

通過静脈皮弁移植の実験的研究とその臨床応用

奈良県立医科大学整形外科学教室

平井利幸, 福居顕宏, 玉井進

奈良県立医科大学救急医学教室

稲田有史

EXPERIMENTAL STUDIES OF THE FLOW-THROUGH VENOUS FLAP AND ITS CLINICAL APPLICATIONS

TOSHIYUKI HIRAI, AKIHIRO FUKUI and SUSUMU TAMAI

Department of Orthopaedics, Nara Medical University

YUJI INADA

Department of Emergency and Critical Care Medicine, Nara Medical University

Received December 15, 1999

Abstract: In recent years, conventional flaps which make a sacrifice of main arteries as reported frequently in the early stage of their development have been reevaluated in the field of flap surgery. This movement has facilitated development of flaps vascularized by perforating branches measuring about 0.3 mm in diameter, and has also thrown light on the merits of venous flaps which make no sacrifice of main arteries. Looking back on the history of venous flaps, they initially attracted attention because, in contrast to conventional flaps, 1) they do not make a sacrifice of main arteries, 2) they are not limited by the conditions of the recipient site, and 3) preparation of the flap is technically easy and applicable to emergency operations. Because of these advantages, venous flaps have been used widely in the clinical setting, but the mechanism of flap survival remains conjectural. The present study was designed to determine the limits of venous flap viability supplied by one vein, which is one of the questions related to venous flap survival. A flow-through venous flap measuring 3.0×3.0 cm was prepared in the lateral margin of the auricle in rabbits, and the area of flap viability was determined. The influences of surrounding blood circulation on the area of flap viability were also investigated. As a result the width of flap covered by one vein was 11.0±4.8 mm as a whole, whereas it was 18.1±6.2 mm in the presence of good blood circulation in the surroundings, showing a significant effect of surrounding blood circulation. Based on these experimental data, flow-through venous flaps were applied to 25 patients and the stability of the flaps was confirmed. The presence of arteriolar systems in perivenous tissues has been demonstrated recently. To provide the venous flap with blood flow from the arteriolar system is another way to improve the viability of venous flaps. (奈医誌. J. Nara Med. Ass. 51, 46~59, 2000)

Key words: venous flap, experimental study, rabbits, clinical cases

緒 言

最近の皮弁外科では、皮弁開発初期に多数報告された主要動脈を犠牲にする conventional flap の見直しがすすみ、その結果、0.5 mm 程度の直径をもつ穿通枝皮弁の開発や、主要動脈を犠牲にしない静脈皮弁があらためて再評価されようとしている。静脈皮弁の歴史を省みると、このような conventional flap に変わり、静脈皮弁が注目された当初の理由は 1) 主要動脈を犠牲にしない。2) 移植側の条件に限定されない。3) 採取が容易で emergency operation にも対応できる、という点にあった。それゆえ、臨床的にも広く応用されたが、その生着機序はいまだ不明であり、皮弁面積の小さいものに限定して使用される傾向にある。しかし最近では、さまざまな工夫によって、より大きな皮弁生着を得られるようになりつつある。しかしながら、より大きな皮弁が作成、生着しえることは静脈皮弁の当初の利点ではなかったのである。そこで、当初の利点を最も備えている通過静脈皮弁について、これまでにわれわれが行ってきた実験、臨床応用を整理し、今後の展望を述べる。

実験的研究

われわれは世界で初めて、家兎耳に作製した通過静脈皮弁が、移植床を血行不良な軟骨上とした場合でも生着することを報告した¹⁾。しかしながら、当初の研究の目的は静脈皮弁が生着することが重要で、いかに生着する皮弁を作成するかという 1 点に注がれており、静脈皮弁の臨床上の最大の疑問点であった皮弁の territory については考慮されなかった。そこでまず、1 本の通過静脈でどのくらいの大きさの皮弁が生着可能であるか定量的に観察できる実験モデルを作製し、実験を行った。

実験 1

成熟白色家兎 10 羽の両耳、合計 20 耳を使用した。実験はマスク GOF による吸入麻酔にて施行した。まず両耳を消毒した後完全に剃毛し、皮弁をデザインした。耳介後面外側縁を走行する 1 本の静脈を含み、その静脈が皮弁外側に位置し、かつ皮弁内に中心動脈・神経を含まないように 3.0×3.0 cm の正方形の皮弁をデザインした (Fig. 1A)。この部位では静脈系の変異も少なく、また皮弁内に明瞭な nominated artery を含まない皮弁を作製できる。皮弁は、1 本の通過静脈を温存したままで、軟骨面上から軟骨膜を含めて血管網を損傷しないように注意深く剝離挙上したのち、元の位置に戻して 4-0 ナイロン糸にて縫合、固定した。静脈の剝離には手術用顕微鏡を使用し、microsurgical technique を用いて静脈の外

膜までを剝離し、完全に 1 本の静脈以外に連絡のないことを確認した (Fig. 1B, C)。次に皮弁周辺血行の影響をできるだけ除外するために皮弁内側を通る中心動脈を皮弁からできるだけ離して中枢側は耳介基部で、末梢側は皮弁から離れた部位で結紮・切離した。この操作によって皮弁周辺の血行は阻害されたと考えた。また、この際、手術用顕微鏡下に伴走静脈、神経は温存した。この皮弁モデルで通過静脈を結紮、切離した遊離植皮片をコントロール群：Group A とし、通過静脈を温存した群を通過静脈皮弁群：Group B とした (Fig. 2)。

検索方法

2 群とも 14 日後に以下の検索を行った。

1. 肉眼的所見

2. Microangiogram

GOF 吸入麻酔下に両総頸動脈を露出し、頭側に向かって 24 G テフロンチューブを挿入し、ヘパリン加生理食塩水で耳介を灌流したのちに、ゼラチンを含む 20 % マイクロパークを注入した。その後、耳介を基部で切離、30 分間冷凍したのち、ソフテックス撮影を行った。

3. 組織学的検索

microangiogram 後に耳介を 10 % ホルマリン溶液に 3 日間固定し、皮弁部を切り出し HE 染色を行った。

結果

Group A は 10 例作製し全例が完全壊死に陥った。周辺血行から影響を受けるであろう皮弁辺縁部の生着部位も認められなかった。Microangiogram では皮弁部に一致した avascularity を示し、組織学的にも完全壊死を呈した (Fig. 3)。

Group B は 10 例中 10 例が温存した通過静脈に沿って部分的な生着を示した (Fig. 4A)。生着幅は 3~20 mm で、通過静脈からの距離をその最大部と最小部との平均で求めた (Fig. 5)。結果は 5~17.5 mm で平均 11.0±4.8 mm であった (Fig. 6)。Microangiogram では通過静脈は全例開存しており、通過静脈から周辺に向かっての静脈網が認められた (Fig. 4B)。組織学的には通過静脈近傍では真皮層内の膠原線維はよく保たれ、正常な皮膚構造を呈するものの、通過静脈から離れるにつれて真皮層の膠原線維の線維化傾向は増し、ついには壊死に移行していた。また、皮弁の発毛状態は不良であり、組織学的に見ても毛根部は変性像を呈していた (Fig. 4C)。

以上より、通過静脈皮弁の臨床的な最大の問題点である皮弁の territory を定量的に測定できた。

実験 2

次にこの実験モデルを用いて通過静脈皮弁の生着に及ぼす因子として皮弁周辺の血行の違いについて実験を行

った。通過静脈皮弁の形態，挙上は実験1の通り行った。皮弁内側を通る中心動脈に結紮・切離の操作を加えず，通過静脈を結紮，切離した遊離植皮片をコントロール群：Group Cとし，通過静脈を温存した群を通過静脈皮

弁群：Group Dとしてそれぞれ，10例ずつ作製し比較した(Fig. 2).

