

第II章

ペインクリニックにおける神経ブロックと関連事項

Ⅱ-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り、診断・治療の特徴に神経ブロック療法がある。また、痛みとは関係のない疾患でも神経ブロック療法が有効な場合がある。

ペインクリニックの主たる治療法である神経ブロック療法とは、「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を留意して、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、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の変更や中止を検討する。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「指定研修施設」および「専門医制度」を設けている。

なお、神経ブロック療法以外の治療法としては、薬物療法や理学療法、心理療法、リハビリテーションなどに加えて、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、脊髄刺激装置植え込み術、脊柱管内治療（エドラスコピー、スプリングガイドカテーテル）、椎体内治療（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¹⁾。

参考文献

- 1) 日本ペインクリニック学会インターベンショナル痛み治療ガイドライン作成チーム・編：インターベンショナル痛み治療ガイドライン。東京、真興交易出版、2014。[I, G1]

Ⅱ-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、リドカイン塩酸塩（0.5～2% [w/v]）、メピバカイン塩酸塩（0.5～2% [w/v]）、ブピバカイン塩酸塩（0.125～0.5% [w/v]）、ロピバカイン塩酸塩（0.2～0.75% [w/v]）、レボブピバカイン塩酸塩（0.25～0.75% [w/v]）、ジブカイン塩酸塩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% [w/v] フェノール水および7~10% [w/v] フェノール-グリセリンがある。なお、がん性疼痛の場合は、モルヒネなどを混注することはあるが、その他の薬物については神経毒性などの安全性は現時点では不明である。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。

II-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ことがある。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。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、ステロイド薬水性懸濁注射液の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¹⁾がある。ステロイド薬懸濁液の添付文書には、いずれも脊髄や神経への投与についての適応は記述されていない。

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. [V, G4]

II-4. X線透視下神経ブロックについて

X線透視下神経ブロックは、ランドマーク法に比べて、安全性・確実性の点で優れている。ブロック針の針先の位置、造影剤の拡がりや血管内流入の有無を確認でき、神経ブロックの成功率を上げ、重篤な合併症を避けることができる。従来、X線透視下で行わない腰部硬膜外ブロックも、安全確実性の点から造影剤を使用してX線透視下に行うことが望ましいとされてきている¹⁾。しかし、神経、神経節、神経叢そのもの、あるいはその周辺の軟部組織はX線透視で確認できない。また、X線で得られる情報は二次元であり、針先を安全かつ理想的な位置に進めるためには、三次元的な解剖学の理解が必要である。ブロックの種類やアプローチ法に応じて患者の体位や管球の角度を変え、正面、斜位、側面像を捉える。また、近年では、CTガイドあるいは超音波ガイド下に神経ブロックを行う方法も確立されており、X線透視下神経ブロックの代替手段あるいは補助手段として使用できる。神経破壊薬を使用する腹腔神経叢ブロックなどは、CTで腹部大動脈付近の造影剤の拡がりを確認することができる。また、従来、X線透視下や神経刺激装置などで行っていた腕神経叢ブロックは、超音波ガイド下で行うことが主流になってきている。

患者および術者の被曝を最小限にするために、X線管をイメージベッド下に置いて下方から投射（アンダーチューブ）し、照射野をできるだけ絞り、X線透視を間欠的に行って照射時間を必要最小限にする。照射野に術者の手が入らないよう留意し、直接的な被曝を防ぐ。また、施行者は、X線防護衣だけでなく、防護用の手袋や眼鏡を装着し、X線の反射・散乱による間接的な被曝にも留意する。個人線量計を身に付け、自身の被曝量を確認する。

X線透視下で行う神経ブロックには、以下の種類がある。

神経根（腰部，胸部，頸部），経椎間孔的硬膜外，三叉神経節，上顎神経，下顎神経，交感神経節ブロック（腰部，胸部），腹腔神経叢，下腸間膜動脈神経叢，上下腹神経叢，不対神経節，腕神経叢，肋間神経，大腰筋筋溝，椎間関節，後枝内側枝，椎間板内注入，経皮的髄核摘出術，脊髓刺激装置植え込み術，エピソードロビー，経皮的椎体形成術，骨髄減圧術など。

参考文献

- 1) Benzon HT, et al: Improving the safety of epidural steroid injections. JAMA 2015; 313: 1713-1714. [VI, G5]

II-5. 造影剤について

X線透視下で神経ブロックを行う場合は、針先の位置の確認のために基本的に造影剤を用いるべきである。放散痛を目安にX線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り¹⁾、造影剤での確認が必要となる。局所麻酔薬などの薬液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，X線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，合併症なども考慮すると，脊髓造影も可能な非イオン性造影剤であるイオトロラン，イオヘキソール 10 ml バイアルだけであり，イオトロランは関節造影にも適応がある。なお，造影剤は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。

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，透視下腕神経叢ブロック，椎間関節ブロック，腹腔（内臓）神経叢ブロック，下腸間膜神経叢ブロック，不対神経節ブロック，上下腹神経叢ブロック，透視下腰神経叢ブロックなどである。他にも椎間板造影や硬膜外造影などにも使用する。また，安全確実に施行するためには，頸胸腰部硬膜外ブロック，肋間神経ブロック，傍脊椎神経ブロック，くも膜下ブロックなどでも造影剤を用いるのが望ましい。超音波ガイド下神経ブロックの際にも確認のために造影剤を併用することがある。

参考文献

- 1) Bartyski WS, et al: Incorrect needle position during lumbar epidural steroid administration: Inaccuracy of loss of air pressure resistance and requirement of fluoroscopy and epidurography during needle insertion. AJNR Am J Neuroradiol 2005; 26: 502-505. [III, G2]

II-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の発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、より安全で確実に施行可能となる。超音波ガイド下で施行することにより神経ブロックの成功率が上昇し、施行に要する時間および作用発現までの時間は短縮され、効果持続時間が延長し、偶発的血管穿刺や神経穿刺のリスクを減少させる¹⁻³⁾。

1. 超音波解剖⁴⁻⁶⁾

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構成している。画面上、強い反射波は高輝度で表現され「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

低エコー性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⁾

a. 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3 cm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。

b. 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。

c. 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。

d. 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(最近では超音波画像下での針先端の視認性が良く, 神経刺激も可能な専用の針が多種開発されている)。

4) 局所麻酔薬

使用する局所麻酔薬の種類は, ランドマーク法と同様であるが, ペインクリニック領域では, 薬液の濃度はランドマーク法に比較して低濃度で, 使用容量は少量で効果が得られることが多い⁸⁾。

5) 穿刺法⁹⁾

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。

a. 平行法 (In plane 法, In line 法)

超音波ビームに沿ってブロック針を進める方法。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。

b. 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ため, 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⁸⁾。

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。常に薬液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、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（傍仙骨、臀下部、前方、膝窩部アプローチ）、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や、椎間関節、肩関節、股関節、膝関節などの関節腔内の注射や肩峰下滑液包内注射が可能であるが、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（神経周膜）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。また、前向き研究で神経症状がブロック後に認められるのは、手技の途中で放散痛が認められた場合にはオッズ比が1.7と高いという報告がある¹⁰⁾。

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

超音波ガイド下法は他の手技より偶発的血管穿刺のリスクは低い²⁾。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) Abrahams MS, et al: Ultrasound guidance compared with electrical neurostimulation for peripheral nerve block: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Br J Anaesth* 2009; 102: 408-417. [I, G1]
- 2) Warman P, et al: Ultrasound-guided nerve blocks: Efficacy and safety. *Best Pract Res Clin Anaesth* 2009; 23: 313-326. [I, G1]
- 3) Liu SS, et al: Evidence basis for ultrasound-guided block characteristics onset, quality, and duration. *Reg Anesth Pain Med* 2010; 35: S26-S35. [I, G1]
- 4) Stuart RM, et al: Sonography of peripheral nerve pathology. *AJR* 2004; 182: 123-129. [VI, G5]

- 5) Martinoli C, et al: Ultrasound of tendons and nerves. Eur Radiol 2002;12:44-55. [VI, G5]
- 6) Peetrons P: Ultrasound of muscles. Eur Radiol 12:35-43, 2002. [VI, G5]
- 7) 佐倉伸一: 探触子とブロック針の操作. (佐倉伸一, 他・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. [VI, G5]
- 8) Koscielniak-Nielsen ZJ: Ultrasound-guided peripheral nerve blocks: What are the benefits? Acta Anaesthesiol Scand 2008;52:727-737. [I, G1]
- 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. [VI, G5]
- 10) Fredrickson MJ, et al: Neurological complication analysis of 1000 ultrasound peripheral nerve blocks for elective orthopedic surgery: A prospective study. Anesthesia 2009;64:836-844. [IVa, G2]

II-7. 星状神経節ブロック

星状神経節ブロック (SGB) 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、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コンパートメントブロックである。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)}。同部位の疼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。

