

令和 6 年 6 月 18 日現在

機関番号：23903

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K09869

研究課題名（和文）拡大広背筋皮弁における皮弁内血管吻合の検討

研究課題名（英文）Investigation of Intraflap Vascular Anastomosis in Extended Latissimus Dorsi Flap

研究代表者

鳥山 和宏 (Toriyama, Kazuhiro)

名古屋市立大学・医薬学総合研究院（医学）・教授

研究者番号：40314017

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、乳房再建における拡大広背筋皮弁の遠位部の血流を増強し、皮弁全体を安全・確実に移植するための方法を検討したものです。術前の造影CTで広背筋の遠位（尾側）で腰動脈穿通枝の吻合が全例で確認され、キャダバー解剖では側胸部前腋窩線のレベルで吻合可能な静脈が確認された。臨床では、5例で追加吻合が行われ、血流の安定が確認されました。3D画像解析により、再建後の乳房体積は術後1年間で極端な減少は見られず、ボリュームが維持されました。問題点として、広背筋弁の筋体が経時的に委縮するため、遠位部の厳密な評価が困難であることが挙げられました。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、乳房再建における拡大広背筋皮弁の血流増強に関する新たな知見を提供します。具体的には、術前の造影CTとキャダバーを用いて、術中のICGを用いて、どの穿通枝をどこに吻合すべきかを明らかにした。これにより、拡大広背筋皮弁の乳房再建の成功率が向上することが期待されます。乳がん患者にとって乳房再建は身体的・精神的回復の重要な要素です。本研究の成果により、より安全で効果的な再建手術が提供されることで、患者のQOL（生活の質）が向上します。特に、血流不全による合併症のリスクが低減されるため、手術後の回復が迅速になり、医療コストの削減にも寄与します。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to enhance the distal blood flow in extended latissimus dorsi flaps used for breast reconstruction, ensuring the safe and reliable transplantation of the entire flap. Preoperative contrast-enhanced CT scans confirmed the presence of lumbar artery perforators at the distal (caudal) end of the latissimus dorsi in all cases. Cadaver dissections identified veins at the level of the lateral thoracic anterior axillary line that could be used for anastomosis. Clinically, additional anastomoses were performed in five cases, resulting in stable blood flow. 3D imaging analysis revealed that the breast volume after reconstruction did not show significant reduction within the first year post-surgery, indicating that the volume was well-maintained. However, a notable issue was the gradual atrophy of the latissimus dorsi muscle, making precise evaluation of the distal area challenging over time.

研究分野：乳房再建

キーワード：拡大広背筋 皮弁内血管吻合 穿通枝 3Dカメラ キャダバー

### 1. 研究開始当初の背景

乳房再建では、柔らかく豊富なボリュームの組織が必要となる。自家組織での乳房再建では、そのボリュームの大きさから横軸腹直筋皮弁 (TRAM 皮弁) が多く選択される。しかし、TRAM 皮弁の zone 3 や zone 4 では皮弁がうっ血となりやすく、主要血管径と反対側の穿通枝が主要血管の枝に吻合されることがある。

一方で、もう一つの代表的な自家組織として広背筋皮弁がある。広背筋皮弁を選択し、よりボリュームが必要な時には広背筋の範囲を超えて腰部・腸骨稜部の脂肪を含めて挙上する拡大広背筋皮弁をしばしば利用する。しかし、腰部・腸骨稜部の脂肪は血流不全から部分壊死あるいは固くなることがある。そこで、乳房再建において拡大広背筋皮弁を安全確実に利用するには、TRAM 皮弁の場合と同様に、皮弁内血管吻合など血流の増強が必要となる。

しかし、広背筋皮弁には、肋間からの穿通枝と腰動脈からの穿通枝が多数あり、どこの穿通枝をどこに吻合すべきかが不明である (図 1.)。また、拡大広背筋皮弁の皮弁内吻合が、臨床において真に有効か (遠位の脂肪の硬化がないか) が不確かである。この穿通枝の選択と皮弁内吻合の有効性を検討することが本研究の出発であった。

