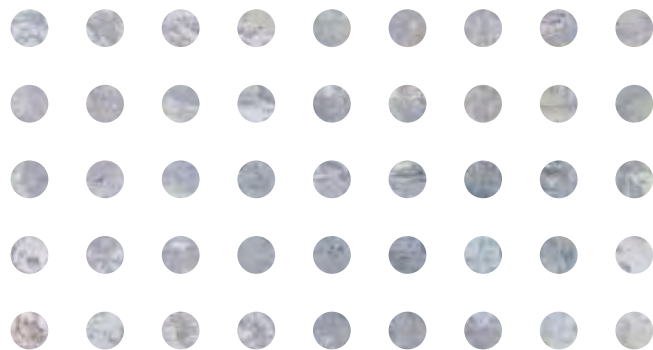


新戦略に基づく
麻酔・周術期医学



麻酔科医のための 区域麻酔スタンダード

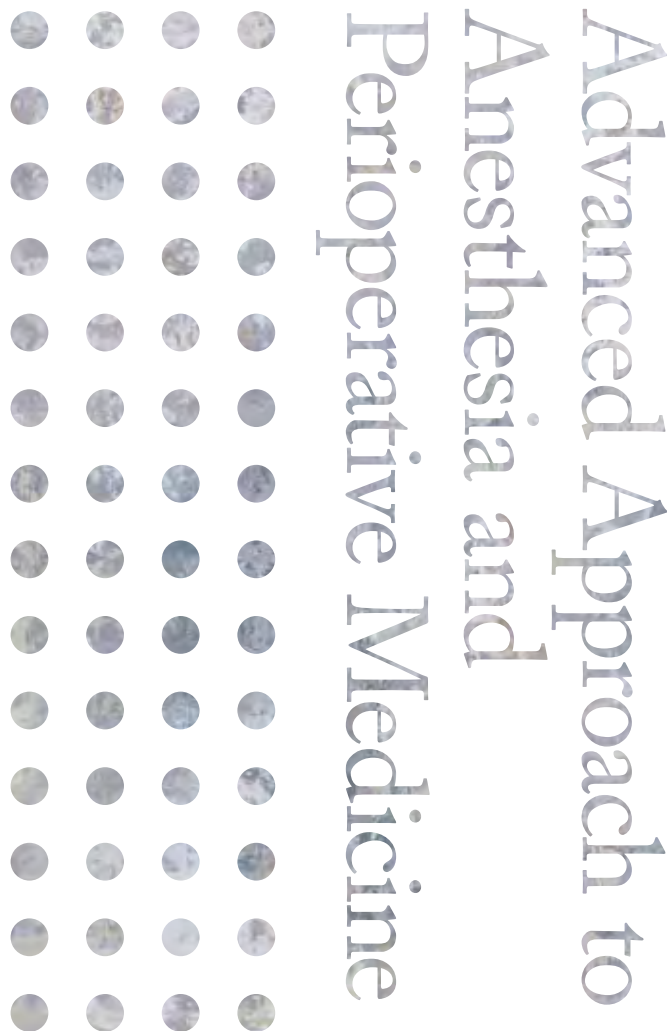
専門編集●横山正尚 高知大学

監修●森田 潔 岡山大学

編集委員●川真田樹人 信州大学

廣田 和美 弘前大学

横山 正尚 高知大学



Advanced Approach to
Anesthesia and
Perioperative Medicine

中山書店

序

《新戦略に基づく麻酔・周術期医学》シリーズの7冊目として、『麻酔科医のための区域麻酔スタンダード』を刊行できることは編者としてもうれしい限りである。本書もシリーズ既刊と同様に、できるだけ最新のエビデンスを取り入れ、麻酔科医にとって日常臨床に必要な周術期医学をコンパクトにまとめることを編集の基本とした。また図表を充実させ、必要に応じてトピックスの項目を加えるなど、内容を整理しやすくする工夫にも心がけた。忙しい臨床業務の中で必要な章だけを読んでも、前後の章に関係なく理解できるように編集している。

さて、本書『麻酔科医のための区域麻酔スタンダード』は、最近の麻酔科領域で最も注目を浴びている区域麻酔に焦点を当てた。古くから施行されてきた区域麻酔が一気に注目を浴びるようになった背景には多くの要因がある。硬膜外麻酔による優れた術後疼痛管理の可能性とともに周術期におけるストレス反応の抑制など、全身麻酔に比べて区域麻酔の優位性が明らかになってきたことは大きな一因である。その一方で、周術期管理における抗凝固療法の一般化が区域麻酔の安全性ならびに適応に関して、重要な課題となったことも区域麻酔が関心を集める要因である。そして、今まさに末梢神経ブロックを中心とした超音波ガイド下神経ブロックが麻酔科医にとって必須の手法となったことが、この領域に一大ブームをもたらした。この背景には、超音波装置の革新的な技術進歩およびその使用法の改善が多大な貢献を果たした。

本書では麻酔科にとって必要な区域麻酔の総論、各論はもちろん、末梢神経ブロックに用いる器機の基本的事項を理解しやすいようにまとめている。また、区域麻酔の中でも最も麻酔科医が頻用する脊髄くも膜下ブロックおよび硬膜外ブロックに関しては最新的话题を提供し、今後の日常臨床に役立つように工夫している。さらに将来的に応用が多くなると期待される小児手術、帝王切開術ならびに無痛分娩、そして意識下開頭術での区域麻酔の可能性についても解説している。

本書は、以上のような観点からも新戦略に基づいた情報をコンパクトな一冊としてまとめている。是非、皆さまの臨床の傍らに常に置いて頂ける一冊となれば、編者としてはこの上ない幸せである。