検索方法

実験1と同様，肉眼的所見，Microangiogram，組織学

Design of Experimental Model

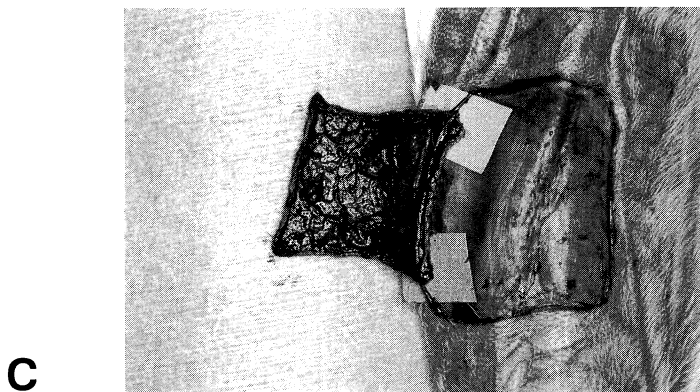
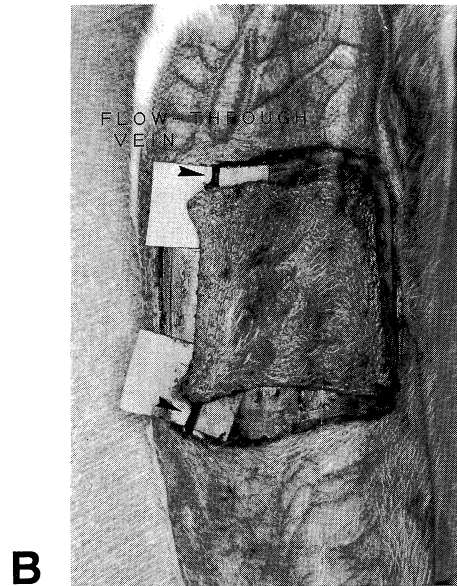
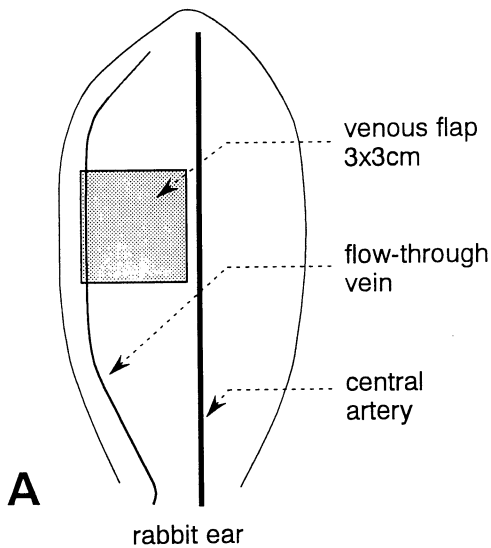


Fig. 1. A, B, A square flow-through venous flap (3 × 3 cm) with a single flow-through vein. C, The back of the flow-through venous flap. Expanded venous branches are seen.

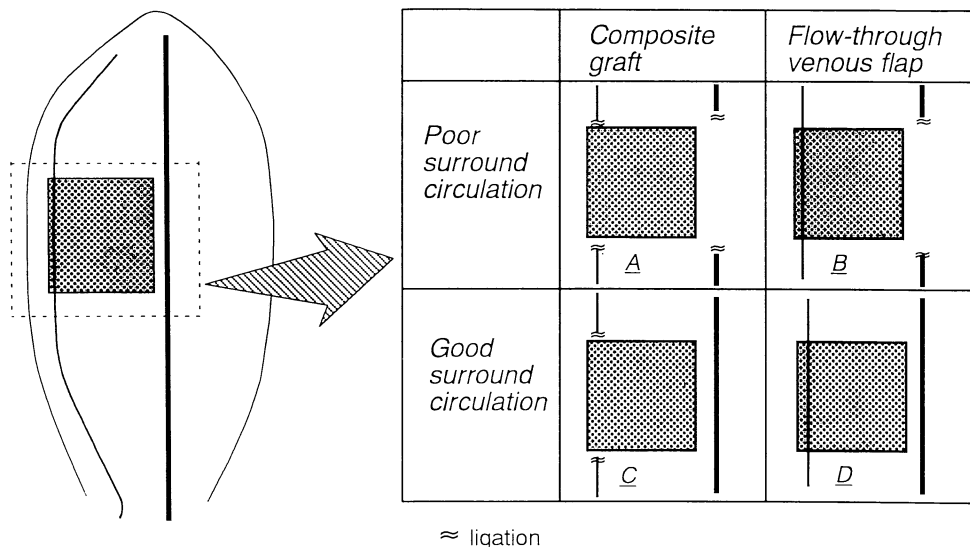


Fig. 2. Experimental models

Group A, B, Poor blood supply from surrounding tissue. The central artery at the recipient site was ligated in order to shut out the blood supply from the surrounding tissue.

Group C, D, Good blood supply from surrounding tissue. The central artery was preserved.

的検索を行った。

結果

Group C では皮弁内側の中心動脈に沿った部分にわずかに生着する部分が認められ、このことから中心動脈の温存にて周辺血行を良好にできたと判断した(Fig. 7A)。Microangiogram では皮弁生着部位を含め、皮弁部に一致した avascularity を示し(Fig. 7B)、組織学的には皮弁辺縁の生着部は真皮層の膠原線維の線維化傾向が強く、肉眼的壊死部は完全壊死を呈した(Fig. 7C)。Group D では Group B と同様に全例通過静脈に沿って部分的な生着を示した(Fig. 8A)。皮弁生着幅を実験1と同様に算出、平均 18.1 ± 6.2 mm で Group B との間に統計的有意差を認め生着幅が大きくなった(Fig. 9A, B)。Microangiogram, 組織学的検索では Group B と Group D に大きな違いは認めなかった(Fig. 8B, C)。このことから通過静脈皮弁の生着においてその周辺血行は影響を与え、周辺血行が良好であることは通過静脈皮弁の生着

に有利に働くことがわかった。

臨床応用例

これまでに、25 症例、男性 23 例、女性 2 例、年齢 17 ~ 69 才、平均 34 才に対して、基礎実験をもとに通過静脈皮弁の臨床応用を施行した。臨床的に用いたのは、1) Free flow through venous flap, 2) Sliding Venous flap, 3) arterialized venous flap である。以下にその結果を述べる(Table 1)。

1) Free flow through venous flap(Fig. 10A)

