

(表1)。9症例の局所合併症の内訳は、瘻孔形成2例、局所感染2例、皮弁壊死4例、リンパ漏1例であった。これらの局所合併症を誘因として髄膜炎1例、頭蓋内膿瘍1例、敗血症2例、DIC1例、頸動脈破裂3例、肺炎・胸水貯留1例が発症し、うち6症例が死亡した。9症例の合併症の要因として、切除範囲、頸部郭清、移植組織、手術時間、出血量、放射線照射歴について比較検討した(表2)。放射線治療歴のある症例は全例が合併症により死亡していた。しかし、その他の要因については一定の傾向を認めなかった。

(代表症例)

症例5：56歳、男性

診断：下咽頭癌(右梨状陥凹) T3N2b

表1 全身合併症39症例の内訳(重複あり)

窒息・肺炎などの呼吸器系合併症	12例
創部の合併症から発展した全身合併症	9例
再手術を要した腹部合併症	6例
脳梗塞	5例
下肢静脈血栓	2例
肺梗塞	1例
悪性症候群	2例
腎不全	1例
肝不全	1例
キシロカイン中毒による深呼吸停止	1例

既往歴：1994年中咽頭癌、1998年口腔底癌にてそれぞれ放射線治療歴あり(線量不詳)。本症例に対して1999年2月4日咽喉食摘、右根本的頸部郭清、左保存的頸部郭清、遊離空腸移植を施行した。全手術時間は10時間35分、出血量は600cc、輸血は行わなかった。術後4病日よりドレーン排液より著明な悪臭を認め、術後第5病日頸部の縫合創を開放したところ、遊離空腸の口腔側吻合部の右側に瘻孔形成が確認された。また頸動脈周辺に感染を認め、頸動脈表面は壊死組織様に変色していた(図1)。直ちに緊急手術に入り、デブリードマンDP皮弁による被覆を行った(図2)。しかし同日夜頸動脈破裂を来したため、総頸動脈を結紮したところ左半身麻痺となった。術後第6病日深夜、再び頸動脈出血と全身状態の悪化のため死亡した。

考 察

局所の合併症そのものとしては瘻孔形成、感染、皮弁壊死が認められた。これらの合併症を完全に無くすることは不可能であるが、その要因を分析し除去すること、あるいは局所合併症を早期に発見し対応することにより、大きな合併症への発展を回避することは重要である。周術期合併症の要因としては、放射線照射歴、切除範囲、頸部郭清、移植組織、手術時間、出血量などが考えられる。放射線治療歴については合併症のリスクを

表2 局所の合併症から発展した全身合併症9例の内訳

症例	年齢	性別	原発巣	切除範囲	頸部郭清	移植組織	局所合併症	全身合併症	手術時間	出血量	照射歴	転帰
1	64	男	下咽頭	咽喉食摘	左RND	遊離空腸	瘻孔形成	椎前部感染から髄膜炎	9:14	240	あり	死亡
2	76	男	鼻腔	前頭開頭・頭蓋底切除	右MND	腹直筋皮弁	局所感染	頭蓋内膿瘍	15:40	2,657	無	軽快
3	21	男	下歯肉	下顎区域切除	左MND	腸骨皮弁(骨付)	皮弁採取部感染	MRSA敗血症	10:40	1,150	無	軽快
4	64	男	中咽頭	咽喉食摘	右RND	遊離胃管	瘻孔形成	頸動脈出血・脳梗塞	6:23	800	あり	死亡
5	56	男	下咽頭	咽喉食摘	右RND・左MND	遊離空腸	瘻孔形成	頸動脈出血・脳梗塞	10:35	600	あり	死亡
6	58	男	口腔底	舌垂全摘・下顎区域切除	両MND	肩甲骨皮弁(骨付)	局所感染・皮弁壊死 自己抜管にて窒息	DIC 植物状態	9:58	950	無	死亡
7	61	男	中咽頭	下顎区域切除	左MND	腹直筋皮弁	皮弁壊死・局所感染	敗血症性ショック	10:05	1,062	あり	死亡
8	60	男	下咽頭・食道	咽喉食摘・食道全摘	右MND	有茎結腸supercharge	皮弁壊死	頸動脈出血	9:45	400	あり	死亡
9	76	男	下咽頭	咽喉食摘	両MND	遊離空腸	リンパ瘻	胸水・肺炎	8:14	257	無	軽快



図1 頸動脈周辺に感染を認め、頸動脈表面は壊死組織様に変色している。

増大させるとする報告¹⁾と、合併症の発生頻度に差が無いとする報告²⁾があるが、一般的には局所の合併症の発生頻度そのものには大きくは影響しないと考えられる。しかし、今回検討した9症例では放射線治療歴のある5症例の全例が死亡している。このことは、照射部位にひとたび局所合併症が起きると創傷治癒が遷延し重症化しやすいことを示している。つまり、放射線治療歴は局所合併症が悲惨な経過をたどる大きな誘因となっていると考えられる。

切除範囲、頸部郭清、手術時間、出血量については、今回の少ない症例数の間では一定の傾向を認めなかった。しかし、切除範囲に関しては、その拡大とともに手術侵襲は増大するため、合併症の要因となり得ると考えられる。また、根本的頸部郭清後には胸鎖乳突筋など頸動脈周囲を被覆する軟部組織がすべて切除される。このため、瘻孔形成や感染が起きると頸動脈に直接侵襲が加わることから、大きな合併症に発展しやすいことは想像に難くない。手術時間に関しても、10時間を越える長時間の手術は術後の局所・全身合併症や感染の原因になりやすいことが多数報告されている^{1), 3), 4)}。このことから、腫瘍の切除と皮弁採取を

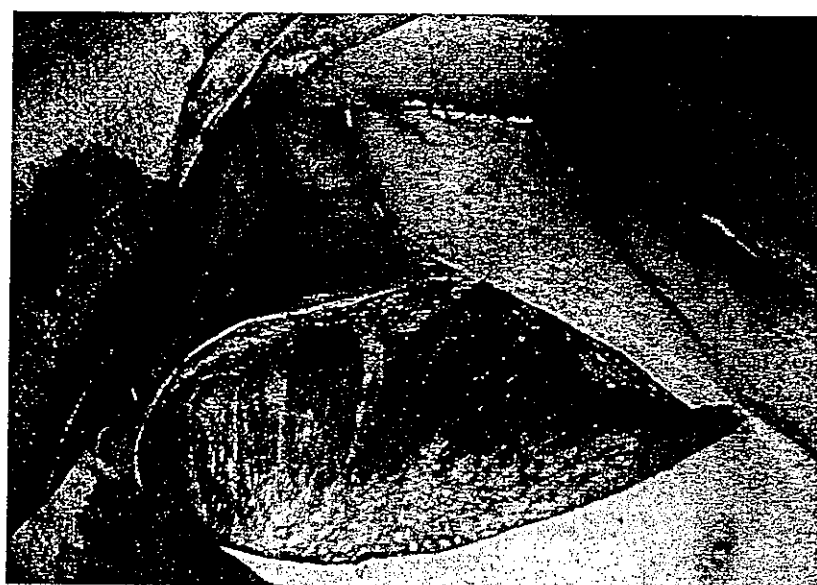


図2 緊急手術にて、デブリードマン、DP皮弁による被覆を行った。

同時進行で行うこと、無用な出血を避けること、縫合系の結紮をすばやく行うことなど、手術に携わるすべての医師、看護師が手術時間の短縮を図るという明確な意図を持って治療に当たる必要があると考えられる。

一方、局所合併症が起こった場合の対応であるが、当院ではこれまで早期発見・早期治療に努めてきた。局所の発赤、腫脹、熱感、圧痛、ドレーン排液の汚れや悪臭など、瘻孔形成や感染を示唆するような兆候を認めた場合には、ためらわずに創を開放して局所の確認を行うことが重要である。頭頸部には頸動脈や気道、中枢神経が集中しており大きな合併症に発展しやすいため、必要があれば手術室でのデブリードマン、あるいはドレナージ、皮弁による被覆を行うことにより、被害の拡大を防ぐことができると考えている。しかし実際には局所合併症から死亡に至った症例が9例中6例もあり、さらなる工夫が必要であると考えている。

頭頸部再建術後の創合併症は、ときに致死的となる全身合併症の誘引となる。特に照射歴のある

症例では、局所の創傷治癒が遷延化して治療に難渋することがあり、注意を要する。重篤な全身合併症を避けるためには、十分な術後の経過観察と、早期の合併症発見・治療が重要である。最後に、今回は既存のデータベースより抽出を行ったが、症例の漏れもあると考えられるため、今後再度全例調査を行い、詳細に検討する必要があると考えられた。

文 献

- 1) Singh B et al : Factors associated with complications in micro-vascular reconstruction of head and neck defects. *Plast Reconstr Surg* 103 : 403-411, 1998.
- 2) Bengtson BP et al : Influence of prior radiotherapy on the development of postoperative complications and success of free tissue transfers in head and neck cancer reconstruction. *Am J Surg* 166 : 326-330, 1993.
- 3) Serletti JM et al : Factors affecting outcome in free-tissue transfer in the elderly. *Plast Reconstr Surg* 106 : 66-70, 2000.
- 4) Penel N et al : Risk factors for wound infection in head and neck cancer surgery : a prospective study. *Head Neck* 23 : 447-455, 2001.

