

第I章 ペインクリニックにおける神経ブロック

神経ブロック

I-1 一般的注意事項

ペインクリニックは、文字どおり、痛みを主訴とする疾患の診療部門である。しかし、その診断・治療の手法として中心となるものは、神経ブロック法であるので、神経ブロック法が有効と考えられるならば、痛みとは関係のない疾患でも治療対象としている。

ペインクリニックの主たる治療法である神経ブロック法とは、「脳・脊髄神経や交感神経節の近傍に針を刺入して、局所麻酔薬または神経破壊薬を用いて化学的に、あるいは高周波熱凝固法や圧迫などによって物理的に、神経機能を一時的にまたは長期的に遮断する方法」と定義される。

神経ブロックの施行にあたっては、患者に対して十分な説明と同意を得ることは必須であり（日本ペインクリニック学会安全委員会では、代表的な神経ブロックに関する説明同意文書の例を学会ホームページで公開している）、医師は痛みの診断に関する専門的知識を身につけるとともに、神経ブロックが薬物療法や手術療法などの他の多くの痛みの治療法に含まれる一選択肢であることに留意して、適応を慎重に決定する。確実な神経ブロック手技を修練した医師が施行するのは当然のことであるが、起こり得る合併症に対してすみやかに対処する技量も必要である。特に、神経破壊薬や高周波熱凝固法などで神経組織を破壊する場合には、より注意が必要である。治療室には、神経ブロックが清潔下で行いやすく、かつ、神経ブロック後の安静を保ちやすい処置台と、神経ブロック後の監視に必要な各種モニター（血圧計など）、さらに合併症が起こった場合などの緊急事態に対応するために、気道確保（酸素吸入、人工呼吸、吸引）および血管確保（緊急薬物投与用）などの準備が必須である。さらに、神経ブロックを行う前に、抗凝固薬などの服用の有無を調査し、患者によっては出血傾向の検査を行う。出血傾向によっては神経ブロックを中止にしたり、神経ブロックの種類を検討する。神経ブロックをより確実に、そして安全に国民に提供するために、日本ペインクリニック学会では「認定医指定研修施設」および「専門医制度」を設けている。

なお、神経ブロック法以外の治療法としては、薬物療法や理学療法などに加えて、ボツリヌス毒素療法、施設によっては胸腔鏡下交感神経遮断術、経皮的髄核摘出術、除痛用脊髄電気刺激装置埋め込み術、エピドラスコピー、経皮的椎体形成術などの手術療法や、これに準ずる治療法も用いられている。

I-2 神経ブロックと使用薬物

神経ブロックで使用する局所麻酔薬の種類としては、塩酸リドカイン (0.5~2% [w/v]), 塩酸メピバカイン (0.5~2% [w/v]), 塩酸プピバカイン (0.125~0.5% [w/v]), 塩酸ロピバカイン (0.2~0.75% [w/v]), 塩酸レボプピバカイン (0.25~0.75% [w/v]), 塩酸ジブカイン配合剤などが挙げられる。神経破壊薬としては、99.5% [v/v] エタノール, 5~7% [v/v] フェノール水および7~10% [v/v] フェノール-グリセリンがある。薬液の濃度や容量は、薬液の種類、神経ブロックの種類、期待する効果、さらに年齢や全身状態を考慮して決定する。

I-3 ステロイド薬の添加について

神経の炎症症状や絞扼症状が強い場合には、ステロイド薬を局所麻酔薬に適量添加して用いる。ステロイド薬水性懸濁注射液の神経などへの投与について十分な安全性は保障されていない。ステロイド薬水性懸濁注射液による頸部神経根ブロックあるいは経椎間孔硬膜外ブロックにおいては、根動脈への偶発的誤注入によると思われる脳幹・脊髄梗塞の報告例¹⁾があり、その症例では他の原因として、穿刺に伴う動脈解離や血栓、あるいは血管攣縮が考えられている。

参考文献

- 1) 川股知之, 他: 懸濁性ステロイド剤を用いた頸部神経根ブロックにより小脳・脳幹部梗塞をきたした1例. 日本ペインクリニック学会誌 2010;17:25-28. (G4)

I-4 X線透視下神経ブロックについて

以下に挙げる神経、神経節、神経叢などのブロックは、安全性・確実性に優れるX線透視下(その他、CTや超音波診断装置などの補助手段を含む)で行うことが望ましい。また、一般的にX線透視下で行わない神経ブロックでも、症例によって正確に安全に施行する必要性のある場合はこれを行う。神経破壊を行う場合には、ブロック針の先端位置を誘導し、造影剤注入による薬液の拡がり、局所麻酔薬注入による効果、さらに合併症がないことを十分に確認後、神経破壊薬を注入する。また、神経破壊薬の代わりに高周波熱凝固法で行う場合もある。

三叉神経節、上顎神経、下顎神経、耳介側頭神経、胸部交感神経節、腰部交感神経節、腹腔神経叢、下腸間膜動脈神経叢、上下腹神経叢、不對神経節、腕神経叢、肋間神経、神経根(頸椎、胸椎、腰椎、仙骨)、大腰筋筋溝、椎間関節、後枝内側枝、椎間板内注入、除痛用脊髄刺激装置植え込み術、経皮的髄核摘出術、エピソードロスコピー、経皮的椎体形成術、骨髄減圧術など。

I-5 造影剤について

X線透視下あるいはCT下の神経ブロックでは、血管内などへの誤注入を回避し、標的組織以外に対する影響を最小限とするため、基本的に造影剤を併用すべきである。放散痛を目安に透視下でブロック針を進めた場合でも、血管内誤注入の可能性

もあるので、造影剤での確認が必要となる。局所麻酔薬などの薬物注入前に造影を行い、撮影しておくことが重要である。ただし、造影剤アレルギーの既往がある患者に関しては、造影剤を使用すべきではないので、その場合は多方向からの透視像を参考に針先の位置を決定する。

保険請求時には、神経ブロック時の「造影手技料は算定できない」とされているが、「使用薬剤料、フィルム代は別に算定できる」と明記されており、透視下で神経ブロックを施行した根拠として造影剤（使用薬物）やフィルム代（デジタル画像でしか参照しない場合は請求できない）の記載が必要となる。そのため、神経ブロックに使用した局所麻酔薬やステロイド薬などとともに造影剤を請求する。

現在使用できる造影剤は、合併症¹⁾なども考慮すると、脊髄造影も可能な非イオン性造影剤であるイオヘキソール（オムニパーク[®]）10 mlバイアルとイオトロラン（イソビスト[®]）10 mlバイアルである。イソビストは、一時、製剤の製造工程の問題で発売中止となったが、現在は販売が再開されている。イオトロランには2種類の製剤があるが、イソビスト[®] 240注の適応は、脊髄造影、コンピューター断層撮影における脳室・脳槽・脊髄造影、関節造影、イソビスト[®] 300注は子宮卵管造影と関節造影のみであり、神経ブロックにはイソビスト[®] 240注を用いるべきである。イオヘキソールにも3種類の製剤があり、適応はコンピューター断層撮影による脳槽造影、コンピューター断層撮影による脊髄造影と脊髄造影であるが、脊髄造影の適応は製剤によって異なり、オムニパーク[®] 180注は腰部脊髄撮影のみで、オムニパーク[®] 300注は頸部脊髄撮影のみであり、オムニパーク[®] 240注のみが頸部脊髄撮影、胸部脊髄撮影、腰部脊髄撮影のすべてに適応があるため、オムニパーク[®] 240注を用いるのが望ましい。

イオヘキソールもイオトロランも10 mlバイアル製剤のみであり、感染などの問題から1症例1バイアルの使用が望ましい。また、イオン性造影剤の副作用（12.66%：重篤0.22%）は、使用後数分～30分以内に発現する即時型アレルギーが大部分を占めていたのに対して、非イオン性造影剤の副作用（3.13%：重篤0.04%）では、即時型の症例の報告の他に、投与後1～数時間以上も経過して発現する遅延型アレルギーの報告が少なくないため、ブロック後にも十分留意する必要がある²⁾。

具体的に造影剤を使用する一般的な神経ブロックとしては、神経根ブロック、胸部・腰部交感神経節ブロック、腕神経叢ブロック、椎間関節ブロック、腹腔（内臓）神経叢ブロック、上腸間膜神経叢ブロック、不対神経ブロック、上下腹腔神経叢ブロック、くも膜下ブロック、腰神経叢ブロック、後枝内側枝ブロック、硬膜外造影などである。硬膜外ブロックにおいても経椎間孔法を用いた場合は、X線透視下で行い造影剤で確認することから、硬膜外ブロックでも用いることがある。

参考文献

- 1) Katayama H. et al: Adverse reactions to ionic and nonionic contrast media: A report from the Japanese Committee of the Safety of Contrast Media. *Radiology* 1990;175:621-628. (G3)
- 2) 厚生省薬務局：低浸透圧性 X 線造影剤投与後の遅発性ショック。医薬品副作用情報 No. 96, p.1 (1989). (G5)

神経ブロック各論

I-6 超音波ガイド下神経ブロック

神経ブロックにおける血管穿刺や神経損傷などの合併症を少なくするために、近年、超音波ガイド下の神経ブロックがペインクリニック領域においても行われてきている。超音波ガイド下の神経ブロックは、直接、神経に針を刺すことなく、画像上で確認しながら、神経周囲に薬液を注入することにより効果を得ることができるため、より安全で確実な神経ブロックが可能となる。

1. 超音波解剖¹⁻³⁾

体表から発射された超音波がどのように反射して、どのように人体の構造物を画像として描出するかを理解する必要がある。超音波装置は、組織からの反射波を電気信号に変換して画像を形成している。強い反射波は、画面上、高輝度に表現され「高エコー性」、弱い反射波は低輝度で表現され「低エコー性」、反射波がない場合は「無エコー性」と呼ぶ。

1) 神 経

一般的に、神経線維は低エコー性に描出され、神経外膜は高エコー性に描出されるため、末梢神経は周囲が高エコー性、内部が低エコー性の索状物として描出されることが多いが、部位により描出のされ方が異なることもある。横断面が蜂の巣状に描出されることもある。腱は、神経と類似して認められるが、それぞれの走行を超音波画像で描出すると、神経はその太さや形が変化しないが、腱は筋肉へ続いている。さらに、通常、神経は血管の近くに位置している。

2) 血 管

低エコーまたは無エコー性の円形または楕円形の構造として描出される。静脈は、圧迫により虚脱する。カラードプラーを使用することにより血流が観察され、低エコー性の神経と小血管との区別が可能である。

3) 筋肉・筋膜

筋組織は、超音波で描出しやすい組織である。筋線維は、通常、平行して整列している。筋組織自体は低エコー性で、斑状に高エコー性が混在して描出される。筋膜は高エコー性に描出される。

4) 骨

表面で超音波が強く反射され、表面は高エコー性に描出される。深部は音響陰影となり、黒い画像になる。

2. 手技および施行上の注意、使用機器、薬液

超音波ガイド下の神経ブロックにおいても、合併症に備えて、緊急の対処ができるよう、酸素投与、人工呼吸、緊急薬品、輸液などの備わった施設で施行すべきである。超音波プローブの走査法や針の穿刺などの手技を十分に習熟した上で行う必要がある。

1) 神経ブロックに使用する超音波プローブ⁴⁾

① リニアプローブ (5~10 MHz)

超音波ビームがプローブ面と平行に進む。プローブの幅の範囲しか描出されない。深さ3cm程度までの神経ブロックに適している。

適応ブロック：腕神経叢ブロック（斜角筋間、鎖骨上、腋窩）、大腿神経ブロック、閉鎖神経ブロックなど。

② コンベックスプローブ (2~5 MHz)

振動子を円弧状に配列してあり、扇状の画像を描出し、広い視野を得ることができる。深部のブロックに適している。

適応ブロック：腰神経叢ブロック、坐骨神経ブロックなど。

③ セクタプローブ (3~4 MHz)

発信点近くの画像は劣るが、広い視野が得られる。

適応ブロック：腰神経叢ブロックなど。

④ マイクロコンベックスプローブ (5~8 MHz)

セクタプローブに近い表示となり、扇状の画像を描出する。プローブが小さいため、狭い部位から広範囲の部位を描出するのに有用である。

適応ブロック：星状神経節ブロックなど。

2) プローブの当て方

超音波で神経を確認する場合に、描出性状に影響を及ぼすのは、超音波ビームの入射角度である。皮膚に垂直にプローブを当てるのではなく、組織内を走行している神経に垂直にプローブを当てるようにする。

3) ブロックに使用する針

施行する神経ブロックに必要な長さの神経ブロック針、神経刺激針、絶縁電極ブロック針（CCR [Corner Cube Reflector] 針、超音波画像下での針先端の視認性が良く、神経刺激も可能）。星状神経節ブロックでは、盲目的穿刺法と同様の24~25G、25~32mm注射針。

4) 局所麻酔薬

使用する局所麻酔薬の種類は、盲目的アプローチと同様であるが、ペインクリニック領域では、薬液の濃度は盲目的アプローチに比較して低濃度で、用量は少量で効果が得られることが多い⁵⁾。

5) 穿刺法⁶⁻⁸⁾

滅菌カバーの中に超音波用ゼリーを入れ、プローブをカバーで覆い、プローブとカバーの間に空気が入らないようにする。利き手と反対の手で、プローブを保持する。

① 平行法 (In line 法, In plane 法)

超音波ビームに沿ってブロック針を進める方法である。針の全体を描出することができ、針の位置を常時確認することができる。しかしながら、欠点として、ブロック針が神経まで到達する距離が長いこと、ブロック針が筋肉を穿通するため痛みがあることである。

② 交差法 (Out of line 法, Out of plane 法)

針を超音波ビームとほぼ直角に交差するように進める。画像上で針は高エコー性の白い点として認められるが、必ずしも針の先端を示すとは限らないため、プローブの位置を変えながら観察する。また、周囲組織の動きにより、針の先端の

位置を推測することができる。交差法は難易度が高いので、初心者には平行法が勧められる。

超音波ガイド下ブロックに神経刺激装置の併用は、特に教育時には有用であるが、通常はその必要性は低いとの報告もある⁵⁾。超音波ガイド法では、針を神経にあまり接近させずに周囲から薬液を注入することになる。局所麻酔薬を2~3 mlずつ、血液の逆流がないことを確かめながら注入する。薬液が神経周囲に注入されると画像上で神経が浮き上がったように認められる。通常の拡がりを観察しながら注入する。

3. 適応となるブロック

腕神経叢ブロック（斜角筋間，鎖骨上，鎖骨下，腋窩アプローチ），星状神経節ブロック，頸神経叢ブロック，神経根ブロック，椎間関節ブロック，上肢の末梢神経ブロック，硬膜外ブロック，胸部傍脊椎神経ブロック，肋間神経ブロック，大腿神経ブロック，閉鎖神経ブロック，坐骨神経ブロック，下肢の末梢神経ブロック，腰神経叢ブロックなど広い範囲のブロックが可能であるが，難易度は各ブロックにより異なる。

4. 合併症^{9,10)}

超音波ガイド下に行うことにより安全性は向上したとはいえ，神経ブロック自体に伴う合併症や習熟度に伴う問題は依然として存在する。

1) 神経障害

超音波画像上でブロック針を誘導することにより神経内注入の回避に役立つが，超音波ガイド下で行っても神経内注入が起こることもあり，神経障害の危険性は残っている。注入時抵抗は，薬液の神経（神経周膜）内注入の重要な徴候である。

2) 局所麻酔薬中毒

局所麻酔薬の拡がりを確認しながら注入し，局所麻酔薬の使用量をなるべく必要最小限にとどめる。

3) 血管内注入，血管穿刺

神経と小血管との区別が困難な場合は，カラードプラーで血流を観察することにより血管穿刺の危険性が低くなる。

4) その他

くも膜下腔注入，硬膜外腔注入など。

参考文献

- 1) Stuart RM, et al: Sonography of peripheral nerve pathology. AJR 2004; 182: 123-129. (G5)
- 2) Martinoli C, et al: Ultrasound of tendons and nerves. Eur Radiol 2002; 12: 44-55. (G5)
- 3) Peetrons P: Ultrasound of muscles. Eur Radiol 12: 35-43, 2002. (G5)
- 4) 佐倉伸一：探触子とブロック針の操作。（佐倉伸一，野村岳志・編：図説超音波ガイド下神経ブロック）。東京，真興交易医書出版部，2007，64-72. (G5)
- 5) Koscielniak-Nielsen ZJ: Ultrasound-guided peripheral nerve blocks: What are the benefits? Acta Anaesthesiol Scand 2008; 52: 727-737. (G4)
- 6) Marhofer P, et al: Ultrasound guidance in regional anaesthesia. Br J Anaesth 2005; 94: 7-17. (G4)
- 7) Gray AT: Ultrasound-guided regional anesthesia. Anesthesiology 2006; 104: 368-373. (G5)

- 8) Grey AT: Introduction to ultrasound-assisted regional anesthesia technique. (Hadzic A, ed: Textbook of regional anesthesia and acute pain management). New York, McGraw-Hill Medical, 2007; 657-661. (G5)
- 9) 佐倉伸一: 神経ブロックと神経障害. (佐倉伸一, 野村岳志・編: 図説超音波ガイド下神経ブロック). 東京, 真興交易医書出版部, 2007, 87-94. (G5)
- 10) 佐倉伸一: 超音波ガイド下神経ブロックの落とし穴-合併症-. 麻酔 2008; 57: 596-604. (G5)

I-7 星状神経節ブロック

星状神経節ブロックとは、頸部の交感神経節である星状神経節およびその周囲に局所麻酔薬を注入することにより、コンパートメントブロックとして、その中に含まれる星状神経節および頸部交感神経幹、交感神経の節前・節後線維を遮断する手技である。その結果、支配領域である頭頸部、顔面、上肢、上胸部に効果をもたらす^{1,2)}。同部位の有痛性疾患および末梢循環障害などに有効である。その作用機序には、内分泌系、免疫系の関与も考えられている。

1. 解剖と生理

星状神経節は、下頸神経節が第1胸神経節、稀に第2胸神経節と癒合したものである。頸部交感神経節に入る交感神経節前線維のすべてが星状神経節を通過する。星状神経節は第1胸椎の高さで肋骨頸に接するように位置するものが多い³⁾。

星状神経節ブロック後には、交感神経遮断効果により、ブロック側で顔面の紅潮、上肢温の上昇、鼻粘膜の充血による鼻閉、コリン作働性交感神経の遮断による発汗停止、結膜充血、ホルネル徴候（節後線維の遮断による上眼瞼挙筋の麻痺による眼瞼下垂、瞳孔散大筋の麻痺による縮瞳、Muller筋の麻痺による眼球陥凹）が起こる⁴⁻⁹⁾。

2. 手技および施行上の注意点

星状神経節ブロックでは、緊急の対処を必要とする合併症が発生することもあり、酸素吸入、人工呼吸や血管確保などが可能な設備や救急薬品は必要であり、救急蘇生ができる専門医が施行すべきである。

1) 薬 物

0.5~1% [w/v] 塩酸リドカインおよびそれに準ずる局所麻酔薬を2~10 ml 使用する。必要に応じて10 ml 以上を使用する場合は、合併症および副作用に注意して慎重に施行する。

2) 針

3~25G、長さ25~32 mmの注射針を使用し、カテラン針などの長い針は使用しない。27Gを使用する場合は慎重な症例の選択が必要である。

3) 体 位

仰臥位で頭部をやや後屈して顎を突き出した状態にする。

4) 手 技

ブロック部位を十分に消毒（0.5% [w/v] グルコン酸クロルヘキシジン-エタノール液または0.05% [w/v] グルコン酸クロルヘキシジン液）した後¹⁰⁾、傍気管法で穿刺する。示指と中指で胸鎖乳突筋と気管の間で軟部組織を外側に圧排していき、第6頸椎横突起前結節（シャセニャック結節: Chassaignac's tubercle）を触れる。さ

らに1~1.5 cm 尾側には第7頸椎横突起に触れることもある。第6頸椎横突起または第7頸椎横突起基部の骨に針が当たったら、針先を動かさないように注意して注射器および針を保持して吸引を行う。血液の逆流のないことを確かめた後、少量(0.5~1 ml)の局所麻酔薬投与後に、再度、血液の逆流のないことを確認し、薬液を少量ずつ注入する。

血管穿刺などの合併症を減少させるために、超音波ガイド下でブロックを行う方法も推奨される。この際には、マイクロコンベックスタイプのプローブを用い、針を第6頸椎に当てることなく、椎前葉下の頸長筋内に針先を進めて、薬液を注入することにより、盲目的手技と同様の効果を得ることができる。

ブロック後は、術者の示指指先を刺入部に当て抜針し、まず術者が圧迫し、次に患者のブロック反対側の指を穿刺部へ誘導し、5分間程度圧迫させる。患者自身で圧迫が困難な場合や血管を穿刺した場合は、医療者が圧迫する。ブロック後は20~30分程度の十分な観察を必要とする。患者の意識の有無および呼吸状態を頻回に観察することが大切である。状況に応じて、圧迫時間、安静時間を延長する。異常が認められないことを十分に確認して帰宅させる。

3. 合併症^{1-3,11,12)}

反回神経麻痺による嘔声、腕神経叢麻痺によるブロック側上肢の脱力・しびれ、血管内注入(椎骨動脈注入)、食道穿刺、硬膜外腔注入、くも膜下腔注入、気胸、咽後間隙血腫(頸部血腫形成:遅発性に発生する場合がありますので、帰宅後にも注意が必要である)、感染(椎体炎、椎間板炎、咽後膿瘍)などがある。

これらの合併症の中で、頸部血腫形成による呼吸困難、血管内注入による局所麻酔薬中毒や痙攣、くも膜下注入による呼吸困難や呼吸停止など重篤なものでは、迅速な対処がなされれば救命が可能であるが、適切な対処がなされず死亡した症例がある。帰宅後に異常が出現した場合の医療側への連絡先等について、明確にしておくことが必要である。また、緊急時に迅速な対処ができるような体制の整備が必要である。

参考文献

- 1) 若杉文吉: 神経ブロック法: 星状神経節ブロック. (若杉文吉・監: ペインクリニック, 第2版). 東京, 医学書院, 2000;22-31. (G5)
- 2) 唐澤秀武, 他: 星状神経節ブロック. (塩谷正弘・編: 図説ペインクリニック). 東京, 真興交易医書出版部, 2000;32-40. (G5)
- 3) 十時忠秀, 他: 星状神経節ブロック. ペインクリニック 1999;20:S234-239. (G5)
- 4) 横田敏勝, 他: 星状神経節ブロックの生理学的意義. (小川節郎・編: 星状神経節の生理的意義). 東京, 真興交易医書出版部, 2001;15-24. (G5)
- 5) 大森美佐子, 他: 上肢における星状神経節ブロックの効果判定-局所皮膚血流, 皮膚温および精神性発汗量の変化の検討-. ペインクリニック 1993;14:693-697. (G2)
- 6) 樊 碧発, 他: 定量的発汗測定による星状神経節ブロックの効果判定. 麻酔 1993;42:1599-1602. (G2)
- 7) Stevens RA, et al: The relative increase in skin temperature after stellate ganglion block is predictive of a complete sympathectomy of the hand. Regional Anesthesia and Pain Medicine 1998;23:266-270. (G2)
- 8) 松本 勉, 他: 星状神経節ブロックが及ぼす眼圧ならびに瞳孔径への影響. ペインクリニック 1993;14:537-539. (G2)
- 9) Hogan QH, et al: Success rates in producing sympathetic blockade by paratracheal injection. Clin J Pain 1994;10:139-145. (G2)
- 10) 福重哲志, 他: 星状神経節ブロック時の皮膚消毒薬の検討. ペインクリニック

