超音波ガイド下神経ブロックの進歩 —腰神経叢～内転筋管ブロックと閉鎖神経ブロック—

中本達夫*

〔要旨〕 超音波解剖学の発展によって、腰神経叢とそれに由来する大腿神経、閉鎖神経、外側大腿皮神経、およびそれらの終枝のブロックは、より多くのアプローチが可能となった。腰神経叢は、Shamrock viewにより超音波画像上で周囲の解剖を鮮明に観察して実施できる。大腿神経は内転筋管ブロックまたは縫工筋下管アプローチにより、伏在神経とそれ以外の神経の分枝への効果を調節できる。閉鎖神経はその走行に基づいてさまざまなアプローチが報告された。下肢の神経ブロックは、術中鎮痛であれば中枢、術後鎮痛であればより末梢知覚枝を選択的に遮断する方法を選択できるようになってきた。

キーワード：腰神経叢ブロック、内転筋管ブロック、閉鎖神経ブロック

はじめに

腰神経叢ブロック (LPB) ならびにこれからなる終末枝のブロックは、超音波ガイド下手技の登場以前から、下肢手術の重要な麻酔・鎮痛法として国外ではその有用性が多く報告されてきた。実際、2000年前後すでにランドマーク法による神経刺激法でのLPBは人工股関節置換術 (THA) の術後鎮痛に有用であったし¹⁾、大腿神経ブロック (FNB) や閉鎖神経ブロック (ONB) は、膝関節手術の周術期の質を向上させることが報告されている^{2), 3)}。しかしながら、国内においては硬膜外鎮痛法がその長い歴史からも絶対的な市民権を有し、下肢手術に神経ブロック法が用いられることは一般的ではなかった。

2000年代に入り、超音波ガイド下神経ブロック (USGNB) の概念が導入され、さらには下肢人工関

節手術の周術期深部静脈血栓／肺塞栓の予防のために抗血栓療法が推奨されたことは、下肢術後鎮痛法を考える上での大きなターニングポイントとなった。

USGNBを用いることで、偶発的硬膜外血腫の危険性を回避できるだけでなく、患側に限局した強力な術後鎮痛が提供できることはもちろん、それまでの神経刺激法と比較しても、必要局所麻酔薬の減少、効果発現時間の短縮など、複数の神経ブロックが必要で、効果発現に時間を要する下肢神経ブロックにとっては、USGNBは福音以外の何物でもなかったと言える。

本稿では、USGNBの進歩、とりわけ腰神経叢に関連した領域について、アプローチ法やブロック法の選択、術後鎮痛における神経ブロックの位置付けなど最近10年間の変革についてまとめてみたい。

*関西医科大学麻酔科学講座

著者連絡先 中本達夫
〒573-1010 大阪府枚方市新町2-5-1
関西医科大学麻酔科学講座

図1 Shamrock viewを用いた超音波解剖(A)と描出を容易にするイメージ(B, C), 椎間孔レベルでの応用(D)

コンベックスプローブを中腋窩線腸骨直上にあてることでShamrock viewが得られる(A)。三つ葉(shamrock)やマンボウのように見える超音波像を目印にすると描出しやすい(B, C)。横突起間での走査では、椎間孔を通して硬膜や脊柱管内が観察でき、腰部神経根ブロックや経椎間孔硬膜外ブロックに応用可能である(D)。

I アプローチ法の進歩

1. Shamrock view を用いた腰神経叢ブロック

LPBは大腿神経、閉鎖神経、外側大腿皮神経の3神経を同時にブロックできる手技である。Winnieによって、鼠径部からの穿刺で3神経をブロックできる、いわゆる3 in 1 blockが報告されたが⁴⁾、その後の研究により実際には確実なブロックとしては大腿神経と外側大腿皮神経の2神経にとどまることが知られており、後方(腰部)からのLPBが真の3 in 1 blockと言える⁵⁾。ランドマーク法による神経刺激法でのLPBでは、第3あるいは第4腰椎横突起

に針先を進めることが最初のステップであるが⁶⁾、横突起に対する針先の位置や針の進む方向を知ることができないため、適切な筋収縮を得るのに時間を要することも少なくなかった。

Kirchmairによって、コンベックスプローブを用いたLPBが報告され、横突起のみならず、腰神経叢の存在する大腰筋の描出も容易に可能となったが⁷⁾、横突起の音響陰影によって腰神経叢の存在する大腰筋後内側部が十分に描出されないことや針の描出が不鮮明であることが問題であった。

Sauterによって報告された、腰部側腹部にコンベックスプローブを置き、外側から腰椎横突起の長

軸方向に平行に超音波を走査する Shamrock view では、横突起による音響陰影は大腰筋の描出を妨げることなく、腰部に垂直に穿刺した針は、ほぼ垂直に超音波を受けるため超音波画像上も極めて鮮明に描出されるという利点がある(図1A)。

