



周産期 PERINATAL ANESTHESIOLOGY 麻醉科学

日本周産期麻醉科学会 **編集**

中外医学社

6 胎盤

Points

- ① 胎盤では母体循環と胎児循環の2つが隣接し、血液ガスや栄養、薬物などの物質交換を行っている。
- ② 胎盤の物質輸送には物理的因子（分子量、脂溶性、イオン化率）のほかに、母体や胎児の血流、胎盤の付着状況、胎盤の代謝や拡散能、母体と胎児における血漿タンパクとの結合能、妊娠週数が影響する。

① 解剖および機能

1 胎盤の解剖

胎盤の形成は、受精後5~6日の胚盤胞が子宮の内膜上皮に接着すること（着床）で開始される。胚盤胞は将来胎盤になる部分と胎児になる細胞塊が分化し始める時期である¹⁾。胎盤は酸素や栄養素、老廃物の輸送路であるだけでなく、妊娠中の代謝や栄養、ホルモン環境の維持に重要な働きをしている。胎盤では母体循環系と胎児循環系が交わることなく隣接して存在する²⁾。

■ 母体循環系

子宮筋層内には子宮動脈の枝である弓状動脈が子宮を包むようにネットワークを形成して走行している。螺旋動脈は弓状動脈から垂直に子宮内膜に向かって流入する細動脈で、月経時には剥落再生を繰り返している。着床が成立すると螺旋動脈は拡張して血管抵抗が低下し、動脈圧によって大量の血液が胎盤の絨毛間腔内に流入するようになる。これを螺旋動脈のリモデリングという。絨毛間腔を還流した母体血液は弓状静脈から子宮静脈に返っていく。

■ 胎児循環系 図1

臍帯には2本の臍帯動脈（低酸素濃度）と1本の臍帯静脈（高酸素濃度）が存在する。臍帯動脈は胎盤に入ると分岐を繰り返し、羊膜下の絨毛膜板と絨毛の中に入り込んで毛細血管のネットワークを形成する。絨毛は母体血で満たされた絨毛間腔内に垂れ下がるように存在し表面は栄養膜細胞（cytotrophoblast）と合胞体栄養膜層（syncytiotrophoblast）の2層に覆われている。絨毛血管の末端は表面積が広く、結合組織がほとんどなくなったエリアの血管内皮と栄養膜細胞、合胞体栄養膜層を介して母体と胎児の物質交換が行われる（図1のA部分）。

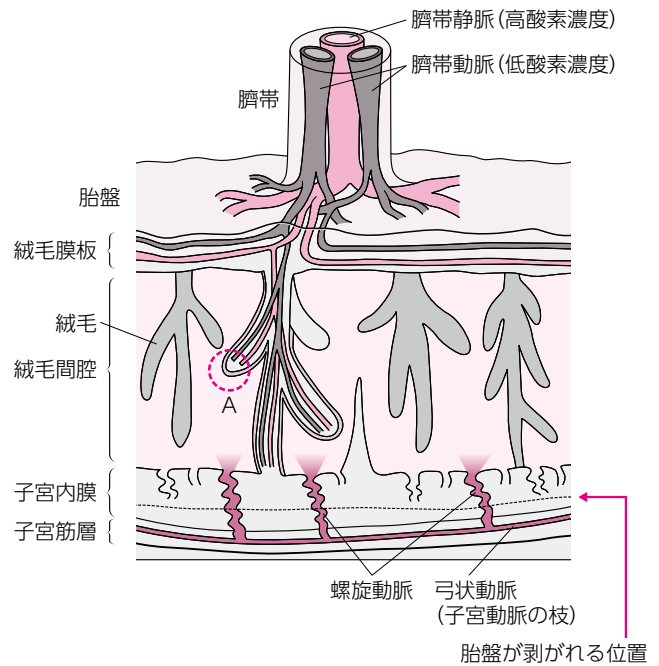


図1 胎盤断面の模式図

2 胎盤のバリア機能

絨毛内の毛細血管を流れる胎児血と、絨毛間腔内にある母体血とは直接混じりあうことはない。しかし、胎盤は不完全なバリアであり母体と胎児の間を双方向に移動する細胞が確認されている³⁾。母体の組織中（血液、骨髄、子宮血管系など）には胎児の cell free の DNA や RNA 断片が認められ、この microchimeric fetal cell は母体の免疫寛容や免疫抑制効果に関与している⁴⁾。自己免疫疾患の悪化や早発型の妊娠高血圧腎症の発症にも関与していると考えられている。