- 1996;17:297-298. (G2)
- 11) 奥田泰久, 他: 星状神経節ブロックによるアクシデント. ペインクリニック 2002;23:1055-1061. (G5)
- 12) Kashiwagi M, et al: Sudden unexpected death following stellate ganglion block. Legal Medicine 1999;1:262-265. (G4)

I-8 硬膜外ブロック

硬膜外ブロックは、硬膜外腔に局所麻酔薬を注入することにより、脊髄神経、交感神経を遮断する方法である。顔面を除く頸椎・胸椎・腰椎・仙骨神経支配部位の除痛を選択的に得ることのできるブロック治療である。

1. 解剖と生理^{1,2)}

硬膜外腔は、大後頭孔の孔縁を最上端に、仙尾靭帯までつながった硬膜と黄色靭帯の間にある組織で、脂肪組織、神経組織、動脈、静脈で満たされている。部位により、頸部、胸部、腰部、仙骨硬膜外腔に分類される。硬膜外ブロックでは、この硬膜外腔に局所麻酔薬を注入することにより、作用領域の交感神経・感覚神経・運動神経のブロックが生じる（分節ブロック）。通常は細い神経線維から遮断されるため、低濃度の局所麻酔薬を使用すれば、交感神経ブロックが最初に、次に知覚神経ブロックが生じ、高濃度の局所麻酔薬を使用すれば、運動神経の遮断も得られる（分離ブロック）が、通常の痛み治療では運動神経のブロックを目的とはしない。

2. 手技および施行上の注意点²⁻⁶⁾

1) 薬物

使用する局所麻酔薬は、塩酸リドカインおよびそれに準ずる局所麻酔薬である。1回の注入量は年齢、症状、全身状態に合わせて、適宜、使用量を決定する。

2) 手技

方法として薬液を1回注入して針を抜く単回硬膜外注入法と、カテーテルを留置して行う持続硬膜外注入法がある。刺入部位は、作用させたいと考える支配神経に対応した椎弓間隙より頸部硬膜外、胸部硬膜外、腰部硬膜外ブロックを、仙骨裂孔より仙骨硬膜外ブロックを、正中法または傍正中法で、硬膜外ブロック専用針（硬膜外穿刺針）を用いて行う。

① 単回硬膜外ブロック

0.5～2% [w/v] 塩酸リドカイン 5～10 ml を用いる。ただし、仙骨硬膜外ブロックでは、0.5～2% [w/v] 塩酸リドカイン 10～20 ml 程度を用いる。炎症の強い症例ではステロイド薬を混合して注入することもある。

② 持続硬膜外ブロック

頻回に硬膜外ブロックが必要な症例には、硬膜外カテーテルを挿入し、持続注入または間欠注入を行う。カテーテル留置は1回注入法より太い硬膜外穿刺針を用いて、通常は頭側に向けてカテーテルを5 cm 程度硬膜外腔に留置する。

i) 持続注入法

精密持続注入器や注入ポンプを用い、硬膜外留置カテーテルより0.5～2.0% [w/v] 塩酸リドカイン 0.5～4 ml/時を持続的に注入する。なお、局所麻酔薬だ

けでは鎮痛が不十分な場合に、慎重に塩酸モルヒネ（1～5 mg/日）や塩酸ブプレノルフィン（ブプレノルフィンとして0.1～0.3 mg/日）などを併用注入することもある。

注入器には使い捨て持続注入ポンプや精密注入装置、埋め込み型リザーバー、また、患者が自己の痛みに応じて自身で追加投与が可能な患者自己調節鎮痛（patient controlled analgesia：PCA）機能が備わったポンプなどがある。

ii) 間欠注入法

硬膜外留置カテーテルより0.5～2.0% [w/v] 塩酸リドカイン2～10 mlを、2時間以上の間隔で間欠的に注入する。注入後は一定時間の監視と安静時間が必要である。ブロック後、使用薬液容量や濃度、穿刺部位、患者の年齢や全身状態によって、薬液注入後の観察項目や安静時間は異なるが、重要なことは呼吸・循環動態の変動に留意することである。上肢・下肢の脱力が十分に回復してから立位や歩行を開始する。くも膜下や硬膜下へ薬物が流入すると、急激な血圧低下や呼吸抑制が生じることがあるため、呼吸や循環状態には（十分な観察と血圧測定など）十分に留意する必要がある。時には、輸液、昇圧薬、酸素投与などの処置が必要となる。特に胸椎や頸椎領域で施行する場合は注意を要する。

カテーテル留置の際には、局所麻酔薬のテスト投与で問題のないことを確認後、必要な量を注入してブロックのレベルチェックも行う。穿刺困難な患者やカテーテル先端を正確な位置に挿入する時などには、X線透視下で行うこともある。

心・呼吸不全状態や多臓器不全・ショック状態、出血・凝固障害（疾患や薬物による）、原因疾患・化学療法等であきらかに易感染性の状態にある免疫不全の患者に対する適応はない。

3. 合併症²⁻⁷⁾

1) 急性局所麻酔薬中毒

痙攣などが生じたら、ジアゼパム、ミダゾラム、チオペンタールまたはプロポフォールの静脈内投与とともに酸素投与を行う。重篤な症例には脂肪乳剤を投与する。仙骨硬膜外ブロックの場合には血中濃度が高くなりやすい。

2) くも膜下ブロック

腰部や下部胸椎の場合には、呼吸抑制は少なく、血圧低下のみのことが多い。上部胸椎や頸椎では呼吸抑制・停止が起こることがあり、その場合には呼吸管理を行う。

3) 硬膜穿刺後頭痛

消炎鎮痛薬の投与、安静、輸液の投与、硬膜外自家血パッチ（ブラッドパッチ）などを行う。

4) 気脳症

低抗消失法で空気を使用した場合に生じることがある。

5) 神経損傷

脊髄損傷、神経根損傷を生じることがある。針を刺入する際に放散痛があった場合は、ステロイド薬を局所麻酔薬とともに硬膜外腔に注入する。

6) 硬膜外血腫

持続する刺入部深部の痛み、感覚鈍麻、筋力低下などが、ブロック後数時間して

現れてきた時には、早急に造影 MRI を撮影する。神経症状の程度と MRI の所見から保存的治療、または手術治療のいずれかを選択する。

7) 硬膜外感染、硬膜外膿瘍

刺入深部の痛みに伴い発熱が認められたら、ただちに採血し、白血球数と CRP 値を確認する。抗菌薬の静脈内投与で寛解することが多い。通常、起因菌として、表皮ブドウ球菌または黄色ブドウ球菌が多いので、まずそれらに効果がある抗菌薬を（培養結果が出るまで）投与する。運動神経麻痺が現れたら緊急手術が必要となる。

8) 皮下膿瘍

排膿とともに局所に抗菌薬の軟膏を塗布する。同時に経口または静脈内投与も行う。白血球数と CRP 値も調べる。

参考文献

- 1) 松本真希：硬膜外ブロック。(高崎真弓・編：麻酔科診療プラクティス ペインクリニックに必要な局所解剖)。東京、文光堂、2003;70-75。(G5)
- 2) 佐伯 茂：硬膜外ブロック。(小川節郎・編：痛みの概念が変わった-新キーワード100+α)。東京、真興交易医書出版部、2008;160-161。(G5)
- 3) Breivik H: Local anaesthetic blocks and epidurals. (Text book of pain, 5th ed.) Philadelphia, Elsevier, 2006; 507-552
- 4) 土井克史, 他: 1. 頸部硬膜外ブロック. ペインクリニック 2006;27:343-350. (G5)
- 5) 濱口眞輔, 他: 2. 胸部硬膜外ブロック. ペインクリニック 2006;27:351-359. (G5)
- 6) 村川和重, 他: 3. 腰部硬膜外ブロック. ペインクリニック 2006;27:360-371. (G5)
- 7) Shenouda PE, et al: Assessing the superiority of saline versus air for use in the epidural loss of resistance technique: A literature review. Reg Anesth Pain Med 2003;28:48-53. (G3)

I-9 神経根ブロック

椎間孔を通過して脊柱管外に出た脊髄神経の部分を神経根と呼び、神経根およびその周囲に局所麻酔薬とステロイド薬の混合液を注入するブロックを神経根ブロックと呼ぶ。神経根症などの疾患に対して行われ、治療効果を期待できるほか、罹患枝（責任神経根）の同定ができる診断効果もある。また、同時に行う造影により、その拡がりから病変部位診断を行うことができることもある。そのため、選択的神経根造影・ブロックと呼ぶこともある。また、最近は X 線透視を用いずに超音波ガイド下に施行する方法もある。

1. 臨床解剖¹⁾

脊髄神経根は、頸神経 8 対、胸神経 12 対、腰神経 5 対、仙骨神経 5 対、尾骨神経 1 対の計 31 対で、椎間孔を通り脊柱管から出ている。頸神経根は、第 1 頸神経は後頭骨と第 1 頸椎（環椎）の間から、第 8 頸神経は第 7 頸椎と第 1 胸椎の椎間孔から出る。第 2 から第 6 頸神経は、同じ番号の頸椎の頭側の椎間孔から出る。胸神経根は、同じ番号の胸椎の尾側の椎間孔から出る。腰神経根は、同じ番号の腰椎の尾側の椎間孔から出る。仙骨神経根の後枝は後仙骨孔を通り脊柱管から出ている。前枝は前仙骨孔から出て仙骨神経叢を形成する。

脊髄の後外側溝から出た後根は膨大部を形成し、椎間孔内で脊髄前外側溝から出た前根と合流し脊髄神経を形成する。椎間孔から出た脊髄神経は、まもなく前枝

(腹側枝) および後枝 (背側枝) と細い枝に分かれる。神経根造影では、造影剤は epineurium と epiradicular sheath の間に存在する epiradicular space に浸出する。

2. 神経ブロックの効果時の生理^{2,3)}

神経根ブロックの効果には、局所麻酔薬やステロイド薬による効果と、薬物注入による神経根周囲の癒着や炎症性浸出液を取り除く物理的效果もあることが推測されている。

局所麻酔薬による効果は、知覚 (感覚)・運動・交感神経の遮断による痛みの軽減、筋力の低下、血流の増加などによる。ステロイド薬による効果は、神経根周囲の抗炎症作用や、C線維活動を一定期間抑制する効果が考えられている。しかし、局所麻酔薬による効果は一時的なものである。神経根ブロックの効果が数カ月以上続く理由は現在でも詳細は不明であるが、主にステロイド薬による3つの効果と推察される。第一にステロイド薬の抗炎症作用により神経根周囲の炎症を抑制するためである。また別の可能性としては、ステロイド薬が長期麻酔効果を持ち、C線維活動を長期的に抑制する効果によるものや、ステロイド薬等の薬物注入により神経根周囲の癒着や炎症性浸出液を取り除く物理的效果の可能性が考えられている。

3. 使用薬物の種類と使用量

穿刺のために皮膚・皮下に局所麻酔薬を使用するが、これは一般的な局所麻酔薬 (1% [w/v] 塩酸リドカインおよびそれと同等なもの) 5~10 ml でよい。

神経根部に注入するのは、1~2% [w/v] 塩酸リドカインもしくは塩酸メピバカイン 1~3 ml またはネオビタカイン[®] などの合剤 2 ml とステロイド薬 (デキサメタゾン 2~4 mg もしくはそれと同等なもの) である。

X線透視を利用する場合は、針先の位置確認のためには、必ず脊髓造影でも使用でき、かつ副作用の可能性が少ない非イオン性造影剤¹²⁾ であるイオヘキソール (オムニパーク[®]) 1~5 ml を使用することが重要である。

4. 手 技

神経根ブロックは、部位により体位、刺入方法などが大きく変わり、起こりやすい合併症も違ってくる。透視を利用する場合は、どの場合でも正しい透視方向のX線透視下で刺入することが確実なブロックにつながり、合併症も避けることができる。そのため、目的とする椎体終板のラインが透視下で一直線になるように調整する。神経穿刺時には支配領域の放散痛が得られ、十分な放散痛がある場合は治療効果が高いことが多い。しかし、放散痛を求めてむやみに穿刺を繰り返すことは、神経損傷などの合併症を起こす可能性が高くなるため避けるべきである。また、超音波ガイド下で行う場合は、針先を確実に描出しながら、注意深く薬液を注入することが必要である。

1) 頸部神経根ブロック^{4,5)}

C₁, C₂ 神経根ブロックの場合は、X線透視台の上に腹臥位とし、開口位で入射角を調節して穿刺する後方アプローチ法が一般的である。C₃~C₈ 神経根ブロックの場合は、仰臥位で前方より穿刺する前方アプローチ法、腹臥位で後方から穿刺する後方アプローチ法、仰臥位で頭部を健側に向ける側方アプローチ法、側臥位で行

う後側方アプローチ法などがある。X線透視軸を、目的とする椎体終板に対して垂直に行うことが重要であるが、頸部の場合には椎体終板を正しく把握することが困難なこともあり、経験が必要となる。正しい透視軸でない状態で穿刺を行うと、針先が予期せぬ位置に進んでいることがあり、合併症の原因となることが多い。針先の位置確認には、脊髓造影も可能な非イオン性造影剤であるイオヘキソール（オムニパーク®）など用いて行うことが必要である。超音波ガイド下で施行する方法も確立してきたが、その際は、C₇には横突起前結節がないことをメルクマールに、ブロックする部位を同定することが重要である。また、頸部神経根ブロックは、血管穿刺やくも膜下腔注入、脊髓穿刺など重篤な合併症が多く、呼吸管理や循環管理が行える体制で施行すべきである。ブロック後は1~2時間安静臥床し、合併症が認められないことを確認した後、帰宅させることが重要である。

2) 胸部神経根ブロック^{6,7)}

X線透視台の上に腹臥位となり、後方から行う後方アプローチ法と斜位で行う斜位法がある。X線透視軸を目的とする椎体終板に正しく合わせることも重要である。針を横突起を越えて2 cm以上進めると、気胸や、部位によっては食道穿刺になることがあるので、そのような場合は側面透視での針先の確認が必要となる。針先の位置確認には、頸部神経根ブロック同様に非イオン性造影剤での造影が必要である。さらに、胸部神経根ブロックも、血管穿刺やくも膜下腔注入、脊髓穿刺、気胸、食道穿刺などの合併症があるため、呼吸管理や循環管理が行える体制で施行すべきである。また、気胸の場合は、ブロック直後より少ししてから症状が出る場合が多いので、呼吸苦を訴えた場合は必ず胸部X線写真を撮影しなければならない。そのため、ブロック後は1~2時間安静臥床し、合併症が認められないことを確認した後、帰宅させることが必要である。

3) 腰部仙骨部神経根ブロック^{8,9)}

X線透視台の上に腹臥位となり、後方から行う腹臥位法と斜位で行う斜位法がある。最近では放散痛を得ない経椎間孔法なども施行されている。他の部位よりは合併症は少ないが、X線透視軸を目的とする椎体終板に正しく合わせることも重要である。針先の位置確認には、他の神経根ブロック同様に非イオン性造影剤を用いる。この部位の神経根ブロックでは下肢の脱力が起きるので、必ずブロック後は1~2時間安静臥床し、合併症が認められないことを確認した後、帰宅させることが重要である。

5. 合併症

一般的な神経ブロックと同様、針の穿刺に伴う出血、感染などの可能性がある。放散痛を求め過ぎて何度も穿刺を繰り返したりすると神経損傷を起こしやすく、場合によっては複合性局所疼痛症候群（complex regional pain syndrome：CRPS）になる可能性も否定できない。そのため、同一神経根ブロックでは、10~14日空けて1カ月間に3回を限度とすることが望ましい。また、針先の位置によっては、くも膜下・硬膜下・硬膜外ブロックとなる可能性もある。また、胸部の場合は気胸を起こす可能性がある。また、前脊髓動脈症候群を併発した症例の報告がある¹⁰⁾。

ステロイド薬懸濁液の使用については、「I-3 ステロイド薬の添加について」の項を参照のこと。

参考文献

- 1) 平沢 興, 他: 分担解剖学第2巻: 脈管学・神経学, 第11版. 東京, 金原出版, 2000. (G5)
- 2) Derby R, et al; Response to steroid and duration of radicular pain as predictors of surgical outcome. Spine 1992; 17: S176-S183. (G5)
- 3) Johansson A, et al; Local corticosteroid application blocks transmission in normal nociceptive C-fibers. Acta Anaesthesiol Scand 1990; 34: 335-338. (G5)
- 4) 湯田康正: 頸部神経根・頸神経ブロック. (高崎真弓・編: ペインクリニックに必要な局所解剖). 東京, 文光堂, 2003; 110-117. (G5)
- 5) 山上裕章: 神経根ブロック・神経根高周波熱凝固法. MB Orthop 2003; 16: 56-63. (G5)
- 6) 川井康嗣, 他: 胸部神経根ブロック. Medical Postgraduates 1997; 34: 204-207. (G5)
- 7) 大瀬戸清茂: II. 脊髄神経ブロック 6. 胸神経根ブロック. ペインクリニック 2006; 27: S386-S394. (G5)
- 8) 伊達 久, 他: II. 脊髄神経ブロック 7. 腰神経根ブロック. ペインクリニック 2006; 27: S395-S405. (G5)
- 9) 佐藤哲朗, 他: 腰仙部神経根穿刺に対する斜位直接刺入法. 臨床整形外科 1990; 25: 221-225. (G5)
- 10) Brouwers PJ, et al: A cervical anterior spinal artery syndrome after diagnostic blockade of the right C₆-nerve root. Pain 2001; 91: 397-399. (G4)

I-10 三叉神経ブロック

三叉神経ブロックとは、主に顔面の知覚を司る三叉神経を、三叉神経節（ガッセル神経節 [Gasserian ganglion] または半月神経節）から末梢枝にいたるいずれかの部位で遮断する手技である。特発性、症候性三叉神経痛において適応となる。耳介側頭神経ブロックは、片頭痛、群発頭痛による側頭部痛に効果が期待できる¹⁾。

1. 解剖

三叉神経節は、卵円孔の後内側、中頭蓋窩の三叉神経圧痕上に位置し、3本の枝に分かれる。第1枝（眼神経）は、上眼窩裂を経て眼窩内で前頭神経となり、さらに眼窩上神経と滑車上神経に分枝し、前頭部に分布する。第2枝（上顎神経）は、正円孔から眼窩内に入り、眼窩下孔を経て眼窩下神経となり、頬部、鼻翼、上口唇などに分布する。第3枝（下顎神経）は、卵円孔を経て側頭下窩で耳介側頭神経を分枝し、舌神経と下歯槽神経に分かれる。舌神経は口腔底、下顎舌側の歯肉および舌の前2/3に分布して知覚と味覚を司る。下歯槽神経はオトガイ孔を出てオトガイ部に分布する。下顎神経のみが運動神経を含み、咀嚼筋を支配している。

2. 手技および施行上の注意点

1) 前頭神経ブロック²⁾

眉毛の上縁で正中から2.5 cm 耳側の点より、25G注射針を皮膚に垂直に刺入する。針先が眼窩上切痕直上の骨に達したら、薬液が眉毛に沿って左右に浸潤するように注入し、眼窩上神経と滑車上神経の両方をブロックする。

2) 眼窩下神経ブロック¹⁾

鼻翼から耳側に約5 mmの部位を刺入点とし、局所麻酔を施行後、正面に向かって開眼した患者の瞳の中心を刺入方向の目安として、22G、5 cm 神経ブロック針を進める。針先を眼窩下孔に刺入し、放散痛が得られたところで薬液を注入する。

3) オトガイ神経ブロック¹⁾

オトガイ孔の耳側0.5 cm, 上方0.5 cmを刺入点とし, 局所麻酔を施行後, 22G, 5 cm 神経ブロック針を内側かつ尾側方向に進め, オトガイ孔に刺入する. 放散痛の得られたところで薬液を注入する.

4) 上顎神経ブロック³⁾

外側口腔外法が一般的である. 患者を仰臥位とし, 顔を健側へ30度傾ける. 耳珠前縁より3 cm 鼻側, 頬骨弓下縁よりやや尾側を刺入点とする. 局所麻酔を施行後, 22G, 7 cm 神経ブロック針を外眼角に向けて60~80度の角度で進める. 一度, 蝶形骨下稜に当たった後, 下眼窩裂方向に針を再刺入し, 上顎神経領域に放散痛が得られたところで, X線透視下に針先の位置を確認し, 薬液を注入する.

5) 下顎神経ブロック³⁾

口腔外法が一般的である. X線透視 (anteroposterior oblique view) で卵円孔を確認する. 刺入点, ブロック針は上顎神経ブロックと同じである. 卵円孔の中央後壁寄りに針先を進め, 下顎神経領域に放散痛の得られたところで薬液を注入する.

6) ガッセル (Gasserian) 神経節ブロック⁴⁾

三叉神経の複数枝の罹患症例や末梢枝ブロックの無効症例に用いられる. 下顎神経ブロックと同様にX線透視下に卵円孔を描出する. 口角の外側3 cmを刺入点とし, 局所麻酔施行後, 22G, 10 cm 神経ブロック針を卵円孔の後壁, 内側寄りに向かって進める. 卵円孔の入り口に達すると, 下顎神経領域に放散痛が生じる. この部位から抵抗消失法を用いて三叉神経槽入口部まで針先を進めて薬液を注入する. 高周波熱凝固法の場合は, 針が卵円孔入り口に達した後, 20~50 Hzの周波数で刺激を行いながら, 罹患枝に放散痛が生じるように針先の位置の調整を行う.

7) 耳介側頭神経ブロック⁵⁾

患者を仰臥位とし, 下顎をやや挙上させ, 顔を健側へ15度傾ける. X線透視下に卵円孔を確認し, 口角の3 cm 外側かつ2 cm 頭側の刺入点から, 局所麻酔を施行後, 21G, 9 cmの神経ブロック針を刺入する. 卵円孔の下壁, やや耳側へ向け針先を進める. こめかみから側頭への放散痛が得られたところで薬液を注入する.