通過静脈皮弁を採取部位から遊離し患部へ移植する。皮弁内には 1 本の通過静脈を有し、これを、中枢、末梢部の静脈に吻合する。指へ 6 例、前腕へ 3 例移植した。

指は全例生着、前腕では 1 例が壊死となった。

2) Sliding Venous flap(Fig. 10B)

臨床例ではすでに、指背側の複数静脈をつけた通過静脈皮弁を採取することによってその生着率の向上がえられたという報告があり、われわれも静脈複数枝を用いた

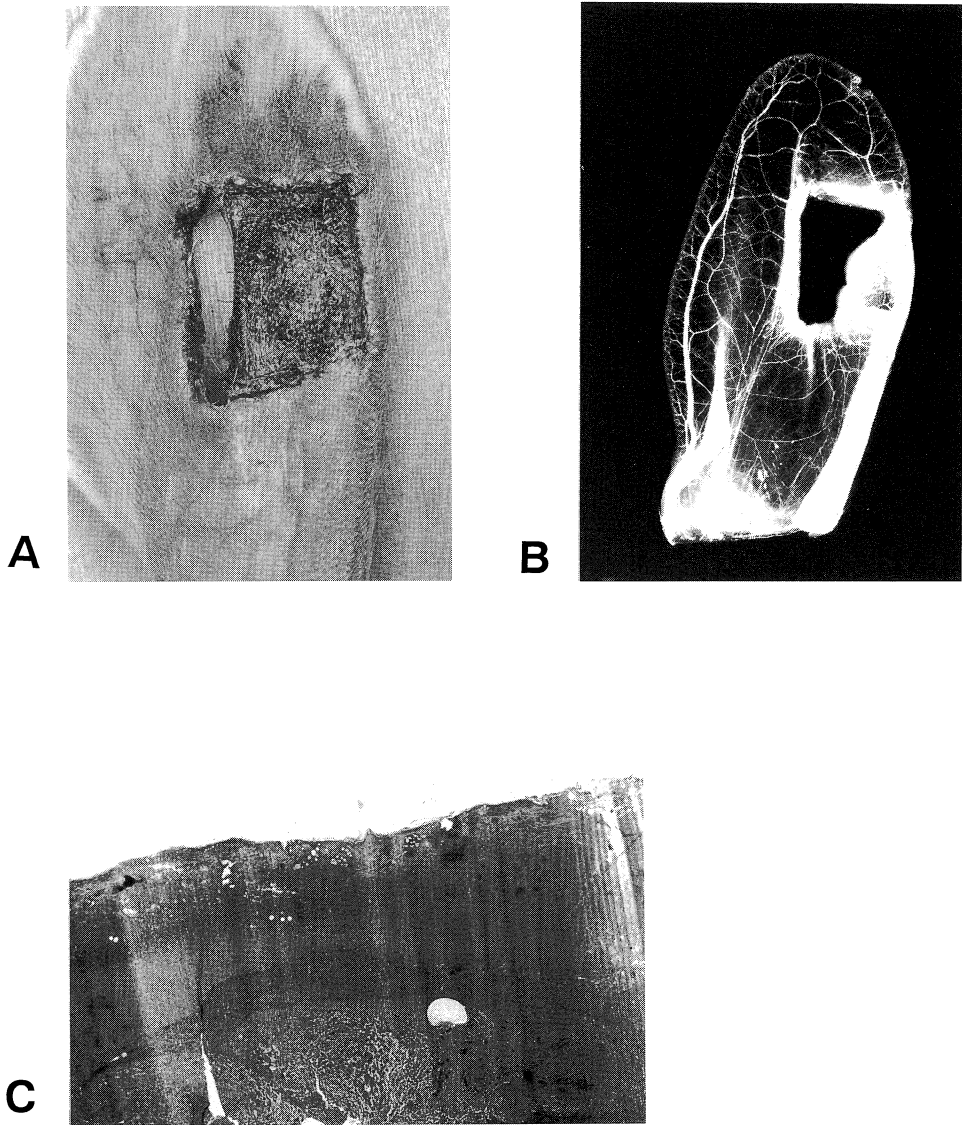


Fig. 3. A, Macroscopic findings in Group A. All flaps showed complete necrosis at two weeks after operation. B, Microangiogram in Group A revealed avascularity. C, Histologic findings in Group A showed complete necrosis.

