

わかりやすい

麻酔科学

■ 基礎と実戦 ■

編集／中尾慎一

編集協力／塩川泰啓・岩元辰篤



中山書店

編集委員・編集協力

編集：中尾 慎一

編集協力：塩川 泰啓

岩元 辰篤

執筆者一覧 (五十音順)

稲森 雅幸	高杉 嘉弘
岩崎 昌平	田中 祐子
岩元 辰篤	中尾 慎一
上原 圭司	濱崎 真一
打田 智久	平松 謙二
鎌本 洋通	冬田 昌樹
北浦 淳寛	松島 麻由佳
木村 誠志	森本 昌宏
塩川 泰啓	湯浅 晴之
白井 達	吉岡 清行
高井 規子	

(近畿大学医学部麻醉科学講座)

序

本教科書は、学生や研修医を対象にしたものであり、臨床に即役立つように、実際の麻酔記録や具体的な薬剤の使用量や使用のコツなどにも言及した。

書名にある「実戦」の文字は、別に誤記であったり、われわれの日本語の能力が低下している訳ではないのでご理解いただきたい。表現は良くないのかもしれないが、一瞬の判断の遅れやミスが取り返しのつかない事態を引き起こす可能性がある、という意味において、われわれ麻酔科医の日々の臨床はまさに戦いの場であるということを表現したかったのである（実は麻酔科医は皆平和主義者である）。

さらに、臨床に即することを目的としているとはいえ、医学は科学であり個々の医療行為や薬の使用には理由があるわけである。ということで、ただの暗記用教科書ではなく、できる限り理由やメカニズムを併記したつもりである。

例えば、日本が誇るべき（その理由は本文を参照）アドレナリンは、喘息発作・アナフィラキシー・心肺蘇生に必要不可欠なすばらしい薬であるが、各々についてその使用目的が多少違っている。個々の疾患について、なぜ、アドレナリン使用が必要なのか、その理由とメカニズムについて簡単に言及した。また、麻酔科学を取り巻く最新の話題にも、多少言及してみた。

医師国家試験にでる麻酔科単独としての問題は少ないが、麻酔科医は全身管理医であり危機管理医であるため、麻酔科学は、生理学・薬理学・生化学・病理学・分子生物学など基礎医学の知識に立脚するとともに、中枢神経系（脳虚血・脊髄虚血などの病態だけでなく、睡眠・記憶・脳高次機能を含む）・循環器系・呼吸器系・肝臓や腎臓・内分泌系・感染・敗血症などのショック、そして痛み、という幅広い分野を広く深く学ぶものであり、麻酔科以外のどの科に行くにしても必ず役立つ学問である。

本教科書で、麻酔科学（科学）を楽しく学びながら医療の実践に役立てていただけたら、われわれとしては望外の喜びである。

2014 年 10 月

近畿大学医学部麻酔科学講座主任教授
中尾 慎一

CONTENTS

序論：麻酔科学と麻酔科医の役割

1. 麻酔の歴史 1
2. 麻酔の種類と理想の全身麻酔薬 2
3. 麻酔科医の役割 3

1章 生理と病態

1.1 循環生理と病態 6

1. 心臓・冠動脈の構造 6
2. 循環の機能 7
心拍出量／Frank-Starling 曲線／フロートラック® システムと SVV／混合静脈血酸素飽和度
- ミニ知識** 循環管理に必要な用語と式 9
3. 血圧の調整 9
4. 心筋への酸素供給と需要のバランスー冠循環 10
冠血管抵抗の調節因子／心筋酸素需要の臨床的指標／心筋酸素供給の臨床的指標／
冠動脈盗血現象
5. 刺激伝導系 10
6. 臓器血流と酸素消費量 11
7. 循環系モニタリング 12

1.2 呼吸生理と病態 13

1. 呼吸とは一外呼吸と内呼吸 13
2. 呼吸器と肺の解剖 13
3. 換気 13
肺気量と肺機能検査／クロージングボリューム／呼吸の調節
- ミニ知識** ミトコンドリアとはなにか？ 14
4. 酸素化 16
低酸素症と低酸素血症／低酸素症の臨床症状／低酸素症の治療
- ミニ知識** 酸素は猛毒？ 19
5. 呼吸のモニタリング 20

1.3 中枢神経系の生理と病態 21

1. 脳の構造と機能 21
2. 脳・脊髄血流と代謝 21
3. 頭蓋内圧 23
4. 血液脳関門 23
5. 麻酔管理と麻酔薬 24

1.4 肝臓の生理と病態 25

1. 肝臓と循環 25
2. 肝臓の役割ー代謝・タンパク質合成・栄養貯蔵 25
3. 手術や麻酔の肝臓への影響 25
肝血流／肝機能／肝機能障害と麻酔

1.5 腎臓の生理と病態	27
1. 腎臓の解剖と生理	27
2. 腎循環	27
3. 腎機能評価と病態生理	28
4. 腎機能と全身麻酔	28
5. 経尿道的前立腺切除術	29