Analysis of complications after head and neck reconstruction

Minoru SAKURABA, Yoshihiro KIMATA, Hideki KADOTA, Ryuichi HAYASHI and Satoshi EBIHARA

Division of Plastic and Reconstructive Surgery, and of Head and Neck Surgery, National Cancer Center Hospital East, Kashiwa 277-8577, Japan

Various types of local complication can occur after head and neck reconstruction. Although most complications are mild and easily treated, some can progress to become systemic complications. We report on 9 cases of systemic complication that developed from local complications. From 1992 through 2002, systemic complications developed in 39 patients after head and neck reconstruction. In 9 patients, systemic complications were induced by local complications, such as fistulae, local wound infections, flap necrosis, and lymphorrhea. The resulting systemic complications were rupture of a carotid artery in 3 patients, sepsis in 2 patients, and meningitis, intracranial abscess, disseminated intravascular coagulation, and pleural effusion in 1 patient each. Six of the 9 patients died. Local complications after head and neck reconstruction can easily affect important structures, organs, and systems such as the carotid artery, the airway, and the central nerve system, through anatomic connections. Such progression from local complications may become life-threatening and should be prevented by careful observation and immediate treatment. In particular, wound healing may be prolonged in patients who have received radiotherapy, enabling mild infections or small fistulae to become severe complications. Therefore, patients who have received radiotherapy must be monitored closely for complications.

New One-Stage Nerve Pedicle Grafting Technique Using the Great Auricular Nerve for Reconstruction of Facial Nerve Defects

Isao Koshima, M.D.,¹ Yazaburo Nanba, M.D.,¹ Tetsuya Tsutsui, M.D.,¹
Yoshio Takahashi, M.D.,¹ and Seiko Itoh, M.D.¹

ABSTRACT

A new one-stage nerve pedicle grafting technique, employing a vascularized great auricular nerve graft, was used to repair a facial nerve defect. The facial nerve of a 39-year-old woman with facial schwannoma was resected, and an island vascularized great auricular nerve graft from the ipsilateral side was transferred to bridge a 4 cm long defect of the buccal branch. Postoperatively, rapid nerve sprouting through the vascularized nerve graft and excellent facial reanimation were obtained within 6 months after surgery. This method in one-stage using a vascularized nerve graft is technically easy, requires a short operating time, has minimal donor-site morbidity, and leads to successful nerve regeneration postoperatively.

KEYWORDS: Vascularized nerve graft, one stage, facial nerve repair

Nerve pedicle grafting is a method by which one nerve is sacrificed to repair another, using a grafting technique in which the blood supply to the graft is preserved.¹ This method was first described by Strange in 1947² and 1950.³ In the former report, the ulnar nerve was sacrificed in favor of the median nerve and, in the latter report, the lateral popliteal nerve was sacrificed in favor of the medial popliteal nerve. In 1978, Alpar and Brooks⁴ reported a good effect in nine patients with Volkmann's ischemic lesions. They sacrificed the ulnar nerve to repair the median nerve. With this method, nerve gaps were bridged in two stages with a 4-week interval between (Fig. 1). Although good results were demonstrated because of the use of a vascularized nerve graft, the necessity for a two-stage procedure and sacrifice of the neighboring motor nerve are disadvantages; therefore, the method has not become popular. To overcome these disadvantages, we developed a one-stage

nerve pedicle grafting technique employing an island vascularized nerve graft and the use of a sensory nerve. This paper is the first report on this one-stage grafting technique with an island vascularized great auricular nerve graft for reconstruction of a facial nerve defect.

CASE REPORT

A 39-year-old woman had a large schwannoma for 5 years originating from the right facial nerve and extending to the skull base. She showed no preoperative facial paralysis.

Under general anesthesia and with a preauricular incision, a right parotidectomy involving the tumor was performed. As a result, facial nerve gaps (4 cm in length) between the proximal main stump and the distal buccal and zygomatic branches were created. The defect between the proximal stump and the distal buccal branch

Journal of Reconstructive Microsurgery, Volume 20, Number 5, 2004; accepted for publication February 2, 2004. Address for correspondence and reprint requests: Isao Koshima, M.D., Plastic and Reconstructive Surgery, Graduate School of Medicine and Dentistry, Okayama University, 2-5-1, Shikata, Okayama City, Okayama, Japan 700-8558. ¹Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Graduate School of Medicine and Dentistry, Okayama University, Okayama, Japan. Copyright © 2004 by Thieme Medical Publishers, Inc., 333 Seventh Avenue, New York, NY 10001, USA. Tel: +1(212) 584-4662. 0743-684X,p;2004,20,05,357,362,ftx,en;jrm01015x.

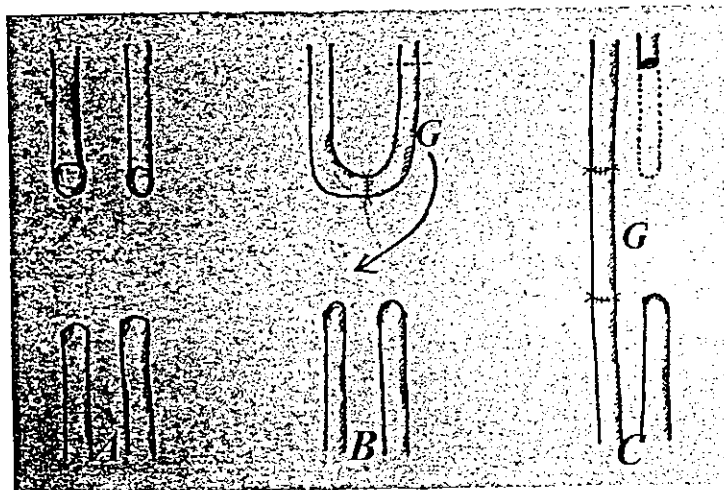


Figure 1 Schematic drawing of two-stage nerve pedicle grafting for nerve gaps.

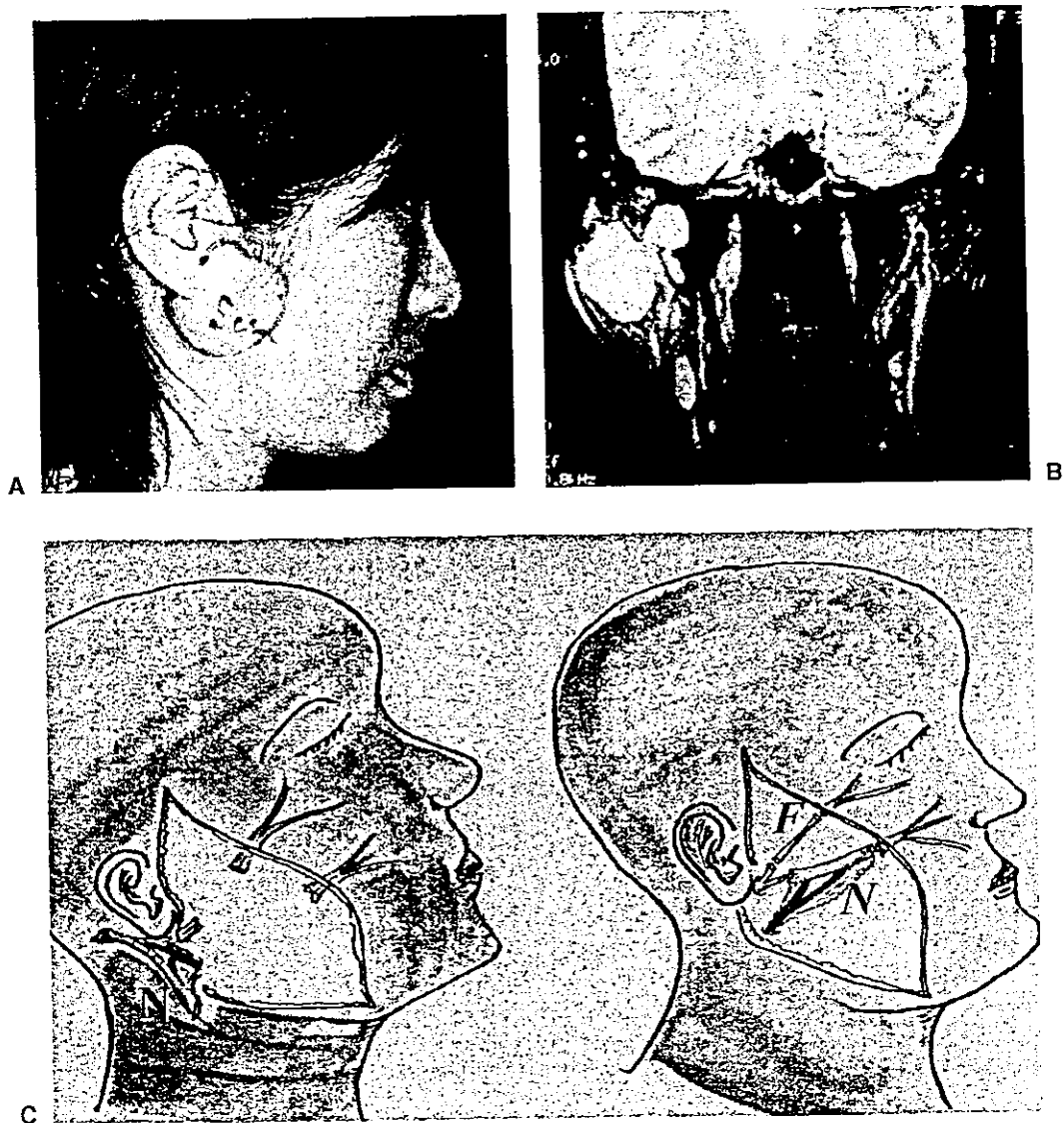


Figure 2 (A) A 39-year-old woman with a schwannoma of the right facial nerve. (B) Magnetic resonance image shows a large tumor extending to the skull base. (C) Schematic drawing of one-stage nerve grafting defects of the buccal branch. (Island vascularized great auricular nerve graft, 'N'.) A free sural nerve graft 'F' was implanted at the zygomatic nerve gap.

was repaired with 4 cm of island vascularized great auricular nerve graft from the ipsilateral side. As the posterior auricular vessels and feeding vessel of the great auricular nerve were located parallel to the nerve and on the same fascia layer, the transferred nerve graft was elevated with superficial fascia of the sternocleidomastoid muscle. The defect between the proximal stump and zygomatic branch was repaired with a 4-cm length of free sural nerve graft from the right lower leg. Both nerve grafts were sutured under the operating microscope with 10-0 monofilament nylon and with a 75-micron needle (Fig. 2).

