

臨床麻酔 第44巻 第9号 令和2年9月20日発行 (毎月1回20日発行)  
通巻 第540号  
昭和53年12月16日 第3種郵便物認可

ISSN 0387-3668  
Rinsho masui

# 臨床麻酔

*Journal of Clinical  
Anesthesia (Japan)*

〈特集〉 成人先天性心疾患の  
現況と今後の展望

9-2020

Vol.44/No.9

真興交易(株)医書出版部

# 動脈圧カテーテル留置術を安全・確実に成功させるために

大須田倫子

枝長充隆 山蔭道明

札幌医科大学医学部 麻酔科学講座

## はじめに

観血的動脈圧測定は合併症をもつ、あるいは侵襲度の高い手術を受ける患者の全身管理において重要なモニタリングである。動脈カテーテル留置は、麻酔科医が習得すべき必須手技の1つである。海外のガイドライン<sup>1)</sup>によれば、動脈カテーテル留置におけるリアルタイムでの超音波ガイド下穿刺は、その有用性を認められつつも、推奨されるまでには至っていない。そのため、橈骨動脈へのカテーテル留置は脈拍触知法が第一選択となる場合が多い。しかし、脈拍触知法による橈骨動脈へのカテーテル留置は初回成功率が低いことが報告されている<sup>2)</sup>。動脈硬化や解剖学的な走行異常、血圧の変動など、理由は多岐にわたるが、1つには盲目的手技であることが要因と考えられる。初回穿刺の失敗は、血腫形成や spasm につながり難易度を上げるばかりでなく、複数回穿刺は合併症のリスクを高める<sup>3)</sup>。このことから、今後の臨床現場において、初回穿刺での成功を目標と

キーワード：動脈カテーテル留置、橈骨動脈、超音波装置、MillSuss™

Seminar

**Safe Management of Radial Artery Catheterization**

Michiko OSUDA, Mitsutaka EDANAGA and Michiaki YAMAKAGE (Department of Anesthesiology, Sapporo Medical University School of Medicine)

〒060-8543 札幌市中央区南1条西16丁目  
札幌医科大学医学部 麻酔科学講座 (教授：山蔭道明)

することが重要であると考えている。

穿刺部位としては橈骨動脈が多く、実際に動脈カテーテル留置に関する臨床研究のほとんどは橈骨動脈を対象としている。

本稿では、橈骨動脈を中心とした動脈カテーテル留置術についてまとめる。

## 1. 穿刺部位

### ■ 橈骨動脈

橈骨動脈は、手関節から1~2 cm 中枢側で橈骨遠位端と橈側手根屈筋腱の間で最も拍動を触知しやすく、穿刺部位として適切とされる。尺骨動脈を介した側副血行路が発達しているため、虚血リスクが軽減されること<sup>4)</sup>、重篤な合併症が比較的少ない<sup>5)</sup>ことから第一選択とされる。カテーテル留置による一過性の閉塞は、1.5~35% 認められるが、恒久的な閉塞は非常に稀 (0.09%) である<sup>6)</sup>。

血管径は体表面積と正の相関を示し<sup>7)</sup>、成人で2~3 mm<sup>8)</sup>、新生児や乳児では1.5 mm 程度<sup>9)</sup>と非常に細い。また、走行異常や石灰化といった解剖学的なバリエーションが9~30% 程度認められるとの報告や<sup>10)</sup>、橈骨動脈の走行が皮膚表面に対して平行ではなく傾斜であったという報告もあり<sup>7)</sup>、穿刺・カテーテル挿入の際には注意を要する。

橈骨動脈は筋性動脈であるため刺激により容易に spasm を起こしやすく (2~34%)<sup>3)</sup>、初回穿刺の失敗により挿入困難となりやすい。橈骨動脈の spasm を予測する因子としては、BMI < 25 kg/

