

図 2-48 血管柄付遊離皮弁の代表的形態

には、術後の血液検査などを怠らないことが肝要である。

2. 血管柄付遊離組織(弁)移植

ある組織を他の部位に移植する際、いったん組織の血流を遮断してから移植することを遊離組織移植と呼び、遊離皮膚移植や遊離骨移植などがこれに相当する。これらは移植後に新生血管が移植組織に侵入することによる血行再開を期待して行われるものである。

これに対して、マイクロサージャリーの発展に伴い血行再開を血管吻合することにより行い、移植を確実なものとするのが可能となった。血行再開のためには、組織を灌流している動静脈と移植を受ける部位(移植床)の動静脈を顕微鏡下に吻合する必要があるが、移植組織の血管が組織の柄のように見えることからこれを血管柄と呼び、このような移植形態を血管柄付遊離組織(弁)移植と呼ぶ。

a. 血管柄付遊離皮弁移植

血管柄付遊離皮弁には、以下のような種類がある。皮下脂肪組織を含む皮膚組織のみを移植する血管柄付遊離皮弁 free vascularized skin flap, 筋組織、筋膜組織をキャリアとして持つ血管柄付遊離筋皮弁 free vascularized musculocutaneous flap, 血管柄付遊離筋膜皮弁 free vascularized fasciocutane-

ous flap などである(図 2-48)。

血管柄付遊離皮弁を採取できる部位は、皮膚を栄養する血管が血管吻合に適した太さを持っている必要があるため、その種類が限られている。一方、血管柄付遊離筋皮弁は太い血管を栄養血管として持つ表在骨格筋が多いため、その種類も豊富である。さらに最近では、筋皮弁の筋肉から皮膚組織への穿通枝を温存しながら、筋肉成分を極力減量した皮弁(穿通枝皮弁)も開発されている。現在、頻繁に用いられている代表的な皮弁を表 2-3 に示す。

(1) 特徴

有茎皮弁と比較して血管柄付遊離皮弁は多くの利点を有する。

- 1) 遠隔部より皮弁を採取し、移植することができるので皮弁の選択肢が広い。
- 2) 有茎皮弁のように茎部の組織が必要ないため、組織を有効に利用できる。
- 3) 有茎皮弁と比較して血行が安定しているため感染にも強い。
- 4) 三次元的に複雑な組織欠損でも死腔を残さず再建することができる。
- 5) 皮弁採取部は創閉鎖が容易であることが多いので術後瘢痕が少ない。

欠点としては、吻合部血栓を生じると皮弁全体が壊死に陥る可能性があることがあげられる。

しかし現在では、手術用顕微鏡などの発達に伴って吻合部血栓の可能性は低くなっており、特に頭

表 2-3 代表的な血管柄付遊離皮弁など

1. 血管柄付遊離皮弁 free vascularized skin flap	<ul style="list-style-type: none"> ●鼠径皮弁 groin flap 血管径は細く、茎も短いという難点を持つが、薄い皮弁で採取部の癒痕が目立たないので整容的改善を要求される手術に適している。
2. 血管柄付遊離筋皮弁 free vascularized musculocutaneous flap	<ul style="list-style-type: none"> ●腹直筋皮弁 rectus abdominis musculocutaneous flap 血管径が太く、茎も長い。皮弁部分や筋体部分はそれぞれ成分量を調節することができるので広い用途に用いられる。 ●広背筋皮弁 latissimus dorsi flap 血管径が太く、茎も長い。筋体と皮弁部分の自由度は低いが、大きな筋体を採取できるので広範囲の再建に適している。
3. 血管柄付遊離筋膜皮弁 free vascularized fasciocutaneous flap	<ul style="list-style-type: none"> ●肩甲皮弁 scapular flap 血行の安定した皮弁であるが、採取に体位変換が必要なことが多いので、現在は骨皮弁として用いられることが多い。 ●前腕皮弁 forearm flap 血管径が太く、茎も長い。皮弁は薄く血行も安定しているため用途は広いが、主要血管を犠牲にすること、露出部に採取後の癒痕を残すことが問題となる。 ●前外側大腿皮弁 anterolateral thigh flap 血管径が太く、茎も長い。皮弁は前腕皮弁より厚く、他の皮弁より薄いため利用価値は高い。しかし、皮弁血行が不安定な場合があるという問題点を抱えている。

頸部における再建では2~3%と低い確率となっている。

b. 血管柄付遊離筋肉移植

(1) 特徴

軀幹・四肢の骨格筋の中には、筋組織を採取しても機能的にほとんど問題のない場合がある。そのような筋肉を選択して、マイクロサージャリーを利用した移植を行うことを血管柄付遊離筋肉移植と呼ぶ。多くの場合、筋体を栄養する血管柄だけでなく、筋の支配神経をつけて採取し、移植床の神経と縫合することにより、筋体の収縮力を再現させる神経・血管柄付遊離筋肉移植術として用いる。

(2) 適応と選択

筋肉組織はもともと血行に富んだ組織であり、形状を容易に変化させることができる。そのため、血管柄付遊離筋肉移植は感染の可能性が考えられる部位への移植や、複雑な形状をした死腔の充填に適している。具体的には、上顎洞近辺の再建や頭蓋底における硬膜と前頭洞との遮断、あるいは骨髄炎掻爬後の死腔充填などに用いられる。選択される筋組織としては、腹直筋や広背筋が広く用いられている。

一方、神経血管柄付遊離筋肉移植術は、陳旧性顔面神経麻痺の治療の他、腕神経叢麻痺や、四肢における運動機能回復を目的として施行される。筋組織としては、陳旧性顔面神経麻痺の場合、広背筋、腹直筋、薄筋が用いられることが多い。四肢においては、筋体の滑走距離が長い薄筋や広背筋が第一選択となることが多い。

c. 血管柄付遊離骨移植

(1) 特徴

血管柄付遊離骨移植は、骨組織を生きのまま living bone として移植することができるので、従来の遊離骨移植とは異なり感染に強く、吸収されることなく周囲骨と癒合するのも早い。

(2) 適応と選択

下顎骨の再建では、長さ5cm以上の欠損においては血管柄付遊離骨移植が必要とされている。また、上顎における二次再建や、骨髄炎などの感染に対抗する必要がある場合に用いられる。さらに、下腿や脊椎の固定など、負荷がかかる部位の再建にも用いられる。

移植骨としては、腸骨・肩甲骨・腓骨・肋骨・橈骨などが現在用いられている。これらのうちの骨を選択するかは、必要な骨の長さ、形状、血

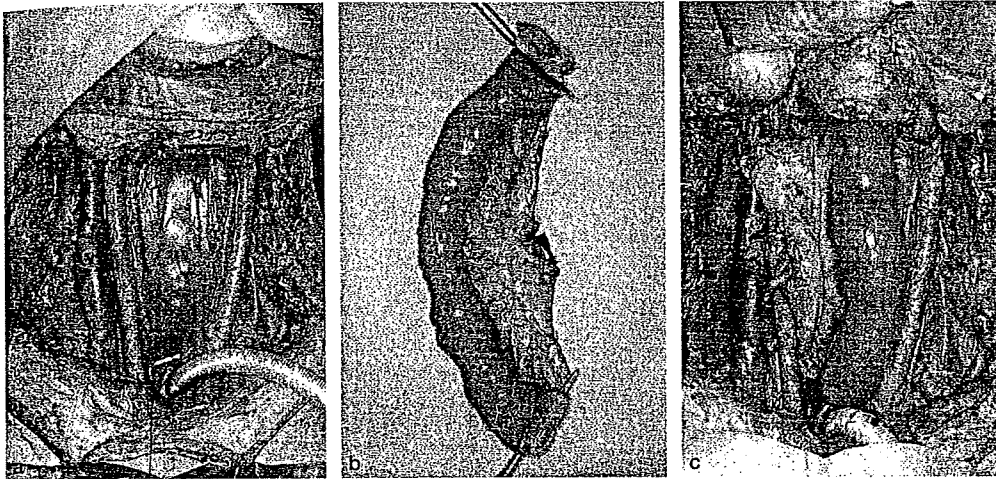


図 2-49 下咽頭癌切除後欠損に対する空腸移植による食道再建

a : 下咽頭癌に対する咽頭喉頭食道摘出術後の欠損, b : 採取した空腸, c : 食道再建を行ったところ.