2章 麻酔関連薬剤の薬理学

2.1 吸入麻酔薬	32
1. 吸入麻酔とは	32
2. 吸入麻酔薬の薬動力学—導入と覚醒	32
吸入麻酔薬の吸収と排出／導入に影響する因子	
3. 吸入麻酔薬の特性	32
最小肺胞濃度／血液／ガス分配係数：partition coefficient／二次ガス効果：second gas effect	
ミニ知識 全身麻酔薬のメカニズム	34
4. 代表的な吸入麻酔薬	34
亜酸化窒素（笑気）／セボフルラン（セボフレン®）／デスフルラン（スープレン®）	
5. 麻酔導入とは	35
6. 吸入麻酔薬の生体機能への影響	36
中枢神経系／心血管系／呼吸系／肝臓・腎臓／悪性高熱症	
2.2 静脈麻酔薬・オピオイド	37
1. 静脈麻酔	37
2. 静脈麻酔薬の作用機序	37
3. 各種静脈麻酔薬	37
バルビツレート／プロポフォール／ベンゾジアゼピン／ケタミン／ デクスメトミジン／オピオイド	
ミニ知識 NMDA (<i>N</i> -メチル-D-アスパラギン酸) 受容体	38
ミニ知識 麻薬とオピオイド	40
4. ニューロレプト鎮痛	42
5. 全静脈麻酔	42
6. ファーマコキネティックス／ファーマコダイナミクス理論	42
標的濃度調節持続静注／context-sensitive half-time	
2.3 筋弛緩薬	44
1. 筋弛緩薬の歴史	44
2. 神経筋接合部での神経伝達	44
3. 筋弛緩薬の作用と分類	44
4. 筋弛緩薬の作用と特徴	45
脱分極性筋弛緩薬（スキサメトニウム）／非脱分極性筋弛緩薬	
5. 筋弛緩のモニタリング	47
単一刺激／四連刺激／ダブルバースト刺激／ポスト・テタニック・カウント刺激	
6. 筋弛緩の拮抗	49
抗コリンエステラーゼ薬／スガマテクス（プリディオン®）	
7. 特殊状態での筋弛緩薬の作用	49

2.4 心血管作動薬	51
1. 昇圧薬・強心薬	51
カテコラミン／各種薬剤	
ミニ知識 アドレナリンとエピネフリンーアドレナリンが正しい	52
2. 降圧薬・血管拡張薬	54
ミニ知識 ニトログリセリンとバイアグラ®	55
3. 抗不整脈薬	55
4. 電解質製剤	56
カルシウム製剤／カリウム製剤	
ミニ知識 γ (ガンマ) 計算早わかり法	56
2.5 局所麻酔薬	58
1. 分類	58
2. 作用機序	58
3. 局所麻酔作用に影響を及ぼす因子	58
4. 痛みの伝達に関与する神経線維	58
5. 局所麻酔の方法	58
6. 毒性	59
アレルギー反応／神経毒性／局所麻酔中毒	
ミニ知識 局所麻酔薬の作用機序	60
3章 麻酔管理と麻酔器	
3.1 術前管理	62
1. 前投薬はいらない	62
2. 麻酔科術前診察の要項	62
3. 麻酔科術前診察	63
一般的な確認／身体所見／合併症のある症例の術前処置	
ミニ知識 なぜ高血糖は悪いのか？	67
3.2 麻酔器と麻酔回路	68
1. ガス供給部と呼吸回路	68
ガス供給部／ガス供給部位から流量計まで／気化器／呼吸回路	
3.3 気道確保	72
1. 気道確保の重要性	72
2. 上気道閉塞の原因	72
3. 気道確保の手技	72
フェイスマスク (facial mask) ／マスクによる換気の手技／気管挿管／声門上器具／ビデオ喉頭鏡	
4. 気道確保困難	77
3.4 モニタリング	80
1. 循環モニタリング	80
心電図／侵襲的・非侵襲的 blood pressure 測定／中心静脈圧測定／肺動脈圧測定 (スワン・ガンツカテーテル) ／経食道心エコー	
ミニ知識 ペースメーカーと除細動	80

2. 呼吸モニタリング	84
パルスオキシメータ／気道内圧測定／カプノメータ（二酸化炭素検出装置）	
ミニ知識 心肺蘇生（CPR）と PETCO ₂	86
3. 中枢神経モニタリング	87
BIS（bispectral index）／脊髄モニタリング	
4. 筋弛緩モニタリング	88
5. 体温モニタリング	88
直腸温／膀胱温／食道遠位部温／肺動脈温／鼓膜温	
3.5 体液と酸塩基平衡	90
1. 体液の pH	90
2. 生体緩衝系	90
3. アニオンギャップ	91
3.6 輸液・輸血	92
1. 輸液	92
体液と輸液／輸液は難しい／術中輸液管理は術前から／術中輸液管理の移り変わり／目標指向型輸液管理の実際／晶質液と膠質液／長時間手術の輸液／透析患者の輸液／その他の輸液の効果	
2. 輸血	97
輸血は難しい／血液製剤の種類／出血量に応じた輸液・輸血／一般的な輸血開始基準／輸血によりどの程度の改善が期待できるかの予測／輸血に伴う副作用・合併症／patient blood management／自己血輸血／術前の輸血準備／大量出血時の対応	
3.7 術中・術後鎮痛の意義	103
1. 痛み刺激とは	103
2. 急性痛と慢性痛	103
3. 痛みの伝達路	103
4. 術中・術後の鎮痛の手段	104
硬膜外鎮痛法／硬膜外鎮痛が使えない場合の代替鎮痛手段	
5. 術後痛の影響	106

4章 区域麻酔の実践

4.1 脊髄くも膜下麻酔	110
1. 解剖	110
ヒト脊椎の解剖／硬膜外腔・脊髄くも膜下への到達	
2. 脊髄くも膜下麻酔の方法	110
使用薬剤／薬液の広がり	
3. 脊髄くも膜下麻酔と硬膜外麻酔の違い	112
4. 皮膚分節と麻酔高	113
5. 適応	114
6. 禁忌	114
7. 合併症	114
8. 実際の手技	114
準備／末梢静脈路確保／体位作成／消毒／穿刺／薬液注入／体位変換／麻酔範囲の確認	
4.2 硬膜外麻酔	116
1. 硬膜外麻酔とは	116

