

Scanning and Transmission Electron Microscopic Study on the Recirculation in Free Full Thickness Skin Autografts in Rabbits

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-04 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/7732

家兎の遊離自家全層移植皮膚における血行再開に関する 走査および透過電子顕微鏡的研究

金沢大学医学部皮膚科学教室 (主任: 広根孝衛教授)

金沢医科大学形成外科学教室 (主任: 塚田貞夫教授)

岡 田 忠 彦

(昭和59年4月16日受付)

遊離自家全層移植皮膚における血行再開機構に関する定説はまだない。この問題を解明するため、家兎の遊離自家全層移植皮膚部の血管鋳型を走査電子顕微鏡で、その超薄切片を透過電子顕微鏡で観察した。走査電子顕微鏡所見では、移植後3日目に移植床の血管と移植皮膚の血管の間に連絡が形成されること、また7日目には移植皮膚において正常な分布パターンを示す血管が描出されていることが明らかにされた。透過電子顕微鏡所見では、移植皮膚において管腔の拡張と内皮細胞の扁平化以外に血管の変化は認められなかった。以上の所見から、移植後の移植皮膚の血行は移植皮膚の既存血管と移植床の血管との連絡により3日目から再開されるものと考えられた。

Key word recirculation, skin autograft, vascular corrosion cast

遊離自家全層移植皮膚術は各種の皮膚欠損創の再建に不可欠な手技として臨床的に広く用いられている。しかし、従来多くの研究者が組織学的方法¹⁻⁴⁾、色素注入法⁵⁻⁹⁾、皮膚顕微鏡的方法¹⁰⁻¹²⁾、transparent chamber法¹³⁻¹⁶⁾、または血管造影法¹⁷⁾¹⁸⁾を用いて移植皮膚への血行再開過程を検討してきたが、今日なお定説はない。その原因は、これらの方法では移植皮膚への血行再開過程をin vivoの状態で正確に観察することが実際上不可能であったためであり、また厚さが数ミクロンの切片に頼る二次元的な組織学的方法や色素注入法では移植皮膚における血行再開過程の全体像を把握することが困難であったためである。

本研究では、家兎に遊離自家全層移植皮膚術を施行したのち、経時的に移植部を採取、同部の血管鋳型を作製、これを走査電子顕微鏡(以下走査電顕と略)下で観察し、同時に行った透過電子顕微鏡(以下透過電顕と略)所見とあわせて、移植皮膚における血行再開過程を検討した。

材料および方法

I. 材 料

成熟家兎(体重3~4kg)40羽を使用し、いずれも耳介の前面を移植部、大腿の外側部を採皮部とした。ペントバルビタール静脈麻酔下に、耳介前面および大腿外側部を剃毛し、0.5%グルコン酸クロルヘキシジン液で消毒後、移植床として両側の耳介前面に各4箇所2×2cmの皮膚欠損創を作成した。次いで、全層植皮片として大腿外側部より皮膚片を採取し、できるだけ真皮を損傷しないように剪刀で肉様膜を除去後、これを耳介前面の皮膚欠損部に縫合し、グリセリン含有綿花にて圧迫固定した。移植後1, 2, 3, 5, 7, 10日, 2週および1カ月目に5羽ずつ、いずれもペントバルビタールの致死量を投与後耳介を切断し、標準作製に供した。

II. 血管鋳型の作製法

移植部の血管の鋳型は次の方法で作製した。すなわ

Scanning and Transmission Electron Microscopic Study on the Recirculation in Free Full Thickness Skin Autografts in Rabbits. Tadahiko Okada, Department of Dermatology (Director: Prof. T. Hirone), School of Medicine, Kanazawa University. Department of Plastic and Reconstructive Surgery (Director: Prof. S. Tsukada), Kanazawa Medical University.

