带、肌腱等深部组织外露的膝前创面; (3) 采用膝降动脉隐支皮瓣修复创面。排除标准: (1) 临床资料不完整; (2) 随访时间不足 6 个月。

1.2.2 临床资料 2018 年 8 月—2024 年 10 月, 本院收治 19 例符合入选标准的膝前创面老年患者, 其中男 12 例、女 7 例; 年龄 60~78 岁, 平均 68.2 岁。致伤原因为交通伤者 8 例、摔伤者 7 例、烫伤者 2 例、瘢痕溃疡者 2 例, 创面均有不同程度的骨、韧带、肌腱外露。皮瓣覆盖前创面形成时间为 14~71 d, 平均 24 d。

1.2.3 治疗方法

1.2.3.1 全身治疗 患者入院后, 完善相关检查, 了解全身情况, 纠正贫血(维持血红蛋白>100 g/L)、低蛋白血症(维持白蛋白>30 g/L)、水电解质紊乱(维持水电解质指标在正常范围)等; 控制患者血糖(维持空腹血糖<8.0 mmol/L), 积极治疗基础疾病; 取创面分泌物标本行微生物培养和药物敏感试验, 根据结果使用敏感抗生素。术前常规行超声多普勒检查下肢动静脉血管情况, 排除动脉闭塞或严重狭窄, 排查下肢静脉血栓。

1.2.3.2 创面准备 对 17 例患者在椎管内麻醉或全身麻醉(麻醉方法后同)下行彻底清创, 去除失活组织, 对存在关节囊、肌腱、韧带断裂及髌骨缺损者, 行修复或重建。行 VSD 治疗 1~2 周, 待创面清洁后再行皮瓣转移修复。对另外 2 例瘢痕溃疡患者采取一期清创+皮瓣转移修复创面。

1.2.3.3 皮瓣设计与切取及转移 术前采用多普勒血流探测仪探测膝降动脉及其隐支的走行和穿支情况并标记。患者麻醉后取平卧位行手术, 术中大腿根部绑扎电动气囊止血带。再次彻底清创后, 创面面积为 5.0 cm×4.0 cm~15.0 cm×7.5 cm。

按创面大小和形状取布样。以股骨内上髁与内踝后缘连线为膝降动脉隐支皮瓣轴线, 按布样在轴线两侧膝关节平面以下设计皮瓣, 最远可达膝关节下 20 cm。皮瓣旋转点位于轴线上膝关节平面处, 于皮瓣蒂部设计尖端朝向后侧的弧形切口, 将皮瓣面积较创面面积放大 10%。首先按设计线切开蒂部皮肤, 在脂肪层锐性剥离, 形成基底在前侧的舌形瓣, 并自后向前掀起, 舌形瓣真皮下需携带脂肪颗粒以保护真皮下血管网。然后按皮瓣设计线切开前侧皮肤直至深筋膜, 在深筋膜深面剥离, 向后掀起皮瓣, 将膝降动脉隐支及其伴行的隐神经、经过皮瓣的大隐静脉包含在皮瓣内。最后切开皮瓣其余皮肤, 在皮瓣远端切断隐神经, 切断并结扎膝降动脉隐支和大隐静脉。在深筋膜深面自远端向近端完全掀起皮瓣, 血管蒂周围保留 2~3 cm 宽的筋膜以保护血管蒂。见图 2。放松止血带, 观察皮瓣血运良好后, 经皮下隧道或明道转移修复膝前创面, 皮瓣下放置引流管引流。皮瓣切取面积为 6.0 cm×5.0 cm~16.0 cm×8.5 cm。将供区创面直接缝合。