The postoperative course was uneventful, and there were no marked complications, except for hypesthesia at the donor posterior auricular sites. Postoperative nerve recovery through the buccal branch was very rapid, compared to that of the zygomatic branch,

and the patient obtained strong zygomatic muscle contraction within 6 months after surgery. Nerve recovery for the orbicularis oculi muscle was slow. One year and 8 months after the primary surgery, although the function of right eyelid closure was still weak, the patient gained acceptable function of the facial muscles (Fig. 3).

DISCUSSION

Although facial nerve losses can usually be repaired with free non-vascularized nerve grafts, recovery of facial reanimation is not always good. Recovery depends on the length of the nerve gap, pre- and postoperative radiation therapy, the age of the patient, and ischemic changes in the surrounding tissues. To date, vascularization of nerve grafts has been mostly ignored, and this has been the cause of poor nerve regeneration in human cases. The

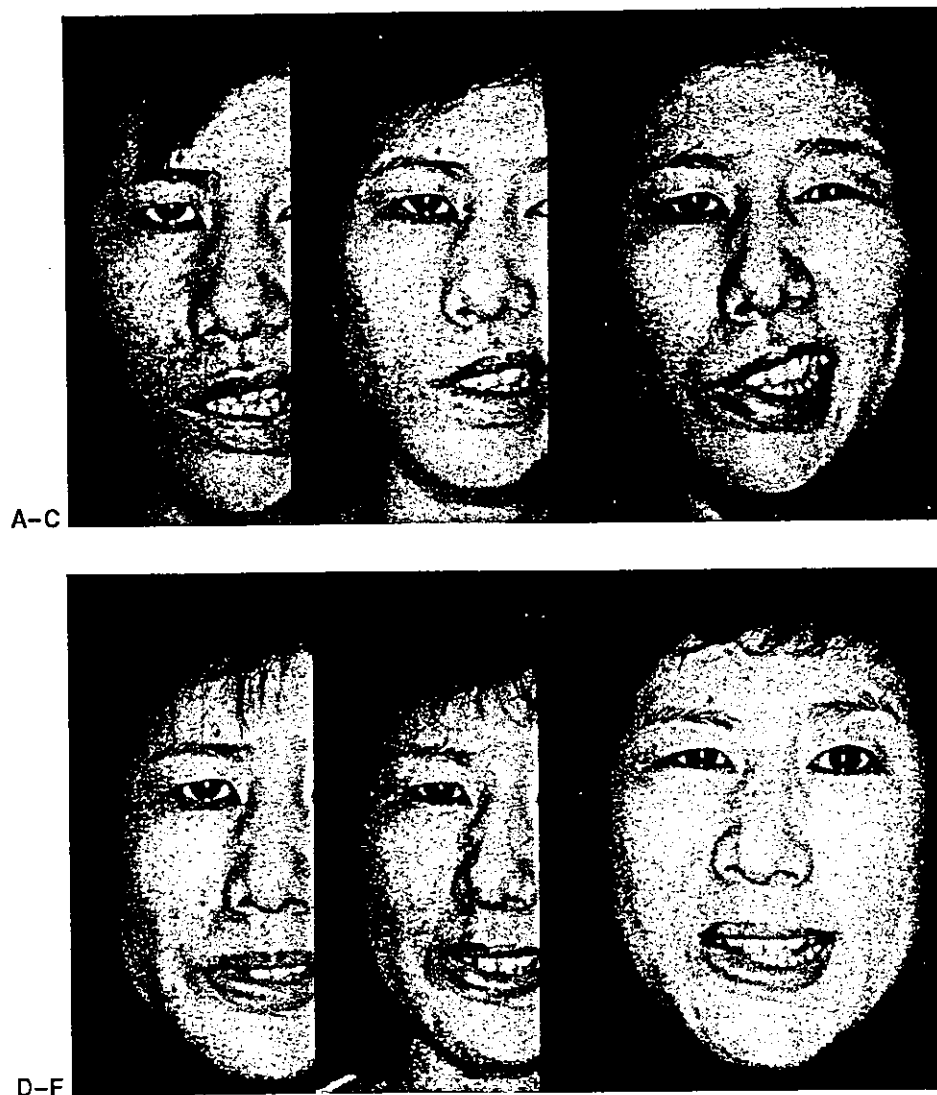


Figure 3 (A-C) Postoperative facial appearance. (A) Two weeks after surgery. (B) Two months after surgery. (C) Six months after surgery. (D-F) Postoperative recovery of facial reanimation. (D) Eight months after surgery. (E) Sixteen months after surgery. (F) Nineteen months after surgery.

concept of nerve pedicle grafting is similar to that of the classical multi-stage tubed pedicle flap transfer with preservation of blood circulation. The main reason why good results have been achieved with this method is that it is a vascularized nerve graft with blood flow immediately after surgery.

Regarding vascularized nerve grafts and following Taylor's clinical trial⁵ with microvascular anastomosis, we reported the first experimental study on these grafts, in which rapid nerve regeneration sprouting occurred.^{6,7} Thereafter, many authors reported that in cases with poor conditions for nerve recovery, better results could be expected with a vascularized nerve graft than with a non-vascularized one.⁸⁻¹⁰ In addition, in animal models,^{6,7} it was validated experimentally that vascularized grafts show rapid nerve sprouting even in well-vascularized recipient beds. In humans with established lower brachial plexus palsy, nerve sprouting from the proximal intercostal motor nerve through the 25 cm of a vascularized deep peroneal nerve graft required 3 months for regeneration.¹¹ Thereafter, forearm flexor muscle reconstruction was possible in a second-stage procedure with a secondary free gracilis muscle transfer.¹¹ In human cases, rapid nerve sprouting of vascularized nerve grafts can easily bridge nerve gaps of 20 cm in length, and the sprouting speed has been three times faster than that of free non-vascularized nerve grafts.¹¹⁻¹³

One-stage nerve pedicle grafting is technically easier than two-stage nerve pedicle grafting or a free vascularized nerve graft. Donor cutaneous nerve loss has less morbidity, and all nerve gaps can be repaired with this method because all nerves have their own nutrient vessels like island skin flaps (Fig. 4). We believe that this method is indicated for all facial nerve defects immediately after the creation of nerve gaps. Strong facial reanimation can be expected due to rapid nerve sprouting. This method is absolutely indicated for cases in which good recovery cannot be expected with non-vascularized nerve grafts, including cases with pre- and postoperative radiation therapy, and elderly patients with poor potentials for nerve regeneration. Although this method could be indicated for all nerve gaps with a greater length than is regenerable with free non-vascularized nerve grafts, the donor nerve should be a cutaneous nerve to minimize the donor functional defect.

ACKNOWLEDGMENTS

Materials in this paper were presented at the 45th Annual Meeting of the Japanese Society for Plastic and Reconstructive Surgery, Nagasaki City, Japan, April 28, 2002, and at the 26th Annual Meeting of the Japanese Society of Head and Neck Tumors, Makuhari Chiba, Japan, June 13, 2002. The authors thank Dr. Mamoru Fujii, Department of Otolaryngology, Onomichi General Hospital, and Dr. Ken Akisada, Associate

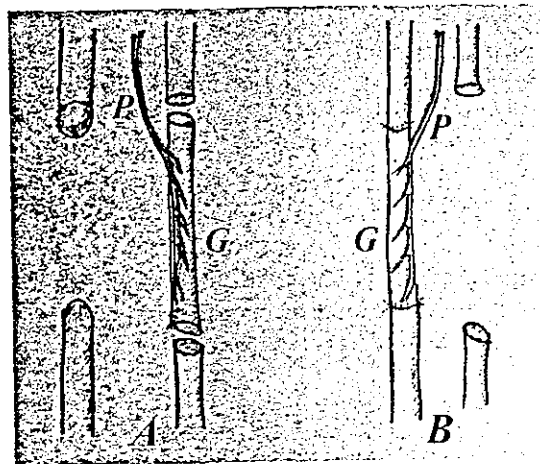


Figure 4 Schematic drawing of one-stage nerve pedicle grafting. (A) Nerve gap and neighboring nerve with a pedicle vessel. (B) Nerve gap is bridged by a nerve graft which has a pedicle vessel and was obtained from the neighboring nerve.

Professor of Otolaryngology, Kawasaki Medical School, for their support of this work. This study was also supported in part by a Grant-in-Aid for Cancer Research from the Japanese Ministry of Health, Welfare, and Labor (H15-040).

