

PDPHノート

坪川 恒久 (TSUBOKAWA, Tsunehisa)

東京慈恵会医科大学 麻酔科学講座

■豆知識：知っておきたい硬膜外腔に関する解剖学¹⁾

硬膜外腔は脊柱管の中で硬膜の外側を囲んでいる空間であり、腹側は後縦靭帯、背側は黄色靭帯で靭帯と接している。頭側は大後頭孔で折り返していて、頭蓋内の硬膜外腔とは連続していない。尾側は仙尾骨膜で終わっている。硬膜外腔の幅は C5 レベルでは 1~1.5mm と薄く、L2 レベルでは 5~6mm と尾側に行くほど広がっている。これが上位胸部での硬膜外麻酔域が主に尾側に広がっていく理由とされている。内容物には血管、結合組織、脂肪組織が含まれていて、空洞なわけではない。

◎硬膜外腔は本当に陰圧？

硬膜外腔は陰圧がかかっているかと思っているかもしれないが、測定してみるとわずかながら陽圧である (8mmHg)²⁾。また、黄色靭帯と棘上靭帯では穿刺したときの抵抗感が異なっている。ハンギングドロップ法で硬膜外腔を確認すると、硬膜外腔に針先が到達するとハブにつけた水滴が吸い込まれるように感じ、このために硬膜外腔は陰圧ととらえるようだが、このときの陰圧は針先が硬膜を押すことにより作られる陰圧であり、実はかなり危険な行為である (水滴が吸い込まれる前に針先は硬膜外腔に達している)³⁾。

◎知らない間に硬膜穿刺してしまう理由

「知らないあいだに硬膜穿刺していた」理由の一つに、黄色靭帯の正中融合不全がある (図 1)。黄色靭帯は発生時に左右から伸びて正中で融合し完成するが、人によりこの融合が不完全となっている。T10~T11 の融合不全は 35.2% の人にみられる⁴⁾。黄色靭帯は強い組織であるが、このギャップに針が入ると抵抗が得られず、知らないあいだに針先がくも膜に到達してしまうことになる。下部胸椎を正中アプローチで穿刺する場合は注意が必要である。

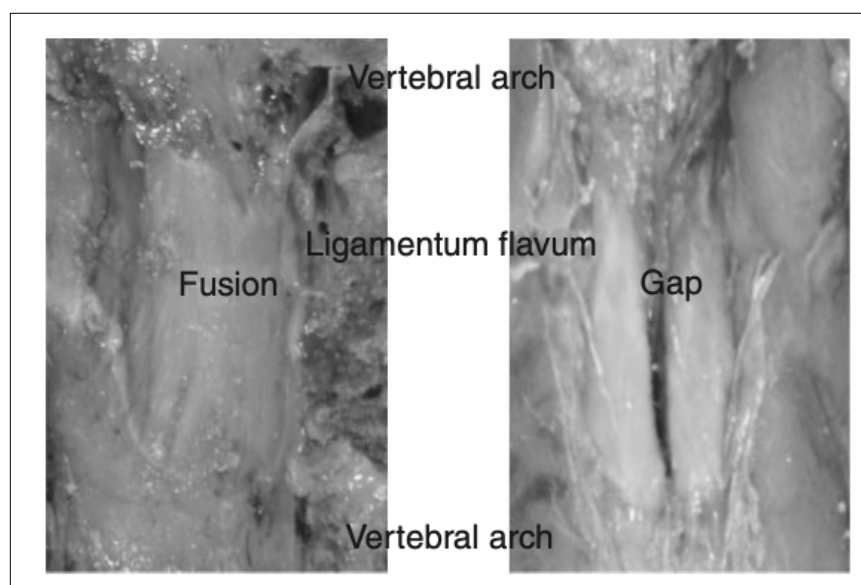


図1 黄色靭帯の正中癒合不全

(文献 4 より)

左：正常人の黄色靭帯

右：黄色靭帯正中融合不全例

◎片効きの原因

片効きの原因として、*plica mediana dorsalis* が考えられる^{5~8)} (図2)。Stevens らの研究⁵⁾では、被験者全員に *plica mediana dorsalis* が存在し、さらに別の膜様構造物により硬膜外腔は腹側と背側に分割されている。Nada らの研究⁷⁾でも、患者の 80%にこれら膜様構造が存在し、造影剤の広がり方が水平方向だけでなく垂直方向にも制限されることが示されている。これらの構造物により硬膜外腔が完全に分割されていることは少ないようであるが、硬膜外麻酔の効果に空間的、時間的な左右差が生じる大きな原因となるであろう。