1.2.3.4 术后处理 术后将患肢膝关节维持在屈曲 10° 位, 行石膏托外固定 2~3 周; 每 2 小时观察

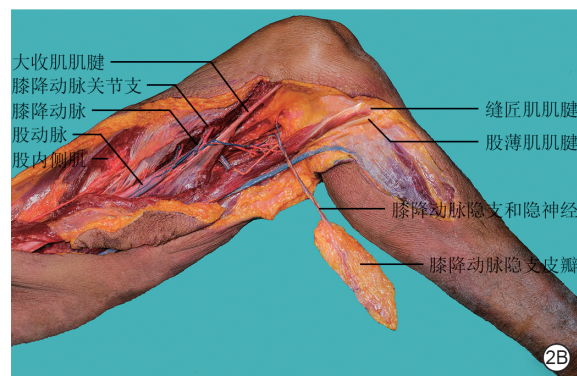
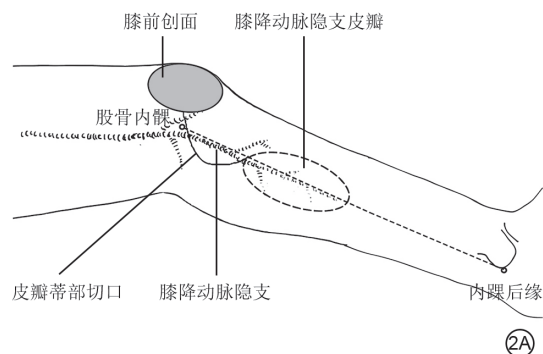


图 2 膝降动脉隐支皮瓣的设计与切取。2A. 皮瓣设计示意图; 2B. 在经乳胶灌注的 1 具成人尸体左下肢标本上, 模拟皮瓣切取

Figure 2 Design and harvest of the saphenous branch flap with the descending genicular artery

1 次皮瓣血运;常规给予抗感染、抗血管痉挛、抗凝治疗;加强护理,预防卧床并发症;术后 3~7 d 拔除引流管,术后 2 周拆线。

1.2.4 观测指标 术后观察皮瓣成活情况、供受区创面愈合情况。术后定期随访皮瓣质地和外观、供受区瘢痕情况。末次随访时,测定皮瓣两点辨别觉距离并根据中华医学会手外科学分会上肢部分功能评定试用标准对皮瓣两点辨别觉进行评级,级别越高表示两点辨别觉恢复越好^[7];采用国际膝关节文献委员会主观膝关节功能量表评估膝关节功能并评级,总分 ≥ 90 分为优、80~89 分为良、<80 分为差^[8]。

1.3 数据处理

采用 SPSS 28.0 统计软件进行数据处理。计量资料数据均符合正态分布,以 $\bar{x} \pm s$ 表示;计数资料数据以频数表示。

2 结果

2.1 解剖学研究结果

10 侧下肢标本中,膝降动脉均起源于股动脉,膝降动脉从股动脉发出后,在收肌管内下行,穿过收肌腱板至缝匠肌深面,发出关节支和隐支。膝降动脉起源处血管外径为 (2.00 ± 0.30) mm,长度为 (0.8 ± 0.3) cm,起源处与股骨内上髁的垂直距离为 (12.5 ± 0.8) cm。8 侧下肢标本的膝降动脉隐支起源于膝降动脉,2 侧下肢标本的膝降动脉隐支起源于股动脉。膝降动脉隐支发出后,伴随隐神经下行,于缝匠肌和股薄肌之间走行,最终均于膝关节平面浅出皮下,主要营养膝下内侧小腿上段皮肤。膝降动脉隐支起源处血管外径为 (1.20 ± 0.20) mm,肌间段长度为 (10.0 ± 0.8) cm。所有膝降动脉隐支均有伴行静脉,其中 7 侧下肢标本有 2 条伴行静脉,3 侧下肢标本有 1 条伴行静脉。伴行静脉起源处血管外径为 (1.30 ± 0.20) mm,肌间段长度为 (10.0 ± 0.8) cm。

2.2 临床应用结果

2.2.1 总体情况 术后皮瓣均顺利成活,供受区创面均愈合良好。术后患者均获得随访,随访时间 6~12 个月,皮瓣质地、色泽、厚度与受区正常皮肤接近,供受区仅遗留线性瘢痕。末次随访时,皮瓣两点辨别觉评定为 S4 级者 7 例、S3 级者 12 例,膝关节功能评定为优者 11 例、良者 6 例、差者 2 例。

2.2.2 典型病例

例 1 女,68 岁,交通伤致右膝股四头肌肌腱断裂,于外院行右股四头肌成形术,术后切口感染、不愈合。本次以右膝外伤术后皮肤缺损 1 个月余入院,体格检查见右膝前创面肌腱和缝合线外露、表面附着白色坏死组织、肉芽组织增生,创缘有黑色坏死组织,膝关节屈曲功能受限。入院后在椎管内麻醉下先行右膝部创面清创术+VSD 治疗。术中取创面分泌物标本行微生物培养,结果检出粪肠球菌。1 周后在椎管内麻醉下再次清创,清创后创面面积为 $7.5 \text{ cm} \times 4.5 \text{ cm}$,设计并切取患侧膝降动脉隐支皮瓣转移修复膝前创面,皮瓣面积为 $14.0 \text{ cm} \times 5.0 \text{ cm}$ 。将供区创面直接缝合。术后 2 周皮瓣完全成活,供受区创面均愈合良好。术后随访 8 个月时,供受区外观较佳,仅遗留线性瘢痕,皮瓣两点辨别觉评定为 S4 级,膝关节功能评定为良。见图 3。