管柄の長さ, 骨と同時に再建が必要な皮膚・軟部組織欠損の大きさなどを考慮したうえで総合的に判断する.

d. 足趾の移植

(1) 特徴

足趾を血管柄付遊離組織として手指の再建に用いる. 主にピンチ機能の再建を目的として母指再建が行われることが多いが, 美容的な爪移植も行われている.

(2) 適応と選択

母指再建において, 中手指節(metacarpophalangeal: MP) 関節以遠の再建であれば, 移植した腸骨の周囲に第1趾の爪, 皮膚, 指神経を含んだ血管柄付遊離組織 wrap around flap を適応することが多い. 爪再建においても同様の皮弁を用いる. 母指 MP 関節より近位からの再建では, 強度の強い第II趾を中足骨を含めて移植する second toe-to-thumb transfer が中心となる.

e. 内臓の移植

(1) 特徴

内臓器も血管柄付遊離組織として移植されるが, 代表的なものとして, 空腸や結腸などの腸管の他, 大網が用いられる.

(2) 適応と選択

下咽頭癌や頸部食道癌の切除後の欠損に対して空腸(まれに結腸)が移植される(図 2-49). 癌切除後の欠損が全周性にわたる筒状である場合は, 空腸などをそのまま欠損部に移植するが, 部分的な欠損の場合は腸管を開き, パッチ状にして再建を行う. 大網は血行, リンパ組織に富み, 感染に強いいため, 慢性骨髄炎の治療や放射線潰瘍などの治療に用いられる.

参考文献

- 1) Harii K: Microvascular Tissue Transfer. Igaku-Shoin, Tokyo, 1983.
- 2) 小野陽子: 創傷治癒と活性酸素. 森口隆彦(編著): 創傷の治療—最近の進歩 形成外科 ADVANCE シリーズ I-3. pp57-62, 克誠堂出版, 1993.

リンパ管造影、胆管造影——リンパ還流不全

リンパ浮腫患者におけるICG蛍光リンパ管 造影のパターンと手術成績の比較検討

岡山大学医学部形成再建外科

山田 潔 木股敬裕

リンパ浮腫患者におけるICG蛍光リンパ管造影のパターンと手術成績の比較検討

ICG lymphangiographic pattern and surgical effect classified by its patterns in the lymphedema limbs

Key Words リンパ浮腫 リンパ管細静脈吻合術 ICG蛍光造影法 ICG蛍光リンパ管造影法

岡山大学医学部形成再建外科

山田 潔 木股敬裕

はじめに

原発性あるいは続発性のリンパ浮腫の患者に対して、流れが悪くなっているリンパ管を静脈に繋いでリンパ液を還流し、浮腫の改善を図るリンパ管静脈吻合術 (lymphaticovenular anastomosis; LVA) という外科治療がある。これは1977年に、O'Brienらによって報告されたもので¹⁾、現在ではリンパ管を原法に比べてより浅層の皮下に存在する静脈に端々あるいは端側吻合する方法にリファインされ²⁾、当院においても年間60~80症例の手術を行っている。

この手術のキーポイントはいかに機能的な太いリンパ管を同定するかということであり、これについてはこれまでに色素法やリンパシンチグラフィ³⁾、MRリンフォグラフィ⁴⁾などが用いられてきた。しかしTable 1に示す如くいずれの方法も一長一短があり、LVAの手術に親和性の高いリンパ管同定方法というものが存在しない状況であった。吻合に利用するリンパ管の口径は通常1mm以下で非常に繊細なテクニックが要求されるということもあって、LVAは限られた施設でしか行われず、特殊な手術という位置づけにあった。

Table 1

	Bleedye	Lymphoscintigraphy	MR Lymphangiography	ICG Fluorescence Lymphangiography
advantage	<ul style="list-style-type: none"> • Convenient • Low cost • Safe (some allergic reaction were reported) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ability for wide and deep examination • Diagnosis and grading of the lymphedema is possible 	<ul style="list-style-type: none"> • Ability for wide and deep examination • Diagnosis and grading of the lymphedema is possible • No Radiation exposure 	<ul style="list-style-type: none"> • Clear and fine imaging • Intraoperative use is possible • Dynamic and functioning lymphatics are detectable • No Radiation exposure
disadvantage	<ul style="list-style-type: none"> • Unsuitable for wide examination • Poor sensitivity • Not recordable 	<ul style="list-style-type: none"> • Intraoperative use is impossible • Radiation exposure • Cost expense • Not covered by the insurance 	<ul style="list-style-type: none"> • Intraoperative use is impossible • Cost expense • Not covered by the insurance 	<ul style="list-style-type: none"> • CCD camera is expensive • Deep layer is undetectable • Not covered by the insurance

しかしながら、インドシアニングリーン (ICG) 蛍光リンパ管造影法⁵⁾の開発によってLVAという術式が再び脚光を浴びてきた。この造影方法でリンパ管が描出されれば、皮膚切開を加えずとも確実にリンパ管が同定でき、かつ術中にダイナミックにその走行が確認できるからである。LVAにICG蛍光リンパ管造影法を導入するという手法(以下ICG-LVAと称す)は第49回日本形成外科学会総会・学術集会(2006年)において照喜納らが口演したのが初めてであるが、われわれはこれをヒントにして実施プロトコルを作成し、2008年7月現在までに150例のICG-LVAを施行している。

本稿においてはリンパ還流不全によって引き起こされる四肢のリンパ浮腫に対して蛍光リンパ管造影法を施行し、どのような造影パターンが得られるのか、またそれぞれの造影パターンにおけるLVAの治療効果にはどんな違いがあるのか、術後1年以上を経過した症例を対象に検討を行った。

1 健常者における四肢のリンパ管造影パターン

リンパ浮腫の四肢の造影パターンについて述べる前に、健常者の造影パターンについて理解しておく必要がある。

ヒトのリンパ管の解剖については1874年にフランスのSappey⁶⁾が水銀注入法を用いた研究を行い、体系的なリンパ管の解剖学書を刊行しており、現在多くの書物に掲載されているリンパ管の走行はこのSappeyの図(Fig.1)をもとにしているものと思われる。近年ではSuami⁷⁾が固定されていない新鮮死体を材料として、酸化鉛を注入してリンパ管の走行を研究しており、正常肢においては毛細リンパ管(lymph capillaries)を起点として前集合リンパ管(precollectors)を経て集合リンパ管(lymph collecting vessel)に至るというリンパ系の立体的な構造を示している(Fig.2)。

生体においては従来のパテントブルーなどを用いた色素法やリンパシンチグラフィ、MRリンフォグラフィなどによってもリンパ管の走行が確認可能であるが、われわれはICG蛍光リンパ管造影法を用いて健常者における四肢のリンパ管の走行を観察した。

健常者ボランティアの上肢3名、下肢5名に対して、それぞれ全指・趾間にICGを0.01~0.02mlずつ皮内に注入し、近赤外線観察カメラ(Photodynamic Eye; PDE(浜松ホトニクス社製))を使用してその造影パターンを観察した。

その結果、上肢では手背から数本のリンパ集合管がほぼ直線的に前腕を走り、肘関節を越えた辺りで上腕の内側へ向かい、腋窩へ至るという走行を示していた(Fig.3)。また、下肢においては、各趾間から足背を走るリンパ集合管は下腿を上行しながらだいに内側寄りを走り、大腿においては大伏在静脈と平行しながら鼠径部へ至るという走