解剖／使用薬剤／手術部位と硬膜外麻酔穿刺部位と目標範囲の目安	
2. 適応	116
3. 禁忌	117
絶対的禁忌／相対的禁忌	
4. 合併症	117
5. 実際の手技	118
準備／末梢静脈路確保／体位作成／消毒／穿刺／硬膜外腔の確認／カテーテルの挿入／体位変換／効果・合併症の確認	
6. 最近のトピック	120
4.3 超音波ガイド下末梢神経ブロック	121
1. 腕神経叢ブロック	121
斜角筋間アプローチ	
2. 大腿神経ブロック	122
3. 坐骨神経ブロック	122
4. 腹横筋筋膜面ブロック	122
側方 TAP ブロック／肋骨弓下 TAP ブロック／肋骨弓下斜角 TAP ブロック／腸骨鼠径・腸骨下腹神経ブロック	
5章 各手術の麻酔管理—実際の麻酔管理と麻酔記録	
5.1 上腹部手術の麻酔	126
1. 定期手術の麻酔	126
麻酔記録	
2. 緊急手術の麻酔	126
麻酔記録	
5.2 肺外科手術の麻酔	129
1. 胸部外科（一側肺換気）麻酔	129
2. 胸部外科（一側肺換気）の麻酔記録	129
5.3 小児の麻酔	131
1. 小児の生理	131
神経／呼吸／循環／体温	
2. 小児の麻酔記録	134
5.4 産科の麻酔	136
1. 妊婦の生理	136
神経／呼吸／循環・血液／腎臓／消化器／帝王切開術の麻酔	
2. 帝王切開の麻酔記録	138
ミニ知識 Apgar スコア	138
5.5 脳外科手術の麻酔	139
1. 脳腫瘍	139
2. 開頭・動脈瘤クリッピング	140
3. 内頸動脈剥離術	140
4. 脳外科手術の麻酔記録	141
5.6 心臓血管外科手術の麻酔	143
1. 成人の心臓血管外科手術の一般的な準備	143

末梢ルート 2 本／動脈ライン (20 ～ 22 G) ／中心静脈ルート確保／肺動脈カテーテル／
経食道心エコー (TEE)

2. 小児の心臓血管外科手術の一般的な準備 143

末梢ルート／動脈ライン (24 G) ／中心静脈ルート

3. 心臓血管外科手術の麻酔の流れ 144

心臓血管手術の麻酔記録－麻酔導入から麻酔維持／人工心肺／人工心肺使用開心術の麻酔管理／
機械的補助循環／全身麻酔をかける上でのポイント

ミニ知識 プレコンディショニング 149

5.7 日帰り手術の麻酔 151

1. 日帰り手術の概要 151

2. 日帰り麻酔の安全のための基準 151

3. 患者の選定については 151

4. 抗不安効果としての前投薬 152

5. 日帰り麻酔施行可能な手術例 152

6章 麻酔中の合併症とその対処

6.1 悪性高熱症 154

1. 病因 154

2. 症状 154

3. 臨床診断 154

4. 鑑別疾患 154

5. 治療 155

最初に対応／ダントロレン／モニタリング／対症療法

6. MH 発症後の対応 155

6.2 アナフィラキシーショック 156

1. 症状 156

2. 原因 156

3. 治療 156

4. 治療にあたっての注意点 156

6.3 心筋虚血－狭心症・心筋梗塞 157

1. 心筋虚血を起こさせないために 157

2. 症状 157

3. 検査 157

4. 対応 157

心筋への酸素供給改善／心筋酸素需要を減らす

6.4 肺血栓塞栓症 159

1. 病因 159

2. 急性肺血栓塞栓症 159

病態生理／症状／診断／治療

6.5 喘息発作 161

1. 徴候 161

2. 確認 161

3. 治療 161

7章 集中治療医学，心肺蘇生

7.1 集中治療	164
1. 集中治療の意義と目的	164
2. 全身性炎症反応症候群	165
3. ショックの分類	165
ミニ知識 セプシスとゼプシスの違い	165
4. 抗菌薬の使用	166
5. 播種性血管内凝固症候群	166
6. 急性呼吸窮迫症候群	167
7.2 人工呼吸	169
1. 呼吸管理療法	169
2. 鎮静・鎮痛の重要性	169
3. 人工呼吸の換気様式	170
4. 酸素化と換気	170
7.3 心肺蘇生	173
1. 麻酔科医と心肺蘇生	173
2. 心肺蘇生法—成人の二次救命処置	173
心肺停止／心肺蘇生法の実際／電気的除細動 (electrical defibrillation)／薬物療法／ 高度な気道確保器具	

8章 ペインクリニック—術後痛管理と遷延性術後痛を中心に

8.1 術後痛とそのメカニズム	178
1. 術後痛とは	178
2. 術後痛発生のメカニズム	178
自発痛／一次性痛覚過敏／二次性痛覚過敏	
3. 先行鎮痛	179
ミニ知識 唐辛子の受容体？	179
8.2 主な術後鎮痛法	181
1. 硬膜外鎮痛法	181
2. オピオイド鎮痛薬と自己調節鎮痛法 (PCA)	182
3. 非ステロイド性抗炎症薬，アセトアミノフェン，拮抗性鎮痛薬，ケタミン	183
非ステロイド性抗炎症薬／アセトアミノフェン／拮抗性鎮痛薬／ケタミン	
4. 末梢神経ブロック	184
5. 鍼治療	184
8.3 主な遷延性術後痛の特徴	185
1. 複合性局所痛症候群	185
2. 開胸術後痛	185
3. 乳房切除後痛	185
4. 幻肢痛	186