表1 胎盤の物質輸送

	受動輸送 (passive transport)	促進拡散 (facilitated transport)	能動輸送 (active transport)
エネルギー	不要	不要	必要
基質濃度勾配	必要 (依存する)	逆行することがある	不要 (逆行する)
輸送担体	なし	必要	必要
該当する物質	酸素, 二酸化炭素 電解質, 多くの薬剤 (分子量 500 Da 以下)	ブドウ糖, アミノ酸 ヘモグロビン	外因性化学物質

表2 母体から胎児側への薬剤胎盤透過性に影響を与える因子

薬剤の状態	透過性を亢進する因子	透過性を低下する因子
分子量 (Da)	<1000	>1000
電荷の状態	非帯電	帯電
脂溶性	脂溶性	水様性
血漿の pH と薬剤 pKa の比較*1	非イオン化率が高い	イオン化率が高い
efflux transporter タンパク*2	存在しない	存在する
結合タンパクの種類	アルブミン	α -acid glycoprotein
非結合型薬剤の比率	高率	低率

*1 血漿 pH と薬剤 pKa の関係でイオン化率が決定する。血液の pH に近い弱アルカリ性の薬剤は透過しやすい。胎児のアシドーシスは局所麻酔薬やオピオイドなどの塩基性薬剤の透過性に影響を与える。

*2 胎盤には胎児側から母体側へ異物を排除する機能として、efflux transporter (P-グリコプロテインなど) が存在する。

3 物質輸送のメカニズム

胎盤の物質輸送は、母児の血漿中濃度差、分子量、脂溶性、イオン化率、栄養膜の物理的あるいは生化学的特性が関与し、受動輸送 (passive transport)、促進拡散 (facilitated transport)、能動拡散 (active transport) がある⁵⁾。免疫グロブリン G や胎児タンパク質などは細胞内取り込み作用 (pinocytosis) によって移動する。合体体栄養膜層には nutrient sensor が存在し、ブドウ糖やアミノ酸、サイトカイン、成長因子、エネルギーレベルの刺激を受けて栄養輸送を調整している。胎盤の物質輸送に影響を与えるその他の因子には、母体と胎児の血流、胎盤付着の状態、母体と胎児の血漿タンパクと薬物の結合能、胎盤の代謝や拡散能、妊娠週数 (初期ほど胎盤の透過性は高い) がある⁶⁾。

2 薬剤の胎盤透過性

1 薬剤透過性に影響を与える因子

薬剤は、母児の血液中でアルブミンに結合するもの、 α -acid glycoprotein (AAG) に結合するもの、タンパクに結合せずフリーのものが存在する。胎盤透過性には、薬剤の分子量、脂溶性、イオン化率、薬剤の脂溶性のほかにアルブミン結合率、AAG 結合率、組織への結合率、pKa、pH、血流量、妊娠週数の影響を受ける。**表2** に母体から胎児側への薬剤胎盤透過性に影響を与える因子を示す。

2 薬剤の輸送

母体に投与された薬剤による胎児曝露の程度は薬剤の胎盤透過性と薬物動態によるが、データの収集には限界がある。もっとも用いられるのが胎児 (臍帯静脈血) と母体の血中濃度比 (fetal-to-maternal ratio of drug concentration: F/M 比) で、**表3** に示す。ただし、F/M 比は分娩直後の一時点に過ぎず、妊娠中や分娩中の子宮胎盤循環の変化は反映していない。

ヒト胎盤モデルを用いた *in vivo* の実験では、目的とする薬剤の胎盤透過性を対象物質 (e.g. アンチピリン、トリチウム水、クレアチニン) と比較し、transfer index (drug clearance/reference compound clearance) として表すことがある。これらの検証で得られた麻酔薬の胎盤透過性を**表4** に示す。

