

## 末梢神経ブロック

## 体幹の神経ブロック：硬膜外鎮痛法の質を求めて

佐倉伸一<sup>\*1</sup> 青山由紀<sup>\*2</sup>

【要旨】硬膜外鎮痛法は、さまざまな胸腹部外科手術の周術期疼痛管理において最も一般的に使用されてきた。しかし、外科手術の低侵襲化や予防的抗凝固療法の普及により、いくつかの超音波ガイド下末梢神経ブロックが開発され硬膜外ブロックに代わって選択されるようになってきた。各ブロック法の手技が比較的簡単であることから人気を博しているが、得られる鎮痛効果の範囲が限局的であることや効果持続時間が短いなどの問題がある。正しいブロック法の選択が必要であるとともに持続注入法の確立が望まれる。本稿では、胸腹壁の解剖、各神経ブロックのテクニック、利点および問題点について述べた。

キーワード：末梢神経ブロック，超音波，術後鎮痛法

## はじめに

術後痛は、患者にとってそれ自体が苦痛であるだけでなく、肺炎や無気肺、虚血性心疾患などさまざまな術後合併症のリスクを増大させる。硬膜外鎮痛法は、優れた鎮痛効果に加えこれらの合併症発生を抑制するとして、頭頸部を除く多くの手術の標準的な鎮痛法として使用されてきた。しかし、手術自体の低侵襲化によってその利点は以前ほど顕著でなくなり、抗凝固療法の普及により硬膜外鎮痛法が躊躇される症例も増加している。また、近年fast track surgeryが目標とされている中で、硬膜外鎮痛法による術後の起立性低血圧や下肢の運動障害は早期離床に対して不利となる場合もある<sup>1)</sup>。このような中で、末梢神経ブロックや局所麻酔薬の創部浸潤鎮痛法を中心とした多様式鎮痛法が、新しい時代の鎮痛

法として期待されている。しかし末梢神経ブロックは、一回注入法では持続時間が短く鎮痛効果が不十分である。そのため術後数日にわたり鎮痛が必要な場合には、カテーテル留置による持続注入が必要となる。本稿では、腹部手術の鎮痛法として古典的な腹直筋鞘ブロックおよび腹横筋膜面(transversus abdominis plane：TAP)ブロックのカテーテル留置法、比較的新しい横筋筋膜面ブロックおよび腰方形筋ブロック、さらに乳腺手術の鎮痛法として近年紹介されたばかりの胸筋神経ブロックについて、筆者らの方法を中心に概説する。なお、開胸術で応用される傍脊柱管ブロックは、上記のブロックと比較して技術的に要求度が高く、硬膜外鎮痛法と同様に血腫形成の危険性を考慮すべきであることから、本稿では触れていない。他の文献を参照されたい。

<sup>\*1</sup> 島根大学医学部附属病院手術部

<sup>\*2</sup> 島根大学医学部附属病院麻酔科

著者連絡先 佐倉伸一

〒693-8501

島根県出雲市塩冶町89-1

島根大学医学部附属病院手術部

## I 腹壁の末梢神経ブロック

図1に腹壁を構成する筋肉と脊髄神経の走行を示す。腹壁の支配神経は、下位肋間神経(第6～12胸神経)の脊髄神経と腸骨下腹神経(第12胸神経, 第1腰神経)および腸骨鼠径神経(第1腰神経)である。脊髄神経前枝は、中腋窩線より近位で外側皮枝を分岐し、腹横筋と内腹斜筋との間の神経血管面を正中方向に走行する。その後、腹直筋鞘をその外縁で貫いて腹直筋を貫通し、前腹壁の皮膚に分布する。これらの神経をブロックする方法として腹直筋鞘ブロックやTAPブロックが行われてきたが、腹部正中部はこれらのブロックによって腹壁全層にわたる知覚遮断が得られるものの外側皮枝領域のブロックは不十分となる。新しく紹介された横筋筋膜面ブロックおよび腰方形筋ブロックは、外側皮枝をより確実に遮断する方法である。