ち、耳介切断後直ちに手術用顕微鏡下で耳介動脈にカニューレを挿入し、ヘパリン添加生理食塩水で灌流したのち、メチルメタクリレート（以下レジンを略）モノマー（大日本インキ工業社製メルコックス CL-12R）約5 mlを約70 mmHg圧下で注入した。村上の方法¹⁹⁾²⁰⁾にしたがい、レジンを注入組織を約50°Cの温水中に2時間浸漬して組織の原形を保ちつつレジンを重合させたのち、必要部分を切り出し、約50°Cの20%水酸化カリウム水溶液中に24時間浸漬して組織を腐食し、さらに流水中で2～3日洗浄して腐食組織を完全に除去した。

対照として、移植前の全層植皮片ならびに移植床の血管の鋳型を作製した。全層植皮片の血管の鋳型作製には、大腿外側から皮膚片を採取後直ちに手術用顕微鏡下で肉様膜下の小動脈にカニューレを挿入し、ヘパリン添加生理食塩水で灌流したのち、レジンのモノマー3 mlを加圧注入した。レジンの硬化と組織の腐食および洗浄は上述の村上法にしたがって行った。移植床の血管の鋳型は、皮膚欠損創を作成後耳介動脈内にレジンモノマーを注入すると創面からレジンモノマーが流出するため、次の方法で作製した。すなわち、家兎の未処理耳介を切断後直ちにカニューレを用いて耳介動脈内にレジンのモノマー約5 mlを注入、約50°Cの温水中でレジンを重合させたのち、移植床作成時と同様に耳介前面に2×2 cmの皮膚欠損部を作り、その後組織を腐食、洗浄した。

III. 走査電顕法

鋳型はいずれも手術用顕微鏡下で全体像を観察後、水中に凍結包埋し、その一部を安全かみそりで切り出し、さらに凍結滑走式マイクロームを用いて走査電顕の試料台上に載せ得る大きさに削るとともに断面を整えた。これを解凍、空気乾燥し、エイコーIB-3型真空蒸着装置内で金・パラジウム蒸着後、日立S-700型および日本電子JSM-35型走査電顕で観察した。

IV. 透過電顕法

移植部位の移植皮膚を移植床とともに0.1 M カコジル酸塩緩衝2%グルタルアルデヒド液(pH 7.4)に4°Cで30分固定後細切し、さらに同固定液に4°Cで1時間30分固定後、カコジル酸塩緩衝液で一晩洗浄、次いでペロナール酢酸塩緩衝2%オスミウム酸(pH 7.4)に4°Cで1時間固定、アセトン系列で脱水、エボン812に包埋した。薄切片はLKB 8800型超マイクロームで作製、酢酸ウラニル・クエン酸鉛で重染色、日本電子JEM 100 Cおよび日立H-500型電顕で観察した。

なお、皮膚移植部の一部を用いて光学顕微鏡（以下光顕と略）用標本を作製した。すなわち、組織片を10%中性ホルマリン液で固定後4ミクロンのパラフィン切

片を作製、ヘマトキシリン・エオジン染色した。

成 績

I. 光顕所見

移植部における移植皮膚および移植床の光顕像の経時的変化は次のようであった。

1. 1, 2日目：移植皮膚では、時に表皮マルピギー層に軽度の細胞間浮腫がみられた。真皮は浮腫性で、そこに少数の好中球およびリンパ球が散在していた。真皮の血管は拡張し、いずれも内腔には赤血球が充満していた。移植床でも、血管は拡張し、周囲に好中球を主体とした細胞浸潤がみられた。移植皮膚と移植床の接着部には、フィブリンおよび赤血球と好中球の浸潤からなる接着層が形成されていた（図1）。

2. 3日目：移植皮膚では、表皮マルピギー層の細胞間浮腫は減少していたが、真皮の浮腫および血管拡張は依然顕著であり、リンパ球のびまん性浸潤はより顕著となっていた。移植皮膚と移植床の間の接着層およびその附近の細胞浸潤はかなり減少していた。この時期に接着層直下に嚢状に拡張した血管が多数認められた（図2）。