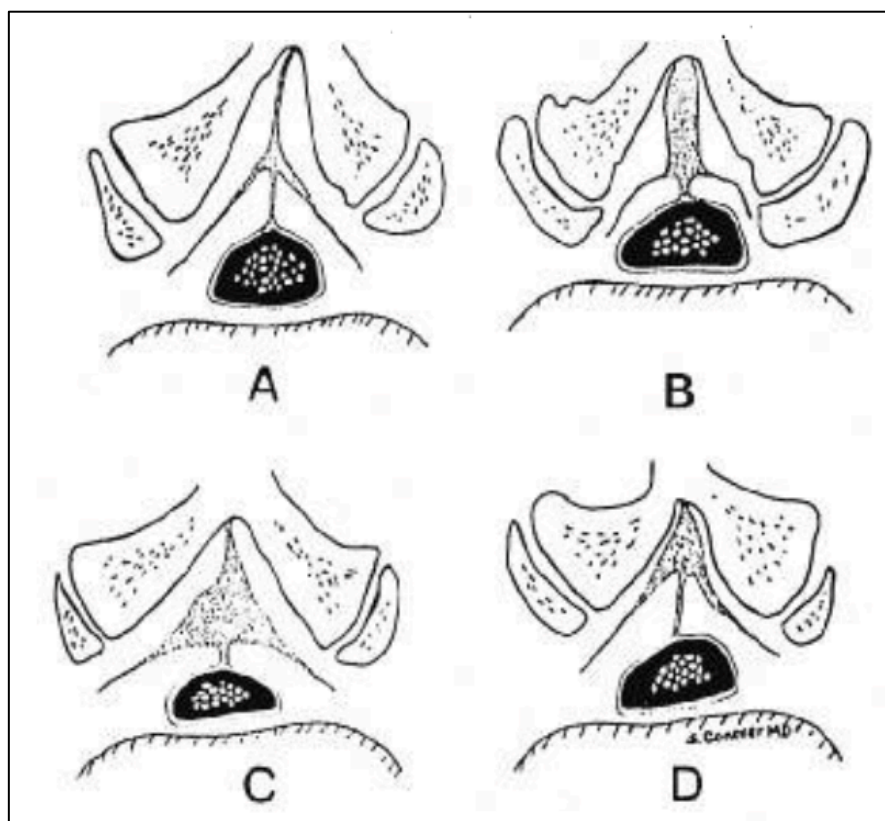


図2 さまざまな *plica mediana dorsalis* (文献8より)

◎効き過ぎの原因

逆に、硬膜外麻酔が「効き過ぎ」る原因としては *subdural block* が考えられる。通常、硬膜とくも膜は密着していてその間に空間はない。しかし、硬膜下くも膜外にカテーテルが侵入してしまい、ここに局所麻酔薬が投与されると *subdural block* となる。

特徴としては、①麻酔域の過度な広がり、②循環動態の安定、③知覚神経のみの遮断（運動神経は維持）、④麻酔域のまだらな広がり、⑤オンセットに 20 分以上要する、⑥呼吸抑制、⑦頭部での麻酔効果出現、などである。これらのうち一つでもみられたら *subdural block* を強く疑うとしている²⁾ (注意：逆にオンセットの早いケース、過度の低血圧をきたすケースなどの報告もある)。Sidash ら⁹⁾は、胸部・腹部手術への硬膜外カテーテル留置を透視下に行っており、2472 人の硬膜外カテーテル留置者で、*subdural space* にカテーテルが留置される率を調べた。その結果、13 人に *subdural space* への留置が認められた (0.5%)。Metha らの研究¹⁰⁾では、100 人中 7 人で Tuohy 針が部分的に *subdural space* に侵入している (造影剤が *epidural* と *subdural* の両方のスペースを造影する) ことが示されていて、意外に *subdural block* は起きているのかもしれない。

■おさらい：硬膜穿刺後頭痛 post-dura punctual headache (PDPH) とは？

中枢神経系は脳脊髄液 cerebrospinal fluid (CSF) に浮遊する形で保護されている。CSF の総量は 150 mL 程度であり、二重構造の膜（くも膜と硬膜）で作られる袋の中を満たしている〔最近、くも膜と軟膜の間に第4の膜 subarachnoid lymphatic-like membrane (SLYM) の存在が示された¹¹⁾〕。CSF は頭蓋内の脈絡叢で 500mL/日の速度で分泌され、同量が頭蓋内および脊髄の静脈から吸収されている。くも膜と硬膜を貫通する孔が生じると CSF が漏出してしまい、これが頭痛の原因となる。

頭痛発生の機序としては、CSF 圧が低下したために代償性に脳血管が拡張して起こるとする説と、CSF の減少により、浮遊している中枢神経系が重力方向に移動することで、頭蓋や脊椎骨の孔を通り外に出ている神経が引っ張られて起こるとする説がある。カフェインのような血管収縮薬が有効なのは前者の機序に対してであろうし、耳鳴や視覚障害、後頭部痛が起きるのは後者の機序によるものであろう。10% (約 15 mL) の CSF の漏出により、立位では頭蓋内の陰圧が 40% 増大する¹²⁾。

国際頭痛学会『国際頭痛分類 第3版』(https://www.jhsnet.net/kokusai_2019/all.pdf) の定義では「硬膜穿刺後 5 日以内に穿刺孔からの髄液漏出により起きる頭痛であり、項部硬直や聴覚障害を伴う」とされており、PDPH に特徴的な体位性に変動する頭痛（立位および座位で増強し、臥位で減弱する）は定義に含まれていない。これは、体位性変動がみられない人が 5% 程度存在するからであるが、実際には、体位性変動は最も重要な所見である。