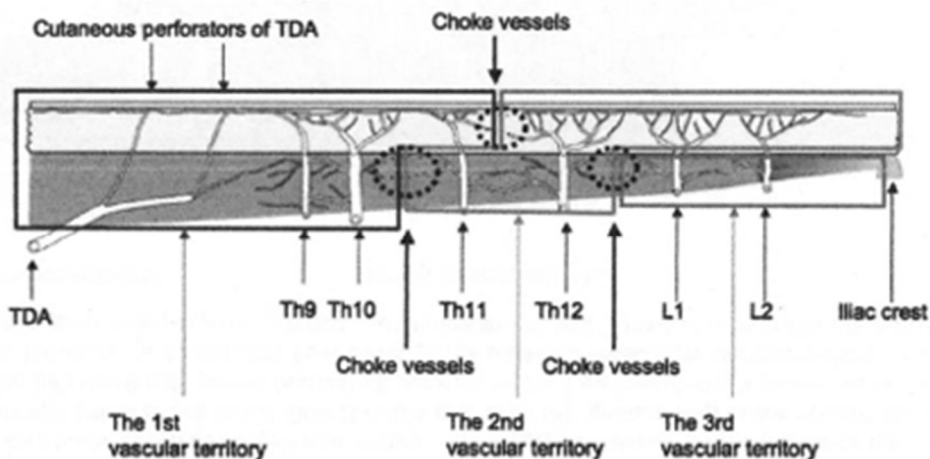


図 1. Watanabe et.al. J Plastic Aesthe Surg. 63:1091,210.

### 2. 研究の目的

乳房再建における拡大広背筋皮弁遠位の血流増強を皮弁内血管吻合によって行い、拡大広背筋皮弁全体を安全・確実に移植する。具体的にどこの穿通枝をどこに吻合すべきかラットの実験で明らかにする。また、cadaver で広背筋と背部皮膚の静脈の太さと分布を解析する。さらに、実際の臨床で拡大広背筋皮弁遠位の血流増強を目的に、皮弁内血管吻合を行い、血流の増強効果を 3D 画像の解析で評価する。

### 3. 研究の方法

(1) 術前の造影 CT で広背筋の遠位 (尾側) で穿通枝を検索した。

乳癌の術前検査では、胸部から恥骨部のレベルまで造影 CT を撮影した。この造影 CT 画像で、腸骨稜部の脂肪を栄養する腰動脈穿通枝が同定できるか検討した。

(2) 実験動物で、どこの穿通枝をどこに寸毫すべきか 検討した。

三鍋らは、ラットモデル (図 2) において、肋間動静脈からの穿通枝 (IC)、深腸骨回旋静脈からの穿通枝 (DCI) を切離して、胸背動静脈を栄養血管として皮弁を挙上して経時的に動脈・静脈の再生を観察した。われわれは、日本白色家兎において、同様のモデルを作成して皮弁の生着長・血管の経時的变化を観察しようとした。次に、同モデルに、IC を前鋸筋の枝に吻合した実験群、DCI を前鋸筋の枝に吻合した実験群、DCI を IC に吻合した実験群での皮弁生着長の比較を試みた。

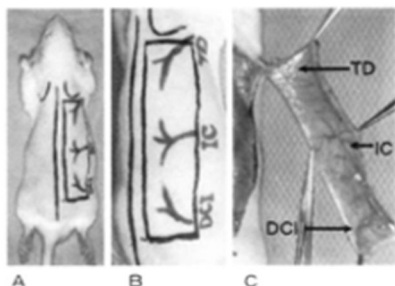


図 2 三鍋らのラットモデル

(3) cadaver で腰動脈穿通枝を吻合できる静脈の検索を行った。

cadaver において広背筋の静脈についてはあまり報告がないので、静脈造影により IC、DCI の穿通枝の静脈の位置と太さを解析することを計画していた。しかし、本研究の臨床応用を経験する中で、皮弁内血管吻合以外に、体幹の血管に吻合する方が効果的ではないかと考えた。そこで、cadaver で腰動脈穿通枝を吻合できる静脈の検索を行うこととした。

(4) 広背筋皮弁の遠位の穿通枝を皮弁内吻合ないし体幹の血管に吻合した。

動物実験レベルでは、どこの穿通枝をどこに吻合すべきかを検討できなかった。しかし、臨床現場で、症例報告を参考に、穿通枝の血管茎の拡張具合やインドシアニン・グリーン検査の結果から血管吻合を追加した。