3. 5, 7日目：移植皮膚では、表皮は正常のようであり、真皮では、びまん性浮腫、血管拡張およびリンパ球のびまん性浸潤はいずれもかなり減少していた。移植床では、接着層直下に嚢状に拡張した血管が少数みられたが、いずれも著しく扁平化していた（図3）。

4. 10日, 2週および1カ月目：10日目および2週目には、少数のリンパ球が散在する以外に移植皮膚の真皮に顕著な変化は認められなかった。接着層は識別困難であり、それと思われる所に少数のリンパ球と組織球の浸潤が存在するにすぎなかった。移植床では嚢状に拡張した血管はほとんど認められなかった。1カ月目には、接着層と思われる部位に一致して軽度の線維増生がみられた。

II. 走査電顕所見

1. 全層植皮片および移植床における正常血管像

移植前の全層植皮片では（図4, 5）、最下部に横走する肉様膜下動・静脈が存在し、それから分岐した1対の動脈（約60 μ径）と静脈（約120 μ径）が縦に走り、肉様膜通過後に真皮上行血管としてみられた。真皮上行血管は真皮下層において皮膚表面にほぼ平行に走る分枝（約40 μ径）を出し、分枝は互に連絡して第1の網工、すなわち真皮下層血管網を形成していた。さらに、真皮上行血管は乳頭下層において分岐し、皮膚表面とほぼ平行に走る第2の網工、すなわち乳頭下層血管網を形成していた。この網工を形成する血管は

約 30 μ 径であった。乳頭下層血管網より上方に突出する乳頭層血管係蹄は必ずしも完全に描出されなかったが、時に観察された。なお、真皮下層血管網から分岐、上行する小血管（約 20~10 μ 径）が多数みられた。

皮膚移植する前の移植床では（図 6）、耳介動・静脈より分岐した小血管（約 30~10 μ 径）からなる皮下血管網がみられた。これらの血管は複雑に分岐、吻合するが、いずれも緩やかにうねり、その表面は滑らかであった。

2. 移植部における血管像

移植部における移植皮膚および移植床の血管像の経時的变化は次のようであった。

1) 1, 2 日目：移植床の皮下血管網を形成する血管は、1 日目に軽度の拡張と蛇行を示した（図 7）。2 日目にはこれらの血管の拡張と蛇行はより顕著となり、一部では小嚢状に拡張した部分もみられた（図 8）。この時期には、移植皮膚の血管は全く描出されなかった。

2) 3 日目：移植床の上部には種々の大きさの嚢状に拡張した血管が多数みられた（図 9）。これらの嚢状血管は移植皮膚の下面直下の接着層において密に重なり合い、やや圧縮され、複雑な構造の血管叢を形成していた。注目すべきことは、この時期に移植皮膚の真皮上行血管と真皮下層血管網が描出されたことである。これらの真皮上行血管と真皮下層血管網は移植前の全層植皮片におけるとほぼ同様の走行を示したが、その数や密度は部位によりかなりの差異を示し、一般に移植前の全層植皮片におけるよりもまばらであった。乳頭下層血管網およびこれと真皮下層血管網との間の小血管はいずれもほとんど描出されなかった。そのため皮表側からの鳥瞰像では、しばしば真皮下層血管網を通して接着層とその直下に存在する嚢状血管が認められた（図 10）。なお、興味深いことには、移植皮膚の上行血管の下端が接着層の血管叢に密接し、これと連絡しているようにみえる像が時に認められた（図 9）。

3) 5, 7 日目：移植床の上部における嚢状血管は著しく減少していた。移植皮膚ではほぼ全域において真皮上行血管、真皮下層血管網、これより分岐・上行する小血管および乳頭下層血管網が多数描出された（図 11）。7 日目には、乳頭層血管係蹄もかなり多数描出された（図 12）。この時期に移植皮膚における血管分布のパターンは移植前の全層植皮片におけるそれと同様になった。