SGB: stellate ganglion block
星状神経節ブロック

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胸椎の高さで肋骨頭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・口腔領域の血流増加による顔面の紅潮、鼻粘膜の充血による鼻閉、上肢温の上昇、コリン作働性交感神経の遮断による発汗停止、結膜充血、Horner 症候群（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）、眼圧の低下や眼動脈の血流増加、眼底の血流の増加も認められる⁴⁻⁸⁾。

Horner's syndrome
ホルネル症候群

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稀に発症することもあり、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] リドカインおよびそれに準ずる局所麻酔薬を 2~8 ml 使用する⁹⁾。超音波ガイド下に施行時には 2 ml で十分な効果が得られるという報告もある。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を注意して慎重に施行する。

2) 針

23~25G、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0.5%[w/v]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で十分に消毒する。

a. ランドマーク法（傍気管法）

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、第6頸椎横突起前結節（Chassaignac's tubercle）を触れる。さらに1~1.5 cm尾側には第7頸椎横突起を触れることもある。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。

b. 超音波ガイド下穿刺法

合併症を減少させつつ正確に行うために、超音波ガイド下でブロックを行う方法が推奨される¹⁰⁾。C₇レベルでは横突起の前結節がないが、C₆では横突起の前結節を認めることにより刺入レベルを確認できる。

① 内側アプローチ¹¹⁾

マイクロコンベックスプローブを用いて平行法で穿刺する。プローブを総頸動脈と気管の間に押し当てて総頸動脈を外側に避けて、甲状腺を避けながら内側から穿刺し、椎前葉下の頸長筋内に針先を進めて、薬液を注入する。

② 外側（側方）アプローチ¹²⁾

リニアプローブまたはマイクロコンベックスプローブを用いて平行法で穿刺する。外側から総頸動脈、内頸静脈を避けながら頸長筋内に薬液を注入する。

いずれの方法で施行しても、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。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。異常の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^{1,2,10-14)}

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るので、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。C₇レベルで穿刺の場合には下甲状腺動脈穿刺に注意する。

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、くも膜下腔注入による呼吸困難や呼吸停止など重篤なものでは、迅速な対処が成されれば救命が可能であるが、適切な対処が成されず死亡した症例がある。超音波ガイド下に施行しても血管穿刺などの合併症を完全に回避することはできないので、ランドマーク法で施行した場合と同様の十分な観察は必要である。

帰宅後に異常が出現した場合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. [VI, 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, 32-40, 2000. [VI, G5]
- 3) 平川奈緒美: 星状神経節の解剖と機能. ペインクリニック 2014; 35: 149-157. [VI, 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. [VI, G5]
- 5) 下坂典立, 他: 頸部交感神経幹ブロックによる口腔内血流量, 頬部表面温および手指基礎発汗量の変化について. 日臨麻会誌 2011; 31: 450-454. [IVb, G2]
- 6) Nagahara M, et al: The acute effects of stellate ganglion block on circulation in human ocular fundus. Acta Ophthalmol Scand 2001; 79: 45-48. [IVb, G2]
- 7) Kang CK, et al: Effect of stellate ganglion block on the cerebrovascular system. Magnetic resonance angiography study. Anesthesiology 2010; 113: 936-944. [III, G2]
- 8) Hogan QH, et al: Success rates in producing sympathetic blockade by paratracheal injection. Clin J Pain 1994; 10: 139-145. [IVb, G2]
- 9) Lee MH, et al: Minimal volume of local anesthetic required for an ultrasound-guided SGB. Pain Med 2012; 13: 1381-1388. [II, G2]
- 10) Narouze S: Ultrasound-guided stellate ganglion block: Safety and efficacy. Curr Pain Headache Rep 2014; 18: 424, 1-5. [VI, G5]
- 11) 柴田康之, 他: 超音波ガイド下星状神経節ブロック. ペインクリニック 2007; 28: 1083-1091. [VI, G5]
- 12) Gofeld M, et al: Development and validation of a new technique for ultrasound-guided stellate ganglion block. Reg Anesth Pain Med 2009; 34: 475-479. [VI, G5]
- 13) 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. [VI, G5]
- 14) Higa K, et al: Retropharyngeal hematoma after stellate ganglion block. Analysis of 27 patients reported in the literature. Anesthesiology 2006; 105: 1238-1245. [V, G5]

Ⅱ-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、仙尾靱帯までつながった硬膜と黄色靱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・運動神経の遮断が生じる（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²⁻⁷⁾

1) 薬 物

使用する局所麻酔薬は、リドカイン塩酸塩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。

確実に施行するには、X線透視下に穿刺し造影剤を用いて硬膜外造影が得られることを確認する。また、超音波ガイド下に施行されることもある。

a. 単回硬膜外ブロック

0.5～2% [w/v] リドカイン塩酸塩 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] リドカイン塩酸塩 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注することもある。

b. 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。

① 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] リドカイン塩酸塩 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、慎重にモルヒネ（1～5 mg/日）やブプレノルフィン塩酸塩（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、植え込み型リザーバー、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（PCA）機能が備わったポンプなどがある。

② 間欠注入法

硬膜外留置カテーテルより0.5～2.0% [w/v] リドカイン塩酸塩 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。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、重要なのは呼吸・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、必要な用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が望ましい。

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

PCA : patient-controlled analgesia
患者自己調節鎮痛【法】

よる), 原因疾患・化学療法等で明らかに易感染性の状態にある免疫不全の患者には適応はない。

3. 合併症²⁻¹⁰⁾

1) 交感神経ブロックに伴う血圧低下・徐脈

高位の硬膜外ブロック, 硬膜穿刺により血圧低下・徐脈が起こることがある。悪心・嘔吐, めまい, 顔面蒼白, 呼吸困難, 生欠伸などを示す時は血圧測定を行い, 輸液, 酸素投与, 昇圧薬で対処する。

2) 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。仙骨硬膜外腔は血管が豊富であり, 血中濃度が高くなりやすい。

3) 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。

4) 硬膜穿刺後頭痛

坐位または立位をとると15分以内に増悪し, 臥位をとると軽快する。安静, 輸液の保存療法が無効であれば, 硬膜外自家血パッチを考慮する。

5) 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。

6) 神経損傷

脊髄損傷, 神経根損傷を生じることがある。針を刺入する際は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。

7) 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。

8) 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。

9) 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. [VI, G5]
- 2) 佐伯 茂: 硬膜外ブロック. (小川節郎・編: 疼痛の概念が変わった-新キーワード135). 東京, 真興交易医書出版部, 2014; 213-214. [VI, G5]
- 3) Breivik H: Local anaesthetic blocks and epidurals. (Text book of Pain, 5th ed.) Philadelphia, Elsevier, 2006; 507-552. [VI, G5]
- 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. [VI,

- G5]
- 5) 濱口真輔, 他: 2. 胸部硬膜外ブロック. ペインクリニック 2006; 27: 351-359. [VI, 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. [VI, G5]
 - 7) 間宮敬子: 仙骨硬膜外ブロック. (表 圭一・編: 神経ブロックに必要な画像解剖). 東京, 文光堂, 2014; 174-179. [VI, G5]
 - 8) 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. [I, G3]
 - 9) Antibas PL, et al: Air versus saline in the loss of resistance technique for identification of the epidural space (Review): Cochrane Anaesthesia Group. 2014. [I, G3]
 - 10) Ona XB, et al: Drug therapy for preventing post-dural puncture headache: Cochrane Pain, Palliative and Supportive Care Group. 2013. [II, G3]

II-9. 神経根ブロック

椎間孔を通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いう。神経根症に対する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（選択的診断）もある。また、造影所見から病変部位診断を行うことが可能な場合（例えば椎間板ヘルニアによるストップ像）もある。そのため、選択的神経根造影・ブロックともいう。また、最近では、特に頸部において超音波ガイド下に施行する方法も普及してきている。

1. 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。頸神経根では、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・腰神経根は、同じ番号の胸椎・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を出る。前枝は前仙骨孔を出て仙骨神経叢を形成する。

脊髄の後外側溝より出た後根は膨大部を形成し、椎間孔内で脊髄前外側溝より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、造影剤は効果および合併症の観点より、epineuriumとepiradicular sheathの間に存在するepiradicular spaceに注入するのが望ましいとされる。

2. 神経根ブロックの効果時の生理^{2,3)}

神経根ブロックの効果は、局所麻酔薬やステロイド薬による効果が推測されている。

局所麻酔薬による効果は、交感・知覚（感覚）・運動神経の遮断による血流の増加、痛みの軽減、筋力の低下などがある。ステロイド薬の効果は、神経根周囲の抗炎症作用、C線維活動を一定期間抑制する効果が考えられているが、神経根ブロックの効果が数カ月以上続く理由の一つと想定されている。