局所麻酔薬は1~2% [w/v] 塩酸リドカイン0.5~2.0 ml (ガッセル神経節ブロックでは0.2 ml以下)を用いる. 特発性三叉神経痛, がん性痛などでは, 2% [w/v] 塩酸リドカイン0.5 ml以下の量で十分な効果が得られ, 合併症がないことを20分後に確認した後, 同量以下の神経破壊薬 (99.5% [v/v] エタノールまたは5~7% [v/v] フェノール水)を使用する. また, 神経破壊薬の代わりに高周波熱凝固法を用いて, 50~90℃で90~180秒間熱凝固することもある. 高周波熱凝固法は, 神経の破壊作用が針先の温度と凝固時間で決まるため調節性に富むが, 神経破壊薬に比べ効果の持続時間は短い^{6,7)}.

神経ブロック完成後は5~10分圧迫止血し, 30分程度安静を保つ. 神経破壊薬を用いた場合は, 圧迫止血および安静を長めにする.

3. 合併症

1) 出血, 血腫

刺入部の圧迫を確実にを行う. 眼窩に及ぶと内圧が上昇し, 視力障害が生じる可能性があるため, 針を必要以上に深く刺入しないように注意する.

2) 浮腫

神経破壊薬を用いたブロックで起こりやすい。事前の説明が大切である。

3) 外眼筋麻痺

第1枝, 2枝のブロックで注意を要する。複視の出現に終始注意を払う。

4) 咀嚼筋麻痺

下顎神経の運動枝のブロックによる。両側がブロックされると咀嚼ができなくなる。

5) アルコール性神経炎

「ジリジリ」した灼熱痛が生じる。エタノールの使用が過量とならないように注意する。

6) 髄膜炎

無菌的操作に努める。神経破壊薬では合併症が長期にわたる可能性があるため、使用前の局所麻酔薬によるテストがとて重要である。高周波熱凝固法では、針先の絶縁部のみで神経凝固が生じるので、神経破壊薬に比べ合併症を起こしにくい⁶⁾。

参考文献

- 1) 唐沢秀武：三叉神経末梢枝ブロック。ペインクリニック 2006;27:S319-S328. (G5)
- 2) 立原弘章, 他：前頭神経ブロック。(高崎真弓・編：麻酔科診療プラクティス ペインクリニックに必要な局所解剖)。東京, 文光堂, 2003;29-31. (G5)
- 3) 大瀬戸清茂, 他：三叉神経痛ブロック。(塩谷正弘・編：図説ペインクリニック)。東京, 真興交易医書出版部, 2000;75-84. (G5)
- 4) 増田 豊, 他：三叉神経節ブロック。(宮崎東洋・編：神経ブロック 関連疾患の整理と手技)。東京, 真興交易医書出版部, 2000;228-232. (G5)
- 5) 湯田康正, 他：耳介側頭神経ブロック。(塩谷正弘・編：図説ペインクリニック)。東京, 真興交易医書出版部, 東京, 2000;91-98. (G5)
- 6) Sweet WH, et al: Controlled thermocoagulation of trigeminal ganglion and rootlets for differential destruction of pain fibers. J Neurosurg 1974;40:143-156. (G3)
- 7) 長沼芳和, 他：高周波熱凝固法。(塩谷正弘・編：図説ペインクリニック)。東京, 真興交易医書出版部, 2000;245-249. (G5)

I-11 トリガーポイント注射

トリガーポイント注射とは、筋・筋膜性痛症候群や他の疾患から二次的に筋の緊張を生じて、痛みを有する場合に、トリガーポイントへ局所麻酔薬などの薬液を注入することにより、痛みを軽減させる手技である。比較的容易でかつ治療効果の高いことが多い。

1. 解剖と生理

トリガーポイントとは、圧迫や針の刺入、加熱または冷却などによって関連域に関連痛を引き起こす体表上の部位である。すなわち、患者が指摘する最もこりの強い部位、ないしは痛みが存在する部位で、かつ圧迫により痛みが消散する部位である¹⁾。トリガーポイントは、一次的筋膜トリガーポイントと関連筋膜トリガーポイントに大別され、一次的筋膜トリガーポイントのうち、常に過敏な状態を示すものを活性筋膜トリガーポイント、接触によってのみ痛みを引き起こすものは潜在的筋膜トリガーポイントと定義される。トリガーポイントの特徴としては、i) 索状硬

結上に限局した圧痛部位の存在, ii) その部位への刺激により症状の再現性があり, 典型的な関連痛が発現すること, iii) 刺激により立毛, 発汗などの自律神経反応が出現すること, iv) 局所単収縮反応や, v) 逃避反応 (ジャンプ徴候: Jump sign) が発生し, 単なる圧痛点とは異なる²⁾.

筋肉の損傷により, 炎症物質が放出され, 浮腫が生じ, この浮腫により局所の虚血が生じ, これが, 筋拘縮を引き起こし, さらに虚血を増強させるという悪循環が生じる³⁾. トリガーポイント注射の鎮痛機序としては, 関連現象および局所の知覚過敏に関与している知覚神経の過度刺激受容性を緩和させる. また, 注射された薬液により, 局所の侵害受容器の感作に関与するプロスタグランジンなどが希釈され, 洗い流されることにより刺激受容性が減少することや, 筋緊張をやわらげて, 血流を改善し, 痛みの悪循環を遮断することなどが考えられている^{2,4)}.

2. 手技および施行上の注意点

1) 手 技

患者の最も痛みの強い部位を示してもらい, 施行者がトリガーポイントを2本の指で圧迫して, 索状硬結として触れる最も過敏な点を確認する. 前述したように, 痛みの再現性があり, 関連痛が発生する部位を刺入部位とする. 臥位や坐位で施行する. 刺入部位の皮膚消毒後, 刺入部位近くを押しながら, 針をすばやく皮下まで刺入する. さらに針先を進め, 軽い抵抗を感じた後に筋膜を貫いた感覚が得られる. 吸引を行い, 針先が血管内に入っていないことを確認した後に薬液を注入する. 抜針はできるだけ緩徐に行う⁴⁾.

2) 使用する薬液と針

使用する薬液としては, 各種局所麻酔薬 (塩酸リドカイン, 塩酸メピバカイン, 塩酸ロピバカインなど) の単独またはこれらの局所麻酔薬と水溶性ステロイド薬の混合液や, ジブカイン配合薬 (0.1% [w/v] 塩酸ジブカイン, 0.3% [w/v] サリチル酸ナトリウム, 0.2% [w/v] 臭化カルシウム) を使用する. 塩酸ブピバカインは, 注入時痛が強く, 骨格筋への毒性が強いことが報告されており, トリガーポイント注射にはあまり適していないと考えられている⁵⁾.

1カ所につき, 0.5~3 ml を使用し, 全量約 10 ml 以内とした方がよい. 使用する針は, 27G 19 mm, 25G 25 mm 針などを用い, 長い針は使用しない.

3. 合併症

比較的簡単な手技であるため, 専門医でなくても行われることが多いが, 時に重篤な合併症も起こり得るため, 通常の神経ブロックと同様に緊急の場合に対処することのできる設備は必要である.

使用した薬液によるアレルギー反応, 局所麻酔薬中毒 (一度に複数箇所への大量の局所麻酔薬の使用を避ける), 血管内注入, めまい, 気分不良などの精神的反応, 神経原性ショック, 皮下出血, 気胸 (胸部背部での施行時), 深く穿刺し過ぎた場合の神経ブロック (頸神経叢ブロック, 腕神経叢ブロックなど) や硬膜外注入およびくも膜下腔注入⁶⁾ などがある. くも膜下腔注入による死亡症例の報告もある⁷⁾.

参考文献

- 1) 森本昌弘：トリガーポイント注射. ペインクリニック 2006;27:S478-S487. (G5)
- 2) Travell J, et al: Myofascial pain and dysfunction: The trigger point manual, 1st ed. Baltimore, Williams & Wilkins, 1983. (G5)
- 3) Mense S: Considerations concerning the neurobiological basis of muscle pain. Can J Physiol Pharmacol 1991;69:610-616. (G5)
- 4) 森本昌弘：トリガーポイント注射. (森本昌弘・編著：トリガーポイントーその基礎と応用ー). 東京, 真興交易医書出版部, 2006;65-85. (G5)
- 5) Zink W, et al: Local anesthetic myotoxicity. Reg Anesth Pain Med 2004;29:333-340. (G5)
- 6) Nelson LS, et al: Intrathecal injection: Unusual complication of trigger point injection therapy. Ann Emerg Med 1998;32:506-508. (G4)
- 7) 小川節郎：インシデント・アクシデントの症例：トリガーポイントブロック. ペインクリニック 2002;23:1081-1083. (G5)

I-12 不對神経節ブロック

不對神経節ブロックとは、人体の交感神経節または叢の中で、脊髄の一番末梢（尾側）に位置している交感神経節を遮断する治療法である。会陰部の交感神経由来の痛みの緩和に用いられている。

1. 臨床解剖と生理

不對神経節は、仙骨と尾骨の接合部の全面正中で、後腹膜腔に位置する交感神経節である。上位からつながり腰仙骨の全面へと左右に走行してきた交感神経幹が、ほぼ仙尾関節の前面の高さで1つとなるため、不對神経節と名づけられている。稀に、存在しないこともある。また、仙尾骨の接合部は、線維軟骨板が存在するが、骨化している場合も皆無ではない。また、5つの靭帯（前仙尾靭帯、外側仙尾靭帯、浅後仙尾靭帯、深仙尾靭帯、関節仙尾靭帯）で補強されている。

2. 使用薬物の種類と使用量

- ① 1~2% [w/v] 塩酸メピバカイン（もしくは塩酸リドカイン）5~10 ml でトリアルブロックもしくは治療的ブロックを施行する。
- ② 位置と拡がり、血管内迷入の有無を確認するための造影剤を1~3 ml 使用する。
- ③ トリアルブロックが有効であり、神経破壊薬の適応がある場合には、99.5% [v/v] エタノール最小3 ml, 最大5~8 ml 使用する。または、8% [v/v] フェノール水を4~6 ml 使用する。

3. 手 技¹⁻³⁾

通常、Cアーム透視装置下で、経仙尾関節垂直アプローチ法で安全に施行可能である。

- ① 腹臥位として、透視下に正面像で仙尾関節を写す。
- ② 仙尾関節間の正中部に当たる皮膚に局所麻酔を施行後、22G, 5 cm のブロック針で接合部（椎間板）を正中部から垂直に穿刺する。
- ③ 透視下に側面像で確認しながら、生理食塩水を満たした注射器で抵抗消失法を用いて、ブロック針を椎体前面まで進めて、前仙尾靭帯を貫く。
- ④ 側面の造影所見で、椎体前面に細い三日月型像が、また、正面では左右に拡

がる丸い（縦に細丸いこともあり）造影所見が得られていることを確認後に、局所麻酔薬を注入する。

備考：Plancarteの方法¹⁾：尾骨先端から1 cm 肛門側で曲針を使い、穿刺する。

CTを使用する方法⁴⁾：曲針法と仙尾関節垂直法とがある。

超音波ガイドを使用する方法⁵⁾：X線透視下と同様、抵抗消失法で施行している。

4. 適 応

交感神経由来の会陰部痛、肛門部の術後痛に用いられることが多い^{6,7)}。

5. 合併症

血腫、感染、直腸穿刺、エタノールの血中濃度上昇などの可能性がある。

参考文献

- 1) Plancarte R, et al: Presacral neurotomy of the ganglion impar (Ganglion of Walther). *Anesthesiology* 1990; 73: 236-239. (G2)
- 2) Wemm K, Jr, et al: Modified approach to block the ganglion impar (Ganglion of Walther). *Regional Anesth* 1995; 20: 544-545. (G4)
- 3) Reig E, et al: Thermocoagulation of the impar ganglion of Walther: Description of a modified approach: Preliminary results in chronic nononcological patients. *Pain Practice* 2005; 5: 103-110. (G2)
- 4) 立原弘章, 他: 不對神経節ブロック-CT誘導下経仙尾関節垂直アプローチ法-. *ペインクリニック* 2006; 27: S579-S585. (G5)
- 5) Bhatnagar S, et al: Early ultrasound-guided neurolysis for pain management in gastrointestinal and pelvic malignancies: An observational study in a tertiary care center of urban India. *Pain Pract* 2012; 12: 23-32. (G2)
- 6) Toshniwal GR, et al: Transsacrococcygeal approach to ganglion impar block for management of chronic perineal pain: A prospective observational study. *Pain Physician* 2007; 10: 61-66. (G2)
- 7) Sağır O, et al: Application of ganglion impar block in patient with coccyx dislocation. *Agri* 2011; 23: 129-133. (G4)

I-13 腕神経叢ブロック

腕神経叢ブロックとは、頸椎から出た脊髄神経が腕神経叢を形成する部位に薬液を注入する治療法である。本法には、施行側上肢の体性神経および自律神経の遮断効果があり、頸部から肩、上肢の痛みや血行障害を改善することができる。これらの作用から、頸椎症、頸椎椎間板ヘルニア、帯状疱疹・帯状疱疹後神経痛、胸郭出口症候群、上肢CRPS (complex regional pain syndrome)、上肢血行障害などによる上肢の急性期および慢性期の痛みに対する治療や、リハビリテーション施行時の痛みの軽減などに用いられる¹⁾。

1. 解剖²⁾

腕神経叢は、第5～8頸神経および第1胸神経の前枝が結合することにより形成され、しばしば第4頸神経、第2胸神経とも交通枝で結合する。

これらの神経は、椎間孔を出た後、第1肋骨の方向へと下る間に、前・中斜角筋の筋膜により形成される斜角筋間腔を走行する。（この斜角筋筋膜の延長で作られた神経血管束の外套は腋窩まで続き、腋窩血管周囲腔を形成する。）そして、第1

肋骨上で癒合し、上・中・下の3本の神経幹となり、ほぼ垂直方向に重なる。鎖骨下動脈は、このコンパートメントの中で前斜角筋と3本の神経幹の間に位置し、鎖骨下静脈は前斜角筋の内側に位置する。

2. 手技および施行上の注意点

アプローチ法により、腋窩法、鎖骨下法、鎖骨上窩法、斜角筋間法などに大別される。

1) 腋窩法³⁾

患者を仰臥位とし、肘を軽く屈曲させ、肩関節を90度外転、外旋する。上腕内側の動脈をできるだけ中枢側で触知し、血管周縁に向かって薬液の充填された延長チューブを装着した25G注射針を進める。神経血管鞘を貫き、放散痛の得られたところで薬液を注入する。腋窩法は合併症が少ないが、中枢側への薬液の拡がりが不良であるため神経根部への作用がなく、ペインクリニックにおける応用は限られる。

2) 鎖骨上窩法⁴⁾

従来の盲目的鎖骨上窩法は、中枢側への薬液の拡がりは良好であるが気胸を起こしやすく、外来での治療法としては選択しがたかった。この欠点を補うべく考えられたのが、X線透視下腕神経叢ブロックである。

患者を仰臥位とし、顔を軽く健側に向けさせる。X線透視下に第1肋骨と第2肋骨の交点を確認し刺入点とする。第1肋骨中央部＝第1肋骨上の中斜角筋付着部を目標として23Gカテラン針を進める。第1肋骨に接する直前の位置で造影剤と局所麻酔薬の混合液を注入し、中斜角筋の筋膜内に拡がる像を確認する。

3) 斜角筋間法³⁾

患者を仰臥位として、顔を軽く健側に向けさせる。胸鎖乳突筋の外側で、輪状軟骨の高さを刺入点とする。指の腹で中斜角筋を後方に寄せるようにし、前方にある前斜角筋との間隙を押し広げるようにする。薬液の充填された延長チューブを装着した25G注射針を、皮膚に垂直に、またはやや背尾側方向に向かって進める。放散痛の得られたところで薬液を注入する。ペインクリニック領域では、知覚の消失や筋弛緩まで得る必要はないため、局所麻酔薬は0.5～1% [w/v] 塩酸リドカイン8～10 mlを用いる。投与用量が多いと運動麻痺などの症状が長く続き、かえって患者の負担となる。症状により、ステロイド薬を適量添加する。神経ブロック後は、30分から1時間程度安静とする。

① 持続注入法

上記のいずれの方法においても、静脈内留置針あるいはカテーテルを用いた持続注入が可能である。この場合には、0.5～1% [w/v] 塩酸リドカインを5～10 ml/時程度の速度で注入する。

② 超音波ガイド下ブロック

穿刺の補助手段として、放射線の被曝の危険性がないことから超音波が用いられるようになってきている。超音波ガイド下では、神経組織、血管を含めた周囲組織と、針先の位置関係の描出が可能であり、薬液の拡がりも観察できることから、局所麻酔薬の使用量を減ずることができる⁵⁾。

3. 合併症

1) 神経損傷

放散痛を得るために何度も穿刺を行うと生じやすい⁶⁾。放散痛が生じた場合は、ステロイド薬を加えた局所麻酔薬を注入する。また、必要以上に太いブロック針を用いないようにする。

2) 血管穿刺・血管損傷

たとえ血管穿刺しても、抜針後に圧迫止血をきちんと行えば問題となることは少ない。しかし、圧迫止血が不十分な場合、稀に血腫を形成する。斜角筋間法では致命的となる場合もあるので注意を要する。

3) 血管内注入

特に斜角筋間法で総頸動脈、椎骨動脈に局所麻酔薬が入ると、全身性の痙攣症状を起こす。患者の状態を観察しながら、ゆっくり薬液を注入する。

4) 気胸

脱気を行わなければならないほど重症になることはあまりないが、ブロック後数時間経ってから症状が発現することが多いということを念頭に置く。また、パネコースト腫瘍など肺尖部に病変があるような症例では注意する。

5) 横隔神経ブロック

通常は肋間筋と対側の横隔神経とが代償することにより、呼吸困難を訴えることは少ない。しかし、重度の低肺機能患者などでは十分な注意が必要である。また、対側の横隔神経麻痺を有するような症例では、原則的に本ブロックを行わないことが望ましい。

6) ホルネル（Horner）徴候

腕神経叢と頸部交感神経幹の間は椎骨前筋膜鞘によって隔てられているが、時にホルネル徴候がみられることがある。

7) 硬膜外ブロック・くも膜下ブロック

椎間孔に針先が向かうと起こり得る。呼吸および循環の管理が必要となる場合がある。

参考文献

- 1) 羽尻裕美：透視下腕神経叢ブロック。ペインクリニック 2006; 27: S422-S428. (G5)
- 2) Winnie AP: 腕神経叢と周囲組織との関係。(川島康男, 佐藤信博・訳: 腕神経叢ブロック)。東京, 真興交易医書出版部, 1988; 47-65. (G3)
- 3) 長沼芳和：腕神経叢ブロック。(若杉文吉・監: ペインクリニック神経ブロック法第2版)。東京, 医学書院, 2000; 85-88. (G5)
- 4) 湯田康正：整形外科医のための神経ブロック療法。日整会誌 1994; 68: 62-71. (G5)
- 5) Capdevila X, et al: How and why to use ultrasound for regional blockade. Acta Anaesthesiol Belg 2008; 59: 147-154. (G3)
- 6) Selander D, et al: Paresthesiae or no paresthesiae? Nerve lesions after axillary blocks. Acta Anaesth Scand 1979; 23: 277-283. (G3)

I-14 肋間神経ブロック

肋間神経ブロックとは、胸神経前枝である肋間神経が肋骨下縁で走行する空間に局所麻酔薬や神経破壊薬を注入することで、胸腹部や背部の痛みを緩和するコンパートメントブロックである。薬液以外に肋間神経近傍に高周波熱凝固を加えて遮断を行うこともある。

本法は、肋骨が触知できれば盲目的に行える簡便さだけでなく、体性痛か内臓痛かの鑑別ができる有用性も併せ持つ。また、開胸術後の鎮痛方法として、直接、肋間神経血管鞘にカテーテルを留置して行う持続注入¹⁾や、最近では超音波ガイド下に傍脊椎腔へ薬液を単回注入したりカテーテルを挿入して持続注入を行う傍脊椎ブロック²⁾も有効性が示されている。特に後者は肋間神経ブロック後方アプローチとして認識されており、一般の慢性疼痛管理にも応用されている。

1. 解剖³⁻⁵⁾ と生理⁴⁾

椎間孔から出た胸神経根は、まず交感神経幹へ灰白交通枝を出し、次に後枝を背側の筋肉と皮膚に分枝した後、前枝として肋骨下縁を腹側に向かって走行する。その後、前鋸筋前縁で外側皮枝を分枝し、中腋窩線付近から皮膚に出て胸骨および白線周囲で前皮枝となって終止する。この胸神経前枝のうち、上位11対は肋間神経といい、最下位は肋下神経と呼ばれる。第1胸神経は腕神経叢の形成にも関与しており、第2(しばしば第3)胸神経も上腕に外側皮枝を送っている。また、肋下神経は、第1腰神経と連絡し、臀部や鼠径部にも分布している。一般的には、肋骨角レベルでの断面では、肋間神経は肋骨溝と内肋間筋(または内肋間膜)、最内肋間筋で囲まれた約0.75 cm²の空間(triangular space)の中を走行しており、頭側より肋間静脈、肋間動脈が並走している。しかし、近年の胸腔鏡の観察で、肋間神経の走行や動静脈との配列には色々な変異があることも認められている。

肋間神経は運動枝と知覚枝のみを含んでおり、局所麻酔薬や神経破壊薬の浸潤、高周波熱凝固によって、その支配領域の体性感覚の遮断と呼吸筋群の麻痺が生じる。

2. 手技および施行上の注意点⁵⁻⁹⁾

1) 薬液

通常は0.5~2% [w/v] 塩酸リドカインもしくは同力価の局所麻酔薬を1カ所につき2~3 ml程度注入する。除痛効果を高める目的で水溶性ステロイド薬(デキサメタゾン総量2~4 mg相当)を局所麻酔薬に添加することもある。また、難治痛に対する神経破壊では、5~10% [v/v] フェノール水や99% [v/v] エタノール、1% [w/v] 塩酸ジブカインなどの高濃度局所麻酔薬を使用するか、局所麻酔後に高周波熱凝固法を追加する。

2) 体位

腹臥位、側臥位、仰臥位で施行可能であるが、効果や合併症、手技の問題から、一般には胸腹部に枕を入れた状態の腹臥位が推奨される。刺入点は腹臥位では肋骨角周囲(棘突起より6~7.5 cm外側)で、側臥位では肋骨角周囲もしくは後腋窩線上、仰臥位では前腋窩線上もしくは鎖骨中線上にとる。なお、肋骨角が触れにくい部位や肥満患者、また神経破壊薬を使用する場合は、透視下に肋骨を確認しながら

らブロックを行う。

3) 手 技

① 一般的手技

施術者が右利きの場合、目的とする神経のすぐ上の肋骨下端を左示指で触れ、やや頭側に指で皮膚をずらした後、ブロック針を垂直に穿刺して肋骨に当てる。次に、ずらした皮膚を元に戻しながら針を少し浮かし、肋骨表面に少しずつ当てながら尾側へと動かす。針先が肋骨表面より離れたところで肋骨下縁を滑らせるようにして3~5 mm 程度進めると、肋間溝にある神経血管鞘まで到達する。軽く吸引して空気や血液の逆流のないことを確かめてから薬液を注入する。神経破壊薬を使用する時は、局所麻酔薬を注入 20 分後の効果を確認してから 2 ml 以内を注入する。

