

主論文の要旨

**Effectiveness of “Indocyanine Green Dye Clamp Test” in Selecting Perforators for Muscle-Sparing-2 Transverse Rectus Abdominis Myocutaneous Flaps in Breast Reconstruction**

（乳房再建における遊離筋体温存2型腹直筋皮弁に対して  
インドシアニングリーンを用いた穿通枝選択  
“インドシアニンググリーンクランプテスト”の有用性）

名古屋大学大学院医学系研究科 総合医学専攻  
運動・形態外科学講座 形成外科学分野

（指導：亀井 讓 教授）

奥村 誠子

## 【はじめに】

自家組織による乳房再建は、近年マイクロサージャリーの発展や、穿通枝皮弁の開発により腹直筋穿通枝皮弁で行われることが多くなってきた。しかし、単一穿通枝での血流領域に関しては個体差があるため、組織量が必要である場合や、下腹部正中癒痕がある場合には両側茎での皮弁を挙上する。また、単一穿通枝では、血流に不安がある場合には、複数穿通枝皮弁である muscle-sparing 2 transverse rectus abdominis myocutaneous flap (以下 MS2 TRAM flap) を選択し皮弁を挙上する。各穿通枝の支配領域が事前に判明すれば、組織量が必要な場合や、下腹部正中癒痕がある場合でも、対側血管茎の血管吻合を付加する必要があるか判断できる。さらに、単一穿通枝で十分か複数穿通枝が必要かどうか判断可能となる。

われわれは、術中にインドシアニン・グリーン (以下 ICG) 蛍光造影を用い、挙上途中で、必要な穿通枝領域の判断ができる方法を考案した。その方法を用いた症例を検証し、有用性につき報告する。

## 【方法】

I. 下腹部正中癒痕がある症例や、血管茎対側の十分な組織量が必要で、対側の血管吻合付加を要すると判断した症例の場合

術前に造影 CT にて穿通枝の位置と血管走行を確認し、腹部に印しておく。皮弁のデザインは通常の TRAM Flap の位置に行く。浅筋膜まで切開を加えた後、深脂肪織を皮切より 5 cm 程度拡大採取する。

次に、血管茎の対側より筋膜上で皮弁を挙上する。穿通枝が確認されたら、穿通枝を温存しながら (Fig.1) 穿通枝以外の部分を正中まで筋膜上で剥離する。

その後、血管茎側の挙上を外側から行う。外側の穿通枝を同定し、穿通する部分の腹直筋前鞘を切開し、穿通枝の外側に沿って前鞘を切開する。穿通枝を中枢に向かって剥離し、深下腹壁動静脈の分岐部まで展開する。

筋膜上の剥離をすすめ、内側列穿通枝も同定し、穿通枝を残しその周囲は筋膜上で剥離する。臍をくりぬき、筋膜上の連続は穿通枝のみの状態とする。(Fig.2)

基本となる穿通枝は開放しておき、血管吻合付加をする反対側の穿通枝は血管クリップで血流を遮断する。

ICG (2.5mg/ml) 2cc を経静脈的に全身投与する。HyperEye Medical System (Mizuho) または Photodynamic Eye (Hamamatsu Photonics) にて造影範囲を観察する (Fig.3)。

片側の造影範囲が判明したところでクリップを解放する。

片側でも造影範囲が広く、片側の血管茎に必要な組織量が移植可能と判断できれば、血管吻合付加は不要とする。

片側の血管茎のみの造影範囲では組織量が不足する判断すれば反対側血管茎の血管吻合を付加する (fig.4)。

## II. MS2 TRAM flap か Deep Inferior Epigastric Artery Perforator Flap (以下 DIEP flap) か判断する場合

皮弁デザインと皮膚切開、腹壁上までの展開は I と同様な手順で行う。

I と同様な手順で、血管茎側の外側列穿通枝を展開する。この外側列穿通枝を基本の穿通枝とする。

血管茎対側の皮弁は筋膜上で挙上する。臍をくりぬき、正中を越えて、血管茎側の内側列穿通枝を同定し、穿通枝を残しその周囲は筋膜上で剥離する (Fig.5)。

基本となる外側列穿通枝は解放しておき、内側列の穿通枝にクリップをかける。ICG を投与して、拡大が停止したところで、造影範囲を皮弁皮膚上に記録した後、クリップを解放する (fig.6)

造影範囲がほとんど拡大せず、外側列のみで必要な組織量が移植可能と判断できれば、内側穿通枝を結紮し、外側列のみで皮弁を挙上し、いわゆる DIEP flap とする。クリップ解放後の造影範囲が大きく拡大し、拡大した範囲の組織量が必要と判断すれば、その内側列穿通枝を含めて MS2 TRAM flap として挙上する (fig.7)。