8.4 ペインクリニックでの遷延性術後痛の治療	187
1. 薬物治療	187
鎮痛補助薬／オピオイド鎮痛薬	
2. 神経ブロック療法	188
3. 刺激鎮痛法	188

9章 各種麻酔関連薬剤の実際の使用法

9.1 循環作動薬—術中・集中治療室での使用を中心に	192
----------------------------	-----

1. 昇圧薬・強心薬 192
アドレナリン(ボスミン®など)／ノルアドレナリン(ノルアドレナリン)／ドパミン(イノバン®, カタボン®, ブレドバ®, カコージン®など)／ドブタミン(ドブトレックス®, ドブポン®など)／フェニレフリン(ネオシネジン®)／エフェドリン(エフェドリン)／イソプレナリン, イソプロテレノール(プロタノール®)／ホスホジエステラーゼⅢ阻害薬(PDEⅢ阻害薬)／コルホルシンドロパート(アデル®)／バソプレシン(ピトレシン®)
2. 降圧薬・血管拡張薬 194
ニカルジピン(ベルジピン®など)／ジルチアゼム(ヘルベッサー®など)／ニトログリセリン(ミリスロール®など)／イソソルビド(ニトロール®など)／プロスタグランジンE₁製剤／カルペリチド(ハンブ®)／ニコランジル(シグマート®など)
3. その他 196
β遮断薬(ブロックア)／リドカイン(キシロカイン®など)／アミオダロン(アンカロン®など)／アトロピン(アトロピンなど)

9.2 鎮痛薬	198
---------	-----

1. 非ステロイド系鎮痛薬 198
フルルビプロフェンアキセチル(ロピオン®)／ジクロフェナク(ボルタレン®, サボ®など)／アセトアミノフェン(アンヒバ®, アセリオ®など)
2. オピオイド／オピオイド系鎮痛薬 199
モルヒネ(アンベック®など)／フェンタニル(フェンタニルなど)／レミフェンタニル(アルチバ®)／ペンタゾシン(ソセゴン®, ペンタジン®など)／ブプレノルフィン(レベタン®など)／ナロキソン(オピオイド受容体拮抗薬)

9.3 麻酔薬	202
---------	-----

1. 吸入麻酔薬 202
亜酸化窒素(笑気, N₂O)／セボフルラン(セボフルレン®など)／イソフルラン(フォーレン®, エスカイン®)／デスフルラン(スープレン®)
2. 静脈麻酔薬 203
プロポフォール(プロポフォール, ティプリバン®)／超短時間作用性バルビツレート／ミダゾラム(ドルミカム®など)／ジアゼパム(セルシン®, ホリゾン®など)／フルマゼニル(アネキセート®など)／デクスメトミジン(プレセデックス®)／ドロペリドール(ドロレプタン®)
- ミニ知識** プロポフォール注入症候群 204
3. 筋弛緩薬と関連薬剤 206
スキサメトニウム(スキサメトニウム)／ベクロニウム(マスキュラックス®など)／ロクロニウム(エスラックス®)／スガマテクス(プリディオ®)

索引	208
----	-----

4.1

脊髄くも膜下麻酔

脊髄くも膜下麻酔とは、くも膜下腔に局所麻酔薬を投与し脊髄神経の興奮伝導を遮断する区域麻酔法である。全身麻酔との違いは、意識消失を伴わないことである。

1. 解剖

1—ヒト脊椎の解剖

頸椎は7椎体、胸椎は12椎体、腰椎は5椎体より成り立つ(図1)。脊髄下端は成人でL1-2であり、小児ではもう少し低い。硬膜外腔は大後頭孔から仙骨裂孔を覆っている仙骨靱帯までである。生理的彎曲があり第3腰椎部は最も高く、第5胸椎部は最も低くなる。

2—硬膜外腔・脊髄くも膜下への到達

皮膚から脊髄までは、皮膚→皮下組織→棘上靱帯→棘間靱帯→黄色靱帯→硬膜外腔→硬膜→硬膜下腔→くも膜→くも膜下腔で構成されており、くも膜下腔は髄液で満たされている(図2)。