② 透視下ブロック

X 線透視で正面像が得られるような体位をとれば施行可能であるが、手技的には腹臥位が行いやすい。目的とする神経が走行する肋骨を透視で確認し、肋骨角周囲でブロック針を肋骨に当て、時に抵抗消失法などを用いながら、針先を肋骨溝に進める。造影剤を注入して肋骨下縁に沿った神経血管鞘周囲の造影像が得られたら薬液を注入する。

③ 超音波ガイド下ブロック

腹臥位もしくはブロック側を上にした側臥位とし、超音波プローブを肋骨と平行になるように肋間隙に置き、傍脊椎腔の外側端と横突起下端の水平断面を描出する。19~20G の Tuohy 針を用いて平行法で外側より内側方向に穿刺し、傍脊椎腔に到達したところで局所麻酔薬を 15~20 ml 注入する。

④ 持続ブロック

開胸術後の鎮痛を目的に、閉胸時に術野から開胸部上位の肋間神経血管鞘¹⁾や傍脊柱部⁸⁾へ細径のカテーテルを留置して、局所麻酔薬を PCA ポンプなどで持続注入する。

3. 合併症

一般的な刺入部の出血・感染の他に、特徴的な合併症¹⁰⁾として気胸、局所麻酔薬中毒、血管損傷、低血圧、ホルネル (Horner) 症候群、肋間筋麻痺による呼吸障害などがある。また、神経破壊薬の使用でアルコール神経炎や稀に脊髄障害¹¹⁾を引き起こすことがある。その中でも代表的な合併症である気胸については、できるだけ肋骨角周囲で穿刺を行い、針も 5 mm 以上進めないようにすることで、ある程度防げる。局所麻酔薬中毒は、本法では比較的生じやすいといわれており、局所麻酔薬の 1 回の注入量はもちろんのこと、総量にも注意する。神経破壊薬を使用する場合や高周波熱凝固法を行う場合は、可能な限り透視下に行い、造影剤の流れに十分な注意を払う。

参考文献

- 1) 渋谷博美, 他: 開胸術後痛に対するロピバカインによる持続肋間神経ブロックの有用性の検討. ペインクリニック 2005; 26: 673-678. (G2)
- 2) 柴田康之: 胸椎と傍胸椎領域 (1) 傍脊椎 (肋間神経) ブロック. (小松 徹, 他・編: 超音波ガイド下脊柱管・傍脊椎ブロック). 東京, 克誠堂出版, 2011; 89-96. (G5)

- 3) 森田 茂, 他・訳: グラント解剖学図譜, 第3版 (原著第8版). 東京, 医学書院, 1984. (G5)
- 4) 廣田一紀, 他: 肋間神経ブロック. (高崎真弓・編: ペインクリニックに必要な局所解剖). 東京, 文光堂, 2003;152-153. (G5)
- 5) 平川奈緒美, 他: 神経ブロックに必要な解剖学: (3)肋間神経ブロックに必要な解剖学. ペインクリニック 2003;24: 89-96. (G5)
- 6) 山上裕章, 他: 肋間神経造影による肋間神経ブロックの検討. ペインクリニック 1992;13: 35-39. (G2)
- 7) 羽尻裕美: C₁, C₂ 脊髄神経節ブロック・後頭神経ブロック・肋間神経ブロック・大腰筋筋溝ブロック. MB Orthop 1995;8: 159-167. (G5)
- 8) 大瀬戸清茂: 肋間神経ブロック. (若杉文吉・監: ペインクリニック 神経ブロック法, 第2版). 東京, 医学書院, 2000. (G5)
- 9) Barron DJ, et al: A randomized controlled trial of continuous extra-pleural analgesia post-thoracotomy: Efficacy and choice of local anaesthetic. Eur J Anaesthesiol 1999; 16: 236-245. (G1)
- 10) 佐伯 茂: 肋間神経ブロックの合併症とその対策. ペインクリニック 2001;22: 482-490. (G5)
- 11) Kowalewski R, et al: Persistent paraplegia after an aqueous 7.5% phenol solution to the anterior motor root for intercostal neurolysis: A case report. Arch Phys Med Rehabil 2002; 83: 283-285. (G4)

I-15 肩甲上神経ブロック

肩甲上神経ブロックは、肩甲切痕もしくは棘上窩を走行する肩甲上神経周囲に局所麻酔薬を注入することで、肩関節やその周辺に生じる痛みを緩和する治療法であり、その有効性は広く知られている。本法では、がん性痛の緩和目的以外に神経破壊薬が用いられることは稀であるが、除痛効果の持続を期待して高周波熱凝固法¹⁾などを組み合わせることもある。また、痛みが頸椎由来かあるいは肩関節由来かの診断や上肢の運動療法の補助目的でも用いられる。

1. 解剖²⁾と生理³⁾

肩甲上神経は、鎖骨上部でC₄, C₅, C₆神経根より形成された腕神経叢の上神経幹より分枝した神経である。分枝後は肩甲骨筋下腹の背側を進み、肩甲骨前面より上縁に至り、上関節枝を分枝後、並走しながら上肩甲横靭帯の下で肩甲切痕を通り棘上窩に入る。上関節枝は烏口突起基部を外側に進み、烏口上腕靭帯と肩関節包上部、肩峰下滑液包と肩鎖関節包の後部に終始する。肩甲上神経本幹は、棘上筋に運動枝を分枝後、さらに下関節枝を分枝し下肩甲横靭帯をくぐる。本幹は内側に進み棘下筋の運動枝で終始し、下関節枝は外下方に進んで肩関節包後部に分布する。

肩甲上神経は、知覚・運動神経線維および中頸神経節からの交感神経線維を含む混合神経であるが、皮膚への知覚支配はない。局所麻酔薬の浸潤や高周波熱凝固により肩関節包周辺の知覚遮断および棘上筋麻痺（上腕の外転運動障害）と棘下筋麻痺（上腕の外旋運動障害）が生じる。

2. 手技および施行上の注意点^{1,4-6)}

1) 薬液

1% [w/v] 塩酸リドカインもしくは同力価の局所麻酔薬を5~10 ml 注入する。除痛効果を高める目的で水溶性ステロイド薬（デキサメタゾン総量2~4 mg 相当）

を局所麻酔薬に添加することもある。

また、除痛時間を延長するために高周波熱凝固法を追加することもあるが、この場合は針先をできるだけ神経に接近させる必要があるため、透視下に行うのが望ましい。

2) 手 技

① Moore の原法

上腕を体側につけた坐位とし、両手を膝の上に置かせた姿勢で、肩甲棘に沿って肩峰先端より肩甲骨内側縁に至る線を引く。この線の midpoint から脊柱に平行な線を引いて作られた外上方角の二等分線を引き、同線上で各線の交点から 2.5 cm の部位を刺入点とする。刺入点より 23G 6 cm カテラン針を皮膚に垂直に刺入し、約 4~5 cm 程度で棘上窩骨面に針先を当てる。その後、針先を棘上窩骨面に当てながら抜き刺して内側前方に進め、針先が肩甲切痕に滑り込んだところで血液の逆流がないことを確かめてから局所麻酔薬を注入する。

② 簡便法

座位姿勢で母指と中指で肩甲棘と鎖骨を挟み、両者の間にできる三角部のくぼみに示指を当てて指先がすっぽり入ったところの爪先中央部を刺入点とする。この位置は Moore の原法の刺入点とほぼ一致する。刺入点より 23G 60 mm カテラン針を皮膚に垂直に刺入し、棘上窩面に針先が達したら血液の逆流がないことを確かめてから局所麻酔薬を注入する。

③ 透視下ブロック

腹臥位で軽度頸部を前屈させ、上肢を体幹につけるか、軽度外転する。棘上窩面に垂直に入射するよう、X線管球を頭側に 15~30 度、患側に 0~15 度傾ける (Cアームでない場合は患側を同程度上げた斜位)。脊柱に平行で烏口突起起始部内側縁から尾側に引いた線と肩甲棘上縁の交わる点を刺入点とし、皮膚局所麻酔後に 23G 60 mm カテラン針 (高周波熱凝固を加える場合は 22G 54 mm 非絶縁部 4 mm のスライター針) を肩甲切痕下方 5 mm 程度の骨面に当てる。透視を見ながら針先を上方にずらし、肩に放散痛が得られたところで造影剤を注入して針先が血管内がないことを確認後、局所麻酔薬を注入する。高周波熱凝固を追加する場合は、針先を 50 Hz 刺激で 0.3 V 以下、3 Hz 刺激で 0.4 V 以下で放散痛や棘上、棘下筋収縮が得られる位置に固定し、局所麻酔薬注入後に行う。なお、運動麻痺の残存を防ぐために、高周波熱凝固は pulsed radiofrequency lesioning (42 °C 以下、90~180 秒、1~2 回) にとどめるのが望ましい。

3. 合併症^{6,7)}

Moore の原法では肩甲切痕に針先を進めるため、気胸や肩甲上神経の損傷が生じやすく、また 10 ml 程度の局所麻酔薬で棘上窩は十分満たされ、ブロック効果が得られることから、一般の治療ではあまり推奨されてはいない。なお、簡便法でも針先を前方 (腹側) に向け、深く刺し過ぎると同様の合併症を生じることがある。通常は皮膚に垂直に穿刺すれば 4~5 cm 程度で棘上窩骨面に当たることが多いが、肥満患者や座位以外の体位で行う場合などでは慎重に行う。肩甲上動脈は上肩甲横靭帯上を通り棘上窩に達することから、いずれのブロック方法でも血管穿刺を生じる可能性はある。局所麻酔薬中毒や血腫形成を起こさないよう乱暴な針操作を慎む。

また、稀に針先が骨に当たる際に骨膜反射によりショック状態になることもあるため、低血圧の患者では注意を要する。

参考文献

- 1) 石田克浩：透視下肩甲上神経パルス高周波療法. ペインクリニック 2007;28:707-710. (G5)
- 2) 岡田 弘：肩甲上神経ブロック. (高崎真弓・編：ペインクリニックに必要な局所解剖). 東京, 文光堂, 2003;120-121. (G5)
- 3) 兼子忠延：肩甲上神経ブロック. (宮崎東洋・編：ペインクリニックー痛みの理解と治療ー). 東京, 克誠堂出版, 1997;78. (G5)
- 4) Moore DC: Block of the suprascapular nerve. (Regional block, 4th ed.) Springfield, Charles C Thomas, 1975;300-303. (G5)
- 5) 大瀬戸清茂：肩甲上神経ブロック. (若杉文吉・監：ペインクリニック 神経ブロック法, 第2版). 東京, 医学書院, 2000;89-91. (G5)
- 6) 岡本健一郎, 他：肩甲上神経ブロック. ペインクリニック 2002;23:338-345. (G5)
- 7) 山本博俊, 他：肩甲上神経ブロック. ペインクリニック 1999;20:S221-S222. (G5)

I-16 傍脊椎神経ブロック

傍脊椎神経ブロックは、椎間孔から神経根が出た付近に局所麻酔薬を注入する神経ブロックないし麻酔手技で、通常は胸椎で施行される (thoracic paravertebral block: TPVB)。20世紀初頭に考案され、1979年に Eason ら¹⁾が注目した後、安全性と有効性が改善した。1カ所からの注入 (single-site injection) と複数部位からの注入 (multiple-site injection) があり、また、単回注入法 (bolus) と持続法 (continuous) がある。注入部位の頭・尾側の体性神経および交感神経ブロックが得られ、胸・腹部の手術麻酔、術後痛、急性痛、慢性痛の治療に用いられる。開胸術後痛では、胸部硬膜外ブロックに匹敵する有効性が報告されている²⁾。

1. 解剖と生理

胸部傍脊椎腔は、胸椎の両側に存在する楔型の空間である^{1,3)}。上面は近接する肋骨頭、下面は肋骨頸、後面は上肋横靭帯 (superior costo-transverse ligament)、底面は近接椎体の側後面と椎間孔、前外側面は壁側胸膜からなる。脂肪組織と肋間神経、脊髄神経後枝、交通枝、交感神経幹を含む。注入液は、肋骨を越えて頭・尾側に、外側は肋間腔に、内側は椎間孔を介して硬膜外腔に拡がり得る。

壁側胸膜と上肋横靭帯の間に、内胸筋膜 (endothoracic fascia) があり、傍脊椎腔を2分する⁴⁾。壁側胸膜外・内胸筋膜上の腹側コンパートメントと、内胸筋膜下の背側コンパートメントである。肋間神経・動静脈は背側コンパートメントに、交感神経幹は腹側コンパートメントに存在する。傍脊椎腔の頭側は、頸椎に達する。尾側は腸腰筋起始部で境界され、T₁₂以下には拡がりにくいとされるが、内胸筋膜が横隔膜下まで連なるため、下位胸椎で注入すると後腹膜腔まで拡がる可能性がある。

2. 手技および施行上の注意点

1) 使用薬物

0.5% [w/v] 塩酸プリピカイン 15 ml で平均5分節 (2.5~3 ml/椎体) の体性神経ブロックと8分節の交感神経ブロックが起こる⁵⁾。頭側よりも尾側に拡がりやすい。Karmaker⁴⁾は、成人で0.25~0.5% [w/v] 塩酸プリピカイン 15~20 ml (0.3 ml/

kg) または1% [w/v] 塩酸リドカイン 15~20 ml を, 小児で0.125~0.25% [w/v] 塩酸ブピバカイン 0.5 ml/kg またはアドレナリン添加1% [w/v] 塩酸リドカイン 0.5 ml/kg を推奨している (いずれも単一注入法).

複数部位からは, 0.5% [w/v] 塩酸ブピバカインまたはアドレナリン添加0.5% [w/v] 塩酸ロピバカインを3~4 ml ずつ注入する. 複数注入と0.375~0.5% [w/v] 塩酸ブピバカイン 15~20 ml の単一注入の比較では, 4,5分節に拡がる同等の効果を示した. 複数部位からの注入がより拡がるという見解もないが, 単一部位からの大量投与も硬膜外注入などの危険がある.

持続法では, 乳房手術に際して全身麻酔と併用する維持量として, 0.2% [w/v] 塩酸ロピバカインか0.25% [w/v] 塩酸ブピバカインを5 ml/時で持続投与している⁶⁾.

2) 手 技

傍脊椎腔の確認は抵抗消失法である^{1,4)}. 坐位や, ブロック側上の側臥位や, 腹臥位で行う. 乳房手術の麻酔では, T₄ 棘突起の外側3~5 cm (他に2.5 cm, 2.5~3 cm など) で棘突起上端の高さから, 20G 8~10 cm 腰椎穿刺針または16~18G Tuohy 針 (持続法) を皮膚に垂直に穿刺する. 2.5~3.5 cm (他に2~4 cm など) の深さで横突起に当るので, 先端を頭側に振って横突起上縁を slip off しながら, 生理食塩水か空気を満たしたシリンジを接続して進めると, さらに1~1.5 cm (皮膚から4~6 cm) で上肋横靭帯を貫通して抵抗が消失する. 血液や空気の逆流のないことを確認して薬液を注入する.

硬膜外腔に比べて, 傍脊椎腔の抵抗消失はわかりにくい. そのため, 補助的手段として, 透視下に造影して薬液の拡がりを確認するか, 圧モニターを装着して, 筋層内の圧 (吸気で高圧) が急に下がり, しかも呼気で高圧になることを確認する³⁾. また, 電気刺激装置を接続して, 上肋横靭帯を貫通した際の肋間筋の収縮を確認する方法もある⁶⁾. 上肋横靭帯貫通直後の内胸筋膜の背側コンパートメントでは2.5 mA で筋収縮があるが, 内胸筋の腹側コンパートメントまで針を進めると0.5 mA 以下でも筋収縮がみられる. ランダムに両位置での造影像を比較した研究では, 腹側コンパートメントでは多分節性に縦方向に良好に拡がることが多いのに対し, 背側コンパートメントでは限局した拡がりや肋間神経への拡がりが多かった⁷⁾.

持続法⁶⁾ではカテーテルを挿入するが, 硬膜外腔よりもかなり力を要するのが普通で, あまりに容易であれば胸腔内迷入の可能性が高い. 成人で1~3 cm 挿入し, 4 cm 以上は進めない.

3. 合併症

神経ブロックによる合併症の発生率は, 数%から10%と報告されている. 合併症では, 低血圧, 血管穿刺などが数%で, 胸膜穿刺, 気胸は多くても1%程度, 神経障害や硬膜外穿刺, くも膜下穿刺, 神経障害, 局所麻酔薬中毒などは極めて稀である^{3,8,9)}. 血液抗凝固薬を投与されている患者や血液凝固異常のある患者は相対禁忌, 穿刺部の感染, 腫瘍の存在する患者は禁忌, 胸郭の変形や側弯には注意を要する.

参考文献

- 1) Eason MJ, et al: Paravertebral thoracic block: A reappraisal. *Anaesthesia* 1979; 34: 638-642. (G5)
- 2) Davies RG, et al: A comparison of the analgesic efficacy and side-effects of

- paravertebral vs epidural blockade for thoracotomy: A systemic review and meta-analysis of randomized trials. *Br J Anaesth* 2006; 96: 418-426. (G1)
- 3) Richardson J, et al: Thoracic paravertebral block. *Br J Anaesth* 1988; 81: 230-238. (G5)
 - 4) Karmakar MK: Thoracic paravertebral block. *Anesthesiology* 2001; 95: 771-780. (G5)
 - 5) Cheema SP, Ilesley D, Richardson J, et al: A thermographic study of paravertebral analgesia. *Anaesthesia* 1995; 50: 118-121. (G2)
 - 6) Boezaart AP, et al: Continuous thoracic paravertebral block for major breast surgery. *Reg Anesth Pain Med* 2006; 31: 470-476. (G5)
 - 7) Naja MZ, et al: Varying anatomical injection points within the thoracic paravertebral space: Effect on spread of solution and nerve blockade. *Anaesthesia* 2004; 59: 459-463. (G1)
 - 8) Naja Z, et al: Somatic paravertebral nerve blockade: Incidence of failed block and complications. *Anaesthesia* 2001; 56: 1181-1201. (G2)
 - 9) Lonnqvist PA, et al: Paravertebral blockade: Failure rate and complications. *Anaesthesia* 1995; 50: 813-815. (G2)

I-17 大腰筋筋溝ブロック

大腰筋筋溝ブロックとは、大腰筋と腰方形筋の筋膜間の間隙に局所麻酔薬単独あるいはステロイド薬混合液を注入し、腰神経叢および仙骨神経叢の一部をブロックすることにより、腰下肢痛に効果を示す神経ブロックである。硬膜外ブロックに比べ、片側性のブロックなので、確実に施行されれば循環系、呼吸系に対して大きな影響を与えない。

1. 解剖¹⁾

腰神経叢は第1～3腰神経の前枝全部と第12胸神経および第4腰神経の前枝の一部からなる。第4腰神経前枝の一部と第5腰神経前枝は合して腰仙骨神経幹となり、小骨盤に入って、第1～3仙骨神経前枝からなる仙骨神経叢に合する。腰神経叢の枝には、腸骨下腹神経、腸骨鼠径神経、陰部大腿神経、外側大腿皮神経、大腿神経、閉鎖神経がある。仙骨神経叢の枝には、上殿神経、下殿神経、後大腿皮神経、坐骨神経がある。

大腰筋の深頭は第1～5腰椎の肋骨突起から起こり、浅頭は第12胸椎から第4腰椎の椎体側面および椎間円板から起こり、両頭は合して大腿骨小転子に付着する。椎間孔から出た腰神経は、その間を分けるように腰神経叢および仙骨神経叢の一部を形成して走る。一方、腰方形筋の前部は下位3～4腰椎の肋骨突起から起こって、第12肋骨下縁に付着し、後部は腸骨稜および腸腰靭帯から起こって、上位3～4腰椎の肋骨突起および第12肋骨に付着する。

大腰筋と腰方形筋の筋溝に薬液を注入することにより、腰神経叢および仙骨神経叢の一部をブロックすることになる。

2. 手技および施行上の注意点²⁻⁶⁾

1) 薬液

ペインクリニック領域での使用量は0.5～1% [w/v] 塩酸リドカインもしくは塩酸メピバカイン5～15 ml程度でよい。高齢者では濃度、容量ともに少なめとし⁶⁾、手術時の麻酔として施行する場合は濃度、容量ともに多くする必要がある^{2,3)}。

2) 体 位

腹臥位と側臥位がある。側臥位では患側を上にし、軽く膝を屈曲させる。腹臥位の場合には、腹部に枕を入れ、穿刺部位の棘突起が最も出るようにする。一般的には腹臥位とする。

3) 刺入点

刺入点は第3～第5腰椎棘突起より5 cm 外側とし、皮膚に垂直に刺入して、肋骨突起上縁に当てる。肋骨突起上縁をすべらせ、生理食塩水を満たした5 ml 注射器による抵抗消失法で、抵抗が失われたところが大腰筋筋溝である。空気による抵抗消失法は薬液の拡がりという点では優れているが、空気塞栓の危険性を考慮し、生理食塩水のみで施行するのが望ましい。

確実に行うには透視下に行うのがよいが、慣れれば非透視下でもできる⁵⁾。

3. 合併症

一般的な合併症として、出血、感染、血管内注入、局所麻酔薬中毒などがある。下肢のブロックなので、運動神経がブロックされ、安静時間が不足すると転倒の可能性⁴⁾がある。棘突起より5 cm 以上外側で、深く針を進めると腹腔内穿刺や腸管穿刺の危険性がある。内側に深く針を進めると、硬膜外・くも膜下腔穿刺、神経損傷が起り得る。

参考文献

- 1) 金子丑之助：日本人体解剖学，第17版。東京，南山堂，1975。(G5)
- 2) Chayen D, et al: The psoas compartment block. *Anesthesiology* 1976;45:95-99. (G5)
- 3) 巖 相黙：大腰筋筋溝ブロック (psoas compartment block) の臨床応用。麻酔 1981;30:865-868. (G5)
- 4) 樋口比登実，他：大腰筋筋溝ブロック。ペインクリニック 1997;18:342-347. (G5)
- 5) 羽尻裕美，他：大腰筋筋溝ブロック。Medical Postgraduates 1998;36:97-102. (G5)
- 6) 小坂義弘，他：腰仙神経叢ブロック。ペインクリニック 2004;25:1337-1343. (G5)

