

MDCT を用いた全身の皮膚穿通枝の解析と臨床応用

百束比古¹ 小野真平^{1,2} 林 光宏³ 飯村剛史¹ 小川 令¹

¹日本医科大学形成外科 ²ミシガン大学形成外科 ³日本医科大学放射線科

緒 言

穿通枝皮弁術の術前検査法としてMDCTの有用性はすでに確立されたものとなった^{1,2)}。近年では、MDCTを用いた穿通枝血管解剖研究が新たなトピックスとして注目されている。しかし多くが新鮮・保存死体を用いた研究であり、生体における生理学的な穿通枝血流を評価した研究は皆無である。われわれは穿通枝皮弁術前検査目的で穿通枝造影検査を施行した症例データをもとに、生理学的な穿通枝血流の方向性(supra-fascial perforator directionality: SPD³⁾)に関して、ある規則性を発見したので報告する。

方 法

2007年4月～2011年4月に日本医科大学で穿通枝造影検査を施行した症例データをもとに全身の主要穿通枝の位置、血管径、SPDを調査した。以下に日本

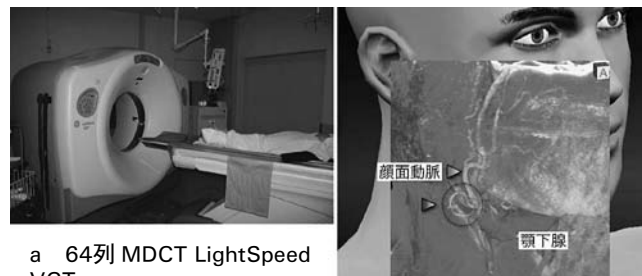


Fig. 1

医科大学におけるMDCTによる穿通枝造影検査法の概要を提示する。

1. 機 種

GE Healthcare社の64列MDCT LightSpeed VCTを用いて撮影する (Fig. 1)。

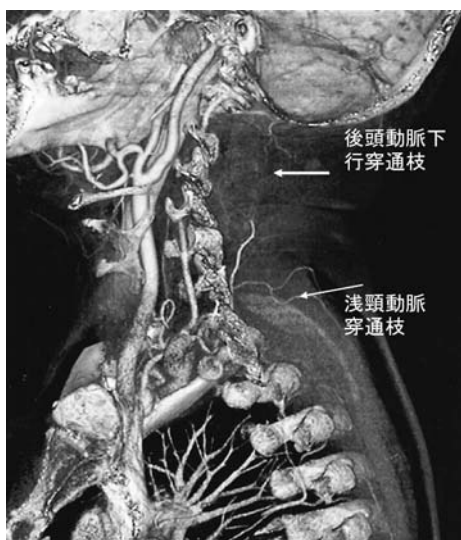


Fig. 2 MDCTによる後頭動脈穿通枝 (OAP) と浅頭動脈穿通枝 (SCAP) の描出

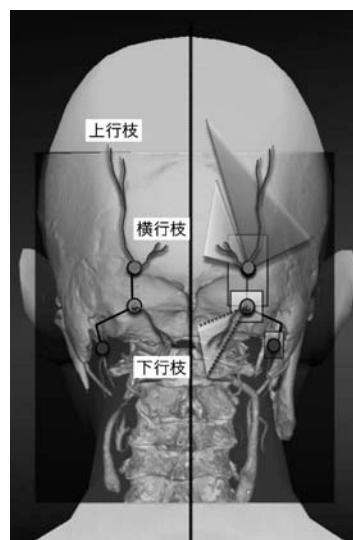


Fig. 3 後頭動脈穿通枝は3枝 (上行枝, 横行枝, 下行枝) で構成される。

2. 撮影方法

CT室で患者に術中と同じ体位になってもらい、必要であれば撮影部位をエアークッション等で固定する。右腕の正中皮静脈に20Gの留置針で血管確保する。造影剤は非イオン性造影剤を使用し、注入には自動注入装置を用い、造影剤と生理食塩水をdouble injectionしている。穿通枝に造影剤が到達した時点での撮影が理想的なため、スキャンタイミングの決定には造影剤モニタリング機構（ポーラストラッキング法）を用いている。

3. 再構成・画像解析

撮影した容積データの再構成・画像解析は放射線科医指導のもと、Workstation (Advantage Windows ver.4.4) を用いて行う。さらにDICOMデータをDVD-Rにコピーし、DICOM viewer “Osirix (Osirix ホームページ: <http://www.osirix-viewer.com/>)” をインストールしたApple社Mac computerを用いて自ら解析することも可能である。