### 1. 腹直筋鞘ブロック

腹直筋鞘ブロックは、腹直筋を貫通する肋間神経を目標に局所麻酔薬を浸潤させるコンパートメントブロックである。皮膚切開部位が腹部正中に局限する手術が適応となる。腹直筋は腹直筋鞘に囲まれているが、腹直筋鞘後葉は臍よりも尾側の弓状線以下からは欠如する。

腹直筋と後葉の間にカテーテルを挿入すると、局所麻酔薬の追加投与や持続注入が可能となる<sup>3)</sup>。カテーテル挿入は、手術中の断裂を避けるため術後に行うべきだろう。最初にTuohy針の内筒を抜いて延長チューブを接続し、局所麻酔薬をあらかじめ満たしておく。カテーテル先端が頭尾方向で鎮痛目標範囲のほぼ中央になるように穿刺レベルを決めるが、弓状線より尾側では腹膜穿刺の可能性が高くなるため避けた方がよい。前腹壁横断面で、腹直筋外縁1～2cmの部位に頭側から交差法で穿刺する。針先が滑らないよう、Tuohy針のベベルが下向きになるように針を持って穿刺する。針が筋膜穿痛感(ポップ感)とともに腹直筋鞘前葉を貫いたら、プロー

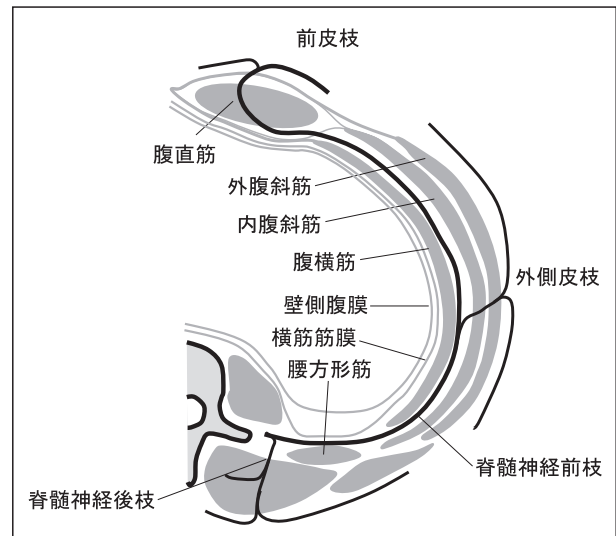


図1 腹壁の解剖(腹壁横断面)

[文献2)より引用・改変]

ブを回転させて腹直筋の矢状断像を描出し、Tuohy針を腹直筋鞘後葉まで進める。局所麻酔薬を注入して腹直筋と後葉の間を十分に剥離させ、針を回転させてベベルを上に向け、カテーテルを挿入する(図2)。超音波画像上でカテーテル先端が目標範囲のほぼ中央に来るまで進め、テープで固定する。反対側も同様に行う。カテーテルは側孔多孔式のもので、側孔のある部分の長さが鎮痛目標範囲に合うものを選択する。

術後鎮痛には、0.15～0.25%のロピバカインを使用する。局所麻酔薬の投与量上限の目安は、1回投与でロピバカインの場合3mg/kgである。局所麻酔薬を多量に用いるため、注入後約30～40分は局所麻酔薬中毒に注意する<sup>3)～5)</sup>。持続注入の開始は、局所麻酔薬の血中濃度を考慮して、初回注入後の1～2時間以降にする。注入速度は4～6ml/hr前後を目安としている。

### 2. TAPブロック

TAPブロックは、腹壁の内腹斜筋と腹横筋との間の神経血管面上に局所麻酔薬を注入し、走行中の脊髄神経前枝を遮断する手技である。超音波ガイド下TAPブロックには、いくつかのアプローチ法が