◎硬膜穿刺に気づいたとき

硬膜外針で硬膜を誤穿刺して CSF が逆流してきた場合は、硬膜外針を抜去し 1 椎体ずらして再度穿刺する、あるいはそのままカテーテルをくも膜下に留置し、持続脊髄くも膜下ブロックとして使用する方法がある。後者のほうが PDPH の発生率は低くなり（オッズ比 0.83）、硬膜外自家血パッチ (EBP) を必要とするケースも少なくなる（オッズ比 0.62）¹³⁾。カテーテルから 10mL の生理食塩液を投与する。カテーテルはただちに抜去せず 24 時間留置したほうが PDPH の発生は少ない。生理食塩液を持続投与（2mL/hr）する方法も報告されている¹⁴⁾。病棟で脊髄くも膜下ブロックのカテーテルを管理することになるので、くれぐれも誤投与、感染に注意する¹⁵⁾。

■PDPH の画像診断

脊髄領域では硬膜外腔に漏出する CSF を描出する方法が用いられる。低髄圧状態が慢性的に続く低髄圧症候群では脳での CSF 圧低下に対する代償変化を生じるので、画像で代償性変化を見つける。

◎漏出する髄液の描出

1. MRI がよく用いられる（図 3）¹⁶⁾。硬膜を挟んで内側の CSF と外側のリークした CSF を、T2W1 画像の高信号領域として確認できる。
2. そのほかの方法として、RI を用いた脳槽シンチグラフィや、造影剤を用いた CT ミエログラフィが用いられることもある。

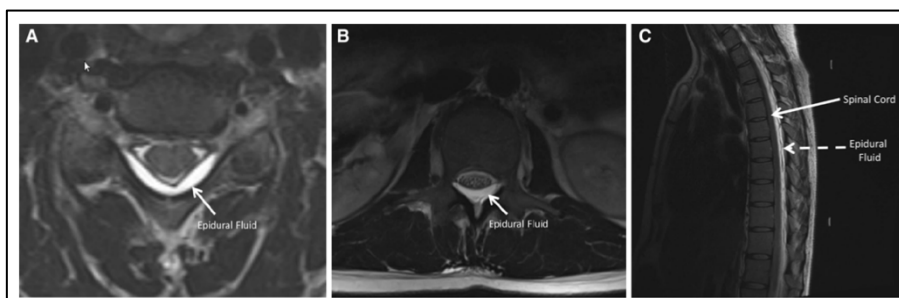


図3 脊髄 MRI による所見（文献 16 より）
極端なリーク症例。腰部での偶発的硬膜穿刺にもかかわらず硬膜外腔のリークした CSF が上部胸椎にまで及んでいる。CSF 中に黒く描出されているのが硬膜。

◎低髄液圧時の MRI 脳所見¹⁷⁾

1. びまん性硬膜造影所見:ガドリニウムによる造影を行うと, T1 画像にて肥厚した硬膜(厚さが 2mm 以上) がびまん性に強く強調される画像が得られる。主に特発性低髄圧症候群 spontaneous intracranial hypotension (SIH) に対して施行され, 確定診断にいたる重要な情報とされる (図 4A)。これは CSF 圧減少による代償的变化とされている。同様に図 4B は頭蓋内の低髄圧による拡張した静脈洞を認める (venous distension sign)。
2. 硬膜下水腫 subdural hygroma : T2 画像にて上記のびまん性硬膜肥厚と同時にみられるのが硬膜下への液体貯留である (図 4C)。
3. 矢状断像では, 小脳扁桃下垂, 橋前槽の狭小化, 下垂体の腫大などの所見を認める (図 5)¹⁸⁾。そのほか, MRI 所見による PDPH に対するスコアリングシステムも提唱されている¹⁹⁾。

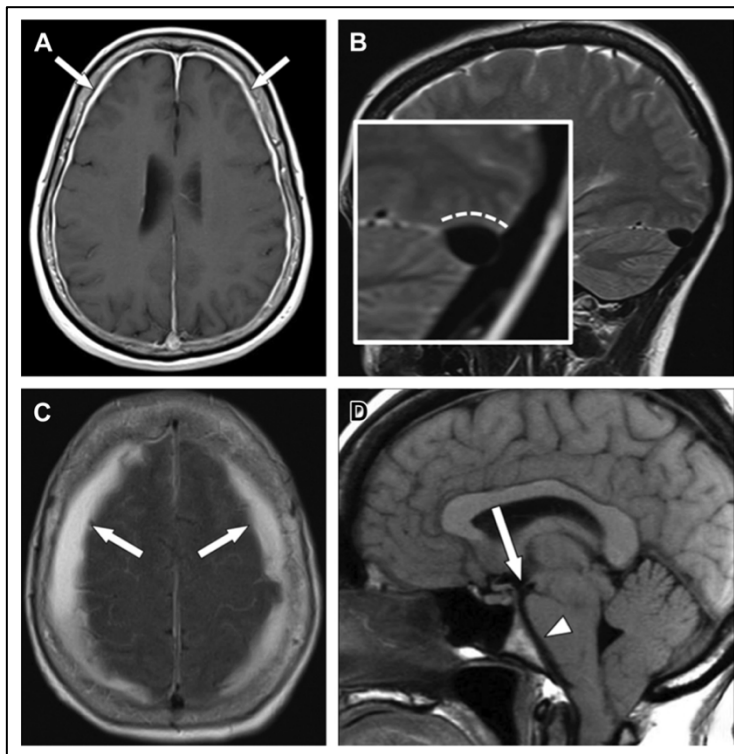


図 4 SIH 所見 (文献 17 より)