2015年9月

高知大学医学部麻酔科学・
集中治療医学講座教授
横山正尚

CONTENTS

1章 区域麻酔総論

- 1-1 なぜ今、区域麻酔か？河野 崇, 横山正尚 2
- ① 時代が求める麻酔法 2 / ② 周術期における区域麻酔の目的 3 / ③ 周術期における区域麻酔の利点・意義 4 / ④ 周術期における区域麻酔の展望・課題 6
- Topics 術後認知機能障害 4
- Topics 遷延性術後痛 4
- Topics 周術期の免疫機能 5
- 1-2 区域麻酔の歴史高畑 治, 岩崎 寛 8
- ① 局所麻酔薬の歴史 8 / ② regional anesthesia の歴史 9 / ③ 脊髄くも膜下麻酔について 9 / ④ 硬膜外麻酔について 12
- Column 脊麻こぼれ話 10
- Column Jacoby 線 11
- Column 思春期における脊麻の特徴 12
- 1-3 痛みの伝導機構と区域麻酔川真田樹人, 峰村仁志 15
- ① 侵害受容性疼痛 15 / ② Nav と区域麻酔 19
- 1-4 区域麻酔の種類藤原祥裕 22
- ① さまざまな種類の区域麻酔 22 / ② 神経あるいは薬剤投与部位の同定法による分類 23 / ③ 薬剤投与時間による分類 24 / ④ 遮断する神経機能による分類 24 / ⑤ ブロックに用いる薬剤などによる分類 25 / ⑥ ブロック部位による分類 25

2章 区域麻酔で使用する薬剤

- 2-1 臨床に役立つ局所麻酔薬の基礎西川精宣 30
- ① 局所麻酔薬の構造と種類 30 / ② 局所麻酔薬の作用機序 33 / ③ 患者の病態と薬物動態からみた局所麻酔薬の効果の違い 34 / ④ 実際の使用 35 / ⑤ アレルギー反応 37
- Column QX-314 による痛覚選択的遮断 35

2-2	局所麻酔薬の上手な使い方	齋藤 繁, 中島邦枝, 戸部 賢, 高澤知規, 堀内辰男	39	
	① 局所麻酔薬開発の歴史的経緯	39	② 日本における局所麻酔薬の上手な使い方の例	40
	③ 局所麻酔薬の使用場面と使用時のさまざまな工夫	40	④ 局所浸潤性に応じた使い分け	41
	⑤ 作用時間に応じた使い分け	43	⑥ 局所麻酔薬アレルギーと使い分け	44
	Tips 皮下浸潤麻酔での針刺入時のコツ	43		
2-3	局所麻酔薬中毒を知る	田村貴彦, 横山正尚	46	
	① 局所麻酔薬の作用機序	46	② 局所麻酔薬中毒の原因と症状	48
	③ 局所麻酔薬中毒の分類	48	④ 局所麻酔薬中毒を発生させないために	49
	⑤ 局所麻酔薬中毒の治療と対応	49	⑥ 局所麻酔薬中毒と神経原性ショック, アナフィラキシーショックとの鑑別	52
	Column 光学異性体と毒性	47		
	Column 局所麻酔薬中毒の発生率	48		
	Advice リピッドレスキューにプロポフォルは禁忌	51		
	Tips 局所麻酔薬中毒を悪化させる因子	51		
	Tips 局所麻酔薬の極量	53		
2-4	オピオイドの用法	土井克史, 齊藤洋司	54	
	① オピオイドとは	54	② オピオイドの鎮痛機序	55
	③ 硬膜外およびくも膜下オピオイドの有用性	55	④ オピオイドの実際の用法	56
	⑤ 硬膜外・くも膜下オピオイド投与の副作用	58		

3章 末梢神経ブロックに使用する機器の知識

3-1	臨床で役立つ超音波の基礎	佐藤 裕	62	
	① 音と超音波	62	② 超音波の特性	62
	③ 超音波断層画像とは	63		
3-2	成功するための超音波テクニック	佐藤 裕	72	
	① 目標となる画像描出のコツ	72	② 超音波ビームの平面に乗せる方法	74
	③ 神経障害を減らすための工夫	78		
3-3	知って得する神経刺激装置の基礎	西脇公俊, 安藤貴宏	81	
	① 末梢神経ブロックの発達	81	② 末梢神経の解剖	82
	③ 末梢神経刺激	82	④ 神経刺激の基本原則と電気生理学	83
3-4	神経刺激のコツとポイント	西脇公俊, 安藤貴宏	86	
	① 神経刺激装置	86	② 神経刺激針	88
	③ 神経刺激法による神経ブロック法	89		

4章

周術期末梢神経ブロックの実際

- 4-1 抗血栓療法と末梢神経ブロック** 藤原祥裕 94
① 抗血栓療法に用いられる薬剤 94 / ② 各種神経ブロックと出血性合併症 99
Column ヘパリン起因性血小板減少症 (HIT) の機序 101
- 4-2 単回投与方法 vs 持続投与方法：利点と欠点** 藤原祥裕 102
① 持続神経ブロックの鎮痛効果 102 / ② 持続神経ブロックの副作用, 合併症 103 / ③ 単回投与方法と持続投与方法の利点と欠点 104
- 4-3 末梢神経ブロック単独管理の適応とコツ** 森本康裕 106
① 手術麻酔としての末梢神経ブロックの適応 106 / ② 末梢神経ブロック単独管理での注意点 106 / ③ 末梢神経ブロック単独で行う手術時の鎮静 107 / ④ 上肢手術に対する末梢神経ブロック 108 / ⑤ 下肢手術に対する末梢神経ブロック 109 / ⑥ 体幹部手術に対する末梢神経ブロック 110
- 4-4 全身麻酔に併用する末梢神経ブロックの適応とコツ** 森本康裕 112
① 適応 112 / ② 麻酔計画 112 / ③ 末梢神経ブロックの選択 112 / ④ 局所麻酔薬の選択 113 / ⑤ ブロックのタイミング 113 / ⑥ 全身麻酔管理のポイント 114 / ⑦ オピオイドの使用 115 / ⑧ multimodal analgesia 116
- 4-5 末梢神経ブロックの合併症とその対処法** 林 英明 117
① 神経損傷 117 / ② 局所麻酔薬中毒 (local anesthetic systemic toxicity : LAST) 121 / ③ 出血 122 / ④ 感染 122
Topics 局所麻酔薬の神経周膜内注入の是非 120
Topics 超音波ガイド下神経ブロックは神経損傷のリスクを軽減させるか? 120
Advice 局所麻酔薬の種類と中毒症状 121
- 4-6 術後疼痛管理と末梢神経ブロック** 荒川恭佑, 佐藤健治 124
① 末梢神経ブロックを用いた術後疼痛管理 124 / ② 局所麻酔薬とその投与方法 125 / ③ 手術別術後疼痛管理における末梢神経ブロックの有用性 125
Column 肋骨弓下もしくは肋骨弓下斜角 TAP ブロックの有効性 130
- 4-7 日帰り手術における末梢神経ブロックの実際** 武田敏宏, 白神豪太郎 135
① 日帰り上肢手術における末梢神経ブロック 135 / ② 日帰り下肢手術における末梢神経ブロック 137 / ③ 日帰り体幹部手術における末梢神経ブロック 139 / ④ 日帰り頭頸部手術における末梢神経ブロック 139 / ⑤ 患者教育と帰宅後フォロー 141 / ⑥ 日帰り手術における持続末梢神経ブロック 142
Column 局所浸潤麻酔 138