コラム 産科特有の話題: 妊娠時期と薬物の影響

受精後 18 日目以前に薬物の影響を受けた受精卵は、流産するか、あるいは完全に修復されて後遺症を残すことはない。受精後 19 日から 37 日 (妊娠 2 カ月) は器官形成期で催奇形性の絶対感受期あるいは臨界期とよばれ催奇形性の点から最も薬物に敏感な時期である。妊娠 3~4 カ月は催奇形性のある薬物の投与はなお慎重を要する。また、妊娠 16 週以後の薬物投与では、薬物の毒性が問題となり、胎児・新生児に影響を与える (3 章 4-2 参照)。

表3 胎児と母体の血中濃度比 (F/M 比)

吸入麻酔薬	F/M 比	オピオイド	F/M 比
イソフルラン	0.71	モルヒネ (静脈)	0.61
セブフルラン	0.38	(くも膜下)	0.92
亜酸化窒素	0.83	フェンタニル (硬膜外)	0.37~0.57
導入薬		スフェンタニル	0.81
プロポフォール (単回投与)	0.65~0.85	レミフェンタニル (単回静脈)	0.88
(持続投与)	0.50~0.54	(持続静脈)	0.73
ケタミン	1.26		
チオペンタール	1.1		

表4 麻酔薬の胎盤透過性

透過性の高い薬剤		透過性の低い薬剤	
・抗コリン作動薬	アトロピン スコポラミン	・抗コリン作動薬	グリコピロレート
・降圧薬	β アドレナリン受容体拮抗薬 ニトロプルシド ニトログリセリン	・抗凝固薬	ヘパリン
・ベンゾジアゼピン	ジアゼパム ミダゾラム	・筋弛緩薬	サクシニルコリン 非脱分極薬
・導入薬	プロポフォール ケタミン エトミデート チオペンタール デキスメトミジン	・非脱分極性筋弛緩薬の拮抗薬	スガマデックス
・吸入麻酔薬	ハロタン イソフルラン セボフルラン デスフルラン 笑気 (亜酸化窒素)	・昇圧薬	フェニレフリン
・局所麻酔薬	全て		
・オピオイド	全て		
・昇圧薬	エフェドリン		

文献

- 1) Burton GJ, Jauniaux E. What is the placenta? Am J Obstet Gynecol. 2015; 213: S6: e1: S6-8.
- 2) Ramsey EM, Donner MW. Placental vasculature and circulation: anatomy, physiology, radiology, clinical aspects. WB Saunders; Philadelphia; 1980.
- 3) Dawe GS, Tan XW, Xiao ZC. Cell migration from baby to mother. Cell Adh Migr. 2007; 1: 19-27.
- 4) Clifton VL, Stark MJ, Osei-Kumah A, et al. Review: the

feto-placental unit, pregnancy pathology and impact on long term maternal health. Placenta. 2012; 33: S37-41.

- 5) Hall JE. Transport of substance through a cell membrane. Guyton and hall texrbook of medical physiology. 13th ed. Elsevier; Philadelphia; 2015. p.47-59.
- 6) Jauniaux E, Gulbis B. In vivo investigation of placental transfer early in human pregnancy. Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol. 2000; 92: 45-9.

〈望月純子〉

4 硬膜外麻酔

Points

- 1 硬膜外麻酔は脊髄くも膜下麻酔に比べ交感神経遮断が弱く、循環動態の急激な変化を避けたい妊婦で有効である。
- 2 急激な循環動態の変化を避けるために、近年では硬膜外麻酔の代わりに sequential CSEA が選択されることがある。
- 3 硬膜外麻酔による無痛分娩中の妊婦で緊急帝王切開が必要となった場合には、すでに留置されているカテーテルを用いた硬膜外麻酔が第一選択となる（図1参照）。
- 4 ただし硬膜外麻酔は脊髄くも膜下麻酔に比べ感覚神経遮断の効果が弱いので、良好に管理するためには経験が必要である。