A: T1 画像。びまん性スムーズに肥厚した硬膜。髄膜炎でも同様に強調されるがこのような滑らかな肥厚にはならないので SIH に特異的とされている。

B: T2 画像。venous distension sign。矢状断で静脈洞が膨張している。これも SIH で感度 94%の所見である。

C: フレア画像にて両側性に硬膜下水腫を認める。

D: T1 画像にて橋前槽の狭小化を認める。



図 5 矢状断像所見

(文献 18 より)

© Polish Medical Society of Radiology

A: SIH 患者。下垂体の仮性腫大と小脳扁桃部の下垂を認める。

B: 比較のための正常人画像

■PHPHの発生率は？

近年は、腹腔鏡や胸腔鏡を用いた低侵襲手術が主流となり、硬膜外麻酔を実施する機会は減少している。しかし、無痛分娩に関しては硬膜外麻酔による管理をすることがほとんどであり、近年の報告は産科麻酔領域からのものが多い。

Boothら²⁰⁾は自施設において15年間、約84000例の母集団（硬膜外麻酔、脊髄くも膜下麻酔、あるいはCSEAで管理された経膈分娩または帝王切開術）で硬膜穿刺ならびにPDPH、その治療としてのEBPの実施数を調べている。その中で偶発的硬膜穿刺（ADP）は753例発生し、424例がEBPで治療され、66例は2回目の、6例は3回目のEBPが必要であった。ADPの発生率は1.05%であった一方、PDPHを発症しEBPを受けた人の3分の1は、はっきりとしたADPの徴候がなかった（知らないあいだにADPになっていたか、施行した麻酔科医が上手に隠したか…）。Martínezら²¹⁾は、66500例の無痛分娩患者で調べており、ADPの発生率は0.76%で、そのうち59%がPDPHと報告している。Wejiら²²⁾は、脊髄くも膜下ブロック後のPDPHを調べている。脊髄くも膜下ブロックによる帝王切開を受けた150人の患者において、PDPH発生率は28.7%であり、脊髄くも膜下ブロックのような細い針であっても、われわれが考えているよりもかなり高い。

Makitoら²³⁾は日本のDPCデータ（2010年1月1日～2017年12月31日）を用いた研究を実施した。この間に約350万人の患者が脊髄幹ブロック（脊髄くも膜下、硬膜外、あるいは両方）を受けている。妊婦以外では、脊髄くも膜下ブロック、硬膜外麻酔どちらでもPDPHの発生率は0.13～0.16%であったが、妊婦ではそれぞれ1.16%、0.99%であり、妊婦で発生率が高いことが示されている。

■PDPHの鑑別診断：頭痛にもいろいろあり

妊娠後期には妊娠高血圧などさまざまな理由で頭痛が起きる。PDPHによる頭痛に関連して注意が必要なものに硬膜下出血がある²⁴⁾。これは、CSF圧が低下すると脳が尾側に移動してしまい、その際にくも膜と硬膜の間にある架橋静脈が破綻して出血するものである。PDPHだと思っただけでも、次第に症状が重篤化するようなら頭蓋内の画像診断を実施するべきである。

そのほか、出産後の凝固能亢進に伴う脳静脈洞血栓症cerebral venous sinus thrombosisがある²⁵⁾。重篤なケースでは脳浮腫から不幸な転帰をとることもあり、注意が必要である。硬膜外麻酔との関係は明らかではないが、硬膜穿刺によりCSF圧が低下すると、脳静脈洞が拡張して血流速度が低下し血栓ができやすくなると考えられている。出産後の女性の30%は頭痛を経験するというが、脳動脈瘤破裂、可逆性後頭葉白質脳症 posterior reversible encephalopathy syndrome (PRES)、気脳症など、鑑別が必要な重篤疾患が目白押しである（表1）²⁶⁾。

Bosら²⁷⁾は、脊髄幹ブロック後に頭蓋内出血をきたした240例についてまとめている。この結果では脊髄くも膜下ブロックでの発症が多く（42%）、針のサイズも25～27Gが多くなっていて、穿刺困難だから多いわけでもないことがわかる。脊髄幹ブロックを行うときは必ず注意が必要である。

また、一度診断がつけば確定というわけではない。診断後により重篤な状態に移ることもあり得るため、症状が変化したり進行した場合は再評価し、怪しければ画像診断するべきである。

表1 頭痛の鑑別診断（文献26より）

一次性頭痛	片頭痛 緊張性頭痛
-------	--------------

二次性頭痛	脳血管障害	くも膜下出血 硬膜下出血 脳内出血 脳静脈洞血栓症 脳虚血 脳動脈解離 可逆性後頭葉白質脳症 (PRES) 可逆性脳血管攣縮症候群 (RCVS) 下垂体卒中
	非血管性頭蓋内障害	良性頭蓋内圧亢進 特発性頭蓋内圧亢進 PDPH 頭蓋内占拠性病変 気脳症
	感染	敗血症 髄膜炎 副鼻腔炎
	その他	妊娠高血圧症 薬物によるもの カフェイン離脱症候群