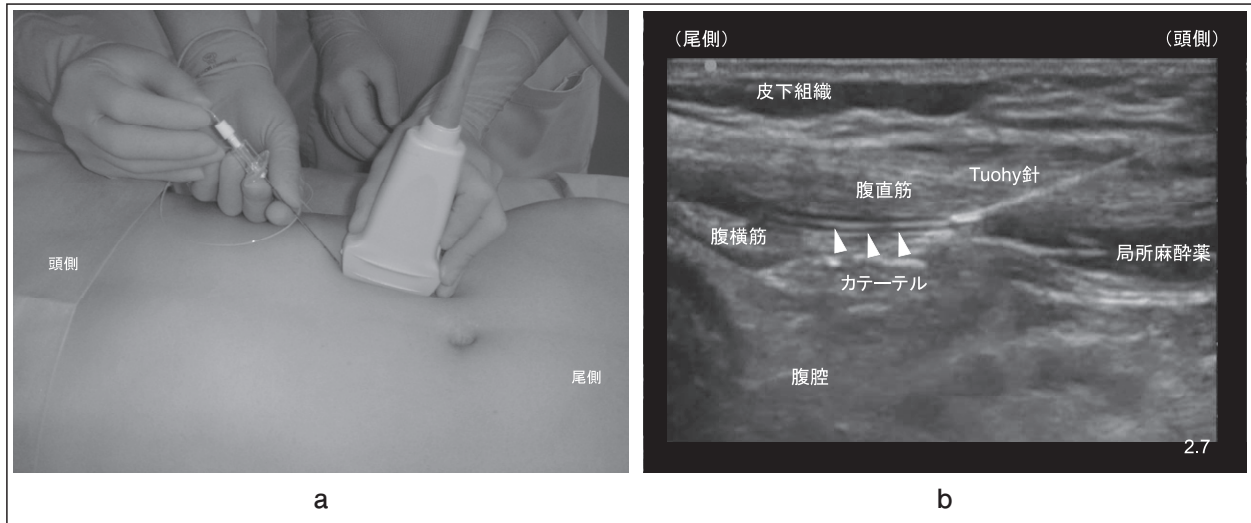


図2 (a)腹直筋鞘ブロックでカテーテルを挿入している様子, (b) そのときの超音波画像

ある。各ブロックの薬液注入部位と遮断予想範囲を図3に示す。側方TAPブロックは、脊髄神経前枝を側腹部中腋窩線上でとらえる方法で、下腹部手術が適応となる<sup>6)</sup>。肋骨弓下TAPブロックは、脊髄神経前枝を上腹部肋骨弓下でとらえる方法で、臍部を中心とした腹部手術が適応である<sup>7)</sup>。肋骨弓下斜角TAPブロックは、肋骨弓下に沿って広範囲に薬液を注入し、広範囲に上下腹部の知覚遮断を期待する方法である。鼠径部手術に行われる腸骨鼠径・腸骨下腹神経ブロックも、TAPブロックの一つである。

カテーテル挿入時の穿刺は、一回注入法と同様に行う。腹直筋鞘ブロックの場合と同様に、Tuohy針と硬膜外鎮痛用カテーテルを用いる。挿入時のカテーテルは超音波画像上で観察できる。肋骨弓下斜角TAPブロックのように長い範囲に薬液を注入したい場合は、カテーテルの先端が腸骨稜近くに位置するようにする。

カテーテルの使用法としては、局所麻酔薬の単回投与量を間欠的に注入する方法と持続注入法がある。単回投与する場合、0.125～0.25%のロピバカインを片側で20～40ml使用する。持続注入の場合、上腹部または下腹部を中心にそれぞれ、0.15%のロ

