

超音波ガイド下腹横筋膜面ブロックの
針先位置の違いによる知覚遮断効果範囲の
検討：腹腔鏡下卵巣腫瘍摘出術患者での検討

日本大学大学院医学研究科博士課程

外科系麻酔科学専攻

古谷友則

修了年 2016 年

指導教員 加藤 実

超音波ガイド下腹横筋膜面ブロックの
針先位置の違いによる知覚遮断効果範囲の
検討：腹腔鏡下卵巣腫瘍摘出術患者での検討

日本大学大学院医学研究科博士課程

外科系麻酔科学専攻

古谷友則

修了年 2016 年

指導教員 加藤 実

目次

1. 概要	1
2. 緒言	4
3. 対象と方法	18
4. 結果	25
5. 考察	27
6. 結語	37
7. 謝辞	38
8. 表	39
9. 図	42
10. 図説	52
11. 引用文献	56
12. 研究業績目録	65

1. 概要

【背景】 腹横筋膜面ブロック (Transversus abdominis plane block : TAP ブロック) は、内腹斜筋と腹横筋で構成される腹横筋膜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ことで、前腹壁の体性痛の軽減を得る手技である。脊髄神経前枝を側腹部中腋窩線上で捉える方法、側方アプローチ TAP ブロック (Lateral TAP block : LTAP) が一般的であり、主に下腹部における低侵襲手術における周術期の鎮痛法の 1 つとして臨床応用されている。一方、腹横筋膜面上でより中枢側で脊髄神経前枝を遮断する方法は後方アプローチ TAP ブロック (Posterior TAP block : PTAP) と呼ばれている。しかし両者の局所麻酔薬の拡がり方、つまり脊髄神経遮断分節数の差違については明らかではない。

【目的】 本研究では、PTAP は LTAP と比較し、より多くの知覚遮断分節数が得られるという仮説を立て検証を行った。

【方法】 全身麻酔下で腹腔鏡下卵巣腫瘍摘出術を予定手術として受ける、アメリカ麻酔科学会麻酔前リスク評価が 1 または 2 の 20 歳以上 80 歳未満の女性患者 27 人を対象とした。LTAP を受ける患者群 (グループ L) と PTAP を受ける患者群 (グループ P) の 2 群に封筒法で無作為に割り付けた。両 TAP ブロックは超音波ガイド下に施行し、片側あたり 0.25 % レボブピバカイン 15 ml を使用し、両側で施行した。LTAP の神経ブロック針の針先と局所麻酔薬注入部

位は、肋骨弓下縁と腸骨稜上縁の間で、中腋窩線上の腹横筋と内腹斜筋間とした。本研究における PTAP の神経ブロック針の針先と局所麻酔薬注入部位は外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋で構成される腹壁の 3 層構造の収束部位とした。局所麻酔薬注入 20 分後に片側ずつ痛覚と冷覚の知覚遮断分節の検証を行った。

【結果】総遮断分節数と最高位の頭側への遮断分節は中央値（第 1 四分位数、第 3 四分位数）で表した。痛覚遮断分節数は、グループ L の 2 (2、2) に対して、グループ P で 3 (3、4) と有意な広がりをも認めた ($P = 0.0015$)。また、冷覚遮断分節数でも、グループ L の 2 (1、2) に対して、グループ P で 2 (2、3) と有意な広がりも認めた ($P = 0.0006$)。痛覚遮断が得られた最も頭側の分節は、グループ L の Th 10 に対して、グループ P では Th 7 と高かった。中央値で比較すると、グループ L の胸神経 (Thoracic nerves: Th) 10 (Th 10, Th 10) に対して、グループ P で Th 10 (Th 9, Th 10) と有意な頭側への広がりが認められた ($P = 0.0049$)。冷覚遮断が得られた最頭位分節は、グループ L の Th 10 (Th 10, Th 11) に対して、グループ P で Th 10 (Th 9, Th 10) と頭側へ広がる傾向が認められたが有意差は認められなかった ($P = 0.0584$)。

【考察】PTAP が LTAP に比して痛覚と冷覚遮断分節数の有意な増加が得られた理由は、腹横筋膜面上のコンパートメントブロック効果に傍脊椎ブロック効果が加わった可能性、脊髄神経前枝の解剖学的多様性の影響が軽減された可能性、

局所麻酔薬が腹横筋膜面上を頭尾側方向に広がりやすくなった可能性が考えられた。

LTAP は周術期の鎮痛方法の 1 つとして、主に下腹部に皮膚切開を置く低侵襲手術において有用性が示されている。PTAP により痛覚遮断範囲の拡大が得られることで、より広範囲に及ぶ手術に対しても、TAP ブロックによる体性痛の遮断が応用できる可能性が示唆された。

2. 緒言

【術後鎮痛法】

理想的な術後鎮痛法として、傾眠や呼吸抑制など全身への影響を与えることなく、確実に痛みの軽減を図る方法が求められている。術後鎮痛方法は、患者の全身状態や既往歴、手術の部位や術式、そして施設によっても異なる。その中で、日常臨床において、腹部手術に対して実施されている各種鎮痛法の特徴を示した（表 1）。開腹手術後の痛みは、皮膚切開部の体性痛に加えて、内臓処理に伴う内臓痛の両者から生じる。これらに対する主たる術後鎮痛法として、硬膜外腔にカテーテルを挿入する持続硬膜外鎮痛 (Continuous epidural analgesia:CEA) が施行されることが多く、術後鎮痛方法としてオピオイド主体の鎮痛方法と比較して有用性が示されている¹⁾。一方欠点としては、硬膜外腔に投与する局所麻酔薬は知覚神経に加えて、運動神経や交感神経に作用するため、筋力低下や血圧低下を招く。また、オピオイド使用による嘔気などが出現する可能性がある。さらに稀ではあるが、硬膜外血腫²⁾・膿瘍³⁾、脊髄神経損傷⁴⁾などの合併症が報告されている。また、本手技の習得のためには、一定期間の訓練期間が必要である。他の代表的な鎮痛法として、訓練を必要としないフェンタニルなどの麻薬性鎮痛薬を用いた自己調節機能付の持続静脈内鎮痛 (Intravenous patient controlled analgesia:IV - PCA)がある。この方法は、手技が簡便という利点

がある一方で、オピオイドを全身投与するために中枢神経系への影響が強く出現し、嘔気、嘔吐、眠気、呼吸抑制や便秘などの副作用が欠点となる。

また、腹部手術領域における術後早期機能回復と、術後の痛みが少ないことを目的とした腹腔鏡下手術や小切開手術など低侵襲手術においては、術後鎮痛法として、手術中に局所麻酔薬を局所に浸潤させる局所浸潤麻酔が施行されている。具体例としては、卵巣腫瘍摘出術や胆嚢摘出術に代表される腹腔鏡下手術、虫垂切除や鼠径ヘルニア修復術などが対象とされ、腹腔内操作は少なく術後の内臓痛は軽度と考えられる。また、皮膚切開の大きさは、腹腔鏡下手術における、腹腔鏡ポート挿入部が 1 - 2 cm、虫垂切除や鼠径ヘルニア修復術では 4 - 5 cm と小さい。このような低侵襲手術においては、術後痛は主に皮膚小切開がおかれた部位の体性痛に由来するため、局所浸潤麻酔が用いられることが多い。術後鎮痛目的に施行される際、長時間作用性の局所麻酔薬が適用となり、主に手術中に術者により濃度 0.2 - 0.5 % のロピバカインやブピバカインを用いて創部の皮内や皮下に施行される（表 2）。利点としては、簡便であることが挙げられるが、欠点として、局所麻酔薬の注入部位が適切ではなく、皮内のみである場合は筋に作用しなくなり有効な鎮痛効果が得られなくなる可能性、創部が広がると高用量の局所麻酔薬量が必要となることが挙げられる。したがって、術後痛が主に体性痛となる低侵襲手術に対する、副作用が少なく、確実性が高く、かつ

安全な術後鎮痛法の導入が求められるようになった。

そこで、局所麻酔薬を末梢神経周囲に浸潤させる末梢神経ブロック (Peripheral nerve block : PNB) が導入され、かつその有効性が示唆されるようになった⁷⁾。PNB には、目標とする神経周囲に局所麻酔薬を投与する方法 (図 1 A) や、神経を含む空間(多くは筋組織で構成される)に局所麻酔薬を投与し、神経伝達を遮断させる方法 (コンパートメントブロック) がある (図 1 B)。また、解像度の高い超音波装置の開発に伴い、体表の組織、神経、脈管を鮮明に描出することが可能となり、神経ブロック針などを可視化し、局所麻酔薬の拡がりをリアルタイムで観察することで、PNB の確実性と安全性を高め⁸⁾、少量の局所麻酔薬でも確実な鎮痛効果を得ることが出来るようになった (超音波ガイド下神経ブロック)。現在、上肢、下肢や体幹の主に術後鎮痛方法の 1 つとして幅広く応用されており、上肢や下肢を対象とした手術では、術後早期における機能回復改善にも効果が認められている⁷⁾。

【当科における腹腔鏡下卵巣腫瘍手術における術後鎮痛方法】

卵巣腫瘍手術においても、悪性度や腫瘍の大きさに応じて、腹腔鏡下手術の適応が検討される。腹腔鏡下卵巣腫瘍摘出術における、腹腔鏡ポート用の皮膚切開は臍とそれより尾側の 3、4 か所におかれ、1 - 2 cm と小さく、また腹腔内

操作は少なく術後の内臓痛は軽度と考えられる。当科では、手術侵襲と術後痛を考慮して、術後鎮痛方法として硬膜外麻酔は、開腹手術への移行の可能性が低い場合は施行しない方針としている。加えて、腹腔鏡手術を受ける女性患者群では、術後の悪心や嘔吐のリスクが高くなることが示唆されており⁹⁾、術中後の麻薬性鎮痛薬の投与は可能な限り避けることが求められている。このため、当手術では、術後の鎮痛目的に腹腔鏡ポート用の皮膚切開部位に局所浸潤麻酔を施行することとした。当科では、婦人科腹腔鏡下手術を対象に執刀前の腹腔鏡ポート用の皮膚切開部位に局所浸潤麻酔が、術後痛の軽減と術後の追加鎮痛薬の減量に効果があることを、これまでの研究結果で明らかにしてきた¹⁰⁾。

一方で、局所浸潤麻酔が術後鎮痛として不十分な効果しか得られなかった症例にもしばしば遭遇してきた。これは、前述したように局所麻酔薬の注入部位が適切でなく、効果的な鎮痛効果と範囲が得られない可能性が考えられた。したがって、安全性を高めつつ確実な鎮痛効果を得る目的で、腹壁に神経ブロックが施行されるようになった。腹壁の神経ブロックとしては、内腹斜筋と腹横筋で構成される腹横筋膜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腹横筋膜面ブロックを選択している。

【腹横筋膜面ブロック】

腹横筋膜面ブロック (Transversus abdominis plane block : TAP ブロック) は、内腹斜筋と腹横筋で構成されるコンパートメント内に局所麻酔薬を注入し、腹横筋膜面上に局所麻酔薬が拡散することで、走行中の脊髄神経前枝を遮断し、前腹壁の体性痛の軽減を得る手技である (図 2)。超音波ガイド下では、内腹斜筋と腹横筋、また隣接組織を同定でき、また、局所麻酔薬の拡がりを実タイムで観察することで、確実性と安全性を高めることが出来る。

通常、TAP ブロックでは、内臓の知覚を支配する交感神経連絡枝は遮断されず、内臓痛や腹膜の牽引痛は抑制できない。したがって、内臓の広範な操作を必要とする手術における周術期の鎮痛には、オピオイドまたは非ステロイド性消炎鎮痛薬 (Non-steroidal anti-inflammatory drugs : NSAIDs) の併用が必要となる。また、TAP ブロックは腹横筋膜面上のコンパートメントに局所麻酔薬を投与することで、脊髄神経を遮断する手技であるため、該当する神経周囲に局所麻酔薬を投与する神経ブロックと比較し、より高用量の局所麻酔薬を必要とする。

TAP ブロックは、周術期の鎮痛方法として用いる場合、手術開始前に施行することが多い。これは、術中と術後の鎮痛法を侵害刺激が加わる皮膚切開以前より施行することで、神経の感作を軽減させ、術中と術後の麻薬性鎮痛薬などの需要量を減ずる効果、つまり Pre-emptive analgesia (先行鎮痛)¹¹⁾ の効果による

ものと考えられている¹²⁾。また、TAP ブロックの特徴として、超音波画像上に、腹壁の筋や隣接組織を容易に同定できることが挙げられるが、皮膚切開後、あるいは気腹後では、その組織が変形することが推測される。そして、術前に施行した場合、局所麻酔薬中毒などの末梢神経ブロックによる合併症の有無について、手術室内で観察できる期間が長くなる。従って、先行鎮痛効果と超音波画像上で各組織などの容易な同定が可能なことを考慮すると、TAP ブロックは皮膚切開前に施行する方が、有用性が高いと考えられる。しかし、手術開始前に施行することで、全身麻酔導入後から手術開始までの時間が延長する。TAP ブロックは手技に熟練した者が施行した場合で、片側当たり 5 分要すため、両側施行した場合 10 分、手術の開始が遅れることとなる。

それに対して、手術後に施行することの利点として、手術時間に関係なく術後より長時間、痛み度を低下させることで患者満足度が上がることが挙げられる。オピオイド静脈投与主体の術後鎮痛方法と比較して、TAP ブロックを施行することで、手術後 24 時間後までの痛み度の低下が示されているが¹²⁾、手術前に施行する場合より手術後に施行することで、より長時間、痛み度を低下させることが期待できる。しかし、手術後に施行することの欠点としては、術前に施行することで得られる先行鎮痛効果が図れなくなり、また各組織などの同定が困難となることが予想される。また、末梢神経ブロックによる合併症の有無について、

手術室内で観察できる期間が短くなることが挙げられる。

【腹横筋膜面ブロックの手技】

当初の手技は、広背筋、上腸骨稜と外腹斜筋で構成される Petit triangle（下腰三角）をランドマークとして（図 3）、盲目的に神経ブロック針を刺入し、外腹斜筋と内腹斜筋の筋膜穿通感（Pop sensation）を確認しながら、神経ブロック針の先端を腹横筋膜面に到達させる方法であった。そして、McDonnel JG らは、この盲目的アプローチの TAP ブロックにより、開腹手術後の痛みの軽減とモルヒネ必要量の減量が得られたという報告をした¹³⁾。これを契機に、現在のように、TAP ブロックは術中と術後の鎮痛目的に応用されるようになり、帝王切開術¹⁴⁾ や恥骨後前立腺摘除術¹⁵⁾ において術後鎮痛としての有用性が示された。盲目的アプローチの TAP ブロックの知覚神経遮断分節は、第 7 胸髄神経領域から第 1 腰髄神経領域とされ広く¹⁶⁾、これは通常の TAP ブロックにおいて、局所麻酔薬が主に腹横筋膜面上のコンパートメント内に拡散し脊髄神経前枝の遮断が得られるのに対し、盲目的アプローチの TAP ブロックでは傍脊椎腔へと拡散し傍脊椎ブロックの効果も加わることが考えられる。

ところが、腰三角が触知困難な症例で肝損傷¹⁷⁾ が報告され、盲目的に穿刺することの危険性が指摘された。そして、超音波装置を用いた PNB の確実性と安

全性⁸⁾が TAP ブロックにも応用され、超音波ガイド下の施行が安全かつ確実であることも示唆され¹⁸⁾、盲目的アプローチに代わり主流となった。腰三角は側背部に位置するため、患者を仰臥位として施行する場合、超音波プローブの操作性が悪くなるため、現在では脊髄神経前枝を側腹部中腋窩線上で捉える方法、側方アプローチ TAP ブロック (Lateral TAP block : LTAP)¹⁹⁾、または上腹部肋骨弓下で捉える方法、肋骨弓下 TAP ブロック (Subcostal TAP block : STAP)²⁰⁾が主流である。LTAP は下腹部、STAP は上腹部の創部を置く手術に対する周術期の鎮痛に対して有効とされ、創部の位置によって、LTAP または STAP を選択することとなる。腹腔鏡下胆嚢摘出術²¹⁾のように創部が主に上腹部に位置する場合は STAP、腹腔鏡下結腸切除術²²⁾、虫垂切除術²³⁾、腹腔鏡下で施行される婦人科手術²⁴⁾のように創部が主に下腹部に位置する場合は LTAP が選択される。LTAP は、術後 24 時間までの痛み度と痛みの緩和のために必要なオピオイド必要量の減量が示され、下腹部に皮膚の小切開を置く低侵襲手術における周術期の鎮痛方法の 1 つとして、有用性が示されている¹²⁾²⁵⁾。