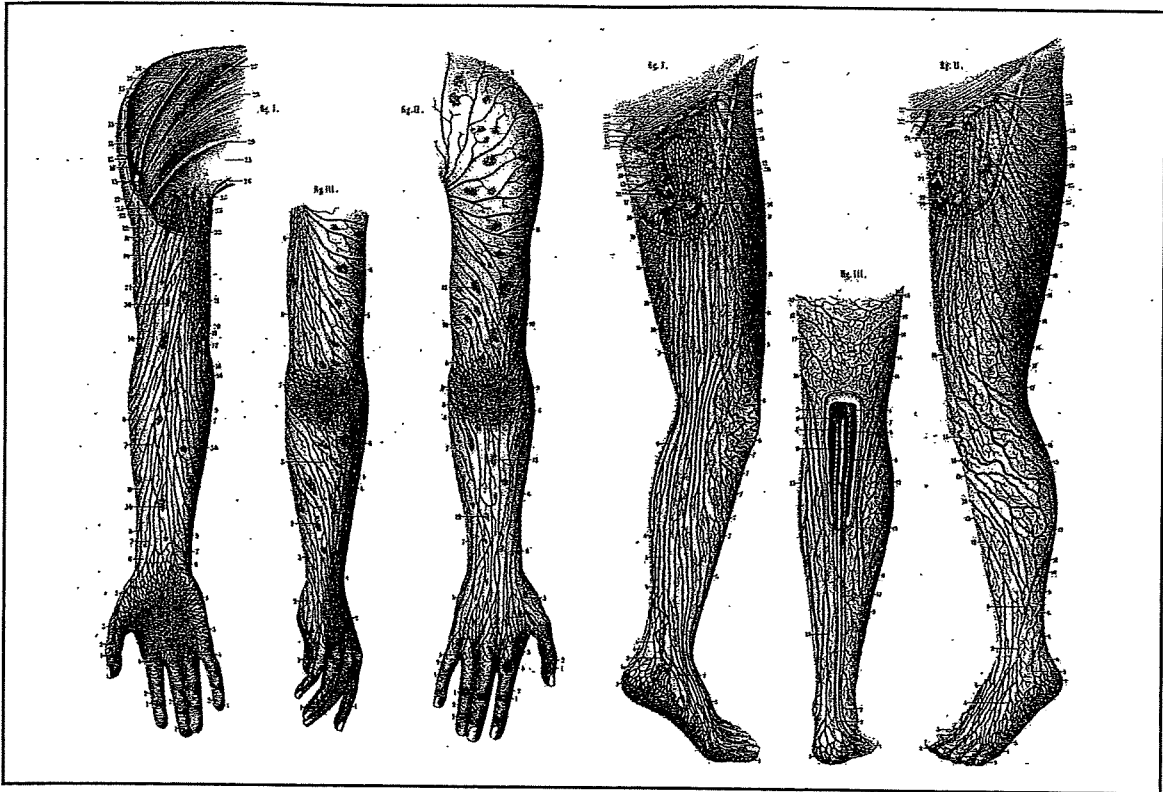


Fig. 1

Figure from Sappey's textbook (1874).

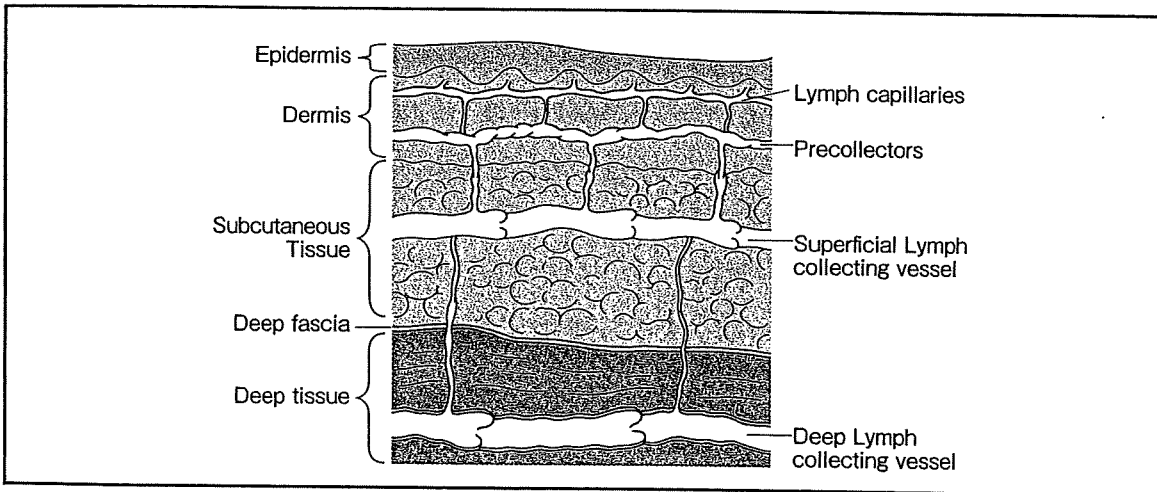


Fig. 2

Structure of the lymphatic system.

行を示していた (Fig. 4)。上肢、下肢ともに ICG 注入から腋窩あるいは鼠径部まで描出されるのに平均で 6~7 分、早いものでは 3 分ほどで趾間から鼠径部まで到達した例もあった。

PDE はその機器の特性から深部を走行する細いリンパ管の描出は苦手であり、大腿部など皮下脂肪の厚い部位においてはある程度太いリンパ集合管でないと観察が困難であった。反対に、手背や足背など、皮下脂肪の薄い部位においては 0.2mm 以下の非

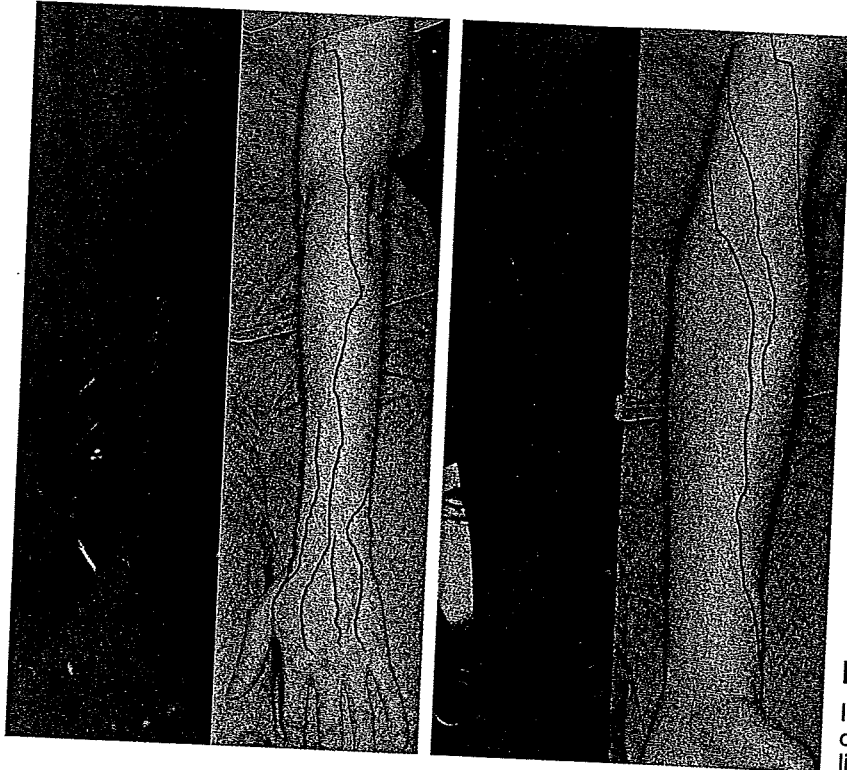


Fig.3

ICG fluorescence lymphangiography of the normal upper limb.

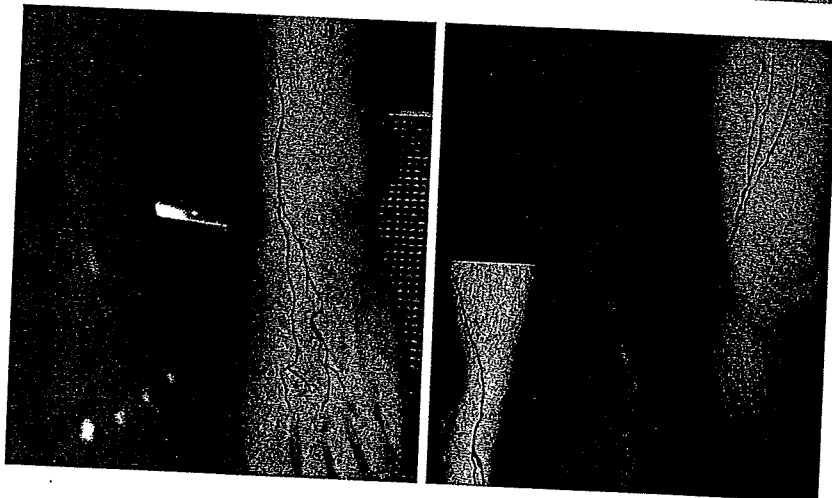


Fig.4

ICG fluorescence lymphangiography of the normal lower limb.