4-8	高齢者・ハイリスク患者での末梢神経ブロックの適応とコツ	白石美治, 土田英昭	144	
	① 高齢者・ハイリスク患者の問題点	144	② 末梢神経ブロック時の注意点	145
	③ 末梢神経ブロックで手術を行う際のコツ	147		
4-9	末梢神経ブロックと硬膜外ブロックとの比較	森崎 浩, 五十嵐 達	151	
	① 末梢神経ブロックの利点・欠点	151	② 手術部位別の比較	152
	③ 鎮痛以外の効果の比較	155		
	Column 内臓痛	152		
	Column フォンダパリヌクスと硬膜外ブロック	154		
	Column 硬膜外ブロックの手術部位感染抑制効果：リボカリン2を介した機序	155		

5章 超音波ガイド下末梢神経ブロック各論

5-1	腕神経叢ブロック	堀田訓久	158	
	① 解剖	158	② 代表的なアプローチ	158
	③ 斜角筋間アプローチ	160	④ 鎖骨上アプローチ	161
	⑤ 鎖骨下アプローチ	163	⑥ 腋窩アプローチ	164
	⑦ 薬剤	165	⑧ 副作用・合併症	165
	Advice 手技に関する一般的な注意事項	158		
	Advice 腋窩アプローチでは血管への誤穿刺に注意が必要	164		
5-2	腰神経叢ブロック	北山眞任, 廣田和美	167	
	① 腰神経叢の解剖	168	② 下肢手術における腰神経叢領域の神経ブロックの適応	170
	③ 腰神経叢ブロック：各アプローチの実際の穿刺法	171	④ 合併症と対策	176
	Topics Hilton の法則	168		
5-3	坐骨神経ブロック	中本達夫	178	
	① 坐骨神経の解剖と走行・神経分布と超音波解剖	179	② 坐骨神経ブロックの適応	179
	③ 代表的な坐骨神経ブロックのアプローチと特徴	181	④ 使用局所麻酔薬と用量	181
	⑤ 坐骨神経ブロックの実際	181	⑥ 代表的な下肢手術における坐骨神経と各種末梢神経ブロックの組み合わせ	190
	Column paraneural sheath と epimysium	189		
5-4	体幹部末梢神経ブロック	青山由紀, 紫藤明美, 佐倉伸一	192	
	① 体幹部神経ブロックの種類と特徴	192	② 胸壁・腹壁の解剖と支配神経	192
	③ 超音波ガイド下体幹部末梢神経ブロックを行う前に	192		
	④ 腹直筋鞘ブロック (rectus sheath block) の実際	194	⑤ 腹横筋膜面ブロック (transversus abdominis plane <TAP> block) の実際	195
	⑥ 傍脊椎ブロック (paravertebral block) の実際	198	⑦ 肋間神経ブロック (intercostal nerve block)	

の実際 200/⑧ 体幹部末梢神経ブロックを用いた周術期鎮痛法のコツ 201

Column その他の体幹部末梢神経ブロック 200

6章 硬膜外ブロック Up-To-Date

6-1 硬膜外ブロック：成功するためのコツとポイント…大西詠子, 山内正憲 204

① 解剖 204/② 穿刺手順 205/③ 穿刺困難例での硬膜外穿刺 208

Advice 硬膜外造影 209

6-2 硬膜外ブロックの合併症とその対策……………戸田法子, 山内正憲 214

① 硬膜穿刺後頭痛 (PDPH) 214/② 出血に関する合併症 216/③ 神経合併症 217/④ 感染：硬膜外膿瘍 219/⑤ カテーテルに起因する問題 219

Column 脳脊髄液漏出症に対する硬膜外自家血注入療法 214

6-3 硬膜外ブロックに関する最近の話題……………室内健志, 山蔭道明 221

① 抗凝固・抗血小板療法と硬膜外麻酔 221/② 硬膜外鎮痛の施行方法 221/
③ 硬膜外鎮痛による短期的・長期的予後の改善 223/④ 硬膜外穿刺への超音波ガイドの応用 224/⑤ 硬膜外麻酔の合併症：アップデート 225

7章 脊髄くも膜下ブロック Up-To-Date

7-1 脊髄くも膜下ブロック：成功するためのコツとポイント

……………大橋一郎, 中塚秀輝 230

① 脊髄くも膜下ブロックの利点と欠点 230/② 脊髄くも膜下ブロックに必要な解剖 230/③ くも膜下腔における局所麻酔薬の吸収と排泄に影響する因子 232/
④ 脊髄くも膜下腔における局所麻酔薬の拡散に影響する因子 233

Column 局所麻酔薬の特性 238

7-2 脊髄くも膜下ブロックの合併症とその対策……………溝上良一, 中塚秀輝 239

① 術中の合併症 239/② 術後の合併症 245

Column 脊椎のレベル判定をどのように行うか？ 244

7-3 脊髄くも膜下ブロックに関する最近の話題……………伊藤美保 249

① 使用薬剤に関して 249/② 局所麻酔薬の広がりに関して 250/③ くも膜下穿刺時の体位と馬尾神経に関して 250/④ 脊麻針に関して 251/⑤ 合併症に関して 251/⑥ 脊髄くも膜下硬膜外併用麻酔 (CSEA) に関して 252/⑦ 超音波ガイド下の施行に関して 253