また、長期効果の理由には薬液の注入により神経根周囲の癒着や炎症性滲出液を取り除く物理的効果の可能性も考えられている。

3. 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]リドカイン塩酸塩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]リドカイン塩酸塩もしくはそれと同等な局所麻酔薬) 1~3 ml またはジブカイン配合薬 (0.1%[w/v]ジブカイン塩酸塩, 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) 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薬物) である。

X線透視を利用する場合は、必ず、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ヘキソール、イオトロラン 1~5 ml を使用する。

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異なる。X線透視下に施行する場合には、どの場合でも目的とする椎体終板のラインが一直線になるように調整して、正しい透視方向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。神経穿刺時には支配領域の放散痛が得られる。十分な放散痛がある場合は治療効果が高いと推測されてきたが、放散痛の強弱や造影所見に関わらず治療効果は同等とする報告もある⁴⁾。放散痛を求めてむやみに穿刺を繰り返すことは、神経損傷や痛みの増強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り、病態に応じて経椎間孔法など放散痛が惹起される可能性の少ない方法を用いるべきである。

超音波ガイド下で行う場合は、当該神経と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^{5,6)}

C₂ 神経根ブロックの場合は、X線透視台の上に腹臥位となり、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して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、非イオン性造影剤を用いることが必要である。

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指標に、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、合併症有無の確認をした後、帰宅させることが重要である。

2) 胸部神経根ブロック^{7,8)}

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事が重要である。穿刺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、随時、側面透視で針先の確認を行う。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、脊髄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る。また、気胸は、ブロック直後より数時間経ってから症状が出ることが多いことを念頭に置き、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最低でも1~2時間安静臥床し、合併症が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^{9,10)}

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。従来、放散痛を得る方法が行われてきたが、最近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事が重要である。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、ブロック後には必ず1~2時間安静臥床し、下肢の筋力が戻っていること、その他の合併症が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（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日から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。

その他の一過性の合併症として、迷走神経反射、一過性神経症状（痛み、虚脱、パレステジア、頭痛、過敏症状、一過性全健忘、末梢ニューロプラキシア）、交感神経ブロック、皮膚発赤が認められることがある¹¹⁾。また、どの部位においても、針先の位置によっては、くも膜下・硬膜下・硬膜外ブロックになる可能性もある。

重篤な合併症としては、頸部神経根ブロックにおいて脊髄梗塞・脊髄浮腫（前脊髄動脈症候群）、脳梗塞・脳浮腫、皮質性盲、脊髄・脳合併症などの致命的な合併症が発生する可能性がある¹²⁾。胸部神経根ブロックにおいては気胸を起こす可能性がある。腰部神経根ブロックでは他の部位よりは合併症は少ないが、対麻痺の報告がある¹²⁾。

ステロイド薬懸濁液の投与について十分な安全性は保障されていないため、使用すべきではない¹³⁾。

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. [VI, G5]
- 2) Derby R, et al: Response to steroid and duration of radicular pain as predictors of surgical outcome. Spine 1992; 17: S176-S183. [VI, G5]
- 3) Johansson A, et al: Local corticosteroid application blocks transmission in nor-

CRPS : complex regional pain syndrome
複合性局所疼痛症候群

- mal nociceptive C-fibers. Acta Anaesthesiologica Scandinavica 1990;34:335-338. [VI, G5]
- 4) Pfirrmann CW, et al: Selective nerve root blocks for the treatment of sciatica: Evaluation of injection site and effectiveness: A study with patients and cadavers. Radiology 2001;221:704-711. [II, G2]
 - 5) 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. [VI, G5]
 - 6) 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. [VI, G5]
 - 7) 川井康嗣, 他: 胸部神経根ブロック. Medical Postgraduates 1997;34:204-207. [VI, G5]
 - 8) 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. [VI, G5]
 - 9) 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. [VI, G5]
 - 10) 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. [VI, G5]
 - 11) Benny B, et al: Complications of cervical transforaminal epidural steroid injections. Spine 2010;89:601-607. [II, G1]
 - 12) Glaser SE, et al: Paraplegia following a thoracolumbar transforaminal epidural steroid injection. Pain Physician;2005;8:309-314. [V, G4]
 - 13) 川股和之, 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. [V, G4]

II-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⁾。

ガッセル神経節
Gasserian ganglion

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¹⁾

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母指と示指で刺入部を挟み込みながら注入し、眼窩上神経と滑車上神経の両方をブロックする。超音波ガイド下に眼窩上切痕を確認してブロックを行うことも可

能である。

2) 眼窩下神経ブロック²⁾

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。超音波ガイド下に眼窩下孔を確認してブロックを行うことも可能である。

3) オトガイ神経ブロック²⁾

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、50 mm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。超音波ガイド下にオトガイ孔を確認してブロックを行うことも可能である。

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、70 mm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) 三叉神経節（ガッセル神経節）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30 mmを刺入点とし、局所麻酔施行後、22G、100 mm神経ブロック針を卵円孔の後壁、内側寄りに向けて進める。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⁴⁾

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30 mm外側かつ20 mm頭側の刺入点から、局所麻酔を施行後、21G、90 mm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] リドカイン塩酸塩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、がん性疼痛などでは、2% [w/v] リドカイン塩酸塩0.5 ml以下の容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、同容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指示する。

3. 合併症

1) 出血, 血腫

刺入部の圧迫を確実に行う。前頭神経ブロックおよび眼窩下神経ブロックでは、出血が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。複視の出現に絶えず注意を払う。

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も重要である。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) 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. [VI, G5]
- 2) 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. [VI, 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. [VI, 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. [VI, 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. [VI, 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. [VI, G3]
- 7) 長沼芳和, 他: 高周波熱凝固法. 図説ペインクリニック. (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; 245-249. [VI, G5]

Ⅱ-11. トリガーポイント注射

軽度の刺激でも筋の緊張や攣縮が生じるトリガーポイントに針を刺入し、薬液を注入することで、痛みを軽減させる手技である。

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、冷却などによって関連域に関連痛を引き起こす部位であり、単なる圧痛点とは異なる¹⁻³⁾。特徴として、

i) 索状硬結 (palpable band) 上に限局した圧痛部位が存在する,
 ii) その部位への刺激により症状が再現し, 典型的な関連痛が発現する,
 iii) 刺激により立毛, 発汗といった自律神経反応が出現する,
 iv) 局所単収縮反応 (LTR) や逃避反応 (jump sign) が発生する,
 などが挙げられる¹⁾. 多くは筋筋膜性疼痛症候群 (MPS) に関連する. その病態生理は未だに明らかにはなっていないが, 異常な神経終板の電位が神経筋接合部の過剰なアセチルコリン放出につながり, 持続的な筋収縮 (この過程で索状硬結が形成される) により局所の虚血, 低酸素, 疼痛誘発物質の放出が起こり, 末梢の侵害受容器を感作することが推測されている¹⁻³⁾. さらに, 持続的な一次求心性神経の活性化は脊髄後根神経節や脊髄後角神経の機能や構造変化という中枢性感作を生じる²⁾. また, トリガーポイントには, 周囲組織では認められない自発電気活動も認められる²⁾. さらに, γ 運動ニューロンによる調節以外に交感神経系の調節機構の存在も考えられている³⁾. トリガーポイント注射の鎮痛機序は, トリガーポイントを不活化させること, また, 注入した薬液によりプロスタグランジンなどの疼痛誘発物質が希釈され洗い流されること, 筋緊張をやわらげ, 血流を改善して悪循環を遮断する効果などが考えられ, 交感神経系を遮断する意義もある^{1,3)}.

LTR : local twitch response
 局所単収縮反応
 MPS : myofascial pain
 syndrome
 筋筋膜性疼痛症候群

2. 手技および施行上の注意点

1) 手 技

部位により施行しやすい体位 (腹臥位や坐位など) で行う. 患者に最も痛みの強い部位を尋ね, 施行者が同部を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. 圧迫により関連痛が発現することが重要である.

a. 平面診法³⁾

平面診法では, 痛みが存在する筋肉直上の皮膚を一方向に引き寄せ, 次に指先をすばやく筋線維を横切るように滑らせ, ローリング (弾指触診) により痛みを確認する. この時に LTR の発生による jump sign をみる³⁾. 刺入部位を消毒後, 針をすばやく皮下まで刺入し, さらに進めると軽い抵抗の後に筋膜を貫いた感覚が得られる. 吸引を行い, 血液の逆流がないことを確認後, 薬液を注入する. 抜針はできるだけ緩徐に行う (速刺緩抜). 抜針後は刺入部位をガーゼなどでしばらく圧迫しておく.

b. 超音波ガイド下トリガーポイント注射

通常, リニアプローブを使用し, 平行法または交差法で行う. 筋膜下への薬液注入を視認でき, より安全に施行できる⁴⁾. 超音波画像では, トリガーポイントは低エコーとして認められるという報告²⁾ や, 穿刺時に LTR が目的とする筋の瞬間的な収縮として認められることがある.