また、皮膚切開部が、上下腹部にわたり広範囲になる場合、体性痛が広範囲の腹壁にわたり出現するため、術後鎮痛法として CEA が施行される。しかし、周術期に抗凝固療法を予定する場合や全身状態が悪化している場合のように、CEA が禁忌または相対的禁忌となる症例に対しては、広範囲にわたる体性痛の軽減

を目的に LTAP と STAP を併用し、IV - PCA とともに術後鎮痛法の 1 つとして用いられる場合がある。オピオイド主体の鎮痛法と比較し、LTAP と PTAP を併用する方が、オピオイド必要量の減量が予想されるが、腹部広範囲の皮膚切開を要する手術の術後鎮痛方法における、CEA と比較した LTAP — STAP の併用法の有用性は明らかではない。

【側方アプローチ腹横筋膜面ブロックの手技】

Hebbard P¹⁹⁾ らによって報告された方法に従って施行されることが多い。周術期の鎮痛方法として用いる場合は、全身麻酔導入後に施行する。患者の体位は仰臥位とする。前述したように、LTAP は、脊髄神経前枝を中腋窩線上で捉える方法であるため、超音波プローブは中腋窩線上に位置させる。そして肋骨弓下縁と腸骨稜上縁の間で、体軸に対して垂直に位置させるが、これはほぼ臍の高さとなる (図 4)。超音波画像上で、外側より皮下組織、外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋、腹腔を確認できるが、外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋は腹壁の 3 層構造として、同定が容易で明瞭に描出することができる (図 5)。なお、脊髄神経前枝は描出できない。皮膚消毒後、超音波ビームに沿って神経ブロック針を刺入 (平行法) し (図 6、7)、針先の位置を内腹斜筋と腹横筋間に位置させる。血液や空気の逆流がないことを確認後、1 ml 程度の少量の局所麻酔薬を投与し、針先が正

しい筋間に位置されていることが確認する。正しい位置に局所麻酔薬が注入されていれば、内腹斜筋と腹横筋間をレンズ上に拡がる薬液と腹横筋膜面の消失が確認できる（図 7）。その後、残りの局所麻酔薬を、逆流がないことと針先の位置を確認しながら 2 - 3 ml ずつ投与する。創部が両側にわたる場合は、対側に対しても同様に施行する。

【後方アプローチ腹横筋膜面ブロック】

TAP ブロックの問題点として、原則として腹壁の体性痛の軽減にのみ効果があること、LTAP と STAP ではその知覚遮断分節数が狭いことが挙げられる。知覚遮断分節数は報告により多少異なり、LTAP では、第 10 から 第 11 胸髄神経領域であるのに対し、STAP では、第 9 から 第 11 胸髄神経領域が中心に遮断される²⁶⁾という報告がある。加えて、脊髄神経前枝より分岐する外側皮枝が、LTAP における局所麻酔薬注入部位より近位で分岐する場合、外側皮枝の支配領域に与える効果が確実でなく、外側皮枝領域の知覚遮断が得られない可能性が指摘されている²⁷⁾。

そこで脊髄神経前枝をより中枢側で遮断することで、外側皮枝を確実に遮断し、また従来のアプローチより知覚遮断範囲を広くさせる目的で以下のアプローチが試みられている。局所麻酔薬を腹横筋と腰方形筋をつなぐ腱膜に注入す

る横筋筋膜面ブロック (Transversalis fascia plane block : TFPB)²⁷⁾や、腰方形筋の側腹部に注入する腰方形筋ブロック (Quadratus lumborum block : QLB)²⁸⁾の報告があり、この付近で局所麻酔薬を投与し、脊髄神経前枝を遮断する方法をまとめて後方アプローチ腹横筋筋膜面ブロック (Posterior TAP block : PTAP) と呼ばれている。

PTAP における局所麻酔薬の液の注入部位は前述した、盲目的に施行されていた TAP ブロックにおける穿刺部位 (腰三角) に近い。PTAP による臨床報告は少ないが、LTAP よりも長い鎮痛効果が得られることが指摘されている²⁹⁾。その理由として、第一に、脊髄神経前枝外側皮枝領域の知覚遮断の確実性が増すことが挙げられる²⁷⁾。第二に、LTAP の注入部位よりも背側の腹横筋筋膜面上に注入された、蛍光色素含有の薬液が、核磁気共鳴画像法 (Magnetic resonance imaging : MRI) にて傍脊椎腔に色素が確認された³⁰⁾ ことより、局所麻酔薬が傍脊椎腔へ達し、傍脊椎ブロック効果や交感神経連絡枝への作用の出現の可能性も考えられている。開腹手術後の術後鎮痛への応用も報告され、内臓痛緩和も示唆されつつあるが²⁸⁾、臨床報告は少ない。LTAP では、腹横筋筋膜面上に投与された局所麻酔薬が筋膜面上に拡がった範囲に応じて脊髄神経前枝が遮断され、その結果、知覚遮断効果が決定される。それに対して PTAP による知覚遮断効果は、傍脊椎ブロック効果が加わる可能性が考えられる。しかし、TAP ブロックは通常全身麻酔

下で施行されるため、LTAP と PTAP とともに、神経ブロック針の針先の位置と局所麻酔薬の注入量の関係や、知覚遮断範囲の比較検討は不十分であり、明らかではない (表 3) ^{16, 26, 31)}。

【脊髄神経前枝と知覚支配】

図 8 に Th 10 由来の脊髄神経前枝の走行と腹壁の筋の模式図、図 9 に、前腹壁皮膚における脊髄神経前枝の支配領域 ³²⁾ と Barash PG ら ³³⁾ による皮膚デルマトームを示す。前腹壁の知覚は第 6 胸神経から第 1 腰神経の脊髄神経前枝に支配される。脊柱管から離れた脊髄神経は、まず、交感神経幹へ連絡枝を、背部へ後枝を分枝する。その後、脊髄神経前枝として胸部では最内肋間筋と内肋間筋の間を走行し、肋間神経と呼ばれる。中腋窩線より近位で分岐された外側皮枝は、体表の背部外側部から腹部前腹壁までの広範囲を支配する。分岐後の脊髄神経前枝は肋骨弓を横切り、腹横筋と内腹斜筋の間を、両筋に筋枝を与えながら正中方向に走行する。脊髄神経前枝は、上下互いに複雑に交絡し、腸骨深回旋動脈や深下腹壁動脈と叢を形成しながら、腹壁を内腹斜筋と腹横筋との間の神経血管面 (腹横筋膜面) を走行する ³⁴⁾。その後、前皮枝となり傍正中部で腹直筋鞘を貫いた後、腹直筋後面と腹直筋鞘後葉の間を走行し、腹直筋を貫いて前腹壁の皮膚に分布し体表正中部領域の知覚を支配する。第 6 から第 10 胸神経の脊髄

神経前枝（肋間神経）は、上腹部腹壁（剣状突起から臍部まで）の腹壁を支配する。外腹斜筋は外側皮枝が支配するが、内腹斜筋と腹横筋および体幹前部の腹膜は、外側皮枝を分岐したのちの脊髄神経前枝が支配する。

下腹壁（臍から恥骨結合と鼠径靭帯まで）は、第 11 胸神経の肋間神経、第 12 胸神経の肋下神経、腸骨下腹神経（第 12 胸神経、第 1 腰神経）、腸骨鼠径神経（第 1 腰神経）が支配する。第 11・12 胸神経の脊髄神経は、上位の脊髄神経と同様に腹壁を走行する。腸骨下腹神経は、腹横筋と内腹斜筋の間を走行し、腸骨稜付近で外側皮枝と前枝に分かれ、外側皮枝は臀部外側の皮膚、前枝は恥骨上部の皮膚に分布する。腸骨鼠径神経は、腸骨下腹神経の尾側・腹側を同様に並走し、内腹斜筋を貫いた後、鼠径管内の精索上（男性）または子宮円索（女性）に達し、大腿上内側部や鼠径部、陰囊上部と陰茎基部（男性）、陰唇部や恥丘（女性）を支配する。体幹と下肢の移行部にあるこれらの神経の走行は、個人差が大きいと言われている³⁵⁾。

【仮説と検証】

TAP ブロックは通常全身麻酔下で施行されるため、LTAP と PTAP の知覚神経遮断範囲の検証は十分ではない。LTAP では、腹横筋膜面上に投与された局所麻酔薬が筋膜面上に拡がった範囲に応じて脊髄神経前枝が遮断され、その結果、知

覚遮断範囲が決定される。それに対して PTAP による知覚遮断効果は、傍脊椎ブロック効果が加わる可能性が考えられる。したがって、PTAP は LTAP の知覚遮断範囲の広がり異なることが予想された。当研究では、LTAP と PTAP における詳細な知覚遮断範囲の違いを検証するため、軽度鎮静下でそれぞれの TAP ブロック施行後に、知覚遮断分節数と頭側への遮断分節の拡がりを検証した。

3. 対象と方法

【被験者】

本研究は日本大学医学部倫理委員会の承認を得て実施した。研究に参加する被験者は、全身麻酔下で腹腔鏡下卵巣腫瘍摘出術を予定手術として受ける、アメリカ麻酔科学会麻酔前リスク評価 (American society of anesthesiologists - physical status : ASA - PS) (表 4) に従い、ASA - PS が 1 または 2 の 20 歳以上 80 歳未満の女性患者を対象とした。その中で、局所麻酔薬アレルギー、血液生化学検査上で凝固障害を有する者、腹部の手術歴が有るもの、体格係数 Body mass index (BMI) が 18 未満または 34 以上、体重 35 kg 未満または 100 kg 以上の者は除外した。除外後、封筒法により LTAP を受ける患者群 15 人(グループ L) と PTAP を受ける患者群 15 人(グループ P) の 2 群に無作為に割り付けた。その後、精神疾患の既往があるため、遮断分節の検証が不明確となると判断された患者を除外し、それ以外の患者に対して研究内容について研究計画書を用いて説明し、文書にて同意を得た。

被験者は、麻酔前投薬なしで入室後、手術用ベッド上に仰臥位となり、心電図、経皮的酸素飽和度モニター、非観血的動脈圧測定を開始した。また末梢静脈路を左または右前腕より 20 G 留置針で確保した。その後、以下のようにグループ L の患者に対して LTAP、グループ P の患者に対して PTAP を施行した。施行中、フェイスマスクより酸素投与を 3 L/分で行い、被験者の緊張を軽減するためフェンタニル 50 - 100 mcg とミダゾラム 1 - 2 mg を適宜経静脈投与した。

【側方アプローチ腹横筋膜面ブロック (LTAP)】

前述した Hebbard P¹⁹⁾ らによって報告された方法で施行した。全ての LTAP は十分 LTAP の施行経験のある麻酔科医 (古谷または加藤) が実施した。患者の体位は仰臥位とした。高周波リニア探触子の超音波プローブ (M-turbo®, SonoSite Inc., Bothell, WA; HFL38 13 to 6 MHz linear probe) を、肋骨弓下縁と腸骨稜上縁の間で、中腋窩線上で体軸に対して垂直に位置させ (図 4)、超音波画像上に、外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋で構成される腹壁の 3 層構造を明瞭に描出させた (図 5)。ザルコニン液® 0.05 % を用いて皮膚消毒後、ブロック針の刺入部痛をとる目的に、25 G 鈍針 を用いて皮膚の浸潤麻酔として 1 % リドカイン 2 - 3 ml を皮内と皮下に投与後、22 G、70 mm の先端が鈍の神経ブロック針 (Plexufix ®, B. Braun Melsungen AG. Melsungen, Germany) を平行法で挿入した。先端が内腹斜筋と外腹斜筋の間、腹横筋膜面上に到達後、血液や空気の吸引がないことで血管損傷や腹腔内穿刺でないことを確認した。0.25 % レボブピバカインを 1 ml 投与により内腹斜筋と腹横筋間がレンズ状に広がることで、正しい位置に注入されていることを確認した (図 7)。その後、14 ml を、逆流がないこと針先の位置を確認しながら 2 - 3 ml ずつ追加投与した (片側 15 ml)。対側に対しても同様に施行した (両側で 30 ml)。

【後方アプローチ腹横筋膜面ブロック (PTAP)】

全ての PTAP は十分 PTAP の施行経験のある麻酔科医（古谷または加藤）が実施した。超音波プローブや神経ブロック針の後腹壁での良好な操作性の確保と、神経ブロック針を最短距離で目的の針先の位置まで刺入する目的で、患者の体位は腹臥位とした（図 10）。LTAP と同様に、高周波リニア探触子（M-turbo®, SonoSite Inc., Bothell, WA; HFL38 13 to 6 MHz linear probe）を、まず肋骨弓下縁と腸骨稜上縁の間で、中腋窩線上で体軸に対して垂直に位置させ、超音波画像上に、外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋で構成される腹壁の 3 層構造を描出した。そして、3 層構造を描出しながら、腸骨稜上縁に沿って、腰方形筋が描出できるまで背側に移動させると、腹壁の 3 層構造の収束、腰方形筋そして、両者をつなぐ腱膜が描出される（図 11）。脊髄神経前枝は腱膜または腹横筋を貫通後、腹横筋膜面を走行する。したがって腱膜から収束部位にかけて局所麻酔薬を投与することで、腹横筋膜面ブロックが可能となる²⁷⁾。本研究では、先行研究の全症例で収束部位の同定が視認良好であることより、神経ブロック針の針先と局所麻酔薬の注入部位をこの収束部位とした。LTAP 同様に皮膚消毒後、1 % リドカイン 2 - 3 ml を皮内と皮下に投与し、22 G、70 mm の先端が鈍の神経ブロック針（Plexufix®, B. Braun Melsungen AG. Melsungen, Germany）を背側から腹側に向けて平行法で挿入した（図 12、13）。先端が収束部位の腹横筋膜

面上に到達後、血液や空気の吸引がないことで血管損傷や腹腔内穿刺でないことを確認した。0.25 % レボブピバカイン 1 ml 投与後、内腹斜筋と腹横筋間がレンズ状に広がることで、正しい位置に注入されていることを確認した (図 14)。その後、14 ml を逆流がないことと針先の位置を確認しながら 2 - 3 ml ずつ追加投与した (片側 15 ml)。対側に対しても同様に施行した (両側で 30 ml)。

【知覚遮断分節の評価方法】

TAP ブロック施行後、グループ L は仰臥位を保持し、グループ P は腹臥位から仰臥位へと体位変換した。本研究では、知覚遮断範囲の検証の施行時間を設定するにあたり、超音波ガイド下 LTAP 施行 30 分後に知覚遮断範囲を評価した Lee ら²⁶⁾による研究を参考にした。しかし、TAP ブロックの知覚遮断範囲の検証は少数であり、他の末梢神経ブロックでの研究の結果を加えて参考にした。したがって、Baskan S ら³⁶⁾による、腋窩アプローチによる腕神経叢ブロックによる痛覚遮断効果の発現時間が 5 - 15 分という結果より、本研究では、0.25 % レボブピバカイン 片側計 15 ml 注入 20 分後に片側あたり 1 回ずつ、知覚遮断分節の検証を両側で行った。

痛覚遮断はプラスチック製の注射針の包接袋を用いてピンプリックテストで行い、その際皮膚を凹ます程度とし、穿刺しない程度に留意して行った。冷覚遮

断は氷を用いて行い、急激な温度の差に反応を避け、ゆっくりと触れるように皮膚上に置いた。知覚遮断範囲の検証は、割り付けや神経ブロックに参加していない同一の麻酔科医が、Barash PG ら³³⁾による皮膚デルマトームに従い、鼠径部 L1 と肋骨弓辺縁 Th 6 まで、両側の中鎖骨線上で脊髄分節に基づき評価した。