表 Spasm の予測スコア  
(文献 11 より引用)

| 項目                        | 点数 |
|---------------------------|----|
| BMI <25 kg/m <sup>2</sup> | 1  |
| 身長 <170 cm                | 1  |
| 高血圧                       | 2  |
| 喫煙                        | 2  |
| 末梢動脈疾患                    | 3  |

m<sup>2</sup>, 身長 170 cm 未満, 喫煙者, 高血圧, 末梢動脈疾患が挙げられ, これらをスコアリングし (表), 4 点以上の場合が高リスクとなる<sup>11)</sup>. しかし, Latham ら<sup>12)</sup> は, 生後 8 カ月の乳児で spasm が起きた症例を報告しており, spasm 中は血管径が 2.1 mm から 0.4 mm まで縮小したと述べている. こうしたリスクのない症例であっても spasm を起こすことがあり, 橈骨動脈を穿刺する際には筋性動脈であることを常に念頭に置く必要がある.

近年, 循環器領域ではカテーテル治療の際のアクセスポイントとして“遠位”橈骨動脈が注目されており, 従来の橈骨動脈と穿刺による合併症の発生率は変わらないと報告されている<sup>13,14)</sup>. 橈骨動脈は手関節部で浅掌枝を出した後, 親指の付け根を回り込むように解剖学的 snuff box (嗅ぎたばこ窩) を通過する (図 1a). 解剖学的 snuff box は, 親指を橈側側に外転させたときにできる窪みのことで (図 1b), 長母指伸筋腱, 短母指伸

筋腱と長母指外転筋腱によって成る. 解剖学的 snuff box を天井側にし, 第 1 指と第 2 指の交点付近で遠位橈骨動脈が触れるため, ここを穿刺部位とする (図 1c). 遠位橈骨動脈の血管径は橈骨動脈の 80~90% 程度で, Norimatsu ら<sup>15)</sup> によれば, 冠動脈カテーテル術を行った 142 症例で遠位橈骨動脈径は 2.5 mm (中央値) と報告されている. しかし, 数症例で極端に細い遠位橈骨動脈が観察されており, この部位で穿刺する場合には, 超音波装置での評価が必須と考える.

一方で, 遠位橈骨動脈は橈骨動脈が浅掌枝を出した後の動脈であり, 虚血のリスクは従来の穿刺部位より低いと予想される. また, モニタリングの際, 手関節を過度に屈曲させなくてよいことや止血時に手関節の可動が制限されないといった, 患者ストレスを軽減できる利点も備わっている. 麻酔科領域での報告は少ないが, Nunes ら<sup>16)</sup> は, 動脈カテーテル挿入により左手掌の虚血が起こった症例で, 右側の遠位橈骨動脈から動脈カテーテルを挿入し, 合併症なく管理できた症例を報告した. また, 木村ら<sup>17)</sup> によれば, 遠位橈骨動脈が橈骨動脈と比べて手関節の可動による圧変動が少なく, 固定性が良いといわれている. 麻酔科領域における遠位橈骨動脈へのカテーテル留置の有用性については臨床研究が待たれるが, 虚血リスクが高い症例や橈骨動脈に侵襲を加えたくない場合の今後の選択肢の 1 つとなるだろう.