4. 穿通枝描出の限界と被曝量

MDCTで描出可能な穿通枝は現時点で0.5 mmが限界とされている。被曝量はCT撮影の設定により容易に変化しうるため一概には言えないが、通常の胸部CTの被曝量は約6 mSvであるのに対し、同範囲を穿通枝造影した場合、約9 mSV (=1.5倍) となる。そのため、目的とする穿通枝を明確にし、撮影範囲を絞って撮影することが望ましい。

5. 穿通枝術前検査法におけるカラー Doppler との差

カラー Doppler は低侵襲で被曝リスクのない有用な検査オプションであるが、術者の腕によるところが

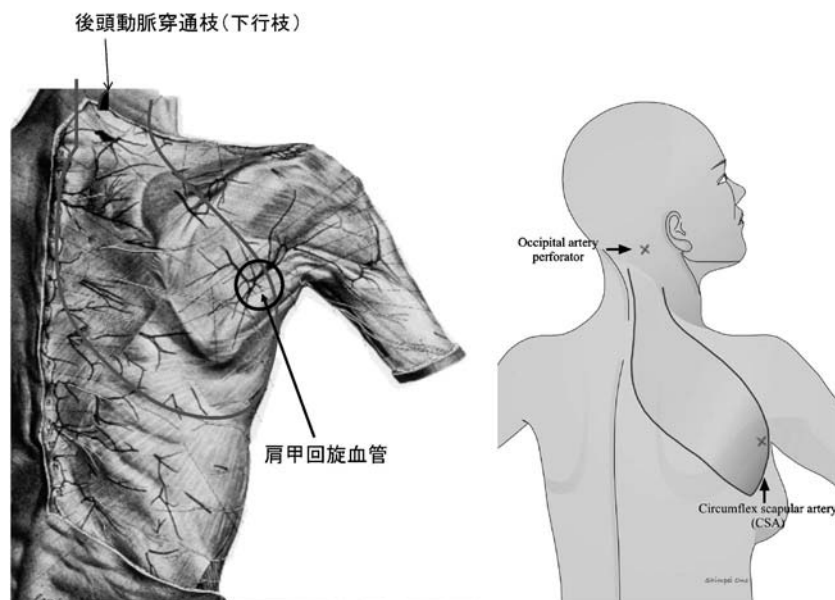
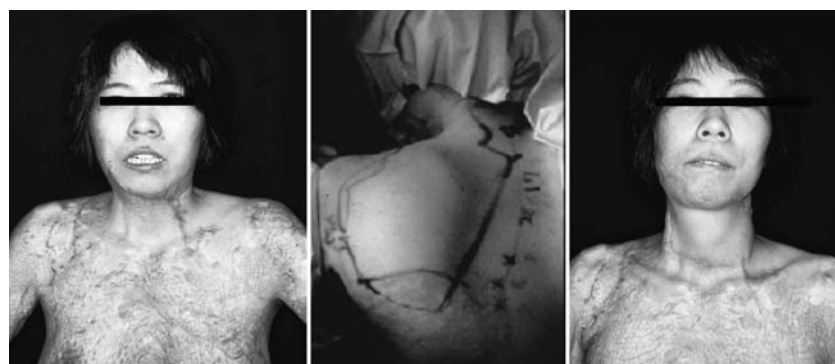
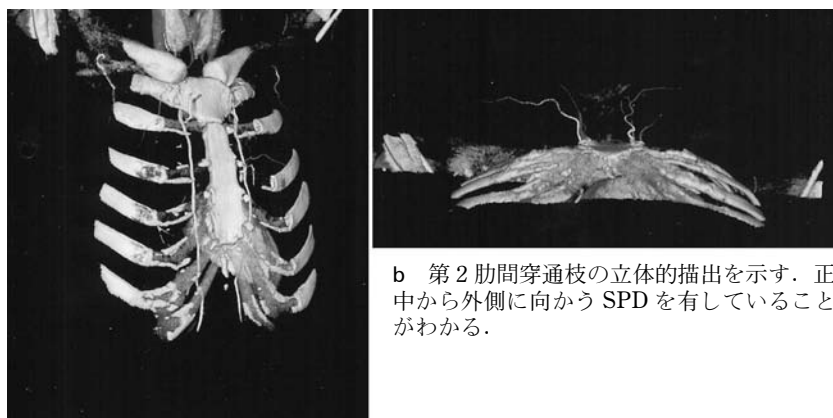