Tips 脊麻中の呼吸困難感 252

8章 区域麻酔の応用

8-1	小児の区域麻酔	戸田雄一郎	256
	① 小児患者特有の注意点	256	② 小児でよく施行される区域麻酔 257
8-2	帝王切開術のポイント	奥富俊之	262
	① 区域麻酔がスタンダードという基本的な考え方	262	② 帝王切開術の術前 264
	③ 脊髄くも膜下麻酔の導入	264	④ 術中管理 267
	⑤ 術後鎮痛	269	
	Column 出産後の早期母児接触	263	
	Column フェニレフリンの有用性	267	
8-3	無痛分娩の実際	松田祐典, 照井克生	271
	① 「無痛分娩」から「産痛緩和」へ	271	② 適応 271
	③ 硬膜外鎮痛による産痛緩和の実際	272	④ CSEAによる産痛緩和の実際 275
	⑤ トラブルシューティング	275	⑥ 区域鎮痛法による産痛緩和に関する Q&A 278
	Topics DPE (dural puncture epidural) technique	275	
	Topics 硬膜外鎮痛の薬液投与方法	278	
	Tips 機械式ポンプか, ディスポーザブルポンプか?	279	
8-4	awake craniotomy での適応	内田洋介, 森本裕二	282
	① awake craniotomy の目的	282	② awake craniotomy の麻酔管理 282
	③ awake craniotomy での区域麻酔	284	
	索引		289

1.1

なぜ今、区域麻酔か？

★1

脊髄くも膜下麻酔と硬膜外麻酔は合わせて“neuraxial analgesia”とよばれる。

▶ QOR：

quality of recovery

★2 急激に進む高齢化

わが国では、高齢化が急速に進行しており、平均寿命および総人口に占める高齢者の割合が世界中で最も高い。厚生労働省の国立社会保障・人口問題研究所の推計では、65歳以上の高齢者の割合は今後も増加傾向が続き、2035年には33.4%となり、3人に1人が65歳以上になると見込まれている。年齢が進むにつれて有病率は増加すること、さらに医療技術の進歩により、高齢者が手術を受ける機会も年々増加すると考えられる。

関連する医療技術の向上に伴って区域麻酔法も進歩している

1 時代が求める麻酔法

- 区域麻酔とは、手術を行うために必要な領域に主に局所麻酔薬を用いて鎮痛を行う麻酔方法で、末梢神経ブロック、脊髄くも膜下麻酔、硬膜外麻酔が含まれる★1。
- 区域麻酔の歴史は古いが、最近の超音波装置をはじめとする医療機器の技術革新は目覚ましく、それに伴い区域麻酔の技術も急速に進歩し、その質を保証できるようになってきた。
- 区域麻酔に使用する薬剤の進歩も加わり、区域麻酔の応用範囲は広がっている。
- 医療の進歩に伴い手術・麻酔の安全性が向上した現在、周術期の課題は死亡率の減少から回復の質（QOR）をいかに高めるかに移りつつある。その中で、他の麻酔・鎮痛法と比較して区域麻酔のQORに対する優位性を示す研究データが集積され、区域麻酔に対する有効性への期待が大きくなった（図1）。
- 人口の高齢化に伴い、高齢手術患者に対する周術期管理の標準化も急務となっている★2。区域麻酔は、周術期のストレスに対する耐容能が低い高齢手術患者においても有効で、かつQORを向上できる可能性がある。
- 区域麻酔は他の麻酔・鎮痛方法と比較して、直接的あるいは間接的（回復時間、看護師の労働、合併症率など）に医療費を削減できる可能性が示唆されている¹⁾。
- 区域麻酔の適応が拡大されるにつれ、区域麻酔による合併症への迅速かつ適切な対応も求められるようになってきている。

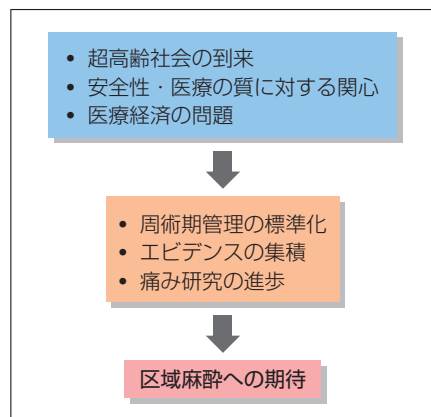


図1 時代が求める麻酔法と区域麻酔への期待

② 周術期における区域麻酔の目的

a. 術中・術後の優れた鎮痛効果

- 周術期の区域麻酔は、手術部位の感覚神経を局所麻酔薬により麻痺させ、手術侵襲に伴う痛み（表1）を遮断することを目的とする。
- 手術の種類によって区域麻酔単独で麻酔を行う場合と全身麻酔に併用される場合とがある^{★3}。
- 区域麻酔は、その適応に合わせて単回投与方法、あるいは持続投与方法が選択される。

b. 全身麻酔薬・他の鎮痛薬の節減効果

- 周術期の鎮痛はオピオイドの全身投与が中心的な役割を果たしている。しかし、オピオイドの全身投与の使用は、多くの副作用・問題点と関連する（表2）。これらは、術後の回復を遅らせる原因となる²⁾。
- 術中の過度の麻酔深度は、覚醒の遅れに関連する。とくに高齢者では、嚥下機能や認知機能といった中長期的な回復にも影響を与える。区域麻酔中心の全身麻酔では、鎮静薬および全身麻酔薬の使用量も節減できる。
- 術後急性痛管理に関しては、その安全性と有効性を向上させる目的で、作用機序や副作用が異なる鎮痛薬を組み合わせる多角的鎮痛（multimodal analgesia）が推奨されている²⁾。
- 区域麻酔をオピオイドと併用した場合、高い相乗効果が期待できる。したがって、全身麻酔管理および術後急性痛管理における区域麻酔の併用は、術中の麻酔薬や術中・術後のオピオイドの使用量を節減できる。

★3

末梢神経ブロックは主に体性痛に有効で、内臓痛への効果は低い。

区域麻酔の併用によって、麻酔薬および鎮痛薬の必要量を節減できる

表1 手術侵襲に伴う痛みの種類と特徴

種類	特徴
体性痛	<ul style="list-style-type: none"> ● 皮膚、筋肉、骨などの体性組織への手術侵襲で生じる ● 損傷部位に痛みが限局し、体動により増強する ● Aδ線維とC線維の2種類の感覚神経で脊髄に伝えられ、Aδ線維は鋭い痛み、C線維は鈍い持続的な痛みの発生に関与する ● 鎮痛方法として区域麻酔がとくに有効である
内臓痛	<ul style="list-style-type: none"> ● 食道、胃、小腸、大腸などの管腔臓器への手術侵襲で生じる ● 局在が不明瞭で、悪心・嘔吐などの不快な随伴症状を伴う ● Aδ線維とC線維が関与するがC線維が優位で、自律神経を経由して脊髄・脳へ伝えられる ● 鎮痛法としてオピオイド、neuraxial analgesia がとくに有効である