ピバカインを片側4～6ml/hrで注入する。切開創の大きさに応じて薬液量を変更する。

### 3. 横筋筋膜面ブロックと腰方形筋ブロック

TAPブロックでは、脊髄神経前枝の外側皮枝領域の知覚遮断は確実ではない。外側皮枝が遮断されない腹壁では、深層の除痛はできても浅層の知覚が残存するという不完全遮断部位ができる。脊髄神経前枝を腹横筋よりさらに内側近位でとらえる横筋筋膜面(transversalis fascia plane: TFP)ブロックと腰方形筋ブロックは、外側皮枝領域の知覚遮断を確実に得ることが期待されている。TFPブロックでは、虫垂切除術や腸骨採取術の疼痛緩和を図ることができる<sup>8)</sup>。腰方形筋ブロックは、TFPブロックよりも頭側の神経ブロックが期待される。

腰方形筋は腰椎の両側に存在し、その外側には腹横筋や内・外腹斜筋が存在する。肋下神経と腸骨下腹神経は、腰方形筋の腹側を外側方向に横切り、腹横筋またはその腱膜を貫いてTAP上に現れる。この部位では、神経の腹側に横筋筋膜がある。TFPブロックは、腰方形筋の外側で腹横筋を貫く前のこれらの神経を目標とする。

