血管柄付腓骨移植の経験

熊本機能病院

中島英親・米満弘之
錦戸悦夫・伊藤芳憲

熊本赤十字病院

平良誠・川島重明
山内達朗

Vascular Fibular Transplant

by

Hidechika Nakashima, Hiroyuki Yonemitsu, Etsuo Nishikido
and Yoshinori Ito

Kumamoto Kinoh Hospital

Makoto Hiraga, Shigeaki Kawashima and Taturo Yamauchi

Kumamoto Red Cross Hospital

Free vascularized fibula grafts were used to treat three patients who had extensive defect, osteomyelitis and pseudarthrosis in the femur.

Vascular pedicle fibular transplants were used to treat three patients who had osteomyelitis and pseudarthrosis.

The six patients had been followed from three months to two years and seven months and could be evaluated.

Radiograph of the transplanted fibula showed no evidence of sequestrum or bone resorption.

The progress of bone healing was checked radiographically at one month intervals until union became solid. These radiography showed that solid union was achieved in all patients with the mean time being 6.2 months.

Postoperative complications had not occurred.

はじめに

血管柄付腓骨移植は、living bone graftとして、早期にかつ確実に骨癒合が得られる特徴を持ち、難治性の骨髓炎、広範な骨欠損などに用いられている。今回私達は、島状皮弁の腓骨動静皮枝を剥離し、腓骨動静脈の本幹に達し、この腓骨後面の血管に沿って筋肉を薄く残し切離し、短時間で血管柄付腓骨を採取できる方法について述べ、また、遊離、有茎の血管柄付腓骨移植を行った症例の経過観察をし、結果を検討したので報告する。

血管柄付腓骨採取法

Taylor¹²⁾の採取法と比較し異なる点は、腓骨動静脈から皮膚へ向かう後下腿筋間中隔から、筋肉に枝を出さないで貫通する皮枝を確認し、これを剥離し、腓骨後面の腓骨動静脈の本幹に達し、この血管に沿って筋肉、主として長拇趾屈筋腱の附着部を薄く、図1のように切離し、採取する腓骨の長さまで腓骨動静脈を剥離することから始めることである。

手術室に入る前に、doppler flow meterにて腓骨動脈の皮枝を確認し、マジックにて印をつける。この際、大久保ら⁹⁾の言う筋肉内を通らず後下腿筋間中隔を通

図1 血管柄付腓骨の採取

り貫通する皮枝は、腓骨のほぼ末梢 2/5 の高さなので、この高さを中心としてデザインするが、長短腓骨筋とヒラメ筋の筋間中隔を手で触れて確認し、この部より下腿後面の方向に採取する monitoring flap¹³⁾¹⁴⁾ は面積が大きくなるようにする。

体位は腹臥位または側臥位にて、腓骨後面の縦切開で、ほぼ Henry の Approach で入るが、monitoring flap の部位は、下腿後面より切開し、下腿筋膜と皮下脂肪の間を注意深く前方へ向かって皮膚を剥離し、筋膜を貫通して皮膚へ分布する血管をみつける。血管径は 0.2~0.3 mm である。そしてその多くは、長短腓骨筋

とヒラメ筋の筋間中隔の硬い筋膜から出ている場合が多い。硬い筋膜を裂いて血管を分離し、この血管に沿って腓骨動静脈の分岐部へ達する。この部は腓骨の後面である。

次に採取する腓骨の長さまで、腓骨動静脈を腓骨後面に沿って露出するが、主として、この部位の附着は長拇趾屈筋腱であるので、図 1 のように、腓骨部に 2~3 mm の筋肉を残して切離する。この時、長拇趾屈筋腱の附着部の近位で主栄養動脈が出ている場合があり注意する。そして、必要な腓骨の長さを確認し、腓骨後面の腓骨動静脈を結索する。次に腓骨の前外側の長短腓骨筋を、浅腓骨神経を損傷しないように剥離する。そして、採取する腓骨の長さを確認し、線鋸またはデュールで切り、この腓骨を引き上げて、骨間膜、伸筋腱、後脛骨筋の附着部を 2~3 mm 残して切離すると、腓骨へ入ってくる腓骨動静脈を確認できる。そして、駆血帯をはずして採取する腓骨からの出血、monitoring flap の色調を確認し、腓骨動静脈の分岐部で、出来るだけ中枢で切離し、血管柄付腓骨を採取する。