图 3 采用膝降动脉隐支皮瓣修复例 1 老年患者右膝前创面的效果。3A. 术前右膝前创面;3B. 于患侧设计膝降动脉隐支皮瓣;3C. 术中切取皮瓣;3D. 转移皮瓣修复创面后即刻;3E. 术后随访 8 个月时,皮瓣和供区外观良好;3F. 术后随访 8 个月时,右膝关节屈曲功能良好

Figure 3 Effects of the saphenous branch flap with the descending genicular artery for right anterior knee wound repair in elderly patient one

例 2 女,67 岁,交通伤致左膝关节内侧皮肤坏死,以左膝关节内侧皮肤坏死 2 个月余入院。体格检查见左膝关节内侧有 3 处椭圆形创面,最大直径约 7.0 cm,创面上有黑色痂皮,按压痂壳有浮动感伴随少量浑浊液体流出,痂皮周围皮肤稍红肿、发热。入院后在椎管内麻醉下行左膝部创面清创术+焦痂切除术+VSD 治疗。术中取创面分泌物标本行微生物培养,结果检出金黄色葡萄球菌。1 周后在椎管内麻醉下再次清创,清创后创面面积为 $8.0 \text{ cm} \times 7.5 \text{ cm}$,设计并切取患侧膝降动脉隐支皮瓣转

移修复膝前创面,皮瓣面积为 11.0 cm×8.0 cm。将供区创面直接缝合。术后 2 周皮瓣完全成活,供受区创面均愈合良好。术后随访 9 个月时,供受区外观较佳,仅遗留线性瘢痕,皮瓣两点辨别觉评定为 S3+级,膝关节功能评定为良。见图 4。



图 4 采用膝降动脉隐支皮瓣修复例 2 老年患者左膝前创面的效果。4A. 术前左膝前创面;4B. 于患侧设计膝降动脉隐支皮瓣;4C. 术中切取皮瓣转移修复创面后即刻;4D. 转移皮瓣修复创面后即刻;4E. 术后随访 9 个月时,皮瓣和供区外观良好;4F. 术后随访 9 个月时,左膝关节屈曲功能良好

Figure 4 Effects of the saphenous branch flap with the descending genicular artery for left anterior knee wound repair in elderly patient two

3 讨论

膝关节前部无肌肉组织覆盖,一旦发生皮肤坏死、缺损,易导致骨质、韧带及肌腱等深部组织外露,老年人因其皮肤菲薄和血运差的生理特性,皮肤坏死发生率则更高。创面若未及时修复,可导致深部组织坏死、关节腔感染及关节软骨骨骺板破坏等后果,严重影响膝关节功能。膝前创面常用的修复方法有游离皮片移植、局部皮瓣转移、游离皮瓣移植、肌皮瓣带蒂转移、肌瓣带蒂转移加皮片移植及带血管蒂皮瓣转移等^[9-12]。游离皮片移植的前提条件是要有良好的软组织床,这就需要长时间的换药或生物敷料覆盖治疗,待创面达到皮片移植条件后再行游离皮片移植。如此一来,感染、膝关节僵直的风险将大大增加,且修复后皮片移植区常发生挛缩,影响膝关节功能。局部皮瓣转移修复创面面积有限,难以修复较大的创面。游离皮瓣移植选择灵活,修复面积大,但可供吻合的受区血管解剖位置较深,血管解剖和吻合难度大,技术要求高,老年人下肢血管条件通常较差,进一步增加了手术难度