■PDPH の危険因子

◎針に関するリスク

脊髄くも膜下ブロックに用いる針は硬膜を貫通することを前提として作られているため、穿刺後のCSFリークを最小にするためにデザインされている。また穿刺孔を小さくするためにも、細い径を用いたほうがよいと考えられている。一方で、径が細くなると穿刺が困難となり、その結果、複数回穿刺することになれば、それが逆にリスクになる。

図6に針の種類、図7に硬膜の孔を示す²⁸⁾。

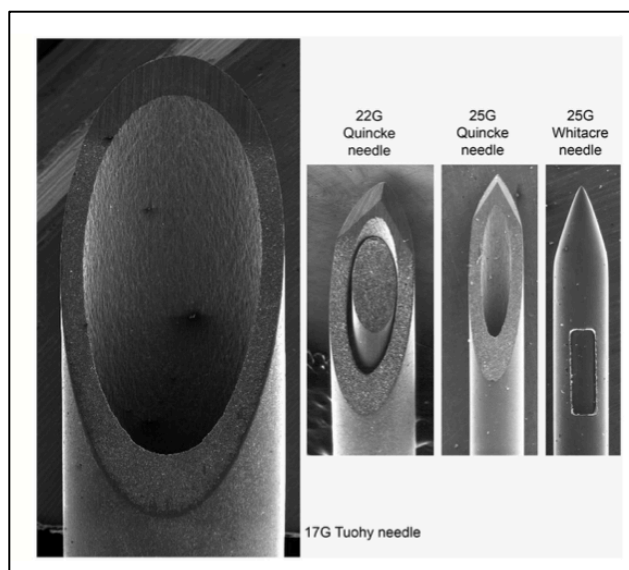


図6 針の種類 (文献28より)

硬膜とくも膜の複合体の線維方向はバラバラであり、ベベルの向きは影響がない。針のタイプに関しては、QuinckeのようなカッティングタイプではPDPHの発生率が11%なのに対して、Whitacreのような非カッティングタイプでは4.2%の発生率となっている²⁹⁾。Maranhaoら³⁰⁾はネットワーク解析の結果、26GのWhitacreタイプの針を勧めている。

硬膜外麻酔の針にはデザインの差があまりみられない。抵抗消失法には、空気ではなく液体を用いたほうがADPは少ない³¹⁾。これは気脳症予防の面からも支持される。ADP症例では穿刺回数や患者の体動が多い³²⁾。

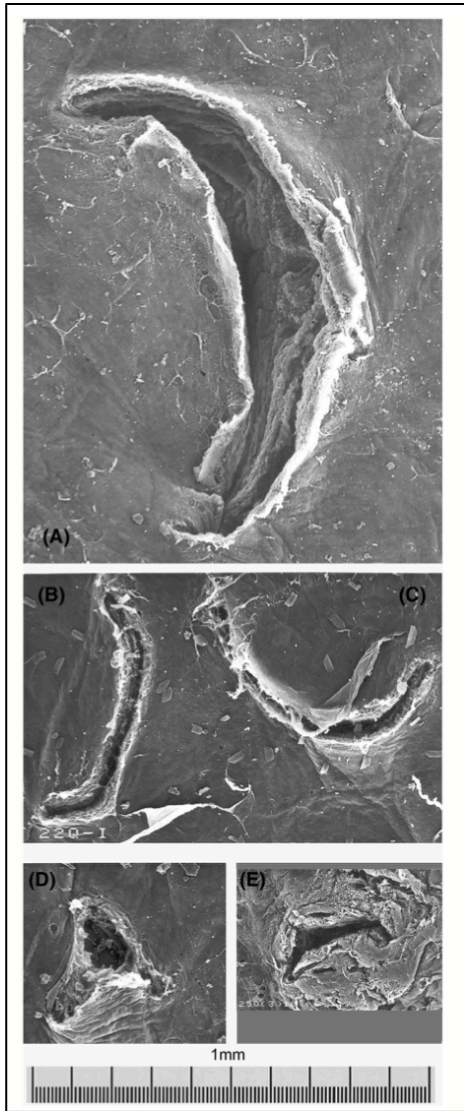


図7 針による硬膜穿刺の孔の違い（文献 28 より）

A : 17G Tuohy 針

B : 22G Quincke 針。ベベルの向きを anteroposterior axis と平行に刺した場合

C : 22G Quincke 針。ベベルの向きを anteroposterior axis と垂直に刺した場合

D : 22G Whitacre 針

E : 25G Quincke 針。ベベルの向きを anteroposterior axis と垂直に刺した場合

◎患者側のリスク

Makito ら²³⁾は、男性、非妊娠女性、妊婦の三つに分けて PDPH 発生の背景因子を比較している。この結果では、いずれのグループも、年齢が低いほどリスクが高くなり、また、脊髄の変形があるとリスクが高くなる。男性では BMI 35 以上はオッズ比が 1.88 となるが、女性ではオッズ比が 0.7~0.8 である（有意ではない）。妊婦の特徴としては、BMI が 18.5 未満で PDPH のリスクが高いことが挙げられる。また、男性では腰部の穿刺でリスクが高くなるが、女性では胸部の穿刺で高くなっている。硬膜穿刺時に子宮頸部の開大が大きいほど ADP のリスクが高い³³⁾。検査目的の腰椎穿刺後の PDPH を調べた研究では、年齢と血糖値が PDPH の独立危険因子とされた（血糖値が 105 mg/dL vs. 130 mg/dL）³⁴⁾。