2) 使用する薬液と針

針は, 25G 25 mm, 27G 19 mm 針などを用いる. 長い針は使用しない.

薬液としては, 各種局所麻酔薬 (リドカイン塩酸塩, メピバカイン塩酸塩, ロピバカイン塩酸塩など) 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] ジブカイン塩酸塩, 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. プピバカイン塩酸塩は, 注入時痛が強いこと, 骨格筋への毒性が強いことが報告されており⁵⁾, トリガーポイ

ント注射には適さないと考えられる。ボツリヌス A 毒素を使用する場合もあるが、有効性は明らかではない⁶⁾。

1カ所につき、0.5~3 ml を使用し、全量約 10 ml 以内が望ましい。

3. 適応疾患

全身の筋筋膜性疼痛症候群（MPS）に適応がある。線維筋痛症などの慢性疼痛だけでなく、がん患者の筋筋膜性疼痛⁷⁾、がんによる関連痛などの部位にみられる二次的な MPS にも適応がある。

MPS : myofascial pain syndrome
筋筋膜性疼痛症候群

4. 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、添加剤のメチルパラベン）、局所麻酔薬中毒（一度に複数カ所へ注入する場合は、総注入量や注入速度などに注意）、めまい、気分不良、迷走神経反射、血管内注入、皮下出血、気胸（胸背部施行時）、硬膜外ブロック、くも膜下ブロック、感染¹⁰⁾などの報告がある。

参考文献

- 1) Travell J, et al: Myofascial pain and dysfunction: The trigger point manual. 1st ed. Baltimore, Williams & Wilkins, 1983. [VI, G5]
- 2) Shah JP, et al: Myofascial trigger points then and now: A historical and scientific perspective. PM R 2015 (in press). [I, G1]
- 3) 森本昌弘: IV 脊髄神経ブロック 10. 脊髄神経末梢枝ブロック 13) トリガーポイント注射. ペインクリニック 2006; 27: S478-S487. [VI, G5]
- 4) Chim D, et al: Ultrasound-guided trigger point injections. Tec Reg Anesth Pain Manag 2009; 13: 179-183. [VI, G5]
- 5) Zink W, et al: Local anesthetic myotoxicity. Reg Anesth Pain Med 2004; 29: 333-340. [V, G5]
- 6) Soares A, et al: Botulinum toxin for myofascial pain syndromes in adults. The Cochrane Library 2014; 7: 1-35. [I, G1]
- 7) 宮崎東洋, 他: がん患者の筋・筋膜性疼痛に対するトリガーポイント療法の有用性. ペインクリニック 2010; 31: 195-203. [IVb, G2]
- 8) 佐伯 茂: 第2章 トリガーポイント注射 2. 施行の実際 4) 合併症. (森本昌弘・編著: トリガーポイント—その基礎と応用—). 東京, 真興交易医書出版部, 2006. [VI, G5]
- 9) Cheng J, et al: Complications of joint, tendon, and muscle injections. Tech Reg Pain Manag 2007; 11: 141-147. [VI, G5]
- 10) Usman F, et al: Retrosternal abscess after trigger point injections in a pregnant woman: A case report. J Med Case Rep 2011; 5: 403. [V, G4]

Ⅱ-12. 不對神経節ブロック

不對神経節ブロックは、人体の交感神経節または神経叢の中で、脊髄の一番尾側に位置している交感神経節を遮断する神経ブロックである。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. 解剖と生理

不對神経節は、仙骨と尾骨の接合部（仙尾接合部）の前面正中にあり、後腹膜腔に位置する交感神経節である。左右の腰椎椎体前側面から腰仙骨前面に走行してきた交感神経幹が、概ね仙尾関節の前面の高さで1つとなって、対を成さないため、不對神経節と命名されているが、稀に、存在しないこともある。また、仙尾骨の接合部には線維軟骨板が存在するが、骨化している場合は穿刺ができない。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）により補強されている。

2. 手技および施行上の注意点

1) 使用薬物の種類と量

- i) 1~2%[w/v]リドカイン塩酸塩もしくは同等の局所麻酔薬 5~10 ml を使用する。
- ii) X線透視下に造影剤を使用し、針先の位置確認と薬液の拡がり、血管内注入の有無を確認する。造影剤は必ず脊髄造影でも使用でき、かつ副作用の可能性の少ない非イオン性造影剤であるイオヘキソール、イオトロランを選択し、1~5 ml を使用する。
- iii) 局所麻酔薬を用いたトリアルブロックが有効で、神経破壊薬の適応がある場合には、99.5%[v/v]エタノール最少容量 1~3 ml、最大容量 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。

2) 手 技¹⁻⁴⁾

a. X線透視下アプローチ

安全性からX線透視下に経仙尾接合部垂直アプローチが選択される。患者を腹臥位として、X線透視下に正面像で仙尾接合部を写す。仙尾接合部間の正中部に当たる皮膚に局所麻酔を施行後、22G 50 mm のブロック針を用いて接合部を垂直に穿刺する。側面像でブロック針の深さを確認しながら、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いた時点でブロック針を止める。側面の造影所見で椎体前面に細い三日月型像、正面では左右に拡がる丸い造形所見（縦に細丸いこともある）が得られていることを確認した後に、局所麻酔薬を注入する。

b. Plancarte の方法¹⁾

尾骨先端から1 cm 肛門側の部位から曲針を用いて、穿刺する。

c. CT誘導下アプローチ⁵⁾

曲針法と仙尾関節接合部垂直法がある。

d. 超音波ガイドを使用する方法^{6,7)}

X透視下と同様に抵抗消失法で施行している。X線透視で仙尾接合部が不鮮明な場合に有効であるが、X線透視によるブロック針の位置の確認は必要となる。

3. 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^{8,9)}。

4. 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. [V, G2]
- 2) Wemm K. Jr., et al: Modified approach to block the ganglion impar (Ganglion of Walther). *Regional Anesth* 1995;20:544-545. [V, 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 Pract* 2005;5:103-110. [V, G2]
- 4) 濱口真輔: 不對神経節ブロック (透視下アプローチ). *ペインクリニック* 2011;32:S189-S196. [VI, G5]
- 5) 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. [VI, G5]
- 6) Toshniwal GR, et al: Transsacrococcygeal approach to ganglion impar block for management of chronic perineal pain: A prospective observational study. *Pain Phys* 2007;10:61-66. [V, G2]
- 7) Lin C-S, et al: Ultrasound-guided ganglion impar block: A technical report. *Pain Med* 2010;11:390-394. [V, G4]
- 8) Sagır O, et al: Application of ganglion impar block in patient with coccyx dislocation. *Agri* 2011;23:129-133. [V, G4]
- 9) 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. [V, G2]

II-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（後神経痛）、胸郭出口症候群、上肢CRPS、上肢血行障害等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⁾。

CRPS : complex regional pain syndrome
複合性局所疼痛症候群

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構成され、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形成さ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。

最近では、被曝の危険性がなく、確実に神経ブロックの効果が得られることから、穿刺の補助手段として超音波ガイド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が描出可能であり、

薬液の拡がりも観察できるため、局所麻酔薬の使用量を減らすことができる³⁾。

1) 腋窩法

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⁴⁾。超音波ガイド下では大胸筋の外側縁にプローブを当て、腋窩動脈周囲の正中神経、尺骨神経、橈骨神経、また上腕二頭筋と烏口腕筋間の筋皮神経を確認し、それぞれの神経周囲に薬液を注入する⁵⁾。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

従来のランドマーク法は、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難かった。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肋骨上の中斜角筋附着部）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⁶⁾。超音波ガイド下では同様の体位をとり、鎖骨上窩で鎖骨に平行にプローブを当て、鎖骨下動脈の外側に腕神経叢を確認し薬液を注入する⁵⁾。

3) 斜角筋間法

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拡げるようにする。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⁴⁾。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（0.5～1%[w/v]リドカイン塩酸塩あるいは同等な局所麻酔薬）5～10 mlを用いる。投与量が多いと運動麻痺等の症状が長く続き、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。

a. 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、局所麻酔薬（0.5～1%[w/v]リドカイン塩酸塩あるいは同等な局所麻酔薬）を5～10 ml/時程度の速度で注入する。

b. 超音波ガイド下ブロック

穿刺の補助手段として、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らすことができる⁵⁾。ただし、画像上で血管内注入の程度は判別できないので、注意を要する。

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⁷⁾。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、稀に血腫を形成し、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、パン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、原則的に本法を行わないことが望ましい。

6) 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 Horner 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

椎間孔に針先が刺入されると起こり得る。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. [VI, 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. [VI, G3]
- 3) Capdevila X, et al: How and why to use ultrasound for regional blockade. Acta Anaesthesiol Belg 2008;59:147-154. [VI, G3]
- 4) 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. [VI, G5]
- 5) 深澤圭太: 腕神経叢ブロック: 斜角筋, 鎖骨上, 鎖骨下, 腋窩. ペインクリニック 2013;34:S343-S352. [VI, G5]
- 6) 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. [VI, G5]
- 7) Selander D, et al: Paresthesiae or no paresthesiae? Nerve lesions after axillary blocks. Acta Anaesth Scand 1979;23:277-283. [III, G3]