和风险。肌皮瓣带蒂转移和肌瓣带蒂转移+皮片移植这 2 种方法的优点是抗感染能力强、血供好,但修复后外观臃肿,供区损伤较大^[13-16]。老年人基础疾病多,重要脏器功能随年龄的增长而减退,难以耐受长时间的麻醉和手术,因此,选择一种兼具血供可靠、操作简单快捷、利于早期康复且特别适应老年患者生理特点的手术方式,有助于提高手术成功率和降低术后并发症发生率,带血管蒂皮瓣转移便成为首选^[17-18]。膝关节周围带血管蒂皮瓣的选择较多,内侧有膝降动脉穿支皮瓣^[19-21]、膝降动脉隐支皮瓣^[22-23],外侧有膝上外侧动脉皮瓣^[24-25]、逆行股前外侧皮瓣^[26],后侧有股深动脉第 3 穿动脉支逆行岛状皮瓣^[27-28]、腓肠神经营养血管顺行岛状皮瓣^[29-30]。这些带血管蒂皮瓣中膝降动脉穿支皮瓣和膝上外侧动脉皮瓣的血管蒂短,皮瓣旋转范围小,有时难以完全覆盖膝前创面。逆行股前外侧皮瓣在修复膝前中等面积缺损创面中常用,其优点是可切取面积大、血管蒂长、转移距离远、可携带肌肉填塞死腔、供区相对隐蔽,且宽度在 8~9 cm 内供区常可直接闭合;但不足也比较明显,虽然旋股外侧动脉降支解剖位置比较恒定,但其与膝部血管网的吻合支的直径、相对位置存在广泛变异,当血管条件不佳时,无法切取逆行皮瓣转移;另外逆行股前外侧皮瓣的静脉回流依赖于伴行静脉的瓣膜失功能后,经过远端微静脉吻合支的“迷宫式”回流,术后易发生静脉回流障碍,导致皮瓣部分或全部坏死^[31-32]。股深动脉第 3 穿动脉支逆行岛状皮瓣和腓肠神经营养血管顺行岛状皮瓣血供可靠、切取简便,但位于下肢后侧,需转移距离远,会增加供区损伤。

1981 年 Acland 等^[33]首次报道游离移植膝降动脉隐支皮瓣获得成功。之后国内外学者也陆续进行了针对膝降动脉隐支皮瓣的解剖学研究和临床应用报道^[34-39]。研究表明,膝降动脉出现率为 88.9%,其中起源于股动脉者占 96.9%,起源于腘动脉者占 3.1%。膝降动脉于收肌管内自股动脉下端发出,起源点位于股骨内上髁上方平均 12.8 cm,起源处血管外径平均 2.2 mm。膝降动脉从收肌管前壁穿过收肌腱板至缝匠肌深面,随即分为关节支和隐支,并发出肌支进入股内侧肌和缝匠肌。膝降动脉隐支的出现率为 90.2%,起源于膝降动脉者占 63.5%,起源于股动脉和腘动脉者分别占 27.8% 和 8.7%^[40]。本组 5 具尸体的各 2 侧下肢标本共 10 条膝降动脉均出现,且均起源于股动脉,出现率高且

解剖位置恒定。本组 8 侧下肢标本的膝降动脉隐支起源于膝降动脉, 2 侧下肢标本的膝降动脉隐支起源于股动脉。临床中膝降动脉隐支只要能出现, 就可保证皮瓣成功切取和转移, 其起自何处并无影响。本研究显示膝降动脉隐支解剖位置恒定、血管蒂长, 修复膝前创面皮瓣旋转角度小($75^{\circ}\sim 85^{\circ}$), 不易扭转和卡压。膝降动脉隐支浅出皮下后营养膝下内侧小腿上段皮肤, 与胫前动脉、胫后动脉、腓肠动脉的穿支血管网吻合, 皮肤血供丰富, 可供切取较大面积皮瓣。另外, 膝降动脉隐支与隐神经伴行, 皮瓣内携带隐神经, 术后皮瓣感觉恢复良好。本解剖学研究为临床方案的制订提供了精确的形态学基础。