I-18 腹腔神経叢ブロック

上腹部の内臓由来の痛みに対し、腹腔神経叢および内臓神経に局所麻酔薬や神経破壊薬を注入し、効果を得る神経ブロックである^{1,2)}。ブロック針先端の位置の違いにより、針先が横隔膜脚の前方（腹側）に位置する腹腔神経叢ブロック（狭義）、針先が横隔膜脚の後方（背側）に位置する内臓神経ブロックに分けられる。一方、内臓神経ブロックでも、薬液が大動脈裂孔を通り、腹腔に拡がり、腹腔神経叢にも達することが多いことから、大動脈周囲交感神経ブロックと考えるべきとする意見もある。がん性痛のみならず、膵炎など良性の難治痛に対しても適応となる。がん性痛に対しては、WHOの指針において神経ブロックの中で最も有効な方法として挙げられており、prospective randomized trialやcontrolled trialでその有効性が報告され³⁻¹⁰⁾、適応があれば早期に施行することが推奨されている¹¹⁾。有効率は報告により幅があるが、施行3カ月以内で70～80%程度とする報告が多い^{12,13)}。慢性膵炎に対して超音波内視鏡ガイド下の普及により効果が得られた報告が増えており、有効率は51～59%とされている^{8,9)}。

1. 臨床解剖¹⁴⁾

腹腔神経叢は、自律神経系の神経叢の中で最も大きく、第 12 胸椎から第 1 腰椎の高さで腹部大動脈の前面から分岐する腹腔動脈・腎動脈・上腸管膜動脈の起始部を包むように、大小内臓神経、右迷走神経腹腔枝、最下胸神経節および第 1, 2 腰椎神経節から出る枝、胸および腹大動脈神経叢から出る枝などから形成される。また、神経叢には複数の腹腔神経節がある。上腹部の内臓（胃、脾臓、肝臓、腎臓、横行結腸までの消化管など）からの痛覚線維は腹腔神経叢を通り、左右の大内臓神経（第 5~9 胸神経根からなる）、小内臓神経（第 10, 11 胸神経根からなる）、最下内臓神経（第 12 胸神経根からなる）に分かれ、横隔膜脚を貫き脊髄後根に入っていく。

したがって、腹腔神経叢は、腹大動脈および横隔膜脚の前方（腹側）で腎臓・副腎、肝臓、脾臓に囲まれた領域に位置し、各内臓神経は、腹大動脈および横隔膜脚の後方（背側）で横隔膜脚と椎体に囲まれた空間（retrocrural space）に位置している。

2. 手技および施行上の注意点^{1,15-20)}

後方からのみならず術中前方からのアプローチなどいろいろな方法があるが、X 線透視下では、後方からアプローチする椎体外側法または経椎間板法が多用されている。また、各臓器の解剖学的位置関係の把握が簡易であることや安全性の面から CT ガイド下でのアプローチも多く施行されており、近年、超音波内視鏡での施行も試みられている。

治療効果や安全性の観点から内臓神経ブロックを推奨する報告が多い。施行前に、CT 画像で第 12 胸椎、第 1, 2 腰椎レベルの retrocrural space の状態を確認しておく。また、がん患者で施行する場合、強い痛みや悪い全身状態により同一体位の保持が困難であることも多く、腹臥位や側臥位が可能であるかを検討しておく。椎体外側アプローチでは、左右両側からの施行が必要となることが多く、腹臥位が好ましい。一方、椎体前縁とブロック針との位置関係のわかりやすさや、腹大動脈と椎体との距離が広くなり腹大動脈穿刺を回避しやすいことから、側臥位を勧める意見もある。この場合は、薬液の拡がり、治療効果によって改めて反対側からの施行が必要となる。経椎間板アプローチでは、腹臥位、側臥位どちらでも 1 回の施行で達成が可能である。

1) ブロック針と使用薬物

22 G 12~15 cm ブロック針、非イオン性水溶性造影剤、局所麻酔薬（2% [w/v] 塩酸リドカインもしくは塩酸メピバカイン）を用いる。神経破壊を行う場合には、神経破壊薬（エタノール）を用いる。

2) 方 法

血圧低下に対処するため施行前に静脈確保しておく。

a. X 線透視下アプローチ

X 線透視装置は正面像と側面像が抽出できるように設置させる。

① 椎体外側アプローチ（側臥位）

右側より左側から刺入する方が、腹大動脈が左側寄りに位置することから retrocrural space は狭くなり、薬液は右側へも拡がりやすくなる。左側から刺入する場合には、右下側臥位となる。第 1 腰椎椎体上で棘突起から外側 6~7 cm で椎間孔上縁の椎体頭側 1/3 上を刺入点とする。棘突起から外側 7 cm 以上となる

と腎穿刺の危険がある。ブロック針を椎体前後径の midpoint に当てる感覚でゆっくり進める。椎体上下径の中央を目標にすると腰動静脈を穿刺する可能性がある。椎体側面にブロック針が当たったら、骨との接触を保つようにやや外側に移動させ、椎体前縁まで進める。次いで、生理食塩水を用いた抵抗消失法で、さらにゆっくりブロック針を進める。椎体前縁から約 1 cm 前方で抵抗消失が得られる。得られない場合には腹大動脈壁にある可能性があり、ブロック針を戻しながら抵抗消失が得られる部位を再確認する。抵抗消失が得られたら、造影剤 5 ml を注入し、造影剤の拡がりを確認する。造影所見は、側面像では椎体前方に拡がり尾側に鋭となる楔状、正面像では脊柱に重なり左右に拡がると H 状となる。腹大動脈前面にまで造影剤が拡がることもある。血管・臓器内や椎間孔への流入や呼吸に同調する明確な動きがないことを確認後、局所麻酔薬を 10~15 ml 注入する。

② 経椎間板アプローチ

第 12 胸椎/第 1 腰椎間または、第 1 腰椎/第 2 腰椎間が刺入レベルとなるが、施行前に CT 画像で retrocrural space の状態を確認し、より広いレベルを選択する。第 1 腰椎/第 2 腰椎間で行われることが多い。施行椎間の尾側の椎体の頭側前後径が重なるように透視の軸を合わせる。その前後径の延長線上で棘突起から 5~6 cm 外側を刺入点とする。皮膚との刺入角度を 50 度程度で、施行椎間の椎間板に向けてブロック針をゆっくり進める。椎間板に入り、正面像で椎間板の左右径の手前 1/4 程度までブロック針が進んだら、側面像で針先の位置を確認する。生理食塩水を用いた抵抗消失法でさらにゆっくりブロック針を進める。抵抗が消失し、針先が正面像でほぼ正中に位置し、側面像で椎間板の前方に位置したら造影剤 5 ml を注入する。正面像でほぼ脊柱に重なり両側に拡がり、側面像で椎体の腹側に拡がる造影所見が得られたら、局所麻酔薬を 10~15 ml 注入する。

b. CT ガイド下アプローチ

施行前に腹臥位で CT 撮影し、retrocrural space の状態を把握し、ブロックが可能か否かを評価する。

腹臥位で穿刺レベルの上下数椎体の CT 撮影を行い、穿刺可能な椎体レベルと穿刺点を決定する。穿刺点と棘突起正中からの距離、刺入角度や深さを測定する。CT のポインターで穿刺点を確認後、マーキングを行う。ブロック針をゆっくり進め、椎体外側アプローチでは予定の深さの約 1/2 進んだ時点で、経椎間板アプローチでは椎間板に刺入した時点で、再度、CT 撮影を行い、ブロック針の方向と先端位置を再確認する。生理食塩水を用いた抵抗消失法でさらにゆっくりブロック針を進め、抵抗が消失したところで造影剤 5 ml を注入し、再度、CT 撮影を行う。造影剤の拡がりを確認後、局所麻酔薬を 10~15 ml 注入する。

いずれのアプローチも神経破壊薬を用いる場合には、局所麻酔薬注入 20 分後に合併症や除痛効果の有無を確認後、注入した局所麻酔薬と同量の神経破壊薬をゆっくりと注入する。神経破壊薬を用いた場合には、生理食塩水を 0.5 ml 注入した後に注射器で軽く吸引しながら抜針して終了とする。特に、ブロック施行後 2 時間は低血圧に注意し、24 時間は安静臥床とする。初回歩行時には、起立性低血圧に注意を払う。

3. 合併症

神経破壊薬の注入には細心の注意が必要である^{1,13,15-19,21-24}。

1) 低血圧・起立性低血圧

低血圧は、通常は24時間以内に回復する。交感神経遮断による場合だけではなく出血による場合もあることを考慮する。起立時に血圧が低下することもある。通常は1週間以内に改善するが、神経破壊薬を用いたブロック施行では長期間、低血圧・起立性低血圧となることもあり注意を要する。

2) 腹部症状

腸蠕動亢進による下痢、腹痛、腹部膨満感などが数日続くことがある。下痢は、50%に生じるとされている。

3) 急性アルコール中毒様症状

エタノールを用いた場合で血中アルコール濃度が上昇した場合に生じる。翌日まで続くことはないが、ブロック前にアルコール飲酒でどのような症状となるか確認しておく。

4) 感 染

十分な消毒と清潔操作を心掛け、特に経椎間板アプローチでの椎間板炎には十分に注意する。

5) 薬物アレルギー

稀ではあるが、造影剤によるアレルギーが起こり得る。

6) 血管穿刺・損傷

左側からの椎体外側アプローチでは注意する。腹大動脈の穿刺は、22～23Gブロック針であればあまり問題とならないとされているが、全身状態の悪い患者に施行することが多いため、ブロック施行後の血圧には注意すべきである。神経破壊薬を用いた後に腹部大動脈解離が生じた報告がある。

7) 臓器穿刺

横隔膜・腎・尿管・肝・肺（気胸）穿刺の可能性がある。横隔膜への穿刺では、造影剤注入時に陰影の呼吸性変動は強く、神経破壊薬を注入すると肩や胸部などへ激しい放散痛が生じる。腎穿刺では、針が呼吸に同調して動く。

8) 神経障害

腰部交感神経ブロックや下肢の知覚神経ブロックが起り得る。局所麻酔薬の注入後の知覚検査を十分に行う。

9) その他

稀ではあるが、対麻痺や前脊髄動脈症候群が生じ得る。また、右側からの椎体外側アプローチでは、胸管や奇静脈の穿刺が起こりやすいとされ、数日後に乳び胸が生じた症例の報告もある。排尿障害、性機能障害、急性胃拡張などの報告もある。

参考文献

- 1) 山室 誠：腹腔神経叢ブロック。（山室 誠・編：図説 痛みの治療入門）。東京，中外医学社，1997；194-218。（G5）
- 2) 日本緩和医療学会がん疼痛治療ガイドライン作成委員会・編：実際に行われる神経ブロック。東京，真興交易医書出版部，2002；110-116。（G5）
- 3) Wong GY, et al: Effect of neurolytic celiac plexus block on pain relief, quality of life, and survival in patients with unresectable pancreatic cancer: A randomized controlled trial. JAMA 2004; 291: 1092-1099. (G1)

- 4) Polati E, et al: Prospective randomized double-blind trial of neurolytic celiac plexus block in patients with pancreatic cancer. *Br J Surg* 1998; 85: 199-201. (G1)
- 5) Lillemore KD, et al: Chemical splanchnicectomy in patients with unresectable pancreatic cancer: A prospective randomized trial. *Ann Surg* 1993; 217: 447-457. (G1)
- 6) Ischia S, et al: Three posterior percutaneous celiac plexus block techniques: A prospective, randomized study in 61 patients with pancreatic cancer pain. *Anesthesiology* 1992; 76: 534-540. (G1)
- 7) Yan BM, et al: Neurolytic celiac plexus block for pain control in unresectable pancreatic cancer. *Am J Gastroenterol* 2007; 102: 430-438. (G1)
- 8) Puli SR, et al: EUS-guided celiac plexus neurolysis for pain due to chronic pancreatitis or pancreatic cancer pain: A meta-analysis and systematic review. *Dig Dis Sci* 2009; 54: 2330-2337. (G1)
- 9) Kaufman M, et al: Efficacy of endoscopic ultrasound-guided celiac plexus block and celiac plexus neurolysis for managing abdominal pain associated with chronic pancreatitis and pancreatic cancer. *J Clin Gastroenterol* 2010; 44: 127-134. (G1)
- 10) Arcidiacono PG, et al: Celiac plexus block for pancreatic cancer pain in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2011; CD007519. (G1)
- 11) Oliveira R, et al: The effects of early or late neurolytic sympathetic plexus block on the management of abdominal or pelvic cancer pain. *Pain* 2004; 110: 400-408. (G1)
- 12) Rykowski JJ, et al: Efficacy of neurolytic celiac plexus block in varying location of pancreatic cancer. *Anesthesiology* 2000; 92: 347-354. (G2)
- 13) Patt RB, et al: Technique for neurolytic neyral blockade. (Cousins MJ, et al, ed: *Neural blockade.*) New York, Lippincott-Raven, 1998; 1035-1047. (G5)
- 14) 平沢 興, 他: 自律神経系. (分担解剖学 第2巻: 脈管学・神経系, 第11版). 東京, 金原出版, 2008; 473-489. (G5)
- 15) 塩谷正弘: 腹腔神経叢ブロック. (若杉文吉・監: *ペインクリニック 神経ブロック法*). 東京, 医学書院, 1990; 40-50. (G5)
- 16) 伊藤樹史, 他: 腹腔神経叢ブロック. (宮崎東洋・編: *神経ブロック-関連疾患の整理と手技-*). 東京, 真興交易医書出版部, 2000; 310-315. (G5)
- 17) 加藤 実, 他: 内臓神経ブロック. (宮崎東洋・編: *神経ブロック-関連疾患の整理と手技-*). 東京, 真興交易医書出版部, 2000; 316-327. (G5)
- 18) Ina H, et al: New technique for the neurolytic celiac plexus block: The transintervertebral disc approach. *Anesthesiology* 1996; 85: 212-217. (G5)
- 19) Waldman SD: Celiac plexus block. (Waldman SD: *Atlas of interventional pain management.*) Philadelphia, WB Saunders, 2004; 265-293. (G5)
- 20) Sahai AV, et al: Central vs. bilateral endoscopic ultrasound-guided celiac plexus block or neurolysis: A comparative study of short-term effectiveness. *Am J Gastroenterol* 2009; 104: 326-329. (G3)
- 21) Ronald K, et al: Aortic dissection as a complication of celiac plexus block. *Anesthesiology* 1995; 83: 632-635. (G4)
- 22) Galizia EJ, et al: Paraplegia following celiac plexus block with phenol. *Br J Anaesth* 1974; 46: 539-540. (G4)
- 23) Fine PG, et al: Chylothorax following celiac plexus block. *Anesthesiology* 1985; 63: 454-456. (G4)
- 24) Fujii L, et al: Anterior spinal cord infarction with permanent paralysis following endoscopic ultrasound celiac plexus neurolysis. *Endoscopy* 2012; 44 (Suppl 2): 265-266. (G4)

I-19 上下腹神経叢ブロック

第5腰椎から第1仙椎前面に位置する上下腹神経叢に局所麻酔薬や神経破壊薬を注入し、効果を得る交感神経ブロックである。骨盤内臓器（膀胱、子宮、卵巣、睪丸、前立腺、結腸の一部や直腸など）由来の痛みが適応となり、がんや良性の難治性の痛みにも用いられる。がんによる痛みでは、適応があれば早期に施行することが推奨されている¹⁾。Plancarteら²⁾による検討では、骨盤内（卵巣・子宮、大腸・直腸、泌尿生殖器由来）のがん性痛227症例において、試験的ブロックに効果を認めたのは159症例（70%）、その後、神経破壊薬を用いた159症例中115症例（72%、全体の51%）に良好な効果を認めている。

1. 臨床解剖³⁾

上下腹神経叢は、下腸間膜動脈の起始部下端から大動脈が左右の腸骨動脈に分岐する間で大動脈神経叢に第2～4腰内臓神経の枝が加わり形成されている。第5腰椎から第1仙椎の前面で網状に位置し、仙骨前神経とも呼ばれている。その後、上下腹神経叢は、左右の内腸骨動脈の内側を下行する下腹神経に分岐する。下腹神経は、仙骨内臓神経、骨盤内臓神経、腸骨動脈神経叢からの枝が合して下下腹神経叢を形成し、骨盤内臓器および外陰部に分布している。

2. 手技および施行上の注意点⁴⁻¹⁰⁾

一般的には、X線透視下での背部（後方）からのアプローチが施行されており、椎体外側アプローチと経椎間板アプローチがある。椎体外側アプローチでは、針先を上下腹神経叢が位置する椎体前正中まで刺入させることは困難であり、左右両側からのアプローチが必要となる。経椎間板アプローチは、腹臥位、斜位や側臥位でも施行でき、1回のアプローチで達成できる。また、椎体外側アプローチと比較し有意に施行時間が短く、施行しやすく安全であるとされている¹¹⁾。一方、経椎間板アプローチは、第5腰椎・第1仙椎間の狭小、第5腰椎や第1仙椎に強い変形が認められる場合に施行が困難となることがあり、施行前の腰椎単純X線での確認・検討が重要となる¹²⁾。また、CTガイド下でのアプローチも施行されている。

1) ブロック針と使用薬物

22G 12～15cm ブロック針、非イオン性水溶性造影剤、局所麻酔薬（2% [w/v] 塩酸リドカインもしくは塩酸メピバカイン）を用いる。神経破壊を行う場合には、神経破壊薬（エタノール）を用いる。

2) 方法

腹臥位や斜位では、第5腰椎・第1仙椎間が開くように体交枕を下腹部に置く。X線透視装置は正面像と側面像が抽出できるように設置する。正面像では、第1仙椎の上縁の前後が一線となるようにX線透視装置の管球を傾ける。

以下に腹臥位でのアプローチを述べる。

① 椎体外側アプローチ

第4または5腰椎間の高さで正中から5～7cm外側を刺入点とし、第5腰椎体の下縁で前側方を目標にブロック針をゆっくり進める。正面像で第5腰椎の外下縁に達したら、生理食塩水を用いた抵抗消失法でさらにゆっくりブロック針を

進める。側面像で針先が第5腰椎の前方に位置し過ぎないように注意する。抵抗消失が得られたら、針先が正面像で第5腰椎の外縁より内側にあること、側面像で第5腰椎の1 cm程度前方に位置することを確認する。血液の逆流のないことを確認後、造影剤5 mlを注入し、血管への流入や造影剤の拡がりを確認する。施行した対側でも同様に施行する。造影所見が正面像で内側へ、側面像で第5腰椎から第1仙椎の前面に拡がっていたら局所麻酔薬を左右各6~8 ml注入する。

② 経椎間板アプローチ

第5腰椎棘突起から5~6 cm外側で第5腰椎横突起と腸骨稜との間で横突起下縁寄りを刺入点とし、刺入角度を50度程度で、第1仙椎上縁の midpoint に向けてブロック針をゆっくり進める。椎間板に入る手前では、第5腰神経根に触れやすいため注意する。椎間板に入り、正面像で椎間板の左右径の手前1/4程度までブロック針が進んだら、側面像で針先の位置を確認する。生理食塩水を用いた抵抗消失法でさらにゆっくりブロック針を進める。抵抗が消失し、針先が正面像でほぼ正中に位置し、側面像で椎間板の前方にあること、血液の逆流がないことを確認したら造影剤5 mlを注入する。造影所見が、正面像で両側に拡がり、側面像で第5腰椎と第1仙椎の前縁に沿って山のように拡がっていることを確認し、局所麻酔薬を6~10 ml注入する。

両アプローチともに神経破壊薬を用いる場合には、局所麻酔薬注入20分後に合併症や除痛効果の有無を確認後、注入した局所麻酔薬と同量の神経破壊薬をゆっくりと注入する。神経破壊薬を用いた場合には生理食塩水を0.5 ml注入した後に注射器で軽く吸引しながら抜針して終了とする。ブロック施行後2時間は、腹臥位または仰臥位で安静とする。

3. 合併症⁵⁻⁹⁾

大きな副作用の報告はない。

1) 感染・出血・造影剤アレルギー

十分な消毒と清潔操作を心掛け、特に経椎間板アプローチでの椎間板炎には十分に注意する。椎体外側アプローチでは腸骨動脈穿刺の可能性がある。造影剤によるアレルギーが起り得る。

2) 第5腰神経損傷

刺入はゆっくりとていねいに行う。

3) 排尿機能障害・射精障害

施行前に機能低下が認められている場合には留意すべきである。

参考文献

- 1) Oliveira R, et al: The effects of early or late neurolytic sympathetic plexus block on the management of abdominal or pelvic cancer pain. *Pain* 2004; 110: 400-408. (G1)
- 2) Plancarte R, et al: Neurolytic superior hypogastric plexus block for chronic pelvic pain associated with cancer. *Reg Anesth* 1997; 22: 562-568. (G2)
- 3) 平沢 興, 他: 自律神経系. (分担解剖学: 第2巻 脈管学・神経系, 第11版). 東京, 金原出版, 2008; 473-489. (G5)
- 4) Plancarte R, et al: Superior hypogastric plexus block for pelvic cancer pain. *Anesthesiology* 1990; 236-239. (G3)
- 5) 井関雅子, 他: 上下腹神経叢ブロック. (高崎眞弓・編: 麻酔科診療プラクティク

- ス：ペインクリニックに必要な局所解剖). 東京, 文光堂, 2003;222-225. (G5)
- 6) Waldman SD: Hypogastric plexus block. (Waldman SD: Atlas of interventional pain management.) Philadelphia, WB Saunders, 2004; 411-418. (G5)
 - 7) 井関雅子, 他: 上下腹神経叢ブロック. (宮崎東洋・編: 神経ブロック-関連疾患の整理と手技-). 東京, 真興交易医書出版部, 2000; 337-346. (G5)
 - 8) 山室 誠: 上下腹神経叢ブロック. (山室 誠・編: 図説 痛みの治療入門). 東京, 中外医学社, 1997; 218-221. (G5)
 - 9) 田邊 豊, 他: 上下腹神経叢ブロック. (大瀬戸清茂・編: 透視下神経ブロック法). 東京, 医学書院, 2009; 111-113. (G5)
 - 10) Mishra S, et al: Anterior ultrasound-guided superior hypogastric plexus neurolysis in pelvic cancer pain. *Anaesth Intensive Care* 2008; 36: 732-735. (G5)
 - 11) Gamal G, et al: Superior hypogastric block: Transdiscal versus classic posterior approach in pelvic cancer pain. 2006; 22: 544-547. (G1)
 - 12) Bosscher H: Blockade of superior hypogastric plexus block for visceral pelvic pain. *Pain Practice* 2001; 1: 162-170. (G5)

I-20 関節内注射

関節内注射とは、関節内に薬液を注入して、関節由来の痛みを軽減する方法である。関節腔内に局所麻酔薬を注入する場合は、関節ブロックと呼ぶこともある。造影をすれば関節内の病変も診断可能である。超音波を併用すると、解剖学的位置関係がわかりやすい。

1. 臨床解剖^{1,2)}

1) 肩 関 節

上腕骨と肩甲骨関節窩で構成される球関節である。関節窩が浅く可動域が広くなっているのが特徴である。肩鎖関節包は、烏口下滑液包、肩峰下滑液包、結節間滑液鞘、肩甲下筋腱下包、烏口腕筋包などとも交通がある。神経支配は、腕神経叢由来の末梢神経が分布しており、主に腋窩神経と肩甲上神経が関与している。