REFERENCES

1. Sunderland S. *Nerve Injuries and Their Repair: A Critical Appraisal*. London, Edinburgh, New York: Churchill Livingstone, 1991:485-486
2. Strange FG StC. An operation for nerve pedicle grafting: preliminary communication. *Brit J Surg* 1947;34:423-425
3. Strange FG StC. Case report on pedicle nerve graft. *Brit J Surg* 1950;37:331-333
4. Alpar EK, Brooks DM. Long term results of ulnar to median nerve pedicle grafts. *Hand* 1978;10:61-64
5. Taylor GI, Ham FJ. The free vascularized nerve graft. *Plast Reconstr Surg* 1976;57:413-426
6. Koshima I, Harii K. Experimental study of vascularized nerve grafts: multifactorial analyses of axonal regeneration of nerves transplanted into an acute burn wound. *J Hand Surg* 1985; 10A:64-72
7. Koshima I, Harii K. Experimental study of vascularized nerve grafts: morphometric study of axonal regeneration of nerves transplanted into silicone tubes. *Ann Plast Surg* 1985;14:235-243
8. Rose EH, Kowalski TA. Restoration of sensibility to anesthetic scarred digits with free vascularized nerve grafts from the dorsum of the foot. *J Hand Surg* 1985;10A:514-521
9. Shibata M, Tsai TM, Firrell J, Breidenbach WC. Experimental comparison of vascularized and nonvascularized nerve grafting. *J Hand Surg* 1988;13A:358-365
10. Kanaya F, Firrell J, Tsai TM, Breidenbach WC. Functional results of vascularized versus nonvascularized nerve grafting. *Plast Reconstr Surg* 1992;89:924-930
11. Koshima I, Okumoto K, Umeda N, et al. Free vascularized deep peroneal nerve grafts. *J Reconstr Microsurg* 1996;12: 131-141

12. Koshima I, Moriguchi T, Soeda S, Hamanaka T, Tanaka H, Ohra S. Free rectus femoris muscle transfer for one-stage reconstruction of established facial paralysis. *Plast Reconstr Surg* 1994;94:421-430
13. Koshima I, Tsuda K, Hamanaka T, Moriguchi T. One-stage reconstruction of established facial paralysis using a rectus abdominis muscle transfer. *Plast Reconstr Surg* 1997;99:234-238

穿通枝皮弁

光嶋 勲*¹ 吉村浩太郎*² 朝戸裕貴*³ 難波祐三郎*⁴

Key words : 穿通枝皮弁(perforator flap), スーパーマイクロサージャリー(supermicrosurgery), 胸背動脈穿通枝皮弁(TAP flap), 前外側大腿皮弁(ALT flap), 深下腹壁動脈穿通枝皮弁(DIEP flap), 殿筋動脈穿通枝皮弁(GAP flap)

Abstract 現在多用されている筋皮弁・筋膜皮弁から筋・筋膜を除去し、筋間穿通血管または筋間中隔穿通血管のみを茎としても広範囲の皮弁が生着する。穿通血管を茎とするこのような穿通枝皮弁は0.8 mm前後の微細血管吻合技術の確立によって短血管茎の遊離皮弁としても臨床応用されつつある。代表的な上肢の穿通枝皮弁としては、橈骨動脈穿通枝皮弁がある。躯幹部の穿通枝皮弁として、腹直筋穿通枝皮弁(深下腹壁動脈穿通枝皮弁, 傍臍穿通枝皮弁), 広背筋穿通枝皮弁, 殿筋穿通枝皮弁がある。下肢における有用な穿通皮弁の臨床応用として、前大腿皮弁, 内側大腿皮弁, 後脛骨動脈穿通枝皮弁などがある。穿通枝皮弁の特徴は、(1) 主要な動脈, 筋の犠牲がない, (2) 手術が短時間で終了する, (3) thin flap にでき易い, (4) 皮弁採取部を自由に選択できる, (5) 穿通枝の解剖学的な位置に変異がある, などである。

穿通枝皮弁の概念

極小(0.5~0.8 mm)の血管茎1本のみで、大径(3~1 mm)の血管茎で栄養される皮弁と同程度の面積が生着可能な穿通枝皮弁が臨床応用されつつある。2001年9月のゲント国際穿通枝皮弁講習会にて本皮弁の定義に関して consensus meeting が開かれ、“筋膜または筋を含めず皮膚と脂肪から構成され、1または数本の穿通枝によって栄養される皮弁”ということ合意が得られた。穿通動脈の多くは皮神経と伴走し、皮膚のみでなく神経の栄養血管となることが多いので、別名で神経

皮弁(neuroskin または neurocutaneous flap) などとも呼ばれる。解剖学的特徴から、穿通枝皮弁は、(1) 筋内穿通枝, (2) 筋間中隔穿通枝, (3) 腱間穿通枝, (4) 骨軟骨膜間穿通枝などに分類される。また、茎の長さによる分類として、長茎(long pedicle perforator flap), 短茎(short pedicle perforator flap), 穿通枝のみ(true perforator flap)などに分類するのがよい。

穿通枝皮弁の歴史

1980年代の当時筆者は筋膜を除いた皮弁でもその生着範囲はそれを含めたものとほとんど同じであることを前外側大腿皮弁や四肢の皮弁で多く経験し、筋膜を除き穿通枝のみを血管茎とする穿通枝皮弁の臨床応用例を報告し、これが筋膜皮弁に対する新しい皮弁(穿通枝皮弁)であることをはじめ強調した。この穿通枝皮弁の概念を背景とした臨床応用例は1989年のKoshimaの報告¹⁾以後とされている。それに先立ちすでに1983年、

*¹ Isao KOSHIMA, 〒113-8655 東京都文京区本郷7-3-1 東京大学医学部形成外科学教室, 教授

*² Kotaro YOSHIMURA, 同教室, 講師

*³ Hirotaka ASATO, 同教室, 助教授

*⁴ Yuzaburo NAMBA, 〒700-8558 岡山市鹿田町5-1 岡山大学大学院医歯学総合研究科形成再建外科学教室

Yoshimura らの遊離腓骨動脈穿通枝皮弁²⁾, 1984 年の Song らの前大腿皮弁³⁾なども有用な穿通枝皮弁である。また 1985 年, 新井らはサーモグラフィにより穿通枝の位置を確認できることを報告し, Pennington らも腹直筋穿通枝を茎とする遊離腹壁脂肪弁による顔面半側萎縮症の再建を行った。その前後において Ponten(1981), 西条(1985), Cormack(1984)⁴⁾, 中島(1986)⁵⁾, 丸山らは筋膜皮弁における筋膜血行と穿通枝の重要性を指摘し, 1980 年代中頃より筋膜皮弁全盛時代を迎え, 現在でもなお深筋膜血行の重要性が強調され続けている。Taylor らは腹直筋皮弁が穿通枝皮弁とできることを解剖学的に指摘した⁶⁾。1989 年 Koshima らは腹直筋穿通枝皮弁による舌再建例と大腿部広範欠損の再建例を報告し¹⁷⁾⁸⁾, その後は後脛骨穿通枝皮弁⁹⁾¹⁰⁾, 殿筋穿通枝皮弁による仙骨部褥瘡の治療¹¹⁾, 前外側大腿皮弁による頭頸部再建¹²⁾, キメラ型前外側大腿皮弁¹³⁾, flow-through 型前外側大腿皮弁¹⁴⁾, 胸背動脈穿通枝皮弁^{15)~17)}, 橈骨動脈穿通枝皮弁¹⁸⁾¹⁹⁾, 内側足底穿通枝皮弁²⁰⁾, 大腿筋膜張筋穿通枝皮弁²¹⁾などを報告した。

穿通皮弁の海外における現状

穿通皮弁はすでに欧米においても多くの臨床応用がなされている。その背景として欧米では近年, 乳房再建における TRAM flap 使用後のドナーの合併症が予想外に高いことが判明した。そこで腹直筋筋皮弁に代わる再建材として深下腹壁動脈(腹直筋)穿通枝皮弁による再建が主流となりつつある。本皮弁の国際的な普及とさらなる発展を目的として, 1997 年 6 月 11~14 日, 第 1 回穿通皮弁と静脈皮弁に関する live surgery を中心とした講習会がベルギー・アントワープ市にて開催された。第 2 回穿通皮弁講習会は 1998 年 11 月ニューオーリンズ(100 名)で開催された。第 3 回ミュンヘン(1999 年, 300 名), 第 4 回グラスゴー(2000 年, 50 名), 第 5 回アントワープ(2001 年, 200 名), 第 6 回台北(2002 年 10 月), 第 7 回ロンドン(2003 年 10 月)で開催され続けている。