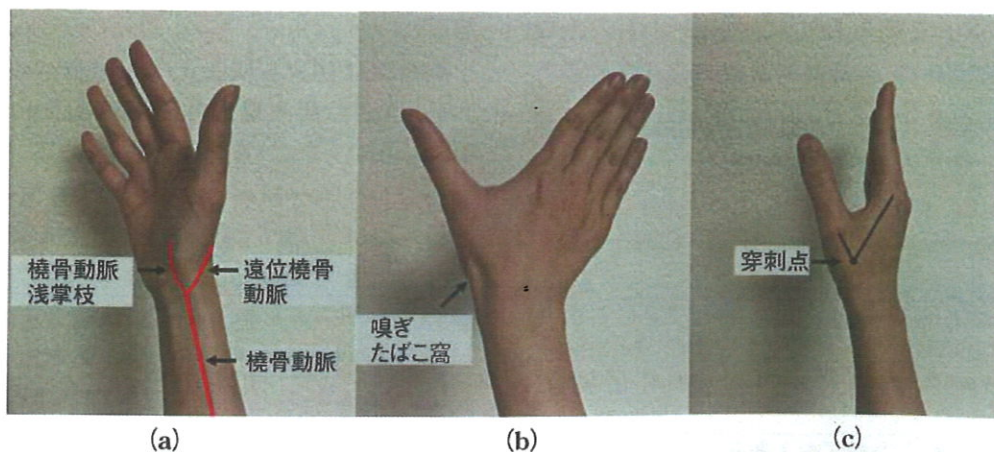


図 1 a: 橈骨動脈の走行, b: 嗅ぎたばこ窩, c: 穿刺点.

## 2 上腕動脈

前腕の主たる動脈で、肘を伸ばした状態で肘窩を触知すると、拍動を感じることができる。側副血行を欠くために橈骨動脈に比べ虚血のリスクが高いことや、正中神経が並走するために神経損傷・障害のリスクが高いため、穿刺点として第一選択とはならない。Singhら<sup>18)</sup>の報告によれば、上腕動脈穿刺による合併症の発生率は0.2%程度と少ないものの、発生した場合には入院期間の延長や死亡率の増加につながる。一方で、Handlogtenら<sup>19)</sup>によれば、合併症の発生率は0.35%程度であるが、上腕動脈へカテーテルが留置された症例は、橈骨動脈へ留置された症例と比べて全身状態が悪い例が多かったとし、合併症を多くもつ患者では上腕動脈が橈骨動脈の代替となる可能性を示唆している。

## 3 大腿動脈

大腿動脈はカテーテル留置を行う動脈の中で最も血管径が大きく、鼠径靭帯の中央付近で拍動を触知する。穿刺の際は、後腹膜血腫の発生を予防するため、鼠径靭帯より遠位が望ましい。大動脈圧をよく反映し、人工心肺離脱時などで有用な動脈であり、低血圧時も拍動を触れることが多く緊急時には穿刺しやすい。血管系の合併症の発生率は橈骨動脈と遜色なく、血管径が大きいため一過性の閉塞はむしろ少ない(1.18%)<sup>6)</sup>。しかし、感染の頻度は他の動脈より高いため<sup>20)</sup>、カテーテル留置の際には中心静脈穿刺時と同様に maximal barrier precautions 下に施行すべきである。

## 2. 穿刺針とカテーテル

### 1 カテーテルの選択

カテーテルの長さは穿刺する部位によって選択する必要がある<sup>20)</sup>。上腕動脈や大腿動脈の場合、体表から動脈まで距離があるため、事故抜去を防ぐ目的で長めのカテーテルを選択する。橈骨動脈の場合は22 gauge (G) もしくは20 G が推奨されるが、22 G のほうが初回穿刺での成功率が高く、橈骨動脈閉塞といった合併症が少ない<sup>21)</sup>。カテー

テルの長さについての報告は少ないが、Dahlら<sup>22)</sup>によって4.45 cmと15.2 cmの製品を比較検討したところ、後者がカテーテル抜去後の血栓が少なく、5 cm以上のカテーテルでも比較的安全であることが示唆された。

### 2 ガイドワイヤ補助下カテーテル留置

穿刺困難が予想される場合や複数回穿刺となった場合、ガイドワイヤを使用することが勧められている。小児に対するガイドワイヤ使用群と非使用群での比較検討<sup>23)</sup>では、前者が初回穿刺成功率(76% vs 56%)、全体の成功率(96% vs 76%)ともに後者に勝ったという。橈骨動脈に使用できる製品としては、インサイト-A™ (BD Medical Japan, Tokyo, Japan)、当院で使用している arterial leadercath® (株式会社ビゴン・ジャポン、大阪)がある。