相较于膝前创面的其他修复方式, 膝降动脉隐支皮瓣在老年患者膝前创面修复中体现出多方面的综合优势。(1) 与游离皮片移植相比, 它能同期覆盖骨、肌腱外露创面, 抗感染能力强, 允许早期进行膝关节功能锻炼, 避免因长期制动导致的关节僵硬。(2) 与游离皮瓣移植相比, 本术式无须显微血管吻合, 手术时间显著缩短(本组患者手术时间平均缩短 1.5~2.0 h), 麻醉时间也相应减少, 这对心肺功能储备下降、耐受性差的老年患者至关重要, 可有效降低围手术期风险, 并且因为无须吻合血管, 所以术后血运监测和护理压力大大减轻。(3) 与逆行股前外侧皮瓣等依靠远端吻合供血的逆行皮瓣相比, 膝降动脉隐支为顺行血供, 血管蒂解剖位置恒定, 不存在“迷宫式”静脉回流的风险, 双套静脉回流系统(膝降动脉隐支的伴行静脉和大隐静脉)使术后静脉危象发生率更低^[41-42], 本组患者均未发生静脉回流障碍, 保证了皮瓣的可靠性。(4) 与腓肠肌肌皮瓣等局部肌皮瓣相比, 膝降动脉隐支皮瓣为筋膜皮瓣, 厚度适中, 修复创面后膝前外观不臃肿, 更符合美观要求, 且避免了切取肌肉导致的供区功能损害, 对老年人维持下肢肌力更有益。(5) 皮瓣不牺牲主干血管, 对下肢血供无影响且皮瓣质地柔软、厚度和颜色与膝前皮肤相近。(6) 供区隐蔽, 老年人皮肤松弛度增加, 所有皮瓣供区宽度在 7.0~8.5 cm 以内, 均可通过充分游离两侧皮下组织后直接拉拢缝合, 避免了皮片移植带来的二次创伤和愈合问题, 外观上仅遗留线性瘢痕, 患者接受度高^[43]。但也存在一些不足:(1) 切断隐神经, 导致小腿内侧到踝部感觉丧失, 是该皮瓣固有的不足, 本组 12 例患者的感觉异常随时间改善。(2) 切断大隐静脉, 可能

影响浅静脉回流, 不适合用于合并深静脉病变的老年患者。(3) 切取面积大时, 供区创面需移植皮片关闭。

本术式注意事项:(1) 老年人下肢血管条件较差, 术前须常规行超声多普勒检查下肢动静脉血管情况, 排除动脉闭塞或严重狭窄, 排查下肢静脉血栓。用多普勒血流探测仪探测膝降动脉及其隐支的走行和穿支情况并标记。(2) 为避免瘢痕挛缩影响膝关节功能, 设计皮瓣时, 要将皮瓣设计在膝关节平面以下, 最远可达膝关节下 20 cm。为了利于供区创面直接缝合, 常将皮瓣设计在腓肠肌内侧头表面皮肤最松弛的部位。(3) 皮瓣蒂部采用弧形切口代替传统的直线形切口, 这样的设计有利于皮瓣旋转缝合后血管蒂部压力的释放, 避免直线形切口缝合后对其下方的血管蒂造成较大压力影响血供^[40, 44-45]。(4) 切取皮瓣时先切开皮瓣前侧或后侧, 在深筋膜下游离, 向对侧掀起皮瓣, 膝降动脉隐支及伴行的隐神经、大隐静脉即在组织中隐约可见, 确保将其包含在皮瓣中即可, 不必仔细解剖分离, 以防损伤血管。对于皮瓣切取面积不大的患者, 可尝试在手术显微镜下将隐神经主干解剖出来, 仅保留支配皮瓣区域的神经分支, 但注意不要破坏神经周围的营养血管。大隐静脉是下肢重要的浅静脉回流通路, 可考虑将大隐静脉在手术显微镜下从皮瓣中小心解剖分离出来, 留在供区, 但此举存在引发皮瓣静脉回流障碍的风险。因此, 术中是否保留隐神经或大隐静脉, 需在充分评估皮瓣血供与回流代偿能力的基础上, 针对不同患者制订个体化的手术方案。(5) 不必将膝降动脉隐支及其伴行的隐神经血管神经蒂完全裸化, 血管蒂周围保留宽 2~3 cm 的筋膜组织, 既保护血管蒂, 又节约手术时间。(6) 膝下内侧皮瓣的旋转点最高可达膝上方的膝降动脉起始处, 但血管蒂在膝关节平面旋转就足够覆盖膝前创面, 切取皮瓣后, 掀起皮瓣自远及近切取血管筋膜蒂, 边解剖边尝试旋转覆盖创面, 能够轻松覆盖创面即可。若修复较远的创面, 为了增加转移距离, 可继续向膝上逆行解剖血管蒂, 钝性分离缝匠肌和股内侧肌肌间隙, 在股内侧肌、大收肌肌腱与股骨内上髁围成的三角凹陷区域内找到膝降动静脉, 解剖并切断结扎沿途分支。膝降动静脉和膝降动静脉隐支血管蒂总长度可达 20 cm。旋转时, 如有需要可将皮瓣连同血管蒂从缝匠肌下一起转移到前侧, 不必切断缝匠肌, 以免加重损伤。(7) 针对