4) 10 日, 2 週および 1 カ月目：10 日以後、移植床でも移植皮膚でも血管像は正常となった。

III. 透過電顕所見

移植部における血管の透過電顕像は次のようであった。

1. 1, 2 日目：移植皮膚の真皮では、小血管は一般にかなり拡張し、その内腔に赤血球がみられた（図 13）。内皮細胞は扁平化していたが、細胞の変性所見は認められなかった。接着層には、好中球、リンパ球様細胞および赤血球が存在し、それらの間にはフィブリンの不規則な沈着がみられた。接着層直下の領域には、内腔の著しく拡張した血管が時にみられ、その内腔には赤血球が存在していた（図 14）。

2. 3 日目：移植皮膚の真皮および接着層直下の領域には、2 日目の場合と同様に拡張した血管がよりしばしばみられた。接着層には依然として好中球やリンパ球様細胞が存在していたが、血管内皮の増殖像を見出すことはできなかった。

3. 5, 7 日目：5 日目に移植皮膚の真皮にはやや拡張した血管が存在していた（図 15）。接着層は浸潤細胞の著しい減少のため識別できなかったが、接着層直下の領域と思われる部位には著しく拡張した血管がまだ少数みられた。7 日目には、移植皮膚の真皮でもその下方でも血管の軽度の拡張以外に異常は認められなかった。

考 察

遊離自家移植皮膚の血行再開過程に関する研究は 1870 年代から始まり、当初提唱された三つの説、すなわち、血行は移植床から移植皮膚内へ進入した新生血管により再開されるという血管新生説²⁾、移植床の既存血管の断端と移植皮膚の既存血管の断端の吻合により再開されるという既存血管説¹⁾、およびこれらの両者により再開されるという折衷説³⁾の当否をめぐる論争が今日まで続いてきた。

Davis ら⁵⁾は、墨汁注入法を用いて犬の全層皮膚移植部を観察した成績から、移植後 22~72 時間目に移植床既存血管断端と移植皮膚の既存血管の断端との間に吻合が起こり、次いで 4~5 日目には新生血管が移植床から移植皮膚の真皮の膠原線維間や既存血管腔内へ進入して新しい血管系を形成するものと推測した。その後、家兎の点状皮膚移植部を組織学的に検討した Medawar⁴⁾により、またマウスの全層皮膚移植部における微小循環を transparent chamber 法を用いて検討した Conway ら¹³⁾²¹⁾および Marckmann¹⁴⁾により、この血管新生説は支持された。また、全層移植皮膚における微小循環を立体顕微鏡で観察した Converse ら¹¹⁾や Ljungqvist ら¹⁷⁾も血管新生説を支持し、移植皮膚では 5~6 日目に新生血管系が形成されるとともに既存血管は認められなくなったと述べている。なお、

マウスの全層皮膚移植部における微小循環を transparent chamber 法を用いて検討した Zarem ら¹⁵⁾は、移植後3日目に移植床において囊状に拡張した血管が多数生じることに注目し、この囊状拡張部から移植皮膚の既存血管内に進入、発達した新生血管により既存血管が置換されると主張した。

他方、墨汁注入法を用いて家兎の全層皮膚移植部を検索した浜田⁶⁾は、移植後約24時間目まで起こる移植床の既存血管断端と移植皮膚の既存血管断端との吻合および2日目以後に起こる移植床からの新生血管と移植皮膚の既存血管断端との連絡により血行が再開されることを示唆し、既存血管の血行再開に果す役割を強調した。その後、墨汁注入法を用いた Clemmensen⁷⁾や組織および皮膚顕微鏡法を用いた塚田¹²⁾はいずれも既存血管説を支持し、移植皮膚の既存血管は移植皮膚と移植床との間の接着層におけるフィブリン網の間隙に形成される sinus-like channel を介して移植床の既存血管と連絡するものと推測した。立体顕微鏡でラットの全層移植皮膚における微小循環を観察した Taylor ら¹⁰⁾や transparent chamber 法と血管造影法で検討した Birch ら¹⁶⁾も既存血管説を支持し、移植術の前後で移植皮膚の血管像がやや異なるのは採皮部と移植床との間における血流の差異や少数の新生血管の追加により移植皮膚の血管系が再編成されるためであろうと推測している。なお、Haller ら²²⁾は、ハムスターの頬囊の血管をシリコンで充填後移植すると生着しないことを、移植皮膚の生着はその既存血管に依存するという説の証拠としている。