インサイト-A™は、ガイドワイヤー一体型の穿刺針で、22 Gと20 Gの製品がある。穿刺後に継続的な血液の逆流を認めた後、プランジャーを押すことで血管内にガイドワイヤを挿入する形式である。シンプルな動作で使用可能なことが利点である。Adachiら<sup>24)</sup>は、超音波装置の長軸法で血管内のガイドワイヤをリアルタイムに描出することができるとしており、超音波装置と組み合わせることでより安全に使用可能である。Arterial leadercath® (図2)は、セルジンガー法でカテーテルを挿入する動脈圧ライン用の穿刺キットである。穿刺針は20 G、カテーテルは3 French (Fr) (外径0.9 mm)で橈骨動脈にも使用可能である。当院では、6 cmと8 cmを採用しており、6 cmは橈骨動脈、8 cmは大腿動脈に使用している。透析患者のように穿刺可能な動脈壁が硬く穿刺困難が予想される症例で活用している。

## 3. 超音波ガイド下動脈カテーテル留置

### ■ 短軸法と長軸法

超音波ガイド下動脈カテーテル留置は、成人・小児とも脈拍触知法よりも初回穿刺の成功率が

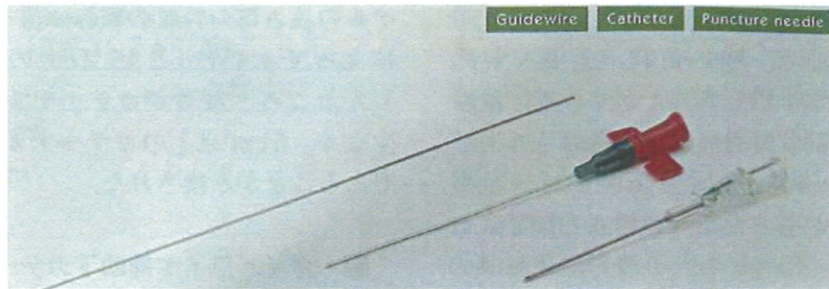


図2 Arterial leadercath® (ヴィゴン・ジャポン株式会社のパンフレットより転載).

高く、かつ合併症の発生も少ない<sup>25-27)</sup>。また、レジデントを対象とした報告においてもエコー群と脈拍触知群では、前者の成功率が96.7% (vs 46.7%) と有意に高い<sup>28)</sup>。穿刺方法は、大きく分けて out-of-plane technique と in-plane technique があり、初回穿刺成功率についてはどちらが優位とは結論付けることは難しい<sup>8,29)</sup>。Out-of-plane technique のほうが血管のイメージングが容易であり、周囲の構造物も把握しやすいが、針の先端の描出が難しく、エコー画面上に映る針が先端とは限らない<sup>30)</sup>。知らず知らずのうちに、動脈を貫通している場合がある。また、血管の走行がわからないため、血液の逆流を確認してもカテーテルの挿入がうまくいかなことも経験する。

一方、in-plane technique の場合は、動脈のイメージングに時間がかかるが、エコーの画面上に針全体を描出できるため後壁穿刺を防ぐことができ、かつ血管内に針を先進させることができるためカニューレションがしやすい。ただ、動脈が細いために画面上で血管内に針が描出されていても、実際には針が血管内に存在しないことも経験する<sup>30)</sup>。また、穿刺中にエコープローブが移動してしまうこともあり、動脈と針をリアルタイムに描出し続けることはそれなりの修練が必要である。実際、in-plane technique のほうが後壁を貫かずに済むため、血腫の発生率は低いが、初回成功率は報告によってばらつきが多く (27~93%)<sup>7,29,31)</sup>、施行者の習熟度に左右される。

