

· 论 著 ·

彩色多普勒超声对胫前动脉穿支皮瓣血管的研究

高 慧¹, 胡建群²

[摘要] 目的 应用高分辨率的彩色多普勒血流成像(CDFI)对胫前动脉穿支的分布规律及血流动力学参数进行研究。方法 应用 CDFI 对 40 侧胫前动脉穿支血管的数目、起始内径、走行、分布进行检测。并对穿支穿深筋膜处进行体表标记。应用脉冲多普勒(PW)测量穿支起始处及穿深筋膜处收缩期峰值流速(PSV),建立胫前动脉穿支血流动力学正常对照,并按侧别分组进行统计学分析。结果 胫前动脉共 40 侧,检出穿支动脉总数 236 支,每侧 4~8 支不等,平均 5.9 支。穿支沿 3 个肌间隙分布,集中在小腿中上段,胫前动脉穿支穿深筋膜位置大多集中在距离小腿外踝上 15~27 cm(55.5%)。穿支动脉起始处及穿深筋膜处 PSV 左右侧组间差异无统计学意义($P>0.05$)。结论 彩色多普勒超声可直观地显示穿支的走行分布、有无变异或缺如,能在体表准确定位,并提供血流动力学定量指标评价血管质量,为皮瓣的设计提供可靠的依据。

[关键词] 胫前动脉;彩色超声多普勒;穿支皮瓣

[中图分类号] R445.1 [文献标志码] A doi:10.3969/j.issn.1672-271X.2015.05.015

Detection on distribution and flowing dynamics of cutaneous perforators of tibial anterior arteries with color Doppler flow imaging

GAO Hui¹, HU Jian-qun². 1. Department of Ultrasound, Jiangsu Province Traditional Chinese Medicine Hospital, Nanjing, Jiangsu 210029, China; 2. Department of Ultrasound, Jiangsu Province People's Hospital, Nanjing, Jiangsu 210029, China

[Abstract] Objective To study the distribution rules and its flowing dynamics of perforator vessel of tibial anterior arteries with color Doppler imaging. Methods The quantity, the vascular initial diameter, distribution, the quality of the blood vessel and its flowing dynamics of 40 tibial anterior arteries were measured by CDFI. Marked at surface of the perforator perforating deep fascia. Peak systolic velocity (PSV) from perforator starting to the deep fascia was measured by Pulse Doppler (PW). Establish normal control of the anterior tibial artery perforator blood flow dynamics and adopted statistical analysis by the side of the grouped. Results In altogether, 40 legs studied, 236 cutaneous branches were found. Four to eight branches were found on one specimen and the average number of cutaneous perforators was 5.9. Septocutaneous perforators of the anterior tibial artery followed a reproducible pattern (septa I, II and III). In the distal segment, we found relatively few perforators. The perforating points of cutaneous branches mostly (55.5% case) appeared within 15~27 cm length above the lateral malleolus of fibula. There were no significant differences in the peak systolic velocity between left and right cutaneous perforators. Conclusion The color Doppler ultrasonography with high resolution could show the distribution and location clearly, assess the quality of the blood flow of perforators artery, and provide scientific basis for planning skin flap.

[Key words] tibial anterior artery; color Doppler flow imaging; perforator flaps

随着显微外科技术的快速发展,带血管蒂组织瓣移植术作为外科新技术得到迅速的发展,已成为创面修复、畸形矫正、功能重建及器官再造等有效的治疗手段。供区组织瓣的血管质量直接关系到手术的成败与否,准确评估血管的质量具有十分重要的意义。以胫前动脉的肌间隙穿支血管为蒂的皮瓣,属于肌间隔穿支类型,皮瓣位于小腿前外侧,血管表浅,切取方便,供区创伤小^[1]。本文就正常胫前动脉穿支的整体分布规律及血流动力学特点进行研究。