【TAP ブロックと遮断分節の評価後の麻酔管理】

全ての患者に、フェイスマスクによる酸素投与 6 L/分で脱窒素と酸素化を行った上で全身麻酔の導入を開始した。レミフェンタニル 0.3 - 0.5 mcg/kg/min で持続静脈注射とプロポフォール 1.5 - 2 mg/kg 経静脈投与により就眠を得た後、ロクロニウム 1 - 1.2 mg/kg 経静脈投与で筋弛緩を得て、経口気管挿管を行った。心電図、経皮的酸素飽和度モニター、非観血的動脈圧測定などの標準的モニタリングに加えて、呼気終末二酸化炭素濃度を測定しながら、全身麻酔管理を手術終了まで行った。全身麻酔は、レミフェンタニル 0.3 - 0.5 mcg/kg/分とプロポフォール 4 - 5 mg/kg/時による完全静脈麻酔法とし、ロクロニウム 0.2 mg/kg 追加投与で筋弛緩を維持した。維持中に、内臓や腹膜を操作したことによる痛みを軽減するためにフェンタニルを 100 mcg 経静脈投与した。開腹手術に移行した場合は、手術中よりフェンタニルを用いた IV - PCA を、痛みを自覚した場合のボーラス量を 0.5 mcg/kg、30 分充填時間、最大投与量 1.0

mg/day として調整したうえで、投与開始を予定した。それに加えて、各創部への局所浸潤麻酔を 0.25 % のレボブピバカインを計 10 ml を術野より行う予定とした。全患者は病棟の High care unit (HCU) で術後管理を行った。痛みを訴えた場合、ジクロフェナクナトリウム 50 mg 挿肛または、ペンタゾシン 15 mg 経静脈投与が患者の希望に応じて行われた。

【知覚遮断分節の評価と合併症の有無】

知覚遮断分節の検証は、0.25 % レボブピバカイン片側計 15 ml 投与 20 分後の痛覚と冷覚の総遮断分節数と最高位の遮断分節で、両側で行った。また、それぞれの TAP ブロックの施行時間 (分) を測定した。そして、総遮断分節数と最高位の頭側への遮断分節は 中央値 (第 1 四分位数、第 3 四分位数) で表した。それに加えて、各分節における痛覚と冷覚の遮断の割合 (%) を測定した。合併症 (局所麻酔薬中毒、下肢しびれ、血腫、出血、感染、腸管損傷) の有無の確認を行った。

【統計解析】

当科では、帯状疱疹後神経痛による痛みの治療目的に通院中のペインクリニック外来患者の中で、内服加療により十分な痛みの軽減が得られない症例に対

して、腹横筋膜面ブロックを施行してきた。同患者を対象に、先行研究として、0.25 % レボブピバカイン 片側 15 ml を用いて LTAP を施行し、その 20 分後に痛覚遮断範囲を検証したところ、痛覚遮断範囲として第 10 から 第 11 胸髄神経領域の 2 分節となることが 11 症例中 8 症例で認められた。一方、PTAP により頭尾側方向に知覚遮断範囲の拡大が得られる場合、4 分節以上となることが予測された。痛覚遮断分節数が 4 分節以上となった確率は LTAP で 11 症例中約 1 症例、PTAP で 9 症例中 8 症例であった。この有効率をもとに、優位水準 $\alpha = 0.05$ 、検出力 $1 - \beta = 0.9$ 、P 値 < 0.05 を有意差ありとし、両 TAP ブロックによる知覚遮断分節数の違いに有意差を示すために必要な TAP ブロック数を求めたところ、両 TAP ブロック数はそれぞれ 16 (8 症例) を要すとされた。データ不十分や除外症例が出た場合を考慮し各群 15 症例 (30 回) を目標とした。

患者背景の測定項目と TAP ブロックの施行時間は平均 \pm 標準偏差 (standard deviation : SD) で表し、ノンパラメトリックデータは Mann-Whitney test、パラメトリックデータは unpaired F - test を用いて統計処理した。遮断分節数と最高位の頭側への遮断分節は 中央値 (第 1 四分位数、第 3 四分位数) で表し、Wilcoxon-ranked sum test で統計処理した。統計処理は Windows 版 SPSS ver 16.0 (Chicago, IL, USA) を使用し P < 0.05 を有意差有りとした。

4. 結果

除外基準のない患者を、グループ L とグループ P の 2 群に割り付け後、精神疾患の既往があり遮断分節の検証が不明確となると判断された患者 3 人を除外した グループ L の 14 人、グループ P の 13 人で検証した。患者背景には有意差は認められなかった。ブロック施行時間 (分) は、グループ P で長い傾向であったが、有意差は認められなかった (表 5)。

痛覚遮断分節数は、グループ L の 2 (2、2) に対して、グループ P で 3 (3、4) と有意な広がりをも認めた ($P = 0.0015$)。また、冷覚遮断分節数でも、グループ L の 2 (1、2) に対して、グループ P で 2 (2、3) と有意な広がりをも認めた ($P = 0.0006$) (図 15)。

痛覚遮断が得られた最頭位分節は、グループ L の Th 10 (Th 10, Th 10) に対して、グループ P で Th 10 (Th 9, Th 10) と有意な頭側への広がりが認められた ($P = 0.0049$)。冷覚遮断が得られた最頭位分節は、グループ L の Th 10 (Th 10, Th 11) に対して、グループ P で Th 10 (Th 9, Th 10) と頭側へ広がる傾向が認められたが有意差は認められなかった ($P = 0.0584$) (図 16)。

各分節における痛覚遮断の割合は、グループ L では、Th 6 - 9 (0%)、Th 10 (89.3%)、Th 11 (85.7%)、Th 12 (17.9%)、L1 (0%)、グループ P で

は Th 6 (0 %)、Th 7 - 8 (15.4 %)、Th 9 (73.1 %)、Th 10 - 11 (100 %)、Th 12 (57.7 %)、L1 (7.7 %)だった (図 17)。

また、各分節における冷覚遮断の割合は、グループ L では、Th 6 - 9 (0 %)、Th 10 (75.0 %)、Th 11 (32.1 %)、Th 12 (17.9 %)、L1 (0 %)、Group P では、Th 6 - 8 (0 %)、Th 9 (26.9 %)、Th 10 (19.2 %) Th 11 (34.6 %)、Th 12 (57.7 %)、L1 (7.7 %)だった (図 18)。

局所麻酔薬中毒、下肢しびれ、血腫、出血、感染、腸管損傷、循環虚脱などの有害事象は、周術期において認められた患者はなかった。

5. 考察

本研究では、TAP ブロックを軽度鎮静下で施行し、全身麻酔導入前に知覚遮断範囲を検証することで、LTAP と PTAP における遮断分節を検証することができた。これまで、LTAP による知覚遮断分節数と頭側への痛覚遮断分節の拡がりに関する報告は少ない。また、PTAP による痛覚遮断分節数と頭側への痛覚遮断分節の拡がりに関してはこれまで評価した報告はなく、本研究が初めての報告である。そして、0.25 % レボブピバカイン片側 15 ml を腹横筋膜面に投与 20 分後、グループ P すなわち PTAP では、グループ L すなわち LTAP に比して、より多くの分節数の痛覚・冷覚遮断と、より頭側への痛覚遮断分節が確認できた。本研究における LTAP と先行研究の知覚遮断範囲の比較検討と、PTAP により知覚遮断範囲が広がった機序について考察する。

LTAP による痛覚遮断分節数に関して、Lee ら²⁶⁾は、予定手術患者を対象に、全身麻酔前に軽度鎮静下で片側あたり 20 ml の 0.5 % または 1 % ロピバカインを用いて、超音波ガイド下 LTAP を施行し、30 分後に評価した結果、痛覚遮断分節数の中央値が 3 分節、最頭位分節の中央値が Th 10、遮断分節率は Th 10 は約 80 %、Th 11 は約 100 % と報告している。また、Shibata ら³¹⁾は、婦人科の腹腔鏡手術患者を対象に、用いた薬剤名と量の詳細は不明であるが、超音波ガイド下 LTAP を施行し、30 分後に評価した結果、痛覚遮断が認められた最

頭位分節の中央値が Th 10 と報告している。

本研究では、LTAP による痛覚遮断分節数の中央値が 2 分節、最頭位分節の中央値が Th 10、また、各分節における痛覚遮断の割合 (%) は、Th 10 (89.3 %) と Th 11 (85.7 %) と高い確率であるのに対し、Th 9 より頭側の分節は 0 % と低い確率であった。

また、痛覚遮断範囲の尾側への拡がりは、本研究では、Th 12 (17.8 %)、L 1 (0 %) と低い確率であり、これは、Lee ら²⁶⁾による L 1 の遮断の割合が、約 50 % と低い確率であることと同様の結果が得られた。腸骨下腹神経 (Th 12 と L 1 由来)、腸骨鼠径神経 (L 1 由来) は 腹横筋膜面を深層で貫き、バリエーションを伴い、上前腸骨稜付近で浅層に現れるため³⁷⁾、Th 12 と L 1 領域の知覚は遮断されにくいと考えられる。

以上から LTAP では、Th 10 - 11 は遮断される確率が高いが、一方で、Th 9 より頭側の分節や、Th 12 より尾側の分節は遮断される確率が低いと考えられ、LTAP は臍以下の Th 10 - 11 の分節域を切開する下腹部の手術に対する適応があると考えられる。

本研究の LTAP では 20 分後に、痛覚遮断と冷覚遮断分節数の中央値はともに 2 分節であり、これは Lee ら²⁶⁾による LTAP による痛覚遮断分節数の中央値が 3 分節という結果と比較して狭かった。TAP ブロックが腹横筋膜面上のコ

ンパートメントブロックであるため、局所麻酔薬注入量に応じて、知覚遮断範囲が決定されることが想定される。Lee ら²⁶⁾は、局所麻酔薬の注入量を片側あたり 20 ml とし、一方で本研究では片側 15 ml であり、注入量の違いが痛覚遮断分節数に影響を与えたと考えられる。また、局所麻酔薬投与から遮断分節の評価までの時間は、Lee ら²⁶⁾は、局所麻酔薬注入 30 分後であったが、本研究では 20 分後と設定した。したがって、局所麻酔薬による遮断範囲は投与後に継時的に広がることより、評価までの時間による影響も考えられる。さらに、Lee ら²⁶⁾は、片側あたり 20 ml の 0.5 % または 1 % ロピバカインを用いており、本研究で用いた 0.25 % レボブピバカインと比較すると高濃度であり、局所麻酔薬の効果として高力価である。したがって、局所麻酔薬の濃度も知覚遮断範囲の違いに影響を及ぼした可能性も推定されるが、局所麻酔薬の濃度と TAP ブロックによる知覚遮断範囲の関連は、これまでの臨床研究で報告はなく明らかではない。

Rozen ら³⁴⁾は、前腋窩線上の肋骨辺縁と鼠径部間において、腹横筋膜面上に Th 9 - L 1 由来の脊髄神経前枝が走行していると報告している。したがって、LTAP は中腋窩線上の腹横筋膜面に局所麻酔薬を投与するため、LTAP により Th 9 - L 1 由来の脊髄神経前枝の支配神経領域に影響を与えやすいと考えられる。

LTAP における腹横筋膜面上に注入された後の薬液の拡がりについての解剖学的研究の結果では、一定の見解が得られていない。室内ら³⁸⁾は、献体を対象

に、LTAP 同様の手技で、腹横筋膜面上に染料を注入後、解剖し、染色された割合が、Th 10 と Th 11 では 100 %、Th 12 は 71 %、一方、L 1 は 43 % と低確率であったと報告しており、今回の研究結果を支持する結果を示している。一方で、Tran ら³⁹⁾による検証では、染まりやすい脊髄神経の分節、Th 11 と Th 12 では、100 %、L 1 で 93 % と高確率で染まるのに対して、Th 10 については 50 % と確率が低いと報告した。また、Th 9 以上については、室内ら³⁸⁾は検証がなされていないが、Tran ら³⁹⁾は、Th 9 以上は 0 % と報告している。このように、ヒトを対象とした LTAP による痛覚遮断分節と解剖の研究で、脊髄神経前枝に与える影響が一定しない推定される理由として、TAP ブロックの針先の位置が未だ明確に規定されていなかったこと、加えて個々における脊髄神経前枝の分岐する位置の違いなどが影響する可能性が考えられる。

続いて、PTAP による痛覚遮断分節数は、LTAP より多くの分節域の痛覚・冷覚遮断と、より頭側への痛覚遮断分節が確認できた推定される理由について考察する。LTAP では、腹横筋膜面上に投与された局所麻酔薬が筋膜面上に拡がった範囲に応じて脊髄神経前枝が遮断され、その結果、知覚遮断効果が決定される。それに対して PTAP では、以下の 3 要因が加わり知覚遮断範囲が拡大した可能性が考えられた。第一に、PTAP では局所麻酔薬が傍脊椎腔へ達し、傍脊椎ブロック効果や交感神経連絡枝への作用が加わること、第二に、腰三角は生理学的な

脆弱部位とされ⁴⁰⁾、内腹斜筋と腹横筋間のコンパートメント内の、腹横筋膜面上を頭尾側方向に局所麻酔薬が広がりやすい可能性、第三に、脊髄神経前枝は内腹斜筋と腹横筋間を、解剖学的破格を伴いながら走行するため^{34, 35)}、より中枢側で局所麻酔薬を投与することで、その解剖学的多様性の影響が軽減された可能性が考えられた(図 19)。

PTAP により痛覚遮断範囲の拡大が得られることで、臍周囲に皮膚切開を置く手術など、より広範囲に及ぶ手術に対しても、体性痛の遮断が応用できる可能性が示唆され、有用性の拡大が考えられる。しかし、本研究では、局所麻酔薬投与 20 分後の痛覚遮断分節数は、中央値として、LTAP で 2 分節、PTAP で 3 分節であり、この 1 分節の違いが临床上に重要になるかは明らかではない。PTAP における針先の位置や局所麻酔薬の量、そして腹横筋膜面上と傍脊椎腔への局所麻酔薬の拡がりの関係についての検証は不十分である。したがって、PTAP が今後、周術期の鎮痛方法の 1 つとして確立するためには、局所麻酔薬の解剖学的な拡がり、知覚遮断範囲そして局所麻酔薬の必要量を中心にさらなる検証が必要と思われる。

TAP ブロックで使用する局所麻酔薬の有効性と安全性を考慮した適切な使用量についても未だ一定の見解が得られていない。TAP ブロックは腹横筋膜面上のコンパートメントに局所麻酔薬を投与することで、脊髄神経を遮断する手技

であるため、該当する神経周囲に局所麻酔薬を投与する神経ブロックと比較し、より高用量の局所麻酔薬が必要とされている。一方で、腹横筋膜面上では、深回旋動脈と神経が複雑に絡みながら走行しているため(TAP plexus と呼ばれる)³⁴⁾、この部位に投与される局所麻酔薬は、血中に吸収され、血中濃度が上昇しやすいことに注意を払う必要がある。

動物実験から得られた、レボブピバカインの痙攣誘発投与量は、 12.8 ± 3.4 mg/kg とされる⁴¹⁾、これは一般的に神経ブロックとして用いる臨床投与量としては、高用量である。本研究の TAP ブロックでは レボブピバカイン 0.25 % を総量 30 ml 使用し、これはレボブピバカインとして 75 mg の用量となる。これは、研究の対象となった患者では 0.95 - 1.88 mg/kg の換算となり、痙攣閾値と比較すると低用量である。そして腹横筋膜面上に投与 20 分後まで局所麻酔薬中毒症状はなく、また周術期に循環不全は認められなかった。0.25 % レボブピバカイン 20 ml を用いた場合、エピネフリン併用または、非併用後の最高血中濃度はそれぞれ 0.36 、 0.63 μ g/ml であり⁴²⁾、これは、中枢神経症状を誘発するレボブピバカインの血中濃度 2.62 μ g/ml 以上⁴³⁾ より低い。以上から本研究で用いた 0.25 % レボブピバカイン 30 ml は、局所麻酔薬中毒を引き起こす危険性はない安全量であると考えられる。

