

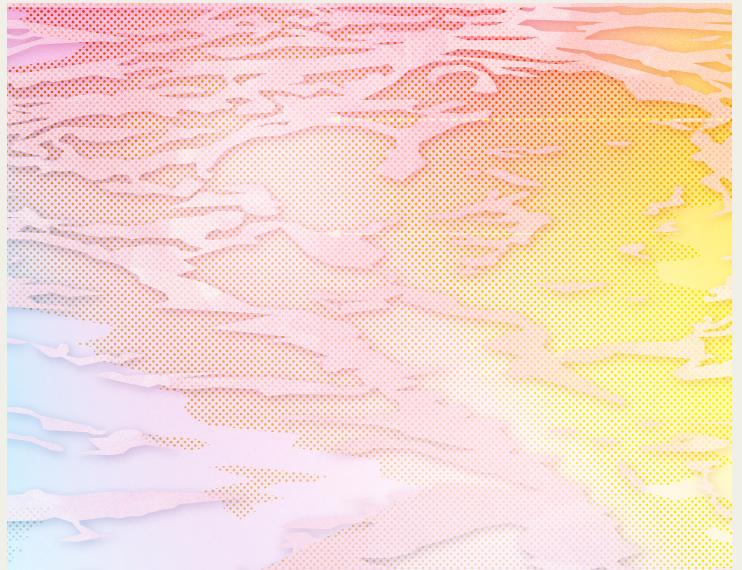
こだわる!

神経ブロック

上肢

札幌医科大学医学部 山蔭道明【監修】
麻酔科学講座教授

札幌医科大学医学部 汲田 翔【編著】
麻酔科学講座



Committed to
Nerve Blocking
Upper Extremity

中外医学社

巻頭言

超音波装置の進歩に伴って、周術期における神経ブロック法は格段に普及し、手術を受けられる患者さんの術後鎮痛に大きく寄与する結果となりました。それに伴って、日本区域麻酔学会をはじめとして、多くの学会ではセミナーやワークショップが盛況となり、日本麻酔科学会会員の知識と技術の向上に寄与しています。テキストなども、ある団体や個人から、さらに超音波装置や局所麻酔薬を扱う担当会社からも多くの指南書が発刊され、会員の益するところとなっています。

これだけ情報が多く提供されている環境の中、今回は「上肢」の神経ブロックに特化した著書の発刊に挑戦してみました。先人達の歴史にも言及し、また Cadaver 所見も加えるなど、上肢の神経ブロックを深掘りした形を模索してみました。ゲラ原稿を読み直してみて、“上肢のブロックは得意！”と思っていた自分でも、あらためて大変勉強になる内容でした。是非、本著を手にしていただき、新たな知見を得ていただければ、監修者として望外の喜びです。

上肢に特化した著書を発刊したわけですから、シリーズとして「体幹部」、「下肢」、そして「頭頸部」なども発刊したいと考えております。このシリーズ企画も、本著の評判に依るところが大きいと思いますので、是非ご意見をいただければと思います。

当講座では今までも何冊かの著書を発刊してきました。読者の知見や技術向上に結びつくのはもちろん、ここから湧いてくる研究マインドに火をつけ、さらなる患者の安全や QOL 向上に資する研究活動に繋がることを期待しております。是非、何らかの研究ヒントを得ていただければ幸いです。

2023年3月吉日、コロナ禍の収束を願って……

札幌医科大学医学部麻酔科学講座 教授
山 蔭 道 明

序 文

神経ブロック領域では、日々新しい知見が生まれています。

「新しいブロック」

「目標点は同じだけど、より確実なアプローチ法」

「合併症を少なくする、より安全な局所麻酔薬の使い方」などなど。

超音波機器がこの10年で格段に改良されてきたのと同様に、神経ブロックの知識も技術も洗練されてきていると感じています。同じブロックでも、アプローチ法や局所麻酔薬の使い方はずいぶんと変わってきました。そして、より質の高い鎮痛を提供することが麻酔科医には求められていると感じています。