常に細い前集合リンパ管も観察可能であった。このことは、肢の部位によってリンパ管が走行する深さが異なるという解剖学的特徴を示しており、LVAでリンパ管を同定する際に非常に重要であると思われる。PDEの造影所見と、解剖学標本との照らし合わせが今後必要であると考ええる。

また、PDEによる検査記録は現在のところ動画で保存されているため、局所的なリンパの流れをダイナミックに観察するには優れているが、リンパシンチグラフィやMRリンフォグラフィのように静止画として全体像をとらえることが困難なため、検査結果の定量化が困難であると考えられた。

2 リンパ浮腫患者における四肢のリンパ管造影パターン

リンパ浮腫患者の四肢についても、健常者における手技と同様の方法でICG蛍光リンパ管造影を行った。その結果、リンパ浮腫患者においては健常者とは全く異なり多彩な造影パターンを示すことがわかった。

リンパ浮腫患者では総じてリンパ集合管の描出が遅延しており、中には全く描出されない症例も観察された。描出されるリンパ集合管の本数は減少しており、足背や膝蓋骨前面など皮下脂肪の薄い部分でのみ観察される例が多かった。また、真皮内に存在する0.2mm以下のごく細かい前集合リンパ管が密なネットワークを形成していたり、真皮がびまん性に造影されたりしている部分が観察された。

われわれはこのリンパ浮腫患者でみられる造影パターンを4つに分類して検討を行った(Fig.5)。

L : linear……ICGが線状に描出されているもの。

P : subdermal plexus……ICGが皮下の浅い層で細かなネットワーク状に描出されるもの。

D : diffuse……ICGがびまん性に造影されるもの

S : static……ICG注入後10分たっても全く造影されないもの

linearパターンは皮下脂肪内の集合リンパ管を観察しているものと考えるが、浮腫の程度が軽度な場合、集合リンパ管は正常よりもむしろ拡張していることがあるため、この所

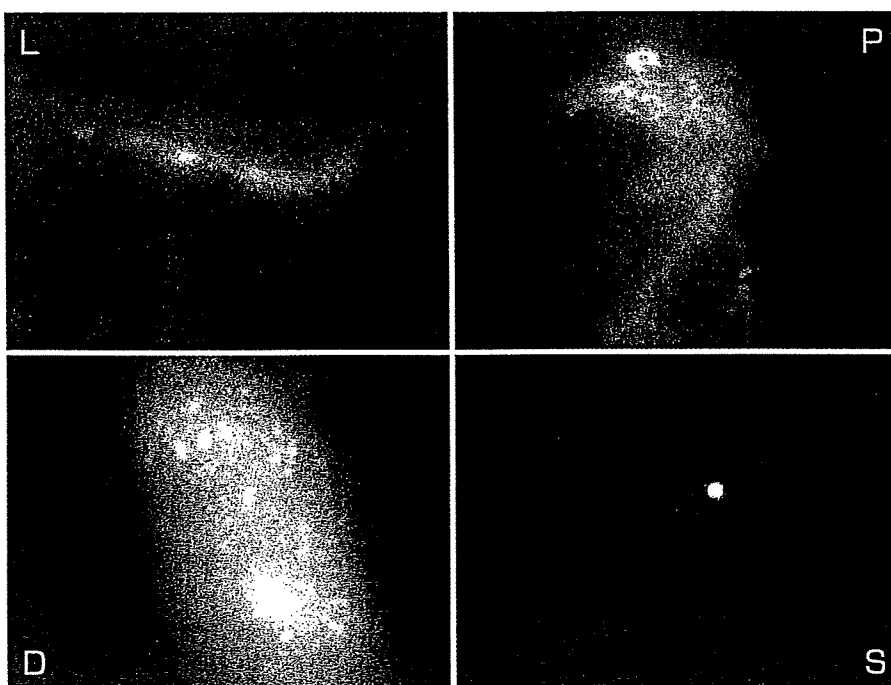


Fig.5

ICG fluorescence
lymphangiographic
patterns found in the
lymphedema limbs.
L : linear
P : subdermal plexus
D : diffuse
S : static

見が得られたからといって安易にリンパ管の機能が良好であるという判断はできない。

subdermal plexusパターンは真皮内の細い前集合リンパ管を観察しているものと考えられる。健常者では皮内に注入したICGは表皮直下の毛細リンパ管に取り込まれ、これは真皮内の前集合リンパ管に流れ、その後皮下脂肪内の集合リンパ管へと流れていく。前集合リンパ管と集合リンパ管の間には弁が存在するため通常は逆流することはない。前集合リンパ管が広く描出されることはない。しかしながらリンパ還流不全の状態では弁の機能不全が起これ、集合リンパ管から前集合リンパ管への逆流現象 (dermal back flow) が認められるため、前集合リンパ管へ過度のリンパ液が流れ込み、真皮内のネットワークが描出されるものと思われる。

diffuseパターンもリンパ還流不全の結果、ICGが真皮内に拡散して描出されたものと考えている。

staticパターンではリンパ還流不全が長期にわたって続いた結果、中枢から末梢へ向かってリンパ管の閉塞が起これ²⁾、リンパ液の流れが途絶えてしまったためにICGが注入部位から広がらずに留まっているものと思われる。

実際のリンパ浮腫患者における造影所見では、これら4つのパターンが単独で観察されるのではなく複数のパターンが組み合わさっており、浮腫の程度や観察部位の特性などを反映しているものと思われた。また、ICG注入から観察までの時間によっても変化していくことが確認された。

3 症例の検討

1) 対象と検討方法

岡山大学病院形成外科において、2006年4月以降で下肢のリンパ浮腫患者に対してICG-LVAを行い、術後1年以上の経過観察が可能であった症例を対象としてICG蛍光リンパ管造影法の造影パターンの分析と治療効果の検討を行った。

ICG-LVAの術中にFig.6の如く全趾間と足関節、下腿、膝蓋、大腿などで全周性にICGを皮内に注射し、リンパ管の走行をPDEで確認した。その後、観察されたリンパ管の位置を目安に皮膚切開を加えて手術用顕微鏡下にリンパ管を同定し、皮下の細静脈に吻合してLVAを行った。LVAを行った部位でのICG造影パターンをL、P、D、Sの4つに分類して記録を行った。

治療効果の検討は、ICG-LVAを行った下肢全体の評価と、LVAを行った部位だけをピックアップした評価の2つを行った。下肢全体の評価は、足背/足関節/下腿(膝蓋骨下縁から下10cm)/膝蓋骨中央/大腿(膝蓋骨上縁から上10cm)の5か所 (Fig.7)

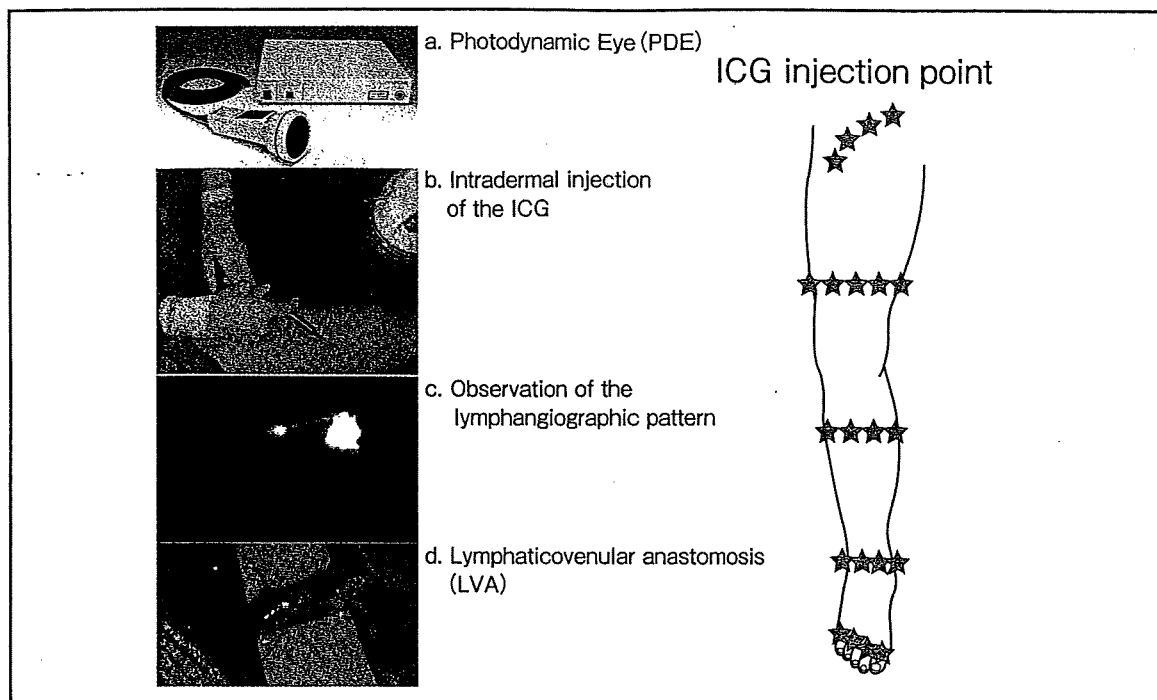


Fig.6

Flow chart of the ICG-LVA (a. to d.) and ICG injection point.