老年人膝关节创面,早期修复和早期膝关节功能康复对预后至关重要。本组 2 例末次随访时膝关节功能差的病例,皮瓣覆盖前创面形成时间分别长达 65 d 和 71 d,显著长于本组患者平均水平(24 d),膝关节早期缺乏锻炼,关节粘连严重,功能锻炼效果不佳。

综上所述,膝降动脉及其隐支出现率高且解剖位置恒定,膝降动脉隐支的血管蒂长度和外径很适合皮瓣切取和转移。采用膝降动脉隐支皮瓣修复膝前创面后供受区外观、皮瓣感觉及膝关节功能恢复良好,是老年患者膝前创面修复的适宜选择,值得临床推广应用。然而,本研究为回顾性研究,样本量有限,未来需进行针对老年人群的前瞻性、多中心、大样本的对照研究,并探讨不同合并症对该治疗策略效果的影响。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明 丁伟:研究设计与实施、论文撰写与审定、资料采集、数据处理、经费支持;刘相坤、李磊:研究实施、资料采集、数据处理;程少文:研究指导、文章审阅与修改、理论指导;赵飞龙、鲍文秀:围手术期管理、资料采集;池征璠:研究指导、文章审阅与修改

参考文献

- [1] 中国老年医学学会烧伤创伤分会.老年急性创伤性创面评估和治疗的专家共识(2025 版)[J].中华烧伤与创面修复杂志,2025,41(9):825-839.DOI:10.3760/cma.j.cn501225-20250417-00179.
- [2] 黄永珍.老年创伤性骨折的特点及临床治疗[J].中国保健营养,2018,28(6):143.DOI:10.3969/j.issn.1004-7484.2018.06.216.
- [3] 李达.改良穿支皮瓣修复老年患者下肢皮肤软组织缺损[J].实用手外科杂志,2018,32(1):55-57,60.DOI:10.3969/j.issn.1671-2722.2018.01.019.
- [4] 芮强,沈嘉生,杨琦,等.老年人严重创伤发生静脉系血栓的风险因素研究[J].中华老年医学杂志,2022,41(10):1183-1186.DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-9026.2022.10.010.
- [5] 周小兵,张兴,姚婕,等.穿支形态学的层次解剖与 3D 定位[J].中国临床解剖学杂志,2024,42(5):575-580.DOI:10.13418/j.issn.1001-165x.2024.5.15.
- [6] 张兴,吴攀峰,李诚,等.旋股外侧动脉及其分支类型的数字解剖学研究[J].中国临床解剖学杂志,2024,42(5):535-542.DOI:10.13418/j.issn.1001-165x.2024.5.08.
- [7] 潘达德,顾玉东,侍德,等.中华医学会手外科学会上肢部分功能评定试用标准[J].中华手外科杂志,2000,16(3):130-135.DOI:10.3760/cma.j.issn.1005-054X.2000.03.003.
- [8] Ebrahimzadeh MH, Makhmalbaf H, Golhasani-Keshtan F, et al. The International Knee Documentation Committee (IKDC) Subjective Short Form: a validity and reliability study[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2015, 23(11):3163-3167.DOI:10.1007/s00167-014-3107-1.
- [9] 刘文剑,张红艳,刘德伍.不同类型的组织瓣修复胫骨近端骨折术后钢板外露伴感染创面的临床效果[J].中华烧伤与创面修复杂志,2023,39(12):1140-1148.DOI:10.3760/cma.j.cn501225-20231101-00171.
- [10] 韩军涛,王洪涛,谢松涛,等.供瓣区选择与修复策略的初步探讨[J].中华烧伤杂志,2020,36(2):85-90.DOI:10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2020.02.002.
- [11] 何晓清,石岩,杨曦,等.精准皮瓣外科理念在膝关节创面修复中的应用[J].中华创伤骨科杂志,2023,25(3):219-225.DOI:10.3760/cma.j.cn115530-20221014-00512.