2) 膝 関 節

大腿骨遠位端、脛骨近位端、膝蓋骨で構成される関節である。関節包の周りには内側側副靭帯、外側側副靭帯、膝蓋靭帯、斜膝顆靭帯がある。また、関節包内に前十字靭帯、後十字靭帯、後十字半月大腿靭帯などがあり、関節を補強している。また、内側半月、外側半月という関節半月が一組存在する。神経支配は、大腿神経広筋枝、伏在神経膝蓋下枝、閉鎖神経関節枝、腓骨神経関節枝、脛骨神経関節枝が分布している。

3) 股 関 節

寛骨臼の関節窩と大腿骨頭で構成される球関節である。関節包は寛骨臼関節唇のすぐ外方から始まり、腹側は大転子根部から転子間線付近まで、背側は転子間稜のやや上方付近まであり、円筒型をしている。神経支配は、閉鎖神経の他、大腿神経、坐骨神経などが関与している。

4) 顎 関 節

側頭骨下顎前部と下顎骨関節突起で構成される。関節腔は関節円板によって2つの部分に分けられている。開口時には前方への滑り運動も起きる。神経支配は、耳介側頭神経、咬筋神経が分布している。

5) 肘 関 節

上腕骨滑車・小頭，尺骨滑車切痕，橈骨頭で構成される3つの関節体の複合関節である。神経支配は，正中神経，尺骨神経，筋皮神経，橈骨神経の関節枝が分布している。

6) 橈骨手根関節

橈骨遠位端と舟状骨，月状骨，三角骨より構成される。神経支配は，前骨間神経，後骨間神経，尺骨神経深枝，後前腕皮神経，橈骨神経の関節枝が分布している。

7) 足関節（距腿関節）

脛骨下関節面・内顆関節面，腓骨外顆関節面で関節窩を形成し，距骨滑車が関節頭となる蝶番関節である。関節包は前後方向に緩く，内外側方向に堅くなっている。関節包の周りには，内側靭帯，前距腓靭帯，後距腓靭帯，踵腓靭帯などがあり，関節を補強している。神経支配は，深腓骨神経，脛骨神経，伏在神経の関節枝が分布している。

2. 手技および施行上の注意点

1) 使用薬物の種類と量

関節腔内に注入するのは，1～2% [w/v] 塩酸リドカインもしくは塩酸メピバカイン 1～3 ml とステロイド薬（デキサメタゾン 2～4 mg もしくはそれと同等なもの）である。ステロイド薬は漫然と投与してはいけない。

肩関節周囲炎および膝関節症や関節リウマチの膝関節痛の場合は，ヒアルロン酸ナトリウム（アルツディスポ関節注[®] もしくはスベニールディスポ関節注[®]）を 2.5 ml 使用する。ヒアルロン酸ナトリウムを使用する場合は，1週ごとに連続5回関節腔内に注入し，その後は症状の改善の具合をみながら，必要時には維持療法として，2～4週ごとに追加注入する。

関節腔内に確実に注入するためには，X線透視下もしくは超音波ガイド下で施行することが望ましい。透視下で針先の位置確認のためには，副作用の可能性が少ない非イオン性造影剤であるイオヘキソール（オムニパーク[®]）1～3 ml 程度を使用する。

2) 手 技³⁻⁸⁾

関節腔内は感染に弱いため，十分に皮膚の消毒を行った上で，穿刺するのが望ましい。穿刺のために皮膚・皮下に局所麻酔薬を使用せず，直接関節腔内に穿刺することが多い。

① 肩 関 節

肩関節腔内注入（狭義の肩関節内注入）と肩峰下滑液包内注入に分けられる。狭義の肩関節腔内注射は，前方アプローチと後方アプローチがあるが，通常は坐位で前方から行う方法が一般的である。X線透視下に行う場合は，仰臥位で必ず仰臥位から前方アプローチで施行する。肩関節拘縮の場合は，透視下で関節造影を行った後，パンピング療法を行うこともある。また，腕神経叢ブロックや肩甲上神経ブロックを同時に行い，マニピュレーションを行うこともある。

肩峰下滑液包内注入は，坐位での前方・側方・後方アプローチがあるが，神経損傷危険が少ないことから後方アプローチ法を用いることが多い。

注入薬物は，局所麻酔薬とヒアルロン酸ナトリウムの混合液，もしくはヒアル

ロン酸ナトリウム単独を用いることが多い。ヒアルロン酸ナトリウムが適応となるのは、肩関節周囲炎のみであり、1週ごとに連続5回、関節内に注入し、その後は症状の改善の様子をみながら、必要時には維持療法として、2~4週ごとに追加注入する。症状が重い場合は、ステロイド薬を添加することもある。

② 膝関節

仰臥位で外側から穿刺する外側膝蓋下穿刺法が最も多く行われている。この場合、膝関節を伸展しながら親指で膝蓋骨を圧排しながら行う方法と、膝関節を軽く屈曲させて穿刺する方法がある。他には、同様に内側から穿刺する内側膝蓋下穿刺法や、やや頭側から穿刺する外側膝蓋上穿刺法がある。注入薬物は、肩関節注入と同様にヒアルロン酸ナトリウムを用いることができる。この場合の適応疾患は、変形性膝関節症および関節リウマチの一部の場合である。

関節リウマチの膝関節痛のうち、ヒアルロン酸ナトリウムが適応となるのは、以下の条件を満たしている場合だけである。

- i) 抗リウマチ薬等による治療で全身の病勢がコントロールできていても膝関節痛がある。
- ii) CRP 値として 10 mg/dl 以下。
- iii) 膝関節の症状が軽症から中等症。
- iv) 膝関節の Larsen X 線分類が Grade I から Grade III の場合。

肩関節と同様に5週連続で施行し、必要な場合は、維持療法として2~4週ごとに継続注入を行う。

③ 股関節

股関節穿刺は必ずX線透視下で施行する。最も行われている方法は、仰臥位で両下肢を伸展し、やや内旋位で大転子よりやや頭側から穿刺する前外側穿刺法である。その後、造影剤で関節腔内に針先があることを確認後、局所麻酔薬単独もしくは水溶性ステロイド薬混合液を3~5 ml 注入する。

④ 顎関節

仰臥位もしくは座位で、患者に何回か口を開け閉めしてもらって顎関節の位置を確認し、皮膚に垂直に穿刺する。やや頭側に向けると上関節腔内に、やや尾側に向けると下関節腔内に穿刺することができる。薬物は、局所麻酔薬単独もしくは水溶性ステロイド薬混合液を0.5~1 ml 程度注入する。

⑤ 肘関節

仰臥位で肘を軽度屈曲させ、やや回内位で穿刺する。腕橈関節の内側で肘頭の外側部から穿刺する外側後方アプローチと、橈骨頭外側から穿刺する外側前方アプローチがある。薬物は、局所麻酔薬単独もしくは水溶性ステロイド薬混合液を3~5 ml 程度注入する。

⑥ 橈骨手根関節

仰臥位もしくは座位で手関節を回内位（手背側が見える）にする。手関節を伸展屈曲させて、橈骨遠位端の位置を確認後、その末梢部で総指伸筋腱と短橈骨手根伸筋腱の間で穿刺する。薬物は、局所麻酔薬単独もしくは水溶性ステロイド薬混合液を1~3 ml 程度注入する。

⑦ 足関節（距腿関節）

仰臥位で足関節をやや伸展位にして、内果の前外方から穿刺する内側アプロ

チが一般的であるが、外側から穿刺する外側アプローチもある。薬物は、局所麻酔薬単独もしくは水溶性ステロイド薬混合液を5~7 ml程度注入する。X線透視下で施行してもよい。

3. 合併症

一般的な神経ブロックと同様、針の穿刺に伴う出血、感染などの可能性がある。関節内および周辺の組織（靭帯・半月板・関節軟骨など）を損傷することもある。関節内血腫は絨毛による出血が多く、起きてしまった場合は、弾性包帯などで圧迫止血する。出血傾向がある患者や抗凝固薬を服用している患者では施行しない方が無難である。ステロイド薬を頻回に使用するとステロイド性変形性関節症を引き起こすので、ステロイド薬は症状が重い場合だけに使用するなど、漫然と注入しないことが重要である。

参考文献

- 1) 信原克也：肩，その機能と臨床。東京，医学書院，1987；316。(G5)
- 2) Waldman SD: Atlas of pain management injection techniques. Philadelphia, WB Saunders, 2000；249-293。(G5)
- 3) 大瀬戸清茂：関節のブロック。MB Orthop 1995；8：143-149。(G5)
- 4) 岡田 弘：肩関節ブロック。(高崎真弓・編：ペインクリニックに必要な局所解剖)。東京，文光堂，2003；176-177。(G5)
- 5) 河内正治：膝関節ブロック。(高崎真弓・編：ペインクリニックに必要な局所解剖)。東京，文光堂，2003；122-126。(G5)
- 6) 橋爪圭司：関節の神経ブロック-関節ブロック，関節周囲局所浸潤ブロック，関節知覚枝高周波熱凝固法-。MB Orthop 2003；16：83-90。(G5)
- 7) 大瀬戸清茂，他：関節ブロック。(大瀬戸清茂・編：ペインクリニック-神経ブロック-)。東京，医学書院，2000；139-145。(G5)
- 8) 大野健次：関節ブロック・関節内注射（椎間関節・仙腸関節・肩関節・股関節・膝関節）。ペインクリニック 2006；27：S488-S500。(G5)

I-21 椎間関節ブロック

椎間関節ブロックとは、脊椎椎間関節に針を刺入し、局所麻酔薬とステロイド薬の混合液を注入する神経ブロック法である。厳密に言えば、神経ブロックではなく、関節内注入法である。椎間関節痛の責任部位の高位診断ができるほか、痛みの緩和が得られる。効果が短期間の場合は、後枝内側枝高周波熱凝固法の適応を考慮する。

1. 解剖と生理¹⁾

脊椎の関節的役割をする構造には椎間板と椎間関節があり、椎間関節のみが真の関節である。椎間関節は上の椎体の下関節突起と下の椎体の上関節突起より構成される関節で、典型的な滑液関節である。椎間関節の英訳は zygapophyseal joint もしくは facet joint である。椎間関節症は facet syndrome と表現する。椎間関節は、X線上は平らな隙間のように見えるが、実際には三次元的には曲面を描いた複雑な構造をしている。これは、椎間関節が前方転位や回転転位を予防するためにこのような構造になっており、頸椎・胸椎・腰椎などその部位によって構造が異なる。

椎間関節の主な神経支配は、上下の後枝内側枝より分布される。その他に前方より背側枝からの支配も受けており、複数神経支配である。

X線撮影やCTなどの画像上で退行性変化が認められても、椎間関節症の症状を

呈するわけではない。これは、長期間に徐々に変化した場合、椎間関節を支配する後枝内側枝が適応し、感受性が低下して症状を発現しないため²⁾と考えられている。したがって、診断のためには、椎間関節ブロックの施行が必要となる。局所麻酔薬とステロイド薬を関節内に注入し、炎症を抑えることで鎮痛が得られる。

2. 手技および施行上の注意点

1) 使用薬物の種類と量

穿刺のために皮膚・皮下に局所麻酔薬を使用するが、これは一般的な局所麻酔薬(1% [w/v] 塩酸リドカインおよびそれと同等な局所麻酔薬) 5~10 ml である。

関節内に注入するのは、1椎間当たり1~2% [w/v] 塩酸リドカインもしくは塩酸メピバカイン0.5~1 mlとステロイド薬(デキサメタゾン2~4 mgもしくはそれと同等なもの)である。一般的には透視下で施行することが多いが、その場合は、針先の位置確認のためには脊髓造影でも使用でき、かつ副作用の可能性が少ない非イオン性造影剤であるイオトロラン(イソビスト[®])もしくはイオヘキソール(オムニパーク[®])を1部位につき0.5 ml程度用いる。最近では超音波ガイド下で施行する方法もある。

2) 手 技³⁻⁷⁾

椎間関節ブロックは、部位により体位、刺入方法などが大きく変わり、起こりやすい合併症も違ってくる。どの場合でも正しい透視方向のX線透視下で刺入することが確実なブロックにつながり、合併症も避けることができる。そのため、目的とする椎体終板のラインが透視下で一直線になるように調整した上で、目的とする椎間関節の裂隙が最もはっきりする方向から透視を行う。一般的に、関節内に針が刺入すると、ヌルツとした独特の手応えが感じられることが多い。針先の位置確認には、脊髓造影も可能な非イオン性造影剤であるイオヘキソール(オムニパーク[®])などを用いて行うことが必要である。血管穿刺やくも膜下・硬膜外造影でないことを確認し、薬液を注入する。この時に放散痛が得られたならば、その部位が痛みに関与する可能性は高い。ブロック後は30分~1時間程度、安静臥床し、合併症が認められないことを確認した後、帰宅させることが重要である。

超音波ガイド下に行う場合は、針先を描出しながら、ゆっくりと薬液を注入することが必要である。

① 頸椎椎間関節ブロック

後頭環椎間関節ブロック(C_{0/1}椎間関節ブロック)の場合は、X線透視台の上に側臥位する側方アプローチと腹臥位で施行する後方アプローチ法が一般的である。環椎軸椎間関節ブロック(C_{1/2}椎間関節ブロック)の場合は、同様に側方アプローチ法と後方アプローチ法がある。C_{2/3}以下の椎間関節ブロックは、側臥位関節後方から斜めに刺入する側方アプローチ法、腹臥位で後方から穿刺する後方アプローチ法、側臥位から患側を30~45度後方より刺入する斜位アプローチ法などがある。X線透視軸が目的とする椎体終板に対して垂直にして行い、かつ目的とする椎間裂隙が最も明瞭に見える角度に調整することが重要である。

② 胸椎椎間関節ブロック

腹臥位で目的関節の尾側の椎体椎弓根の中央を目標とした後方アプローチ法が一般的であるが、腰椎移行部付近の下位胸椎では斜位法を用いることもできる。X

線管球を20度前後尾側に傾けて行った方が、椎間裂隙が見やすくなる。斜位法の場合は、気胸に注意する必要がある。

③ 腰椎椎間関節ブロック

腹臥位でやや尾側から刺入する後方アプローチ法がある。側臥位から患側を30～45度持ち上げた斜位の体位で、目的椎間関節裂隙が最も明瞭に見える角度から刺入する斜位法アプローチがある。両者とも、X線透視で目的とする椎体終板が一直線状になるように管球を傾ける必要がある。

3. 合併症

一般的な神経ブロックと同様、針の穿刺に伴う出血、感染などの可能性がある。後頭環椎・環椎軸椎関節ブロックでは、椎骨動脈穿刺の可能性があり、造影剤での注意深い観察が重要である。また、頸椎椎間関節ブロックの側方アプローチでは、関節外側から深く刺入すると、くも膜下腔注入、脊髄穿刺、硬膜外腔注入など重篤な合併症が起きる可能性がある。また、胸・腰椎椎間関節ブロックでも、針が椎間孔に深く刺入されると同様な合併症が起きる可能性がある。造影像での確認が重要である。椎間関節ブロックは、厳密には関節内注入であるため、効果が短期間の場合は、頻回に施行するのではなく、罹患椎間関節の頭尾側の後枝内側枝高周波熱凝固法を考慮することが望ましい。

参考文献

- 1) 四宮謙一・訳：Zygapophysial joints. 腰椎の臨床解剖。東京、医学書院、1989；23-29. (G5)
- 2) 山上裕章：椎間関節ブロック，脊髄後枝内側枝高周波熱凝固法。（高崎真弓・編：ペインクリニックに必要な局所解剖）。東京、文光堂、2003；98-105. (G5)
- 3) 湯田康正：椎間関節造影・ブロック。MB Orthop 1995；8：57-68. (G5)
- 4) 福井 聖：頸椎，胸椎，腰椎椎間関節ブロック，後枝内側枝高周波熱凝固法（頸部，胸部，腰部）。MB Orthop 2003；16：64-71. (G5)
- 5) 羽尻裕美，他：椎間関節ブロック。（大瀬戸清茂・編：ペインクリニックー神経ブロックー）。東京、医学書院、2000；199-208. (G5)
- 6) 山上裕章，他：関節ブロック（Ⅲ）ー椎間関節ブロックー。ペインクリニック 1997；18：829-836. (G5)
- 7) 大野健次：関節ブロック・関節内注射（椎間関節・仙腸関節・肩関節・股関節・膝関節）。ペインクリニック 2006；27：S488-S500. (G5)

I-22 エピドラスコピー

エピドラスコピーとは、腰部および仙骨部硬膜外腔に内視鏡を挿入して、直視下に硬膜外腔の状態を観察し、その癒着などをカテーテル操作もしくは、生理食塩水注入によって、剥離洗浄する方法である。現在の手技は、1995年に Serberski らによって一般化された方法¹⁾で、仙骨裂孔より、ファイバースコープを挿入した内視鏡ガイドカテーテルを用いて行う方法である。平成25年の時点では、保険診療の適応はなく、先進医療「硬膜外腔内視鏡による難治性腰下肢痛の治療〔腰椎椎間板ヘルニア、腰部脊椎管狭窄症又は腰椎手術の実施後の腰下肢痛（保存治療に抵抗性のものに限る。）に係るものに限る。〕」に指定されている。

1. 臨床解剖

硬膜外腔は通常は陰圧になっている。空間的広がりを持ったスペースではなく、生理食塩水などを注入することによって開かれる閉鎖された空間である。正中部には plica mediana dorsalis という結合織が存在する。刺入部となる仙骨裂孔は5%程度の症例で閉鎖されており²⁾、イントロデューサの挿入が困難であることがある。

2. エピドラスコピー効果時の生理^{2,3)}

エピドラスコピーが難治性腰下肢痛に有効である理由は、以下のように考えられている。

- i) 硬膜外腔の癒着剥離による滑動性の改善,
- ii) 硬膜外腔の洗浄効果による内因性炎症物質の希釈や除去,
- iii) 病変部に、直接、薬物を注入できる,
- iv) 術後の神経ブロックの効きが良くなる,

などである。カテーテル操作で、直接、癒着部を剥離し、生理食塩水注入で癒着を剥離・洗浄し、病変部に局所麻酔薬とステロイド薬を注入することで、このような効果が期待できる。

3. 手技および施行上の注意点

1) 使用機器・薬物

X線透視で使用できる手術台もしくは、X線透視台、細径内視鏡（外径0.9 mmの専用のもがある）、内視鏡光源セット、CCDカメラなどのビデオ装置、ビデオガイドカテーテル、硬膜外穿刺針などのマイクロテックセット、点滴セットなどが必要となる。

皮膚・皮下に局所麻酔薬を使用するが、これは一般的なもの（1% [w/v] 塩酸リドカインおよびそれと同等なもの）5~10 ml でよい。局所麻酔薬にアドレナリンを添加したものをを用いると穿刺部の出血が少なくなる。手術終了時に硬膜外腔に注入する薬物は、1% [w/v] 塩酸リドカイン（およびそれと同等なもの）10 ml 程度と水溶性ステロイド薬である。以前は、トリウムシノロンアセトニドなどを使用することが多かったが、副作用などの関係からリン酸デキサメタゾンナトリウムなどの水溶性のものが望ましい。術中の造影には、副作用の可能性が少なく、脊髓造影にも使用できる非イオン性造影剤のイオトロランもしくはイオヘキソール（オムニパーク® 240）10~30 ml 程度を使用する。

麻酔は、プロポフォールとオピオイドを用いた全身麻酔もしくは静脈麻酔、局所麻酔で行う。術者や助手とは別に麻酔担当医がいることが望ましい。

2) 手 技¹⁾

下腹部もしくは腸骨部に枕を入れた腹臥位で行う。プロポフォールと塩酸レミフェンタニルを用いた全身麻酔で行うことが多いが、局所麻酔だけでも施行することができる。仙骨裂孔付近の皮膚に局所麻酔を行った後、硬膜外針を刺入し、針先が仙骨硬膜外腔に十分に挿入された時点で、造影剤（イオトロランもしくはイオヘキソール）で、硬膜外腔であることを確認する。セルジンガー法の要領でイントロデューサを留置し、ここを通してビデオガイド・カテーテルを挿入する。ビデオガイド・カテーテルには、2つのポートがあり、細径内視鏡を片方に挿入し、もう一

方を薬液注入用として使用する。内視鏡直視下およびX線透視下で硬膜外腔を観察し、剥離洗浄を行う。術中、随時、造影剤を用いて、硬膜外腔や神経根の癒着状態や剥離具合などを観察・検討する。生理食塩水の注入速度が速いと、硬膜外腔圧が高くなり頭痛や頸部痛を訴えることがある³⁾ので、注入速度には十分な配慮が必要である。また、X線透視だけに頼らずに、内視鏡画面も参考に手技を行うことが重要である。手術終了時に造影剤で、効果を確認し、局所麻酔薬およびステロイド薬を注入して終了とする。

エピドラスコピーは、神経ブロックなどに反応しにくい症例に対して施行する低侵襲手術の一つである。特に先進医療においては、腰椎椎間板ヘルニア⁵⁾や腰部脊柱管狭窄症⁶⁾、腰椎術後⁷⁾の保存療法に抵抗性の症例においてのみ適応となっている。一般的には、仙骨部腰部硬膜外造影⁸⁾などで、硬膜外腔の癒着があり、神経根症状がある場合が効果的であることが多い。

4. 合併症

手技による合併症としては、硬膜穿破⁹⁾による頭痛が最も多い合併症である。他には、剥離動作に伴う神経根損傷や脊髄損傷、硬膜外腔圧上昇に伴う網膜出血や脳脊髄出血や梗塞、痙攣などの可能性がある。また、硬膜損傷による高位脊椎麻酔や感染などの可能性も考えられる。愛護的な操作とX線・内視鏡画面での十分な観察・操作が重要である。硬膜外血腫の報告例¹⁰⁾もある。