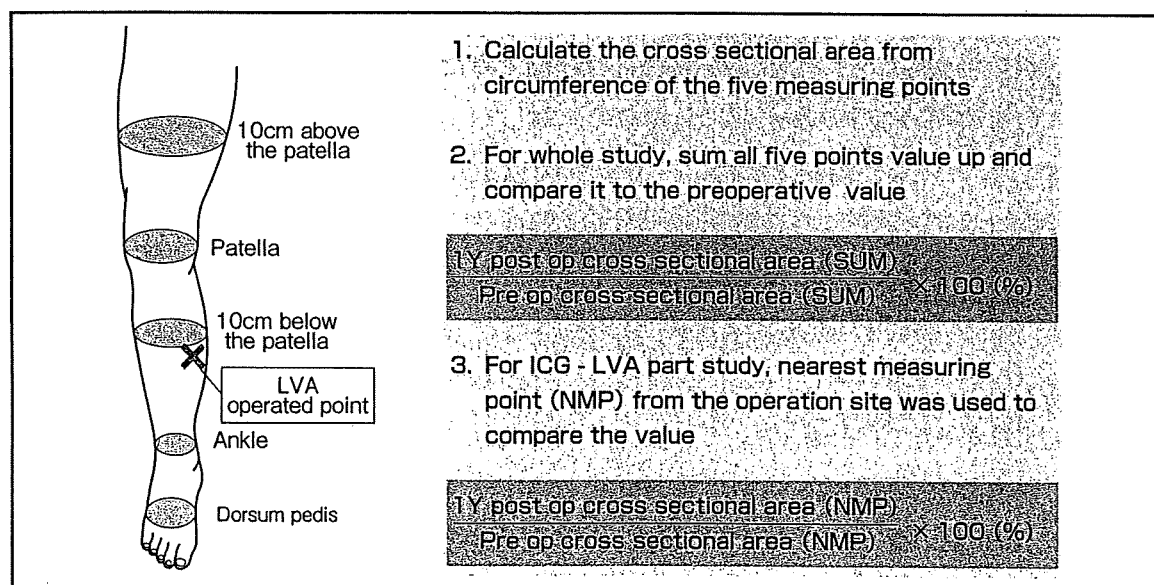


Fig. 7

Five measuring points for assessment and postoperative evaluating method.

の周径を測定し、この値から各部位を真円と仮定した断面積を求め、全5か所の総和を計算した。LVAを行った部位での評価は、前述の5か所の計測箇所のうちいちばん近いところの断面積を治療効果の指標として用いた。鼠径部でLVAを行うことも多いが、この部分は周径計測を行っていないため除外した。いずれの評価方法も、術後1年での値を術前の値と比較して、%表示で改善率を検討した。

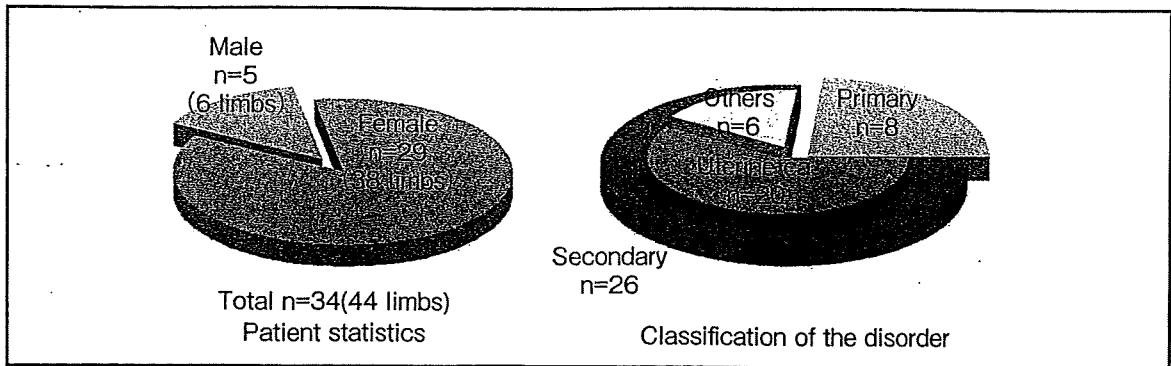


Fig. 8

Patient statistics and classification of the primary disease.

2) 結果

調査期間中の対象患者数は34人44肢で、男性5人6肢、女性29人38肢。症例の内訳は原発性が8人、続発性が26人で、続発性のうち20人が子宮癌術後であった(Fig.8)。

下肢全体の改善率をみると、術前の浮腫の状態を100%として術後1年で原発性が平均で94.4%、続発性が平均で97.0%に減少していた(Table 2)。

対象患者34人44肢に対して、LVAは全部で78か所に行っており、原発性が15か所、続発性が63か所であった。これらの部位でみた造影パターンの内訳は、鼠径部では原発性においてSのみが認められたのに対して、続発性においてはL、P、D、Sのすべてのパターンが観察された。一方で下腿以遠においては原発性・続発性いずれにおいてもLが多くみられる傾向があった(Fig.9)。

造影パターン別の改善率は、鼠径部を除外した57か所のLVAについて評価を行った。原発性では平均でL 91.7%(n=7)、P 97.1%(n=1)、D 94.0%(n=2)、S 90.8%(n=1)であり、続発性では平均でL 96.7%(n=35)、P 93.9%(n=5)、D 97.5%(n=5)、S 121.3%(n=1)であった(Table 3)。また、LVAを行った部位別に改善率の平均をみると、原発性では大腿92.5%(n=3)、膝102.4%(n=2)、下腿91.3%(n=4)、足関節95.5%(n=2)であり、続発性では大腿95.5%(n=8)、膝97.2%(n=10)、下腿99.4%(n=16)、足関節93.2%(n=4)、足背94.7%(n=8)であった(Table 4)。

3) 考察

これまでLVAを施行するに当たっては、いかに機能的なリンパ管を同定するかが最も大きな問題であり、手術成績を左右するクリティカルポイントであった。リンパシンチグラフィ、MRリンフォグラフィなどでおおまかなリンパ管の走行が把握できたとしても、手術中、皮切を加える際に、有効である検査とは言い難かった。しかしながら術中ICG蛍光リンパ管造影法の登場によって、LVAは格段に進化した。カメラで観察して、ICGが光っているところには必ずリンパ管があるという安心感があり、同時にICGの流れをみる

Table 2 List of the patient data and postoperative result at 1 year, primary lymphedema (above) and secondary lymphedema (below)

Primary lymphedema

Sex	Age	PD	RT	DE	W/OE result	LVA part	pattern	result	LVA part	pattern	result	LVA part	pattern	result
M	62	Primary	(-)	13	85.54%	AP	D	85.66%	P	L	92.73%			
F	45	Primary	(-)	48	98.49%	P	L	112.11%						
F	44	Primary	(-)	60	93.46%	G	S		BP	L	94.94%			
F	45	Primary	(-)	60	103.91%	G	S		A	L	90.91%			
M	44	Primary	(-)	73	98.48%	BP	P	97.12%						
F	48	Primary	(-)	90	90.78%	BP	L	82.20%						
F	56	Primary	(-)	96	103.72%	AP	D	102.42%	A	L	100.00%			
F	57	Primary	(-)	360	96.69%	G	S							
F	57	Primary	(-)	360	91.31%	G	S							
F	52	Primary	(-)	384	90.32%	AP	L	89.54%	BP	S	90.81%			
average					94.4%									