Horner's syndrome
ホルネル症候群

II-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（コンパートメント）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ランドマーク法で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⁾する方法もある。

1. 解剖と生理²⁻⁴⁾

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 cm³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様々な変位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⁵⁻⁸⁾

1) 使用薬物

局所麻酔薬（0.5～2% [w/v] リドカイン塩酸塩あるいは同等な局所麻酔薬）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、難治性疼痛に対する神経破壊では、5～10% [v/v] フェノール水や1% [w/v] ジブカイン塩酸塩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術を追加する。

2) 一般的手技

体位は、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X線透視下に肋骨を確認しながらブロックを行う。

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、局所麻酔薬を注入し、20分後の効果を確認してから2 ml 以内を注入する。

3) X線透視下ブロック

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X線透視下で確認し、肋骨角周囲でブロック針を肋骨に当て、時に抵抗消失法（loss of resistance 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れば薬液を注入する。

4) 超音波ガイド下ブロック

刺入点を目的とする肋間の距離を、できるだけ短くすれば、リニアプローブと23~35G 2.5~4.2 cm 針で施行することができる。肋間が深い場合は、リニアプローブの深度を深くして対応する。

5) 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⁾に細径のカテーテルを直接留置したり、側臥位で超音波ガイド下に17~18GのTuohy針を用いて、平行法で傍脊椎腔にカテーテルを留置し²⁾、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・感染のほかに、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、Horner症候、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術を行う場合は、可能な限り透視下で行い、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. [IV a, 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, 2011; 89-96. [VI, 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. [VI, 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. [VI, 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. [VI, 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. [IV a, 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. [VI, 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. [VI, 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. [II, 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. [VI, 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. [V, G4]

II-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、がん性疼痛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、痛みが頸椎由来か肩関節由来かどう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、上関節枝を分枝後併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] リドカイン塩酸塩もしくは同力価の薬液を 5~10 ml 注入する。除痛効果を高める目的で水溶性の剤型のステロイド薬（デキサメタゾンとしての総量 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術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

a. 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。

b. 簡便法

坐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 6 cm 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。

c. X線透視下ブロック

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 6 cm 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。X線透視画像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にあることを確認後、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。

d. 超音波ガイド下ブロック

近年は超音波ガイド下ブロックも盛んに行われてきている。通常はコンベックスプローブを用いるが、小柄な女性などでは高周波リニアプローブを用いることもできる。

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⁶⁾、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。また、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、肥満患者や坐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ので、乱暴な針操作を慎むよう留意する。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. [VI, 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. [VI, 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-痛みの離解と治療-). 東京, 克誠堂出版, 78, 1997. [VI, G5]
- 4) Moore DC:Block of the suprascapular nerve. (Regional block, 4th ed.) Springfield, Charles C Thomas, 1975, 300-303. [VI, 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, 89-91, 2000. [VI, 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. [VI, 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:S221-222. [VI, G5]

II-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 (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 か所からの注入 (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、慢性疼痛の治療に用いられる。乳房手術や開胸手術の鎮痛で安全性と有効性が報告されている²⁻⁴⁾。急性期帯状疱疹痛に対して、疼痛期間を短縮し、帯状疱疹後神経痛への移行を抑制したとの報告がある⁵⁾。

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^{1,6)}。上面は近接する肋骨頭、下面は肋骨頸、後面は上肋横靭帯、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、内胸筋膜があり、傍脊椎腔を壁側胸膜外・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に2分する⁷⁾。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。

TPVB : thoracic paravertebral block
傍脊椎神経ブロック

bolus
単回注入法

上肋横靭帯 :
superior costo-transverse ligament

内胸筋膜 :
endothoracic fascia

2. 手技および施行上の注意点

1) 使用薬物

0.5%[w/v]ブピバカイン塩酸塩 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⁸⁾。頭側よりも尾側に拡がりやすい。Karmaker⁷⁾は、成人で0.25~0.5%[w/v]ブピバカイン塩酸塩 15~20 ml(0.3 ml/kg)または1%[w/v]リドカイン塩酸塩 15~20 mlを、小児で0.125~0.25%[w/v]ブピバカイン塩酸塩 0.5 ml/kgまたはアドレナリン添加1%[w/v]リドカイン塩酸塩 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]ブピバカイン塩酸塩または0.5%[w/v]ロピバカイン塩酸塩を3~4 mlずつ注入する。複数注入と0.375~0.5%[w/v]ブピバカイン塩酸塩 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がある。複数部位からの注入がより拡がるという見解はないが、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]ロピバカイン塩酸塩か0.25%[w/v]ブピバカイン塩酸塩を5 ml/時で持続投与する⁹⁾。

2) 手 技

従来は棘突起と横突起をランドマークとして穿刺し、傍脊椎腔の確認に抵抗消失法^{1,7)}や電気刺激が併用された。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たるので、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。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⁹⁾。

近年は超音波ガイド下神経ブロックの報告も多い。穿刺前に横突起、胸膜までの距離を測定する補助的な方法や、肋骨に垂直にプローブを当て平行法で穿刺する方法などがある。

肋骨に平行にプローブを当てる平行法¹⁰⁾は、腹臥位または側臥位で、針先の描出が容易で胸膜穿刺のリスクが少ないTuohy針を使用する。目的の肋間隙で肋骨に平行にリニアプローブを当て横突起下端と傍脊椎腔を描出する。外側から刺入し、針先が内肋間膜を貫き傍脊椎腔に達するまで進める。単回注入法では、局所麻酔薬、カテーテル挿入時には生理食塩水を注入し、胸膜が腹側に押し下げられる様子を確認する。カテーテルを挿入する際にはベベルを腹側に向ける。従来法と比して成功率向上や合併症のリスクを減少させるエビデンスは十分ではないが、超音波ガイドが推奨される¹¹⁾。

3. 合併症

傍脊椎神経ブロックによる合併症の発症率は、数%~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^{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. [VI, G5]
- 2) Thavaneswaran P, et al: Paravertebral block for anesthesia: A systematic review. *Anesth Analg* 2010; 110: 1740-1744. [I, G1]
- 3) Schnabel A, et al: Efficacy and safety of paravertebral blocks in breast surgery: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Br J Anaesth* 2010; 105: 842-852. [I, G1]
- 4) Baidya DK, et al: Analgesic efficacy and safety of thoracic paravertebral and epidural analgesia for thoracic surgery: A systematic review and meta-analysis. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2014; 18: 626-635. [I, G1]
- 5) Makharita MY, et al: Single paravertebral injection for acute thoracic herpes zoster: A randomized controlled trial. *Pain Pract*. 2015; 15: 229-235. [II, G1]
- 6) Richardson J, et al: Thoracic paravertebral block. *Br J Anaesth* 1988; 81: 230-238. [VI, G5]
- 7) Karmakar MK: Thoracic paravertebral block. *Anesthesiology* 2001; 95: 771-780. [VI, G5]
- 8) Cheema SP, et al: A thermographic study of paravertebral analgesia. *Anaesthesia* 1995; 50: 118-121. [V, G4]
- 9) Boezaart AP, et al: Continuous thoracic paravertebral block for major breast surgery. *Reg Anesth Pain Med* 2006; 31: 470-476. [VI, G5]
- 10) 柴田康之: 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. [VI, G5]
- 11) Abrahams MS, et al: Evidence-based medicine: Ultrasound guidance for truncal blocks. *Reg Anesth Pain Med*. 2010; 35: S36-S42. [I, G1]
- 12) Naja Z, et al: Somatic paravertebral nerve blockade: Incidence of failed block and complications. *Anaesthesia* 56: 1181-1201, 2001. [IVa, G2]
- 13) Lonnqvist PA, et al.: Paravertebral blockade: Failure rate and complications. *Anaesthesia* 1995; 50: 813-815. [IVa, G2]

II-17. 腰神経叢ブロック(大腰筋筋溝ブロック)

腰神経叢ブロック(大腰筋筋溝ブロック)とは、大腰筋と腰方形筋の筋膜間のコンパートメント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~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) 使用薬物の種類と量

ペインクリニック領域での使用量は0.5~1%[w/v]リドカイン塩酸塩もしくはメピバカイン塩酸塩およびそれと同等な薬液5~15ml程度でよい。高齢者では濃度、容量ともに少なめとし²⁾、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^{3,4)}。

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5cm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5ml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、空気塞栓の危険性も考慮すれば、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X線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がある⁶⁾。棘突起より5cm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、神経損傷が起こり得る。