Fig. 4 肩甲回旋血管付加 OCD 超薄皮弁



a 術前の頸部瘢痕拘縮 b 皮弁デザイン c 皮弁移植後の状態

Fig. 5 肩甲回旋血管付加 OCD 超薄皮弁の症例



a この映像は3Dで回転させることもできる。

b 第2肋間穿通枝の立体的描出を示す。正中から外側に向かうSPDを有していることがわかる。

Fig. 6 MDCTによる内胸動脈穿通枝 (IMAP) の描出

大きい、検査時間がかかる (20~30分) などの欠点が挙げられる。さらに、3Dではなく2D画像評価に

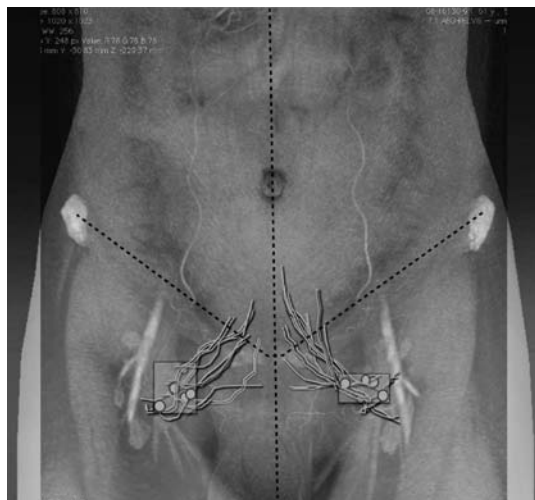


Fig. 7 浅腹壁陰部動脈 (SEPA) は鼠径部から臍部に向かう走行を有する (白っぽいのが動脈, 影のようにみえるのが静脈).

になってしまうことも欠点のひとつである. MDCT とドップラーで穿通枝描出の精度を比較した論文が過去に2編出ているが^{4,5)}, いずれも MDCT の方が勝っている.

結 果

1. 頭頸部 (Fig. 2)

後頭動脈穿通枝 (occipital artery perforator: OAP) は3方向に枝分かれしており, 上行枝, 横行枝, 下行枝により構成される (Fig. 3)³⁾. 下行枝は下方 (背部) に向かって走行するため, 著者らが開発した OCD, OCS, OCP 皮弁の栄養血管であることが証明さ



Fig. 9 後脛骨動脈穿通枝 (PTAP) の描出. 穿通枝は深筋膜を穿通した後は中枢に向かって走行する.

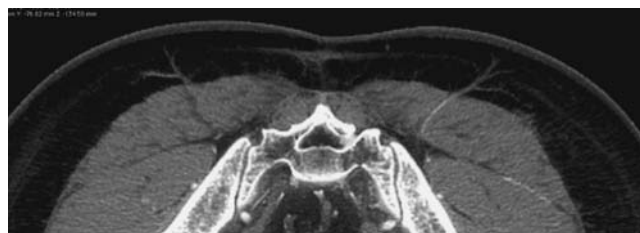


Fig. 8 上腹動脈穿通枝 (SGAP) の描出. 体幹の穿通枝は正中から外側に走行する.

れた (Fig. 3, 4).

浅頸動脈穿通枝 (superficial cervical artery perforator: SCAP) は, 項部と背部の間で派生しており, SCAP 皮弁の栄養血管となりうる事が証明された. SCAP は外側下方に向かう SPD を有していた.

2. 胸腹部

内胸動脈穿通枝 (internal mammary artery perforator: IMAP) は, 口径差は個体, 肋間によって存在するものの, 必ず全肋間に派生しており, これらを茎にした遊離皮弁や有茎皮弁が作成できること, また supercharging vessel として使用できることが証明された (Fig. 6). IMAP は肋骨に沿うように正中から外側に向かう SPD を有していた.

上腹壁動脈穿通枝 (superior epigastric artery perforator: SEAP) は, 正中から外側下方に向かう SPD を有していた.

深下腹壁動脈穿通枝 (deep inferior epigastric artery perforator: DIEP) は臍周囲で数本の穿通枝を派生しており, 正中から外側に向かう SPD を有していた.

浅腹壁陰部動脈 (superficial external pudendal artery: SEPA) は鼠径部より臍部に向かって走行し, SEPA 皮弁の栄養血管となることが証明された (Fig. 7).

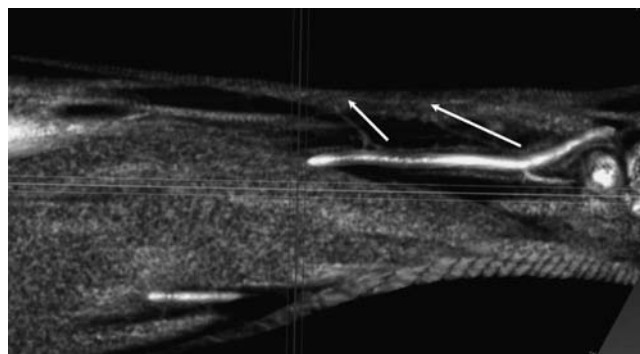


Fig. 10 橈骨動脈穿通枝 (RAP) も中枢に向かって走行する傾向がある.