臨床例について

熊本機能病院で施行した血管柄付腓骨移植は 6 症例で、遊離血管柄付腓骨移植 4 本、有茎血管柄付腓骨移植 3 本で、移植床は大腿骨 3 症例、下腿骨 3 症例である、monitoring flap を 3 例に施行した (表 1)。

症 例

症例 1 : 23 才、男性。

主訴 : 右大腿骨骨髓炎。

交通事故にて受傷し、某医で骨接合をうけ、その後

表 1 血管柄付腓骨移植症例

	症 例	年齢	性別	疾 患 名	移植骨の長さ	移植法	モニタリングフラップ	骨癒合までの期間	観察期間
1	K. K.	21	男	右大腿骨骨欠損	17 cm	遊離	3 × 2 cm	6 カ月	2 年 7 カ月
2	A. K.	60	男	右下腿骨偽関節	9.5 cm	有茎	—	5 カ月	2 年 1 カ月
3	T. U.	34	男	右下腿骨偽関節	9 cm	有茎	4 × 5 cm	6 カ月	1 年 6 カ月
4	T. K.	23	男	右大腿骨骨髓炎	20 cm 15 cm	遊離 遊離	3 × 2 cm 5 × 3 cm	6 カ月	1 年 3 カ月
5	W. O.	58	男	右大腿骨偽関節	8 cm	遊離	—	8 カ月	8 カ月
6	K. S.	47	男	右下腿骨偽関節	6.5 cm	有茎	—	不 明	3 カ月

骨髓炎を生じ、当科来院。

初診時所見：右大腿骨骨髓炎にて骨折部分の骨破壊を生じ、骨折部分で異常可動性がある。

手術法、経過：骨折部の癒痕を切除し、大腿骨の骨壊死部を切除し、搔爬洗浄し、ドレーンを入れて創閉鎖し、鋼線ケン引下に持続洗浄をし、経過観察をする。その後血管造影を施行し、吻合血管を確認し、後日、偽関節部を開けて骨折部を再度搔爬、洗浄し、創外固定器で骨接合をし、両下腿から2本の血管柄付腓骨を採取する。各々の長さは、20 cm と 15 cm である。こ

れらを骨折部に移行し、動脈は、外側大腿回施動脈の下行枝、大腿深動脈の分枝とそれぞれ採取した腓骨の腓骨動脈とを吻合し、静脈は、大伏在静脈、外側大腿動脈の伴走静脈と腓骨静脈を吻合する。その後約6カ月で骨癒合し、約1年2カ月後に創外固定器をはずす(第2図)。

症例2：21才、男性。

主訴：右大腿骨骨欠損。

交通事故にて受傷し来院。

初診時所見：右大腿骨の広範な骨欠損。また、大腿骨

a. 術前

b. 術前動脈造影

c. 島状皮弁のついた
20 cm と 15 cm の
血管柄付腓骨

d. 術直後

e. 血管再建法

f. 術後1年 骨癒合良好

図2 症例1：23才、男性、右大腿骨骨髓炎。

下部粉碎骨折にて大腿骨の変形が著しい。

手術法、経過：掻爬、洗浄し、ケン引療法にて経過観察し、血管造影後1週間して、骨折部の瘢痕を切除し創外固定器を施行して骨接合し、その後、左下腿から血管柄付腓骨の17 cmを採取し、右下腿から骨膜を付けない腓骨の19 cmを採取し、この2本を骨欠損部に移行し骨接合する。血管柄付腓骨の動脈は、外側大腿回施動脈と吻合し、静脈は外側大腿回施動脈の伴走静脈と吻合する。その後1年後に骨移植を追加し、約2年半後の現在、独歩で歩行をしている（第3図）。