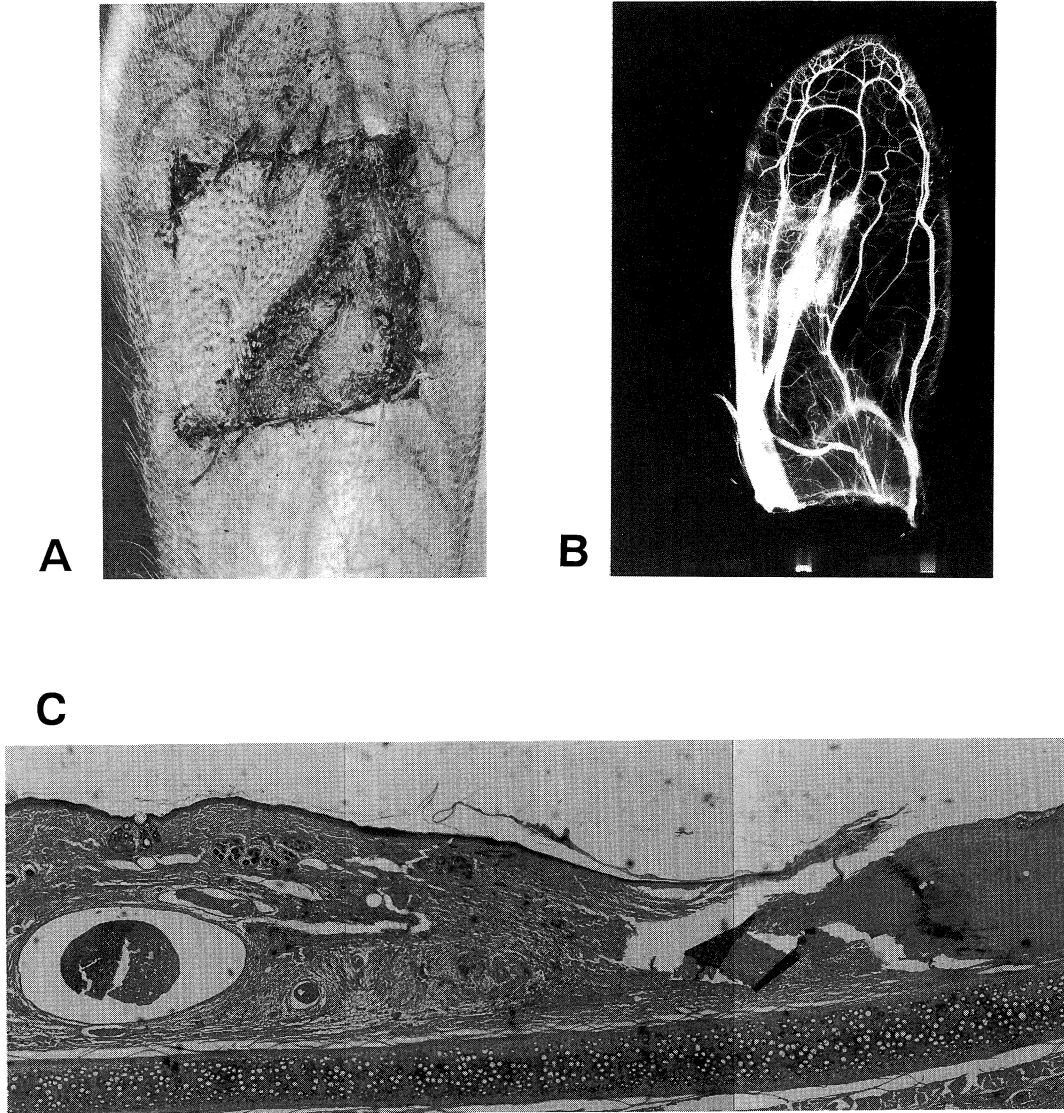


Fig. 4. A, Macroscopic findings in Group B. The flow-through venous flap survived along the flow-through vein. B, Microangiogram in Group B. All preserved veins were patent and venous branches expanding from the flow-through vein were observed. C, Histologic findings in Group B ($\times 40$, transverse plane in a flow-through venous flap). Normal skin structure is preserved near the flow-through vein, while a tendency toward fibrosis became more noticeable in the area further away from the vein; finally, necrosis is observed.

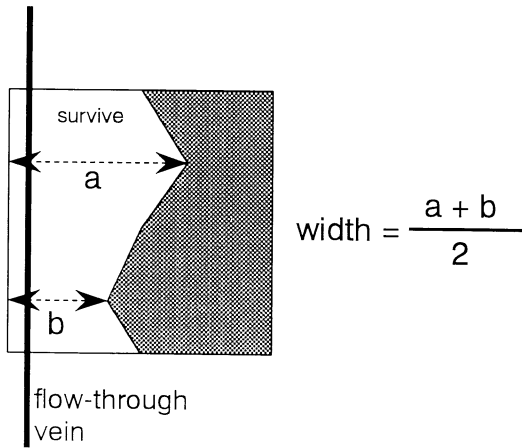


Fig. 5. Measurement method of the survival width

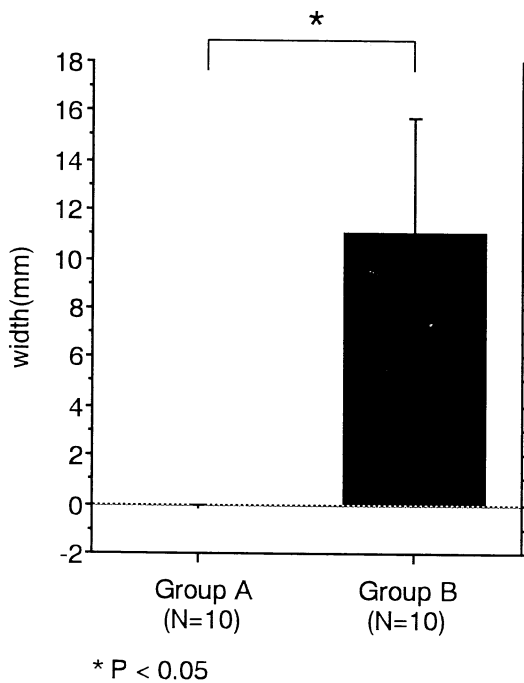


Fig. 6. Experimental results of measurements for survival width of flow-through venous flaps.

静脈皮弁の臨床応用を行った。

指外側部の皮膚欠損の場合、同指で隣接する皮弁に流入、流出する静脈を温存しながら皮弁を患部に移行する。この際、皮弁内に入る静脈を確認し少なくとも2本以上の静脈を通過静脈として皮弁内に残すようにする。この方法を用いて7例に手術を行った。2例に一部表皮壊死を生じるも、二次的な植皮は要さず、他はすべて生着した。

3) arterialized venous flap(Fig. 10C)

静脈皮弁を採取し、移植床側の動脈と移植皮弁の静脈、および皮弁静脈と移植床側の静脈を吻合する。指へ3例、前腕へ1例、wrap around flapの採取後の母趾へ5例移植した。

問題なく完全生着したのは2例のみで、4例に部分壊死、3例に表皮壊死を生じ、これらは2期的に植皮を要した。

考 察

実験1, 2より、一本の静脈血流で灌流される組織には限りがあり、その組織は静脈に沿って幅11.0±4.7mm、周辺血行が良好であっても18.1±5.8mmの小範囲であった。臨床的にもHonda²⁾ら、Tsai³⁾らの報告のように手指の皮膚欠損に用いられる小皮弁が主であり、その面積はわれわれの実験結果に近似するものであった。Hondaらは、切断指再接着時の背側皮膚欠損と静脈欠損に一本の静脈を有する静脈皮弁を初めて応用したが、彼らの結果では一部に表皮壊死を認め、Tsaiらは、隣接指背側から複数本の静脈を有する静脈皮弁を採取し、複数本の静脈を吻合することで完全生着することを報告した。このようなことから臨床的に大きな皮弁を作る際には皮弁内に複数本の静脈路を確保することが解決法の1つとしてあげられる。実際、複数本の通過静脈を含ませて作製し臨床応用したsliding venous flapの例では皮弁面積は大きくないものの、確実に生着させることが可能であった⁴⁾。また、皮弁移植側の条件による生着に与える影響として実験2のごとく、皮弁移植側の皮弁周辺血行があり、血行良好であるほど生着には有利に働くことがわかった。特に、多くの静脈皮弁が応用されてきた手、手指の血行が良好であることは臨床家の認めるところであるが、Inada⁴⁾ら、Fukui⁵⁾らは、手指、手背の末梢静脈に脈圧が存在し、同部位から採取された静脈血が高い酸素飽和度を有することを報告した。これらの所見からみても、手指に移植されてきた静脈皮弁が、周辺からの血行に影響されてきたことは想像に難くない。動静脈を吻合する皮弁は、たとえ移植床の血行が不良であっても移