## 2 Dynamic Needle Tip Positioning Technique (DNTP) 法

DNTP 法は穿刺中にプローブを動かし (dynamic)、針先をリアルタイムに描出するテクニックである<sup>32)</sup>。Out-of-plane technique で動脈を同定した後、30~40度の浅めの角度で皮膚を穿刺し、エコー画面上で皮下に高輝度な針の先端が描出されるまで針を進める。針先端を確認したら、針先端が消えるまでプローブを中枢側方向へ平行に1~2mm移動させる。針先端が消えたら再び、針を先進させ針の先端を画面上に描出する。この操作を数回繰り返す。針先端を常に確認しながら血管内に針を誘導する。血管内に針先端を確認したら、穿刺針を寝かせて、再び針先端を確認しながら先進させ、最後にカテーテルを血管内に挿入する。リアルタイムに近い状態で針先を描出し続けることで in-plane technique と out-of-plane technique、それぞれの利点を生かした方法といえる。橈骨動脈穿刺に関して、従来の in-plane technique と比較した報告もあり<sup>33)</sup>、DNTP 法と in-plane technique では初回穿刺での成功率が94% vs 68%、カニューレションまでの時間は87秒 vs 118秒 (中央値) と DNTP 法が優れていた。小児においても従来のエコーガイド下穿刺に比べ、DNTP 法のほうが初回穿刺の成功率が高く (85% vs 50%)、後壁の貫通も5%と少なかったという<sup>34)</sup>。DNTP 法は穿刺針とエコープローブ、両者の協調した動作が必要なため、習得までにはそれなりの経験数が必要であるが、動脈へのカテーテル挿入だけでなく、中心静脈や静脈路の

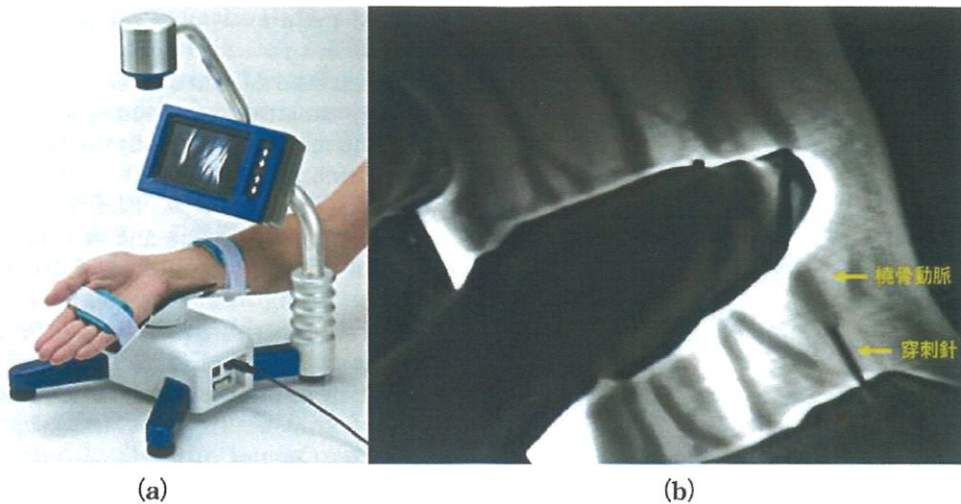


図3 Mill Suss™.

(a) : Mill Suss ([https://www.cardinalhealth.jp/en\\_jp.html](https://www.cardinalhealth.jp/en_jp.html) より転載).  
(b) : 穿刺時のモニター画面.

確保にも応用でき<sup>35,36)</sup>, 習得してしまえば有用な手段といえる.

#### 4. 血管可視化留置

橈骨動脈を対象とした血管可視化装置には、Mill Suss™ (Cardinalhealth Japan, 東京, 日本) とアートビュー (フォルテグロウメディカル, 栃木, 日本) がある. いずれも 850 nm の近赤外光が酸素化ヘモグロビンに吸収されることを利用し, 手関節部の橈骨動脈と表在静脈をモニター上に描出する. 近赤外光を使用するため, 超音波装置と同様に非侵襲的な装置である. Mill Suss で穿刺の際は, まず光源とカメラの間に屈曲させた手関節を挿入し, モニター上で橈骨動脈が最も見えやすい角度を調整する (図 3a). このとき, 表在静脈も同時に描出されるが, 橈骨動脈はそれらよりもやや色の薄い拍動する血管として確認できる. 角度が決まれば手関節を固定し, モニター上で針が血管に平行になるように穿刺する (図 3b). このとき, 2020 年に発売されたベインプレス™ (フォルテグロウメディカル, 栃木, 日本) (図 4) を使用すると, 穿刺部位付近を圧迫して橈骨動脈周辺の静脈が虚脱し, 橈骨動脈が見えやすくなる. また, ベインプレスにより橈骨動脈が