Secondary lymphedema

Sex	Age	PD	RT	DE	W/OE result	LVA part	pattern	result	LVA part	pattern	result	LVA part	pattern	result
M	65	Prostatic ca	(-)	36	77.75%	G	L		BP	L	68.06%			
M	65	Prostatic ca	(-)	36	79.86%	A	L	73.47%						
F	33	Uterine ca	(-)	6	98.43%	G	D		DP	L	100.00%			
F	70	Uterine ca	(-)	21	98.35%	BP	L	91.73%						
F	70	Uterine ca	(-)	21	107.53%	BP	L	109.44%						
F	48	Uterine ca	(-)	28	103.54%	G	P		P	L	97.35%	BP	L	108.27%
F	43	Uterine ca	(+)	38	87.80%	G	D		DP	P	85.73%			
F	70	Uterine ca	(+)	39	91.67%	AP	P	86.46%	DP	P	92.31%			
F	70	Uterine ca	(-)	51	96.38%	G	D		DP	L	83.01%			
F	60	Uterine ca	(+)	69	94.26%	P	L	94.74%	BP	L	94.37%	BP	L	94.37%
F	68	Uterine ca	(+)	74	101.78%	AP	L	104.12%	P	L	100.00%	BP	L	100.00%
F	74	Uterine ca	(-)	76	92.58%	G	S							
F	66	Uterine ca	(+)	77	109.74%	BP	D	94.67%	DP	D	104.40%			
F	47	Uterine ca	(-)	80	95.44%	DP	L	91.31%						
F	47	Uterine ca	(-)	83	92.52%	P	L	97.28%						
F	48	Uterine ca	(-)	84	99.04%	G	P		DP	L	104.82%			
F	48	Uterine ca	(-)	84	98.94%	AP	P	105.06%						
F	54	Uterine ca	(+)	90	94.16%	AP	D	94.09%	P	L	94.74%			
F	74	Uterine ca	(-)	93	99.90%	P	L	97.66%	DP	L	95.96%			
F	73	Uterine ca	(+)	120	88.12%	G	S							
F	81	Uterine ca	(+)	120	90.53%	P	L	97.48%						
F	55	Uterine ca	(-)	132	89.16%	AP	P	100.00%	A	L	92.00%			
F	57	Uterine ca	(+)	144	111.03%	G	P		AP	L	101.69%	A	L	119.01%
F	78	Uterine ca	(+)	207	97.38%	AP	D	92.00%	BP	D	102.14%			
F	57	Uterine ca	(+)	232	97.51%	G	S		A	L	88.36%			
F	72	Uterine ca	(-)	240	96.49%	G	S		P	L	95.75%			
F	44	Trauma	(-)	240	102.25%	BP	L	100.00%	BP	L	100.00%	BP	L	100.00%
F	52	Others	(+)	5	109.12%	G	L		BP	L	109.91%			
F	52	Others	(+)	5	108.97%	G	L		BP	L	113.78%			
F	53	Others	(+)	8	101.72%	G	L		BP	L	103.20%			
F	53	Others	(+)	8	103.93%	G	L		BP	L	100.00%			
F	44	Others	(-)	36	97.13%	G	S							
M	64	Others	(+)	360	103.98%	G	S		P	S	121.25%			
M	63	Others	(+)	15	75.39%	AP	L	87.32%	P	L	76.10%			
average					97.0%									

PD: primary disease, RT: radiation therapy, DE: duration of the lymphedema (month), LVA part: G: groin, AP: 10cm above the patella, P: Patella, BP: 10cm below the patella, A: ankle, DP: dorsum pedis, pattern: L: linear, P: subdermal plexus, D: diffuse, S: static

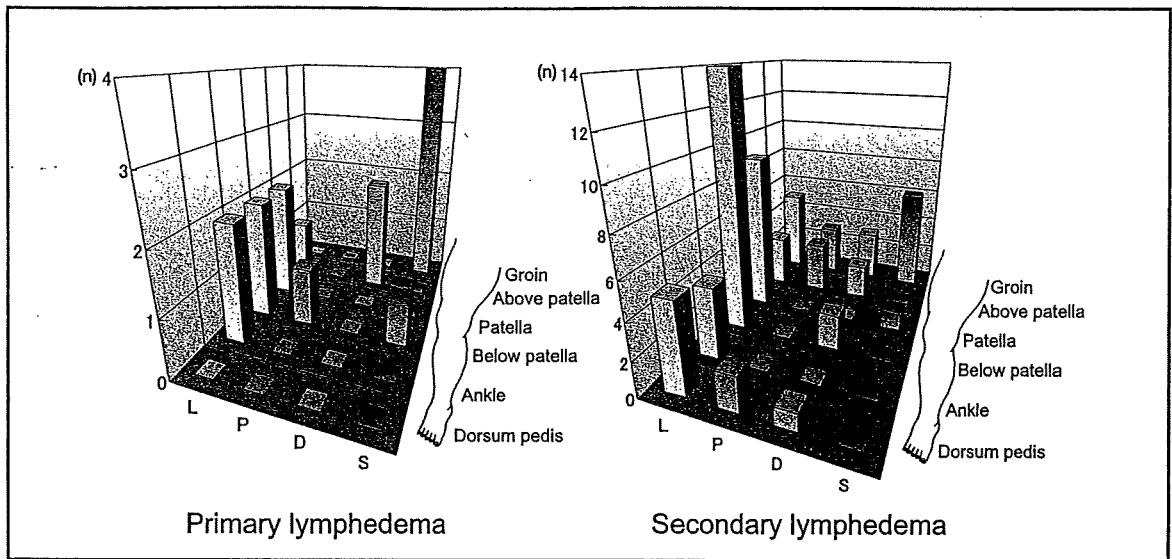


Fig.9 Distribution of the lymphangiographic pattern classified by the ICG-LVA site

Table 3 ICG-LVA postoperative improvement rate at one year after surgery classified by the lymphangiographic patterns

Primary lymphedema		Secondary lymphedema	
Linear (n=7)	91.72%	Linear (n=35)	96.72%
Plexus (n=1)	97.12%	Plexus (n=5)	93.91%
Diffuse (n=2)	94.04%	Diffuse (n=5)	97.46%
Static (n=1)	90.81%	Static (n=1)	121.25%
(average)		(average)	

Table 4 ICG-LVA postoperative improvement rate at one year after surgery classified by the surgical site

Primary lymphedema		Secondary lymphedema	
Above patella (n=3)	92.54%	Above patella (n=8)	95.47%
Patella (n=2)	102.42%	Patella (n=10)	97.23%
Below patella (n=4)	91.27%	Below patella (n=16)	99.37%
Ankle (n=2)	95.46%	Ankle (n=4)	93.21%
Dorsum Pedis (n=0)		Dorsum Pedis (n=8)	94.69%
(average)		(average)	

ことで機能的なリンパ管の同定も可能となった。ただし、この造影方法も皮膚表面からリンパ管までの距離が10mmを超えてくると描出能力が低下してくるため、リンパシンチグラフィ、MRリンフォグラフィなどでおおまかなリンパ管の走行をつかんだうえで皮膚切開を加え、その後ICG蛍光リンパ管造影を行うことでより深部の検索が可能となるものと思われる。

下肢リンパ浮腫のICG造影パターンの検討から、膝よりも遠位ではLが最も多くみられ、膝から近位ではDあるいはSが最も多くみられるという結果となった。これは、リンパ還流不全となった四肢においても、末梢部は皮下脂肪が薄く、比較的長期にわたってリンパ集合管が温存されていることからLが観察されやすく、反対に中枢側はリンパ管の閉

塞が先行すること、PDEの機械的な限界のため皮下脂肪が厚いところは深部の観察がしづらいため、DあるいはSが多くを占めるものと思われた。

原発性リンパ浮腫の場合は、リンパシンチグラフィの所見から末梢に正常なリンパ組織が存在しない症例があることが報告されている⁸⁾。われわれの原発性の症例におけるICGの造影所見では、鼠径部においては全例がSであったことより正常なリンパ組織の欠落が示唆されたが、膝から遠位においてはLが多く観察され、必ずしもリンパ組織の欠落があるわけではないと考えている。原発性の場合は続発性と比べて異なったリンパ管解剖を示していることが考えられ、今後これらICGの造影所見を解剖学的所見と照らし合わせていく必要があると思われた。