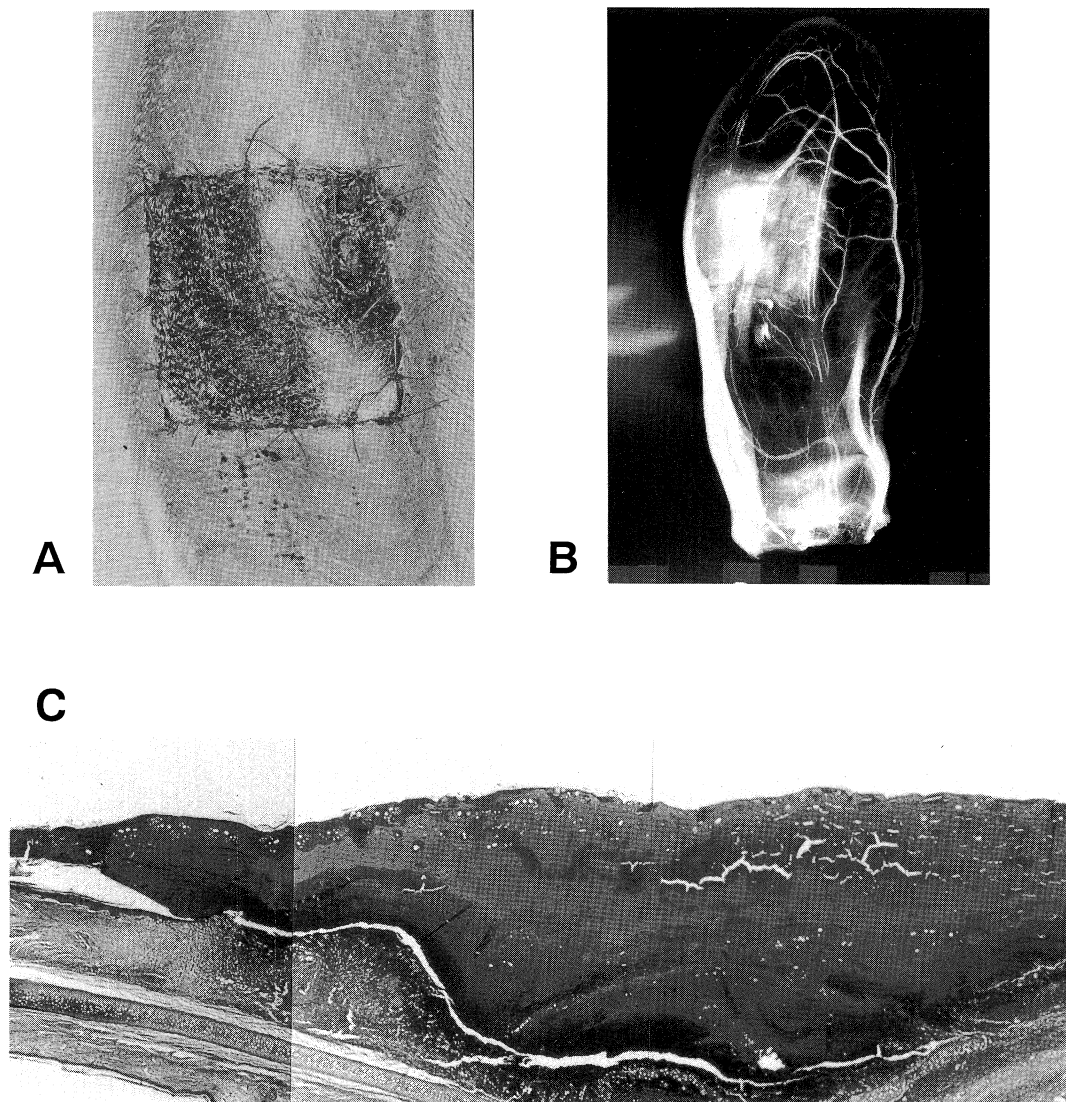


Fig. 7. A, Macroscopic findings in Group C. Partial survival took place at the junction of the flap and the surrounding tissue. B, Microangiogram in Group C revealed avascularity. C, Histologic findings in Group C. Survival skin structure became fibrous change.

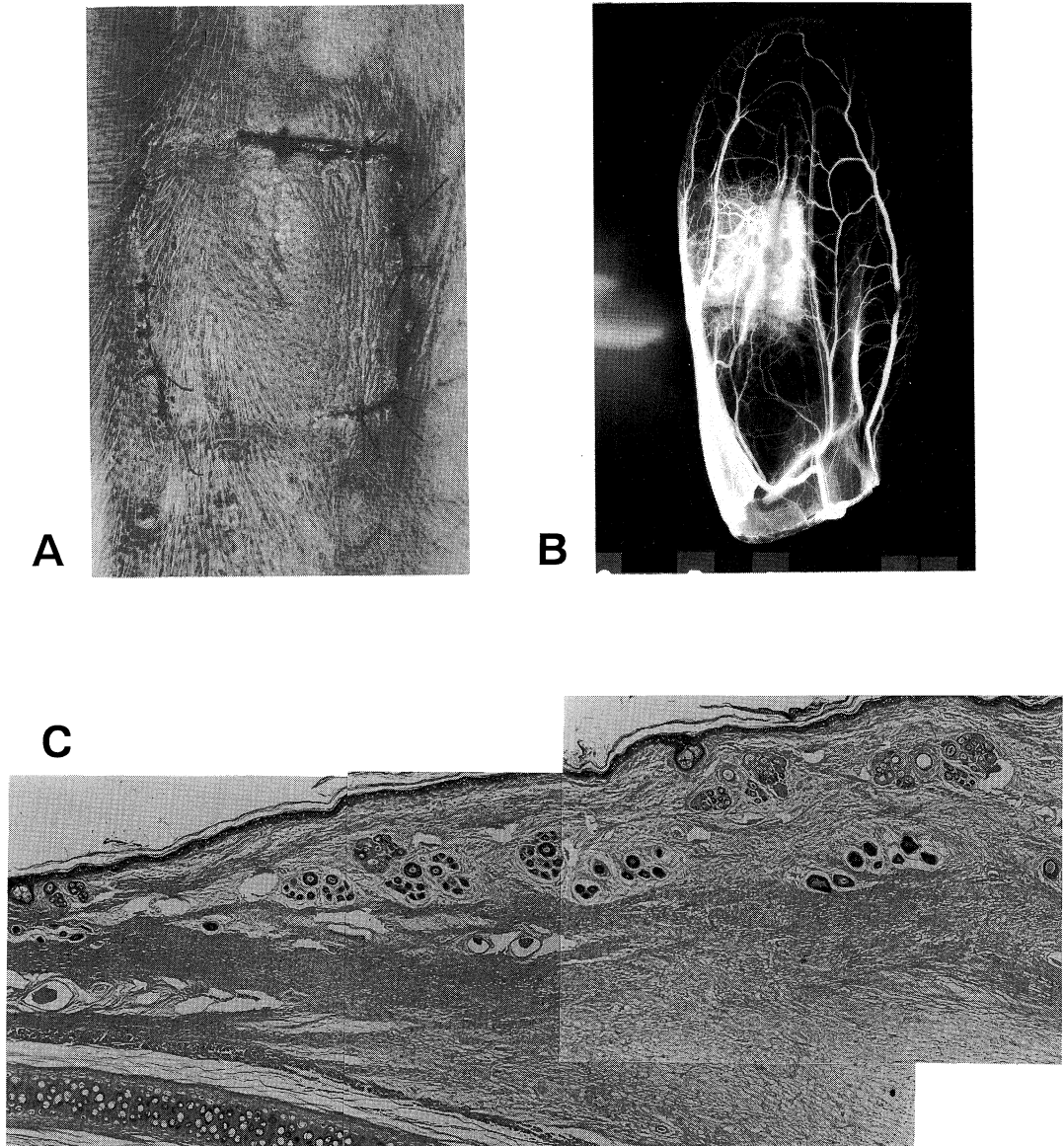


Fig. 8. A, Macroscopic findings in Group D. The flow-through venous flap survived along the flow-through vein. B, Microangiogram in Group D. All preserved veins were patent and venous branches expanding from the flow-through vein were observed. C, Histologic findings in Group B. Normal skin structure is preserved near the flow-through vein, while a tendency toward fibrosis became more noticeable in the area further away from the vein; finally, necrosis is observed.