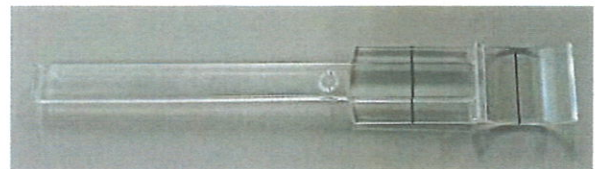


図4 ベインプレス.

固定され, ベインプレス上の黒線もモニター上に描出されるため, 橈骨動脈の中心を穿刺しやすくなる (図 5).

血管可視化装置の最大の利点は血管の走行がわかることと, 穿刺針が明瞭に描出されるため血管の走行に沿った穿刺が容易である点である. 欠点としては, 前壁および後壁までの深さがわからないこと, 肥満や浮腫などで体表から血管までの距離が遠い場合には近赤外光が反射してしまい血管のアウトラインがぼやけてしまうことである<sup>37)</sup>. したがって, 穿刺の際には針が血管像の中央から外れないように注意する必要がある.

#### まとめ

本稿では, 動脈圧カテーテル留置を安全・確実に成功させるために, 橈骨動脈の解剖から穿刺に至るさまざまな方法やデバイスを紹介した. いずれの方法を用いても, 初回穿刺成功率が 100% に

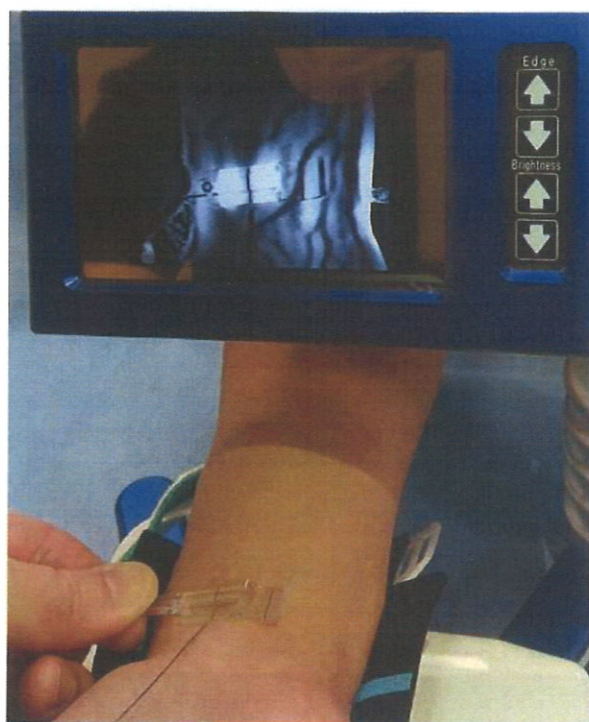


図5 ベインプレス使用の実際。  
ベインプレスによる圧迫によりモニター上の橈骨動脈のアウトラインの描出が改善。

なるわけではない。しかし、それぞれの方法のピットフォールを十分理解し、経験を積むことで初回穿刺成功率を高めることが、ひいては血管穿刺に伴う合併症を減らし、良好な beat by beat の血圧モニターを可能にすることにつながる。