一方、ロピバカインを用いた場合、3.0⁴⁴⁾ または 2.5 mg/kg⁴⁵⁾ 投与 30 分

後では、それぞれ 2.5413、1.8214 $\mu\text{g/ml}$ まで達し、これは、局所麻酔薬中毒域より高く、局所麻酔薬中毒症状も観察された⁴⁵⁾。局所麻酔薬中毒は、低い血中濃度時、興奮や多弁などの初期症状として出現後、血中濃度が高くなるにつれて痙攣、意識障害、循環不全へと進展するとされる。したがって、臨床上の留意点として TAP ブロックは通常、全身麻酔下で行われることが多く、この場合は初期症状が隠され、より進展した状態、つまり痙攣の発症により発見される可能性がある。また、TAP ブロック 0.25% レボブピバカイン 20 ml 投与後に最高血中濃度に到達するまでの平均時間は、エピネフリン併用または、非併用後でそれぞれ 41.4 分、21.5 分と報告されているため⁴²⁾、手術終了時に実施する場合は、実施 1 時間後までは患者の観察が必要と考えられる。

本研究の PTAP では、超音波プローブや神経ブロック針の後腹壁での良好な操作性の確保と、神経ブロック針を最短距離で目的の針先の位置まで刺入する目的で、患者の体位を腹臥位とした。しかし、従来の TAP ブロックのように全身麻酔導入後に、腹臥位とすることは、気道確保などの安全管理上好ましくない。先に述べた後方アプローチ TAP ブロックの QLB²⁸⁾ では、ブロック側の背部に枕を置き、背部を軽度浮かした状態にすることで、全身麻酔導入後に仰臥位の状態を保持しながらも、超音波プローブや神経ブロック針の後腹壁で操作性を確保している。したがって、LTAP の手技を習得した医師であれば、超音波プローブ

や神経ブロック針の後腹壁での操作性は確保できると考えられる。

それに対して、PTAP を仰臥位で施行することの欠点として、神経ブロック針の刺入距離が、腹臥位での施行時と比較して、長くなることである。本研究では、22 G で先端が鈍である神経ブロック針を使用したため、組織の損傷の可能性は低い。また、側腹壁から背側の腹壁にかけては大血管、重要臓器そして中枢神経は存在しないため、問題となる合併症も低い。しかし、刺入距離が長くなることで、超音波画像上に、神経ブロック針の全景を描出することが困難となるため、LTAP の手技を十分に習得した者が施行することが求められる。また、肥満患者の場合、本研究で用いた、70 mm の神経ブロック針で到達できない可能性や各組織の同定が困難となる可能性が想定される。より優れた PTAP の手技や施行時の体位などを今後も検証していくことが求められる。

最後に、本研究における、知覚遮断範囲の評価方法についての問題点について考察する。知覚遮断範囲として、痛覚と冷覚遮断分節で中鎖骨線上でのみで評価したため、完全な知覚遮断域の評価としては不十分であった。Borglum ら⁴⁶⁾は、献体解剖を対象に、腹横筋膜面上の異なる位置に色素を注入した場合、弓状線が頭側、内側への色素の広がりを制限していることを報告した。したがって、完全な知覚遮断範囲についてより精度の高い評価法は、中腋窩線上の脊髄分節のみだけでなく、前腹壁、側腹壁あるいは背部の評価を要すると考えられる。

また、本研究では、同個体で LTAP または PTAP の一方のみしか施行しなかった。これは、従来の TAP ブロックと違い、本研究では軽度鎮静下で施行するため、左右で異なるアプローチの TAP ブロックを施行する目的で、体位変換することは患者の不安感が生まれる可能性を配慮したためである。一方で、脊髄神経前枝の走行や支配領域への分布は個人差があるため^{34, 35)}、これが個体差として、LTAP と PTAP の知覚遮断範囲の結果に影響を与えた可能性は否定できない。

また、本研究では、0.25 % レボブピバカイン 片側 15 ml を腹横筋膜面に投与 20 分後には、グループ L と グループ P とともに、同個体で左右の知覚遮断分節数や範囲を比較すると、左右差は 1 分節以下であった。したがって、同一個体の中では左右による遮断分節数への影響は少ないと考えられる。これは、本研究は腹壁の手術歴がない患者を対象としたこと、また、最高年齢が 58 歳であったため、左右による腹壁の筋の癒着や肥大の程度に差が少なかったことが影響したと考える。しかし、腹壁の手術歴がある患者や高年齢患者においては、左右の知覚遮断分節数や範囲が異なる可能性が想定される。

また、PTAP において冷覚遮断分節数は、痛覚遮断分節数より少なかった。一般的に、冷覚は無髄神経である C 線維 を介して知覚され、これは鋭い痛覚を知覚する有髄神経である A δ 線維 より早く遮断されるため、知覚遮断分節数は冷覚の方が多の方が妥当と考えられる。ところが、本研究では、逆に冷覚遮断

が痛覚遮断より狭いという結果が得られた。推定される原因の 1 つとして、本研究では、軽度鎮静下の患者を対象とした場合、氷を用いた冷覚の遮断分節の詳細な評価が、痛覚と比較し困難であった可能性がある。したがって、軽度鎮静下における冷覚遮断分節の評価時の問診方法や冷覚刺激の方法の改善が求められると考える。また、本研究では、TAP ブロック施行時に患者の不安を軽減する目的でミダゾラムを使用した。が、詳細な知覚遮断範囲の検証のため、鎮静薬を使用しないこと、ならびにベンゾジアゼピン系鎮静薬の拮抗薬であるフルマゼニルを使用することで、より詳細な知覚遮断範囲の評価が可能となる。このように、軽度鎮静下での、末梢神経ブロックによる知覚遮断範囲の検証方法に改善を要すると考えられた。

6. 結語

本研究では、後方アプローチ腹横筋膜面ブロック (Posterior TAP block:PTAP) は、側方アプローチ腹横筋膜面ブロック (Lateral TAP block:LTAP) と比較し、より多くの知覚遮断分節数が得られるという仮説を立て検証を行った結果、レボピバカイン 0.25 % 片側 15 ml を腹横筋膜面に投与 20 分後では、PTAP は、LTAP と比較し、より多くの分節数の痛覚・冷覚遮断と、より頭側への痛覚遮断分節が確認できた。

LTAP は周術期の鎮痛方法の 1 つとして、主に下腹部に皮膚切開を置く低侵襲手術において有用性が示されている。PTAP により痛覚遮断範囲の拡大が得られることで、より広範囲に及ぶ手術に対しても、TAP ブロックによる体性痛の遮断が応用できる可能性が示唆された。

7. 謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導を頂いた麻酔科学系麻酔科学分野前主任教授小川節郎先生、診療教授加藤実先生並びに麻酔科学系麻酔科学分野の皆様に感謝いたします。

また、本研究の対象患者として腹腔鏡下卵巣腫瘍摘出術を受ける患者とすることを快くご理解とご了承をくださった産婦人科学系産婦人科学分野の皆様に感謝いたします。

最後に被験者を快く引き受けてくださった患者様に感謝し、謝辞とさせていただきます。

8. 表

表 1. 現在腹部手術に行われている各種鎮痛法の特徴

	使用薬物		利点	欠点	全身への影響
	局所麻酔薬	麻薬性鎮痛薬			
CEA	1) +	+	強い鎮痛	手技の習得に	±
	2) +	-		訓練が必要	
	3) -	+		筋力低下 血圧低下	
IV-PCA	-	+	簡便	嘔気嘔吐、眠気 呼吸抑制	≠
局所浸潤 麻酔	+	-	簡便	広範囲の鎮痛 には不適	-
PNB	+	-	少ない 副作用	手技の習得に 訓練が必要	-

CEA : Continuous epidural analgesia (持続硬膜外鎮痛)

IV - PCA : Intravenous patient controlled analgesia (自己調節機能付の持続静脈内鎮痛)

PNB : Peripheral nerve block (末梢神経ブロック)

表 2. 現在局所浸潤麻酔として用いられている局所麻酔薬の種類とその特徴

	濃度 (%)	エピネフリン不添加			エピネフリン添加	
		最大量 (mg)	作用持続	力価	最大量 (mg)	作用持続
			時間 (分)			時間 (分)
リドカイン	0.5-1	300	30-60	1	500	120
メピバカイン	0.5-1	300	120-240	1.5-2.5	500	120
ブピバカイン	0.25-0.5	175	120-240	2-4	200	180-240
ロピバカイン	0.2-0.5	200	120-240	3	250	180-240
レボブピバカイン	0.25-0.5	200	360-720	3-4.5	200	360-720

文献 5 と 6 を参考に作成。レボブピバカインは局所浸潤麻酔としての適応はないため、硬膜外投与ならびに区域麻酔薬として用いた場合の特徴を示す。

表 3. 腹横筋膜面ブロックによる知覚遮断範囲の検証

	STAP	LTAP	PTAP
超音波ガイド下	不十分 ²⁶⁾	不十分 ^{26, 31)}	なし
盲目的アプローチ	なし	なし	不十分 ¹⁶⁾

STAP : Subcostal approach TAP block (肋骨弓下アプローチ腹横筋膜面ブロック)

LTAP : Lateral TAP block (側方アプローチ腹横筋膜面ブロック)

PTAP : Posterior TAP block (後方アプローチ腹横筋膜面ブロック)

表 4. アメリカ麻酔科学会麻酔前リスク評価 (American society of anesthesiologists - physical status : ASA - PS)

ASA - PS	患者状態
class 1	器質的、生理的、生化学的あるいは精神的異常がない。
class 2	軽度から中等度の系統的障害を有する。
class 3	重度の系統的障害を有する。
class 4	生命が脅かされつつあるような高度の系統的疾患がある。
class 5	生命を脅かすような重度の全身疾患により、手術をしても救命することが困難な患者。
class 6	脳死患者

緊急を要する (Emergency) 手術の場合は E を追記する。

表 5. 患者背景および各ブロック施行時間

	Group L (n = 14)		Group P (n = 13)	
年齢 (歳)	33.2	±4.8	39.1	±10.3
体重 (kg)	52.9	±8.3	60.0	±11.9
身長 (cm)	158.7	±5.0	159.1	±6.3
ブロック施行時間 (分)	10.1	±1.3	10.9	±0.95

データは全て平均値 ± 標準偏差で示した。

9. 図

図 1.

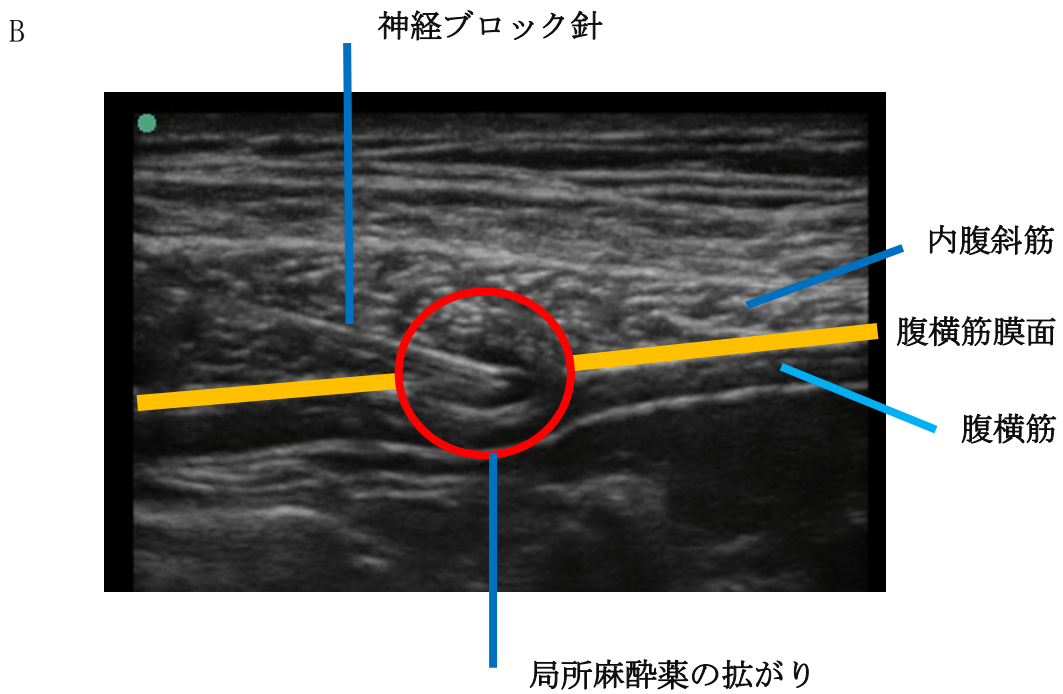
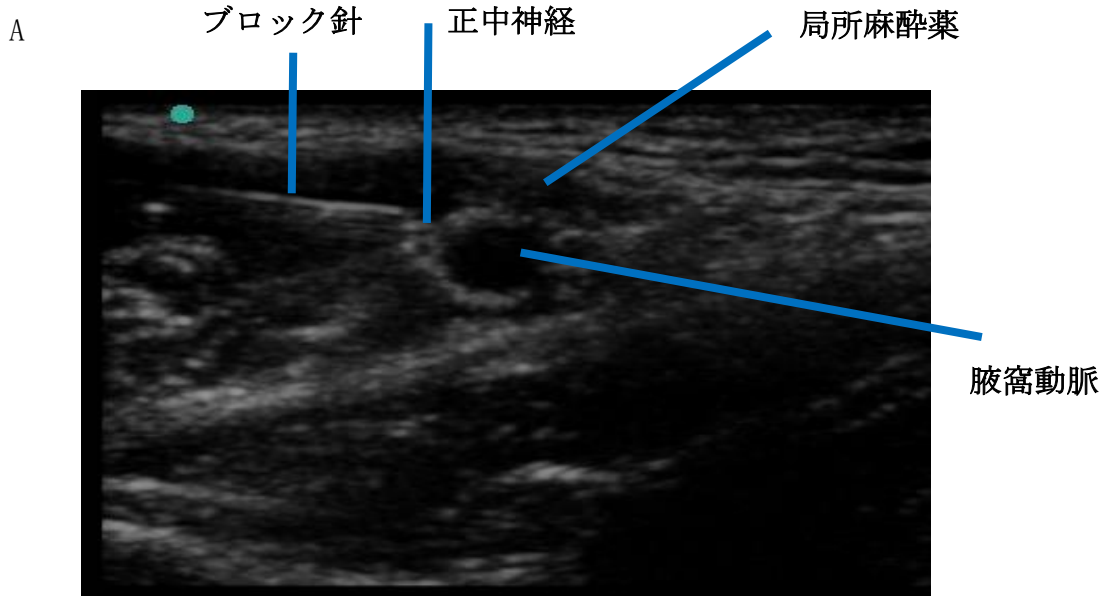