表2 周術期オピオイドの問題点

悪心・嘔吐	嘔吐中枢への直接作用による
呼吸抑制	鎮痛用量を超えた場合、呼吸中枢に作用して呼吸を抑制する
せん妄	痛みとその治療で使用するオピオイド自体もせん妄の誘発因子となる
イレウス	末梢のオピオイド受容体を介して腸蠕動を抑制する
痛覚過敏	実験的にはオピオイド投与後に生じるとされている
投与ミス	患者自己調節鎮痛法では、まれだが、重篤な人為的ミスが起こりうる

3 周術期における区域麻酔の利点・意義

a. 全身麻酔との比較

- 区域麻酔単独での麻酔管理は、麻酔による全身への影響が最小限で、呼吸・循環器系に与える影響も少ない★4。
- 区域麻酔は、全身麻酔困難な高齢者やハイリスク症例に対応できる場合もある★5。
- 有効な区域麻酔は、オピオイドの全身投与と比較して鎮痛効果が強く、オピオイドに関連する副作用が生じない（表3）。その結果、術後合併症の発生が低く抑えられ、かつより高い鎮痛の質および患者満足度が得られる³⁾★6。
- 区域麻酔の併用により、早期の離床・リハビリテーションが可能となり、術後の機能回復を促進する。
- 区域麻酔管理中は、意識状態を維持する、あるいは軽い鎮静のみの管理が可能であり、認知機能に与える影響も少ないと考えられる。しかし、区域麻酔が高齢者における術後認知機能障害に及ぼす有効性は明らかではない

★4

全身麻酔で必須の気道管理が不要であり、気道管理困難例では有用性が高い可能性がある。

★5

重症例で区域麻酔が全身麻酔より安全というエビデンスはない。

★6

医療従事者の満足度も高い。

Topics 術後認知機能障害

術後認知機能障害（post operative cognitive dysfunction : POCD）は、麻酔・手術後に認知機能が術前より低下した状態であり、術後合併症の一つである。POCD発症の最も重要な危険因子として高齢があげられている。POCDは、術後長期のQOL低下、就労困難、および死亡率の増加と関連する。POCDの詳細な病態機序は明らかではなく、特異的な予防方法もない。一方、高齢動物を用いた臨床前研究では、吸入麻酔自体がPOCD発症に関与する可能性が示唆されている。このことから、高齢者において区域麻酔が全身麻酔よりもPOCDの発症頻度を抑制する可能性が推測されるが、現時点においてその可能性を示す臨床でのエビデンスは得られていない。

Topics 遷延性術後痛

手術後、創傷が治癒し、局所の炎症が消失しているにもかかわらず、数か月以上手術部位の痛みが持続することがあり、遷延性術後痛とよばれる。強い術後急性痛は、遷延性術後痛の危険因子であるが、効果的な術後鎮痛が遷延性術後痛を予防できるかどうかは明確に示されていない。区域麻酔は、手術侵襲により生じた侵害受容器からの活動電位の伝達をブロックし、脊髄での痛覚伝導の増大（中枢感作）を抑制することにより、術後急性痛の慢性化を予防すると推測される。しかし、臨床現場における遷延性術後痛の病態機序は複雑で、患者の心理・精神・社会的要因の関与も大きく、決定的な予防方法はない。

表3 オピオイドの全身投与と比較した場合の区域麻酔の利点

- 無痛が得られる
- 過鎮静・呼吸抑制がない
- 悪心・嘔吐の頻度が少ない
- イレウスを生じさせない
- 回復室の滞在時間を短縮できる
- 日帰り手術の帰宅までの時間が短縮できる
- 追加鎮痛薬を処方するまでの時間を延長できる
- 追加鎮痛薬の要求回数が少なく、使用量も少ない

表4 手術ストレス反応に対する硬膜外麻酔併用の有効性——全身麻酔単独との比較

ストレス反応	パラメータ	硬膜外麻酔併用の効果
神経内分泌反応	副腎皮質刺激ホルモン、抗利尿ホルモン、成長ホルモン、コルチゾール、レニン、グルカゴン、カテコラミン	血漿濃度を一定に保ち、手術侵襲に対する反応性を低下させる
糖代謝	血糖値、インスリン抵抗性、ブドウ糖負荷試験	手術ストレスに伴う高血糖反応を抑制する
水・電解質	Na ⁺ 、K ⁺ の排泄量	水分貯留、電解質異常を抑制する
凝固・線溶系	凝固機能、血小板凝集	凝固亢進、血栓形成 (DVT) を抑制する

DVT：深部静脈血栓症。

(Topics「術後認知機能障害」参照)。

- 有効な区域麻酔は、遷延性術後痛の発生頻度を低下させる可能性がある⁴⁾ (Topics「遷延性術後痛」参照)。

b. 優れた抗ストレス反応

- 硬膜外麻酔の使用は、有害な手術ストレス反応を抑制する (表4)。
- 交感神経系の抑制効果により、組織血流が増加し、腸管機能の改善が期待でき、術後の回復を促進する。
- 胸部硬膜外麻酔の使用は、術後の呼吸器合併症および心筋梗塞の発症リスクを軽減する^{5,6)}。
- 周術期の区域麻酔の併用が、術後長期の癌の再発・転移率を減少することがいくつかの後ろ向き臨床研究で示されている。しかし、最終的な結論は、現在進行中の前向き無作為化比較試験の結果に基づいて検討する必要がある⁷⁾ (Topics「周術期の免疫機能」参照)。

区域麻酔の優れた鎮痛効果により手術侵襲に伴う有害なストレス反応を抑制できる

Topics 周術期の免疫機能

周術期の免疫機能は、創傷治癒過程、術後感染の発症、さらに腫瘍の増大・転移に関連する可能性がある。痛みによるストレス刺激は、視床下部-交感神経-副腎髄質系と視床下部-下垂体前葉-副腎皮質系を賦活し、免疫機能を抑制する。また、全身麻酔薬やオピオイドも、濃度依存性に免疫機能に抑制的に作用する。区域麻酔は、優れた鎮痛効果および全身麻酔薬・オピオイドの節減効果により、周術期の免疫抑制を軽減できることが期待される。