また、腹臥位麻酔での操作であるために、術中、十分な観察が必要となる。

参考文献

- 1) Saberski LR, et al: Direct visualization of the lumbosacral epidural space through the sacral hiatus. *Anesth Analg* 1995; 80: 839-840. (G5)
- 2) 大谷晃司: エピドラスコピーの治療効果の発現機序－実験の馬尾・神経根障害モデルからみた検討－. *ペインクリニック* 2001; 22: 1626-1634. (G5)
- 3) 渡辺和彦, 他: エピドラスコピーの適応と禁忌. *ペインクリニック* 2001; 22: 1644-1652. (G5)
- 4) 有田英子, 他: エピドラスコピー. *ペインクリニック* 2003; 24: 705-711. (G5)
- 5) 林田眞和, 他: 椎間板ヘルニアに対するエピドラスコピーの効果①. *ペインクリニック* 2004; 25: 16-22. (G5)
- 6) 五十嵐孝, 他: 脊柱管狭窄症に対するエピドラスコピーの効果. *ペインクリニック* 2004; 25: 30-35. (G5)
- 7) 服部政治, 他: Failed back surgery syndrome に対するエピドラスコピーの効果②. *ペインクリニック* 2004; 25: 48-53. (G5)
- 8) 伊達 久: 仙骨硬膜外造影. (花岡一雄・監: エピドラスコピー). 東京, 克誠堂出版, 2002; 115-137. (G5)
- 9) 松田富雄, 他: エピドラスコピー施行中に発症した硬膜穿破の1症例. *ペインクリニック* 2001; 22: 1165-1167. (G4)
- 10) 大森英哉, 他: 硬膜外内視鏡(エピドラスコピー)後に硬膜外血腫が生じた脊柱管狭窄症の1症例. *ペインクリニック* 2006; 27: 1586-1588. (G4)

I-23 胸部交感神経節ブロック

胸部交感神経節ブロックとは、胸部の交感神経を薬液、もしくは高周波熱凝固法でブロックする方法である。体性神経への影響なしに血流の増大、皮膚温上昇、発汗停止、鎮痛効果などが生じる。刺入部位により、後方傍脊椎法と前方傍気管法があるが、腰部交感神経節ブロックと比較し、難易度の高いブロックである。現在では

後方傍脊椎法が主である X 線透視以外にも CT ガイド下のブロックの報告もある¹⁾。

1. 解剖と生理

第2～6肋骨上の交感神経は、肋骨頭と椎体で構成される肋椎関節上の近傍の放射状肋骨頭靭帯前縁から肋骨頭の上を走行する。第7～10胸椎部の交感神経は椎体側面中央よりやや後方で肋骨頭の前方にあり、第11、12胸椎部の交感神経は椎体側面中央に存在する。椎体の形状も上位胸椎から下位胸椎に移るに従いハート型から楕円形に変わるため、その形を想定し、針を刺入する。椎体外側面は、肋間動静脈、奇静脈、半奇静脈、腹半奇静脈などがあり、その上、前外椎骨奇静脈もあり、血管に富んでいる。したがって、静脈穿刺をしやすいといえる。

2. 手技および施行上の注意点

1) 手 技

① 後方傍脊椎法

体位は、現在、腹臥位で行うことが多い。X線透視下に、椎体終板が1本の線に見えるように管球を頭側に回旋させ、左右方向には棘突起が椎体の中央に位置するように体位を調整する。刺入点は棘突起から外側4cm前後でX線透視下に確認した肋間にとる。針の操作がうまくいかない時は、適宜、刺入点を変更する。

針先をまず椎弓根に当てて、徐々に尾外側へ移動させ、下関節突起外縁にもっていき、針先を下関節突起外縁に滑り込ませてゆっくりと進めると椎体に当たる。その際、胸椎側面 X 線写真を撮り、その深さを確認する。その後、椎体側面の靭帯と椎体の間に針のベベルをうまく利用しながら滑り込ませて、目的の位置まで針先を進める²⁻⁵⁾。実際には、横突起が肋骨間に存在し、うまく針が進まないことが多い。頭側、尾側に刺入点を変更する。造影剤と局所麻酔薬の混合液を2～3ml注入し、薬液の拡がりを確認し、腰部交感神経節ブロックで詳述したように、アルコール（エタノール）ブロックや高周波熱凝固法を行う。

② 前方傍気管法

この方法は第2、3胸部交感神経節に対するブロックである。頸動脈の圧迫の仕方では内側法、外側法がある。頸動脈を分けた後、第1胸椎に針を進め、放射状肋骨頭靭帯内に針を進める。以下、後方法と同じである。

2) 薬 物

① 局所麻酔薬のみの場合

腰部交感神経節1カ所につき1～2% [w/v] 塩酸リドカイン2～5ml。

② 神経破壊の場合

腰部交感神経節1カ所につき1～2% [w/v] 塩酸リドカイン3ml以内で十分な効果が得られ、合併症がないことを確認後、同容量以下の99.5% [v/v] エタノールあるいは5～7% [v/v] フェノール水を注入する。あるいは高周波熱凝固法（50～90℃、90～180秒間）を行う。

同様の効果は、胸腔鏡下胸部交感神経節切除術で確実に得られるが、代償性発汗はほぼ確実にあるため、患者に対し十分な説明が必要である。

3. 合併症

1) 気胸

側臥位によるアプローチの際、気胸となる可能性がある。気胸は時間の経過とともに胸痛、呼吸困難を訴え、次第にその症状が増悪する。胸部 X 線写真を撮り、肺の含気量が少ない場合は 1～数回の間欠脱気を行う。これで改善しない場合は持続脱気を行う。腹臥位の方が気胸を生ずる確率は低い。

2) ホルネル (Horner) 徴候

造影剤が第 2 胸椎前面から頸長筋に沿って流れれば、ホルネル徴候が出やすい。特に治療を必要とすることなく、2 週間前後で改善することが多い。

3) 出血と感染

腰部交感神経節ブロックと同様な合併症が考えられる。

参考文献

- 1) 内野博之, 他: 乳癌の腋下リンパ節転移に伴う上肢の浮腫疼痛に対する胸部交感神経ブロック; CT 誘導下で施行, 手掌の SSR とサーモグラフィーにより効果のチェックを. *Lisa* 2004; 11: 410-417. (G5)
- 2) Ohseto K: Contrast radiography and effects of thoracic sympathetic ganglion block. *J Anesth* 1991; 5: 132-141. (G5)
- 3) Ohseto K: Efficacy of thoracic sympathetic ganglion block and prediction of the anterior paratracheal and posterior paravertebral approaches in 234 patients. *J Anesth* 1992; 6: 316-331. (G3)
- 4) 大野健治: 胸部交感神経節ブロック. *MB Orthop* 1995; 8: 81-90. (G5)
- 5) 大瀬戸清茂: 胸部交感神経ブロック. (大瀬戸清茂・編: ペインクリニック-診断・治療ガイド). 東京, 日本医事新報社, 2000; 160-169. (G5)

I-24 腰部交感神経節ブロック

腰部交感神経節ブロックとは、下肢を支配する交感神経をブロックし、下肢の血行改善、発汗停止、交感神経系求心路が関与する痛みを緩和させることを目的に行われるブロックである。近年、下肢痛を伴わない腰痛で非神経根性のものを非髄節性腰痛と呼ぶが、この非髄節性腰痛に対し腰部交感神経節ブロックは有効といわれている^{1,2)}。

1. 解剖と生理

交感神経幹は、第 2, 3 腰椎レベルでは椎体前側面を縦走する。大腰筋が近傍にあり、その大腰筋筋膜と腹内側の腎筋膜後葉とが構成するコンパートメントの中に交感神経幹は存在する。腎筋膜後葉の前方には腹部大動脈、下大静脈が走行しており、各脊椎分節に対して分枝し、腰動脈、腰静脈を出す。腰動静脈は、交感神経節が走行するコンパートメントを横切り、大腰筋と椎体の形成する間隙を背方へと向かう。腰部交感神経節は、交感神経幹のところどころに 4～6 個存在するが、その部位は不定である。

交感神経節ブロックは、前述のコンパートメント内に針を進め、薬液を注入し交感神経を遮断することから始まったが、現在では合併症を減らす目的に高周波熱凝固を併用し、使用薬液量を少量（エタノール 1～1.5 ml 前後）としたり、高周波熱凝固のみで行うことが多くなっている。

2. 手技および施行上の注意点

1) 体 位

体位は側臥位ないし軽度斜位とする¹⁾。斜位は、横突起、椎弓根が透視下に映るため立体認識しやすくなり、初心者にとって行いやすい体位であるが、一方で、照射野に術者の手が入りやすく、放射線被曝量が増える可能性がある。刺入位置により椎体側方からアプローチする傍脊椎法、および椎間板を貫く経椎間板法がある³⁻⁵⁾。第2, 3, 4腰椎で行うのが一般的である。

2) 手 技

① 傍脊椎法

透視下に目的とする椎体終板が一線に見えるように管球の傾きを調整する。刺入後は、できるだけ椎体前方1/3に針を当て、その後は、椎体に可能な限り針を密着したまま針を進める。骨膜や骨皮質に針先がめり込まないようにゆっくり回転させながら進めることが重要である。造影剤と局所麻酔薬の混合液は1分節につき2~3ml使用する。造影剤が大腰筋に流れる部位にエタノールを注入すると、陰部大腿神経炎になることがある。造影剤と局所麻酔薬の混合液注入20分経過後、鼠径部を中心とした神経障害と運動障害がなければ、エタノールを同容量かそれより少ない容量を使用する。高周波熱凝固をする場合は、混合液注入直後より施行してよいが、凝固中に痛みなどの変化があれば、その分節の凝固は中止する。施行後は、エタノール使用時は側臥位のまま1~2時間、さらに自由体位で2時間の安静をとらせる。

3) 薬 物

① 局所麻酔薬のみ使用の場合

腰部交感神経節1カ所につき、1~2% [w/v] 塩酸リドカイン 2~5 ml。

② 神経破壊薬の使用の場合

腰部交感神経節1カ所につき、1~2% [w/v] 塩酸リドカイン 3 ml 以内で十分な効果が得られ、合併症がみられないことを確認後、同容量以下の99.5% [v/v] エタノールあるいは5~7% [v/v] フェノール水を注入する。あるいは、高周波熱凝固法 (50~90℃, 90~180秒間) を行う。

3. 合併症

1) 一般的な合併症

穿刺に伴う感染、出血の可能性がある。特に大腰筋での出血は痛みを伴うことが多い⁶⁾。消炎鎮痛薬で対応する。数日で快方に向かう。

2) アルコール神経炎

エタノールが体性神経に浸潤すると、その神経の支配領域は知覚低下もしくは無感覚状態となる。その数日後より、やけどをしたようなぴりぴりした痛みを生じるようになる。軽症の場合は数週間、激しい痛みは数カ月以上持続することがある。特に陰部大腿神経炎の頻度が高い⁴⁾。大腰筋造影になったり下肢の知覚低下を示した場合、エタノール注入を中止するか減量を考慮する。

3) 神経根障害

神経根にダメージを与えないように針をゆっくり進める。経椎間板法の場合、神経根の内側かつ尾側より椎間板に入ることになるので、椎間板の厚みの下半分をね

らい、刺入位置を変更する

4) 血管穿刺

腹部大動脈瘤を合併している可能性のある閉塞性動脈硬化症患者では、ブロックに先立ち単純 X 線、CT、超音波、腰椎 MRI などで安全性を確かめた方がよい。経椎間板法の場合、椎間板の前方を大動脈後面から分枝した腰動脈が斜行することがある。この動脈を穿刺する可能性も考慮しておかなくてはならない。

5) 射精障害

両 L₁ レベルの交感神経が遮断された場合に起こる。この遮断の女性への影響は不明である。男性では L₁ レベルに造影剤が拡がった場合、エタノール注入は中止した方がよい。

6) 尿管穿刺

X 線透視下で針が骨とコンタクトを保っていれば、この合併症は防げる。

7) 椎間板炎

経椎間板法の場合、ブロックの 30～60 分前に抗菌薬を点滴静注することで予防する⁷⁾。発症した際は抗菌薬投与による治療が中心となるが、難渋することが多い。

参考文献

- 1) 大谷晃司, 菊地臣一, 他: 腰痛に対する腰部交感神経節ブロック-腰痛に対する腰部交感神経節ブロックの位置付け-. 日本腰痛会誌 2006;12:61-66. (G5)
- 2) 佐藤勝彦: 腰椎疾患に対する腰部交感神経節ブロック. 脊椎脊髄 2008;21:217-221. (G5)
- 3) 塩谷正弘: 腰部交感神経アルコールブロック. Medical Postgraduates 1998;36:181-188. (G5)
- 4) Ohno K, et al: Transdiscal lumbar sympathetic block: A new technique for a chemical sympathectomy. Anesth Analg 1997;85:1312-1316. (G5)
- 5) 大野健次: 腰部交感神経ブロック-傍脊椎法と経椎間板法-. ペインクリニック 1997;18:179-188. (G5)
- 6) 飯島治他: 腰部交感神経節ブロック後に生じた腸腰筋内出血の 1 症例. ペインクリニック 1997;18:1167-1168. (G5)
- 7) Boscardin JB, et al: Human intradiscal levels with cefazolin. Spine 1992;17:S145-S148. (G5)

I-25 硬膜外自家血パッチ

硬膜外自家血パッチ (autologous epidural blood patch: AEBP) とは、髄液漏の改善を目的に、採取した自家血を硬膜外腔に注入する治療法である。脳脊髄髄液漏出による頭痛を中心とした症状の改善を期待して行う。原則として安静・臥床や輸液、各種薬物治療などで症状が改善しない場合が適応になる。

1. 機序・解剖・拡がり

1) 硬膜外自家血パッチの効果機序

硬膜外自家血パッチが脊髄髄液漏に効果を示す機序として、2つの機序が考えられている。第一は、注入直後から一過性に起こる硬膜圧迫による髄液圧と量の増大効果 (mass effect) である。第二は、漏出部位の持続的な圧迫と硬膜外腔組織の癒着・器質化による漏出の停止効果である¹⁾。治療の成功のためには漏出部位に確実に血液を到達させることが重要である。

2) 硬膜外腔の解剖と特徴

硬膜外腔は上端を大後頭孔、下端を仙尾靭帯とする体軸方向に長い連続空間である。横断面では、前方を椎体、外側を椎弓根、後方を黄色靭帯や椎間関節などの組織に囲まれながら、椎間孔から外部への通路を持つ。また、内部は脂肪組織や血管などで満たされた疎な結合組織である。すなわち、硬膜外腔は閉鎖された“腔”ではなく、むしろ“間隙”であるといえる。したがって、硬膜外腔に投与された薬液の拡がりは、注入部位や注入量（容量）、注入速度、さらに体位や身長、体重、重力、硬膜外腔の密度や抵抗（癒着の程度）などの影響を受けるため、その拡がりの予測は容易ではない²⁾。

3) 硬膜外腔に投与した血液の拡がり

硬膜外腔に投与した血液の拡がりは、薬液に造影剤を混合して硬膜外造影を行うと明確となる。良好な拡がりを得た場合には、前後像（正面像）では左右の椎弓根内側に沿った造影剤の拡がりが、また、側面像では長軸方向に椎体後面に沿う前条線や脊柱管後面に沿う後条線を確認できる。椎間孔外への造影剤の漏出は、椎間孔径が大きい腰部でよく認められる。

4) 硬膜外腔での拡がりを阻害する因子

液の拡がりは解剖学的な理由に加え、硬膜外針の位置や注入量（容量）にも影響される。特に、腰部硬膜外腔は頸胸部よりも容量が大きく、注入量の不足により拡がりが偏位しやすいと考えられる。硬膜外針の位置も重要である。硬膜外腔への不確実な留置はもちろんのこと、左右への偏位は、拡がりの偏位、局所停滞、痛みを引き起こす。さらに、plica mediana dorsalis と呼ばれる正中隔壁の影響により、硬膜外針が正中にあっても偏位する場合がある³⁾。これは、背側硬膜が黄色靭帯と正中でテント上につながったもので、第3腰椎レベル以下の穿刺で起こりやすい。

2. 手技および施行上の注意点

1) 盲目的投与法

脳脊髄髄液の漏出部位が推定できる脊髄くも膜下麻酔後頭痛など、硬膜穿刺後頭痛に用いられることが多い。

体位は側臥位で、腰部から行われることが多い。しかし、穿刺針の正確な留置や血液の拡がりの確認が不可能なため、確実な硬膜外投与が得られたかは不明である。自家血の注入量は5~15 ml程度が用いられている。

2) X線透視下法

的確な血液の拡がりを確認するためには、X線透視下に造影剤を用いて行う⁴⁾。透視下で行うことにより確実な投与ができると同時に、より少ない自家血の量で施行が可能となる。血液の拡がりの確認のため、脊髄造影でも使用できる非イオン性水溶性造影剤を使用する。

3) 実地手技

体位は、側臥位あるいは腹臥位とも可能であるが、穿刺部位を含めた上下脊椎レベルの観察が、正面ならびに側面とも可能になるようにするには腹臥位がよい⁵⁾。

清潔下に採血可能な静脈をあらかじめ見つけておく。また、反対側あるいは採血部位よりも中枢側に静脈路を確保する。穿刺は漏出部位レベルかそれより下位から行う⁵⁾。通常の方法で硬膜外腔を確認後、自家血を清潔下に静脈より採取し、造影

剤を混合（血液：造影剤＝3～4：1）した後、拡がりを透視下で確認しながらゆっくりと注入する。適切な拡がりを得られなければそれ以上注入せず、再穿刺するなど針先位置の調整を行う。局所の痛みや頭痛、腰痛、下肢痛等が出現した場合も休止し、穿刺部位の変更を考慮する。局所の痛みがある場合は、血液が十分に拡がらず局所に停滞したり片側性になっている場合が多い。漏出部位が予想されている時は、漏出部位近傍から少ない投与量で行うことが勧められる⁶⁾。

3. 合併症

一般的な神経ブロックと同様、針の穿刺に伴う出血、感染などの可能性がある。特に、感染を起こさないように自家血の採取と扱いには細心の注意を払う。比較的多い合併症に注入部位の痛みや違和感があり、投与量の増加に伴い、頭痛や腰痛、投与部位周辺の痛みが出現するが、数日で軽快することがほとんどで、多くは48時間以内に消失すると報告されている¹⁾。同一部位への投与は硬膜外癒着による痛みを起こすため、頻回には行わない。重篤な合併症は、硬膜外血腫による神経圧迫・神経麻痺、皮下・硬膜外膿瘍などの感染症、および癒着性くも膜炎、硬膜外腔炎がある。また、既往に椎間板ヘルニアや脊柱管狭窄症など脊椎疾患を有する患者では、脊柱管内圧上昇による神経症状悪化の危険性があるため、あらかじめCTやMRIによる脊柱管内の評価を要する。その他、痙攣、意識消失や硬膜下血腫などの報告がある^{7,8)}。

4. 硬膜外自家血パッチの効果

髄液漏出の原因によって効果は異なる。硬膜穿刺が原因の頭痛（postdural puncture headache；PDPH）に関しては前向き比較研究で80%以上の効果が示されている⁹⁾。一方、特発性や外傷性では効果を認めたという報告はある¹⁰⁾が、これまで大規模な前向き比較研究は行われていない。髄液漏出の診断の確実性と合わせ、硬膜外自己血パッチの有効性と安全性の評価は今後の検討が必要である。

参考文献

- 1) Safa-Tisseront V, et al: Effectiveness of epidural blood patch in the management of post-dural puncture headache. *Anesthesiology* 2001; 95: 334-339. (G4)
- 2) Yokoyama M, et al: Correlation between the distribution of contrast medium and the extent of blockade during epidural anesthesia. *Anesthesiology* 2004; 100: 1504-1510. (G2)
- 3) Fukushige T, et al: Computed tomographic epidurography: An aid to understanding deformation of the lumbar dural sac by epidural injections. *Eur J Anaesthesiol* 1999; 16: 628-633. (G4)
- 4) Watanabe K, et al: Fluoroscopically guided epidural blood patch with subsequent spinal CT scans in the treatment of spontaneous cerebrospinal fluid hypovolemia. *J Neurosurg* 2011; 114: 1731-1735. (G4)
- 5) Ghaleb A, et al: Post-dural puncture headache. *Int J General Med.* 2012; 5: 45-51. (G5)
- 6) Kawaguchi M, et al: Fluoroscopically guided epidural blood patch in patients with postdural puncture headache after spinal and epidural anesthesia. *J Anesth* 2011; 25: 450-453. (G4)
- 7) Kalina P, et al: Intrathecal injection of epidural blood patch: A case report and review of the literature. *Emerg Radiol* 2004; 11: 56-59. (G4)
- 8) Christensen K: General seizures in connection with an epidural blood patch. *Ugeskr Laeger* 1989; 151: 3405-3406. (G4)

- 9) van Kooten F, et al: Epidural blood patch in post dural puncture headache: A randomised, observer-blind, controlled clinical trial. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2008; 79: 553-558. (G1)
- 10) Ishikawa S, et al: Epidural blood patch therapy for chronic whiplash-associated disorder. *Anesth Analg* 2007; 105: 809-814. (G4)

I-26 高周波熱凝固法

1. 高周波熱凝固法の特徴^{1,2)}

目的神経に凝固針を誘導し、高周波電流を通電する。針先端の非絶縁部から放射される高周波電流のエネルギーは、組織のイオン分子を振動させ、発生した熱が組織を凝固させる。エネルギーは限局した範囲にしか達しないので、針の位置が適切であれば、目的神経以外の組織破壊は軽微である。流体は振動しにくいので、血管内では熱が発生せず、血管損傷の可能性は低い。針の非絶縁部のサイズ、凝固温度・時間などの設定により、調節的に神経を破壊できる。

高周波熱凝固に類似した治療法にパルス高周波療法がある。パルス高周波療法では、針先の温度は 42℃以下に保たれ、神経組織の変性を起こす可能性は低く、筋力低下や知覚障害などを起こしにくい利点がある。

2. 機序と生理¹⁻⁸⁾

高周波電流による凝固巣は、凝固針の非絶縁部を中心軸とする円錐形で、針の先端を越えて形成される凝固巣はわずかである。凝固巣の大きさは、非絶縁部の長径と凝固温度で決まる。22G 非絶縁部 4 mm 針では、80~85℃で直径約 2 mm、90~95℃で直径約 3 mm の凝固巣ができる。凝固時間は凝固巣のサイズに影響しないが、凝固巣が大きいほどその完成に時間を要する。目的とする神経が円錐形の凝固巣の範囲内にあることが必要で、針先が神経に接触するだけでは効果は期待できない。頸部神経根の熱凝固では低温でも有効であり、適正温度の検討がなされている。

温度以外に高周波そのもの（針先に生じる電場）に治療効果があるという仮説からパルス高周波療法が開発された。50 万 Hz の高周波を 0.5 秒間隔で 0.02 秒間持続させ、120~360 秒間施行する。この結果、針先の温度は 42℃以下に保たれる。

3. 手技および施行上の注意点^{1,2,6,9,10)}

1) 機 材

高周波熱凝固装置と電極キットが必要である。アースを患者の体に貼付して閉鎖回路とする。非絶縁部のサイズを変えたディスポーザブルタイプの凝固針が市販されている。

2) 針の誘導

通常は透視下で神経へ針を誘導する。低頻度刺激で支配筋の twitch を、高頻度刺激で痛みの再現をみて、針先の位置を確認する。神経根や交感神経節では造影する。

3) 熱凝固の施行

凝固温度・時間を設定して、少量の局所麻酔薬で麻酔後、施行する（40~90℃、90~180 秒間）。予想外の部位の熱感、痛みが認められたら、針の位置や凝固条件を確認する。パルス高周波療法では局所麻酔薬を用いずに施行することが多いが、