新たな知見を全て把握するのは大変なことなので、皆さんが「神経ブロックについてアップデートしたい!」と思った時にお手伝いできる本があればと考えたのが本書の趣旨です。いきなり全部は難しいので「上肢の超音波ガイド神経ブロック」に絞って解説しました。

解説は、4つの観点からしてみました。

1. 腕神経叢ブロック各アプローチについて、始まりの歴史からここ5年くらいの文献まで
2. 整形外科視点での術式ポイント・適応・合併症などについて
3. 初心者からベテラン麻酔科医までの、あらゆる臨床上の疑問について
4. 局所麻酔薬の広がりや三次元的にイメージできるよう、キャダバーを用いたブロックについて

気になるところから目を通してください。体位や穿刺法も、局所麻酔薬の投与方法も、そして執筆いただいた専門家の先生が気を使っているポイントも、本当にさまざまなところに「こだわって」いて、進化してきたことがわかると思います。そして、神経ブロックが上手くなるためには「小さなことにもこだわる」ことがとても大切だと思っています。

神経ブロックをする際に、「指導者が近くにいてくれたら」と感じたことはありませんか。私はたくさんありました。本書がそんな方の助けとなり自信を持ってブロックできるお手伝いできれば、編者・著者としてこれほど嬉しいことはありません。

この活動を私に任せて監修いただいた山蔭道明教授、トラブルがあっても前向きに私の要望に応え続けていただいた中外医学社の上岡里織様、笹形佑子様、画像作成のために素晴らしい超音波装置を用意していただいたコニカミノルタジャパンの堀章大様、各分野の担当をいただいた神経ブロックに情熱を注ぐ執筆者の皆様、そして本を書くことが決まったときから喜んで支えてくれた読書好きの家族に感謝して、序文を締めたいと思います。

2023年3月

札幌医科大学医学部麻酔科学講座

汲田 翔

1 | 腕神経叢の臨床解剖

① 腕神経叢を構成する神経

腕神経叢は一般に脊髄神経 C5 から T1 の腹側枝で形成される **図 1** が、C4 や T2, T3 神経から供給される人も 15~73%いることがわかっている^{1,2)}。ちなみに横隔神経は C3, C4, C5 に由来するが、20%の症例では完全に腕神経叢の神経根に由来する¹⁾。腕神経叢は合流と分岐を繰り返しながら末梢枝が知覚・運動を支配する **図 2** が、まずは臨床につながるポイントから理解するとよいかもしれない。

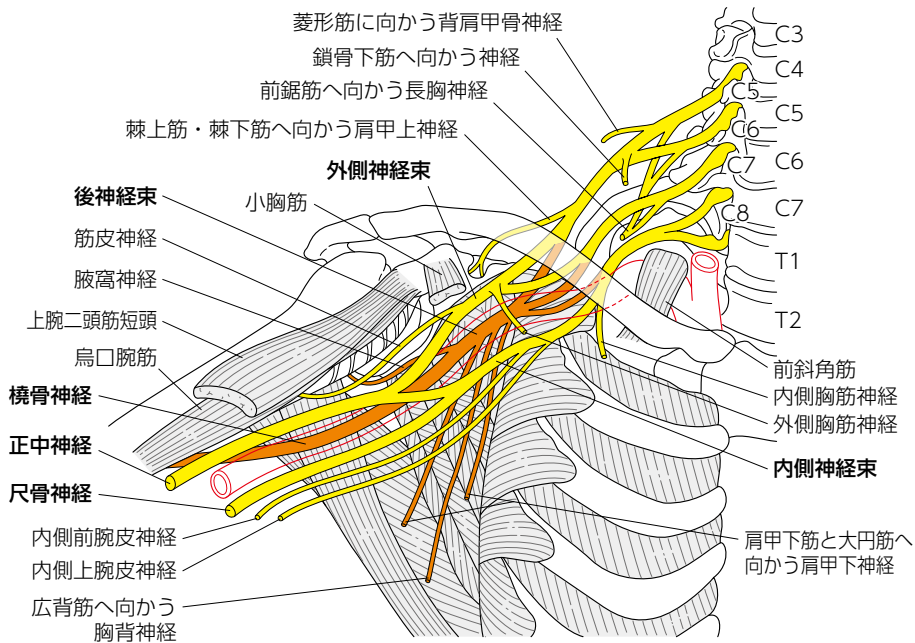


図 1 腕神経叢の合流と分岐 1

末梢枝	神経束	神経幹	神経根
筋皮 (C5 - C7)	外側	上	C5
腋窩 (C5 - C6)			C6
正中 (C6 - T1)	後	中	C7
橈骨 (C5 - T1)			C8
尺骨 (C8 - T1)	内側	下	T1