5.1

腕神経叢ブロック

腕神経叢の超音波画像の描出は比較的容易である

- 上肢の神経支配は、ほとんどの部位が腕神経叢に由来する。そのため、腕神経叢ブロックは上肢手術の麻酔法として単独で、あるいは全身麻酔と併用して用いられる。
- 腕神経叢は体表から比較的浅い部位を走行しており、超音波画像の描出は比較的容易である。超音波ガイド下に行う腕神経叢ブロックは、成功率が高く、手技に要する時間が短く、局所麻酔薬の量を少なくできることが報告されている¹⁻³⁾。

1 解剖

- 腕神経叢は主に第5頸神経から第1胸神経に由来する。これらの神経は、頸部から腋窩において神経叢を形成する (図1)。
- 脊髄神経前枝は脊椎横突起から離れると、前斜角筋と中斜角筋の筋膜間を末梢に向かって走行する。腕神経叢は3本の神経幹(上神経幹, 中神経幹, 下神経幹)を形成したのちに、それぞれが神経幹枝(前枝および後枝)となり、鎖骨下動脈とともに鎖骨と第一肋骨のあいだを通過する。その後、神経幹枝が合流して3本の神経束(内側神経束, 外側神経束, 後神経束)を形成し、腋窩動脈と並走して腋窩から上腕へ向かう。
- 終末枝のうち正中神経, 尺骨神経, 橈骨神経, 筋皮神経は上肢を支配する主要な神経である (図2)。肩甲上神経や腋窩神経は、肩関節の知覚に関与する。また、外側胸筋神経, 内側胸筋神経, 長胸神経, 胸背神経は胸壁の知覚に関与する。

Advice 手技に関する一般的な注意事項

神経ブロックの手技は清潔操作で行う必要がある。したがって、超音波プローブには、滅菌プローブカバーを装着して用いる。

腕神経叢ブロックはブロック針を神経に近接させるので、鈍針を用いたほうが神経損傷のリスクが低い。また、神経刺激装置の併用は、針先と神経の位置に関する付加的な情報が得られて有用である。

鎮静を行う場合は、呼吸・循環モニター(心電図, 血圧計, パルスオキシメトリなど)を装着し、患者の状態を観察する。薬剤としては、少量のベンゾジアゼピンやオピオイドなどが用いられる。

2 代表的なアプローチ

- 腕神経叢ブロックの代表的なアプローチには、斜角筋間アプローチ, 鎖骨上アプローチ, 鎖骨下アプローチ, 腋窩アプローチがある。
- 斜角筋間アプローチは主に上神経幹をブロックし、肩関節や上腕近位の手術に適している。一方、尺骨神経領域の鎮痛は確実性が低く、上肢末梢の手術には適さない。鎖骨上アプローチは、腕神経叢が鎖骨と第1肋骨のあいだでコンパクトにまとまっているので効果の確実性が高く、上腕以遠の手