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. [VI, G5]
- 2) 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. [VI, G3]
- 3) Chayen D, et al: The psoas compartment block. Anesthesiology 1976; 45: 95-99. [VI, G5]
- 4) 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. [VI, G5]
- 5) 羽尻裕美, 塩谷正弘: 大腰筋筋溝ブロック. Medical Postgraduates 1998; 36: 97-102. [VI, G5]
- 6) 樋口比登実, 増田 豊: 大腰筋筋溝ブロック. ペインクリニック 1997; 18: 342-347. [VI, G5]

II-18. 腹腔神経叢ブロック

腹腔神経叢ブロックとは^{1,2)} 上腹部の内臓（膵、胃、肝、胆嚢など）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。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ている。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。

がん性疼痛以外に、膵炎などの非がん性難治性疼痛に対しても適応となる。WHOの指針でも、腹腔神経叢ブロックはがん性疼痛に対する神経ブロック療法の中で最も有効な方法として挙げられており、prospective randomized trials や controlled trials で痛みの軽減やブロック後のオピオイド使用の有意な減量などの有効性が報告³⁻¹⁰⁾ されているため、適応があれば早期に施行することが推奨されている^{11,12)}。有効率は施行3カ月までで70~80%程度とする報告が多い^{13,14)}。

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. 解剖¹⁰⁾

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、膵臓、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胸神経根から成る）、小内臓神経（第10,11胸神経根から成る）、最下内臓神経（第12胸神経根から成る）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、膵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コンパートメント（retrocrural space）に位置している。

2. 手技および施行上の注意点^{1,16-20)}

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接近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から、CTガイド下でのアプローチも施行されており、近年では超音波内視鏡での施行も多く行われている。

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は、強い痛みや悪い全身状態悪化のために、同

WHO : World Health
Organization
世界保健機関

retrocrural space
横隔膜脚と椎体に囲まれたコ
ンパートメント

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どうかも評価しておく。

椎体外側アプローチの場合は左右両側からの施行が必要となることが多いので、腹臥位での実施が望ましいとされているが、椎体前縁とブロック針との位置関係がわかりやすく、腹大動脈と椎体との距離が広がるために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、薬液の拡がりや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

21~22G 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] リドカイン塩酸塩もしくはメピバカイン塩酸塩およびそれと同等な薬液) 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。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。

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する。

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、右下側臥位とし、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。通常は、椎体前縁から約1 cm前方で抵抗消失が得られるが、得られない場合には腹大動脈壁にある可能性があるため、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、造影剤または造影剤と局所麻酔薬の混合液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 (T_{12}/L_1) または、第1腰椎/第2腰椎間 ($L_{1/2}$) 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 ($L_{1/2}$) 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または造影剤と局所麻酔薬の混合液 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（リンパ節転移や腫瘍浸潤などの有無）を確認し、ブロックが可能かどうかを評価する。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。

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 10~20 ml 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^{1,14,16-24}。

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摂取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は起こり得る。

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にならないとされてはいるが、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大動脈解離が生じた症例の報告がある。

7) 臓器穿刺

横隔膜・腎・尿管・肝・肺（気胸）穿刺の可能性はある。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こり得る。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。(図説痛みの治療入門)。東京, 中外医学社, 1997: 194-218. [VI, 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. [VI, 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. [II, G1]
- 4) Gao L, et al: A randomized clinical trial of nerve block to manage end-stage pancreatic cancerous pain. Tumour Biol 2014; 35: 2297-2301. [II, G1]
- 5) 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. [II, G1]
- 6) Zhong W, et al: Celiac plexus block for treatment of pain associated with pancreatic cancer: A meta-analysis. Pain Pract 2014; 14: 43-51. [I, G1]
- 7) Yan BM, et al: Neurolytic celiac plexus block for pain control in unresectable pancreatic cancer. Am J Gastroenterol 2007; 102: 430-438. [I, 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. [I, 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. [I, G1]
- 10) Arcidiacono PG, et al: Celiac plexus block for pancreatic cancer pain in adults. Cochrane Database Syst Rev 2011; CD007519. [I, G1]
- 11) Amr YM, et al: Comparative study between 2 protocols for management of severe pain in patients with unresectable pancreatic cancer: one-year follow-up. Clin J Pain 2013; 29: 807-813. [II, G1]
- 12) 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. [III, G2]
- 13) Rykowski JJ, et al: Efficacy of neurolytic celiac plexus block in varying location of pancreatic cancer. Anesthesiology 2000; 92: 347-354. [III, G2]
- 14) Patt RB, et al: Technique for neurolytic neyral blockade. (Cousins MJ, et al,

- ed: Neural blockade.) Lippincott-Raven, 1998: 1035-1047. [VI, G5]
- 15) 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. [VI, G5]
 - 16) 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. [VI, G5]
 - 17) 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. [VI, G5]
 - 18) 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. [VI, G5]
 - 19) Ina H, et al: New technique for the neurolytic celiac plexus block: The transintervertebral disc approach. *Anesthesiology* 1996; 85: 212-217. [VI, G5]
 - 20) Waldman S: Celiac plexus block. (Atlas of interventional pain management.) Philadelphia, Saunders, 2004: 265-293. [VI, G5]
 - 21) Ronald K, et al: Aortic dissection as a complication of celiac plexus block. *Anesthesiology* 1995; 83: 632-635. [V, G4]
 - 22) Galizia EJ, et al: Paraplegia following celiac plexus block with phenol. *Br J Anaesth* 1974; 46: 539-540. [V, G4]
 - 23) Fine PG, et al: Chylothorax following celiac plexus block. *Anesthesiology* 1985; 63: 454-456. [V, 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. [V, G4]

II-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、がんによる痛み、良性の難治痛に用いられる。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）のがん性疼痛患者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%）に良い効果を認めている²⁾。

1. 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。また、CTガイド下¹²⁾や超音波ガイド下¹³⁾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 12~15 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] リドカイン塩酸塩およびそれと同等な薬液を用いる。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について述べる。

a. 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5~7 cm 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。

b. 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。

腹腔神経叢ブロックと同様に、CTガイド下で施行する方法もある。

3. 合併症^{5-9,14)}

重大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こり得る。

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. [III, G2]
- 2) Plancarte R, et al: Neurolytic superior hypogastric plexus block for chronic pelvic pain associated with cancer. *Reg Anesth* 1997; 22: 562-568. [V, 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. [VI, G5]
- 4) Plancarte R, et al: Superior hypogastric plexus block for pelvic cancer pain. *Anesthesiology* 1990; 236-239. [V, G3]
- 5) 井関雅子, 他: 上下腹神経叢ブロック. (高崎真弓・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. [VI, G5]
- 6) Waldman S: Hypogastric plexus block. (Atlas of interventional pain management.) Philadelphia, Saunders, 2004; 411-418. [VI, 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. [VI, G5]
- 8) 山室 誠: 上下腹神経叢ブロック. (図説痛みの治療入門). 東京, 中外医学社, 1997; 218-221. [VI, 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. [VI, G5]
- 10) Mishra S, et al: Anterior ultrasound-guided superior hypogastric plexus neurolysis in pelvic cancer pain. *Anaesth Intensive Care* 2008; 36: 732-735. [V, G5]
- 11) Gamal G, et al: Superior hypogastric block: Transdiscal versus classic posterior approach in pelvic cancer pain. *Clin J Pain* 2006; 22: 544-547. [II, G1]
- 12) Ghoneim AA, et al: Comparative study between computed tomography guided superior hypogastric plexus block and the classic posterior approach: A prospective randomized study. *Saudi J Anaesth*. 2014; 8: 378-383. [II, G1]
- 13) Mishra S, et al: Efficacy of the anterior ultrasound-guided superior hypogastric plexus neurolysis in pelvic cancer pain in advanced gynecological cancer patients. *Pain Med* 2013; 14: 837-842. [II, G1]
- 14) Bosscher H: Blockade of superior hypogastric plexus block for visceral pelvic pain. *Pain Practice* 2001; 1: 162-170. [VI, G5]

II-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。X線透視下に造影をすれば関節内の病変も診断可能である。超音波ガイド下に施行すると解剖学的位置関係がわかりやすい。

1. 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構成し、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、局所麻酔薬（1%[w/v]リドカイン塩酸塩およびそれと同等な薬液）1～3 ml とステロイド薬（デキサメタゾンとして2～4 mg もしくはそれと同等な薬物）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注射剤を2.5 ml 使用する。ヒアルロン酸ナトリウム関節内注射剤を使用する場合は、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。X線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やイオトロラン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。

a. 肩 関 節

肩関節腔内注入（狭義の肩関節関注）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、超音波ガイド下に後方から行う方法もある。X線透視下に行う場合は、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、X線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、確実な効果発現および神経損傷回避の面から超音波ガイド下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を単独で用いることが多い。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。症状が重い場合は、ステロイド薬を添加することもある。

b. 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。また、超音波ガイド下に外側より穿刺することもある。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⁹⁾。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.