これに対して、Smahël¹⁸⁾、Smahël ら²³⁾、Converse ら²⁴⁾および Gloor ら⁹⁾はいずれも墨汁注入法を用いてラットまたはモルモットの全層皮膚移植部を検索し、血管新生説と既存血管説の折衷説を提唱している。すなわち、移植床と移植皮膚の既存血管断端間において、吻合に適した条件が整っている場合には両者間に吻合が起こるが、移植床における血腫形成のような吻合を阻害する条件が存在する場合には移植床から移植皮膚内に進入する血管の新生が主に起こるといふ。

以上のように、血管新生説と既存血管説の間の主要な争点は、移植後3～4日目までに移植皮膚と移植床の接着部において両者の既存血管の間に直接または間接の連絡が形成されるか、また移植後4日目以降に移植床から移植皮膚、特にその血管腔内に進入する新生血管が存在するかという2点に絞られるように思われる。

著者の走査電顕所見は、移植皮膚における血行再開の時期を明瞭に示している。すなわち、耳介動脈から注入されたレジン移植後2日目までは移植皮膚内に

流入しないが、3日目には移植皮膚内に流入してその真皮上行血管と真皮下層血管網を描出したことから、移植皮膚への血行が3日目に再開されていることは明らかである。より正確にいうならば、血行の再開は移植後2日目から3日目の間に始まるということが出来る。また、得られた所見から移植皮膚の血行再開に至るまでの過程は次のように推測される。すなわち、移植後1日目から移植床の血管は拡張し、時間の経過とともに変化はより顕著になり、囊状に拡張した血管が多数生じる。これらの拡張した血管は移植床の表面から移植皮膚の下面に向かって膨隆し、両者の間の空隙すなわち接着層内に充満し、やや圧縮されて複雑な血管叢を形成する。これと並行して拡張した血管と移植皮膚の主に真皮上行血管の下端の間に連絡が形成され、2日目から3日目の間に血行が再開されるものと考えられる。なお、著者の走査電顕所見はこの連絡が Clemmensen⁷⁾のいう sinus-like channel のような構造ではなくて壁の完成した血管であることを示唆している。この連絡形成の機序として移植床の血管断端からの内皮の増殖、移植皮膚の真皮上行血管の断端からの内皮の増殖、またはその両者の可能性が考えられるが、この点は今後の検討すべき問題である。

さらに、著者の走査電顕所見は接着層における連絡形成後の移植皮膚の血管系のパターンが移植前の全層移植皮片のそれとほぼ同様に整然としていることを示し、またそのような血管系が移植後5～7日目までにほぼ完成されていることを示した。仮に移植皮膚の血管系が移植床から進入した新生血管により形成されるものならば、このように整然としたパターンを示す血管系を5～7日目までに完成することは不可能のように思われる。また仮に移植床からの進入血管が移植皮膚の既存血管の内腔を通して分布するとしても、3日目から5～7日目までの短時間に移植皮膚の真皮全層にわたる複雑な構造の血管系のすべてを形成し終ることは不可能のように思われる。事実、透過電顕像で、3日目以後の移植皮膚において既存の血管内に新しい血管が入りこんでいることを示す所見は全く認められなかった。

以上述べてきたように、著者の実験成績は移植皮膚における血行が移植後3日目に再開されること、また血行の再開には移植皮膚の既存の血管が利用されることを示すものである。