植が可能である一方、移植床の血行に依存するのは遊離植皮術である。福居⁶⁾らの実験でも、静脈付き皮弁が皮弁下にシリコンシートを敷いたものでは生着せず、穴を開けたシリコンシートを敷いた群で生着したことを考えれば、静脈皮弁の性格は皮弁と植皮との両者を合わせ持つもの、あるいは中間に位置づけられるものと言える。

現在、静脈皮弁は、より大きな確実な生着を望むがゆえに、静脈系の一端に動脈を吻合する Arterialized venous flap の応用例が多数をしめる。前述の静脈皮弁

本来の持つ特徴を知りその利点を生かした臨床使用をすれば動脈を犠牲にしない通過静脈皮弁は十分評価されるべき皮弁と考える。

では、皮弁内の通過静脈に動脈を吻合する arterialized venous flap は、本当に安定した皮弁として使用可能なのであろうか？これまでの arterialized venous flap は、Yoshimura⁷⁾らが venous skin graft として手指の小皮弁として完全生着したと報告されてから、急速に皮弁外科の領域に広まってきたが、われわれもこの皮

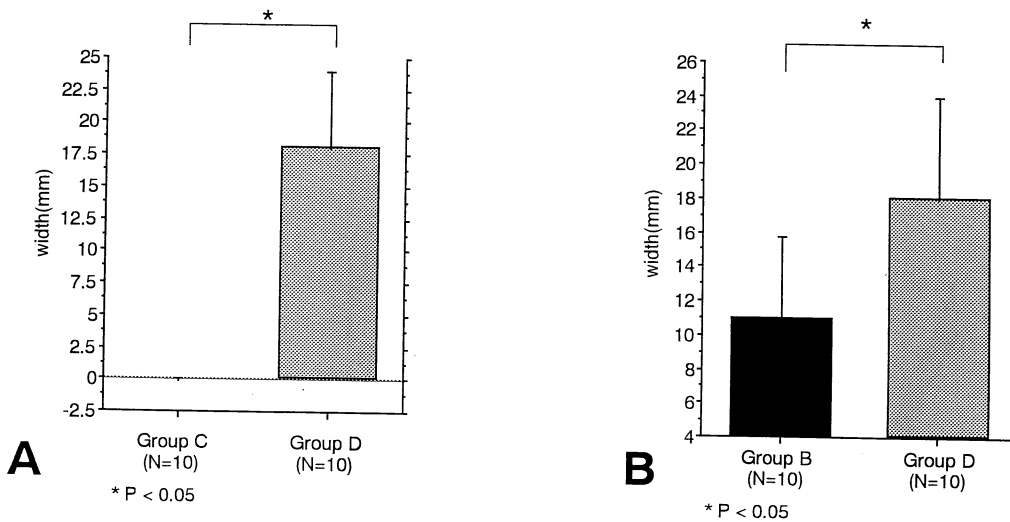


Fig. 9A. B. Experimental results of measurements for survival width of flow-through venous flaps.

Table 1. Clinical case of the flow through venous flap

Type	Donor Site	No.	Inflow	Outflow	Result
free flow through venous flap	finger	6	digital vein	digital vein	C.S×6
	forearm	3	cutaneous vein	cutaneous vein	C.S×2, C.N×1
sliding venous flap	finger	7	digital vein	digital vein	C.S×5, S.N×2
arterialized venous flap	finger	2	digital artery	digital vein	C.S×2
	big toe	6	dorsai pedis artery	cutaneous vein	P.N×4, S.N×2
	forearm	1	posterior interosseus artery	cutaneous vein	S.N×1

C.S=complete survival P.N=partial necrosis
S.N=superficial necrosis C.N=complete necrosis

弁について実験的、臨床的に評価した。Inada⁹⁾らは、家兎耳静脈皮弁モデルを使用し、血流量の多い太い動脈に静脈皮弁の一端の静脈を吻合した場合に、還流動脈が少ない場合はうっ血により皮弁の壊死率は高く、還流静脈を多く作製すれば皮弁の着生率は高いことを証明し、初めて arterialized venous flap が普遍的に安定した皮弁でないと主張した。われわれの今回の臨床例でも、通過静脈皮弁に対して arterialized venous flap は皮弁に部分壊死や表皮壊死を生じる率も高く安定した皮弁とは言い難いものであった。他の報告者も、中等度の arterialized venous flap は60%程度の生着率を報告しており、われわれの結果と同様であった。このような問題点を解決するには頭蓋皮膚などの静脈弁のない部分の皮膚を使用すること。さらに、移植皮弁のネットワークの状態や移植床動脈の大きさ、移植床側の還流静脈の数などバラ

ンスのとれた条件を限定するなどの工夫が必要であり、それゆえ arterialized venous flap を delay として二期的に移植しようとする試みが報告されてきた^{9,10)}。このため臨床的には arterialized venous flap は静脈皮弁の特長である動脈を犠牲にせず、移植側の条件を限定しないという最大の利点を生かせないばかりか、あえて動脈吻合をおこない不安定な皮弁を作製し、その安定化のために delay まで行うというのであれば現時点では中等度の皮膚欠損への治療には血行形態の明瞭な皮弁を使用すべきであり、venous flap をあえて使用する意義はないと考える。唯一、arterialized venous flap として良い適応と考えるのは、穿通枝皮弁の開発が進んでいない四肢末梢の小さな複合組織欠損の再建例である。これまでに静脈付き神経^{11,12)}、静脈付き腱¹³⁾、静脈付き骨¹⁴⁾などの報告例があるが、これらの臨床応用例への批判は、はたし