造影パターンでLは最もリンパ管機能がよく、Sが最も悪いと予測されたが、造影パターン別の改善率をみると原発性ではSが、続発性ではPが最もよい結果となった。症例数がまだ少ないために十分な検討ができていないが、この結果には2つの要素が関係していると思われる。1つは、造影パターンの分類の要素で、Lと分類しても、実際のリンパ管の口径が細かったりリンパ管機能が低下している場合には、LVAを行っても十分な効果が得られない可能性があるということである。またもう1つは改善率の求め方による要素で、ICG-LVAを行ったところを評価しているのではなく、手術部位に最も近い計測ポイントを評価しているため実際の改善率と乖離がある可能性があること、計測時間や部位のばらつき、弾性ストッキングやマッサージなどの保存的治療の併用や生活スタイルの変化など様々なバリエーションが存在するということである。今後の検討課題として、一定した、再現性のある評価方法を研究する必要があると思われる。また、LVAを受けた患者から手足が軽くなった、歩きやすくなった、蜂窩織炎の頻度が減ったなどの感想が出ており、自覚症状の改善を含めた聞き取り調査も併せて行っていく必要があると感じた。

4 まとめ

下肢のリンパ還流不全(リンパ浮腫)に対してICG蛍光リンパ管造影を行い、その造影パターンをlinear(L)、subdermal plexus(P)、diffuse(D)、static(S)の4つに分類し、造影パターンの分布およびパターン別のLVAの手術改善度の検討を行った。造影パターンの割合は、原発性・続発性ともに膝よりも遠位ではLが多くみられ、鼠径部ではSが多い傾向にあった。造影パターン別の改善率は原発性ではSが、続発性ではPが最もよい結果となった。今後さらに詳しい造影パターンの規定方法や手術成績の評価方法について検討する必要があると思われた。

Summary

ICG lymphangiographic pattern and surgical effect classified by its patterns in the lymphedema limbs

Kiyoshi Yamada and Yoshihiro Kimata

Dept. of the Plastic and Reconstructive Surgery, Okayama University Hospital, Okayama, Japan

Key Words : Lymphedema, Lymphaticovenular anastomosis, Indocyanine green fluorescence imaging, Indocyanine green fluorescence lymphangiography

A series of 34 lower limb lymphedema patients who underwent lymphaticovenular anastomosis (LVA) were investigated their lymphangiographic patterns and therapeutic results. The Indocyanine green (ICG) fluorescence lymphangiography was performed by intradermally injecting the ICG (0.01-0.02ml) into the each digital web space of the foot and observing the limb with a near-infrared ray CCD camera (Photodynamic Eye®: PDE, Hamamatsu Photonics, Japan). Their lymphangiographic patterns were classified into 4 of linear (L), subdermal plexus (P), diffuse (D), and static (S). Five points of cross sectional area of the lower limb were evaluated at the point of 1Y after surgery and compared with the preoperative value.

As for the distribution of the ICG lymphangiographic pattern, the L pattern was most frequently observed distal to the knee in both primary and secondary lymphedema. At the groin region, only the S pattern was observed in primary lymphedema while every L, P, D, and S patterns were observed in secondary lymphedema.

The improvement rate (reduction rate) of the cross sectional area of the lymphedema limbs classified by the ICG lymphangiographic patterns was L 91.7% (n=7), P 97.1% (n=1), D 94.0% (n=2), or S 90.8% (n=1) on average in primary lymphedema, versus L 96.7% (n=35), P 93.9% (n=5), D 97.5% (n=5), or S 121.3% (n=1) on average in secondary lymphedema.

ICG lymphangiography navigated LVA is a far easier and much reliable way in finding the functional lymphatics than the conventional methods. However, more detailed classification of the lymphangiographic patterns and the evaluation method of the surgical outcomes are seemed to be needed for the future lymphedema treatment.

文 献

- 1) O'Brien BM, Sykes P, Threlfall GN, et al: Microlymphaticovenous anastomoses for obstructive lymphedema. *Plast Reconstr Surg* 60: 197-211, 1977.
- 2) Koshima I, Kawada S, Moriguchi T, et al: Ultrastructural Observations of Lymphatic Vessels Lymphedema in Human Extremities. *Plast Reconstr Surg* 97: 397-405, 1996.
- 3) Hollander W, Reilly P, Burrows BA: Lymphatic flow in human subjects as indicated by the disappearance of 1-131-labeled albumin from the subcutaneous tissue. *J Clin Invest* 40: 222-233, 1961.
- 4) Ruehm SG, Schroeder T, Debatin JF: Interstitial MR lymphography with gadoterate meglumine: initial experience in humans. *Radiology* 220: 816-821, 2001.
- 5) Ogata F, Narushima M, Mihara M, et al: Intraoperative lymphography using indocyanine green dye for near-infrared fluorescence labeling in lymphedema. *Ann Plast Surg* 59: 180-184, 2007.
- 6) Sappey PC: Anatomie, Physiologie, Pathologie des vaisseaux lymphatiques. Adrien Delahaye, Paris, 1874.
- 7) Suami H, Taylor GI, Pan WR: A New Radiographic Cadaver Injection Technique for Investigating the Lymphatic System. *Plast Reconstr Surg* 115: 2007-2013, 2005.
- 8) 前川二郎, 鮑智伸, 佐武利彦: リンパシンチグラフィーによるリンパ浮腫の評価. *PEPARS* 22: 29-34, 2008.

B. 悪性腫瘍：体幹

1. 胸壁 局所皮弁

今井智浩，澤泉雅之

〈術者からのコメント〉

腫瘍切除後に生じる胸壁欠損の再建では，皮膚軟部組織の被覆と全層欠損となった場合の骨性胸壁の補填の二点を分けて考える必要がある¹⁾。

皮膚軟部組織再建として最も適用しやすいのは広背筋皮弁である。欠損の大きさと部位によっては腹直筋皮弁や大胸筋皮弁も用いられる^{2, 3)}。一方，骨性胸壁の再建として，胸郭内臓器の露出が明らかな場合には非吸収性のメッシュ合成補填材料を用いることで奇異性呼吸を予防し，胸壁の支持性を修復することができる。さらに，15cm以上かつ3～4本以上の肋骨切除後や胸骨全摘出後の骨性胸壁欠損で，

胸壁動揺・縦隔動揺が生じ呼吸循環機能に影響を与える場合には，肋骨付き広背筋皮弁などを用いて皮膚軟部組織の再建とともに骨組織を補填する方法がある。

参考文献

- 1) 澤泉雅之 他：胸壁全層欠損の再建術. 形成外科 41 : S77-84, 1998
- 2) 丸山優：胸壁の再建. 新外科学大系 29D, 中山書店, 東京, 1989, p132-143
- 3) James Knoetgen III et al: Reconstruction of the Chest. Mathes Plastic Surgery vol.6, WB Saunders, Philadelphia, 2006, p411-440

症例：19歳，女性。

診断名：左前胸部軟部肉腫

現症：左乳房内側下方に7×5cmの隆起した皮下腫瘤を認め，弾性硬，胸壁に固定し可動性不良であった(図1)。術前の穿刺吸引細胞診，針生検により，悪性軟部組織腫瘍と診断された。

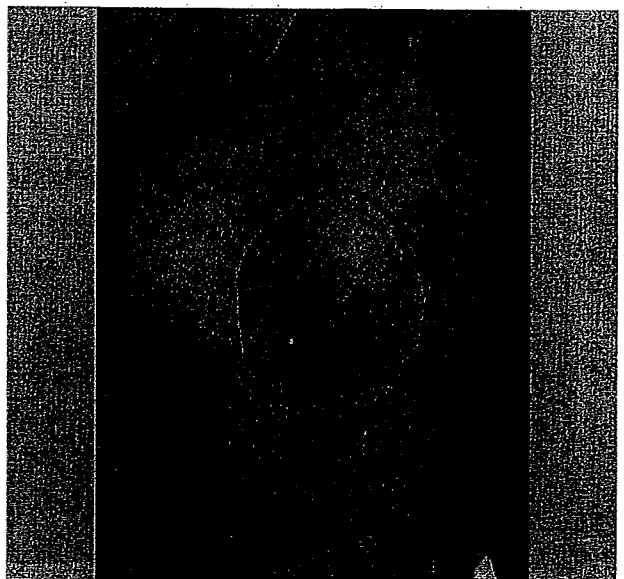


図1：左前胸部軟部肉腫。赤線は手術時の切除範囲を示す。

画像所見：MRI上、左乳腺の内側皮下に乳腺から外れて存在する約6cmの腫瘤性病変を認めた。内部は不均一で表層に嚢胞部分を有し、胸壁に浸潤し心嚢を圧迫していた(図2)。