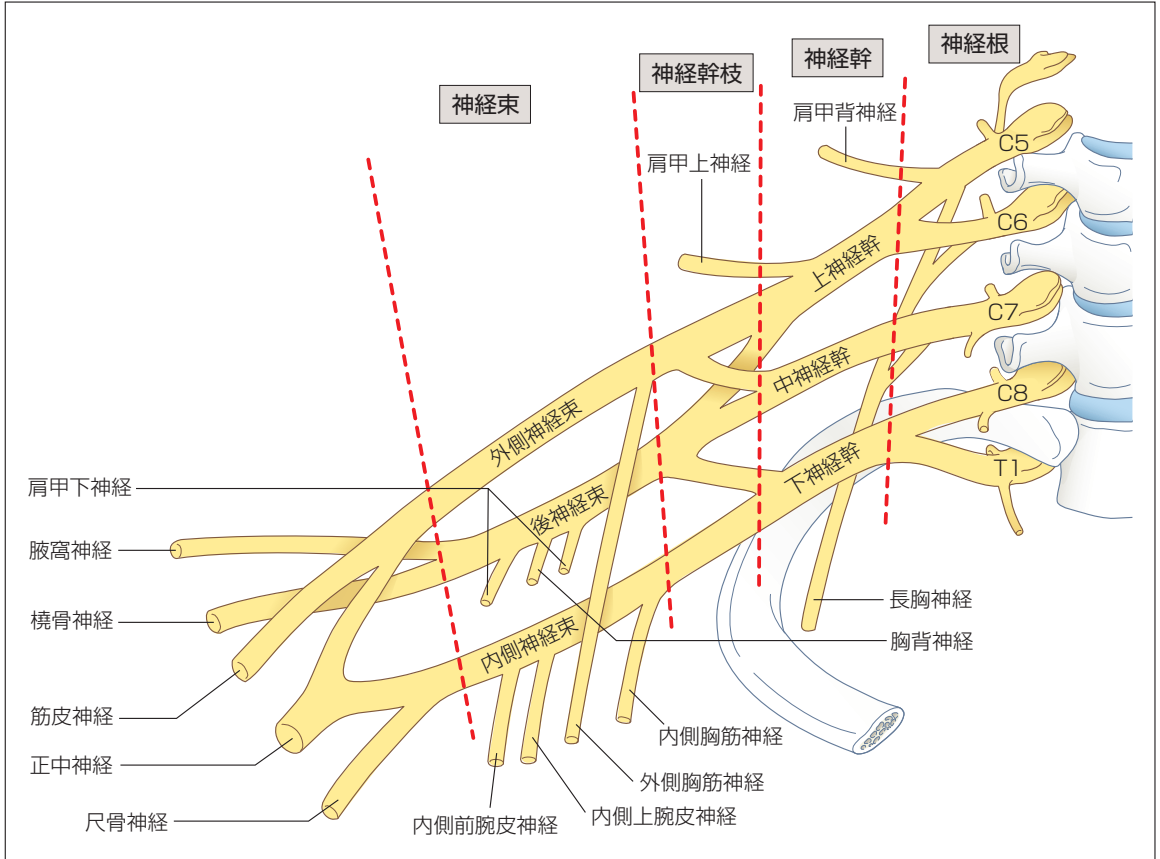


図1 腕神経叢の解剖

腕神経叢は主に第5頸神経から第1胸神経に由来する。

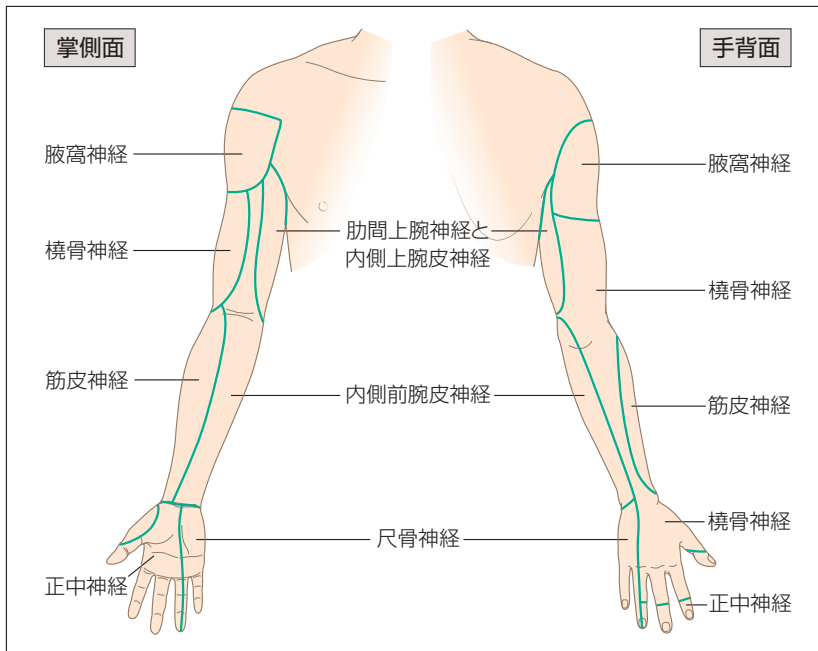


図2 上肢の体表の神経支配

上肢のほとんどは腕神経叢の神経支配を受けている。例外は肋間上腕神経（第2胸神経由来）である。

術に適している。また、鎖骨下アプローチおよび腋窩アプローチは、肘、前腕、手の手術に適している。

3 斜角筋間アプローチ

a. 体位

- 患者の体位は仰臥位，側臥位または半側臥位で行う^{★1}。

b. 超音波画像の描出^{★2}

- 輪状軟骨の少し尾側のレベルで，ブロック側の前頸部にリニアプローブを当てる。胸鎖乳突筋の深部に総頸動脈と内頸静脈を同定すると，その深部に頸椎横突起の高エコー像を確認できる（**図 3**）。第7頸椎の横突起には前結節がなく，後結節のみ存在することから，脊椎のレベルを同定できる。
- 脊髄神経根は頸椎横突起から離れ，前斜角筋と中斜角筋の筋膜間を末梢に向かって走行する。神経根の短軸像は周囲が円形の高エコーで，内部が均一な低エコーとなる^{★3}。神経根を描出したら，その走行に沿ってプローブを末梢側に移動させ，前斜角筋と中斜角筋の筋膜間を走行する第5～7頸神経を同定する（**図 4a**）。

c. 穿刺手技

- 皮膚消毒を行い，清潔な施術野を準備する。必要に応じて鎮静を行い，ブロック針の刺入部位に局所浸潤麻酔を行う。
- ブロック針の長さは，成人では50～70 mmが一般的なサイズである。
- 超音波プローブの外縁付近を刺入点として，内側に向けて平行法でブロック