図 2

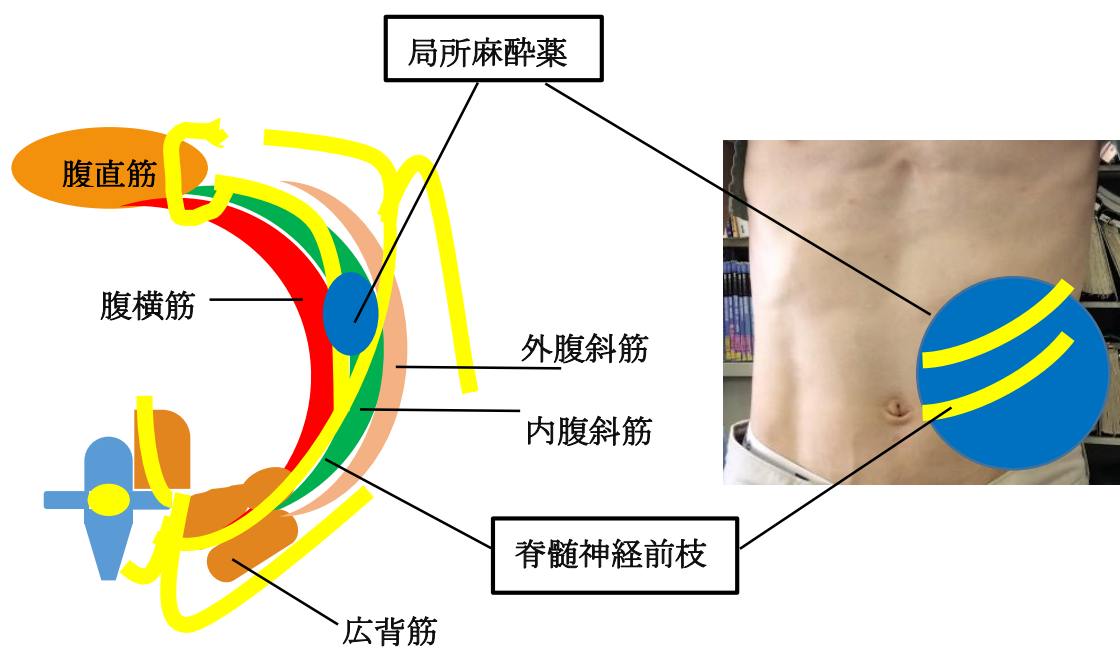
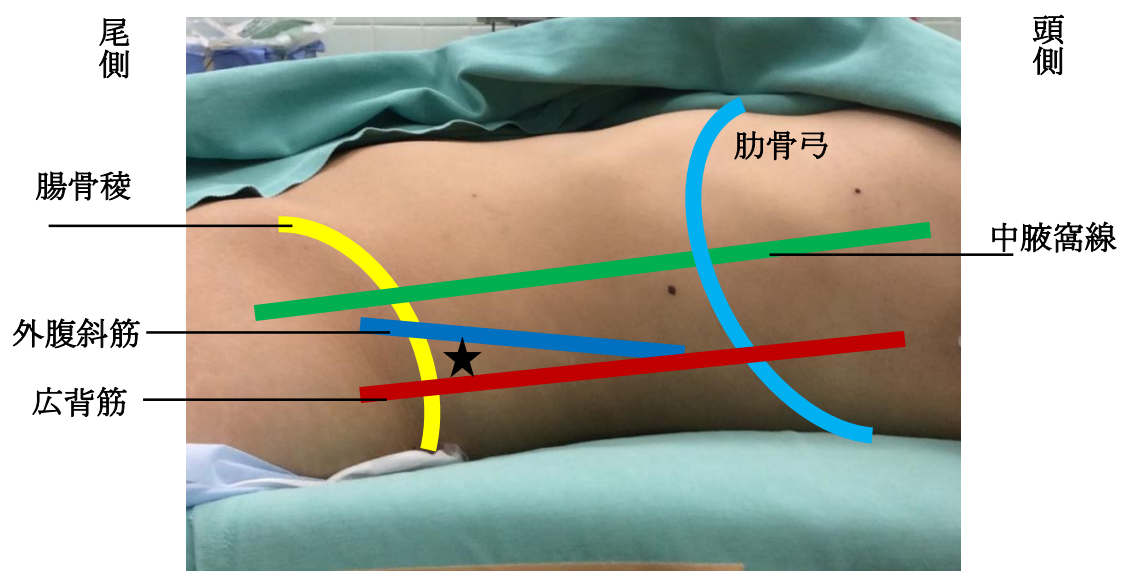


図 3



★ : Petit triangle (下腰三角)

図 4

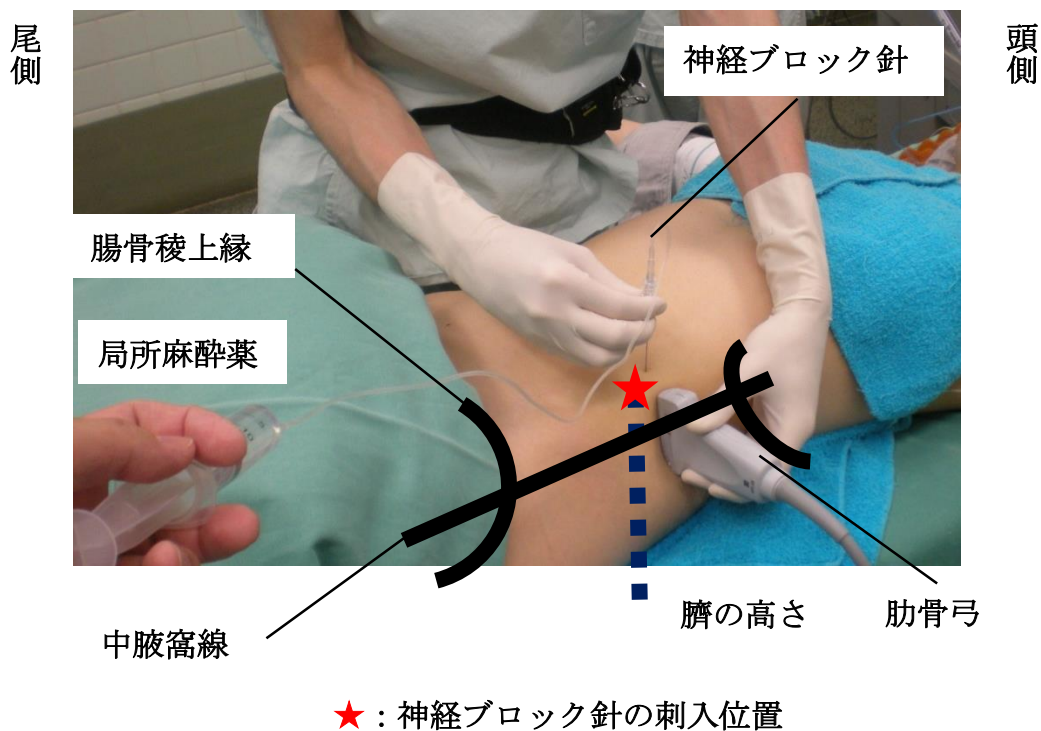


図 5

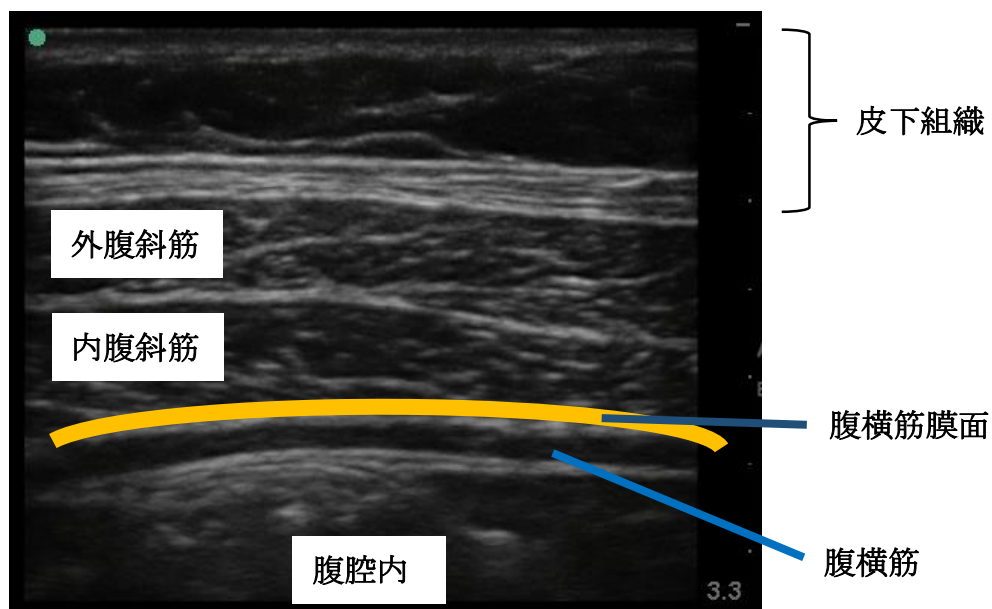
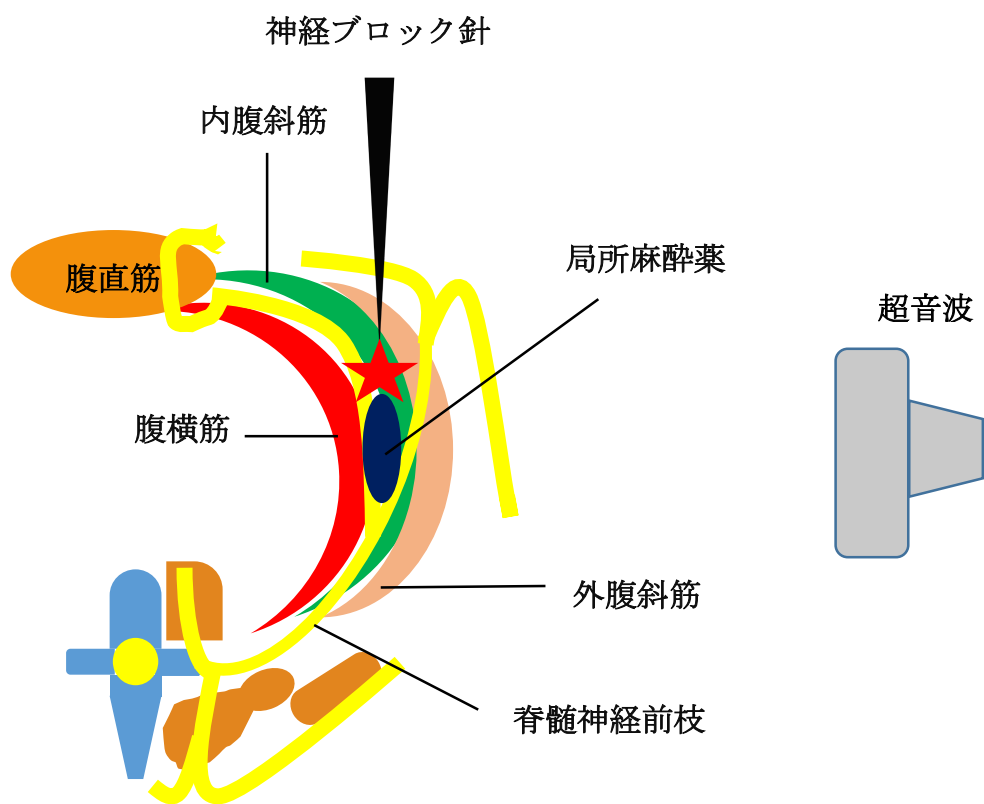