図 2 腕神経叢の合流と分岐 2

② 理解するポイント

- C5 と 6 が合流して上神経幹を形成する（上神経幹の起源を理解する）
- 全ての神経幹は前枝と後枝に分かれる
- 全ての後枝が合流して後神経束を形成する
- 下神経幹の前枝が内側神経束を形成する
- 腋窩神経は C5 と C6 からの支配を受ける
- 尺骨神経は C8 と T1 からの支配を受ける（斜角筋間アプローチでは尺側効果不十分となりやすい）

③ 末梢枝以外の分枝

腕神経叢末梢枝までに至る途中で分枝を出している **表 1**。これらの神経は筋肉を支配したり関節知覚を支配したり、はたまた皮膚知覚を支配したりさまざまである。これらの理解は、神経刺激器使用時の運動反応の理解や術式ごとのブロック適応の理解につながるので、これもぜひ押さえておいてほしい。

表 1 末梢枝以外の腕神経叢分枝

神経	分岐位置	由来する脊髄神経	支配領域
肩甲骨神経	C5	C5	肩甲骨筋, 菱形筋
長胸神経	C5-C7 の腹側枝	C5-C7	前鋸筋
肩甲上神経	上神経幹	C5-C6	棘上筋, 棘下筋, 肩甲上腕関節後面 , 肩鎖関節, 肩峰下滑液包
外側胸筋神経	外側神経束	C5-C7	大胸筋, 小胸筋, 肩鎖関節, 肩甲上腕関節前面
内側胸筋神経	内側神経束	C8-T1	大胸筋, 小胸筋
肩甲下神経	後神経束	C5-C6	肩甲下筋, 大円筋, 肩鎖関節, 肩甲上腕関節前面
胸背神経	後神経束	C6-C8	広背筋
内側上腕皮神経	内側神経束	C8-T1	上腕内側部皮膚
内側前腕皮神経	内側神経束	C8-T1	前腕内側部皮膚

表 2 末梢枝の支配領域

神経	皮膚支配	筋支配	骨・関節支配
筋皮 前腕外側	腕の屈筋 (上腕二頭筋, 上腕筋, 烏口腕筋)		肘関節 (腕橈関節, 腕尺関節) 近位橈尺関節
腋窩 肩, 上腕外側	三角筋, 小円筋		上腕骨近位部 肩甲上腕関節前面 , 肩鎖関節
正中 手掌外側	前腕の屈筋 (橈側手根屈筋, 長掌筋) 方形回内筋, 円回内筋, 指の屈筋		橈骨・尺骨骨幹部 肘関節 (腕橈関節, 腕尺関節) 手首・手関節
橈骨 上腕・前腕後外側 手背外側	腕と前腕の伸筋 (上腕三頭筋, 橈側手根伸筋, 回外筋, 尺側手根伸筋), 腕橈骨筋, 指の伸筋, 母指外転筋		上腕骨, 橈骨, 尺骨 肘関節 (腕橈関節, 腕尺関節) 橈尺関節, 橈骨手根関節
尺骨 手の内側	尺側手根屈筋, 母指内転筋, 内側の深指屈筋		上腕骨, 尺骨, 尺側手関節, 肘関節 (腕橈関節, 腕尺関節)

3 | 斜角筋間アプローチ

① 総説

腕神経叢の神経根レベルに作用し、肩関節手術に対する神経ブロックとして一般的である。頸部は重要臓器・神経が多く合併症リスクの高いアプローチ法であり、横隔神経麻痺は必発の合併症である。超音波ガイド法が普及すると、ランドマーク法と比較して少量の局所麻酔薬でブロックできるようになってきた。合併症を抑えるためには、局所麻酔薬の「量」「濃度」「投与位置」を工夫する必要がある。