- [12] 刘军,吴永伟,王建兵,等.四种膝周非主干血管作为游离组织瓣受区血管的选择探讨[J].中华整形外科杂志,2021,37(6):659-665.DOI:10.3760/cma.j.cn114453-20200313-00140.
- [13] 林润,吴立志,刘蔡钺,等.大腿远端穿支蒂螺旋桨皮瓣修复膝关节周围创面 72 例[J].中华显微外科杂志,2020,43(3):227-232.DOI:10.3760/cma.j.cn441206-20200214-00055.
- [14] 徐永清.小腿穿支皮瓣在中国的临床应用及进展[J].中华显微外科杂志,2020,43(6):521-534.DOI:10.3760/cma.j.cn441206-20200527-00243.
- [15] 李雷,周正虎,鞠文,等.以膝降动脉为蒂的游离股前外侧穿支皮瓣修复小腿保肢术后创面的临床效果[J].中华烧伤与创面修复杂志,2023,39(5):450-455.DOI:10.3760/cma.j.cn501225-20220725-00308.
- [16] 刘洋洋,吴敏,朱军,等.游离旋髂浅动脉浅支穿支皮瓣联合皮瓣供区以远全厚皮片修复四肢较大创面的临床效果[J].中华烧伤与创面修复杂志,2024,40(1):72-77.DOI:10.3760/cma.j.cn501225-20230727-00018.
- [17] 张明明,葛乃航.老年慢性创面患者 536 例流行病学分析[J].中国基层医药,2023,30(6):890-894.DOI:10.3760/cma.j.cn341190-20221123-00937.
- [18] 中国老年医学学会烧伤创伤分会.老年难愈性创面系统评估与治疗的专家共识(2025 版)[J].中华烧伤与创面修复杂志,2025,41(5):401-416.DOI:10.3760/cma.j.cn501225-20241128-00466.
- [19] 郑健雄,卓灵剑,胡稷杰.膝降动脉穿支皮瓣的临床应用及解剖研究进展[J].中华创伤骨科杂志,2017,19(9):817-821.DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-7600.2017.09.016.
- [20] 刘江涛,欧阳容兰,李丽香,等.膝降动脉穿支皮瓣应用于膝周软组织缺损创面修复的效果分析[J].东南国防医药,2022,24(5):486-489.DOI:10.3969/j.issn.1672-271X.2022.05.008.
- [21] 文炳臻,欧阳凌飞,桂炜超,等.不含大隐静脉的游离膝降动脉(嵌合)穿支皮瓣的解剖及其临床应用[J].中华显微外科杂志,2025,48(2):187-193.DOI:10.3760/cma.j.cn441206-20241107-00240.
- [22] 罗玉明,刘梦栋,杨琪瑛,等.膝上内侧自由穿支螺旋桨皮瓣修复膝关节及其周围深度创面的临床效果[J].中华烧伤与创面修复杂志,2025,41(4):378-385.DOI:10.3760/cma.j.cn501225-20240609-00220.
- [23] 张万锋,高秋芳,张小锋,等.膝降动脉隐支穿支皮瓣修复老年烧伤患者膝部深度创面的效果[J].中华烧伤杂志,2017,33(7):444-447.DOI:10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2017.07.012.
- [24] 唐举玉,贺继强,吴攀峰,等.膝上外侧动脉穿支皮瓣修复四肢皮肤软组织缺损[J].中国修复重建外科杂志,2019,33(4):467-470.DOI:10.7507/1002-1892.201811103.
- [25] 杨若梦,刘元波,朱珊,等.膝上外侧动脉穿支螺旋桨皮瓣修复膝关节周围软组织缺损[J].中国修复重建外科杂志,2021,35(12):1603-1608.DOI:10.7507/1002-1892.202106024.
- [26] 何晓清,杨曦,石岩,等.精准皮瓣外科理念下逆行股前外侧皮瓣修复膝关节前方创面的临床效果[J].中华烧伤与创面修复杂志,2023,39(7):648-654.DOI:10.3760/cma.j.cn501225-20221020-00461.
- [27] 唐举玉,贺继强,吴攀峰,等.股深动脉第 3 穿动脉穿支皮瓣修复下肢软组织缺损[J].中华显微外科杂志,2019,42(2):146-149.DOI:10.3760/cma.j.issn.1001-2036.2019.02.011.
- [28] 曹学新,张永磊,赵树青,等.股后肌瓣联合股后皮神经血管管皮瓣及闭式灌洗治疗 IV 期坐骨结节压疮的临床效果[J].中