1 对象与方法

1.1 对象 健康志愿者 20 例,双腿无腿部疾患及

作者单位: 1. 210029 江苏南京,江苏省中医院超声医学科;
2. 210029 江苏南京,江苏省人民医院超声科

外伤史,其中男 10 例,女 10 例,年龄 22~37 岁,平均 26 岁。共 40 侧胫前动脉。

1.2 仪器与方法 使用德国西门子 Acuson Sequoia 512 彩色多普勒超声诊断仪,6L3 探头,频率 4~6 MHz 及 15L8 探头,频率 8~13 MHz。扫查深度 25~40 mm。选用外周动脉条件,调节 Scale 至合适。受检者取仰卧位,充分暴露双侧小腿。从胫骨外侧缘自上向下连续扫查,或沿足背动脉主干逆行向上扫查,明确胫前动脉主干位置。检查时探头与小腿表面轻轻接触,沿腓骨小头与外踝的连线缓慢地移动探头,多方位扫查,明确肌间隙穿支的起始部内径,走行及分布,并在穿深筋膜处进行体表定位。用脉冲多普勒在穿支动脉起始处及穿出深筋膜处探测穿支动脉的频谱,校正角度 $\theta < 60^\circ$,测量收缩期

峰值流速 (PSV), 以评价血管的质量。

检查完毕, 测量腓骨小头最突出点与外踝最突出点的距离, 即腓踝距, 测量每支穿支深筋膜穿出点距外踝的距离。将腓踝距等分为 3 段, 以判断穿支深筋膜穿出点的位置。

1.3 统计学处理 采用 SPSS 11.0 软件, 定量数据用均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 两组之间比较用独立样本 t 检验, 以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。以直方图表示穿支深筋膜穿出点所在的体表位置及其分布。

2 结 果

2.1 胫前动脉穿支数及分段分布情况 40 侧胫前动脉穿支 100% 显示, 未见缺如情况。胫前动脉管壁光滑, 管腔内未见血栓及斑块回声, 穿支从胫前动脉主干发出后向上、向下或横向走行, 并且经过小腿下段前方的 3 个肌间隙渐渐浅出, 最终穿过深筋膜进入皮下层。分别穿胫骨与胫骨前肌之间 (肌间隙 I), 胫骨前肌与趾长伸肌、踇长伸肌之间 (肌间隙 II), 以及趾长伸肌与腓骨长、短肌之间 (肌间隙 III)。3 个肌间隙的穿支数目及每个肌间隙分别在小腿上、中、下 3 段中的穿支分布比例见表 1。

双侧胫前动脉共检出皮支 236 支, 每支胫前动脉发出穿支动脉 4 ~ 8 支, 平均 5.9 支。其中发出 4 支的 4 例占 7%, 5 支的 12 例, 占 25.4%, 6 支的 12 例占 30.5%, 7 支的 8 例占 23.7%, 8 支的 4 例占 13.5%。穿支的起始内径 0.6 ~ 1.5 mm, 平均内径 (1.0 ± 0.13) mm。其中粗大穿支, 即内径 ≥ 1.0 mm 的有 99 支占 41.9%, 内径 < 1.0 mm 的有 137 支占 58.1%。其中上段穿支 100 支, 中段穿支 115 支及下段穿支 21 支。粗大的穿支分别为 43 支 (43.0%), 47 支 (40.8%) 及 6 支 (28.5%)。

表 1 3 个肌间隙的穿支数目及穿支在 9 个区域的分布

肌肉间隙	穿支数目 (支)	穿支平均数	穿支分布比例 (%)		
			上段	中段	下段
I	1 ~ 3	1.3 ± 0.7	5.5	12.7	3.6
II	2 ~ 5	2.8 ± 1.0	25.4	20.0	1.8
III	1 ~ 3	1.8 ± 0.9	10.9	14.5	5.4

2.2 穿支及粗大穿支穿深筋膜处体表分布 本组 40 侧小腿腓踝距为 (34.5 ± 1.2) cm。穿支浅出点距外踝上方 8.5 ~ 35.0 cm 的范围, 穿支的分布见图 1。彩色多普勒血流图可清晰显示穿支的起始、走行及穿深筋膜后, 走行于皮下, 见图 2。

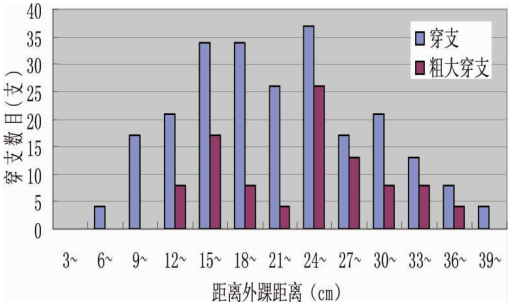


图 1 穿支及粗大穿支穿深筋膜处体表分布

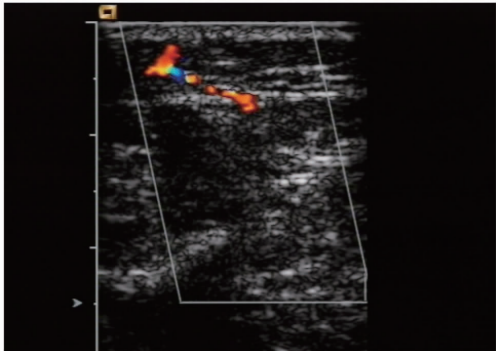


图 2 穿支动脉穿过深筋膜至皮下

2.3 穿支动脉的频谱 穿支动脉的血流参数见表 2。穿支动脉起始处及穿深筋膜处 PSV 左右侧组间比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