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。

c. 股関節

股関節穿刺は必ず X 線透視下もしくは超音波ガイド下で施行する。最も行われている X 線透視下法は、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の剤型のステロイド薬混合液を 3~5 ml 注入する。

d. 顎関節

仰臥位もしくは坐位で、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。超音波ガイド下で施行する方法もある。

e. 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の剤型のステロイド薬混合液を 3~5 ml 程度注入する。X 線透視下や超音波ガイド下で施行する方法もある。

f. 橈骨手根関節

仰臥位もしくは坐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側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の剤型のステロイド薬混合液を 1~3 ml 程度注入する。

g. 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ー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の剤型のステロイド薬混合液を 5~7 ml 程度注入する。X 線透視下もしくは超音波ガイド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、ステロイド薬は炎症や症状が強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. [V, G5]
- 2) Waldman SD: Atlas of pain management injection techniques. Philadelphia, WB Saunders, 2000;249-293. [V, G5]
- 3) 大瀬戸清茂: 関節のブロック. MB Orthop 1995;8:143-149. [VI, 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. [VI, 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. [VI, 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. [VI, 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. [VI, 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. [VI, G5]
- 9) 日本整形外科学会変形性膝関節症診療ガイドライン策定委員会: 変形性膝関節症の管理に関する OARSI 勧告, OARSI によるエビデンスに基づくエキスパートコンセンサスガイドライン (日本整形外科学会変形性膝関節症診療ガイドライン策定委員会による適合化終了版). 日本整形外科学会ホームページ 2012 [I a, G1]

II-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。厳密には、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果たす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、実際には曲面構造をしている。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みられても、必ずし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、これは一般的なもの (1%

椎間関節
zygapophyseal joint
facet joint
椎間関節症
facet syndrome

[w/v]リドカイン塩酸塩およびそれと同等なもの) 1~5 ml でよい。

関節内に注入するのは、1 椎間当たり局所麻酔薬 (1~2% [w/v] リドカイン塩酸塩およびそれと同等な薬液) 0.5~1 ml とステロイド薬 (デキサメタゾンとして 2~4 mg もしくはそれと同等な薬物) である。一般的には、多くは X 線透視下で施行するが、その場合は、針先の位置確認のためには脊髄造影でも使用でき、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ヘキソールやイオトロランを 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^{4,8)}

椎間関節ブロックは、部位により体位、刺入方法などが変わり、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 X 線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 X 線透視を行う。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やイオトロラン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れば、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、合併症有無の確認をした後、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、長軸像で施行高位を確認した後、プローブを回転させ短軸像とし、目的椎間関節を同定し、平行法で外側より穿刺する。穿刺針の刺入経路には重要な血管や神経はないことが多いが、安全かつ確実な効果を得るためには穿刺針の全長をしっかりと描出しながらゆっくりと針を進め、薬液も緩徐に注入することが必要である³⁾。

a. 頸椎椎間関節ブロック

後頭環椎関節ブロック ($C_{0/1}$ 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なるようにして行い、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。

b. 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。

c. 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。どちらの方法も、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、脊髓穿刺、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り、また、診断法としてのエビデンスは高いが、治療効果としてのエビデンスは不十分または不明であるため⁹⁻¹³⁾、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) Bogduk N: 齋藤昭彦・監訳: Clinical Anatomy of the Lumbar Spine and Sacrum, 4th ed. 腰椎・骨盤領域の臨床解剖学: 腰痛の評価・治療の科学的根拠. 東京, エルゼビア・ジャパン, 2008; 31-39 [V, 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. [VI, G5]
- 3) Loizides A, et al: Ultrasound-guided injections in the lumbar spine. Medical Ultrasonography 2011; 13: 54-58 [VI, G5]
- 4) 湯田康正: 椎間関節造影・ブロック. MB Orthop 1995; 8: 57-68. [VI, G5]
- 5) 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. [VI, G5]
- 6) 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-神経ブロック-). 東京, 医学書院, 2000, 199-208. [VI, G5]
- 7) 山上裕章, 他: 関節ブロック (Ⅲ) - 椎間関節ブロック -. ペインクリニック 1997; 18: 829-836. [VI, 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. [VI, G5]
- 9) Falco FJ, et al: Systematic review of therapeutic effectiveness of cervical facet joint interventions: An update. Pain Physician 2012; 15: E839-E868. [I, G1]
- 10) Falco FJ, et al: Systematic review of diagnostic utility and therapeutic effectiveness of cervical facet joint interventions. Pain Physician 2009; 12: 323-344. [I, G1]
- 11) Manchikanti L, et al: An update of evaluation of therapeutic thoracic facet joint interventions. Pain Physician 2012; 15: E463-E481. [I, G1]
- 12) Sehgal N, et al: Systematic review of diagnostic utility of facet (zygapophysial) joint injections in chronic spinal pain: An update. Pain Physician 2007; 10: 213-228. [I, G1]
- 13) Datta S, et al: Systematic assessment of diagnostic accuracy and therapeutic utility of lumbar facet joint interventions. Pain Physician 2009; 12: 437-460. [I, G1]

II-22. エピドラスコピー, Racz スプリングガイドカテーテル[®]

A. 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、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、1995年に Serberski ら¹⁾ によって一般化された。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。腰椎椎間板ヘルニア²⁾ や腰部脊柱管狭窄症³⁾、腰椎術後⁴⁾ の保存療法に抵抗性の症例などに多く施行されてきた。一般的には、仙骨部腰部硬膜外造影⁵⁾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。慢性難治性腰痛に対する無作為化比較試験 (RCT) では、痛みの責任高位が確実に診断でき、6カ月以上の痛みの緩和が得られることが報告されている⁶⁾。また、腰椎術後症例に対して1年以上の腰痛の緩和⁷⁾、保存療法に反応しない腰部脊柱管狭窄症に対しても1年以上の腰痛の緩和、3カ月以上の下肢痛の緩和が報告⁸⁾されている。

以前は、腰椎椎間板ヘルニア、腰部脊柱管狭窄症または腰椎手術後の腰下肢痛で保存治療に抵抗性のものは先進医療 (硬膜外腔内視鏡による難治性腰下肢痛の治療) として認められていたが、2015年4月より先進医療取り消しがあり、保険診療および先進医療としては施行できなくなった。

1. 解剖と生理

硬膜外腔は、全脊椎にわたって黄色靭帯と硬膜の間にあるコンパートメントで、主に脂肪組織と細い動静脈で占められており、通常、陰圧になっている。また、硬膜外腔は生理食塩水などを注入することで空間的拡がりを得ることができ、その広さは、胸椎部で2~3mm、腰椎部5~6mm程度である。癒着や狭窄がなければ1~2mm径のカテーテルは挿入可能である。皮膚表面から針を穿刺して、骨組織を避けて硬膜外腔に進入するには、椎弓間、椎間孔、仙骨裂孔の3つの経路があるが、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⁹⁾、イントロデューサの挿入が困難であることがある。

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有効性が高くなる,

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^{9,10)}。

RCT : randomized controlled trial
無作為化比較試験
ランダム化比較試験

2. 手技および施行上の注意点

1) 使用物品・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0.9mm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ロテックセット, 点滴セットなどが必要となる。

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]リドカイン塩酸塩およびそれと同等なもの)5~10ml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]リドカイン塩酸塩(およびそれと同等なもの)10ml程度と水溶性ステロイド薬である。以前は, トリアムシノロンアセトニドなどの懸濁性ステロイド薬が使用されたが, 脊髄・脳梗塞などの副作用などの関係から水溶性の剤型のデキサメタゾンなどが望ましい。術中の造影には, 副作用の可能性が少なく, 脊髄造影にも使用できる非イオン性造影剤のイオヘキソール10~30ml程度を使用する。

2) 手 技¹¹⁾

下腹部もしくは腸骨部に枕を入れた腹臥位で行う。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。生理食塩水の注入のスピードが速いと, 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¹⁰⁾ので, 注入スピード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, 神経根周囲の剥離などの効果を確認し, 局所麻酔薬およびステロイド薬を注入して終了とする。

術中の痛みが強いので, 全身麻酔で行うことが多い。しかし, 剥離時の痛みと患部との位置的な関連性の確認のためや, 神経根の損傷や硬膜外腔圧上昇による合併症を回避するために, 完全に意識を遮断しない程度の鎮静に留めておいた方がよい。