ブロック施行時は、患者の側腹部背側にプローブを当てるため、仰臥位でブロック側の背中に枕を入

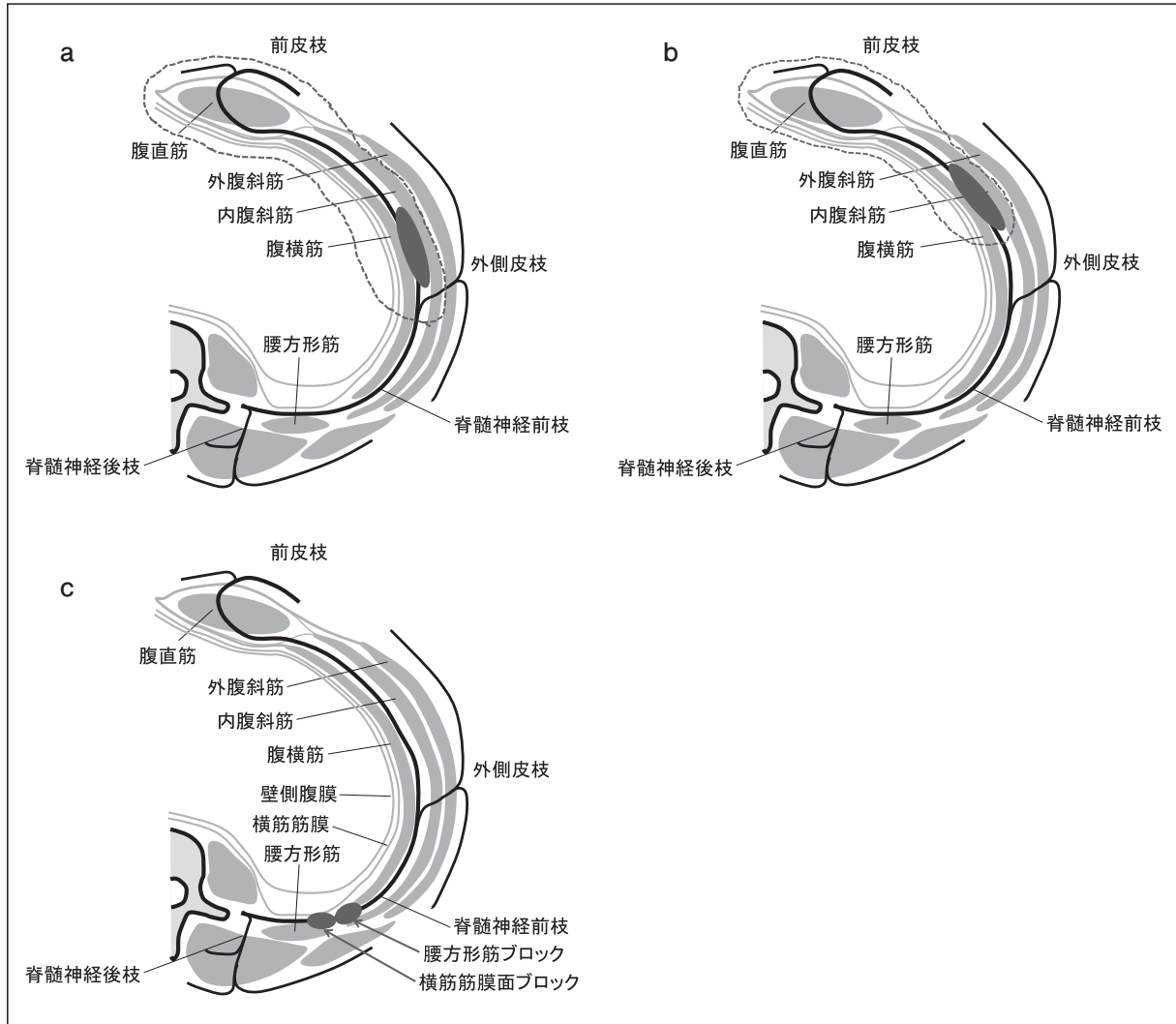


図3 各TAPブロックの薬液注入部位と遮断予想範囲

- a: 側方TAPブロック
- b: 肋骨弓下(斜角)TAPブロック
- c: 腰方形筋ブロックと横筋筋膜面ブロック

[文献2)より引用・改変]

れる。高周波リニアプローブを側方TAPブロックと同様、側腹部に体軸に垂直に当てる(図4)。プローブを背側へ移動させると、腹横筋の筋腹が消失し腱膜へ移行する部位が確認できる。腹腔内穿刺の危険があるため、TFPブロックでは、側方TAPブロックと同様に平行法で穿刺し、まずTAP上で薬液を注入して薬液で広がった部分に針を進めながら横筋筋膜上に薬液を注入する。腰方形筋ブロックでは、さらに背側にプローブを当て、腰方形筋の外側縁に

薬液を注入する(図5)。両ブロックとも臨床研究結果がまだ不十分で、薬液量と遮断範囲の詳細な関係は明らかでない。

## II 胸壁の末梢神経ブロック

乳腺手術では術後の強い疼痛や慢性痛が発生する可能性があり<sup>9)</sup>、硬膜外鎮痛法が併用されることがあった。しかし、近年の手術縮小化により、乳腺手術における硬膜外鎮痛法はその利点が欠点を上回ら