2. 脊髄くも膜下麻酔の方法

1—使用薬剤

薬剤としては、ジブカイン、テトラカイン、ブピバカインの3種がある(図3)。脳脊髄液は比重が1.006前後であり、これより比重が重

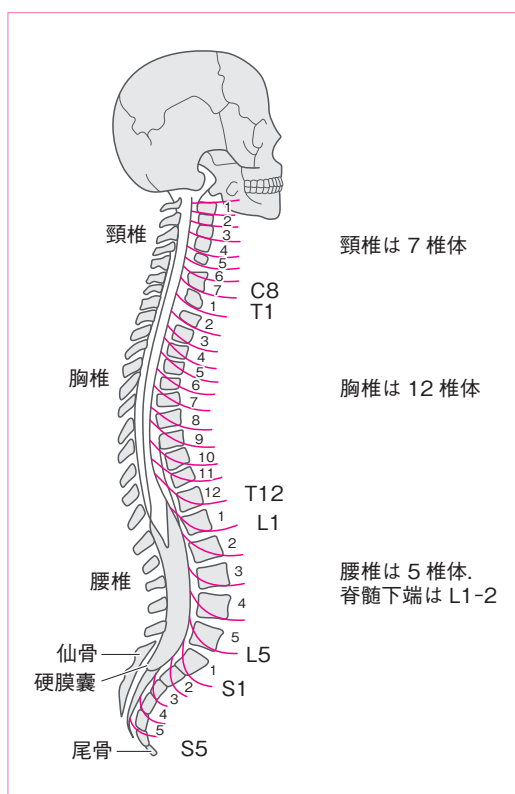


図1 ヒトの脊椎

硬膜外腔は大後頭孔から仙骨靱帯まで仙骨裂孔を覆っている。

いものを高比重、軽いものを低比重、ほぼ等しいものを等比重と称する。これは局所麻酔薬の性質ではなく、その溶媒によって異なる。

- ジブカイン高比重液：長時間作用(2～3時間)。
- テトラカイン結晶(溶媒により高～低比重に調節可能)：中時間作用(1.5～2.5時間)。
- ブピバカイン等比重液：長時間作用(2～3時間)。
- ブピバカイン高比重液：長時間作用(2～3時間)。

※ジブカイン・テトラカインは、末梢神経毒性が強いため現在あまり使用されない。現在は主に、調節性に優れているブピバカインが使用されている。

※オピオイド(フェンタニル5～10 μg、モル

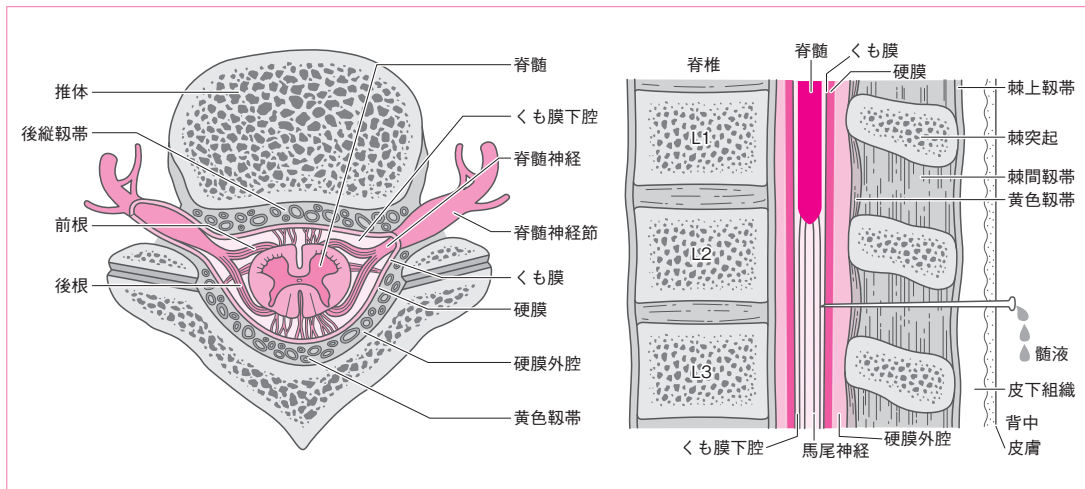


図2 脊髄周辺の横断図(左)および硬膜外腔・脊髄くも膜下腔への到達(右)



図3 使用する薬剤

上：マーカイン®(ブピバカイン) 注脊麻用 0.5%等比重
 下：マーカイン®(ブピバカイン) 注脊麻用 0.5%高比重
 (左：滅菌包装されている，右：中のアンプル)

ヒネ 0.1～0.2 mg) を混ぜることにより，鎮痛効果の増強や効果時間の延長が認められるが，呼吸抑制に対する注意が必要である。

2—薬液の広がり

高比重の薬剤は体位により広がりが異なり，手術台の傾斜により広がりを調節できる。仰臥位では生理彎曲に応じて広がり，側臥位では下位の部分に広がる(図4)。すなわち，高比重液を用いた場合，仰臥位ではL2/3穿刺では頭側

に，L3/4以下の穿刺では尾側に広がりやすい。

等比重のものは，重力に関係なく投与量に応じて薬液が広がり，調節性はあまりよくない。しかし，手術部位を上にする手術や，大腿骨頸部骨折などのように穿刺時に患側を下にしづらい場合などに適応となる。また，高比重と比べて効果発現が遅く血圧低下も緩徐であり作用持続時間が長い。臨床使用での注入量では，広がりより持続時間に関与する。