1 帝王切開術のための硬膜外麻酔の特徴

硬膜外麻酔は脊髄くも膜下麻酔に比して脊髄神経遮断の程度が弱い。そのため予定帝王切開術の麻酔法に硬膜外麻酔単独を選択するケースは限られており、ほとんどが緊急帝王切開時に選択される（例 無痛分娩から緊急帝王切開に移行した症例）。

硬膜外麻酔は急激な循環動態の変化を避けたい妊婦の麻酔管理の際に優れている。その一方で、近年では少量の脊髄くも膜下麻酔と硬膜外麻酔薬追加投与を組み合わせた sequential combined spinal-epidural anesthesia (sequential CSEA) が、安定した血行動態を維持しかつ良好な麻酔効果を得られるため主流となってきている。

1 適応

心疾患合併妊婦のうち、頻脈性不整脈、虚血性心疾患、Marfan 症候群などの大動脈病変、僧帽弁狭窄症、肺動脈高血圧、Fontan 循環などは循環器内科、産婦人科、麻酔科を含めた多職種により分娩様式を決定するが、帝王切開が必要である原疾患であれば循環動態の急激な変化を避けるために硬膜外麻酔が選択されることがある。

2 禁忌

一般的に、硬膜外麻酔の禁忌は循環血液量の減少、抗血栓療法継続中、硬膜外穿刺部の感染、敗血症、患者の拒否などがあげられる。従来、硬膜外麻酔が安全に施行できる血小板数の下限は 100,000/ μL とされていたが、本邦の抗

血栓療法中の区域麻酔・神経ブロックのガイドラインでは、硬膜外、血小板数が 100,000/ μL 以上であることが望ましく、80,000/ μL 未満での硬膜外穿刺は推奨されないと示されている¹⁾。70,000/ μL であれば脊柱管内血腫の発生率は高くないという報告もある²⁾。妊娠高血圧腎症や HELLP 症候群など血小板減少を伴う可能性のある病態では、硬膜外血腫の危険性が高まるため注意が必要である。

脊椎術後や二分脊椎など脊椎疾患がある場合は、物理的な神経損傷や穿刺困難、薬液の広がり不十分などの可能性があるため、事前の MRI 検査などにより穿刺に伴う危険性を慎重に評価すべきである。帝王切開管理における硬膜外麻酔では、合併症は重篤となりうるため、その利点や欠点など特徴を十分に理解することが必要不可欠である。

3 利点

- 1) 交感神経遮断発現が遅く麻酔導入後の重度な低血圧を減じることができる。
低血圧に対する忍容性が低い重篤な心疾患合併妊婦で有用である。
- 2) カテーテル留置による局所麻酔薬追加投与が可能である。
手術時間に応じて麻酔持続時間を調整できる。
- 3) 帝王切開が必要となった場合に、硬膜外無痛分娩から帝王切開の硬膜外麻酔へと切り替えることができる。
挿管困難の既往や高度肥満などの気道確保困難が予想される症例では、予防的に硬膜外カテーテルを留置して経腔分娩を試みることも推奨されている³⁾。

4 欠点

- 1) 脊髄神経遮断効果が弱い。
- 2) 効果発現までに時間を要する。
- 3) 投与量が多く、髄腔内誤投与では高位脊髄くも膜下麻酔/全脊髄麻酔、カテーテルの血管内迷入や極量を超えた投与量では局所麻酔薬中毒を起しうる。
- 4) 周産期に凝固異常が起こった場合、硬膜外血腫の可能性がある。

5 重篤な合併症

■ 局所麻酔薬中毒

硬膜外麻酔で投与する局所麻酔薬およびオピオイドの必要量は、髄腔内投与の5~10倍である。血管内注入が起こった場合には母体および胎児の全身毒性が生じる。緊急帝王切開を硬膜外麻酔で管理する場合は、常に局所麻酔薬中毒の存在を念頭に置く必要がある。バイタルサインや身体所見のわずかな変化にすぐに気づけるよう、薬剤は少量分割投与していくことが必須である。英国・アイルランド麻酔科学会ガイドラインでは、手術室はもちろん産科病棟でも脂肪乳剤（イントラリポス[®]）を置くことが推奨されている⁴⁾。