★1

側臥位または半側臥位だと，プローブ外側からの刺入操作を行いやすい。

★2 超音波画像の描出のコツ

神経の超音波画像は，短軸像の描出が基本である。組織に対して，超音波を垂直に当てると，視認性のよい画像が得られる。

★3

一般的な末梢神経の超音波画像は，内部に多数の神経束を含み，蜂の巣状の高エコー像となる。

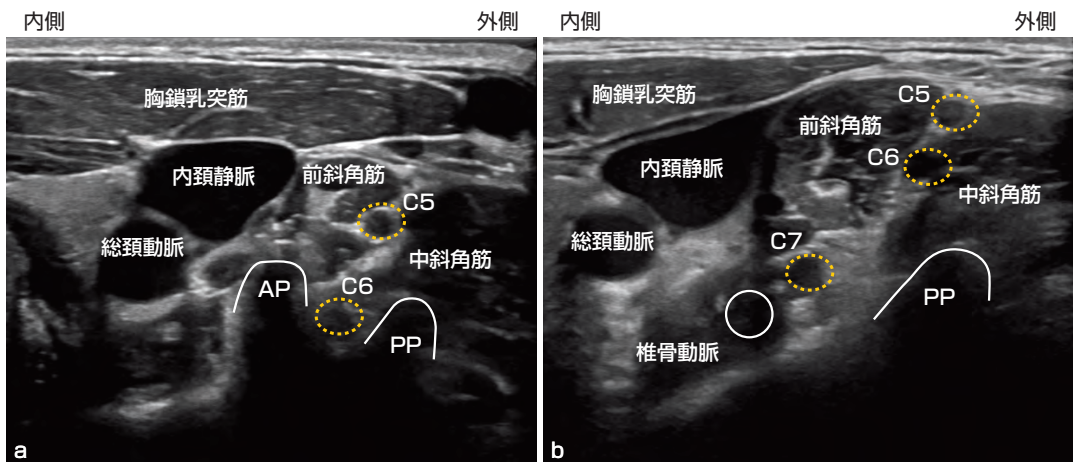


図 3 頸部の超音波画像

a：第6頸椎レベル，b：第7頸椎レベル。

AP：横突起の前結節，PP：横突起の後結節，：神経。

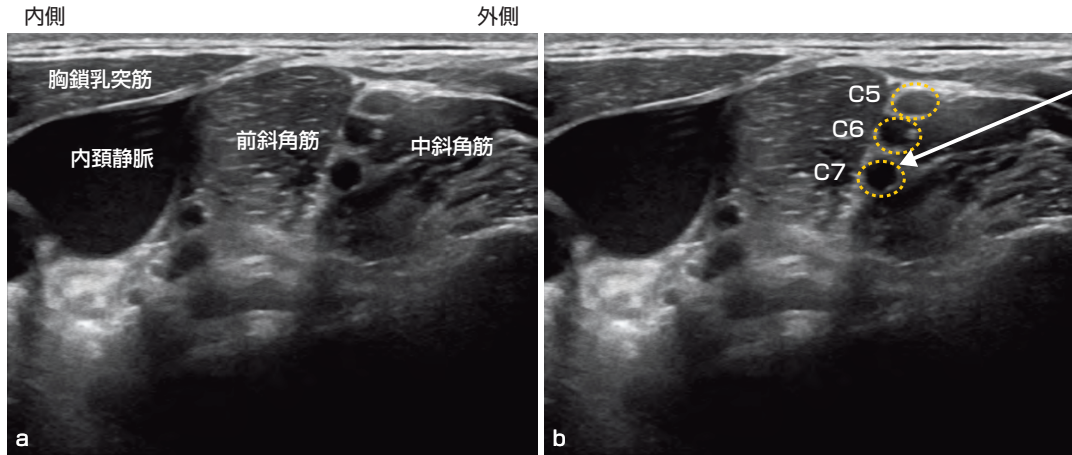


図4 超音波画像—斜角筋間アプローチ
bの矢印はブロック針の刺入方向を示している。●：神経。



図5 斜角筋間アプローチの穿刺手技
半側臥位で、リアプローブの外側から、平行法でブロック針を刺入する。

針を刺入する(図5)。ブロック針の全長が描出されるように位置の調整を行い、針先を中斜角筋内を進める。次いで、C5/6またはC6/7の脊髄神経のあいだを目標としてブロック針を進める(図4b)。

- 中斜角筋の筋膜を貫いたところで少量の薬液を投与し、斜角筋間の神経周囲に低エコー像が広がるのを確認する。適正な薬液の広がりを確認できたら、残りの薬液を分割投与する★4。

4 鎖骨上アプローチ

a. 体位

- 患者の体位は仰臥位または半座位とし、顔を非ブロック側へ軽く向ける。ブロック側の上腕は体幹に沿わせる★5。

★4

放散痛を認める場合や注入圧が高い場合は、神経内注入の可能性を考えて、針を少し引き抜くとよい。

★5 鎖骨上アプローチ手技のコツ

鎖骨上窩における腕神経叢の描出が困難な場合、超音波プローブを頭側へ移動させて斜角筋間で神経を描出してみる。前斜角筋と中斜角筋のあいだの神経を観察しながら、鎖骨上部へプローブを移動させるとわかりやすいことがある。



図6 鎖骨上アプローチ—プローブの当て方と穿刺手技
 リニアプローブを鎖骨上窩で鎖骨と平行に当てる。リニアプローブの外側から、平行法でブロック針を刺入する。

★6

これらの血管の分岐パターンは個人差が大きい。

★7

鎖骨上アプローチは、腕神経叢が胸膜と近く、気胸のリスクがある。針先を描出して、丁寧な刺入操作を行う。

★8

腕神経叢、鎖骨下動脈、第1肋骨で囲まれる部位が目安となる⁴⁾。

b. 超音波画像の描出

- 鎖骨上窩において、リニアプローブを鎖骨に対してほぼ平行になるように当てる（**図6**）。体表面に対する超音波プローブの角度を調整し（tilting操作）、鎖骨下動脈の短軸像を描出する。鎖骨下動脈は拍動性で円形の無エコー像となり、カラードプラで血流を確認できる。
- 鎖骨下動脈を指標として、その外側を走行する腕神経叢を同定する。個々の神経は円形または楕円形の低エコー像で、神経幹の前後枝が集まると、腕神経叢全体では“ブドウの房状”になる（**図7**）。
- 鎖骨下動脈と腕神経叢の深部には、第1肋骨と胸膜の高エコー像が描出される。肋骨表面の高エコーは胸膜よりも体表に近く、音響陰影を伴うことから鑑別可能である。
- 鎖骨下動脈から分岐する血管（頸横動脈や肩甲上動脈）が、腕神経叢の近傍を走行しているので、穿刺時に注意する（**図8**）^{★6}。

c. 穿刺手技^{★7}

- 皮膚消毒を行い、清潔な施術野を準備する。必要に応じて鎮静を行い、ブロック針の刺入部位に局所浸潤麻酔を行う。
- ブロック針の長さは、成人では50~70mmが一般的なサイズである。
- 超音波プローブの外縁付近を刺入点として、内側に向けて平行法でブロック針を刺入する。ブロック針の全長が描出されるように位置の調整を行い、短軸で描出した神経叢の深い部に針先を進める^{★8}（**図7b**）。

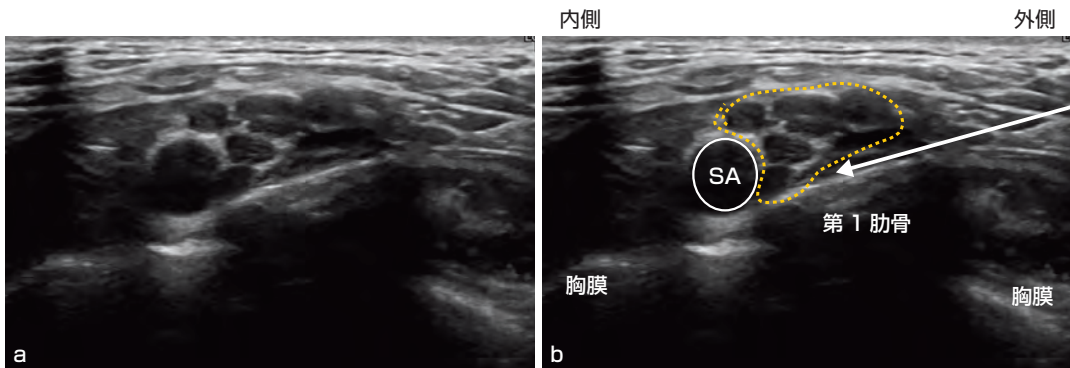


図7 超音波画像—鎖骨上アプローチ
 a：腕神経叢は鎖骨下動脈の外側でコンパクトにまとまっている。
 b：**○**で囲まれるのは腕神経叢で、矢印はブロック針の刺入方向を示している。
 SA：鎖骨下動脈。