② 効果範囲

- 神経根レベル: C5-7
- 神経幹レベル: 上・中神経幹
- 頸神経叢の一部

③ 適応

肩関節, 上腕骨近位部, 鎖骨遠位手術

④ 合併症

横隔神経麻痺, 椎骨動脈穿刺, 硬膜下・くも膜下注入, 反回神経麻痺, ホルネル症候群, 長胸神経・肩甲骨神経障害, Bezold-Jarisch 反射 (血圧低下)

⑤ 体位

- (半) 側臥位
- 10°程度の半座位+穿刺する側の肩枕挿入

⑥ 体表のランドマーク

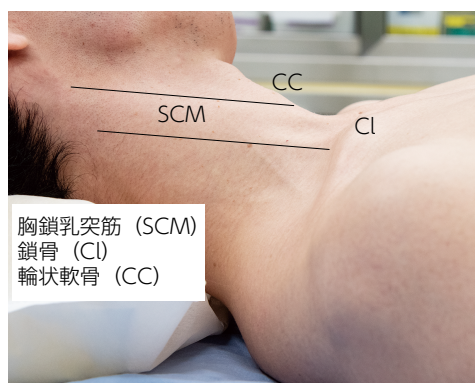


図1 体表のランドマーク

⑦ 穿刺時の写真



図2 穿刺時の写真

8 超音波解剖

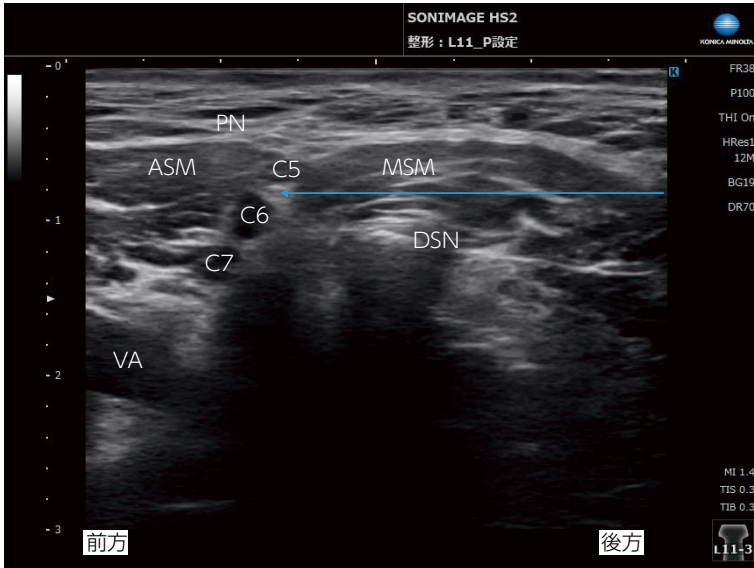


図3 超音波解剖

ASM (前斜角筋), MSM (中斜角筋), VA (椎骨動脈), PN (横隔神経), DSN (肩甲骨背神経)

9 描出のポイント

- 輪状軟骨レベルで胸鎖乳突筋外側縁にプローブを当てる
- C7 横突起確認後にプローブを尾側にスライドさせ、C7 横突起の見えない画面を出す
- 低エコー領域の C5 から C7 が「1 列に縦に並ぶように」描出すると穿刺しやすい
- 神経根を探すのが難しいときは鎖骨上レベルから近位に戻りながら探す

10 穿刺のポイント

- 患者を側臥位にして平行法で外側（後方）から穿刺する方法が普及している
- この穿刺法であれば針をプローブに対して垂直に操作できる（超音波画面の水平方向に動かせる）ので針の描出が容易である
- 中斜角筋内に高エコー性の肩甲骨背神経および長胸神経を認めることがあり、針で損傷しないよう注意する
- 中斜角筋筋膜を針で貫かなくても術後鎮痛に十分な効果は得られる