■ 高位脊髄くも膜下麻酔，全脊髄くも膜下麻酔（全脊麻）

急激な麻酔域の拡大とともに血圧低下が認められた際には、硬膜外腔に留置したと思っていたカテーテルが脊髄くも膜下腔や硬膜下腔に迷入した可能性を考える。薬剤投与し数分から30分以内に高度徐脈や重篤な低血圧が引き起こされ、母体では呼吸循環不全、胎児では低酸素血症を引き起こす。発生頻度は低い産科麻酔領域で重篤な有害事象である。早期発見、即時対応することが重要である。

■ 硬膜外血腫

硬膜外麻酔の穿刺やカテーテル抜去の際に硬膜外腔の静脈損傷が原因となり、硬膜外腔の血腫が脊髄を圧迫することで神経症状を呈する。この静脈には弁がなく、壁も薄い。そのため腹腔内圧や胸腔内圧の上昇の影響を受けやすい。そのため妊婦や肥満患者では血管穿刺を起しやすいため、分娩時出血による凝固異常や術後抗凝固療法中の硬膜外カテーテル抜去では医原性の硬膜外血腫を生じうるため、周産期の硬膜外カテーテル管理の特性を理解する必要がある。

一般的に硬膜外麻酔に伴う脊髄硬膜外血腫の発生頻度は1993年のTrybaの報告で穿刺150,000回に1例程度とされてきた⁵⁾が、近年ではその頻度が高いことが知られている。2013年のBatemanらの報告では周術期患者では9,000人に1人外科的処置が必要な硬膜外血腫が発生していたが、一方約8万人の産科患者では血腫を発生した患者はいなかった⁶⁾。さらに2004年のMoenらの報告では、産科領域で施行された205,000件の硬膜外麻酔のうち、硬膜外血腫を認めたのはHELLP症候群の1例だけであったと報告し

ている⁷⁾。

このように産科患者における硬膜外血腫形成は稀ではあるが、万が一発生した場合に重篤な神経障害を生じ得る。硬膜外血腫は血腫部位に一致した強い背部痛を呈することが特徴的である。背部痛出現後、数時間以内に筋力低下や感覚障害を呈するようになる。診断にはMRI・T2強調画像が早期の血腫の描出に有用である。予後は発症から治療介入までの時間によって左右される。発症後8時間以内に除圧・椎弓切除術を行えば神経学的な回復が望めるといわれており⁸⁾、早期診断・介入が必須である。

2 予定帝王切開に対する硬膜外麻酔

1 予定帝王切開の実際

硬膜外麻酔であっても途中から全身麻酔を必要とする事態は発生しうるため、モニタリングの基準を遵守するとともに、全身麻酔の準備も怠ってはならない。

- 1) 患者確認、標準モニターの装着、抗菌薬の投与（執刀前）、体位作成や穿刺部位の選択について：脊髄くも膜下麻酔と同様である（8章2-3を参照）。
- 2) 実際の穿刺手技について：4章1-5を参照のこと。
- 3) 麻酔効果判定：脊髄くも膜下麻酔と同様である（8章2-3を参照）。ただし、硬膜外麻酔は効果発現時間が脊髄くも膜下麻酔よりも遅いため、より注意を払って効果判定を進める必要がある。

2 予定帝王切開術における sequential CSEA

現在では帝王切開における脊髄くも膜下硬膜外併用麻酔（combined spinal-epidural anesthesia: CSEA）法は、産科麻酔分野で有用性が認識され、広く普及している（詳しくは、8章2-5を参照）。

また、意図して脊髄くも膜下腔に少量の局所麻酔薬を投与し、麻酔効果が不足した分を作用発現の緩徐な硬膜外麻酔（生理食塩水または局所麻酔）の追加にて補う方法もある。このようなCSEAの改良法はRawalら^{9,10)}によって最初に報告され、low dose CSEAまたはsequential CSEA^{11,12)}とよばれている。少量の髄腔内投与を行うことで、低血圧の頻度を軽減し、心血管系を安定させることが知られており^{13,14)}、最近では急激な循環動態の変化を避けたい患者における帝王切開術でも硬膜外麻酔ではなくsequential CSEAが選択されている。