### 【対象】

対象は 2012 年 5 月～2015 年 12 月に free MS2 TRAM flap にて乳房再建した 132 例 (1 次再建 103 例、2 次再建 29 例) のうち、穿通枝の選択が必要と判断した 29 例である。具体的には、下腹部正中癒痕がある症例と、鎖骨下から乳房下溝線 (以下: IMF) の胸部皮膚長を計測して、zone II/IV 境界より以遠までの皮弁が必要と判断する症例 (fig.8) の 24 例と、術前造影 CT にて、内側列穿通枝の筋体からの立ち上がり部位と、外側列穿通枝の筋体からの立ち上がり部位の距離が、筋体全体の 2/3 を越え、筋体の犠牲が大きくなる症例の 5 例を合わせた 29 例に本法を施行した。

### 【結果】

術前に必要組織量が多く反対側血管吻合付加の必要性の判断を要した症例は 13 例で、そのうち、2 例 (15.4%) に血管吻合付加を施行した。

下腹部正中癒痕がある症例は 11 例で、そのうち 2 例 (18.2%) に血管吻合付加を施行した。

DIEP flap か MS2 TRAM flap かの判断を要した症例は 5 例で、2 例 (40%) は内側穿通枝が必要と判断し、MS2 TRAM flap として挙上した。

ICG 蛍光造影でクランプした穿通枝が不要と判断し、対側の血管茎の温存や外側列より内側の筋体の温存が可能となった割合は 79.3% であった。

皮弁は、全例生着し、皮弁部分壊死や脂肪壊死による硬結も無かった。

ヘルニア/膨隆症は 5 例に認め、2 例は内側列温存ができなかった症例であった。

### 【考察】

ICG 蛍光造影による造影部位と皮弁の生着領域については、ICG 蛍光造影部位と皮

弁生着領域がほぼ一致とする報告があり、皮弁生着領域の判定には信頼性が高い。われわれの結果においても ICG で造影された範囲で、脂肪壊死や部分壊死を生じた症例は認めず、信頼性が高いと考える。

通常、皮弁を安全に挙上するために、術前に造影 CT にて、含める穿通枝や血管走行の把握をしている。しかし、各穿通枝の支配領域を造影 CT では判断することはできない。

穿通枝からの末梢部は細網状の choke 血管となり、隣接する choke 血管どうしが吻合をして交通する。対側の血管茎の穿通枝の配列と、その二つの血管茎の穿通枝間の choke 吻合がどのように存在しているかで皮弁生着範囲が決定する。

術前の造影 CT で判断できることは筋肉内の血管走行と穿通枝の配置までで、皮弁の血行領域を規定する choke 吻合までは判断不能であり、この血行領域を見ることができなのが ICG 蛍光造影である。

われわれの考案した“ICG クランプテスト”では、血管を筋肉内から挙上する前に必要最低限と考える穿通枝からの血流領域を判断し、その結果から、対側血管茎又は内側列を付加することが必要かどうか判断することができるため、皮弁生着に不必要な血管は温存することができる。今回の結果では、術前に付加が必要と考えていた症例のうち 79.3% で不要という判断となり、術中に判断できる本方法は有用であると考ええる。

腹部の合併症の代表的なものにヘルニア／膨隆症がある。

Conventional TRAM が、DIEP flap より頻度が高いとされ、MS2 TRAM flap と DIEP flap の比較では、有意差はないとする報告がある。

外側列のみで必要な組織量が移植できる場合は、腹部の合併症を回避する目的でも、内外側列の間の距離が長ければ、外側列だけで十分かどうか確認し、筋体の犠牲を少しでも小さくすることは必要であると考ええる。

一方、ヘルニア/膨隆症の頻度については、片側のみ血管茎を採取した症例より、両側から採取した症例の方が、頻度が高くなるという報告や、下腹部正中癒痕がある症例では、ヘルニア発症の頻度が高くなるという報告がある。一側の血管茎だけで十分な組織量が移植可能ならば、両側血管茎を用いるより術後ヘルニアの発生を抑制することが可能である。筋体の犠牲を最小限にする判断をするためにもわれわれの考案したクランプテストは有用であると考ええる。

## 【結語】

血管吻合付加を目的に両側茎で皮弁を挙上することや、内・外側列を共に含めて皮弁を挙上することは、腹部の侵襲を大きくする。本方法により生着に必要な穿通枝を見極めることは、これらの侵襲を最小限にし、over surgery を防ぐことができ、有用であると考えられた。