◎麻酔科医のリスク

教育病院の脊髄くも膜下ブロックでは、PDPH の発生率が低い（オッズ比 0.4）が、硬膜外麻酔では男性が 1.36 と高くなり、女性は 0.54~0.78 と低くなっている²³⁾。Orbach-Zinger らは、産科麻酔領域で ADP をしてしまった麻酔科医に対するアンケート調査を実施している（5 か国の国際研究）³⁵⁾。317 件の ADP に対して、254 件から回答が得られている。ADP 発生時の状況として麻酔科医は、抵抗消失の感じが変だと思ひ（35.3%）、皮膚からの距離が短いと感じ（11%）、黄色靭帯が硬いと感じ

ている (8.3%)。16.4%でサポートスタッフが手術室内におらず、21.9%で患者が非協力的だと感じていた。

◎その他のリスク

喫煙者では PDPH の発生率が約半分になるとする報告³⁶⁾もあるが、これは男性が多く含まれているからかもしれない。腰椎穿刺を実施する前に経頭蓋ドプラ transcranial Doppler にて中大脳動脈血流速度を測定し、最大流速 >68.4 cm/sec および穿刺後 24 時間の拍動指数 pulsatility index (PI) <0.75 を満たすと PDPH の発生率が高くなるという報告がある³⁷⁾。

■PDPH に対する治療法の選択肢は？

EBP は決して合併症のない安全な治療ではないこと、軽い PDPH の多くは自然に回復すること、EBP の実施時期として硬膜穿刺から 48 時間以内は成功率が低くなることなどから考えると³⁸⁾、PDPH の診断からすぐに EBP を実施するのではなく、まずは保存的治療を試みるべきである。保存的治療の方針としては次の三つがある。

◎CSF の産生量を増やす

CSF の産生量を増やす (維持する) ためには、まず脱水を避ける必要があり、十分な経口補水または必要に応じて輸液を行う。カフェインは血管収縮作用と CSF 産生増加作用をもつため、PDPH の保存的治療ではよく用いられる。投与方法は、300 mg の経口投与で 24 時間で 900 mg を超えないようにする。静注は推奨されていない³⁹⁾。カフェインと同じキサンチン誘導体であるテオフィリンの静注による治療も行われているが、エビデンスは少ない。どちらも過量では痙攣を誘発する可能性がある。副腎皮質刺激ホルモン (ACTH) には CSF 産生および β エンドルフィン濃度上昇作用があり、海外ではコシントロピンが用いられているようだ⁴⁰⁾。

◎脳血管を収縮させる

先に挙げたカフェイン、テオフィリンには血管収縮作用がある。同様にデスマプレシンは抗利尿作用による体液増加と血管収縮作用があり有効とする報告がある。トリプトファンも用いられてはいるが、報告は少ない⁴¹⁾。

◎一般的な痛みの治療を実施する

非ステロイド性抗炎症薬 (NSAIDs)、オピオイド、ステロイドなどが使われているが有効性は低い。ガバペンチン、プレガバリンともに用いられているが、この 2 剤を比較 (8 時間後と 1000mg) するとプレガバリンのほうが有効だったと報告されている⁴²⁾。痛みの治療薬の多くは血管拡張作用をもつため、PDPH の機序を考慮すると使用は適切ではないのかもしれない。また、ADP 患者が PDPH とならないようにオピオイドを予防的投与する方法は、モルヒネ、フェンタニルともに効果が認められなかった⁴³⁾。

...

その他の治療法として、大後頭神経ブロック⁴⁴⁾、蝶口蓋神経節ブロック⁴⁵⁾など試みられている。しかし、まだ症例報告のレベルであり、追試が待たれている。(神経ブロック法については、Li ら⁴⁶⁾がまとめている)。

■EBP の非適応

一般的に硬膜外ブロックの非適応は EBP でも非適応に該当する。また、細菌感染時には相対的禁忌となる。出産後の女性は菌血症を起こしている可能性があり⁴⁷⁾、EBP を実施するにあたって菌培養

を行うべきかという議論がある。EBPによる感染はまれであるが報告されている⁴⁸⁾。EBPを実施するにあたって予防的抗菌薬投与を行うべきかについても結論が出ていない。ウイルス感染に関しては、ヒト免疫不全ウイルス（HIV）陽性者であっても、ほかのウイルス性疾患などがなければ実施してもよいとされている⁴⁹⁾。有症状のCOVID-19患者5人に対してEBPを実施したところ、合併症がなかったとの報告もある⁵⁰⁾。悪性腫瘍をもつ患者に対するEBPは、中枢神経系への播種をおそれて実施がためらわれていたが、近年、そのようなリスクは小さいとして、治療アルゴリズムが公表されている⁵¹⁾。