(5) 3D 画像を撮影し術前の乳房および再建乳房の画像解析を行い乳房の体積を算出した。

3D カメラ VECTRA H2 を購入できた。拡大広背筋皮弁で再建予定および再建後の乳房の画像を撮影して、画像解析を行い術前の乳房および再建乳房の体積変化を算出した。

#### 4. 研究成果

(1) 術前の造影 CT で広背筋の遠位（尾側）で穿通枝の検索

術前造影 CT で広背筋遠位（尾側）の穿通枝を検索した（2020 年, n=6, 2021 年, n=4, 2022 年, n=3）。全例で腰動脈穿通枝が確認できた（図 3）。腰部動脈からの穿通枝が吻合できる可能性が示唆された。

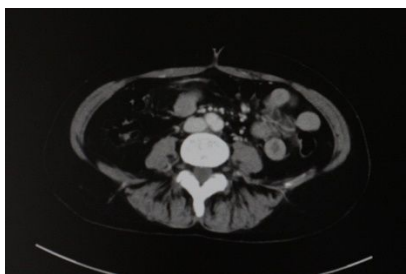


図 3 両側とも腰動脈穿通枝が確認できた

(2) 実験動物で、どこの穿通枝をどこに寸毫すべきか 検討

日本白色家兎にて腰部穿通枝の解剖を確認したが、日本白色家兎では穿通枝血管は太いが卓上顕微鏡では血管吻合が困難であった。そこで、実験動物を日本白色家兎から SD ラットへ変更した。胸背動静脈、肋間動静脈からの穿通枝（IC）、深腸骨回旋静脈からの穿通枝（DCI）を同定して血管吻合を試みたが、血管吻合できるレベルではなかった。

(3) cadaver で腰動脈穿通枝を吻合できる静脈の検索

Thiel 固定した 6 体の Cadaver 解剖において、腰動脈穿通枝を吻合できる静脈の検索を行った。側胸部前腋窩線のレベルで全例にて左右とも合わせて 12 か所で 2mm 程度の静脈を確認できた（図 4）。皮弁内吻合とは別に、吻合できる選択肢が示唆された。



図 4 側胸部前腋窩線のレベルで静脈が観察できた

(4) 広背筋皮弁の遠位の穿通枝を皮弁内吻合ないし体幹の血管に吻合

Cadaver 解剖の検討結果を参照して、令和 2 年度から令和 5 年度の 4 年間で、腰動静脈穿通枝を 5 例で追加吻合した。血管吻合は、腰動静脈穿通枝の静脈と外側胸静脈に吻合した症例が 1 例、腰動静脈穿通枝と第 8 肋間穿通枝の動静脈を吻合した症例が 2 例、腰動静脈穿通枝と第 5 肋間穿通枝の動静脈を吻合した症例が 2 例であった。つまり、皮弁内血管吻合が 4 例で、外側胸静脈を利用したのは 1 例であった。

遠位脂肪がうっすする 1 症例で、腰動脈穿通枝の静脈を外側胸静脈に吻合することで脂肪の血流が安定した。穿通枝の吻合の必要性が確認できた。

問題点は、血管吻合を追加できても、広背筋皮弁の配列が困難となることがあった(図5)。血流と改善と乳房の整容性が同時に達成できるパターンを探索する必要がある。



図5 皮弁内血管吻合できるが、皮弁の加工が制限される

(5) 3D画像を撮影し術前の乳房および再建乳房の画像解析を行い乳房の体積を算出

前倒し支払い請求で3Dカメラ VECTRA H2 を購入できた。これにより、拡大広背筋皮弁で再建予定および再建後の乳房の画像を撮影し、画像解析を行い術前の乳房および再建乳房の体積を算出した。症例に対して3Dカメラで体積変化を調査すると、健側との体積比で、術後1-2カ月で、0.95, 1.69、術後6カ月で0.94, 1.28, 2.18、術後12カ月で0.81、1.46、2.27であった。術後1年以内に極端に体積が減少する症例は見られなかった(術後1年経過しても健側前後のボリュームが維持できた)。

問題点は、広背筋弁の筋体が経時的に委縮するために、広背筋弁の遠位について厳密に評価できないことであった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	佐藤 秀吉  (Sato Hideyoshi)  (70528968)	名古屋市立大学・医薬学総合研究院(医学)・研究員    (23903)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関