代表的な各種の穿通枝皮弁

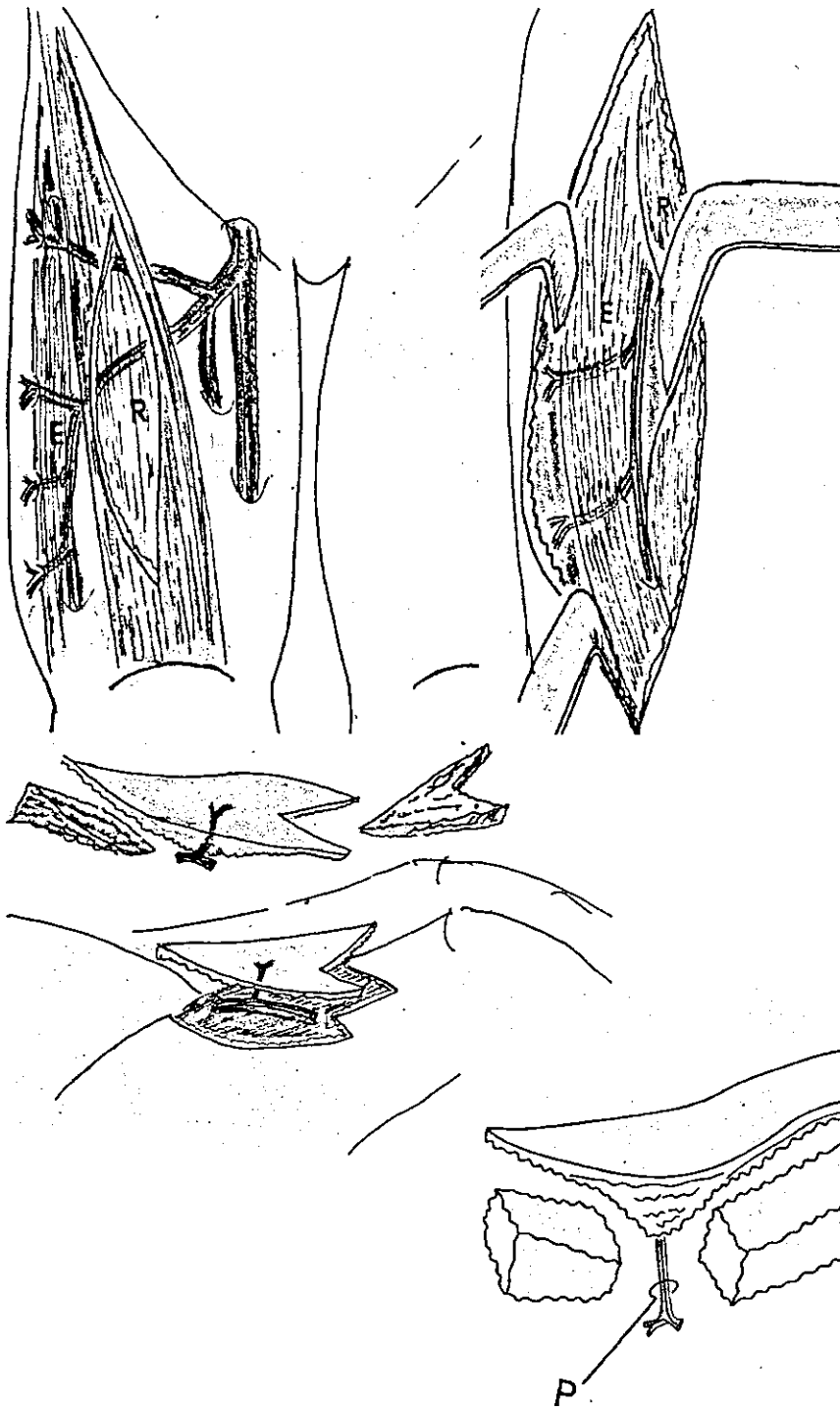
1. 胸背動脈穿通枝皮弁(thoracodorsal artery perforator flap, TAP flap)^{15)~17)}

広背筋ではその近位側において胸背動脈を源とする筋内穿通血管が数本存在する。本皮弁と肩甲骨の合併皮弁は仰臥位のままで採取できる。筋の中央部または遠位側では肋間動脈系を源とする筋内穿通血管が多数認められる。後者では第 9 肋間動脈の外側皮枝(筋穿通枝)などの太い血管茎も利用できる。遊離広背筋穿通枝皮弁としては, 近位側にデザインする肩甲下動脈系を茎とするもの, 筋前縁部にデザインし, 肋間動脈外側皮枝を茎とするもの, 傍脊柱筋の穿通血管を茎とするものなども利用できる。

2. 外側大腿回旋動脈系(前外側・前内側大腿皮弁 anterolateral or anteromedial thigh flap, ALT or AMT flap)^{12)~14)}, 大腿筋膜張筋穿通枝皮弁(TFL perforator flap)²¹⁾

筆者らは過去 17 年にわたり約 180 症例に対し, 前外側大腿皮弁を用い, 多くの遊離皮弁の中で最も有用性が高いことを報告し続けてきた。前内側大腿皮弁の茎は外側大腿回旋動脈の内側下行枝から分岐する筋間中隔穿通枝である。この枝は大腿直筋と縫工筋の筋間中隔を通過し皮枝となる。この枝は時に欠損することがあるので全面的に信頼できない。筆者の経験では, 外側と内側の下行枝が同時に存在することは比較的少ない。また, 外側下行枝が欠損する場合にはほとんどの場合, 内側下行枝と本穿通枝が存在する。以上より前外側皮弁と前内側皮弁は発生学的に同一の血管茎であり同一の皮弁とみなすべきではないか。他の解剖的変異として大腿直筋欠損を少なからず経験した。この場合多くは直筋と内側または外側広筋が合体していたが, 下行枝と穿通枝は常に存在し, 皮弁の挙上は可能であった(図 1, 2)。

大腿筋膜張筋穿通枝皮弁の茎は外側大腿回旋動脈の横行枝が大腿筋膜張筋を穿通し数本の皮枝となるのでこれを用いた筋を含めない穿通枝皮弁が



a-1	a-2
b-1	
	b-2

図 1.

a-1: 右側の前外側大腿皮弁の栄養血管(外側大腿回旋動脈系)の走行(R: 大腿直筋, E: 外側広筋).

外側大腿回旋動脈からの筋間または筋内穿通動脈は外側下行枝から派生するもの(前外側大腿皮弁)と内側下行枝からのもの(前内側大腿皮弁)がある. 両下行枝が同時に欠損または存在することは少ない.

a-2: 大腿直筋と外側広筋の間に外側大腿回旋動脈の下行枝がある.

b-1: 短茎の前外側大腿皮弁. 一期的に脂肪除去が可能である.

b-2: free thin flap

挙上できる. 血管茎が短いという短所があるが傷跡が目立たず筋皮弁にもできる(図3, 4).

3. 深下腹壁動脈穿通枝皮弁(deep inferior epigastric artery perforator flap, DIEP flap)¹⁾⁷⁾⁸⁾

深下腹壁動脈から分岐して腹直筋を穿通し, 皮膚に入る穿通皮枝を茎とする皮弁は臍の周囲に作成できる. 太い穿通枝は臍の周囲約5 cm以内に

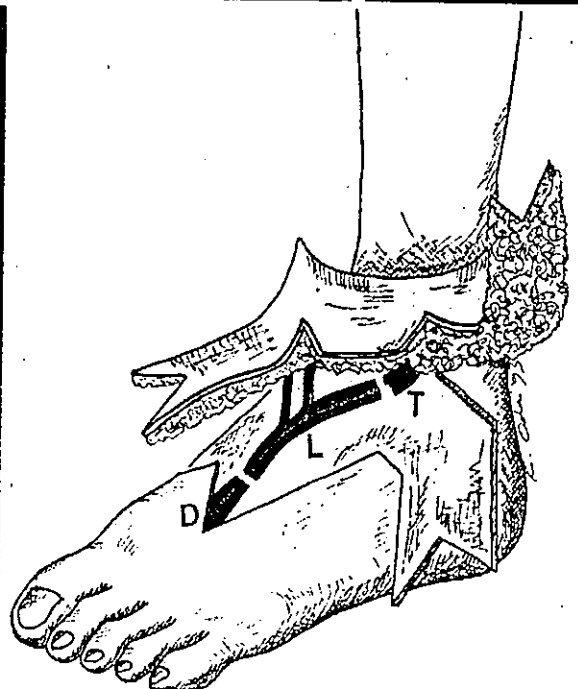
あることが多く, 1本の穿通枝で30×20 cm大の大型皮弁を生着させることができる. さらに一期的に脂肪除去が可能であり薄層皮弁にできる. 本皮弁では腹直筋がその運動神経とともにほとんど損傷されず温存されるため, 特に欧米で乳房再建を中心として近年使用頻度が増えつつある(図5, 6).

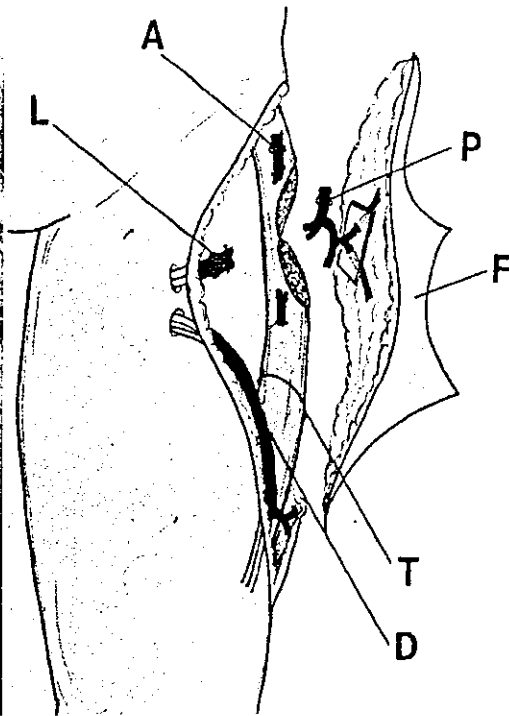
	a-1	a-2
b-1	b-2	c-1
d-1	d-2	c-2



図 2.