3 緊急帝王切開に対する硬膜外麻酔

先述の通り、帝王切開の麻酔法として硬膜外麻酔単独を選択する場合はほぼ緊急帝王切開といってよい。硬膜外麻酔による無痛分娩中の妊婦で緊急帝王切開が必要となった場合には、すでに留置されているカテーテルを用いた硬膜外麻酔が第一選択となる。近年本邦でも無痛分娩の実施率は着実に増加しており、2016年の調査では8.6%であっ

た¹⁵⁾。そのため硬膜外麻酔を用いた帝王切開の麻酔管理は年々増加傾向にあるといえる。緊急帝王切開分娩の場合、産婦は精神的な負担も大きいため、産科医療に携わる医療者として常に産婦に安心感を与えることができるように心掛ける必要がある。脊髄も膜下麻酔に比して硬膜外麻酔では効果発現が遅く、脊髄神経遮断の程度も弱いため、特に麻酔効果判定には細心の注意を払う必要がある。

1 緊急帝王切開の麻酔の実際

■ 麻酔法の決定

無痛分娩において効果的な鎮痛を提供している硬膜外カテーテルであれば、そこから薬剤を追加投与することで帝王切開術の麻酔を行うことが可能である。麻酔科医は鎮痛開始後の経過を把握している症例であるため、安全な手術麻酔を提供しやすい。たとえ超緊急の帝王切開であっても、麻酔法の第一選択は硬膜外麻酔である。帝王切開術施行決定の宣言と同時に産科病棟で手術麻酔用の薬剤投与をすることができる。産科病棟から手術室に移動してきたときには執刀可能な麻酔レベルを確立しやすい¹⁶⁾。全身麻酔の準備を同時に進めることが大前提である。

時間に余裕のある緊急帝王切開ではより安全性を優先させ、手術室に移動後に投与してもよい。病棟で投与を開始した時は母児のモニタリングを行いながら移動する。イスラエルからの報告では、大規模施設では96%が、小規模病院でも44%がLDRでトップアップを開始している¹⁷⁾。バイタルサインの測定ができ次第薬剤投与を開始する。ここで、無痛分娩から緊急帝王切開になった際の麻酔法の選択までの流れについて 図1 に示す。

コラム 緊急度の高い帝王切開術が予想される症例では、宣言前からの情報共有が重要

緊急帝王切開では麻酔計画を立てるための時間が必要である。患者の情報収集が不十分な状況下での麻酔管理は母児ともに危険にさらす可能性があるために避けなければならない。緊急度の高いカテゴリー宣言をされる症例では、宣言前から帝王切開になりそうだと推測されていることが多い。すなわち「ダブルセットアップ」といって帝王切開術に必要な術前検査や同意書の取得を済ませた上で、経膈分娩の進行を見守ることもある。そこで緊急度の高い症例では、われわれ麻酔科医は産婦人科医や助産師からあらかじめ患者情報を積極的に取得しておくことが望まれる。また、手術室のスタッフは産科病棟に「ダブルセットアップ」の患者がいることを知らないことが多い。したがって、麻酔科医は産科病棟と手術室間の橋渡し役を担うこともまた重要である。