■文献

1. Macpherson D, Quondamatteo F, Broom M. Update on applied epidural anatomy. *BJA Educ* 2022; 22: 182-9.
2. Ghelber O, Gebhard RE, Vora S, et al. Identification of the epidural space using pressure measurement with the compuflo injection pump—a pilot study. *Reg Anesth Pain Med* 2008; 33: 346-52.
3. Zarzur E. Genesis of the ‘true’ negative pressure in the lumbar epidural space. A new hypothesis. *Anaesthesia* 1984; 39: 1101-4.
4. Lirk P, Colvin J, Steger B, et al. Incidence of lower thoracic ligamentum flavum midline gaps. *Br J Anaesth* 2005; 94: 852-5.
5. Stevens DS, Balkany AD. Appearance of plica mediana dorsalis during epidurography. *Pain Physician* 2006; 9: 268-70.
6. Ginosar Y, Davidson EM. Plica mediana dorsalis: unilateral epidural anesthesia and the use of bilateral double epidural catheter technique. *Anesthesiology* 2016; 125: 220.
7. Nada EM, Turan MA, Mohamed MN. Some epidurographic explanations for incomplete epidural analgesia coverage in the absence of a catheter. *J Clin Anesth* 2013; 25: 565-71.
8. Savolaine ER, Pandya JB, Greenblatt SH, et al. Anatomy of the human lumbar epidural space: new insights using CT-epidurography. *Anesthesiology* 1988; 68: 217-20.
9. Sidash S, Zhang X, Herrick M, et al. Incidence of subdural catheter placement during epidural procedure based on fluoroscopic imaging. *Reg Anesth Pain Med* 2021; 46: 538-9.
10. Mehta M, Salmon N. Extradural block. Confirmation of the injection site by X-ray monitoring. *Anaesthesia* 1985; 40: 1009-12.
11. Møllgård K, Beinlich FRM, Kusk P, et al. A mesothelium divides the subarachnoid space into functional compartments. *Science* 2023; 379: 84-8.
12. Shin HY. Recent update on epidural blood patch. *Anesth Pain Med (Seoul)* 2022; 17: 12-23.
13. Heesen M, Hilber N, Rijs K, et al. Intrathecal catheterisation after observed accidental dural puncture in labouring women: update of a meta-analysis and a trial-sequential analysis. *Int J Obstet Anesth* 2020; 41: 71-82.
14. Verstraete S, Walters MA, Devroe S, et al. Lower incidence of post-dural puncture headache with spinal catheterization after accidental dural puncture in obstetric patients. *Acta Anaesthesiol Scand* 2014; 58: 1233-9.
15. Orbach-Zinger S, Jadon A, Lucas DN, et al. Intrathecal catheter use after accidental dural puncture in obstetric patients: literature review and clinical management recommendations. *Anaesthesia* 2021; 76: 1111-21.
16. Sharpe EE, Gazelka HM, Arendt KW. Postdural puncture headache with extensive spread of lumbar-cervical epidural cerebrospinal fluid. *Can J Anaesth* 2019; 66: 1261-2.

17. Amrhein TJ, Kranz PG. Spontaneous intracranial hypotension: imaging in diagnosis and treatment. *Radiol Clin North Am* 2019; 57: 439-51.
18. Michali-Stolarska M, Bladowska J, Stolarski M, et al. Diagnostic imaging and clinical features of intracranial hypotension - review of literature. *Pol J Radiol* 2017; 82: 842-9.
19. Ahmed I, Majeed A, Fernando R, et al. Magnetic resonance imaging of cerebrospinal fluid spread in the epidural space and postdural puncture headache in obstetrics: a proof-of-concept study. *Eur J Anaesthesiol* 2021; 38: 777-84.
20. Booth JL, Pan PH, Thomas JA, et al. A retrospective review of an epidural blood patch database: the incidence of epidural blood patch associated with obstetric neuraxial anesthetic techniques and the effect of blood volume on efficacy. *Int J Obstet Anesth* 2017; 29: 10-7.
21. Martínez B, Canser E, Alonso A, et al. Postdural puncture headache and epidural blood patch in a large obstetric anaesthesia population. *Asian J Anesthesiol* 2018; 56: 23-32.
22. Weji BG, Obsa MS, Melese KG, et al. Incidence and risk factors of postdural puncture headache: prospective cohort study design. *Perioper Med (Lond)* 2020; 9: 32.
23. Makito K, Matsui H, Fushimi K, et al. Incidences and risk factors for post--dural puncture headache after neuraxial anaesthesia: a national inpatient database study in Japan. *Anaesth Intensive Care* 2020; 48: 381-8.
24. Halalmeh DR, Sandio A, Adrian M, et al. Intracranial subdural hematoma versus postdural puncture headache following epidural anesthesia: a case report. *Cureus* 2022; 14: e21824.
25. Chambers DJ, Bhatia K, Columb M. Postpartum cerebral venous sinus thrombosis following obstetric neuraxial blockade: a literature review with analysis of 58 case reports. *Int J Obstet Anesth* 2022; 49: 103218.
26. Janvier AS, Russell R. Postpartum headache - diagnosis and treatment. *BJA Educ* 2022; 22: 176-81.
27. Bos EM, van der Lee K, Haumann J, et al. Intracranial hematoma and abscess after neuraxial analgesia and anesthesia: a review of the literature describing 297 cases. *Reg Anesth Pain Med* 2021; 46: 337-43.
28. Barad M, Carroll I, Reina MA, et al. Did she have an epidural? The long-term consequences of postdural puncture headache and the role of unintended dural puncture. *Headache* 2021; 61: 1314-23.
29. Nath S, Koziarz A, Badhiwala JH, et al. Atraumatic versus conventional lumbar puncture needles: a systematic review and meta-analysis. *Lancet* 2018; 391: 1197-204.
30. Maranhao B, Liu M, Palanisamy A, et al. The association between post-dural puncture headache and needle type during spinal anaesthesia: a systematic review and network meta-analysis. *Anaesthesia* 2021; 76: 1098-110.
31. Heesen M, Klöhr S, Rossaint R, et al. Can the incidence of accidental dural puncture in laboring women be reduced? A systematic review and meta-analysis. *Minerva Anesthesiol* 2013; 79: 1187-97.
32. Michaan N, Lotan M, Galiner M, et al. Risk factors for accidental dural puncture during epidural anesthesia for laboring women. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2016; 29: 2845-7.
33. Orbach-Zinger S, Ashwal E, Hazan L, et al. Risk factors for unintended dural puncture in obstetric patients: a retrospective cohort study. *Anesth Analg* 2016; 123: 972-6.