- a : 症例 1 : 31 歳, 男性, 外傷性皮膚壊死例
 - b-1 : 左側前外側大腿皮弁のデザイン
 - b-2 : 皮弁挙上
 - c-1 : 皮弁移行時
 - c-2 : 移行シェーマ (T : 足背動脈, L : 外側大腿回旋動脈の下行枝, D : 足背動脈, flow-through 型移植となっている.)
 - d : 術後 1 年
- (文献 14 より引用)





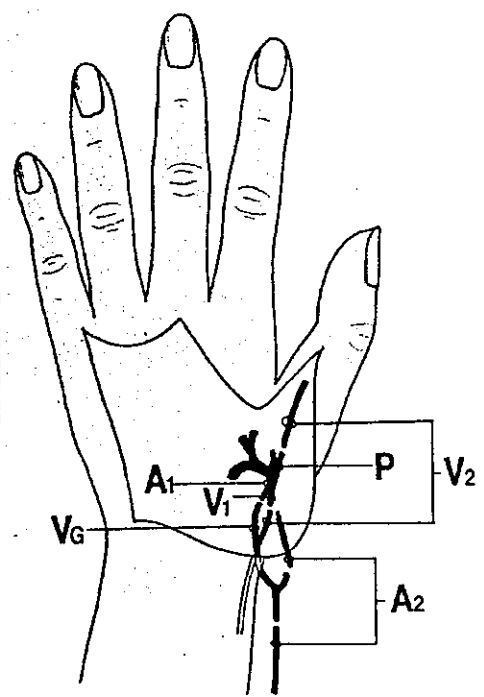
a|b

図 3.
 a : 右大腿部
 b : 左大腿部における大腿筋膜張筋穿通枝皮弁のシエーマ (L : 外側大腿回旋動脈の横行枝, A : 上行枝, D : 下行枝, P : 穿通枝の分岐部, T : 大腿筋膜張筋, F : 皮弁)
 (文献 21 より引用)



a |
 b-1|b-2| c

図 4-a~c.
 a : 症例 2 : 70 歳, 男性. 左手背部腱皮膚の広範挫滅例
 b : 来院時一期的に遊離大腿筋膜張筋穿通枝皮弁(左大腿から採取)移植を行った.
 c : 血管吻合のシエーマ (P : 穿通枝の分岐部, A₁, V₁ : 短茎の横行枝, A₂ : 切断された橈骨動脈に T 型の静脈 (VG) が flow-through 移植された. V₂ : 切断された手背皮静脈に 茎静脈を flow-through 移植)
 (文献 21 より引用)



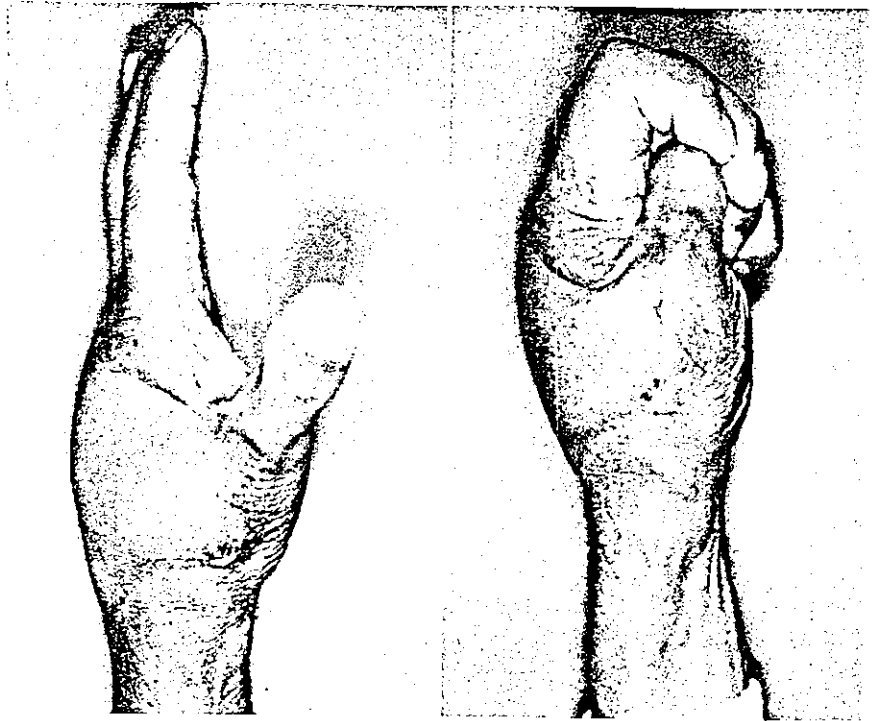


図 4-d.
d : 術後 4 か月
(文献 21 より引用)

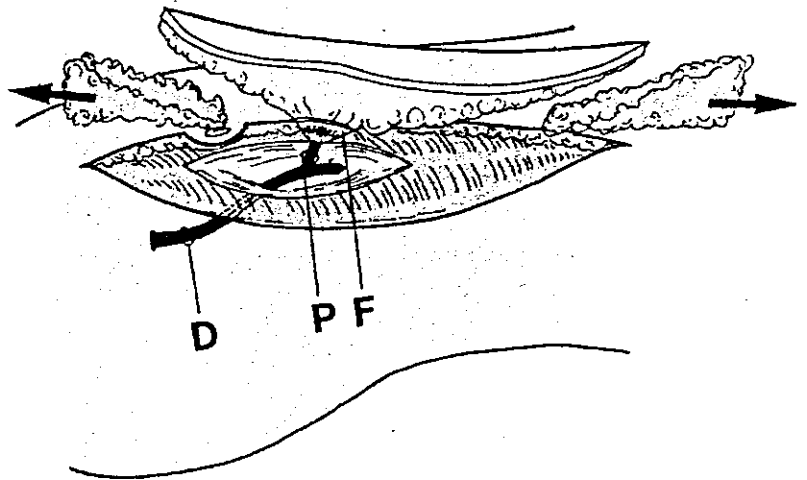


図 5.
深下腹壁動脈穿通枝皮弁 (thin DIEP flap) のシェーマ
(D : 深下腹壁動脈, P : 穿通枝, F : 腹直筋筋膜)
(Koshima, I, et al. : Paraumbilical perforator flap without deep inferior epigastric vessels. Plast Reconstr Surg. 1052-1057, 1998. より引用)

4. 殿筋動脈穿通枝皮弁 (superior gluteal artery perforator flap, S-GAP flap ; inferior gluteal artery perforator flap, I-GAP flap)¹¹⁾

殿部には殿筋を穿通する筋内穿通動脈が多数存在する。特に仙骨周辺は殿筋を穿通する皮枝が仙骨外縁に沿って存在する (図 4-a)。これらの傍仙骨部穿通血管を用いた島状の穿通枝皮弁は、片側殿部ほぼ全領域が生着するので仙骨部の褥瘡に対して有用である。遊離殿筋穿通皮弁の茎は、殿部中央部のやや太い (0.5 mm) 穿通血管を筋の深層まで剝離した上で遊離皮弁として皮膚欠損部に移植する。下殿部の癒痕は座位時に問題となるため上

殿部からの採取 (S-GAP flap) が望ましい (図 7)。

5. 後脛骨動脈穿通枝皮弁 (posterior tibial artery perforator flap)⁹⁾¹⁰⁾

下腿内側には脛骨内縁に沿って後脛骨動静脈から派生する数本の筋間 (筋内) 穿通枝が存在する。屍体を用いた検索では、下腿遠位側 1/3 の範囲内で脛骨内縁に沿って多く存在し、内果より約 10 cm 近位に穿通枝がある確率が高い。後脛骨動脈を犠牲としない島状穿通動脈皮弁として下腿遠位部の骨露出創の被覆に適する。また、本穿通枝は下腿部における伏在神経の栄養血管でもあるので、血管柄付伏在神経片、伏在神経皮弁が作成可能である。また、下腿近位側 1/3 部で脛骨内縁部