図4 腰方形筋ブロックの様子



図6 胸筋神経 (Pecs I) ブロックの様子

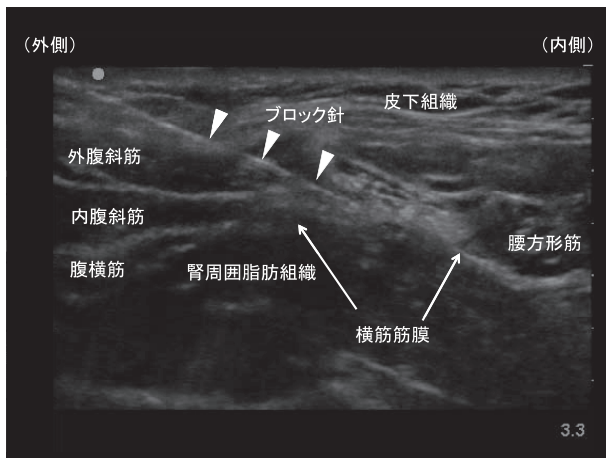


図5 腰方形筋ブロック中の超音波画像

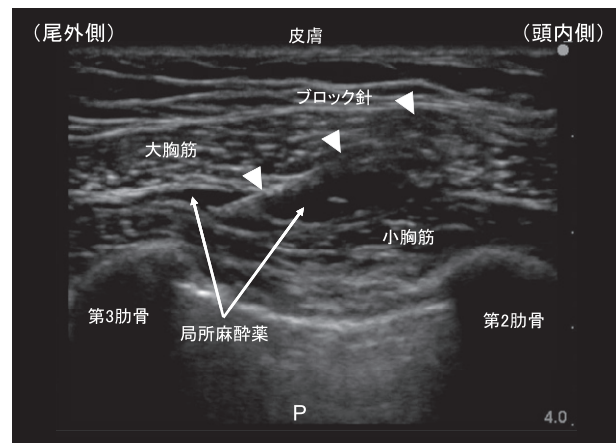


図7 胸筋神経 (Pecs I) ブロック中の超音波画像

ないと考えられるようになり、硬膜外鎮痛法に代わって傍脊椎ブロック<sup>10)</sup>が施行される施設も増えてきた。さらに安全な末梢神経ブロックとして、2011年に Pecs I block (胸筋神経ブロック)<sup>11)</sup> および腋窩の鎮痛も可能な Pecs II block<sup>12)</sup>, Serratus plane block (鋸筋面ブロック)<sup>13)</sup> が紹介された。Pecs ブロックに関する研究報告はまだほとんどないが、超音波ガイド下に行う方法は比較的容易で血腫形成や気胸などのリスクが少なく、乳腺手術に対する新しい術後鎮痛法として注目され始めている。われわれはこれらを総称して前胸壁ブロックと名付けている。

患者の体位は仰臥位で、上肢を外転する(図6)。高周波リニア超音波プローブ(10~15MHz)を使用

し、超音波画像の深度を3~4cm程度にしておく。鎖骨の中央付近で、プローブの尾側がやや外側になるよう当て、鎖骨および腋窩動静脈を描出する。次にプローブをその長軸方向に尾側にスライドさせ、超音波画像内で肋骨をカウントする。Pecs I ブロックでは、第3肋骨を描出し、皮下に浸潤麻酔する。プローブの頭側から平行法で穿刺し、大胸筋と小胸筋の筋間に局所麻酔薬(0.375~0.5%レボブピバカイン)約10mlを投与する(図7)。このとき、局所麻酔薬は筋膜間に凸レンズ状に広がることを望ましい。Serratus plane blockでは、プローブをさらに尾側かつ外側にスライドさせ、大胸筋と第4肋骨レベルの前鋸筋の間(または中腋窩線レベルで前鋸筋

表面)に局所麻酔薬20～30mlを投与する。

前胸壁ブロックにより、肋間上腕神経を含む第2～4胸神経(薬液の広がりによっては、第6胸神経まで)の外側皮枝領域の皮膚知覚遮断が得られる。しかし、肋間神経の前皮枝(内側枝)はブロックできないことが多いため、本ブロックだけで乳腺手術の周術期管理を行うことには無理がある。本ブロックは、知覚と運動の両方の神経をブロックするが、硬膜外ブロックや傍脊椎ブロックと異なり、交感神経はブロックしない。超音波ガイドの手技としては比較的容易であるが、その効果についての研究結果はない。

### Ⅲ 体幹部末梢神経ブロックと硬膜外鎮痛法の比較

末梢神経ブロックは体性痛に対しては有効であるが内臓痛に対しては効果がないため、内臓痛が生じる手術では非ステロイド性抗炎症薬やオピオイドの併用が必要である。しかしながら、硬膜外鎮痛法のような血腫形成による神経障害や、術後の離床の妨げとなる四肢の運動障害および交感神経遮断による低血圧の危険はない。