- 华烧伤与创面修复杂志,2024,40(2):159-164.DOI:10.3760/cma.j.cn501225-20231017-00115.
- [29] 张丽轩,沈国良,黄春辉,等.顺行腓肠神经营养血管皮瓣修复小腿上段胫骨外露创面的临床应用[J].创伤外科杂志,2021,23(1):53-55.DOI:10.3969/j.issn.1009-4237.2021.01.013.
- [30] 朱海涛,曹玉珏,屠海霞,等.顺行腓肠神经营养血管皮瓣修复膝周皮肤软组织缺损的临床效果[J].中华烧伤杂志,2021,37(2):187-190. DOI: 10.3760/cma. j. cn501120-20200108-00012.
- [31] 杜青晏,臧梦青,朱珊,等.股前外侧穿支螺旋浆皮瓣的临床应用和替代方案选择[J].中国临床解剖学杂志,2024,42(5):543-548.DOI:10.13418/j.issn.1001-165x.2024.5.09.
- [32] 杨成兰,陈静,王亚亚,等.逆行股前外侧岛状皮瓣联合外增压技术修复膝关节周围软组织缺损[J].中华显微外科杂志,2025,48(2):221-225.DOI:10.3760/cma.j.cn441206-20240828-00196.
- [33] Acland RD, Schusterman M, Godina M, et al. The saphenous neurovascular free flap[J]. Plast Reconstr Surg, 1981, 67(6): 763-774.DOI:10.1097/00006534-198106000-00009.
- [34] 龙航,黄银浩,徐佳丽,等.隐动脉蒂小腿内侧皮瓣修复膝部软组织缺损七例[J].中华显微外科杂志,2019,42(4):401-403. DOI:10.3760/cma.j.issn.1001-2036.2019.04.024.
- [35] 周正虎,巨积辉,李雷,等.DSA在膝降动脉-隐动脉链式穿支蒂皮瓣修复膝关节周围创面中的临床应用[J].中华显微外科杂志,2021,44(3):298-300.DOI:10.3760/cma.j.cn441206-20190702-00227.
- [36] 詹翼,李雯雯,苏乔,等.小型猪隐动脉穿支皮瓣动物模型的建立[J].中华显微外科杂志,2019,42(3):264-267.DOI:10.3760/cma.j.issn.1001-2036.2019.03.013.
- [37] 邓伟,巨积辉,李雷,等.以膝降动脉为蒂的股骨内侧髁骨膜瓣联合植骨治疗胫骨骨不连[J].中华显微外科杂志,2020,43(2):145-150.DOI:10.3760/cma.j.cn441206-20190915-00309.
- [38] 叶东成,黄谦,周军利.以膝降动脉为蒂联合局部皮瓣修复胫骨平台骨折术后钢板外露并感染一例[J].中国美容整形外科杂志,2024,35(11):659-661.DOI:10.3969/j.issn.1673-7040.2024.11.007.
- [39] 沙俊峰,姚忠军,秦夏冰,等.膝降动脉嵌合穿支皮瓣的解剖学基础研究[J].湖北医药学院学报,2025,44(2):144-148,155. DOI:10.13819/j.issn.2096-708X.2025.02.005.
- [40] 侯春林,顾玉东.皮瓣外科学[M].3版.上海:上海科学技术出版社,2019:620-622.
- [41] 范宾,高顺红,胡宏宇,等.隐动脉穿支皮瓣修复膝前软组织缺损髌骨外露[J].中华整形外科杂志,2021,37(6):652-655.DOI:10.3760/cma.j.cn114453-20190827-00259.
- [42] 薛继东,梁琰,狄海萍,等.两种带蒂皮瓣移植修复膝部Ⅳ度电烧伤创面的临床疗效[J].中华烧伤与创面修复杂志,2024,40(12):1158-1165.DOI:10.3760/cma.j.cn501225-20240419-00143.
- [43] 郭光华,黄圣宇,朱峰.以慢性危重症的理念管理老年难愈性创面[J].中华烧伤与创面修复杂志,2025,41(8):734-739.DOI:10.3760/cma.j.cn501225-20250314-00130.
- [44] 池征璘,曹学新,陈一衡,等.改良腓肠神经营养血管筋膜蒂穿支皮瓣切取方式的应用[J].中华显微外科杂志,2020,43(3):238-242.DOI:10.3760/cma.j.cn441206-20200227-00102.
- [45] Xu H, Cao X, Kiu-Huen S, et al. A retrospective study of an updated and traditional surgical approach of the distally based sural flap[J]. J Reconstr Microsurg, 2021, 37(3): 227-233.DOI:10.1055/s-0040-1716744.