結 論

移植皮膚の血行再開過程を明らかにするため、家兎の耳介前面の遊離自家全層皮膚移植部の血管鑄型を走査電顕で、また超薄切片を透過電顕で観察した。得ら

れた結果は次のとおりである。

1) 走査電顕法により、移植後1および2日目の移植床では拡張・蛇行した血管が観察されたが、移植皮膚の血管は描出されなかった。

2) 3日目には接着層直下における囊状に拡張した血管、移植皮膚の真皮上行血管と真皮下層血管網、および両者の間の連絡が認められた。

3) 5日目には移植皮膚では乳頭層血管係蹄を除くすべての真皮血管が多数描出され、7日目には乳頭層血管係蹄も描出された。

4) 10日目には移植皮膚における真皮血管像のパターンは移植前におけるとほぼ同様であった。

5) 移植後1-7日目の移植皮膚の真皮血管の透過電顕所見では、内皮細胞の増殖像も変性像も認められなかった。

以上の所見から、移植後の移植皮膚の血行は移植皮膚の既存血管と移植床の血管との連絡により3日目から再開されるものと考えられた。

謝 辞

稿を終えるにあたり、終始懇篤な御指導、御校閲を賜りました金沢大学医学部皮膚科学教室広根孝衛教授、ならびに金沢医科大学形成外科学教室塚田貞夫教授に心からの謝意を表します。また、電顕写真撮影に御協力を頂きました金沢医科大学共同研栗原孝行助手ならびに研究室各位に深謝いたします。

本論文の要旨は第22回日本形成外科学会および第21回日本形成外科学会北陸地方会で発表した。

文 献

- 1) Thiersh, C.: Ueber die feineren anatomischen Veränderungen bei Aufheilung von Haut auf Granulationen. Arch. Klin. Chir., 17, 318-324 (1874).
- 2) Garré, C.: Über die histologischen Vorgänge bei der Anheilung der Thiersch'schen Granulationen. Beitr. Klin. Chir., 4, 625-652 (1889).
- 3) Braun, W.: Klinisch-histologische Untersuchungen über die Anheilung ungestelter Hautlappen. Beitr. Klin. Chir., 25, 211-242 (1899).
- 4) Medawar, P. B.: Behavior and fate of skin autografts and skin homografts in rabbits. J. Anat., 78, 176-199 (1944).
- 5) Davis, J. S. & Traut, H. F.: Origin and development of the blood supply of whole-thickness skin grafts. Ann. Surg., 82, 871-879 (1925).
- 6) 浜田昇次: 植皮に関する研究. 日整会誌, 27, 33-53 (1953).
- 7) Clemmensen, T.: The early circulation in split skin grafts. Restoration of blood supply to

split skin autografts. Acta Chir. Scand., 127, 1-8 (1964).

8) Smahěl, J.: The problem of revascularization of free skin autografts. Acta Chir. Plast., 11, 78-84 (1969).

9) Gloor, M. & Ludwing, G.: Revascularization of free full thickness skin autografts. Arch. Derm. Forsch., 246, 211-221 (1973).

10) Taylor, A. C. & Lehrfeld, J. W.: Determination of survival time of skin homografts in rats by observation of vascular changes in grafts. Plast. Reconstr. Surg., 12, 423-431 (1953).

11) Converse, J. M. & Rapaport, F. T.: The vascularization of skin autografts and homografts. An experimental study in man. Ann. Surg., 143, 306-315 (1956).

12) 塚田貞夫・岩泉九二夫・竹田公彰: 遊離中間植皮部の血管像について. 十全医会誌, 80, 513-525 (1971).

13) Conway, H., Joslin, D. & Stark, R. B.: Observations on the development of circulation in skin grafts. I. Technique of adaptation of the transparent chamber technique to study of the circulation in skin grafts. Plast. Reconstr. Surg., 8, 194-203 (1951).

14) Marckmann, A.: Biology of skin autograft. Danish. Med. Bull., 14, 135-137 (1967).

15) Zarem, H. A., Zweifach, B. W. & McGehee, J. M.: Development of microcirculation in full thickness autogenous skin grafts in mice. Am. J. Physiol., 212, 1081-1085 (1967).