表 2 穿支起始处及浅出点处收缩期峰值流速 ($\bar{x} \pm s$)

组别	n	穿支起始处内径 (mm)	穿支起始处 PSV (m/s)	穿支穿深筋膜处 PSV (m/s)
左侧	40	1.08 ± 0.15	0.18 ± 0.06	0.12 ± 0.23
右侧	40	1.12 ± 0.19	0.23 ± 0.08	0.16 ± 0.11

3 讨 论

小腿前部皮瓣的血液供应来自胫前动脉的肌间隙皮支, 是主干带小分支类型的皮瓣。胫前动脉从腘动脉发出后, 穿小腿骨间隙, 进入小腿前区内, 根据其穿出部位可分为内外侧两组, 两组分别位于趾长伸肌内侧和外侧。内侧组的皮支穿胫骨前肌与趾长伸肌之间肌间隙浅出皮下, 外侧组在腓骨长、短肌与趾长伸肌间的肌间隔浅出皮下^[1]。

获得胫前动脉穿支准确信息, 对于设计安全可靠的皮瓣是非常必要的, 目前解剖学有关胫前动脉肌间隙穿支的分布尚有争议。Haertsch^[2] 和 Dong 等^[3] 认为穿支主要来源于肌间隙 I 与 III, 而 Recalde Roccha 等^[4] 则认为只来源于肌间隙 III。Whetzel 等^[5] 和 Schaverien 等^[6] 认为, 肌间隙 I、II、III 均有

穿支分布。研究表明,三个肌间隙均有穿支。彩色多普勒不仅可以清晰地显示胫前动脉干及其穿支的起始、走行、深筋膜处的浅出点,而且胫骨前方肌层较薄位置表浅,肌肉层次清晰,可以准确判断穿支与周围肌肉的关系。其中以间隙Ⅱ穿支数最多,每侧 2~5 支,平均 (2.8 ± 1.0) 支,其次为间隙Ⅲ,每侧 1~3 支,平均 (1.8 ± 0.9) 支,而间隙Ⅰ穿支数最少,每侧 1~3 支,平均 (1.3 ± 0.7) 支。这与 Whetzel 等^[5]研究结果穿支集中在间隙Ⅰ、Ⅲ有所不同。考虑除了人群分布不同外,可能与彩色超声多普勒对于内径细小的穿支检出率低于尸体解剖有关。

本组双侧胫前动脉共检出穿支 236 支,平均每支胫前动脉有穿支 5.9 支,以 5~6 支居多,主要集中在小腿中、上段。Hupkens 等^[7]发现小腿下段穿支数较少,这与本次研究结果一致。穿支集中在小腿中、上段,而且内径较粗大,共 215 支,占总数 90.1%,其中粗大穿支 90 支,占总数 93.8%。下段穿支共 21 支,占总数 9.9%,其中粗大穿支 6 支,占总数 6.2%。下段不仅穿支数目较少,内径也较细小。

本文除了明确穿支浅出点的分布,对于穿支浅出点的具体分布范围也做了分析,浅出点多集中在距离小腿外踝上方 15~27 cm 内,占穿支总数的 55.5%,而粗大穿支的浅出点则集中在外踝上 15~18 cm 及 24~27 cm 两个区域内,分别占 17.7% 及 27.1%。传统的小腿前部皮瓣,多以胫前动脉在外踝上方平均 17.2~25.6 cm 处发出的上下皮支为血管蒂形成的小腿中上 1/3 岛状皮瓣,可修复足背软组织损伤^[8],这也与本研究结果较为一致。