図 6



★ : 神経ブロック針の針先の位置

図 7

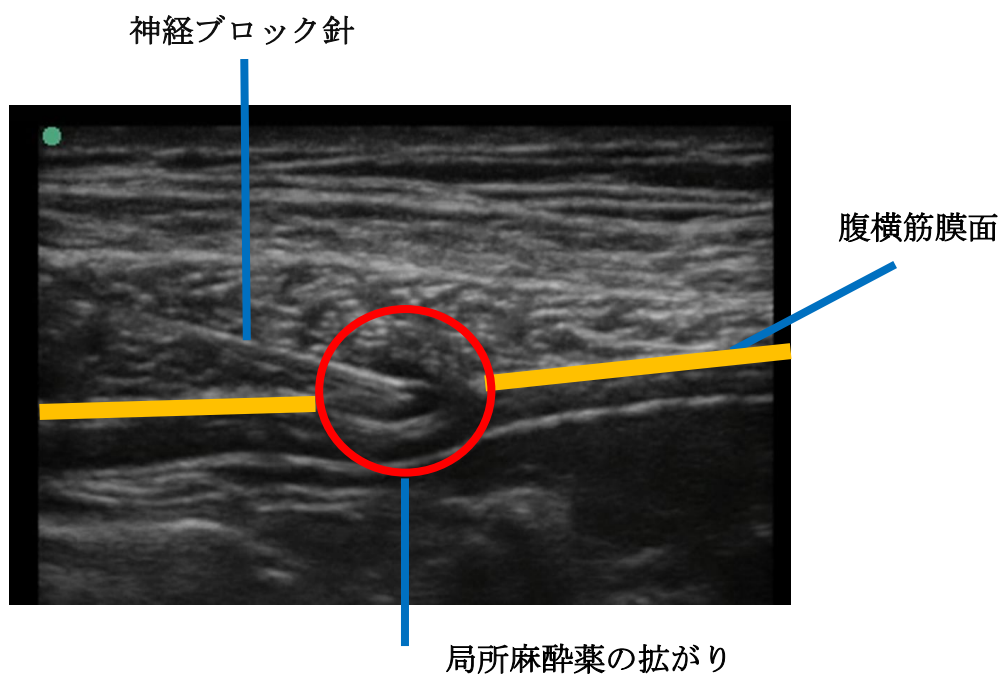


図 8

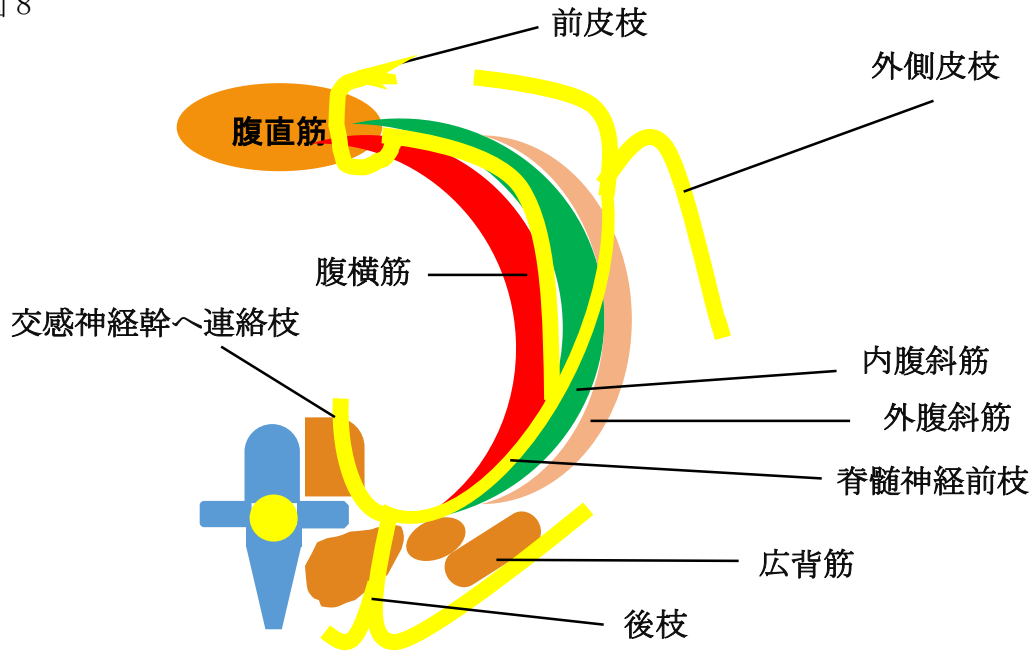


図 9

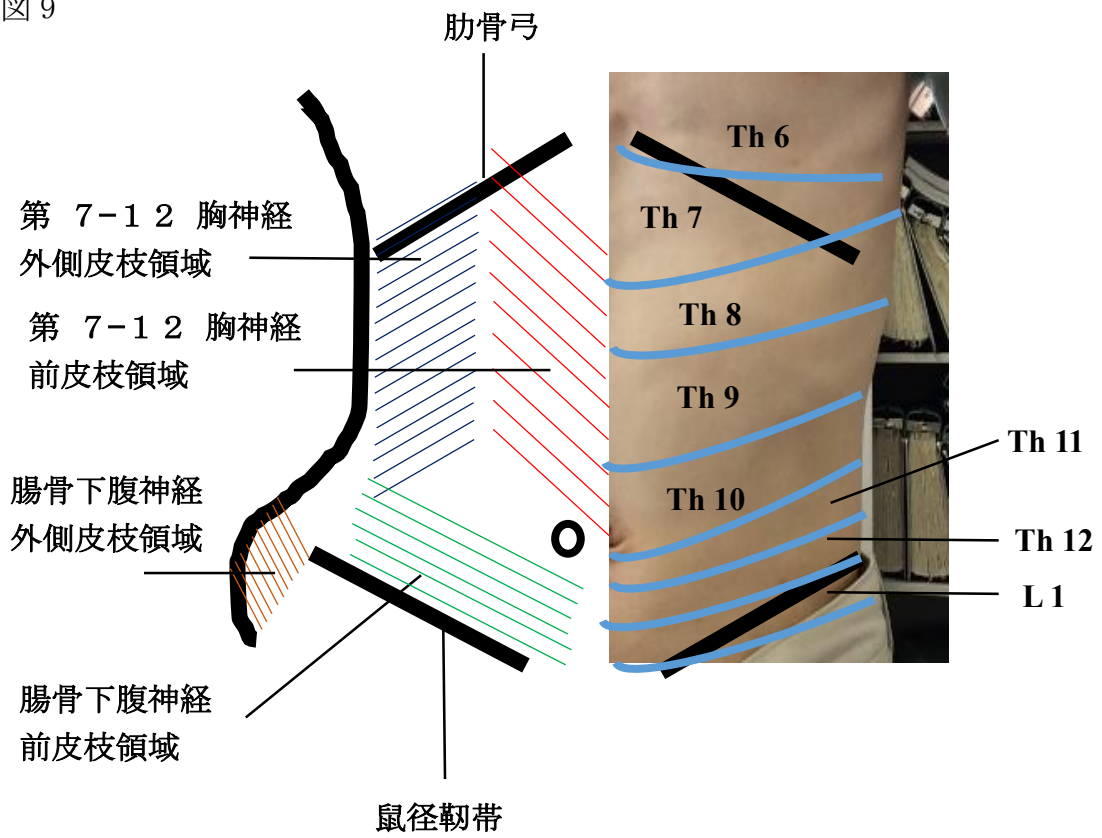
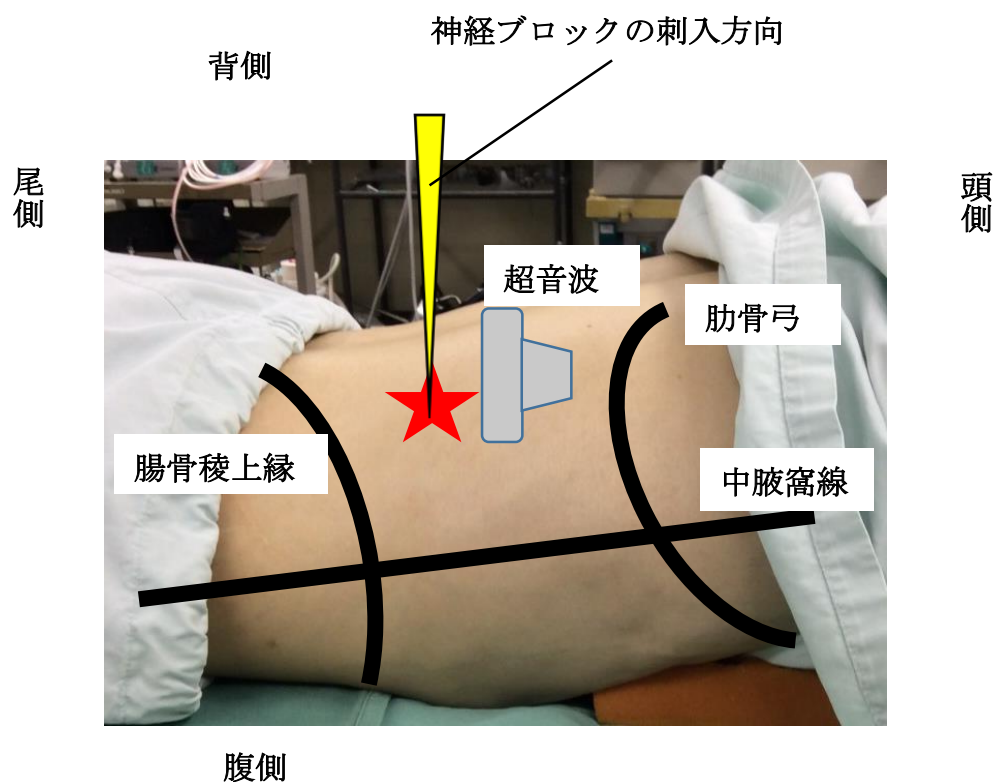