横突起を茎に見立てた場合、それを取り囲む大腰筋、腰方形筋、脊柱起立筋が三つ葉のように超音波画像上見えることから Shamrock の名がつけられている(図1B)。腰椎椎体と横突起のアウトラインを見るとマンボウのシルエットにも見える(図1C)。

穿刺に際しては、横突起の見える走査面では針の進行を妨げるため、横突起間での椎体外側面の突出を目印にする方が良いとの報告もある⁸⁾。

この走査面では、椎間孔を通じて脊柱管内の硬膜などの構造が観察でき、超音波ガイド下での腰部神経根ブロックや経椎間孔硬膜外ブロックへの応用が可能である(図1D)。

2. 内転筋管ブロック(ACB)

人工膝関節置換術(TKA)に代表される膝関節手術の術後鎮痛にFNBは強力な鎮痛を提供することから、FNBはTKA術後鎮痛の第1選択と言っても過言ではなかったが、同時に大腿四頭筋運動枝の遮断によって、転倒リスクが増大するとの報告もなされた⁹⁾。大腿骨幹部中央レベルの縫工筋下での大腿動脈外側コンパートメント(広義の内転筋管=縫工筋下管 subsartorial canal: SSC)への局所麻酔薬の注入により、FNBと鎮痛効果に有意差がなく、大腿四頭筋の等尺性最大筋収縮能がより保たれることが示されてから¹⁰⁾、ACBはにわかに脚光を浴び、TKA術後鎮痛法としての有用性を示す多くの研究がその後も報告されている¹¹⁾。

内転筋管は厳密には内側広筋と大内転筋、そしてこれらを結ぶ広筋内転筋間膜(vasto-adductor membrane: VAM)で囲まれた空間を指し、近位端は大腿三角の下端とほぼ一致する(図2, 図3)¹²⁾。遠位端は内転筋腱裂孔へと続き、最近の報告では、これを通じた局所麻酔薬の広がり、伏在神経ブロッ

図2 大腿三角(FT)と広筋内転筋間膜(VAM)ならびに大腿神経・伏在神経走行確認のためのプローブポジション

FTは鼠径靱帯・縫工筋内縁・長内転筋内縁を三辺とする三角形で、縫工筋下管はFTの外である点に注意が必要。

VAMは内側広筋と大内転筋を結ぶ膜状構造で、VAM下部の管状構造が狭義の内転筋管である。

ック以外の効果ももたらしているとされている¹³⁾。

3. 近位閉鎖神経ブロック¹⁴⁾

個人的見解では、閉鎖神経ブロック(ONB)は麻酔科医にとって、最も馴染みの深い神経ブロックの一つである。超音波ガイド下での手技が導入された早期に、前枝と後枝に分枝した遠位レベルでのONBがFujiwaraによって報告されている¹⁵⁾。遠位ONBでは、内転筋収縮の抑制や膝関節の鎮痛目的では利用可能であるが、股関節への関節枝は閉鎖管から骨盤外へ出てすぐの近位ONBでなければ遮断できない。

近位ONBに関してはTahaをはじめ、LinやYoshidaによって複数のアプローチが報告されている^{16)~18)}。いずれの方法も、閉鎖神経が閉鎖管から骨盤外に出る恥骨筋と外閉鎖筋の筋膜間コンパートメントを目標とする方法で、1カ所での局所麻酔薬注入で本幹

図3 大腿神経から内転筋管にかけての超音波解剖の変化

図2①～⑥のプローブ位置に対応した超音波画像(A～F)．A：鼠径溝(大腿骨頭)レベル，B：大腿深動脈分岐部レベル，C：縫工筋内縁＝大腿動脈レベル(大腿三角外縁)，D：縫工筋下管レベル，E：縫工筋内縁＝長内転筋内縁レベル(大腿三角頂点)，F：内転筋管レベル
大腿骨頭のレベルで腸腰筋表面に存在する大腿神経は(A)，大腿深動脈の分岐レベルで伏在神経枝が分枝し(B)，縫工筋内縁が大腿動脈に接するレベルでは大腿動脈外側に伏在神経と内側広筋枝が併走する(C)．これらは縫工筋下管を下降し(D)，縫工筋内縁と長内転筋内縁が一致する大腿三角の頂点のレベルでは内側広筋枝は縫工筋下管から内側広筋と縫工筋の筋膜間へと出て行く(E)．内側広筋と大内転筋を結ぶ広筋内転筋間膜を確認できる内転筋管レベルでは伏在神経のみが存在する(F)．