症例3：57才、男性。

主訴：右下腿開放骨折後偽関節。

交通事故にて受傷し、某医で骨接合術をするも、骨癒合が悪く来院。

初診時所見：骨折部は、X線撮影にてかなり骨欠損と骨破壊を生じている。

手術法、経過：入院後血管造影をし、腓骨動脈の腓骨への血流を確認し、有茎の血管柄付腓骨計画する。脛骨前面に約15 cmの切開を加えて、偽関節の部分を出し、瘢痕化した不良肉芽を切除し、骨壊死部を切除する。次に、Henryの切開にて入り、長短腓骨筋とヒラメ筋との間の筋間隔より出てくる腓骨動脈の皮枝を確認し、腓骨動静脈を出し、9.5 cmの血管柄付腓骨を出し、腓骨動静脈の分岐まで剥離し、十分余裕をもつ

a. 術前

b. モニターリングフラップ
付血管柄付腓骨長さ
17 cmを採取。

c. 血管柄付腓骨と骨膜を剥
離した腓骨を移植し、
創外固定

d. 術後1年移植骨の中樞の
骨癒合良好

e. 術後2年半血管柄付腓骨の
肥大を認める

図3 症例3：21才、男性、右大腿骨骨欠損

て腓骨動静脈を pedicle として骨間膜を開窓しこの部を通して下腿前面の骨折部へ出して同部に固定する（第4図）。

結 果

骨癒合の条件の悪い骨移植母床に、血管柄付腓骨移植し、有茎、遊離ともに約6カ月で骨癒合が得られた。移植腓骨の横径肥大は、手術後1年まではほとんど認められないが、2年経過した2例はともに認められ、とくに、2年5カ月経過した例は20%の肥大を認めた。骨膜を剥いだ腓骨と、血管柄付腓骨を同時に移植した

症例では、血管柄付腓骨の骨癒合が早くまた、2年5カ月後にて骨膜を剥いだ腓骨ははっきりした形態がなく骨化している。血管柄付腓骨移植後に骨移植を追加した症例で、骨癒合、骨化の増大を生じ、骨全体が肥大した。有茎の血管柄付腓骨を骨間膜を通して移行してから脛骨を骨接合する方が、より容易に移植できる。また、下腿中央部以下の骨欠損、骨髓炎、血管柄付腓骨移植をするため、腓骨動脈の主栄養血管を含めず、骨膜血行のみにて腓骨の出血を確認し、有茎血管柄付腓骨移植をした症例も骨癒合も良好で、とくにかわりなかった。

a. 術前

b. 術前動脈造影

c. 有茎血管付腓骨皮弁を挙上

d. 有茎血管付腓骨皮弁の移植の模式図

e. 術後2年後、骨癒合良好である

図4 症例2：60才，男性，右下腿偽関節。

考 察

骨欠損の大きい症例や、骨髓炎をおこし骨移植母床の条件が悪い症例の場合、従来の遊離骨移植では移植骨が腐骨となったり、吸収されたり、骨髓炎が再発しやすくなる。これを防止する為には移植骨の血行を保ったまま移植する、living bone graft⁷⁾が合理的である。これを臨床的には Taylor¹²⁾が 1975 年、外傷後の下腿骨骨欠損に対して初めて free vascularized fibular graft を施行した。その後、多数の報告¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾がある。このように長幹骨の骨欠損、骨髓炎には donor として腓骨が用いられてきた。非常に重要な腓骨の栄養血管に関しても多くの論文がある⁴⁾。

現在、1) 主栄養動脈 (principal nutrient artery) 2) 骨端部動脈 (metaphyseal artery) 3) 骨膜動脈 (periosteal artery) の 3 種類の流入血管があり、主栄養動脈が骨皮質の内側の 2/3 を、骨膜動脈が骨皮質の外側 1/3 を栄養しているとされる。このことから理想的には、主栄養動脈を含めて採取することがよい。しかし、髄内釘を入れ骨接合をし、骨髓血行を損傷しても骨癒合が得られることを考えると、必ずしも主栄養動脈を含めなくて採取しても、骨癒合が得られると考えられる。今回下腿偽関節の 3 症例は有茎の血管柄付腓骨移植をし、このうち 2 例は主栄養動脈を含めず、骨膜血行のみで、駆血帯をはずし、採取腓骨からの出血を確認し移植している。しかし、術後の経過は良好である。有茎であると、高年令においても利用でき便利である。大腿骨骨欠損と大腿骨骨髓炎の 2 例は主栄養動脈を含んで血管柄付腓骨を採取している。

このうち 1 例は血管柄付腓骨 2 本を用い、他の 1 例は血管柄付腓骨 1 本と骨膜を剥いだ腓骨 1 本を用いた。骨膜を剥いだ腓骨は血管柄付腓骨に比べて、骨癒合が悪かった。