#### 文献

- 1) Troianos CA, Hartman GS, Glas KE, et al: Guidelines for Performing Ultrasound Guided Vascular Cannulation: Recommendations of the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists. *Anesth Analg* 2012; 114: 46-72
- 2) Sandhu NS, Patel B: Use of ultrasonography as a rescue technique for failed radial artery cannulation. *J Clin Anesth* 2006; 18: 138-41
- 3) Zencirci E, Değirmencioğlu A: Catheter entrapment due to severe radial artery spasm during transradial approach. *Cardiol J* 2016; 23: 324-32
- 4) White L, Halpin A, Turner M, et al: Ultrasound-guided radial artery cannulation in adult and pediatric populations: a systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth* 2016; 116: 610-7
- 5) Brzezinski M, Luisetti T, London MJ: Radial artery cannulation: a comprehensive review of recent anatomic and physiologic investigations. *Anesth Analg* 2009; 109: 1763-8
- 6) Scheer B, Perel A, Pfeiffer UJ: Clinical review: complications and risk factors of peripheral arterial catheters used for haemodynamic monitoring in anaesthesia and intensive care medicine. *Crit Care* 2002; 6: 199-204
- 7) Lee D, Kim JY, Kim HS, et al: Ultrasound evaluation of the radial artery for arterial catheterization in healthy anesthetized patients. *J Clin Monit Comput* 2016; 30: 215-9
- 8) Berk D, Gurkan Y, Kus A, et al: Ultrasound-guided radial arterial cannulation: long axis/in-plane versus short axis/out-of-plane approaches? *J Clin Monit Comput* 2013; 27: 319-24
- 9) Kim EH, Lee JH, Song IK, et al: Posterior tibial artery as an alternative to the radial artery for arterial cannulation site in small children: a randomized controlled study. *Anesthesiology* 2017; 127: 423-31
- 10) Yokoyama N, Takeshita S, Ochiai M, et al: Anatomic variations of the radial artery in patients undergoing transradial coronary intervention. *Catheter Cardiovasc Interv* 2000; 49: 357-62
- 11) Georgios G, Konstantinos R, Andreas S, et al: A predictive score of radial artery spasm in patients undergoing transradial percutaneous coronary intervention. *Int J Cardiol* 2015; 188: 76-80
- 12) Latham GJ, Bosenberg AT, Low DK: Images in anesthesiology: radial artery spasm in an infant as documented by high-frequency micro-ultrasound. *Anesthesiology* 2014; 120: 1254
- 13) Kiemeneij F: Left distal transradial access in the anatomical snuffbox for coronary angiography (IdTRA) and interventions (IdTRI). *Euro Intervention* 2017; 13: 851-7
- 14) Saito S, Hasegawa H, Ota T, et al: Safety and feasibility of the distal transradial approach: A novel technique for diagnostic cerebral angiography [published online ahead of print, 2020 May 13]. *Interv Neuroradiol*. 2020; 1591019920925709
- 15) Norimatsu K, Kusumoto T, Yoshimoto K, et al: Importance of measurement of the diameter of the distal radial artery in a distal radial approach from the anatomical snuffbox before coronary catheterization. *Heart Vessels* 2019; 34: 1615-20