34. Hwang J, Lim YH, Eun MY, et al. Lower glucose level associated with increased risk for post-dural puncture headache. *Headache* 2020; 60: 1901-9.
35. Orbach-Zinger S, Heesen M, Ioscovich A, et al. Anesthesiologists' perspectives on why dural punctures occur: a multicenter international survey. *Reg Anesth Pain Med* 2022; 47: 249-50.
36. Dodge HS, Ekhtor NN, Jefferson-Wilson L, et al. Cigarette smokers have reduced risk for post-dural puncture headache. *Pain Physician* 2013; 16: E25-30.
37. Mowafy SMS, Abd Ellatif SE. Transcranial Doppler role in prediction of post-dural puncture headache in parturients undergoing elective cesarean section: prospective observational study. *J Anesth* 2019; 33: 426-34.
38. Paech MJ, Doherty DA, Christmas T, et al. The volume of blood for epidural blood patch in obstetrics: a randomized, blinded clinical trial. *Anesth Analg* 2011; 113: 126-33.
39. Russell R, Laxton C, Lucas DN, et al. Treatment of obstetric post-dural puncture headache. Part 1: conservative and pharmacological management. *Int J Obstet Anesth* 2019; 38: 93-103.
40. Hanling SR, Lagrew JE, Colmenar DH, et al. Intravenous cosyntropin versus epidural blood patch for treatment of postdural puncture headache. *Pain Med* 2016; 17: 1337-42.
41. Connelly NR, Parker RK, Rahimi A, et al. Sumatriptan in patients with postdural puncture headache. *Headache* 2000; 40: 316-9.
42. Mahoori A, Noroozina H, Hasani E, et al. Comparing the effect of pregabalin, gabapentin, and acetaminophen on post-dural puncture headache. *Saudi J Anaesth* 2014; 8: 374-7.
43. Wu L, Chen S, Jiang X, et al. Opioids for the prevention of post-dural puncture headache in obstetrics: a systematic review and meta-analysis of efficacy and safety. *Pain Physician* 2021; 24: E1155-62.
44. Niraj G, Critchley P, Kodivalasa M, et al. Greater occipital nerve treatment in the management of spontaneous intracranial hypotension headache: a case report. *Headache* 2017; 57: 952-5.
45. Kent S, Mehaffey G. Transnasal sphenopalatine ganglion block for the treatment of postdural puncture headache in the ED. *Am J Emerg Med* 2015; 33: 1714. e1-2.
46. Li H, Wang Y, Oprea AD, et al. Postdural puncture headache-risks and current treatment. *Curr Pain Headache Rep* 2022; 26: 441-52.
47. Kankuri E, Kurki T, Carlson P, et al. Incidence, treatment and outcome of peripartum sepsis. *Acta Obstet Gynecol Scand* 2003; 82: 730-5.
48. Beilin Y, Spitzer Y. Presumed group B *Streptococcal Meningitis* After Epidural Blood Patch. *A Case Rep* 2015; 4: 163-5.
49. Tom DJ, Gulevich SJ, Shapiro HM, et al. Epidural blood patch in the HIV-positive patient. Review of clinical experience. San Diego HIV Neurobehavioral Research Center. *Anesthesiology* 1992; 76: 943-7.
50. El Ojaimi R, Benhamou D, Bouaziz H, et al. Epidural blood patch for patients with COVID-19 infection. *Anaesth Crit Care Pain Med* 2023; 42: 101189.
51. Morgan KJ, Mohan R, Karol SE, et al. Epidural blood patch for post-dural puncture headaches in adult and paediatric patients with malignancies: a review. *Br J Anaesth* 2021; 126: 1200-7.

(最終更新日 : 2023 年 4 月 24 日)