図 10



★：神経ブロック針の刺入位置

図 11

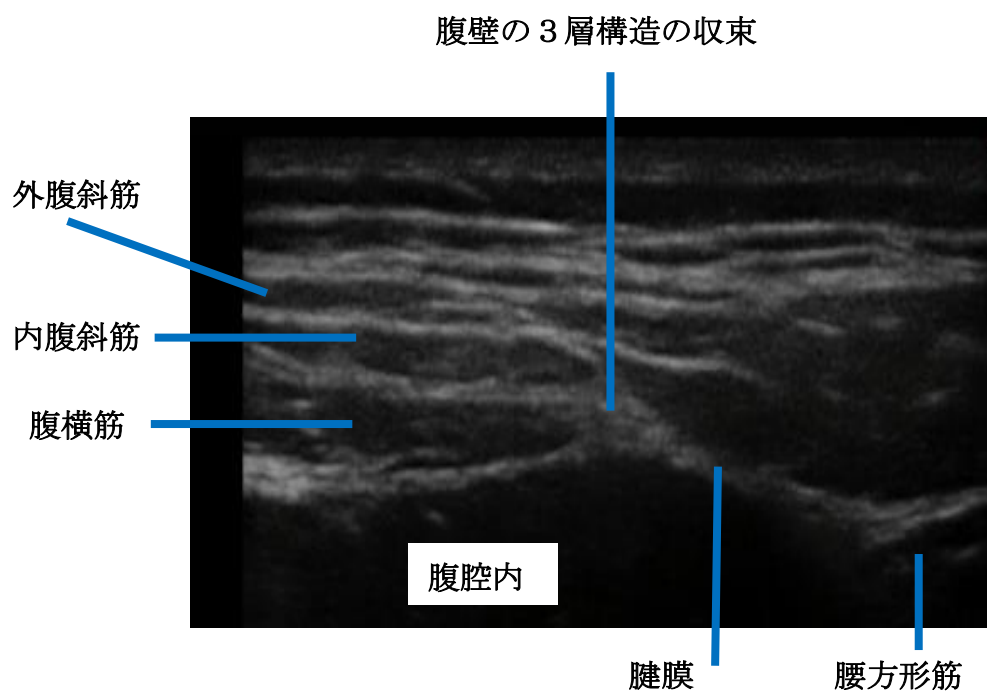


図 12

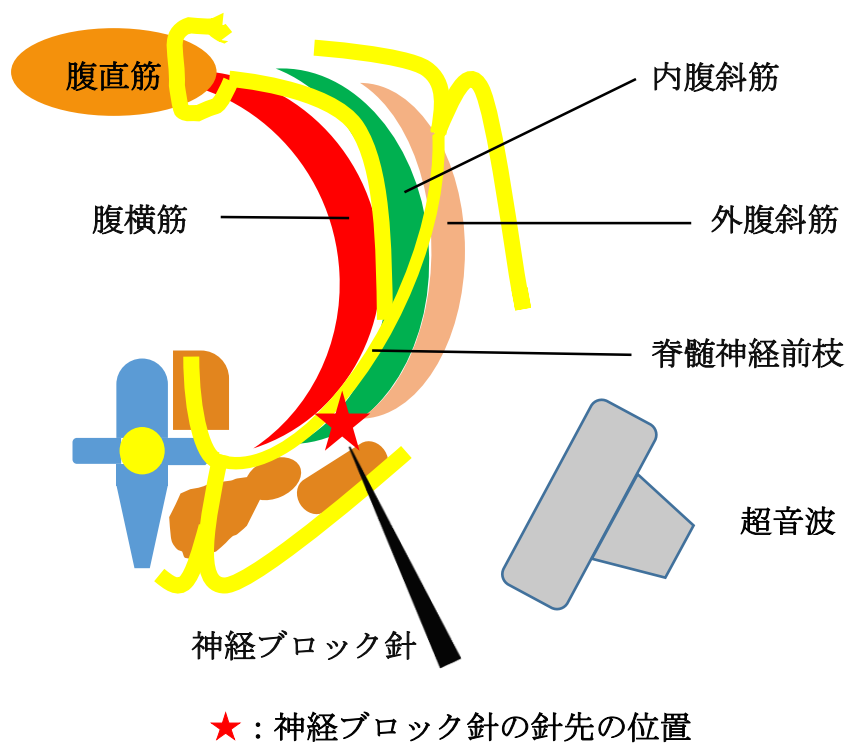


図 13

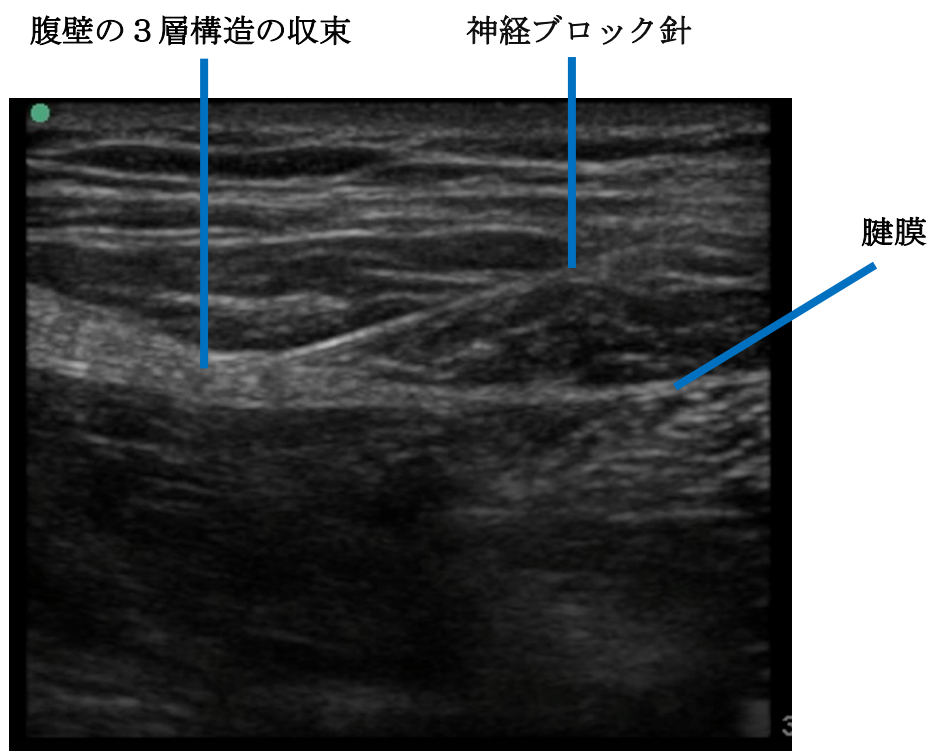


図 14

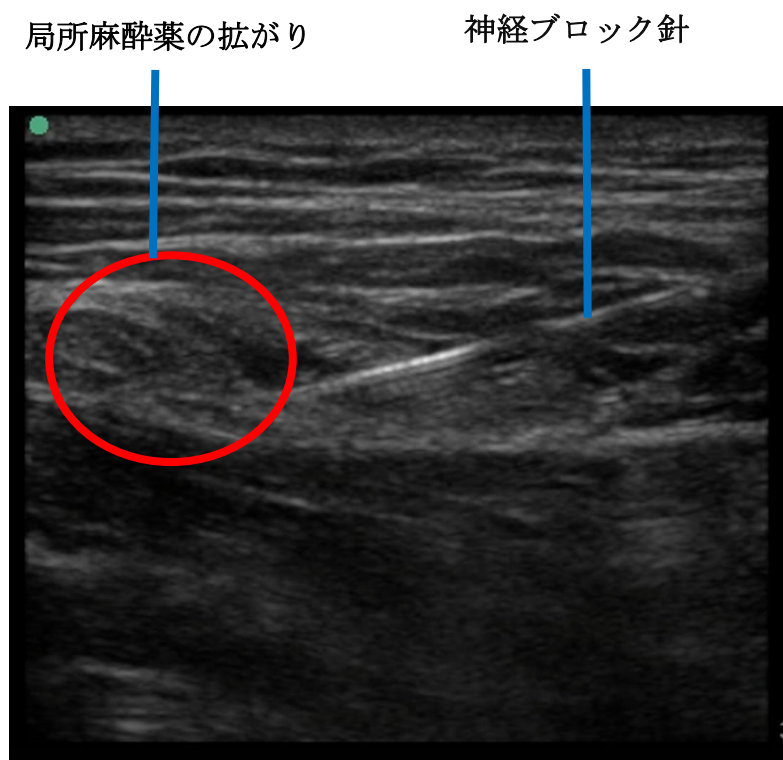


図 15

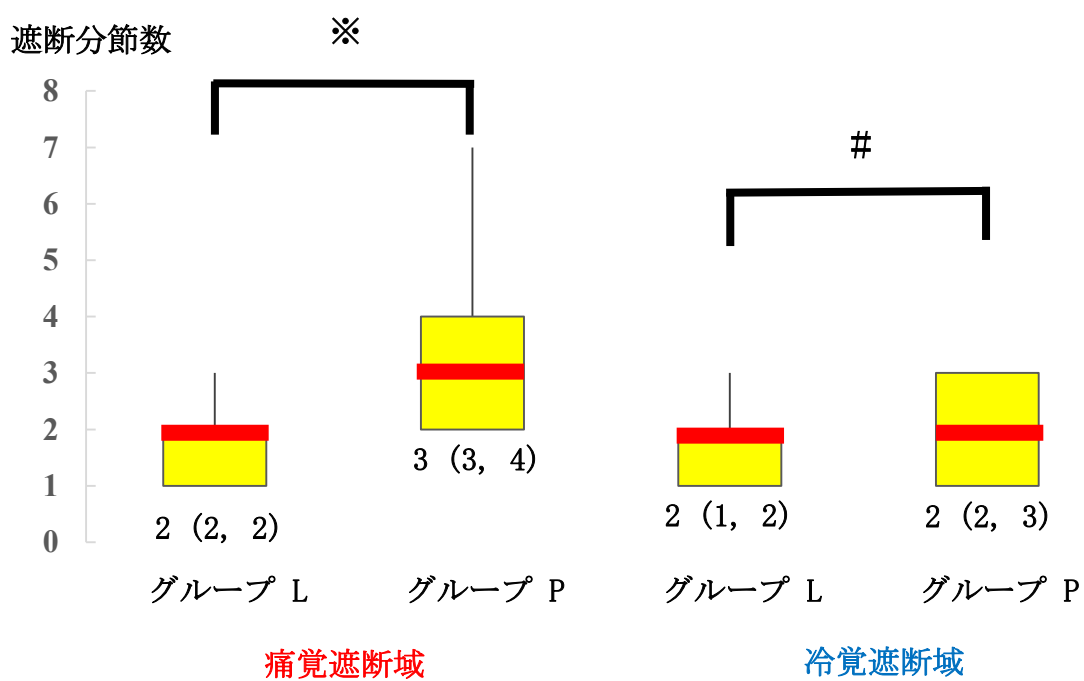


図 16

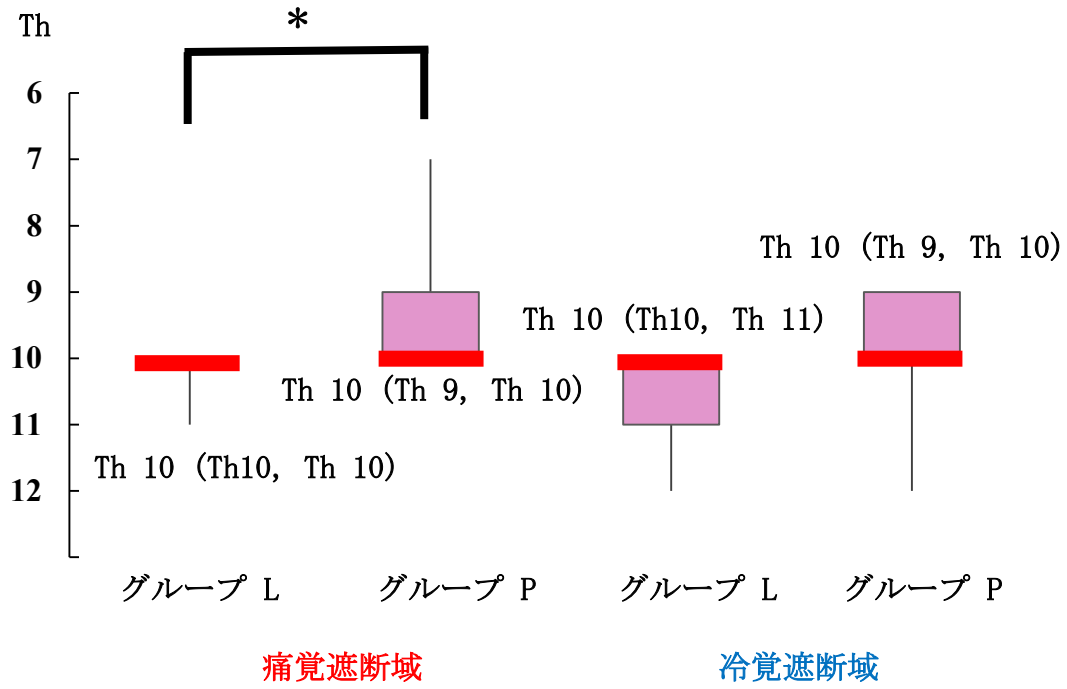


図 17

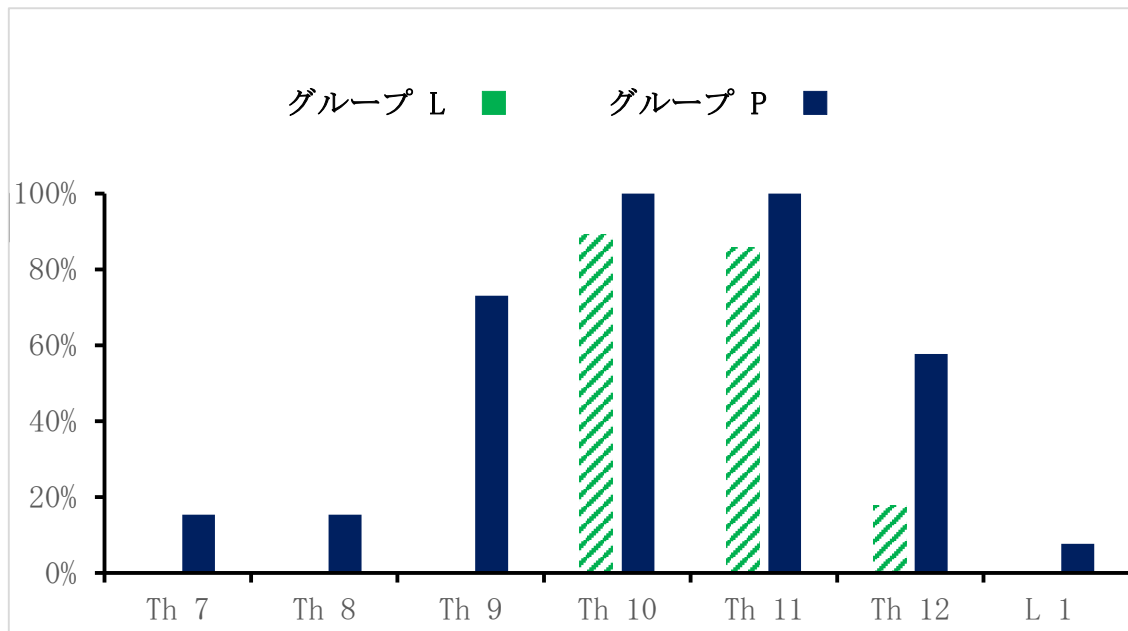


図 18

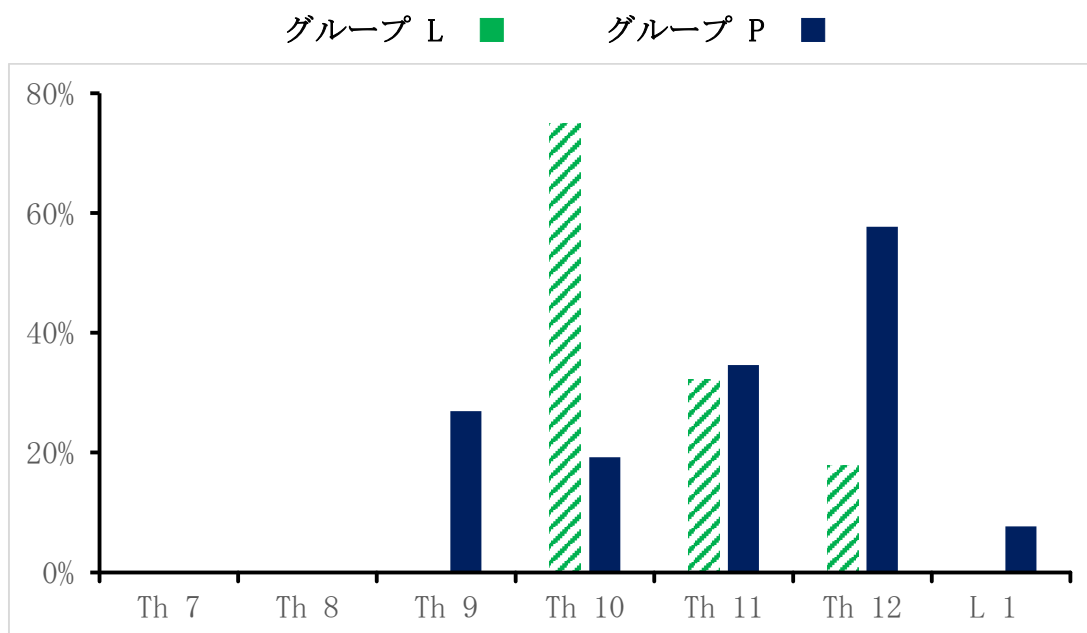
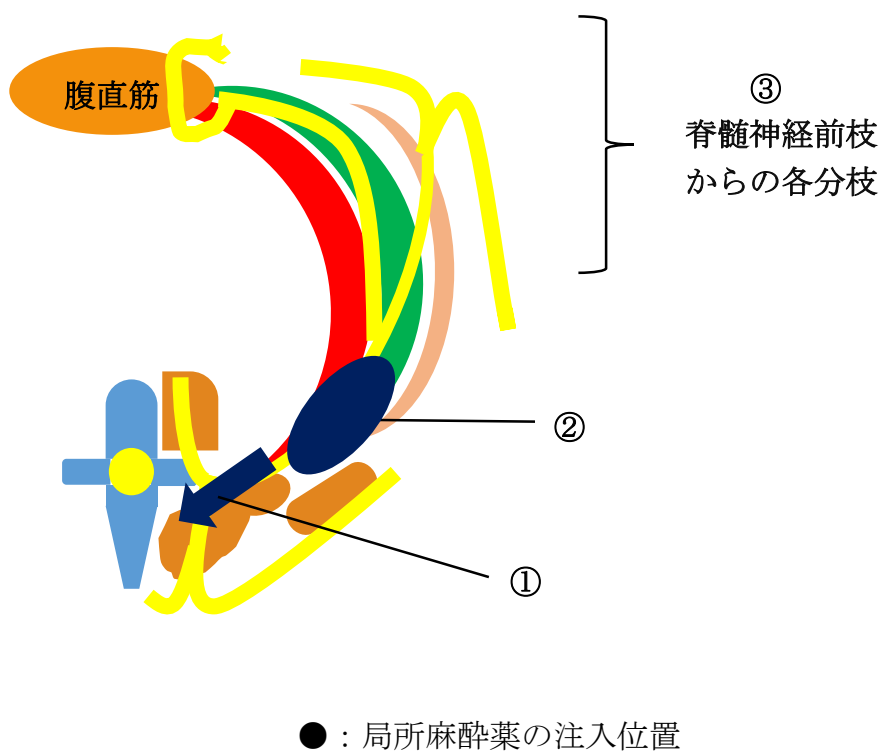


図 19



10. 図説

図1：末梢神経ブロックの例

図1A：腕神経叢ブロック腋窩アプローチの超音波画像

局所麻酔薬を目的となる末梢神経周囲に浸潤させ、局所麻酔効果を得る。

図1B：腹横筋膜面ブロックの超音波画像

コンパートメントブロックは、神経を含む空間(多くは筋組織で構成される)に投与した局所麻酔薬が拡がることにより、神経ブロックの効果が発現する方法である。図は、内腹斜筋と腹横筋間の腹横筋膜面上を走行する脊髄神経前枝を遮断する目的で、その筋間に局所麻酔薬を投与する様子が認められている。

図2：臍の高さにおける脊髄神経の走行と腹壁を構成する筋肉の模式図(左図)

腹横筋膜面ブロックでは、内腹斜筋と腹横筋で構成されるコンパートメント内に局所麻酔薬を注入し、局所麻酔薬が拡散することで、走行中の脊髄神経前枝を遮断する。脊髄神経前枝が遮断されることで、右図のように前腹壁に知覚神経の遮断が得られる。

図3：Petit triangle (下腰三角) の体表から見た部位

Petit triangle は下腰三角とも呼ばれ、広背筋、上腸骨稜と外腹斜筋で構成され、体表より触知することが可能である。

図4：側方アプローチ腹横筋膜面ブロックにおける超音波プローブの位置

超音波プローブを肋骨弓下縁と腸骨稜上縁の間で、体軸に対して垂直に位置させるが、これはほぼ臍の高さとなる。この位置で局所麻酔薬を投与することで脊髄神経前枝を中腋窩線上で捉えることができる。

図 5：側方アプローチ腹横筋膜面ブロックにおける腹壁の筋の超音波画像

外側より皮下組織、外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋、腹腔が確認される。外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋は腹壁の 3 層構造として、同定が容易で明瞭に描出することができる。

図 6：腹壁を構成する筋肉と、側方アプローチ腹横筋膜面ブロックにおける針先の位置と局所麻酔薬の注入位置（模式図）

図 7：側方アプローチ腹横筋膜面ブロックでの局所麻酔薬投与後の超音波画像

正しい位置に局所麻酔薬が注入されていれば、内腹斜筋と腹横筋間をレンズ上に拡がる薬液と腹横筋膜面の消失が確認できる。

図 8：臍の高さにおける脊髄神経の走行と腹壁を構成する筋肉の模式図

図 9：前腹壁皮膚における神経支配領域と皮膚デルマトーム

左図：前腹壁皮膚における神経支配領域。文献 32 より改編。

右図：皮膚デルマトーム。文献 33 より一部改編。

図 10：後方アプローチ腹横筋膜面ブロックにおける超音波プローブの位置

腹壁の3層構造を確認しながら、超音波プローブを腸骨稜上縁に沿って背側へ移動させた。この位置で局所麻酔薬を投与することで脊髄神経前枝をより背側で捉えることができる。

図 11：後方アプローチ腹横筋膜面ブロックにおける超音波画像

外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋で構成される腹壁の3層構造は、背側になるに従い収束する。収束部位は腱膜で腰方形筋とで結ばれる。

図 12：腹壁を構成する筋肉と、後方アプローチ腹横筋膜面ブロックにおける針先の位置と局所麻酔薬の注入位置（模式図）

図 13：後方アプローチ腹横筋膜面ブロックにおける針先の位置

外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋で構成される腹壁の3層構造は、背側になるに従い収束する。神経ブロック針の針先と局所麻酔薬注入部位はこの収束部位とした。

図 14：後方アプローチ腹横筋膜面ブロックでの局所麻酔薬投与後の超音波画像

正しい位置に局所麻酔薬が注入されていれば、内腹斜筋と腹横筋間をレンズ上に拡がる薬液が確認できる。

図 15：痛覚および冷覚の遮断分節数の中央値（第1四分位数、第3四分位数）

痛覚：グループ L：2（2、2）、グループ P：3（3、4）

冷覚：グループ L：2（1、2）、グループ P：2（2、3）

*：P = 0.0015、#：P = 0.00055

赤線は中央値、垂線は最も広がった分節数を表す。

図 16：痛覚および冷覚遮断が得られた最頭位分節の中央値（第 1 四分位数、第 3 四分位数）

痛覚：グループ L：Th 10（Th10, Th 10）、グループ P：Th 10（Th 9, Th 10）

冷覚：グループ L：Th 10（Th10, Th 11）、グループ P：Th 10（Th 9, Th 10）

*：P = 0.0049

赤線は中央値、垂線は分節の拡がりを表す。

図 17：各分節における痛覚遮断の割合（%）

図 18：各分節における冷覚遮断の割合（%）

図 19：PTAP で知覚遮断分節数が拡大した推定される要因

①局所麻酔薬が傍脊椎腔へ達し、傍脊椎ブロック効果や交感神経連絡枝への作用が加わる。

②腰三角付近は生理学的な脆弱部位とされる。内腹斜筋と腹横筋内の、腹横筋膜面上を頭尾側方向に局所麻酔薬が広がりやすい。

③脊髄神経前枝は内腹斜筋と腹横筋間を、解剖学的破格を伴いながら走行する。

より中枢側で局所麻酔薬を投与することで、解剖学的破格の影響が軽減される。

1 1. 引用文献

1. Block BM, Liu SS, Rowlingson AJ, Cowan AR, Cowan JA Jr, Wu CL.
Efficacy of postoperative epidural analgesia. JAMA 2003;290:2455-63.
2. Moen V, Dahgren N, Irestedt L. Severe neurological complications after central neuraxial blockades in Sweden 1990-1999.
Anesthesiology 2004;101:950-9.
3. Grewal S, Hocking G, Wildsmith JA. Epidural abscesses. Br J Anaesth 2006;96:292-302.
4. 入田和男, 中塚秀輝, 津崎晃一, 澤 智博, 讃岐 美智義, 榎田 浩史, 森田 潔. 硬膜外麻酔ならびに脊髄くも膜下麻酔に伴う神経損傷:麻酔関連偶発症例調査 2004 より. (社) 日本麻酔科学会安全委員会偶発症例調査ワーキンググループ報告. 麻酔 2007;56:469-80.
5. Miller RD (編). Miller's Anesthesia. Eighth Edition. Chapter 36: Local Anesthetics. Philadelphia, ELSEVIER, 2015:1041-5.
6. Leone S, Cianni SD, Casati A, Fanelli G. Pharmacology, toxicology, and clinical use of new long acting local anesthetics, ropivacaine and levobupivacaine. Acta Biomed 2008;79:92-105.

7. Kessler J, Marhofer P, Hopkins PM, Hollmann MW. Peripheral regional anaesthesia and outcome : lessons learned from the last 10 years. *Br J Anaesth* 2015;114:728-45.
8. Marhofer P, Greher M, Kapral S. Ultrasound guidance in regional anaesthesia. *Br J Anaesth* 2005;94:7-17.
9. Gan TJ, Meyer TA, Apfel CC, Chung F, Davis PJ, Habib AS, Hooper VD, Kovac AL, Kranke P, Myles P, Philip BK, Samsa G, Sessler DI, Temo J, Tramèr MR, Vander Kolk C, Watcha M. Society for Ambulatory Anesthesia guidelines for the management of postoperative nausea and vomiting. *Anesth Analg* 2007;105:1615-28.
10. Kato J, Ogawa S, Katz J, Nagai H, Kashiwazaki M, Saeki S, Suzuki H. Effects of presurgical local infiltration of bupivacaine in the surgical field on postsurgical wound pain in laparoscopic gynecologic examinations: A possible preemptive analgesic effect. *Clin J Pain* 2000;16:12-7.
11. Ong CK, Lirk P, Seymour RA, Jenkins BJ. The efficacy of preemptive analgesia for acute postoperative pain management: a meta-analysis. *Anesth Analg* 2005;100:757-73.