- 16) Nunes RS, Tamaki CM, Penha HHR, et al: Dorsal radial artery catheterization for invasive blood pressure monitoring. *Cateterização da artéria radial dorsal para monitorização invasiva de pressão arterial. Rev Bras Ter Intensiva* 2020 ; 32 : 153-5
- 17) 木村慶信, 木村さおり, 井上 光, 他: 橈骨動脈足背枝と橈骨動脈への動脈カテーテル留置の比較. *麻酔* 2012 ; 61 : 728-32
- 18) Singh A, Bahadorani B, Wakefield BJ, et al: Brachial Arterial Pressure Monitoring during Cardiac Surgery Rarely Causes Complications. *Anesthesiology* 2017 ; 126 : 1065-76
- 19) Handlogten KS, Wilson GA, Clifford L, et al: Brachial artery catheterization: an assessment of use patterns and associated complications. *Anesth Analg* 2014 ; 118 : 288-95
- 20) Saugel B, Kouz K, Meidert AS, et al: How to measure blood pressure using an arterial catheter: a systematic 5-step approach. *Crit Care* 2020 ; 24 : 172
- 21) Eker HE, Tuzuner A, Yilmaz AA, et al: The impact of two arterial catheters, different in diameter and length, on postcannulation radial artery diameter, blood flow, and occlusion in atherosclerotic patients. *J Anesth* 2009 ; 23 : 347-52
- 22) Dahl MR, Smead WL, McSweeney TD: Radial artery cannulation: a comparison of 15.2- and 4.45-cm catheters. *J Clin Monit* 1992 ; 8 : 193
- 23) Jang YE, Kim EH, Lee JH, et al: Guidewire-assisted vs. direct radial arterial cannulation in neonates and infants: A randomised controlled trial. *Eur J Anaesthesiol* 2019 ; 36 : 738-44
- 24) Adachi YU, Hatano T, Hashimoto S, et al: The advanced radial artery cannulation using In-syte-A™ with real-time ultrasound guidance. *J Clin Monit Comput* 2013 ; 27 : 703-4
- 25) Bhattacharjee S, Maitra S, Baidya DK: Comparison between ultrasound guided technique and digital palpation technique for radial artery cannulation in adult patients: An updated meta-analysis of randomized controlled trials. *J Clin Anesth* 2018 ; 47 : 54-9
- 26) Zhang W, Li K, Xu H, et al: Efficacy of ultrasound-guided technique for radial artery catheterization in pediatric populations: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Crit Care* 2020 ; 24 : 197. Published 2020 May 6
- 27) Miller AG, Bardin AJ: Review of Ultrasound-Guided Radial Artery Catheter Placement. *Respir Care* 2016 ; 61 : 383-8
- 28) Wilson C, Rose D, Kelen GD, et al: Comparison of Ultrasound-Guided Vs Traditional Arterial Cannulation by Emergency Medicine Residents. *West J Emerg Med* 2020 ; 21 (2) : 353-8
- 29) Sethi S, Maitra S, Saini V, et al: Comparison of short-axis out-of-plane versus long-axis in-plane ultrasound-guided radial arterial cannulation in adult patients: a randomized controlled trial. *J Anesth* 2017 ; 31 : 89-94
- 30) 枝長充隆: 様々な麻酔手技の変遷可視化の時代へ. *臨床麻酔* 2017 ; 41 : 1281-7
- 31) Abdalla UE, Ellmaadawey A, Kandeel A: Oblique approach for ultrasound-guided radial artery catheterization vs transverse and longitudinal approaches, a randomized trial. *J Clin Anesth* 2017 ; 36 : 98-101
- 32) Kiberenge RK, Ueda K, Rosauer B: Ultrasound-Guided Dynamic Needle Tip Positioning Technique Versus Palpation Technique for Radial Arterial Cannulation in Adult Surgical Patients: A Randomized Controlled Trial. *Anesth Analg* 2018 ; 126 : 120-6
- 33) Nam K, Jeon Y, Yoon S, et al: Ultrasound-guided radial artery cannulation using dynamic needle tip positioning versus conventional long-axis in-plane techniques in cardiac surgery patients: a randomized, controlled trial. *Minerva Anesthesiol* 2020 ; 86 : 30-7
- 34) Takeshita J, Yoshida T, Nakajima Y, et al: Dynamic Needle Tip Positioning for Ultrasound-Guided Arterial Catheterization in Infants and Small Children With Deep Arteries: A Randomized Controlled Trial. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2019 ; 33 : 1919-25
- 35) Munshey F, Parra DA, McDonnell C, et al: Ultrasound-guided techniques for peripheral intravenous placement in children with difficult venous access. *Paediatr Anaesth* 2020 ; 30 : 108
- 36) Takeshita J, Inata Y, Ito Y, et al: Dynamic Needle Tip Positioning for Ultrasound-Guided Placement of a Peripherally Inserted Central Catheter in Pediatric Patients. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2020 ; 34 : 114-8
- 37) Osuda M, Edanaga M, Matsumoto T, et al: Comparison of Mill Suss™-guided radial artery catheterization with the long-axis in-plane ultrasound-guided method under general anesthesia: a randomized controlled trial. *J Anesth* 2020 ; 34 : 464-7