腓骨の肥大に関しては、玉井・鷺見ら⁸⁾⁹⁾¹¹⁾¹⁵⁾の研究があり、小児において著しい肥大を生じ、成人では荷重をかけ始めてから横径肥大があるとされている。私達の症例も、術後 1 年まではほとんど横径肥大は見られず、術後 2 年以上で明らかな肥大が見られる。

ま と め

1. 血管柄付腓骨の採取には、腓骨動脈の皮枝を剥離し、これに沿って腓骨動静脈の本幹に達して採取に必要な腓骨の長さまで、腓骨動静脈を剥離することか

ら始めると短時間で採取可能である。

2. 骨膜を剥いだ腓骨は、血管柄付腓骨に比べて骨癒合が悪く、術後 2 年 5 カ月で形態がわからないように骨化している。

3. 血管柄付腓骨は、術後 1 年目では横径肥大がみられず、術後 2 年目以降で肥大を認める。

4. 有茎血管柄付腓骨移植は高年令 (60 才以上) でも利用できた、主栄養動脈を含めず、骨膜血行だけでも、骨癒合は良好であった。

文 献

- 1) Andrew J. Weiland, M. D., Rollin K. Daniel, M. D.: Microvascular anastomosis for bone grafts in the treatment of massive defects in bone, J. Bone Joint Surg., 61-A: 98-104, 1978.
- 2) 土井一輝, 服部 奨, 中村修二・他: 遊離血管付骨移植の臨床応用—外傷性下腿骨欠損に対して—. 日災医会誌, 28: 312-319, 1980.
- 3) 藤巻有久, 須田 均, 山内裕雄: 血管吻合による骨の移植. 手術, 32: 1095-1103, 1978.
- 4) 生田義和, 菅田 徹, 安達長夫・他: 血管柄付遊離骨移植の手法とその問題点. 災害医学, 21: 1131-1140, 1978.
- 5) Mitsuo Yoshimura, M. D., Koji Shimamura, M. D., Yoshinobu Iwai, et al.: Free vascularized Fibular Transplant, J. Bone Joint Surg., 65-A: 1295-1301, 1983.
- 6) 大久保 康一, 室田景又, 富田泰次・他: 皮膚を付けた遊離血管付腓骨移植について. 整形・災害外科, 26: 577-585, 1983.
- 7) Pesi B. Chacha, M. Ahmed, J. S. Daruwalla: Vascular Pedicle Graft of the ipsilateral fibula for non-union of the tibia with a large defect, J. Bone Joint Surg., 63-B: 244-253, 1981.
- 8) 高橋正憲, 矢部 裕, 吉沢英造・他: 血管柄付腓骨遊離移植による先天性偽関節の治療経験. 中部整災誌, 22: 1019-1022, 1977.
- 9) 高見 博, 高橋定雄, 中島寛之・他: 下腿広範囲骨欠損に対する遊離血管柄付腓骨移植の経験. 整形外科, 33: 641-646, 1982.
- 10) 玉井 進: Microsurgery を応用した再建手術. 整形外科, 30: 135-142, 1979.
- 11) 玉井 進, 坂本博志, 福居顕宏・他: 先天性四肢長管骨偽関節症に対する血管柄付腓骨移植術. 整形災害外科, 26: 601-612, 1983.
- 12) Taylor, G. I., Miller, G. D. H., Ham, F. J.: The free vascularized bone graft, plast. Reconstr. Surg. 55: 533-544, 1975.
- 13) 山内茂樹, 野村 進, 上野達弥: Free vascularized fibula graft における血流 indication としての flap に

ついて、整形・災害外科，26：569-575，1983.

- 14) 吉村光生，井村慎一，野村 進・他：下肢皮膚欠損に対する新しい治療法—peroneal island flap の試み，26：1745-1747，1983.

- 15) 鷺見信清，佐々木博，矢部 裕：血管柄付骨移植に関する実験的研究—移植長管骨の横径成長について，第 56 回日整会に発表，1983.

発 言

久留米大学 山中 健輔

外傷性下腿偽関節の欠損が小さい例では，decortication でも十分骨癒合すると考えられるので vascular-

ised であるから癒合したと断定されるのはどうかと思う。

解 答

熊本機能病院 中島英親

下腿偽関節の症例はなにも血管付腓骨をもつてなくても良かったのではないかな。

① 現在まで3カ月程骨癒合，骨移植術がなされているが骨癒合がみられず，今回有茎の血管付腓骨移植は手術が短時間ででき，living bone のため骨癒合良好と思われます。

~~~~~