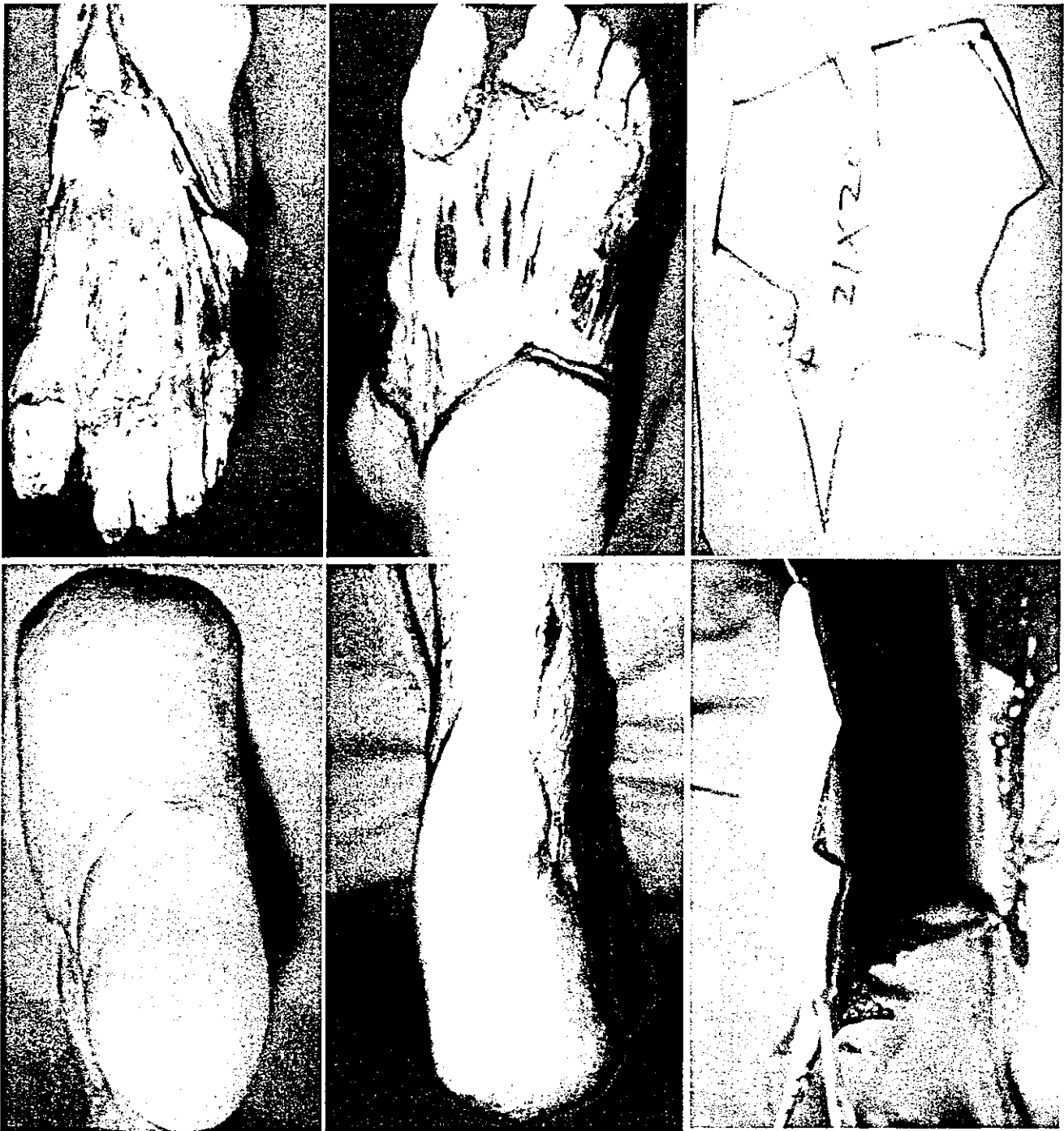


図 6. 症例 3: 41 歳, 男性. 外傷による左足の剥脱創

a-1: 足背, a-2: 足底

b-1: 左上腹部から thin DIEP flap を採取 b-2: 皮弁は一期的に脂肪除去されている.

c-1: 術後 1 年 c-2: 足底

(Koshima, I., et al.: Free thin paraumbilical perforator-based flaps. Ann Plast Surg. 29: 12-17, 1992. より引用)

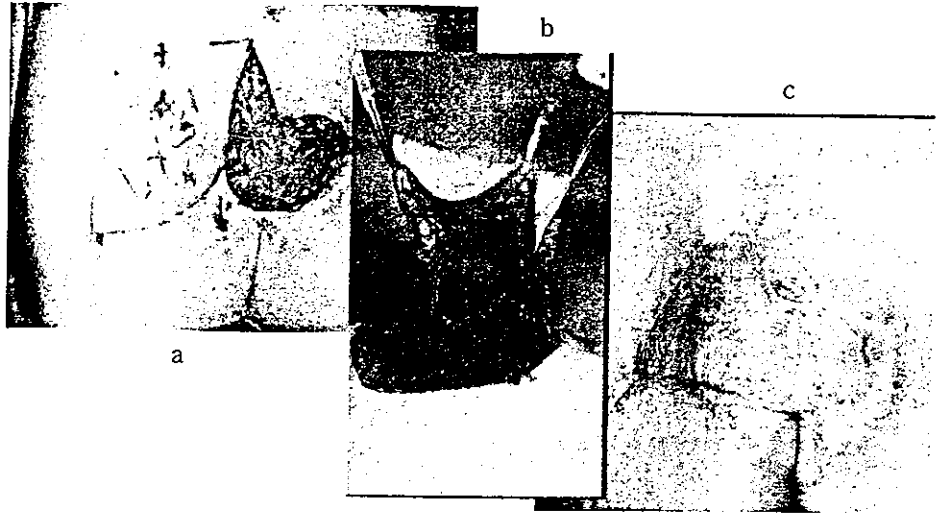
a-1	a-2	b-1
c-1	c-2	b-2

には骨膜と皮膚に至る穿通枝があり, これを用いれば血管柄付骨膜皮弁, または骨膜脂肪弁が採取できる(図 8).

6. 内側足底動脈穿通枝皮弁 (medial plantar artery perforator flap)²⁰⁾

母趾内転筋の内側縁に内側足底動脈からの穿通枝数本がある. これを穿通枝のレベルまたは内側足底動脈数 cm を含めた短茎皮弁として採取する(図 9).

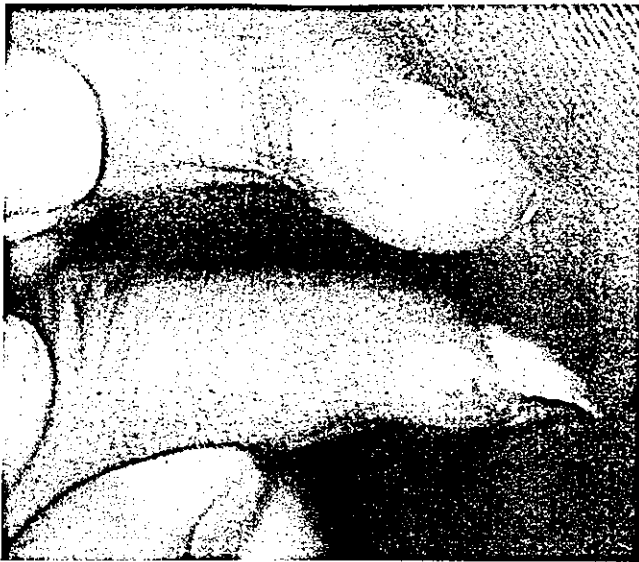
図 7.
 症例 4：65 歳，男性.
 a：脳出血による長期臥床に起因する仙部褥瘡に対し大殿動脈穿通枝皮弁をデザイン
 b：大殿動脈穿通枝皮弁を挙上
 c：術後1か月
 (文献 11 より引用)



a-1|a-2|b-1
 |b-2

図 8.
 症例 5：21 歳，男性
 a：左下腿近位部のプレート露出創(a-1)に対し後脛骨動脈穿通枝皮弁を挙上(a-2)
 b-1：皮弁は 2 本の穿通枝のみで挙上された。
 b-2：術後 5 週
 (文献 10 より引用)





a
b
c | d
e

図 9.

症例 6: 21 歳, 男性

a: 右示指掌側皮膚欠損による癒痕例

b: 右足内側足底部から穿通枝を茎とする皮弁を採取
(P_{1-2} : 内側足底動脈の穿通枝, V_{1-3} : 皮静脈)

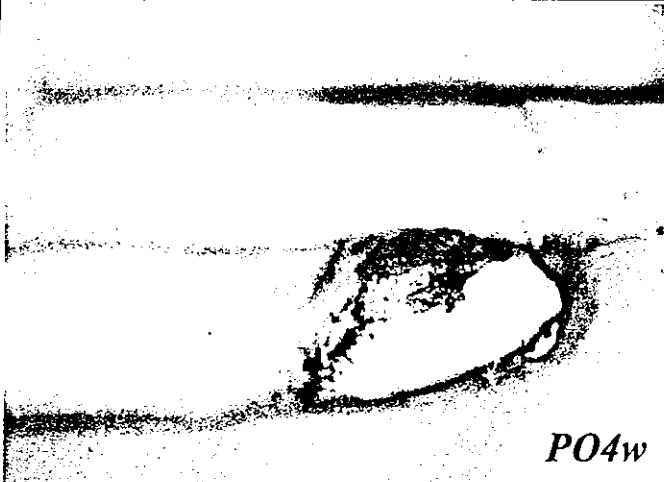
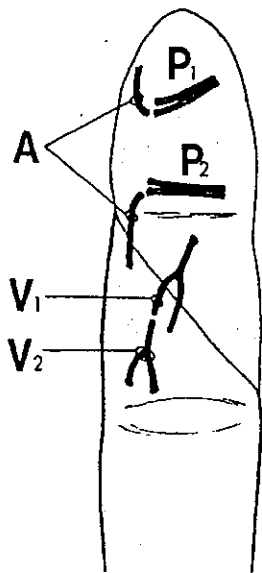
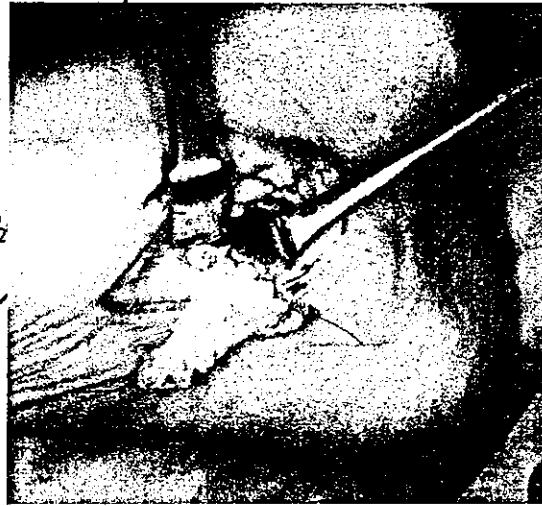
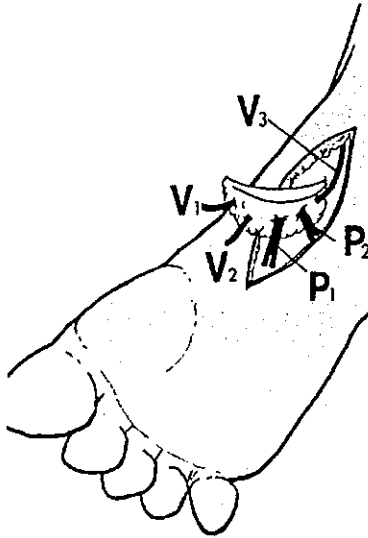
c: 皮弁移植後の血行再建シエーマ