11 薬液投与のポイント

- 腕神経叢周囲に 5~10 mL の薬液を投与する
- 頸神経叢（横隔神経・鎖骨上神経）が近いため、同時に遮断されることが多い
- C6 および C7 は末梢で分岐するように見えることが多いが、C6-6 間や C7-7 間で薬液投与すると神経内注入となる可能性があるため、C5-6 間や C6-7 間で投与する

12 カテーテル挿入のポイント

- 針先端が目的の場所まで到達したら、局所麻酔薬または生理食塩水を投与しカテーテルを挿入する空間を作る

肩関節手術はあらゆる整形外科手術の中でも「最も強い術後痛をもたらす手術の中の1つ」といわれており、効果的な鎮痛が必要とされる。合併症の危険も高いので皆さんもさまざまな工夫をしていることと思う。我々がコントロールできるのは局所麻酔薬の「量」「濃度」「投与位置」に大別できる。解決につながるヒントを探すために、それぞれ文献に当たってみる。

また斜角筋間ブロックに限らないが、横隔神経麻痺を起こさないようなブロックをする上で個人的に重要視しているのは「薬液投与速度をできるだけゆっくりにする」ということである。超音波画面で薬液の広がりを確認しながら注入圧を下げたゆっくり投与すると不要な薬液の広がりを抑えることができると考えているが、このことに関して検討した研究は見つけることができなかった。

▶ 局所麻酔薬の量

かつての神経刺激器のみを用いたランドマーク法では局所麻酔薬を15~20 mLほど投与していた。しかし現代の超音波ガイド法では神経根・針・血管などの重要臓器・局所麻酔薬の広がりを可視化すれば薬液投与量はより少量で十分であるばかりか、多すぎると不要な合併症を引き起こすことがわかってきた。

肩関節手術を受ける患者に対して0.25%レボピバカイン 10 mL または 20 mL を無作為に割り付けて投与したRCTでは、10 mL 投与後の疼痛スコアは20 mL 投与後よりも悪化することなく横隔神経麻痺の発生数を減少させた（仰臥位患者: 6/24 vs. 23/24, 座位患者: 4/24 vs. 23/24, いずれも $p < 0.001$ ）。また、10 mL 投与群では合併症を起こした患者はいなかったが、20 mL 投与群は7名の患者が合併症（呼吸器合併症: 4, 術後嘔気嘔吐: 2, ホルネル症候群: 1）を起こした⁵⁾。

筆者の経験からも、適切な手技で投与すれば腕神経叢周囲に薬液を広げるには10 mL もあれば十分であると感じている。

ただし、投与量が5 mL でも横隔神経への影響を完全に防ぐのは難しいようだ。

0.75%ロピバカインと造影剤を用いた研究で、5 mL 投与群でも横隔神経麻痺は約25%に発生し、約13%は硬膜外まで広がった

とのことであった⁶⁾。

▶ 局所麻酔薬の濃度

「濃度」が横隔神経麻痺と鎮痛効果に与える影響も検討されている。

腱板修復の肩関節鏡手術を受ける患者に対して0.1%または0.2%ロピバカイン 20 mL を二重盲検で割り付けて投与したRCTでは、0.2%投与後の努力性肺活量 (FVC) および1秒量 (FEV₁) は0.1%投与群と比較してともに有意に減少した（平均FVC減少率: 33.4% vs. 22%, $p=0.03$, 平均FEV₁減少率: 28% vs. 20%, $p=0.04$ ）。72時間後までの総オピオイド消費量は0.2%群で有意に少なくなり（平均コデイン換算量: 55 mg vs. 102 mg, $p=0.02$ ）、ブロック持続時間は0.2%群で有意に長くなった（平均: 18時間 vs. 11.9時間, $p=0.04$)⁷⁾。

同様の研究で、腱板修復術を受ける患者に対して0.25%または0.125%ピバカイン 20 mL を投与した二重盲検RCTでは0.25%群では横隔神経麻痺発生率が上昇し（78% vs. 21%, $p < 0.01$ ）酸素飽和度も低下した（4.3% vs. 2.6%, $p=0.02$ ）が、患者満足度とオピオイド消費量には有意差を認めなかった⁸⁾。