体幹部末梢神経ブロックと硬膜外鎮痛法を比較した研究は少なく、その対象となった手術も限られている。また、これまでの研究は対象手術、末梢神経ブロックの種類および方法(一回注入法または持続注入法)、局所麻酔薬の濃度および投与量などプロトコルが異なるので、それらの結果から単純に結論を導くことはできない。TAPブロックの有効性が示されている手術としては、腹腔鏡下結腸直腸手術や虫垂切除術がある<sup>14)</sup>。最近行われた研究では、腹腔鏡下結腸直腸手術で後方TAPブロックの持続カテーテル留置法と硬膜外鎮痛法を比較した結果、ブロック群で患者満足度が高かったとしている<sup>15)</sup>。しかし、上腹部、特に開腹術で硬膜外鎮痛に匹敵する効果はなかなか得られていない。例えば、開腹胃切除術で肋骨弓下TAP一回注入法と硬膜外鎮痛法を比較すると、TAPブロックは硬膜外鎮痛に及ば

なかった<sup>16)</sup>という。

まとめると、手術の種類にもよるが、体幹部末梢神経ブロックは硬膜外鎮痛法の鎮痛効果には及ばない。しかしオピオイドの使用量を減量できる可能性がある。患者の状態および手術の種類に応じて、硬膜外鎮痛法に末梢神経ブロックを有用な選択肢として術後鎮痛法に加える時代が来たと考える。

### Ⅳ 体幹部神経ブロックを用いた術後鎮痛法の今後の課題

末梢神経ブロックの一回注入法では局所麻酔薬の効果持続時間が限られるため、その効果時間延長を目的として、局所麻酔薬への薬物添加<sup>17)</sup>や、徐放性局所麻酔薬の使用<sup>18)</sup>も報告されている。局所麻酔薬への薬物添加についてはさまざまな薬剤が検討されてきたが、そのほとんどは有効性が示されていない。アドレナリンに関しても、末梢神経ブロックでは明確な効果は示されていない。デキサメタゾンを局所麻酔薬に添加するか、または静脈内投与することで局所麻酔薬の効果持続が得られたとする報告<sup>19)</sup>がある。徐放性局所麻酔薬は、本邦ではまだ使用ができず、末梢神経ブロックでの使用についての報告もない。局所麻酔薬への添加剤や新たな局所麻酔薬の研究が期待される。また、末梢神経ブロックのカテーテル挿入法は、鎮痛効果の持続時間を延長し術後疼痛管理に有用である可能性があるが、局所麻酔薬の投与速度や濃度などに関する確立した指針はなく、今後の検討が必要である。

### 結 語

体幹部末梢神経ブロックは、一回注入法では良好な鎮痛効果が得られ硬膜外鎮痛法よりも安全性が高い。現時点では長時間に及ぶ安定した鎮痛効果が得られにくいという欠点があるものの、今後のさらなる研究によって将来硬膜外鎮痛法とともに一般的な鎮痛法となる可能性がある。