3. 背部・殿部

背部肋間からは、口径に個人差が強いものの穿通枝が各肋間から派生しており、皮弁茎として使用したり、supercharging vessel として使用可能なことが証明された。

上殿動脈からはかなり太い穿通枝が正中から外側に向かって派生しており (superior gluteal artery perforator: SGAP)、仙骨部褥瘡の閉鎖などに有用な有茎皮弁や乳房再建に用いる遊離皮弁の作成に貢献することが証明された (Fig. 8)。

下殿動脈からもかなり太い穿通枝が外側に向かって派生しており (inferior gluteal artery perforator: IGAP)、有茎皮弁や乳房再建に用いる遊離皮弁の作成に貢献することが証明された。

4. 下 肢

穿通枝が深筋膜を穿通してからは、主として中枢 (心臓) 方向に向かう傾向が見られた (Fig. 9)。

5. 上 肢

下肢と同様に穿通枝が深筋膜を穿通してからは、主として中枢 (心臓) 方向に向かう傾向が見られた (Fig. 10)。

考 察

MDCT による穿通枝術前検査法は、とくに個人差の大きい穿通枝を用いた穿通枝皮弁術の安全性に貢献すると思われる。皮弁外科における穿通枝の用い方には、大別して遊離穿通枝皮弁、局所穿通枝皮弁 (穿通枝茎プロペラ皮弁)、有茎皮弁の末梢に穿通枝を付加して拡大型皮弁を作成する perforator supercharging technique^{6,7)} が挙げられる。いずれにおいても、優位な穿通枝の選択、穿通枝の内径の確認、穿通枝の走行などを事前に知ることが手術を成功に導く条件である。

また今回のわれわれの研究を通して、1) 手関節・足関節近位、頸部周囲の穿通枝は体幹に向かう SPD を有し、2) 体幹部は正中から外側に向かう SPD を有することが判明した。とくに四肢遠位部でのこのような穿通枝走行の規則性は、遠位茎皮弁や中枢側が長いプロペラ皮弁の血行の信頼性を証明しうる重要な所見であると考えられる。

結 論

MDCT を用いた全身の皮膚穿通枝の SPD 解析と臨床応用について記載した。MDCT を用いた穿通枝皮弁術の術前シミュレーションの重要性と、深筋膜上穿通枝走行 (SPD) にある一定の法則があることを報告した。

文 献

- 1) Masia J, Clavero JA, Larrañaga JR et al. 2006. Multidetector-row computed tomography in the planning of abdominal perforator flaps. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 59: 594-599
- 2) Ono S, Chung KC, Hayashi H et al. 2011. Application of multidetector-row computed tomography in propeller flap planning. *Plast Reconstr Surg* 127: 703-711
- 3) Ono S, Ogawa R, Hayashi H et al. 2010. Multidetector-row computed tomography (MDCT) analysis of the supra-fascial perforator directionality (SPD) of the occipital artery perforator (OAP). *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 63: 1602-1607
- 4) Rozen WM, Phillips TJ, Ashton MW et al. 2008. Preoperative imaging for DIEA perforator flaps: a comparative study of computed tomographic angiography and Doppler ultrasound. *Plast Reconstr Surg* 121: 9-16
- 5) Imai R, Matsumura H, Tanaka K et al. 2008. Comparison of Doppler sonography and multidetector-row computed tomography in the imaging findings of the deep inferior epigastric perforator artery. *Ann Plast Surg* 61: 94-98
- 6) Hyakusoku H, Gao JH, Pennington DG et al. 2002. The microvascular augmented subdermal vascular network (maSVN) flap: its variations and recent development in using intercostal perforators. *Br J Plast Surg* 55: 402-411
- 7) Ono S, Chung KC, Takami Y et al. Perforator-supercharged occipito-cervico-pectoral (OCP) flaps for lower face and neck reconstruction. *Plast Reconstr Surg* [in press]

Analytic study and clinical application of perforators of the whole body using MDCT

Hiko HYAKUSOKU¹, Shinpei ONO^{1,2}, Mitsuhiro HAYASHI³, Takeshi IIMURA¹, Rei OGAWA¹

Departments of ¹Plastic and Reconstructive Surgery and ³Radiology, Nippon Medical School,

²Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Michigan University

The many cases of free perforator flaps, perforator supercharging superthin flaps and perforator pedicled propeller (PPP) flaps are shown. The perforators were confirmed by MDCT preoperatively. Through the clinical study we found that the main perforators in extremities run towards the body.

Key words: perforator, MDCT, propeller flap