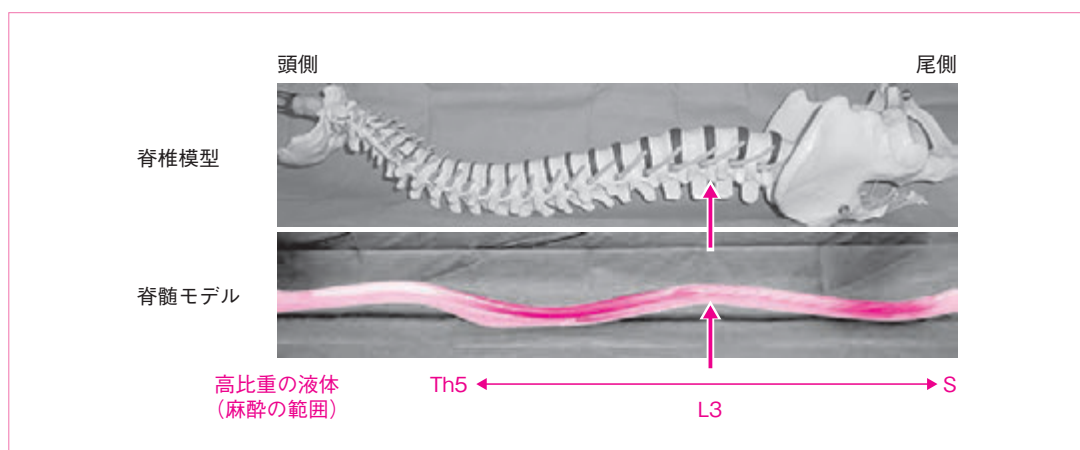


図 4 脊髄くも膜下麻酔の原理

表 1 脊髄くも膜下麻酔と硬膜外麻酔の違い

	硬膜外麻酔	脊髄くも膜下麻酔
局所麻酔注入部位	硬膜外腔	くも膜下腔
穿刺部位	頸椎～仙骨部まで	L2/3以下(通常 L3/4)
効果発現	緩徐	速い
血圧低下	緩徐	速い
持続時間	カテーテル留置により長時間の鎮痛可能	3時間程度(使用薬剤に依存)
局所麻酔薬使用量	多い	少ない
ブロックの程度	調節できる	強い
手術部位	頸部以下	下腹部以下
持続注入	一般的	一般的でない
術後鎮痛への利用	一般的	麻薬を局所麻酔薬に加えることである程度可能
脊髄くも膜下麻酔後頭痛	硬膜を穿刺しなければ起こらない	起こりうる
局所麻酔中毒	起こりうる	まれ
手技	やや難しい	容易

3. 脊髄くも膜下麻酔と硬膜外麻酔の違い

脊髄くも膜下麻酔と硬膜外麻酔はともに脊柱管内で行う区域麻酔である。脊髄くも膜下麻酔は、作用発現が速く少量の薬の量で効果を発現し、筋弛緩作用も強いいため単独で手術麻酔も可能である。しかし、血圧低下も短時間に強く現れ、循環動態の管理が必要となることが多い。また、効果時間も3時間程度と短く、短時間の手術麻酔にしか使用できない。加えて、効果範

囲がTh1～4に及ぶと心臓交感神経枝をブロックし徐脈が生じたり、それ以上の上位脊椎まで及ぶと呼吸停止、意識消失が出現するため手術部位として、下腹部以下の手術に限られる。

一方、硬膜外麻酔は、作用発現が緩徐でありブロックの程度は脊髄くも膜下麻酔より弱いが、局所麻酔の濃度や量で調整できる。通常は、硬膜外腔にカテーテルを挿入し長期留置が可能であり、長時間の手術や術後鎮痛に対応することができる。また、用量を変えることで遮断する神経レベルを調節することもできる分節麻酔

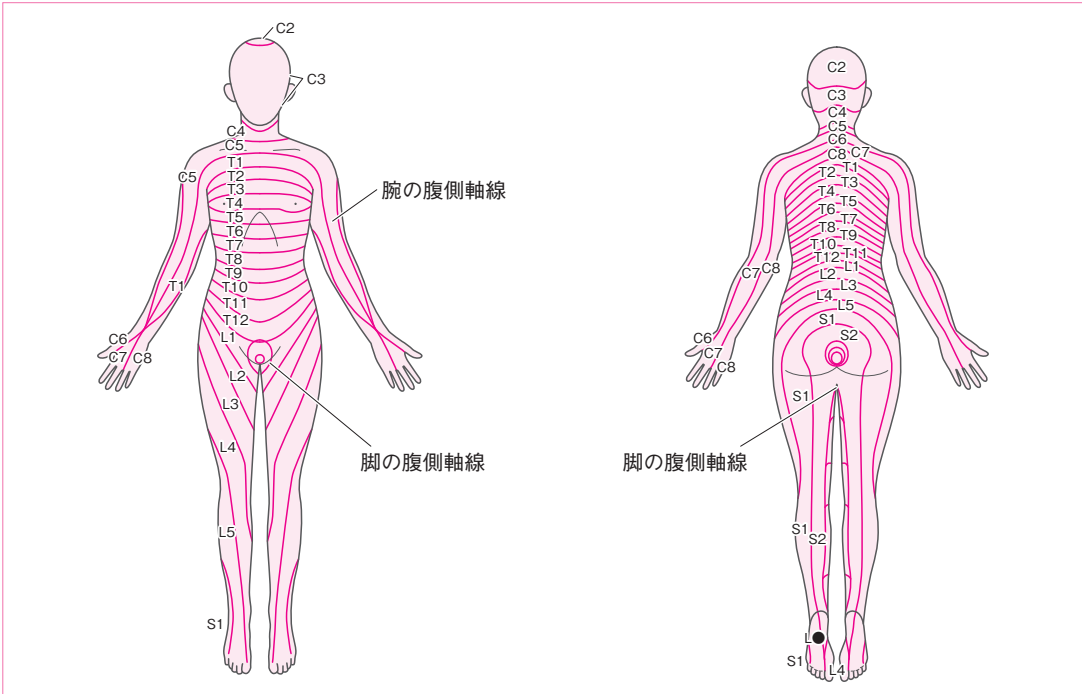


図 5 皮膚分節 (dermatome)

である。しかし、単独で手術をするためには相当量の局所麻酔薬が必要なため、局所麻酔中毒の危険性もあり、多くは全身麻酔と併用して手術中使用するか、術後鎮痛に用いられることが多い。