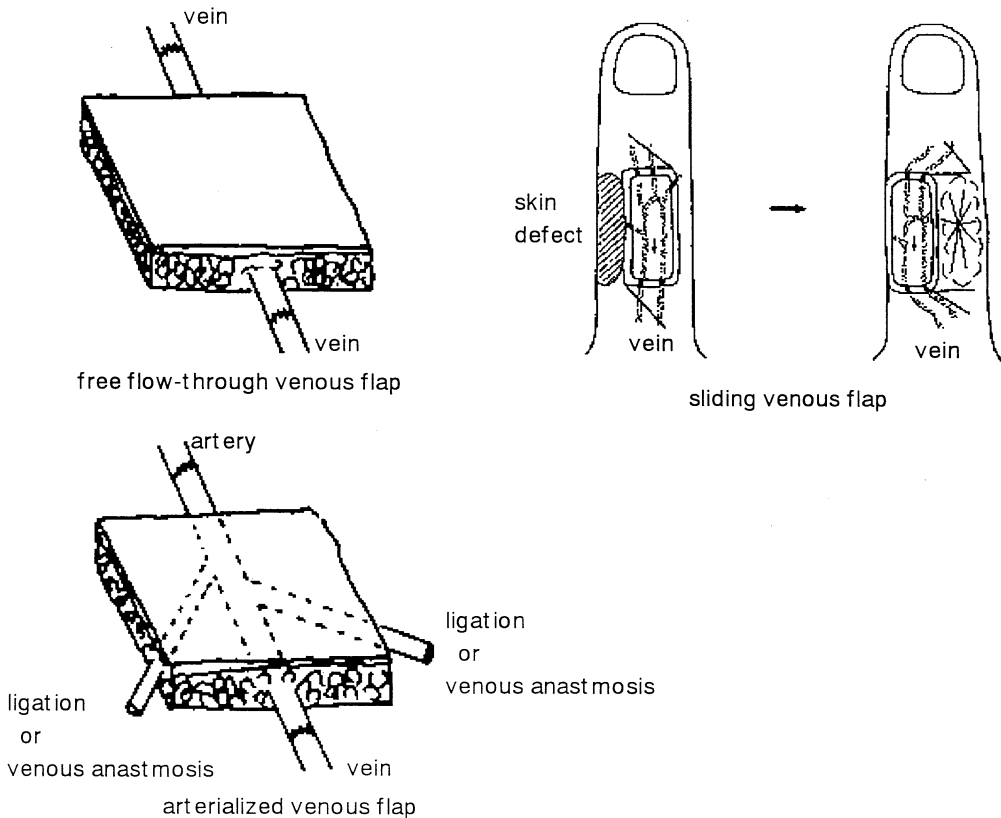


Fig. 10. Different types of flow-through venous flaps in clinical cases...free flow-through venous flap, sliding venous flap and arterialized venous flap.

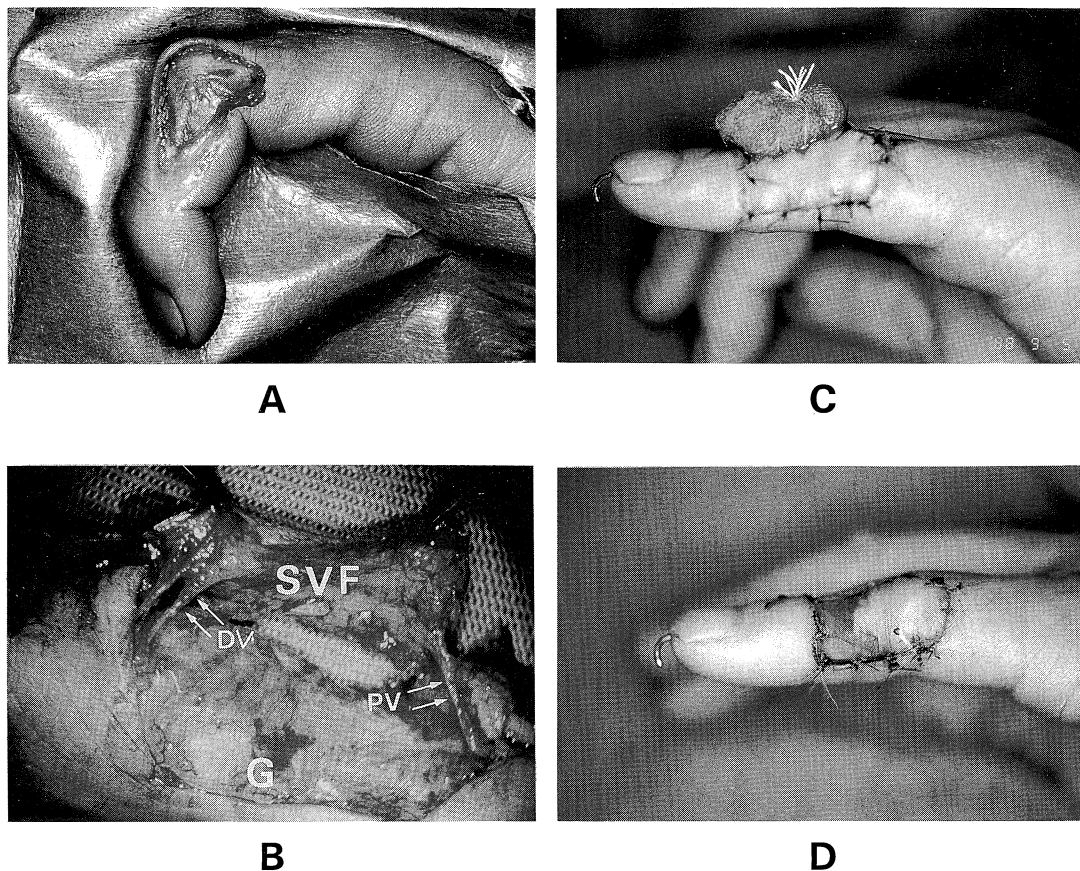


Fig. 11. A, A difficult skin defect on the ulnar side of the little finger in a 54 Year old male. B, Three dorsal veins were preserved proximally and two, distally. C, Immediately after operation, the color of the venous flap was excellent. D, Superficial necrosis was seen at the distal end of the flap on the 7th day⁴⁾.

て本当に動静脈シャントを作製することによってこれらの神経、腱、骨が vascularized されたのか? という疑問にだれも明確に答えていないからである。

実験的には、Arakaki¹⁵⁾らは、家兎の上腕静脈と正中神経を使用した静脈付き神経移植片を用いて、動脈と動脈の間に挿入したAVA群、動脈と静脈の間に挿入したAVV群、静脈と静脈の間に挿入したVVV群、の3つの血行形態の異なる血管柄付き神経移植を行い、一時間後に fluorescent tracer として、Evanceblue dye でラベルしたアルブミンを経静脈的に投与し、6時間後に屠殺して、その静脈付き神経を取り出し Evance ble dye の神経からの漏出を検討した。その結果、AVA、AVV群では、血管漏出が著しく組織の浮腫が著明であったが、

VVV群では血管漏出が軽度で、かつ対照群として使用した坐骨神経とほとんど変わらなかったこと、さらに69%の組織の染色が認められたことから、静脈付き神経を用いる場合には、静脈と静脈との間に移植するのが望ましいと結論づけた。この結果は、これまでにわれわれが、皮膚組織で、主張してきたことが、神経に置き換わっているだけで、彼らの主張とわれわれの主張は一致している。確かに、血行のみから考えれば静脈を用いるよりも、動脈を用いる方が、組織内にはいる血液量は多いために有利とする主張もわからないではないが、うっ血が組織に与える障害は阻血よりも重度である。Wolff¹⁶⁾らは、家兎腹壁静脈皮弁モデルを用いて、Isotopeを用いた血流測定実験で Arterialized neous flap が92.7%, flow-

through venous flap が 62.4%, venous island flap 31% の血行であったことから、静脈皮弁のモデルのなかで Arterialized venous flap がもっとも安全な皮弁であると主張したが、上記の点からわれわれは、flow-through venous flap が最も安全であり、今回の実験結果から、周辺血行の良い母床へ複数本の静脈を吻合させることが最も安全に静脈皮弁を移植することができ、かつ静脈皮弁の利点をいかにするものであると考える。