16) Birch, J. & Bränemark, P.-I.: The vascularization of a free full thickness skin graft. I. A vital microscopic study. Scand. J. Plast. Reconstr. Surg., 3, 1-10 (1969).

17) Ljungqvist, A. & Almgård, L. E.: The vascular reaction in the free skin allo- and autografts. A stereomicro-angiographic and histological study in the rabbit. Acta Pathol. Microbiol. Scand., 68, 553-562 (1966).

18) Birch, J., Bränemark, P.-I. & Lundskog, J.: The vascularization of a free full thickness skin graft. II. A microangiographic study. Scand. J. Plast. Reconstr. Surg., 3, 11-17 (1969).

19) Murakami, T.: Application of the scanning electron microscope to study of fine distribution of the blood vessels. Arch. Histol. Jpn., 32, 445-454 (1971).

20) 村上宅郎：微細血管分布機構研究のための鋳型走査電子顕微鏡法。細胞, 7, 11-18 (1975).

21) Conway, H., Stark, R. B. & Joslin, D.: Observation on the development of circulation in skin grafts. II. The physiologic pattern of early circulation in autografts. *Plast. Reconstr. Surg.*, 8, 312-319 (1951).

22) Haller, J. A. & Billingham, R. E.: Studies of the origin of the vasculature in free skin grafts. *Ann. Surg.*, 166, 896-901 (1967).

23) Smahél, J. & Ganzoni, N.: Contribution to the origin of the vasculature in free skin autografts. *Br. J. Plast. Surg.*, 23, 322-325 (1970).

24) Converse, J. M., Smahél, J., Ballantyne, D. L. Jr. & Harper, A. D.: Inosculation of vessels of skin graft and host bed: A fortuitous encounter. *Br. J. Plast. Surg.*, 28, 274-282 (1975).

Explanation of Figures

Abbreviations or symbols used in figures: AV, ascending vessel; BL, basal lamina; C, capillary loop of papillary dermis; D, deep dermal vascular network; E, endothelial cell; F, small vessel arising from deep dermal vascular network; L, lumen; P, pericyte; PC, subpanniculus carnosal vessel; R, erythrocyte; S, subpapillary vascular network.

Fig. 1. Light micrograph of the full thickness skin graft one day after transplantation. The upper and lower dermis shows vascular dilation and edema. The inflammatory infiltrate composed of neutrophils and lymphocytes is seen at the graft-bed junction (arrow). H-E, $\times 35$.

Fig. 2. Light micrograph of the full thickness skin graft 3 days after transplantation. Markedly dilated blood vessels are seen beneath the graft-bed junction in which the number of inflammatory cells is decreased. H-E, $\times 35$.

Fig. 3. Light micrograph of the full thickness skin graft 7 days after transplantation. A small number of dilated but flattened blood vessels are seen beneath the graft-bed junction. H-E, $\times 35$.

Fig. 4. Scanning electron micrograph of the vascular corrosion cast of the skin graft before transplantation (horizontal view). The ascending vessels (AV) branch out deep dermal vessels

(D) forming a coarse network at the deep dermis and then divide into superficial vascular network (S) at the subpapillary dermis. A large number of small vessels (F) originating from the deep dermal vessels are seen. $\times 70$.

Fig. 5. Scanning electron micrograph of the vascular corrosion cast of the skin graft before transplantation (horizontal view). Several capillary loops (C) arising from the subpapillary vascular network (S) can be seen. $\times 70$.

Fig. 6. Scanning electron micrograph of the vascular corrosion cast of the host bed before transplantation (vertical view). A large number of small vessels running parallel to the skin surface are seen. $\times 70$.

Fig. 7. Scanning electron micrograph of the vascular corrosion cast of the host bed one day after transplantation (vertical view). Small vessels are slightly distended and tortuous. $\times 70$.