脊髄くも膜下麻酔と硬膜外麻酔の違いを表 1 にまとめた。

4. 皮膚分節と麻酔高

皮膚分節 (dermatome) とは、脊髄神経の表在(皮膚)感覚の支配レベルを示したもの(図 5)であり、麻酔高とは、皮膚分節を指標にどこまで区域麻酔の効果が出現しているかを確認するものである(表 2)。確認法としては、cold sigh test や pin prick test などがある。目標となるわかりやすい部位として、乳頭：Th4、剣状突起：Th6、臍部：Th10、鼠径部：L1 がある。

cold sign とは、温覚消失の確認法。氷やア

表 2 手術部位と脊髄くも膜下麻酔に必要な麻酔高

術式	麻酔高
子宮全摘，帝王切開	Th5
虫垂切除	Th5
鼠径ヘルニア	Th10
経尿道的手術	Th10
下肢の手術	Th10
肛門	S2

(日本麻酔科学会・周術期管理チームプロジェクト編，周術期管理チームテキスト，第 2 版，東京：日本麻酔科学会；2011. p.223¹⁾ より)

ルコール綿を皮膚に当て，冷たいかどうかを確認する。正常部位(麻酔の効いていない腕や肩)と比較するとわかりやすい。

pin prick test とは，痛覚消失の確認法。先の尖った物(鈍針など)を使用し，皮膚を傷つけないようにする)で痛みがあるかどうかを確認する。触覚は残ることが多く，正常部位との比較が重要である。

5.1

上腹部手術の 麻酔

1. 定期手術の麻酔

症 例

54 歳男性. 168 cm, 55 kg, 胃がんに對し胃切除術, 既往歴特になし.
患者手術室入室後, モニターを装着し, 左手背に静脈路確保.

1—麻酔記録(図 1)

A. 硬膜外穿刺

不安を取るためにフェンタニル 0.05 mg 静注後, 覚醒下に硬膜外穿刺 (Th7-8) し, カテーテルを挿入した.

- 放散痛 (－) およびカテーテルから髄液や血液の戻りのないことを確認.
- テストドース: 1% メピバカイン 3 mL 注入後, 運動麻痺のないことを確認.
- E1: 硬膜外注入 0.2% ロピバカイン (アナペイン®) 10 mL.
- E2: PCA 回路付き 200 mL 持続注入器で硬膜外持続注入開始. 持続注入 4 mL/h, 1 回注入 (patient controlled analgesia: PCA) 3 mL, ロックアウト時間 30 min, 薬剤は 0.2% ロピバカイン 188 mL とフェンタニル 0.6 mg (12 mL).

B. 全身麻酔開始

100%酸素 (6 L/min) を投与し, レミフェンタニル (アルチバ®) 0.5 γ (μ g/kg/min) を開始.

3 分後, リドカイン 40 mg 静注 (プロポフォールの血管痛を取る) と同時にプロポフォール 100 mg (体重あたり 1.5~2 mg) 静注.

患者の意識消失後, セボフルランの投与を開始. 換気ができることを確認したあと, ロクロニウム (エスラックス®) 50 mg (体重あたり 0.8~1 mg) 静注. 2 分後に気管挿管を行い, セボフルラン (セボネス®, セボフレン® など) を 1.5% に下げ, 酸素と空気で全身麻酔を維持した.

血圧低下に対しては, さほど頻脈ではなかったためエフェドリン 8 mg を静注. 血圧は上昇したが頻脈となる.

手術終了に際し, スガマデクス (ブリディオン®) 投与後, 意識清明であり自発呼吸が安定していることを確認して抜管した.

2. 緊急手術の麻酔

症 例

65 歳女性. 154 cm, 55 kg, 外傷性肝臓破裂に対し開腹止血術施行.

1—麻酔記録(図 2)

患者は低血圧でかつ頻脈のプレシヨック状態で手術室入室 (図 2). 意識は清明.

患者の状態とフルストマックを考慮し, 覚醒挿管も考えたが, ケタミン (ケタラール®) による迅速導入 (rapid sequence induction) を選択. モニターを装着し動脈ラインを確保後, 100% 酸素を 3 分間高流量で投与し十分な酸素化 (動脈血酸素分圧の上昇) を図る. ケタミン 70 mg 静注後ただちにロクロニウム 60 mg を静注し, 換気をせずに 1 分 30 秒待ち気管挿管.

ケタミンは交感神経を活性化するため, 血圧低下が少なく, このような患者の導入に広く使用される. ちなみに, 臨床での「導入」とは, 患者の意識を取る意味に使い, 「2.1 吸入麻酔薬」