## 参考文献

- 1) Gramigni E, Bracco D, Carli F : Epidural analgesia and postoperative orthostatic haemodynamic changes : observational study. *Eur J Anaesthesiol* 30 : 398-404, 2013
- 2) 佐倉伸一編 : 周術期超音波ガイド下神経ブロック(改訂第2版). 真興交易医書出版部, 東京, 2014
- 3) Wada M, Kitayama M, Hashimoto H, et al. : Plasma ropivacaine concentrations after ultrasound-guided rectus sheath block in patients undergoing lower abdominal surgery. *Anesth Analg* 114 : 230-232, 2012
- 4) Kato N, Fujiwara Y, Harato M, et al. : Serum concentration of lidocaine after transversus abdominis plane block. *J Anesth* 23 : 298-300, 2009
- 5) Griffiths JD, Barron FA, Grant S, et al. : Plasma ropivacaine concentrations after ultrasound-guided transversus abdominis plane block. *Br J Anaesth* 105 : 853-856, 2010
- 6) Hebbard P, Fujiwara Y, Shibata Y, et al. : Ultrasound-guided transversus abdominis plane (TAP) block. *Anaesth Intensive Care* 35 : 616-617, 2007
- 7) Hebbard P : Subcostal transversus abdominis plane block under ultrasound guidance. *Anesth Analg* 106 : 674-675, 2008
- 8) Hebbard PD : Transversalis fascia plane block, a novel ultrasound-guided abdominal wall nerve block. *Can J Anaesth* 56 : 618-620, 2009
- 9) Gärtner R, Jensen MB, Nielsen J, et al. : Prevalence of and factors associated with persistent pain following breast cancer surgery. *JAMA* 302 : 1985-1992, 2009
- 10) Schnabel A, Reichl SU, Kranke P, et al. : Efficacy and safety of paravertebral blocks in breast surgery : a meta-analysis of randomized controlled trials. *Br J Anaesth* 105 : 842-852, 2010
- 11) Blanco R : The 'pecs block' : a novel technique for providing analgesia after breast surgery. *Anaesthesia* 66 : 847-848, 2011
- 12) Blanco R, Fajardo M, Parras Maldonado T : Ultrasound description of Pecs II(modified Pecs I) : a novel approach to breast surgery. *Rev Esp Anesthesiol Reanim* 59 : 470-475, 2012
- 13) Blanco R, Parras T, McDonnell JG, et al. : Serratus plane block : a novel ultrasound-guided thoracic wall nerve block. *Anaesthesia* 68 : 1107-1113, 2013
- 14) Abdallah FW, Chan VW, Brull R : Transversus abdominis plane block : a systematic review. *Reg Anesth Pain Med* 37 : 193-209, 2012
- 15) Niraj G, Kelkar A, Hart E, et al. : Comparison of analgesic efficacy of four-quadrant transversus abdominis plane(TAP)block and continuous posterior TAP analgesia with epidural analgesia in patients undergoing laparoscopic colorectal surgery : an open-label, randomised, non-inferiority trial. *Anaesthesia* 69 : 348-355, 2014
- 16) Wu Y, Liu F, Tang H, et al. : The analgesic efficacy of subcostal transversus abdominis plane block compared with thoracic epidural analgesia and intravenous opioid analgesia after radical gastrectomy. *Anesth Analg* 117 : 507-513, 2013
- 17) Wiles MD, Nathanson MH : Local anaesthetics and adjuvants—future developments. *Anaesthesia* 65 Suppl 1 : 22-37, 2010
- 18) Lambrechts M, O'Brien MJ, Savoie FH, et al. : Liposomal extended-release bupivacaine for postsurgical analgesia. *Patient Prefer Adherence* 7 : 885-890, 2013
- 19) Desmet M, Braems H, Reynvoet M : I.V. and perineural dexamethasone are equivalent in increasing the analgesic duration of a single-shot interscalene block with ropivacaine for shoulder surgery : a prospective, randomized, placebo-controlled study. *Br J Anaesth* 111 : 445-452, 2013

## Ultrasound-guided Truncal Blocks for Perioperative Pain Management : Possible Alternatives to Epidural Analgesia

Shinichi SAKURA<sup>\*1</sup>, Yuki AOYAMA<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup>Department of Surgical Operation Center, Shimane University Hospital

<sup>\*2</sup>Department of Anesthesiology, Shimane University Hospital

Epidural analgesia has been considered the gold standard for pain relief during and after various kinds of thoracic and abdominal surgical procedures. However, recent increases in the numbers of patients receiving minimally invasive surgical procedures and prophylactic anticoagulation therapy has led to the development of several new kinds of ultrasound-guided truncal blocks. These are relatively easy to perform and have therefore enjoyed a surge in popularity. However, since the analgesic effects obtained are limited in extent and duration, the selection of an appropriate approach is important and the development of continuous techniques is required. This paper describes the anatomy of thoracic and abdominal walls, procedures for each technique, and the benefits and problems associated with truncal blocks.

**Key Words :** Peripheral nerve block, Ultrasound, Postoperative analgesia

The Journal of Japan Society for Clinical Anesthesia Vol.34 No.5, 2014