治療：手術体位は再建手技上の理由で側臥位とした。腫瘍境界より2cmのマーシンを確保し皮膚切開を行い、皮下組織と乳腺、大胸筋においては、さらに1cmのマーシンを追加確保して切離し骨性胸壁に達した。左第5肋間より開胸し、胸骨下端・左第6～10肋軟骨を含めて腫瘍を広範切除した。生じた胸壁全層欠損に対し、まずマーレックスメッシュを用いて骨性胸壁再建を行った。右肋骨弓、左縦隔側胸膜にメッシュを縫合して縦隔

と左胸腔を分離、さらに胸腔ドレーンを留置後に左肋軟骨切除断端にメッシュを縫合し左胸腔を閉鎖した(図3)。次に14×12cmの左広背筋皮弁をデザインし(図4)、乳房欠損部に充填する脂肪組織を皮島頭側に付着させて皮弁を挙上、前胸部へ移行し皮膚軟部組織欠損を被覆した。採取部は縫合閉鎖可能であった。

経過：術後皮弁部の呼吸性変動はみられず、皮弁は全生着した。病理組織診断はfibromyxoid sarcoma (Evans腫瘍)であり、断端はすべて陰性であった。術後2年6ヵ月で腫瘍再発や胸郭動揺を認めず、胸郭や乳房の形態においても良好な結果が得られている(図5)。

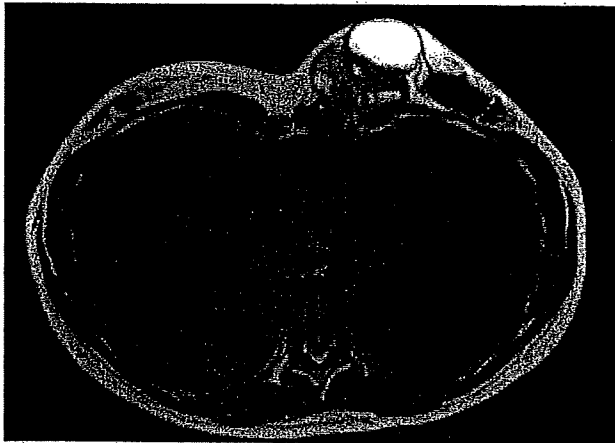


図2：MRI所見

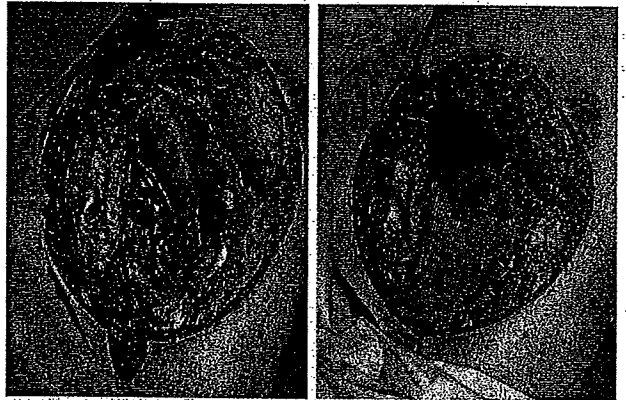


図3：腫瘍広範切除後の胸壁全層欠損(左)。マーレックスメッシュによる骨性胸壁再建後(右)。

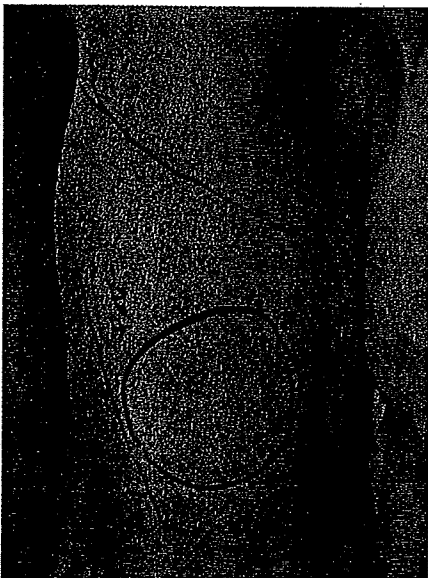


図4：左広背筋皮弁のデザイン。点線は皮島頭側に付着させた脂肪組織の範囲を示す。

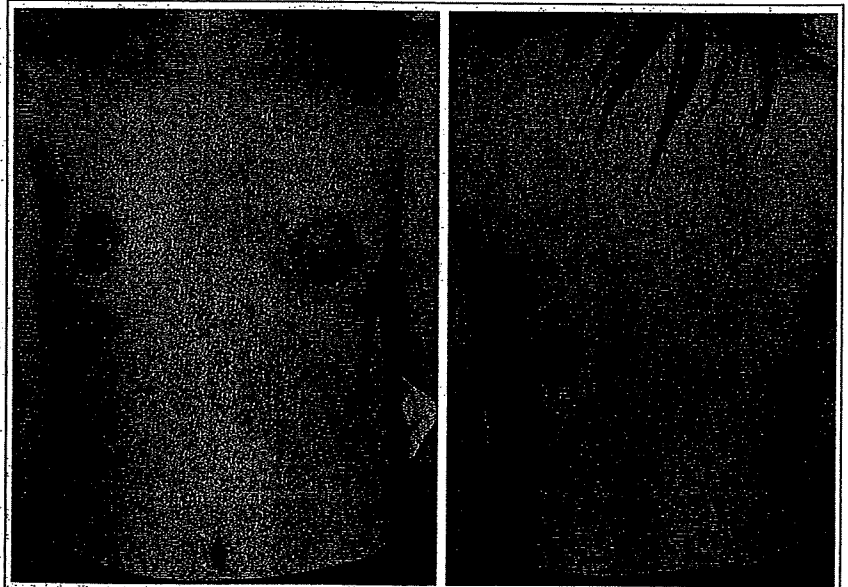
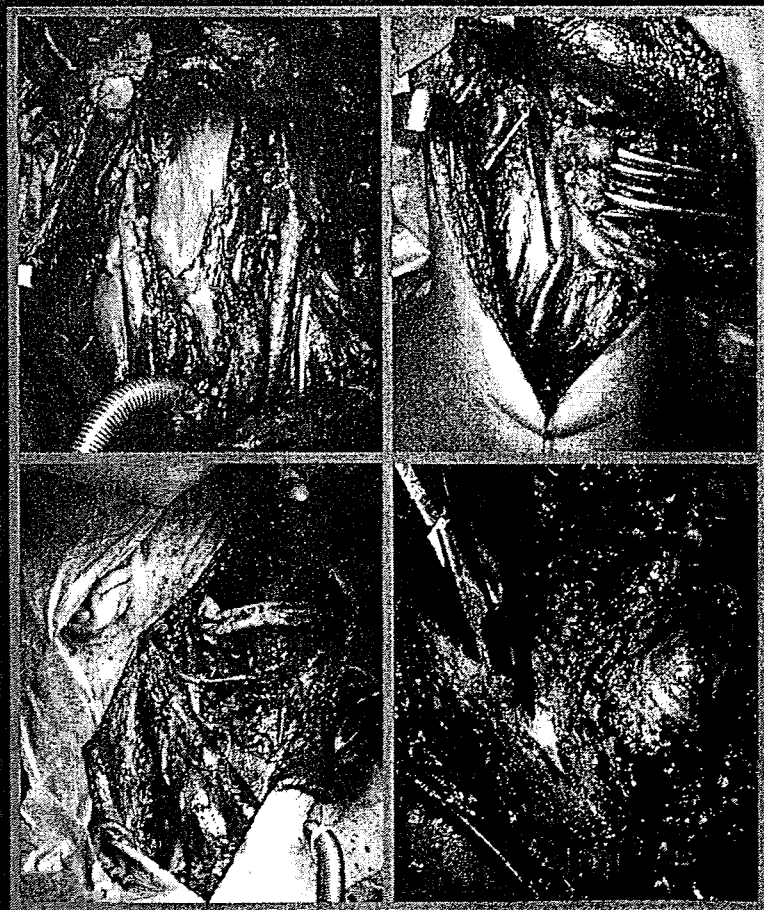


図5：術後2年6ヵ月の状態。再建部(左)。皮弁採取部(右)。

頭頸部手術カラーアトラス

Head & Neck Surgery

癌研究会有明病院頭頸科 [編]



永井書店