■ 局所麻酔薬の選択

緊急帝王切開の硬膜外麻酔における「トップアップ」に使用する局所麻酔薬の種類を検討した11のランダム化比

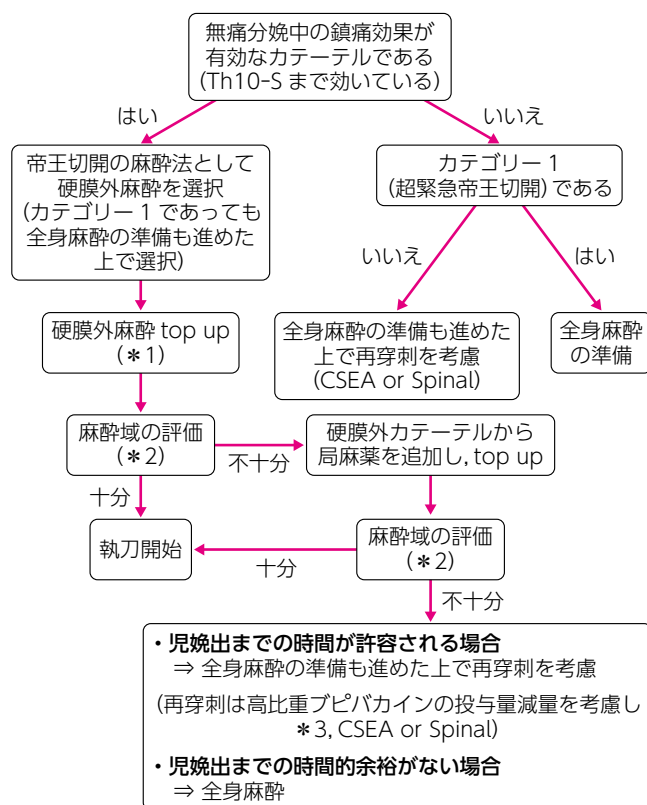
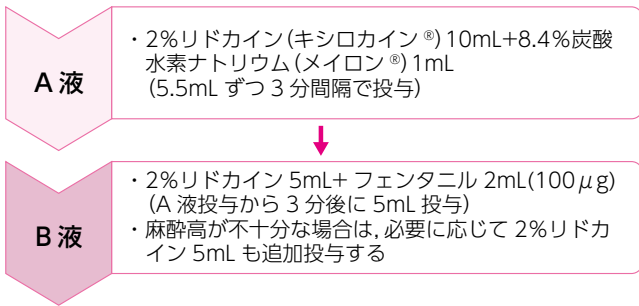


図1 無痛分娩から緊急帝王切開になった際の麻酔法の選択について

- *1 硬膜外麻酔 top up の一例は 図2 を参照。
- *2 帝王切開に必要な麻酔高の評価は一定の基準は示されていない。麻酔高の評価については、8章 2-3「コラム 患者を不安にさせないレベルチェックとは？」を参照。
- *3 硬膜外ボラス投与による硬膜嚢の圧迫は脊髄も膜下腔の局麻薬の頭側への拡散を促進することが知られている。これを epidural volume effect とよぶ。Epidural volume effect により、硬膜外麻酔投与後の脊髄も膜下麻酔は麻酔域が急速に広がりやすく、再穿刺時に高比重ブピバカインの投与量を減じない場合、高位麻酔を生じかねないため注意が必要である。「コラム 脊髄幹麻酔で再穿刺する場合の留意点」も参照。

較試験のメタアナリシス¹⁸⁾では、エピネフリン添加リドカイン（キシロカイン®）が最も感覚ブロックの発現が早く、フェンタニルの添加でさらにブロックの発現が早まることが示唆された。リドカイン濃度が2%未満、またはエピネフリンを添加しない場合では帝王切開に耐えるには不十分な麻酔となる可能性がある¹⁹⁾。また局所麻酔液をアルカリ化することで、作用発現が速くなるだけでなく、神経遮断の持続時間を延長することができる²⁰⁾。筆者の施設では硬膜外のトップアップの際に使用する薬剤の組み合わせとして、2%リドカイン+炭酸水素ナトリウム（メイロン®）と2%リドカイン+フェンタニルを安全性に留意し分割投与している。図2 に硬膜外麻酔トップアップの一例を示す。

本来であれば硬膜外麻酔の薬剤投与は局所麻酔中毒やカテーテルの脊髄も膜下腔迷入などを見逃さないために少量分割投与が基本だが、リドカインは半減期が短いため、少量分割投与しては十分な麻酔域がいつになっても達成されない。したがって緊急時には硬膜外カテーテルの信頼性が確認できていれば10 mLの局所麻酔薬を一度に投



※麻酔効果が不十分な場合や手術時間に応じて適宜局所麻酔を追加する

図2 硬膜外麻酔 top up の一例

与することも許容される。

■ 術後鎮痛

帝王切開術後は、多くの産褥婦にとって中等度から重度の術後の疼痛を伴うものである。鎮痛目的にモルヒネ塩酸塩（モルヒネ塩酸塩注射液）2～3 mg の硬膜外投与が推奨されている。術後は出血量に留意し、凝固障害がなければカテーテルを抜去する。塩酸モルヒネ脊髄幹投与の副作用に遅発性呼吸抑制があり、術後はパルスオキシメーターや呼気二酸化炭素モニターなどの適切なモニタリングが必要である。