(A: 切断された末節指動脈, P_{1-2} : 皮弁の穿通動脈
(0.5 mm), V_1 : 皮弁の皮静脈, V_2 : 指皮静脈)

d: 血管吻合直後

e: 術後 4 週

(文献 21 より引用)



PO4w

参考文献

- 1) Koshima, I., Soeda, S. : Inferior epigastric skin flaps without rectus abdominis muscle. *Br J Plast Surg.* **42** : 645-648, 1989.
- 2) Yoshimura, M., Shimamura, K., Iwai, Y., et al. : Free vascularized fibular transplant. *J Bone Joint Surg.* **65-A** : 1295-1301, 1983.
- 3) Song, Y. G., Chen, G. Z., Song, Y. L. : The free thigh flap : a new free flap concept based on the septocutaneous artery. *Br J Plast Surg.* **37** : 149-159, 1984.
- 4) Cormack, G. C., Lamberty, B. G. H. : A classification of fascio-cutaneous flaps according to their patterns of vascularization. *Br J Plast Surg.* **37** : 80-87, 1984.
- 5) Nakajima, H., Fujino, T. : A new concept of vascular supply to the skin and classification of skin flaps according to their vascularization. *Ann Plast Surg.* **16** : 1-17, 1986.
- 6) Taylor, G. I., Palmer, J. H. : The vascular territories (Angiosomes) of the body : Experimental study and clinical applications. *Plast Reconstr Surg.* **40** : 113-141, 1987.
- 7) Allen, R. J., Treece, P. : Deep inferior epigastric perforator flap for breast reconstruction. *Ann Plast Surg.* **32** : 32-38, 1994.
- 8) Blondeel, P. N., Boeckx, W. D. : Refinements in free flap breast reconstruction : the free bilateral deep inferior epigastric perforator flap anastomosed to the internal mammary artery. *Br J Plast Surg.* **47** : 495-501, 1994.
- 9) Hung, L. K., Chen, S. Z., Leung, P. C. : Resurfacing difficult wounds : selective use of the posterior tibial flap. *J Reconstr Microsurg.* **6** : 13-19, 1990.
- 10) Koshima, I., Moriguchi, T., Ohta, S., et al. : The vasculature and clinical application of the posterior tibial perforator-based flap. *Plast Reconstr Surg.* **90** : 643-649, 1992.
- 11) Koshima, I., Moriguchi, T., Soeda, S., et al. : The gluteal perforator-based flap for repair of sacral pressure sores. *Plast Reconstr Surg.* **91** : 678-683, 1993.
- 12) Koshima, I., Fukuda, H., Yamamoto, H., et al. : Free anterolateral thigh flaps for reconstruction of head and neck defects. *Plast Reconstr Surg.* **92** : 421-428, 1993.
- 13) Koshima, I., Fukuda, H., Yamamoto, H., et al. : Free combined composite flaps using the lateral circumflex femoral system for repair of massive defects of the head and neck regions : An introduction to the chimeric flap principle. *Plast Reconstr Surg.* **92** : 411-420, 1993.
- 14) Koshima, I., Kawada, S., et al. : Flow-through anterior thigh flaps for one-stage reconstruction of soft-tissue defects and revascularization of ischemic extremities. *Plast Reconstr Surg.* **95** : 252-260, 1995.
- 15) Angrigiani, C., Grilli, D., Siebert, J. : Latissimus dorsi musculocutaneous flap without muscle. *Plast Reconstr Surg.* **96** : 1608-1614, 1995.
- 16) Koshima, I., Saisho, H., Kawada, S., et al. : Flow-through thin latissimus dorsi perforator flap for repair of soft-tissue defects in the legs. *Plast Reconstr Surg.* **103** : 1483-1490, 1999.
- 17) Kim, J. T., Koo, B. S., Kim, S. K. : The thin latissimus dorsi perforator-based free flap for resurfacing. *Plast Reconstr Surg.* **107** : 374-382, 2001.
- 18) Weinzwieg, N., Chen, L., Chen, Z-W. : The distally based radial forearm fasciocutaneous flap with preservation of the radial artery : An anatomic and clinical approach. *Plast Reconstr Surg.* **94** : 675-684, 1994.
- 19) Koshima, I., Moriguchi, T., Etoh, H., et al. : The radial artery perforator-based adipofascial flap for coverage of the dorsal hand. *Ann Plast Surg.* **35** : 474-479, 1995.
- 20) Koshima, I., Urushibara, K., Inagawa, K., et al. : Free medial plantar perforator flaps for the resurfacing of finger and foot defects. *Plast Reconstr Surg.* **107** : 1753-1757, 2001.
- 21) Koshima, I., Urushibara, K., Inagawa, K., Moriguchi, T. : Free tensor fasciae latae perforator flap for the reconstruction of defects in the extremities. *Plast Reconstr Surg.* **107** : 1759-1765, 2001.

Key Words : 穿通枝皮弁 (perforator flap), TAP flap, DIEP flap, ALT flap, GAP flap……

穿通枝皮弁：開発から現況まで

光 嶋 勲*

穿通枝皮弁の概念

極小の (0.5~0.8 mm) 血管茎 1 本のみで、大径 (3~1 mm) の血管茎で栄養される皮弁と同程度の面積が生着可能な穿通枝皮弁が臨床応用されつつある。2001年9月のゲント国際穿通枝皮弁講習会にて本皮弁の定義に関して consensus meeting が開かれ、“筋膜または筋を含めず皮膚と脂肪から構成され、1または数本の穿通枝によって栄養される皮弁”ということ合意が得られた¹⁾。穿通枝動静脈の多くは皮神経と伴走し、皮膚のみでなく神経の栄養血管となることが多いので、別名で神経皮弁 (neuroskin または neurocutaneous flap) などとも呼ばれる。解剖学的特徴から、穿通枝皮弁は (1) 筋内穿通枝、(2) 筋間中隔穿通枝、(3) 腱間穿通枝、(4) 骨軟骨膜間穿通枝などに分類される。また、茎の長さによる分類として、長茎 (long pedicle perforator flap)、短茎 (short pedicle perforator flap)、穿通枝のみ (true perforator flap) などに分類されている²⁾。

穿通枝皮弁の歴史

1983年、Yoshimura らの遊離腓骨動脈穿通枝皮弁、1984年の Song らの前大腿皮弁などが有用な穿通枝皮弁として報告され、1985年、新井らはサーモグラフィにより穿通枝の位置を確認できることを報告している。その前後において Ponten (1981)、西条 (1985)、Cormack (1984)、Nakajima (1986)、丸山らは筋膜皮弁における筋膜血行 (fascia plexus) と穿通枝の重要性を指摘し、1980年中ごろより筋膜皮弁全盛時代を迎え、現在でもなお存在しない深筋膜血行が強調され続けている。当時著者は

筋膜をのぞいた皮弁でもその生着範囲はそれを含めたものとほとんど同じであることを前外側大腿皮弁や四肢の皮弁で多く経験し、筋膜血行をのぞき穿通枝のみを血管茎とする穿通枝皮弁の臨床応用例を報告し、これが筋膜血行のない穿通枝のみによる新しい皮弁 (穿通枝皮弁) であることを初めて強調した。Taylor ら³⁾は腹直筋皮弁が穿通枝皮弁とできることを解剖学的に指摘した。この穿通枝皮弁の概念を強調した臨床例は1989年の Koshima の報告⁴⁾とされ、腹直筋穿通枝皮弁による舌再建例と大腿部広範欠損の再建例を報告し、その後は後脛骨穿通枝皮弁、殿筋穿通枝皮弁による仙骨部褥創の治療、前外側大腿皮弁による頭頸部再建、キメラ型前外側大腿皮弁、flow-through型前外側大腿皮弁、胸背動脈穿通枝皮弁、橈骨動脈穿通枝皮弁、内側足底穿通枝皮弁、大腿筋膜張筋穿通枝皮弁、内外果穿通枝皮弁、浅腸骨回旋動脈穿通枝皮弁 (SCIP flap) などが報告され続けている。

おもな穿通枝皮弁について過去17年間で得られた知見を要約すると以下のとおりである。

1) 胸背動脈穿通枝皮弁 (TAP flap) : 側胸部を主軸とするデザインである程度の大きさのものが仰臥位で採取可能となった。応用: 筋体と皮弁の分離が可能。分割広背筋弁の一期的2弁移植 (陳旧性顔面神経麻痺の複数表情筋再建)。同一ドナー背部からの複数皮弁 (複数回) 採取。広背筋皮弁-肩甲骨移植による手足の再建。flow-through型移植による血行と組織の同時再建。筋を含めない穿通枝皮弁または短血管茎皮弁の開発による広背筋機能の温存&肩甲下動脈系・神経の温存が可能。穿通枝脂肪弁。合併症: 部分壊死 (穿通枝皮弁で territory がやや縮小する)。術中の穿通枝損傷。

*東京大学形成外科