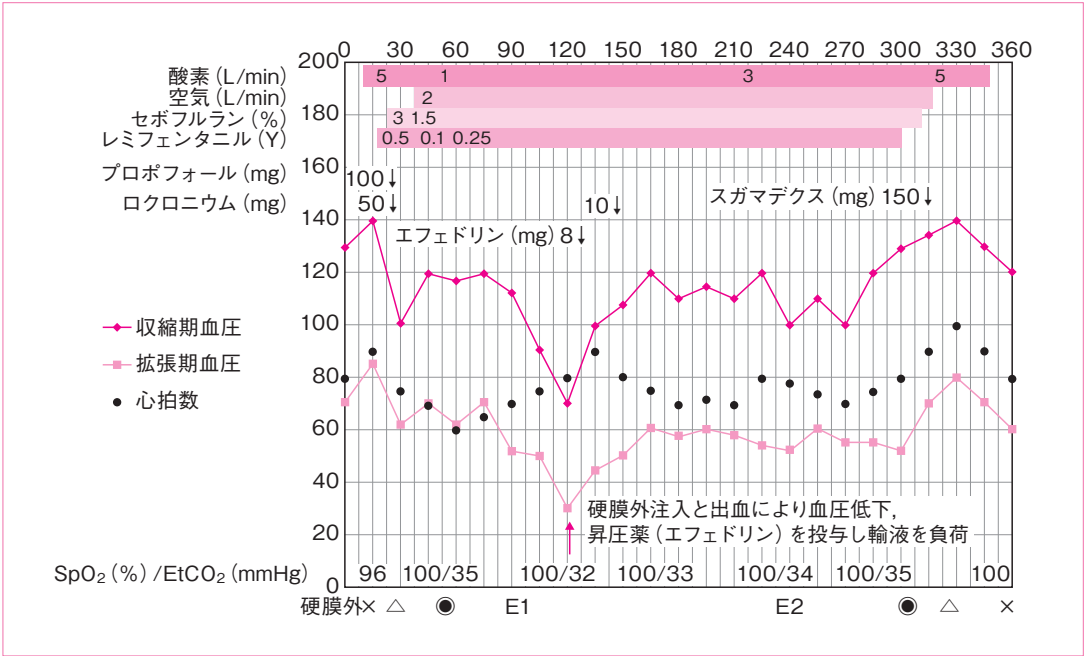


図 1 上腹部手術 (定期手術) の麻酔記録

×：麻酔開始と終了 △：気管挿管と抜管 ●：手術開始と終了
SpO₂：経皮的動脈血酸素飽和度 EtCO₂：呼気終末二酸化炭素分圧, γ：μg/kg/min

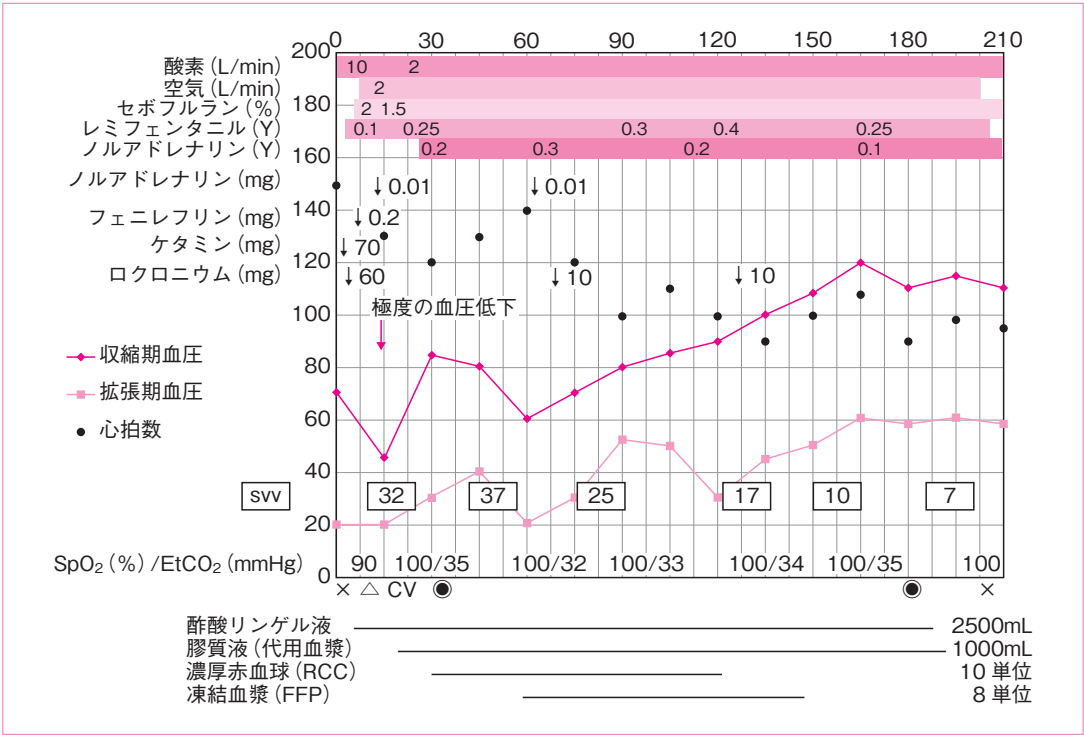


図 2 上腹部手術 (緊急) の麻酔記録

×：麻酔開始と終了, △：気管挿管, ●：手術開始と終了, CV (中心静脈) 穿刺
SpO₂：経皮的動脈血酸素飽和度, EtCO₂：呼気終末二酸化炭素分圧,
SVV：stroke volume variation

で説明した「導入」とは若干ニュアンスが違う。

ケタミン自体が心筋抑制を有すること、患者は出血により極度の循環血液量減少状態であり（人工呼吸後 SVV 37）、陽圧呼吸（静脈還流が減る）や麻酔薬（セボフルラン）の影響で、極度の血圧低下をきたした。

大量の輸液と貧血があるため輸血を開始するとともに、フェニレフリン（ネオシネジン[®]）を

投与した（ α 作用のみのため、この症例のように頻脈で低血圧の場合には良い適用である）が、反応が悪いため、ノルアドレナリン単回投与のあと、持続静脈内投与を開始した。

手術後、血行動態（血圧や心拍数）は安定していたが（SVV 7）、抜管せずに集中治療室へ移動した。