*：伏在神経，**：内側広筋枝，ALM：長内転筋，AMM：大内転筋，FA：大腿動脈，FH：大腿骨頭，FN：大腿神経，IPM：腸腰筋，PFA：大腿深動脈，PM：恥骨筋，SM：縫工筋，VAM：広筋内転筋間膜，VMM：内側広筋

のブロックが可能となる．

このレベルでの薬液注入は，cadaverでは閉鎖管

内にまで到達することが確認されており，股関節手術など，関節包内側に侵襲の加わる手術の周術期の

図4 人工膝関節手術の術後鎮痛法にみる経時的変遷

時代とともに、より限局的な鎮痛領域となる鎮痛法が開発・普及してきた。

○で囲った部分：鎮痛法の及ぼす鎮痛領域

疼痛管理に有用である。

Ⅱ ブロック法の選択

前述の通り、膝関節の術後鎮痛法としてFNBが優れた鎮痛効果をもたらすことに疑いの余地はない。しかしながら、大腿四頭筋への運動枝も遮断されるため、その使用に際しては患者やスタッフへの教育を含めて、転倒対策を十分に行う必要がある。

近年、遺体を用いた anatomical study によって、膝関節への知覚神経の分布や伏在神経と閉鎖神経の末梢レベルでの交通や内転筋管から内転筋腱裂孔を介した膝窩部への交通などさまざまな知見が得られている¹⁹⁾。

さらには、膝関節への分布を有する大腿神経内側広筋枝は、VAMの下部すなわち狭義の内転筋管よりも中枢側でSSCから出て行き、伏在神経膝蓋下枝もVAMを貫通することが報告されている²⁰⁾。

これらのことから、局所麻酔薬を大腿神経本幹、

大腿三角部、縫工筋管、内転筋管のいずれに広げるかによって、もたらされる知覚神経の遮断領域や大腿四頭筋の筋力低下の程度が異なってくることがわかる。

また、大腿ターニケットを使用する手術麻酔に適した遮断領域と術後鎮痛に必要な領域もまた異なるため、目的に応じたブロックの選択が重要である。

Ⅲ 下肢手術における神経ブロックの位置付け

上肢や体幹の神経ブロックと比較した際に、下肢の神経ブロックで一番問題となるのは、筋力低下に伴う転倒リスクが増す可能性があることである。実際のところ、術後の転倒とUSGNBの関連については大規模コホート研究によってその因果関係は否定されているものの²¹⁾、下肢USGNB施行患者が術後転倒した場合に、誰もがその原因として疑いを持つのではないだろうか。

このような流れから、下肢手術における神経プロ

ックは、手術麻酔として用いるのか術後鎮痛として用いるのかを明確にし、基本的には手術麻酔目的であればより中枢からしっかりと遮断を行い、術後鎮痛目的であればより末梢で知覚神経を選択的に遮断する方法を選択すべきであり、神経ブロックは multimodal approach を構成する一つの要素と考えるのが適当であろう (図4)²²⁾。

そういう意味では、USGNBのみならず、iPACK (infiltration between the popliteal artery and capsule of the knee) のような超音波ガイド下に実施する関節周囲への局所麻酔薬の浸潤も、今後は術後鎮痛における重要な位置付けとなるかもしれない²³⁾。

まとめ

USGNBの発展によって、腰神経叢ならびにこれに由来する各神経のブロックはより多くのアプローチで確実に実施可能となった。しかしながら内転筋管ブロックをはじめ、より末梢への薬液の広がりによる周囲の神経との関連や遮断については、まだ完全には合意を得たとは言えない。