为了进一步获取更加安全可靠的皮瓣,尽可能减少皮瓣坏死的并发症,对于供区皮瓣穿支细致的了解,显得尤为重要。按传统的方法,将小腿以 3 个肌间隙和上、中、下 3 段,分为 9 个区域。其中 5 个面积内穿支数较多,包括中段 3 个面积,上段Ⅱ、Ⅲ间隙的两个区域。Panagiotopoulos 等^[9]认为 9 个区中有 5 个区中出现内径大于 1.0 mm 穿支的可能性大于 50%。其中包括上段的Ⅰ、Ⅲ间隙及中段的 3 个间隙,这不但有利于筋膜皮瓣设计还可有效防止并发症的发生。

胫前动脉皮瓣临床应用广泛,皮瓣可顺行移位修复小腿上部及膝部创面,也可以逆行转移修复足跟、足底创面^[10]。与筋膜蒂皮瓣相比,以胫前动脉血管蒂形成穿支皮瓣踝上组织损伤小,皮瓣旋转容易,隧道通过性好,不易发生皮瓣缺血淤血现象,且小腿下段皮瓣较薄,质地外观良好,远期效果较佳。

在皮瓣的设计中,首先要根据多普勒选择穿支

浅出点,以穿出点连线设计皮瓣,以创面的面积大小决定皮瓣面积,按受区要求确定皮瓣的移植方式。穿支血管的部位和口径存在变异,走向有细微个体差异,细小穿支容易在术中受损,不同程度上导致手术的失败或者术后影响皮瓣的成活。而选择包含有粗大穿支、穿支数较多的皮瓣区域,不仅保证皮瓣有足够的血供,还为其提供了更多的备用穿支,从而避免因术中穿支的损伤导致手术失败。

高分辨率彩色多普勒超声在临床医学的应用有很大进展^[11-12],可以实时动态观察,直观地显示穿支血管的走行、内径及与周围肌肉组织的关系,而且操作简便,无创,重复性好,能准确进行体表定位,还可通过频谱多普勒检测穿支血管的频谱、血流流速及相关的血流参数,为穿支皮瓣的血供提供相对客观定量的评估。

【参考文献】

- [1] 钟世镇,徐传达,丁自海.显微外科临床解剖学[M].济南:山东科学技术出版社,2005:95-96.
- [2] Haertsch PA. The blood supply of the skin of the leg: a post mortem investigation[J]. Br J Plast Surg, 1981, 34(4): 470-477.
- [3] Dong JS, Peng YP, Zhang YX, et al. Reverse anterior tibial artery flap for reconstruction of foot donor site[J]. Plast Reconstr Surg, 2003, 112(6): 1604-1612.
- [4] Recalde Roccha JF, Gilbert A, Masquelet A, et al. The anterior tibial artery flap: anatomic study and clinical application[J]. Plast Reconstr Surg, 1987, 79(3): 396-406.
- [5] Whetzel TP, Barnard MA, Stokes RB. Arterial fasciocutaneous vascular territories of the lower leg[J]. Plast Reconstr Surg, 1997, 100(5): 1172-1183.
- [6] Schavieren M, Saint-Cyr M. Perforators of the lower leg: analysis of perforator locations and clinical application for pedicled perforator flaps[J]. Plast Reconstr Surg, 2008, 122(1): 161-170.
- [7] Hupkens P, Schijns W, Van Abeelen M, et al. Lateral lower leg perforator flaps: an anatomical study to localize and classify lateral lower leg perforators[J]. Microsurgery, 2015, 35(2): 140-147.
- [8] Wang CY, Chai YM, Wen G, et al. Superficial peroneal neurocutaneous flap based on an anterior tibial artery perforator for forefoot reconstruction[J]. Ann Plast Surg, 2015, 74(6): 703-707.
- [9] Panagiotopoulos K, Soucacos PN, Korres DS, et al. Anatomical study and colour Doppler assessment of the skin perforators of the anterior tibial artery and possible clinical applications[J]. Plast Reconstr Aesthet Surg, 2009, 62(11): 1524-1529.
- [10] 强力,顾黎明,吴柯,等.应用胫前动脉肌皮瓣修复足背部皮肤软组织缺损[J].实用医学杂志,2011,27(2):257-259.
- [11] 杨欲晓,成佳,杨宏亮,等.不同距离目标三维超声容积自动测量技术准确度的实验研究[J].东南国防医药,2014,16(2):124-127.
- [12] 黄蓉,梁瑜,卢炳丰,等.自体骨髓间充质干细胞移植促进缺血下肢血管新生的实验研究[J].医学研究生学报,2015,28(7):706-710.

(收稿日期:2015-07-02;修回日期:2015-07-20)

(本文编辑:齐名;英文编辑:王建东)