■ 硬膜外麻酔の失敗

無痛分娩時に使用していた硬膜外カテーテルを利用して帝王切開が施行できない危険性（失敗率）は、0～21%と報告されている²¹⁾。Bauer らは無痛分娩から帝王切開へ移行する場合に硬膜外麻酔下に帝王切開が完遂できない危険因子に、①無痛分娩中の追加投与回数が多い、②手術緊急度が高い、③非産科麻酔科医による麻酔管理、をあげている。また10.7%の症例で硬膜外麻酔になんらかの補助鎮痛薬を必要とすると報告している²²⁾。無痛分娩中の硬膜外カテーテルが有効でないと判断した場合は、脊髄幹麻酔の再穿刺または全身麻酔への移行を検討する。

Royal College of Anesthetists による帝王切開の麻酔に関する品質改善概要（quality improvement compendium）ガイドラインでは、無痛分娩から帝王切開へ移行する場合には全身麻酔への移行は緊急手術の場合、5%未満が望ましいと示されている。再穿刺や全身麻酔への移行を避けるためには、無痛分娩開始時には硬膜外カテーテルの信頼性を常に確認し、ボラス投与によっても十分な鎮痛効果を得られない場合には、速やかに硬膜外カテーテルの再挿入を試みることも重要である²³⁾。

局所麻酔投与前にはそれぞれの局所麻酔薬の最大投与量を確認し、遵守する 表1。

表1 硬膜外麻酔に使用する局所麻酔薬の最大投与量

局所麻酔薬	最大投与量 (70 kg 成人の最大用量)
リドカイン (キシロカイン®)	(エピネフリン添加あり) 7 mg/kg (500 mg)
	(エピネフリン添加なし) 5 mg/kg (350 mg)
メピバカイン (カルボカイン®)	(エピネフリン添加あり) 7 mg/kg (500 mg)
	(エピネフリン添加なし) 5 mg/kg (350 mg)
プピバカイン (マーカイン®)	(エピネフリン添加あり) 3 mg/kg (225 mg)
	(エピネフリン添加なし) 2.5 mg/kg (175 mg)
ロピバカイン (アナペイン®)	3.5 mg/kg
レボプピバカイン (ポブスカイン®)	3 mg/kg

注) 局所麻酔薬の毒性は相加的であり、複数剤を併用する場合は各剤の極量に占める割合の合計が100%を超えないようにする。例えば2剤をそれぞれ単剤としての極量まで使うと極量200%相当の過剰投与となる。

「聖路加国際病院 2022 年度版 鎮静に関する方針・手順」より改変

コラム 脊髄幹麻酔で再穿刺する場合の留意点

無痛分娩中に使用していた硬膜外カテーテルが有用でないと判断した場合、CSEA や脊髄くも膜下麻酔などで再穿刺を検討する。その際に気を付けるポイントとして下記3点をあげたい。

- 1) 硬膜外腔にすでに大量に局所麻酔薬が投与されていた場合、局所麻酔薬の流出を脊髄液と誤認する可能性がある(=spinal failure)。
 - CSEA では硬膜外腔を抵抗消失法で確認した後に needle through needle で脊髄針を穿刺することで、single shot spinal で穿刺するよりは誤認する確率は減る可能性がある。
- 2) 局所麻酔薬中毒の可能性
- 3) 部分的に麻酔が効いている状態で脊髄くも膜下麻酔を施行した場合、局所麻酔薬の投与量によっては高位麻酔が生じる可能性（再穿刺後の麻酔効果を予想しにくい）。
 - 再穿刺の際には高比重プピバカイン（マーカイン®）の投与量を減じる必要がある。投与量を減じたことで万が一麻酔域が不足した際のことを考慮し、筆者の施設では可能であれば sequential CSEA で再穿刺をしている。