今後、下肢のUSGNBのさらなる研究発展により、この領域のさらなる知見が得られることを期待している。

参考文献

- 1) Stevens RD, Van Gessel E, Flory N, et al. : Lumbar plexus block reduces pain and blood loss associated with total hip arthroplasty. *Anesthesiology* 93 : 115-121, 2000
- 2) Singelyn FJ, Deyaert M, Joris D, et al. : Effects of intravenous patient-controlled analgesia with morphine, continuous epidural analgesia, and continuous three-in-one block on postoperative pain and knee rehabilitation after unilateral total knee arthroplasty. *Anesth Analg* 87 : 88-92, 1998
- 3) Chelly JE, Greger J, Gebhard R, et al. : Continuous femoral blocks improve recovery and outcome of patients undergoing total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 16 : 436-445, 2001
- 4) Winnie AP, Ramamurthy S, Durrani Z : The inguinal paravascular technic of lumbar plexus anesthesia : the "3-in-1 block". *Anesth Analg* 52 : 989-996, 1973
- 5) Marhofer P, Nasel C, Sitzwohl C, et al. : Magnetic resonance imaging of the distribution of local anesthetic during the three-in-one block. *Anesth Analg* 90 : 119-124, 2000
- 6) Capdevila X, Macaire P, Dadure C, et al. : Continuous psoas compartment block for postoperative analgesia after total hip arthroplasty : new landmarks, technical guidelines, and clinical evaluation. *Anesth Analg* 94 : 1606-1613, 2002
- 7) Kirchmair L, Entner T, Kapral S, et al. : Ultrasound guidance for the psoas compartment block : an imaging study. *Anesth Analg* 94 : 706-710, 2002
- 8) Lin JA, Lee YJ, Lu HT : Finding the bulging edge : a modified shamrock lumbar plexus block in average-weight patients. *Br J Anaesth* 113 : 718-720, 2014
- 9) Kandasami M, Kinninmonth AW, Sarungi M, et al. : Femoral nerve block for total knee replacement - a word of caution. *Knee* 16 : 98-100, 2009
- 10) Jæger P, Zaric D, Fomsgaard JS, et al. : Adductor canal block versus femoral nerve block for analgesia after total knee arthroplasty : a randomized, double-blind study. *Reg Anesth Pain Med* 38 : 526-532, 2013
- 11) Hussain N, Ferreri TG, Prusick PJ, et al. : Adductor Canal Block Versus Femoral Canal Block for Total Knee Arthroplasty : A Meta-Analysis : What Does the Evidence Suggest? *Reg Anesth Pain Med* 41 : 314-320, 2016
- 12) Wong WY, Bjørn S, Strid JM, et al. : Defining the Location of the Adductor Canal Using Ultrasound. *Reg Anesth Pain Med* 42 : 241-245, 2017
- 13) Runge C, Moriggl B, Børglum J, et al. : The Spread of Ultrasound-Guided Injectate From the Adductor Canal to the Genicular Branch of the Posterior Obturator Nerve and the Popliteal Plexus : A Cadaveric Study. *Reg Anesth Pain Med* 42 : 725-730, 2017
- 14) Yoshida T, Nakamoto T, Kamibayashi T : Ultrasound-Guided Obturator Nerve Block : A Focused Review on Anatomy and Updated Techniques. *Biomed Res Int* 2017 : 7023750, 2017
- 15) Fujiwara Y, Sato Y, Kitayama M, et al. : Obturator nerve block using ultrasound guidance. *Anesth Analg* 105 : 888-889, 2007
- 16) Taha AM : Brief reports : ultrasound-guided obturator nerve block : a proximal interfascial technique. *Anesth Analg* 114 : 236-239, 2012
- 17) Lin JA, Nakamoto T, Yeh SD : Ultrasound standard for obturator nerve block : the modified Taha's ap-

- proach. Br J Anaesth 114 : 337-339, 2015
- 18) Yoshida T, Onishi T, Furutani K, et al. : A new ultrasound-guided pubic approach for proximal obturator nerve block : clinical study and cadaver evaluation. Anaesthesia 71 : 291-297, 2016
- 19) Burckett-St Laurant D, Peng P, Girón Arango L, et al. : The Nerves of the Adductor Canal and the Innervation of the Knee : An Anatomic Study. Reg Anesth Pain Med 41 : 321-327, 2016
- 20) Bendtsen TF, Moriggl B, Chan V, et al. : The Optimal Analgesic Block for Total Knee Arthroplasty. Reg Anesth Pain Med 41 : 711-719, 2016
- 21) Memtsoudis SG, Danninger T, Rasul R, et al. : Inpatient falls after total knee arthroplasty : the role of anesthesia type and peripheral nerve blocks. Anesthesiology 120 : 551-563, 2014
- 22) Rawal N : Current issues in postoperative pain management. Eur J Anaesthesiol 33 : 160-171, 2016
- 23) Thobhani S, Scalercio L, Elliott CE, et al. : Novel Regional Techniques for Total Knee Arthroplasty Promote Reduced Hospital Length of Stay : An Analysis of 106 Patients. Ochsner J 17 : 233-238, 2017

Advances in Ultrasound-guided Nerve Block : Lumbar Plexus and Related Nerve Blocks

Tatsuo NAKAMOTO

Department of Anesthesiology, Kansai Medical University

The development of ultrasound anatomy has led to various approaches such as the shamrock view for lumbar plexus block, adductor canal block, and subsartorial canal approach for saphenous nerve and some branches block, and several approaches for obturator nerve block. Peripheral nerve block should be performed at more distal sites to prevent the motor weakness for postoperative pain and lower extremities pain.

Key Words : Lumbar plexus block, Adductor canal block, Obturator nerve block

The Journal of Japan Society for Clinical Anesthesia Vol.38 No.2, 2018