一定の方法はなく、局所麻酔薬を併用して、あるいは静脈麻酔薬を併用して行うなど様々な報告がある。施行時間も120～360秒と様々である。腰部神経根に対しては、局所麻酔薬とステロイド薬投与群よりも、局所麻酔薬とステロイド薬投与にパルス高周波療法を加えた群で有効であった。腰部神経根、頸部神経根に対しては、施行時間120秒よりも240秒、360秒の方が有効であった。三叉神経痛や腰椎椎間関節痛には高周波熱凝固の方が有効であった。パルス高周波療法は、慢性肩関節痛、頸椎椎間関節痛、仙腸関節痛、椎間板性腰痛においても有効性が認められている。

4) 術後観察

施行部位・施行内容によって、30分～2時間の経過観察を要する。局所麻酔による手足のしびれ・脱力や、過量投与による気分不快が、時に生じるので、30分～1時間程度は安静臥床とする。さらに、患者の状況に応じて安静時間を延長する。

4. 合併症^{1,2,6,7)}

1) 一般的な合併症

穿刺に伴う感染、出血が生ずる可能性がある。刺針部痛が時にみられる。

2) 本法に特徴的な合併症

アースを密着させないと火傷することがある。針の絶縁部が剥離していると、そこでも熱を発するので注意する。凝固条件によっては、知覚障害、運動障害が起こり得る。

参考文献

- 1) Gauci CA, et al: Manual of RF techniques a practical manual of radiofrequency procedures in chronic pain management, 2nd ed. Amsterdam, Flivo Press BV, 2008. (G5)
- 2) 塩谷正弘: 高周波熱凝固法の原理と応用. ペインクリニック 2006;7:S592-S600. (G5)
- 3) Bogduk N, et al: Technical limitation to the efficacy of radiofrequency neurotomy for spinal pain. Neurosurg 1987;20:529-535. (G3)
- 4) 立山俊朗: 電気凝固による神経ブロック (2) 交感神経・末梢神経. ペインクリニック 1999;20:737-745. (G3)
- 5) Slappendel R, et al: The efficacy of radiofrequency lesioning of the cervical spinal dorsal root ganglion in a double blinded randomized study: No difference between 40°C and 67°C treatments. Pain 1997;73:159-163. (G2)
- 6) 山上裕章, 他: 難治性頸椎症性神経根症に対する高周波熱凝固療法の効果-温度漸増法による検討-. 日本ペインクリニック学会誌 2004;3:107-113. (G2)
- 7) 山上裕章, 他: 難治性腰部神経根症に対する神経根高周波熱凝固の効果-良性疾患における適正凝固温度の考察-. ペインクリニック 2001;22:1542-1547. (G2)
- 8) 石田克浩: 腰椎椎間板ヘルニアに対する神経根パルス高周波療法の有効性に関する検討. ペインクリニック 2007;28:538-541. (G2)
- 9) 石田克浩: 神経根型神経性間欠跛行に対する神経根パルス高周波療法の有効性に関する検討. ペインクリニック 2006;28:1493-1500. (G2)
- 10) 山上裕章, 他: 腰部神経根症に対する神経根パルス高周波療法の検討. ペインクリニック 2011;32:237-243. (G2)
- 11) 山上裕章, 他: 頸椎症性神経根症に対する神経根パルス高周波療法の評価 (第2報). ペインクリニック 2012;33:1709-1714. (G2)
- 12) Erdine S, et al: Comparison of pulsed radiofrequency with conventional radiofrequency in the treatment of idiopathic trigeminal neuralgia. Eur J Pain 2006;11:309-313. (G2)
- 13) Kroll HR, et al: A randomized, double-blind, prospective study comparing the efficacy of continuous versus pulsed radiofrequency in the treatment of lumbar facet syndrome. J Clin Anesth 2008;20:534-547. (G1)
- 14) Eyigor C, et al: Intra-articular corticosteroid injections versus pulsed radiofre-

- quency in painful shoulder : A prospective, randomized, single-blinded study. Clin J Pain 2010 ; 26 : 386-392. (G1)
- 15) Liliang PC, et al: Pulsed radiofrequency of cervical medial branches for treatment of whiplash-related cervical zygapophysial joint pain. Surgical Neurology 2008 ; 70 : 50-55. (G2)
- 16) Vallejo R, et al: Pulsed radiofrequency denervation for the treatment of sacroiliac joint syndrome. Pain Med 2006 ; 7 : 429-434. (G2)
- 17) Rohof O: Intradiscal pulsed radiofrequency application following provocative discography for the management of degenerative disc disease and concordant pain : A pilot study. Pain Pract 2012 ; 12 : 342-349. (G2)

I-27 硬膜外脊髄電気刺激療法

硬膜外脊髄電気刺激療法とは、神経調節療法（neuromodulation）の一つで、痛みの緩和を目的として、脊髄硬膜外腔に刺激電極を挿入・留置し、脊髄を電気刺激する刺激鎮痛治療である。一定の有効性が証明されているのは、脊椎術後慢性痛（failed back surgery syndrome : FBSS）¹⁾、複合性局所疼痛症候群（CRPS）²⁾、末梢血管疾患（peripheral vascular disease : PVD）³⁾などで、他に帯状疱疹痛⁴⁾、多発性硬化症、脊柱管狭窄症、脊髄損傷などの難治性慢性痛⁵⁾や痙縮、痙性斜頸などの運動機能異常や狭心症などに試行されている。

本邦では、1992年に難治性慢性痛（頭痛）の治療に保険適応となったが、平成18年厚生労働省告示で、脳神経外科、整形外科、麻酔科のいずれかの標榜と、該当医師1名以上の常勤が施設基準となっている。

1. 解剖と生理

硬膜外腔に留置された電極は、痛みのある部位を支配する脊髄髄節の後索を刺激して鎮痛作用を発揮する。その作用機序として、

- i) 脊髄後角でのゲートコントロール説：電気刺激によって抑制性の介在ニューロンが活性化し、痛覚入力の制御が起こる、
 - ii) 痛覚伝導の抑制：電気刺激によって脊髄後角の広作動域ニューロンの異常な活動が抑制される、
 - iii) 下行性抑制系の刺激・賦活、
 - iv) γ -アミノ酪酸 (γ -aminobutyric acid : GABA) など内因性痛み抑制系の賦活、
 - v) 交感神経抑制作用、
- などが挙げられているが、不明な点も多い⁶⁾。

臨床的には、i) 神経障害性痛に有効症例が多いが、侵害受容性痛には無効である、ii) 刺激感覚が痛みのある部位を覆わないと効果が乏しい、iii) 四肢の痛みには有効症例が多いが、体幹の痛みには効果が乏しい、などの特徴が経験されている。

2. 使用機器

現在、本邦では、脊髄電気刺激用器材は Medtronic 社、St. Jude Medical 社、Boston Scientific 社の3社から供給されている。各社が様々な脊髄刺激用電極を競って開発、市販している状況である。脊髄電気刺激装置（implanted permanent pulse generator : IPPG）も、現在は電池内蔵型から充電電池内蔵型（充電式）が

主流となり、各社がそれぞれの製品を市販しており、従来よりも治療の選択肢は多様になっている。

3. 手 技

硬膜外脊髄電気刺激療法は、i) 電極の挿入、ii) 試験刺激、iii) 刺激装置の埋め込みという手順をとる。試験刺激期間を設けて鎮痛効果を確認できる点が、本治療の大きな利点である。従来は、刺激装置の埋め込みを前提として、皮膚を切開して電極を挿入する surgical trial が一般的であったが、最近では硬膜外カテーテルと同様に穿刺のみで電極を挿入する puncture trial が普及している⁷⁾。puncture trial は、外科的侵襲が最小限で済み、また有効性が確認できなければ電極を抜去するだけで、創は残らない。ただし、埋め込みを行う場合は、後日、新たな電極を使用して再手術が必要となる。

1) 電極の留置

X線透視下、局所麻酔下に、腹臥位か側臥位で施行する。通常、電極を頭側に進めるので、目的髄節レベルより数椎体尾側で穿刺する。Surgical trial では皮膚を小切開し、皮下を剥離した後、穿刺して硬膜外腔を確認する。Puncture trial では、局所麻酔後に直接皮膚を穿刺して硬膜外腔を確認する。

痛み部位に応じて、電極を留置すべき髄節の高位が概ね知られている⁶⁾。透視しながら、背側硬膜外腔の正中、わずかに患側に電極を誘導する。試験通電を適宜行い、患者の痛み部位に刺激感が得られるように電極の位置を微調節する。位置が決まったら、アンカーを用いて surgical trial では筋膜に電極を固定し、清潔に保つため皮下トンネルに埋没させる。puncture trial では皮膚に電極を直接固定する。

近年、体幹部や両側性の痛みを対象として、電極を2本留置して様々な組み合わせで刺激する dual-lead stimulation⁸⁾ や、主に仙骨領域の痛みに対して下行性に神経根に向けて電極を留置する試みもある⁹⁾。

2) 試験刺激

数日から1週間程度、試験刺激を行う。試験刺激装置により、電極の極性や刺激の出力・周波数・パルス幅などが変更可能である。治療目的で puncture trial を行う場合は、長期間留置することがある。

3) 刺激装置の留置

試験刺激で良好な鎮痛効果が確認され、患者の希望、同意が得られれば、刺激装置を皮下に恒久的に埋め込む。局所麻酔でも全身麻酔でも施行できる。刺激装置は、頸椎・上位胸椎の電極では前胸部、下位胸椎・腰椎の電極では季肋部か下腹部に皮下ポケットを作製し、埋め込む。刺激装置の移動や回転が起こるので、皮下か筋膜に糸で固定する。刺激装置と接続したエクステンションを、パッサーを用いて皮下に通し、背部へと誘導して電極と接続する。

なお、後年、内蔵電池が消耗すれば、刺激装置の入れ替え手術を必要とする。充電式刺激装置を採用すれば使用可能期間は延長するが、いずれ入れ替えを必要とすることに変わりはない。

4. 合併症

出血傾向や抗凝固療法中の患者は本法の対象外である。重篤な薬物依存症患者も

適当でない。埋め込み後の装置操作が不可能な患者も不相当と考えられる。

電極の挿入時には、硬膜外カテーテル挿入に準じた合併症の可能性があり、刺激装置埋め込み後の長期的な合併症としては、電極の移動や破損（断線など）、刺激感覚の変化ないし消失、刺激装置や電極部の感染や血腫、刺激装置埋め込み部の痛み、などが報告されている¹⁰⁾。治療効果を継続させるために、電極の位置修正や刺激装置の入れ替えなどの外科的処置を必要とすることもある。

電気メス、ジアテルミー、心臓ペースメーカーの併用は避ける。MRI検査により電極や装置の発熱や移動を起こす可能性があり、刺激装置埋め込み患者のMRI検査は原則禁忌である。

参考文献

- 1) Kumar K, et al: Spinal cord stimulation versus conventional medical management for neuropathic pain: A multicentre randomized controlled trial in patients with failed back surgery syndrome. *Pain* 2007; 132: 179-188. (G1)
- 2) Kemler MA, et al: Effect of spinal cord stimulation for chronic complex regional pain syndrome type I: Five-year final follow-up of patients in a randomized controlled trial. *J Neurosurg* 2008; 108: 292-298. (G1)
- 3) Amann W, et al: Spinal cord stimulation in the treatment of non-reconstructable stable critical leg ischemia: Results of the European peripheral vascular disease outcome study (SCS-EPOS). *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2003; 26: 280-286. (G1)
- 4) Kumar K, et al: Spinal cord stimulation in treatment of chronic benign pain: Challenges in treatment planning and present status, a 22-year experience. *Neurosurgery* 2006; 58: 481-496. (G2)
- 5) Harke H, et al: Spinal cord stimulation in postherpetic neuralgia and in acute herpes zoster pain. *Anesth Analg* 2002; 94: 694-700. (G2)
- 6) 蔵 昌宏: 奏効機序. (森本昌宏・編: 脊髄電気刺激療法). 東京, 克誠堂出版, 2008; 97-107. (G5)
- 7) 森山萬秀, 他: puncture trial. (森本昌宏・編: 脊髄電気刺激療法). 東京, 克誠堂出版, 2008; 21-24. (G5)
- 8) Abejón D, et al: Dual spinal cord stimulation for complex pain: Preliminary study. *Neuromodulation* 2005; 8: 105-111. (G2)
- 9) Aló KM, et al: Sacral nerve root stimulation for the treatment of urge incontinence and detrusor dysfunction utilizing a cephalocaudal intraspinal method of lead insertion: A case report. *Neuromodulation* 2001; 4: 53-58. (G4)
- 10) Kumar K, et al: Complications of spinal cord stimulation, suggestions to improve outcome, and financial impact. *J Neurosurg Spine* 2006; 5: 191-203. (G2)

I-28 骨髄減圧術

骨髄減圧術とは、痛み（骨痛）を伴う骨の骨髄腔まで骨穿孔術を行って、閉鎖腔となっている骨髄腔を開放し、骨髄内圧（骨内圧）を低下させることにより痛みの軽減を得る方法である。古くは1936年、Mackenzieら¹⁾によって、deliberate opening of boneとして、変形性股関節症と変形性膝関節症に対して施行され、関節痛の軽減が得られたことが報告されている。骨髄減圧術という用語は、痛みを伴う骨の骨髄内圧は上昇しており、その骨に骨髄穿孔を行うと痛みが軽減し、骨髄内圧も低下するという臨床観察に基づいている²⁻⁵⁾。この骨髄内圧が上昇する機序については明らかでない⁵⁻⁷⁾。また、骨髄内圧上昇による痛みの出現機序についても確立はしていないが、種々の原因で上昇した骨髄内圧による骨膜の痛覚受容器の刺

激²⁾、骨髄内の痛覚線維の刺激⁷⁾、骨髄内の循環障害に起因する発痛物質の産生⁷⁾などが考えられている。すなわち、骨髄減圧術の鎮痛効果の機序は、骨髄腔が開放されることにより、骨髄内圧の低下が起こり、痛みの発生要因に作用して骨髄内環境の改善が得られるためと推測されている^{2,8,9)}。

骨髄減圧術と同義語的に用いられている語句としては、骨穿孔術¹⁰⁾、骨髄ドレナージ術⁹⁾、骨皮質開窓術²⁾、cortical drilling^{11,12)}、骨髄腔搔爬術²⁾、myelotomy^{2,13)}などがある。本邦では1960年代、1970年代に骨穿孔術の報告が散見されるが^{2,10,11)}、人工関節置換術の発達に伴い、その後はほとんど報告がみられない。しかし、海外では、現在も骨髄減圧術は膝関節、大腿骨頭、上腕骨頭などに施行されている^{8,14-17)}。また、本邦では骨粗鬆症性椎体圧迫骨折に対する骨髄減圧術の報告がみられる¹⁸⁾。

しかし、病態は違っても、骨由来の痛みは骨髄減圧術後にすみやかに消失ないしは軽減しているが、その効果の持続期間については様々である^{2,8-18)}。

1. 適応疾患^{2,8-20)}

変形性関節症（股関節、膝関節、肩関節）、骨壊死症（股関節、膝関節、肩関節）、骨粗鬆症性圧迫骨折、骨端症〔オスグット・シュラッター（Osgood-Schlatter）病〕、離断性骨軟骨炎、外傷性関節軟骨損傷、疲労骨折、骨嚢腫、難治性腱靭帯付着部炎。

2. 骨穿孔時に必要な骨解剖²¹⁾

1) 股関節：大腿骨（骨頭、頸部、大転子、小転子）。

2) 膝関節：大腿骨（内側上顆、外側上顆、内側顆、外側顆、顆間窩）、脛骨（内側顆、外側顆、脛骨粗面、内側面、外側面）、膝蓋骨（尖部、底部、膝蓋大腿関節面）。

3) 肩関節：上腕骨（骨頭、解剖頸、外科頸、大結節、小結節、結節間溝）。

4) 椎体：腰部椎体（椎体、椎孔、椎弓根、副突起、椎弓板、横突起、棘突起、下椎切痕）、胸部椎体（椎体、椎孔、椎弓根、椎弓板、横突起、棘突起、下椎切痕）。

3. 手技および施行上の注意点^{9,22-27)}

X線透視下に、手術に準じた消毒の下に行う。局所麻酔下に施行可能である。8Gから14Gの骨生検針ないしは骨髄生検針を使用することが多い。術中術後は予防的抗菌薬の投与を考慮する。

1) 股関節

大腿骨頸部骨頭骨髄内を骨穿孔するのが一般的である。刺入部は大腿外側、大転子直下である。

2) 膝関節

大腿骨両顆部、脛骨顆部の骨髄内を骨穿孔する。刺入部は大腿骨では両側上顆部、脛骨では脛骨粗面の高位の内外側面である。膝蓋骨の場合は、その両側面から刺入し、骨髄内を骨穿孔する。

3) 肩関節

狭義の肩関節である肩甲上腕関節のことであり、上腕骨頭骨髄内を骨穿孔するのが一般的である。上腕骨大結節部から刺入する。

4) 椎 体

腹臥位で行う経椎弓根法と側臥位ないしは前傾斜位で行う経椎体法がある。ともに椎体骨髄内まで骨穿孔を行う。偽関節形成時や椎体内に空洞を形成している場合は、ともに偽関節内、空洞内まで穿孔を行うことが望ましい。

4. 合併症²²⁻²⁷⁾

1) 股 関 節

転子部骨折²⁸⁾、感染などがある。ともに稀である。しかし、骨穿孔の口径が1 cm 前後の場合には骨折の合併に注意を要する。

2) 膝 関 節

伏在神経損傷、感染などがある。伏在神経損傷は内側、特に脛骨側の穿孔時に起こりやすいが、脛骨前方内側面から穿孔することにより避けられる。もし、術後に下腿内側面にしびれや痛みが合併したら、早期に処置（局所麻酔、硬膜外ブロックなど）を行う。感染は稀である。

3) 肩 関 節

腋窩神経損傷、上腕回旋動脈損傷による出血・血腫、感染などがある。腋窩神経損傷、上腕回旋動脈損傷による出血・血腫は、穿刺部位を上腕骨外科頸より頭側の大結節部外側とすることで避けられる。

4) 椎 体

脊髄神経損傷、大血管損傷、血腫などがある。脊髄神経損傷、大血管損傷は、X線透視下に慎重に施行すれば防ぐことができる。血腫は腰動脈の損傷による可能性がある。

参考文献

- 1) Mackenzie JF, et al: Osteoarthritis of hip and knee: Description of a surgical treatment. Br Med J 1936; 1: 306-308. (G4)
- 2) 吉田 徹, 他: いわゆる変形性関節症の疼痛について. 整形外科 1975; 26: 745-752. (G4)
- 3) Arnoldi CC, et al: Intraosseous hypertension and pain in the knee. J Bone Joint Surg [Br] 1975; 57-B: 360-363. (G3)
- 4) Arnoldi CC: Intraosseous hypertension: A possible cause of low back pain? Clin Orthop Relat Res 1976; 115: 30-34. (G5)
- 5) 鈴木竝俊, 他: 骨内圧. 整形外科 1977; 28: 708-716. (G4)
- 6) Lemperg RK, et al: The significance of intraosseous pressure in normal and diseased states with special reference to the intraosseous engorgement-pain syndrome. Clinical orthopaedics and related research 1978; 136: 143-156. (G5)
- 7) Haegerstam GA: Pathophysiology of bone pain: A review. Acta Orthop Scand 2001; 72: 308-317. (G5)
- 8) Schneider U, et al: A new concept in the treatment of anterior knee pain: Patellar hypertension syndrome. Orthopedics 2000; 23: 581-586. (G3)
- 9) 新城 清: 関節疾患に革新的治療法-骨髄ドレナージ法-. IRYO 2005; 59: 550-555. (G3)
- 10) 得津雄司: 変形性膝関節症に対する骨穿孔術の効果. 整形外科 1966; 17: 923-925. (G4)
- 11) 高岸直人, 他: 変形性股関節症に対する Cortical Drilling の経験. 整形外科と災害外科 1966; 16: 69-71. (G4)
- 12) Leach RE, et al: Femoral cortical drilling for the relief of pain due to degenerative arthritis of the hip. J Bone Joint Surg [Am] 1963; 45-B: 509-512. (G4)
- 13) Shaw NE, et al: Treatment of osteoarthritis of the hip by myelotomy: A preliminary report. Proceedings of the royal society of medicine 1969; 53: 949-950. (G3)
- 14) Lieberman JR: Core decompression for osteonecrosis of the hip. Clin Orthop

- 2004;418:29-33. (G5)
- 15) Marulanda, G et al: Percutaneous drilling for the treatment of secondary osteonecrosis of the knee. J Bone Joint Surg [Br] 2006;88-B:740-746. (G3)
 - 16) Mont MA, et al: Avascular necrosis of the humeral head treated by core decompression: A retrospective review. J Bone Joint Surg [Br] 1993;75-B:785-788. (G3)
 - 17) Forst J, et al: Spontaneous osteonecrosis of the femoral condyle: Causal treatment by early core decompression. Arch Orthop Trauma Surg 1998;117:18-22. (G3)
 - 18) 小橋芳浩, 他: 骨粗鬆症による胸腰椎圧迫骨折に対する椎体減圧術の経験. 整・災外 2006;49:833-839. (G3)
 - 19) 浅井春雄, 他: 四肢骨. (寺島裕夫・監: 診療報酬点数表: 手術術式の完全解説 1,167 術式のポイントと適応疾患・使用材料). 東京, 医学通信社, 2008;18. (G5)
 - 20) 赤嶺智教, 他: 骨穿孔術が奏効した脊椎関節炎に伴う膝蓋腱附着部炎による膝痛の1症例. ペインクリニック 2009;30:1221-1229. (G4)
 - 21) Netter FH: 相磯貞和・訳: ネット解剖学アトラス: 原書第3版. 東京, 南江堂, 2004;146-152. (G5)
 - 22) 湯田康正, 他: 大腿骨頭骨髄減圧術. ペインクリニック 2007;28:1390-1396. (G5)
 - 23) 荻原正洋: 膝関節骨髄減圧術. ペインクリニック 2006;27(Suppl):S647-S654. (G5)
 - 24) 湯田康正, 他: 変形性膝関節症に対する骨髄減圧術-手技と症例-. ペインクリニック 2007;28:243-257. (G4)
 - 25) 荻原正洋: 肩関節骨髄減圧術. ペインクリニック 2006;27(Suppl):S641-S646. (G5)
 - 26) 湯田康正: 椎体減圧術(経椎体法). ペインクリニック 2006;27(Suppl):S628-S640. (G5)
 - 27) 荻原正洋: 脊椎椎体減圧術(経椎弓根的骨穿孔術). ペインクリニック 2008;29:105-112. (G5)
 - 28) Camp JF, et al: Core decompression of the femoral head for osteonecrosis. J Bone Joint Surg [Am] 1986;68-A:1313-1319. (G3)