また、福居⁶⁾らは、有茎静脈皮弁が血行不良な移植床では生着し得ないことを報告したが、Thatte¹⁷⁾らの臨床例では高い生着率が報告され矛盾がある。しかし、Thatteらの報告してきた有茎静脈皮弁には、静脈系以外に、静脈周囲の perivenous areolartissue が多く含まれており、これが彼らの静脈皮弁の高い生着率に寄与している可能性が示唆された¹⁸⁾。この Areolar tissue をつけて、村田¹⁹⁾らは、6.5×4 cm の大きな有茎家兎耳静脈皮弁の移植実験で、有茎で頭蓋骨上へ移植し、静脈のみの有茎皮弁では完全壊死となったにもかかわらず、Areolar tissue と静脈を茎とする皮弁では有意にその生着面積が増加したことを報告した。また、最近の中島²⁰⁾らの報告で、静脈を栄養する細動脈の存在が示唆されたことから、あえて動脈を静脈に吻合するという Arterialized venous flap を選択するよりは、解剖学的にわずかな動脈血行を持つ Areolar tissue などをつけ加えるなど、わずかな動脈血行を何らかの形で供給できるような道を選択し、うっ血を生じさせない方法をとることが、より大きく安定した皮弁移植を可能とする解決策として賢明であると考ええる。

結 論

われわれが行った通過静脈皮弁に関する実験的研究、臨床的応用を整理し今後の展望を考察し、以下の結論を得た。

1. 1本の通過静脈で生着し得る組織は静脈に沿った小範囲であり、通過静脈の数を増やすことが皮弁面積を拡大させる解決法のひとつである。
2. 通過静脈皮弁は移植側の周辺血行が良いことで皮弁面積が拡大し、このことからこの皮弁の性格を Flap と Graft の中間、あるいは両者を合わせ持つものと考えた。
3. 最近話題になる静脈皮弁内の通過静脈に動脈を吻合する arterialized venous flap は皮弁に部分壊死や表皮壊死を生じる率が高く安定した皮弁とはいえない。また、静脈皮弁の特長である動脈を犠牲にせず、移植側の条件を限定しない～という最大の利点を生かせない。こ

のことからこの方法が、静脈皮弁の中で最も安全であるという最近の一連の報告には、賛同しがたい。

4. 静脈皮弁のなかで最も安定しているのは、通過静脈皮弁であると考えられ、複数本の静脈路の確保以外に、さらに周辺血行もしくは静脈周囲血管網の温存など、なんらかの形で血流を静脈皮弁に追加供給することがより安全な静脈皮弁移植術の解決策となるであろう。

文 献

- 1) 福居顕宏, 稲田有史, 玉井 進, 増原建二: 静脈付皮膚移植についての実験的研究(第2報). 形成外科 31: 269-274, 1988.
- 2) 本田敬宜, 野村 進, 山内茂樹, 島村浩二, 宇賀治行雄, 吉村光生: 再接着指における皮膚付静脈移植の試み. 形成外科 27: 51-57, 1984.
- 3) Tsai, S. M.: Venous flaps in digital revascularization and replantation. J. Reconstr. Microsurg. 3: 113, 1987.
- 4) Inada, Y., Fukui, A., Tamai, S., Kakihana, T. and Maeda, M.: The sliding venous flap for covering skin defects with poor blood supply on the lateral aspects of fingers. Br. J. Plast. Surg. 44: 368-371, 1991.
- 5) Fukui, A., Inada, Y., Maeda, M., Yamai, S., Mizumoto, S., Yajima, H. and Sempuku, T.: Pedicled and "flow-through" venous flaps: clinical applications. J. Reconst. Microsurg. 5: 235-243, 1989.
- 6) Fukui, A., Tamai, S., Maeda, M., Inada, Y. and Mine, T.: The pedicled venous flap. An experimental study. Br. J. Plast. Surg. 46: 116-121, 1993.
- 7) Yoshimura, M., Shimada, T., Imura, S., Shimamura, K. and Yamauchi, S.: The venous skin graft method for repairing skin defects of the fingers. Plast. Reconstr. Surg. 79: 243-250, 1987.
- 8) Inada, Y., Fukui, A., Tamai, S. and Mizumoto, S.: The arterialised venous flap: experimental studies and a clinical case. Br. J. Plast. Surg. 46: 61-67, 1993.
- 9) Mundy, J. C. and Panje, W. R.: Creation of free flaps by arterialization of the venous system. Arch. Otolaryngol. 110: 221-223, 1984.
- 10) Byun, J. S., Constantinescu, M. A., Lee, W. P.

- A. and **May, Jr. J. W.** : Effects of delay procedures on vasculature and survival of arterialized venous flaps : an experimental study in rabbits. *Plast. Reconstr. Surg.* **96** : 1650-1659, 1995.
- 11) **光嶋 勲, 添田周呉, 波利井清紀** : Arterialized Nerve Graft の臨床応用への可能性について—実験的検索—. *日手会誌.* **2** : 678-681, 1985.
- 12) **Townsend, P. L. G. and Taylor, G. I.** : Vascularized nerve grafts using composite arterialised neuro-venous systems. *Br. J. Plast. Surg.* **37** : 1-17, 1984.
- 13) **Inoue, G. and Tamura, Y.** : One-stage repair of both skin and tendon digital defects using the arterialized venous flap with palmaris longus tendon. *J. Reconst. Microsurg.* **7** : 339-343, 1991.
- 14) **Koshima, I., Soeda, S., Nakayama, Y., Fukuda, H. and Tanaka, J.** : An arterialised venous flap using the long saphenous vein. *Br. J. Plast. Surg.* **44** : 23-26, 1991.
- 15) **Arakaki, A., Tsai, T. M., Firrell, J. C. and Breidenbach, W. C.** : Vascular filling and protein extravasation in three varieties of vascularized venous nerve grafts. *J. Reconst. Microsurg.* **10** : 165-170, 1994.
- 16) **Wolff, K. d., Telzrow, T., Rudolph, K. H., Franke, J. and Wartenberg, E.** : Isotope perfusion and infrared thermography of arterialised, venous flow-through and pedicled venous flaps. *Br. J. Plast. Surg.* **48** : 61-70, 1995.
- 17) **Thatte, R. L. and Thatte, M. R.** : The saphenous venous flap. *Br. J. Plast. Surg.* **42** : 399-404, 1989.
- 18) **Smith, R. J., Fukuta, K. Wheatley, M. and Jackson I. T.** : Role of perivenous areolar tissue and recipient bed in the viability of venous flaps in the rabbit ear model. *Br. J. Plast. Surg.* **47** : 10-14, 1994.
- 19) **Murata, K., Tamai, S., Inada, Y., Fukui, A. and Miyamoto, S.** : Transfer of a pedicled venous flap containing perivenous areolar tissue and nerve : an experimental study. *Br. J. Plast. Surg.* **52** : 223-229, 1999.
- 20) **Nakajima, H., Imanishi, N., Fukuzumi, S., Minabe, T., Aiso, S. and Fujino, T.** : Accompanying arteries of the cutaneous veins and cutaneous nerves in the extremities : anatomical study and a concept of the venoadipofascial and / or neuroadipofascial pedicled fasciocutaneous flap. *Plast. Reconstr. Surg.* **102** : 779-791, 1998.