Fig. 8. Scanning electron micrograph of the vascular corrosion cast of the host bed 2 days after transplantation (vertical view). Small vessels are markedly distended and tortuous, showing an appearance of strings of beads. $\times 70$.

Fig. 9. Scanning electron micrograph of the vascular corrosion cast of the graft-bed junction 3 days after transplantation (horizontal view). Markedly distended vessels of the host bed are seen to be flattened beneath the graft-bed junction. Arrows indicate the connections between the graft vessels and the host bed vessels. $\times 140$.

Fig. 10. Scanning electron micrograph of the vascular corrosion cast of the graft 3 days after transplantation (vertical view). Ascending vessel (AV) and coarse network of deep dermal vessels (D) are seen. Arrow indicates the connection between the graft vessel and the underlying distended vessel of the host bed. $\times 70$.

Fig. 11. Scanning electron micrograph of the vascular corrosion cast of the graft 5 days after transplantation (vertical view). Subpapillary vascular network (S) and underlying ascending vessel (AV) are clearly seen. $\times 70$.

Fig. 12. Scanning electron micrograph of the vascular corrosion cast of the graft 7 days after transplantation (vertical view). Capillary loops

(C) are seen in the papillary dermis. The underlying vessels show the same arrangement as those in the graft before transplantation. $\times 70$.

Fig. 13. Transmission electron micrograph of a portion of vessel in the graft one day after transplantation. The endothelial cells are flattened with no degenerative changes. $\times 13,300$.

Fig. 14. Transmission electron micrograph of a

portion of vessel beneath the graft-bed junction 2 days after transplantation. The endothelial cells are markedly flattened. $\times 10,500$.

Fig. 15. Transmission electron micrograph of a portion of vessel in the graft 5 days after transplantation. The lumen is surrounded by endothelial cells showing normal appearance. $\times 8,000$.

Scanning and Transmission Electron Microscopic Study on the Recirculation in Free Full Thickness Skin Autografts in Rabbits Tadahiko Okada, Department of Dermatology (Director: Prof. T. Hirone), School of Medicine, Kanazawa University, Kanazawa, 920, and Department of Plastic and Reconstructive Surgery (Director: Prof. S. Tsukada), Kanazawa Medical University, Uchinada, 920-02 — *J. Juzen Med. Soc.*, 93, 440–453 (1984)

Key words: Recirculation, Skin autograft, Vascular corrosion cast

Abstract

The recirculation in free full thickness skin grafts in rabbits was studied by scanning electron microscopy of corrosion casts and transmission electron microscopy of ultrathin tissue sections. Skin grafts from the lateral thigh were transplanted onto surgical defects of the ears. Skin preparations were made at appropriate intervals (one day to one month) after transplantation. After amputation of the ears under deep anesthesia produced by intravenous pentobarbital, methyl methacrylate monomer (resin) was injected through the auricular artery. After the resin was polymerized, the graft and the bed were dissected together, and then the tissue was macerated in 20% potassium hydroxide solution. The vascular corrosion cast of the graft and the bed thus prepared was washed in running water, air-dried, coated with gold and palladium, and examined by scanning electron microscopy. The cast prepared 2 days after transplantation revealed distended and tortuous vessels in the host bed, but showed no vascular structures in the graft. Markedly distended vessels in the bed as well as ascending vessels associated with deep dermal vascular networks in the graft were clearly seen 3 days after transplantation. Connections between the vessels in the graft and the bed were also observed at the graft-bed junction. On the 7th day after transplantation, almost all the vessels of the grafts were observed; the pattern of vascular distribution in the graft appeared to be normal. Transmission electron microscopy of the combined tissue of the graft with the bed, prepared one to 7 days after transplantation, showed no marked changes except for the distention of the vessel lumen and flattening of endothelial cells of the dermal vessels. The results obtained indicate that the recirculation in free full thickness skin grafts begins to develop 3 days after transplantation, and support the view that the recirculation is achieved through the original vessels in the grafts but not newly formed ones.