12. Faraj W. Abdallah, Vincent W. Chan, Richard Brull. Transversus abdominis plane block: a systematic review. *Reg Anesth Pain Med* 2012;37:193-209.
13. McDonnell JG, O'Donnell B, Curley G, Heffernan A, Power C, Laffey JG. The analgesic efficacy of transversus abdominis plane block after abdominal surgery: A prospective randomized controlled trial. *Anesth Analg* 2007;104:193-7.
14. McDonnell JG, Curley G, Carney J, Benton A, Costello J, Maharaj CH, Laffey JG. The analgesic efficacy of transversus abdominis plane block after cesarean delivery: A prospective randomized controlled trial. *Anesth Analg* 2008;106:186-91.
15. O'Donnell BD, McDonnell, McShane AJ. The transversus abdominis plane (TAP) block in open retropubic prostatectomy. *Reg Anesth Pain Med* 2006;31:91.
16. McDonnell JG, O'Donnell BD, Farrell T, Gough N, Tuite D, Power C, Laffey JG. Transversus abdominis plane block: a cadaveric and radiological evaluation. *Reg Anesth Pain Med* 2007;32:399-404.
17. Farooq M, Carey M. A case of liver trauma with blunt regional

- anesthesia needle while performing transversus abdominis plane block. *Reg Anesth Pain Med* 2008;33:274-5
18. McDermott G, Korba E, Mata U, Jaigirdar M, Narayanan N, Boylan J, Conlon N. Should we stop doing blind transversus abdominis plane blocks? *Br J Anaesth* 2012;108:499-502.
19. Hebbard P, Fujiwara Y, Shibata Y, Royse C. Ultrasound-guided transversus abdominis plane (TAP) block. *Anaesth Intens Care* 2007;35:616-7.
20. Hebbard P. Subcostal Transversus abdominis plane block under ultrasound guidance. *Anesth Analg* 2008;106:674-5.
21. Basaran B, Basaran A, Koxanhan B, Kasdogan E, Eryilmaz MA, Ozmen S. Analgesia and respiratory function after laparoscopic cholecystectomy in patients receiving ultrasound-guided bilateral oblique subcostal transversus abdominis plane block: a randomized double-blind study. *Med Sci Monit* 2015;21:1304-12.
22. Walter CJ, Maxwell-Armstrong C, Pinkney TD, Conaghan PJ, Bedfordth N, Gornall CB, Acheson AG. A randomized controlled trial of the efficacy of ultrasound-guided transversus abdominis plane (TAP)

- block in laparoscopic colorectal surgery. *Surg Endosc* 2013;27:2366-72.
23. Niraj G, Searle A, Mathews M, Misra V, Baban M, Kiani S, Wong M. Analgesic efficacy of ultrasound-guided transversus abdominis plane block in patients undergoing open appendectomy. *Br J Anaesth* 2009;103:601-5.
24. Kawahara R, Tamai Y, Yamasaki K, Okuno S, Hanada R, Funato T. The analgesic efficacy of ultrasound-guided transversus abdominis plane block with mid-axillary approach after gynecologic laparoscopic surgery: A randomized controlled trial. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol* 2015;31:67-71.
25. Findlay JM, Ashraf SQ, Congahan P. Transversus abdominis plane (TAP) blocks: A review. *Surgeon* 2012;10:361-7.
26. Lee TH, Barrington MJ, Tran TM, Wong D, Hebbard PD. Comparison of extent of sensory block following posterior and subcostal approaches to ultrasound-guided transversus abdominis plane block. *Anaesth Intens Care* 2010;38:452-60.
27. Hebbard PD. Transversalis fascia plane block, a novel ultrasound-

- guided abdominal wall nerve block. *Can J Anaesth* 2009;56:618-620.
28. Kadam VR. Ultrasound-guided quadratus lumborum block as a postoperative analgesic technique for laparotomy. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol* 2013;29:550-2.
29. Abdallah FW, Laffey JG, Halpern SH, Brull R. Duration of analgesic effectiveness after the posterior and lateral transversus abdominis plane block techniques for transverse lower abdominal incisions: meta-analysis. *Br J Anaesth* 2013;111:721-35.
30. Carney J, Finnerty O, Rauf J, Bergin D, Laffey JG, McDonnell JG. Studies on the spread of local anaesthetic solution in transversus abdominis plane blocks. *Anaesthesia* 2011;66:1023-1030.
31. Shibata Y, Sato Y, Fujiwara Y, Komatsu T. Transversus abdominis plane block. *Anesth Analg* 2007;105:883.
32. 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. 第 34 章: 腹横筋膜面ブロック. 東京, 新興交易医書出版部, 2014:513.
33. Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK (編). *Clinical Anesthesia*, Fifth Edition. Chapter 25: Epidural and Spinal Anesthesia. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2015:695.
34. Rozen WM, Tran TM, Ashton MW, Barrington MJ, Ivanusic JJ, Taylor

- GI. Refining the course of the thoracolumbar nerves: a new understanding of the innervation of the anterior abdominal wall. Clin Anat 2008;21:325-33.
35. 森川六郎. 腰神経叢腹壁枝の走行分布とその変異性. 解剖学雑誌 1971;46:323-38.
36. Baskan S, Taspinar V, Ozdogan L, Gulsoy KY, Dikmen B, Gogus N. Comparison of 0.25% levobupivacaine and 0.25% bupivacaine for posterior approach interscalene brachial plexus block. J Anesth 2010;24:38-42.
37. Jamieson RW, Swigart LL, Anson, BJJ. Points of parietal perforation of the ilioinguinal and iliohypogastric nerves in relation to optimal sites for local anaesthesia. Q Bull Northwest Univ Med Sch 1952;26:22-6.
38. 室内健志, 山内正憲, 魏慧玲, 高田幸昌, 水口亜紀, 山蔭道明, 藤宮峯子. 超音波ガイド下中腋窩線および肋骨弓下腹横筋膜面 ブロック : Thiel 遺体を用いた薬液の広がり の検討. 麻酔 2013;62:60-3.
39. Tran TM, Ivanusic JJ, Hebbard P, Barrington MJ. Determination of spread of injectate after ultrasound-guided transversus abdominis

- plane block: A cadaveric study. *Br J Anaesth* 2009;102:123-7.
40. Loukas M, Tubbs RS, El-Sedfy A, Jester A, Polepalli S, Kinsela C, Wu S. The clinical anatomy of the triangle of Petit. *Hernia* 2007;11:441-4.
41. Ohmura S, Kawada M, Ohta T, Yamamoto K, Kobayashi T. Systemic toxicity and resuscitation in bupivacaine-, levobupivacaine-, or ropivacaine-infused rats. *Anesth Analg* 2001;93:743-8.
42. Marcia A. Corvetto, Ghislaine C. Echevarria, Natalia De La Fuente, Loreto Mosqueira, Sandra Solari, Fernanco R. Altermatt. Comparison of plasma concentrations of levobupivacaine with and without epinephrine for transversus abdominis plane block. *Reg Anesth Pain Med* 2012;37:633-637.
43. Bardsley H, Gristwood R, Baker H, Watson N, Nimmo W. A comparison of the cardiovascular effects of levobupivacaine and rac-bupivacaine following intravenous administration to healthy volunteers. *Br J Clin Pharmacol* 1998;46:245-9.
44. Griffiths JD, Barron FA, Grant S, Bjorksten AR, Hebbard P, Royse CF. Plasma ropivacaine concentrations after ultrasound-guided

- transversus abdominis plane block. Br J Anaesth 2010;105:853-6
45. Griffiths JD, Le NV, Grant S, Bjorksten A, Hebbard P, Royse C. Symptomatic local anaesthetic toxicity and plasma ropivacaine concentrations after transversus abdominis plane block for caesarean section. Br J Anaesth 2013;110:996-1000.
46. Børglum J, Jensen K, Christensen AF, Hoegberg LC, Johansen, SS, Lönnqvist PA, Jansen T. Distribution patterns, dermatomal anesthesia, and ropivacaine serum concentrations after bilateral dual transversus abdominis plane block. Reg Anesth Pain Med 2012;37:294-301.

1 2. 研究業績目録

古谷友則

I	発表	① 一般発表	26 (筆頭 10)
		② 特別発表	2
II	論文	① 原著論文	2 (筆頭 1)
		② 症例報告	3 (筆頭 3)
		③ 総説	なし
III	著書		なし

I 発表

① 一般発表 26 (筆頭 10)

1. 古谷友則, 上田 要, 後閑大, 前田 剛, 鈴木孝浩, 加藤 実, 小川節郎: ベクロニウムの硬膜外誤投与の一例, 日本麻酔科学会関東甲信越・東京支部第49回合同学術集会, 長野, 2009年9月
2. 上田 要, 古谷友則, 青野 麻由, 有田 英子, 加藤 実, 小川 節郎: 当院における採血手技に伴う神経障害性疼痛の発症頻度と転帰, 日本麻酔科学会第57回学術集会, 福岡, 2010年6月
3. 古谷友則, 鈴木孝浩, 柏井朗宏, 小西純平, 青野麻由, 廣瀬倫也, 加藤 実, 小川節郎: 深部遮断を維持するロクロニウム投与法の検討一年齢の影響, 日本臨床麻酔学会第30回大会, 徳島, 2010年11月
4. 上田 要, 横塚祥子, 古谷友則, 廣瀬倫也, 前田 剛, 加藤 実, 小川節郎: プレガバリン投与 (50mg/day 以下) が奏功した帯状疱疹後神経痛の5症例, 第40回日本慢性疼痛学会, 東京, 2011年2月
5. 吉田史彦, 柏井朗宏, 古谷友則, 小西純平, 鈴木孝浩, 小川節郎: 心拍出量とスガマデクスによるロクロニウム筋弛緩からの回復時間との関係, 日本麻酔科学会第58回学術集会, 兵庫, 2011年5月
6. 上田 要, 小西純平, 古谷友則, 廣瀬倫也, 清水美保, 有田英子, 鈴木孝

- 浩,加藤実,小川節郎:帝王切開術施行中創部にCRPS様の痛みが再燃した
上肢のCRPS患者の一症例,日本ペインクリニック学会第45回大会,松山,
2011年7月
7. 石川亜希子,小西純平,古谷友則,廣瀬倫也,島田 葵,前田 剛,鈴木孝
浩,加藤 実,小川節郎:プレガバリンの副作用発現直後より投与中止した5
症例の検討,日本ペインクリニック学会第45回大会,松山,2011年7月
8. 上田 要,小西純平,横塚祥子,古谷友則,廣瀬倫也,清水美保,有田英
子,加藤実,鈴木孝浩,小川節郎:神経障害性疼痛に対するプレガバリンの
投与量についての検討,日本ペインクリニック学会第45回大会,松山,
2011年7月
9. 柏井朗宏,古谷友則,近藤裕子,廣瀬倫也,鈴木孝浩,小川節郎:ロクロ
ニウムとスガマデクスにて安全に筋弛緩維持と回復が可能であった筋緊張
性ジストロフィー患者の一例,日本麻酔科学会関東甲信越・東京支部第51
回合同学術集会,千葉,2011年9月
10. 古谷友則,小西純平,後閑 大,颯原 徹,鈴木孝浩,加藤 実,有田英子,
小川節郎:先天性右肺動脈欠損症患者の帝王切開に対する麻酔の経験,臨
床麻酔学会第31回大会,沖縄,2011年11月
11. 行木香寿代,柏井朗宏,古谷友則,颯原 徹,前田 剛,鈴木孝浩,加藤

- 実，小川節郎：Sipple 症候群 2 症例の麻酔経験，臨床麻酔学会第 31 回大会，沖縄，2011 年 11 月
12. 石川亜希子，山本悠介，古谷友則，近藤裕子，廣瀬倫也，前田 剛，加藤実，小川節郎：静脈穿刺後の神経障害性疼痛にプレガバリンが奏功した 2 症例の治療経過，第 41 回日本慢性疼痛学会，東京，2012 年 2 月
13. 古谷友則，山本悠介，吉田史彦，馬場 都，飯田良司，鈴木孝浩，加藤実，小川節郎：Failed back syndrome の原因が仙腸関節痛であった 1 症例，第 26 回日本ペインクリニック学会東京・南関東地方会，東京，2012 年 3 月
14. 柏井朗宏，山本悠介，古谷友則，後閑大，加藤 実，小川節郎：両側膝関節全置換術における 0.3%と 0.15%ロピバカインを用いた膝窩部外側法による坐骨神経ブロック後の足関節運動，日本麻酔科学会第 59 回学術集会，兵庫，2012 年 6 月
15. 古谷友則，小西純平，清水宏泰，石川亜希子，馬場 都，前田 剛，加藤実，小川節郎：上肢の難治性疼痛治療における超音波ガイド下斜角筋間ブロック併用の有用性の検討，日本ペインクリニック学会第 46 回大会，2012 年 7 月
16. 葛西美貴，清水洋子，古谷友則，上田 要，清水美保，前田 剛，加藤 実，

- 小川節郎：適切な鎮痛法を見出すのに難渋した複合性局所疼痛症候群の 1 症例，日本ペインクリニック学会第 46 回大会，2012 年 7 月
17. 見市光寿，横塚祥子，古谷友則，颯原 徹，加藤 実，小川節郎：気管チューブが期間内迷入をきたした小児麻酔管理の 1 症例，日本麻酔科学会関東甲信越・東京支部第 52 回合同学術集会，東京，2012 年 9 月
18. 古谷友則，近藤裕子，馬場 都，鈴木孝浩，加藤 実，小川節郎：フェンタニル貼付薬の明と暗，第 27 回ペインクリニック学会東京・南関東地方会，東京，2012 年 12 月
19. 古谷友則，葛西美貴，近藤裕子，深野直子，前田 剛，鈴木孝浩，加藤 実，小川節郎：脊髄電気刺激療法で下肢の CRPS が改善中に，上肢に CRPS を再発した 1 症例，日本ペインクリニック学会第 47 回大会，埼玉，2013 年 7 月
20. 加藤 実，小西純平，古谷友則，上田 要，後閑 大，鈴木孝浩，小川節郎：小児・産婦人科手術後の遷延痛，日本ペインクリニック学会第 47 回大会，埼玉，2013 年 7 月
21. 松井美貴，山本悠介，古谷友則，飯田良治，颯原徹，加藤 実：持続大腿神経ブロック後に遷延性感覚障害を生じた 1 症例，日本麻酔科学会関東甲信越・東京支部第 53 回合同学術集会，東京，2013 年 9 月

22. 古谷友則, 加藤 実, 葛西美貴, 小西純平, 後閑 大, 鈴木孝浩, 小川節郎: 腹横筋膜面ブロックの針先位置の背側移動により痛みの軽減が得られた腰部帯状疱疹後神経痛の1症例, 日本臨床麻酔学会第33回大会, 金沢, 2013年11月
23. 古谷友則, 加藤 実, 鈴木孝浩, 佐伯 茂: 当科での帯状疱疹関連痛治療における光線療法的位置づけ, 第26回日本レーザー治療学会, 東京, 2014年6月
24. 加藤 実, 山本悠介, 松井美貴, 古谷友則, 吉田史彦, 柏井朗宏, 上田要, 安岡直子, 鈴木孝浩: 子宮頸がん予防ワクチン接種後の難治性痛にケタミン点滴併用持続斜角筋間ブロックが奏功した1症例, 日本ペインクリニック学会第48回大会, 東京, 2014年7月
25. 山本悠介, 山本聡美, 山本舞, 古谷友則, 吉田史彦, 上田要, 近藤裕子, 北島 治, 加藤実, 鈴木孝浩: 神経刺激装置併用超音波ガイド下腕神経叢ブロック腋窩アプローチ法における0.5%レボブピバカインの最小有効投与量の検討, 日本区域麻酔学会第2回学術集会, 群馬, 2015年4月
26. 古谷友則, 山本悠介, 小西純平, 廣瀬倫也, 加藤実, 鈴木孝浩: 超音波ガイド下腹横筋膜面ブロックの針先位置の違いによる知覚遮断効果範囲の検討: 婦人科卵巣嚢腫摘出術患者での検討, 日本麻酔科学会第62回学術集

会，兵庫，2015年5月

② 特別発表 2

1. 古谷友則、鈴木孝浩、柏井朗宏、小西純平、青野麻由、廣瀬倫也、加藤実、小川節郎：深部遮断を維持するロクロニウム 投与法の検討 — 年齢の影響 — （企業後援研究奨励賞 第2回 MSD Award 受賞講演），日本臨床麻酔学会第34回大会，品川，2014年11月
2. 古谷友則、鈴木孝浩、柏井朗宏、小西純平、青野麻由、廣瀬倫也、加藤実、小川節郎：深部遮断を維持するロクロニウム 投与法の検討 — 年齢の影響 — ，Nippon Neuromuscular Meeting 第5回 学術集会, 2015年4月

II 論文

① 原著論文 2 (筆頭 1)

1. Furuya T, Suzuki T, Kashiwai A, Konishi J, Aono M, Hirose N, Kato J, Ogawa S: The effects of age on maintenance of intense neuromuscular block with rocuronium. *Acta Anaesthesiol Scand* 2012;56:236-9.

2. Yoshida F, Suzuki T, Kashiwai A, Furuya T, Konishi J, Ogawa S: Correlation between cardiac output and reversibility of rocuronium-induced moderate neuromuscular block with sugammadex. *Acta Anaesthesiol Scand* 2011;56:83-7.

② 症例報告 3 (筆頭 3)

1. Furuya T, Suzuki T, Yokotsuka S, Kashiwai A, Yoshida F, Kato J, Ogawa S: Prolonged neuromuscular block after an accidental epidural injection of vecuronium. *J Clin Anesth* 2011;23:673.

2. Furuya T, Iida R, Konishi J, Kato J, Suzuki T. Anesthesia for Cesarean section in a patient with isolated unilateral absence of a pulmonary artery. *Rev Bras Anesthesiol* 2015,

doi:10.1016/j.bjan.2014.07.004.

3. 古谷友則、加藤実、鈴木孝浩：斜角筋間ブロックにより右前腕打撲後の上肢 CRPS の痛みが 軽減した 1 症例. 日本ペインクリニック学会誌 2015;22:31-

4.

③ 総説 なし

Ⅲ 著書 なし