3. 合併症

手技による合併症としては, 硬膜穿破¹²⁾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, 痙攣なども起こり得る。また, 硬膜損傷による高位脊髄くも膜下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¹³⁾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. [VI, G5]
- 2) 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. [V, G5]
- 3) 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. [V, G5]
- 4) 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. [V, G5]
- 5) 伊達 久: 仙骨硬膜外造影. 花岡一雄監修エピドラスコピー. 東京. 克誠堂出版. 2002; 115-137. [VI, G5]
- 6) Manchikanti L, et al: A randomized, controlled trial of spinal endoscopic adhesiolysis in chronic refractory low back and lower extremity pain. *BMC anesthesiol* 2005; 5: 10 [III, G1]
- 7) Manchikanti L, et al: The value and safety of epidural endoscopic adhesiolysis. *Am J Anesthesiol* 2000; 27: 275-279 (IVb, G2)
- 8) Igarashi T, et al: Lysis of adhesions and epidural injection of steroid/local anaesthetic during epidurascopy potentially alleviate low back and low leg pain in elderly patients with lumbar spinal stenosis. *Br J Anaesth* 2004; 93: 181-187 (III, G2)
- 9) 大谷晃司: エピドラスコピーの治療効果の発現機序-実験的馬尾・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. [VI, G5]
- 10) 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. [VI, G5]
- 11) 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. [V, G5]
- 12) 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. [V, G4]
- 13) 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. [V, G4]

B. Racz スプリングガイドカテーテル[®] による 硬膜外神経根形成術・硬膜外癒着剥離術

Racz スプリングガイドカテーテル[®] (以下, Racz カテーテル) による硬膜外神経根形成術・硬膜外癒着剥離術は, 脊椎手術後症候群 (FBSS), 椎間板ヘルニア, 脊柱管狭窄症などによる難治性の痛みの原因である神経根周囲の癒着に対して, カテーテル操作と薬液投与による剥離を行い, 痛みを緩和させる方法である. 本法は1989年頃にRaczらによって使用が試みられた. その後, 世界各国に普及し, 2007年の時点では全世界で170万症例以上で施行されており¹⁾, 主に慢性腰下肢痛への有効性を示す報告が多くみられる¹⁻⁹⁾.

エピドラスコピーとの違いは, Racz カテーテルでは, ①内視鏡で癒着部位を直視することはできず, X線透視のみを用いてカテーテルを誘導すること, ②カテーテルは細くて柔らかいため, 広範囲な硬膜外腔の機械的鈍的癒着剥離は難しく, 痛みの原因となる神経根周囲の狭い領域に対して, 薬液投与による化学的癒着剥離が主体となること, ③腰椎, 仙骨部だけでなく, 胸椎, 頸椎にも適応が可能であること^{10,11)} などである.

1. 解剖と生理

解剖については「A. エピドラスコピー, 1. 解剖と生理」を参照されたい. Racz カテーテルは, 椎弓間, 椎間孔, 仙骨裂孔の3つの経路より硬膜外腔に挿入し,

FBSS : failed back surgery
syndrome
脊椎手術後症候群

さらに目的の神経根部近傍にカテーテルを誘導することで、脊椎のすべての部位での硬膜外腔の癒着剥離、神経根形成術を行うことが可能である。

Racz カテーテルによる神経根周囲の癒着剥離は、カテーテル先端での機械的剥離よりも、薬液による化学的剥離が主体となる。薬液としては、一般的には、ヒアルロニダーゼ、10% [w/v] 高張食塩水、局所麻酔薬、ステロイド薬を使用する（これらのうち、ヒアルロニダーゼは本邦では保険適応外である。それぞれの作用機序としては、ヒアルロニダーゼは、癒着組織のヒアルロン酸を分解し、癒着剥離効果と同部位へ他の薬物の拡散効果をもたらす¹²⁾。10% [w/v] 高張食塩水は浸透圧差により癒着・炎症部位の神経浮腫を軽減し、鎮痛効果を増強させる^{5,6)}。局所麻酔薬は神経ブロック効果により痛みを軽減し、ステロイド薬は炎症・癒着部位に抗炎症効果を発揮する。

2. 手技および施行上の注意点

1) 使用機器, 薬物

- i) Racz カテーテル：ステンレス製の連続スプリングコイルで形成され、操作が安定するようにカテーテルの中にスタイレットが挿入できる構造になっている。
- ii) Racz カテーテル挿入専用の硬膜外針：先端が鈍で、カテーテルを抜き差ししても、カテーテルの損傷・切断が起こりにくく加工されている。
- iii) X 線透視装置。
- iv) X 線透視が可能な手術台。
- v) 各種薬物（局所麻酔薬、ステロイド薬、ヒアルロニダーゼ、10% [w/v] 高張食塩水、造影剤）。
- vi) 各種シリンジ。

2) 手 技¹³⁾

硬膜外腔へのアプローチ経路によって、経仙骨裂孔法⁵⁻⁹⁾、経椎弓間法^{10,11)}、経椎間孔法¹⁴⁾、経 S₁ 後仙骨孔法¹⁵⁾ などが報告されている。頸椎、胸椎をターゲットにする場合は、通常の硬膜外ブロックと同様のアプローチである経椎弓間法で行うのが一般的である。どのアプローチでも、カテーテル先端を目的部位まで誘導した後薬液投与を行う。ここでは最も汎用されている経仙骨裂孔法での実際の手技について記載する。

体位は腹臥位とし、脊椎ができるだけ水平になるように下腹部に枕を入れた状態にする。下肢は 30 度程度開脚し、足先は内側を向くように足を内転させる。触診および X 線透視下で仙骨裂孔を確認し、その付近に局所麻酔を行った後、正中で（カテーテルを留置する場合は 1 cm 程度傍正中で）仙骨裂孔に向けて専用の 15~16G の硬膜外針を刺入する。X 線透視下で針先が硬膜外腔に挿入されたことを確認する。くも膜下穿刺を避けるため、針先は S₃ より頭側には進めないようにする。血液や髄液の逆流のないことを確認し、造影剤を注入し硬膜外造影を行い、硬膜外腔と神経根の造影欠損部位を確認する。その後、スタイレットを挿入した Racz カテーテルを、硬膜外針を通して硬膜外腔に誘導する。この時、スタイレットの先端を軽く屈曲させておくとその後のカテーテルの先端操作が容易になる。カテーテル先端を目的の神経根部位まで誘導し、可能なら先端で神経根周囲の癒着剥離を行った後、スタイレットを抜去し、カテーテルを薬液注入ポートの付いたコネクタに

接続して、薬液を注入する。カテーテルの留置を行う場合は、カテーテルだけ残して硬膜外針を抜去し、糸糸などでカテーテルを挿入部で皮膚に固定する。

3) 使用薬物と投与方法

具体的な使用薬物については、造影剤では脊髓造影にも使用できる非イオン性造影のイオヘキソール、イオトロランを使用し、癒着状態の評価とカテーテルの位置確認、硬膜外投与の確認（血管内・硬膜下・くも膜下投与でないことの確認）を行う。局所麻酔薬では、0.2% [w/v] ロピバカイン塩酸塩^{7,9)}、0.25% [w/v] プピバカイン塩酸塩⁵⁾、2% [w/v] リドカイン塩酸塩^{6,8)} が使用される。ステロイド薬として、水溶性の剤型のデキサメタゾン⁹⁾、ベタメタゾン⁸⁾、メチルプレドニゾロン⁶⁾ が使用される。さらに、癒着剥離目的で、ヒアルロニダーゼ、10% [w/v] 高張食塩水が使用される場合が多い^{5,6,8,9)}。

薬物の投与方法には、エピソードラスコピーと同様に、カテーテル挿入時に癒着剥離と薬液投与を行い、すぐにカテーテルを抜去する単回法^{6,8)} と、カテーテルを留置して3日間連日で薬液を注入する3日間法^{5,9,15)} が報告されている。実際には、単回法では、硬膜外針が硬膜外腔に達した時点で、生理食塩液 10 ml で希釈したヒアルロニダーゼ 1,500 単位を注入、カテーテルを目的の位置に誘導後、炎症・癒着部位に 0.2% [w/v] ロピバカイン塩酸塩 5~10 ml、デキサメタゾン 4~8 mg を投与、さらに 10% [w/v] 高張食塩液 10 ml を 30 分かけて注入する。3日間法の場合は、2日目と3日目には、0.2% [w/v] ロピバカイン塩酸塩 5~10 ml と 10% [w/v] 高張食塩液 10 ml の注入を行い、カテーテルを抜去して終了とする⁹⁾。

4. 合併症^{16,17)}

合併症については、硬膜外穿刺、カテーテル操作などの手技に関連するものとして、硬膜穿破とそれに関連する頭痛、硬膜外血腫、血管損傷、神経損傷、脊髓損傷などの報告がある。愛護的なカテーテル操作と X 線透視下によるカテーテルの位置確認が重要である。また、出血傾向の患者に本処置は禁忌である。次に、投与薬物に起因するものとして、局所麻酔薬の硬膜下・くも膜下投与による高位脊髄くも膜下麻酔、薬物アレルギーがある。なお、灌流液は少量しか使用しないため、エピソードラスコピーで発生することがある脳圧亢進による合併症の危険性は低いと考えられる。その他、局所の感染、硬膜外膿瘍、髄膜炎など報告されている。

参考文献

- 1) Racz GB, et al: Percutaneous lysis of epidural adhesions: Evidence for safety and efficacy. *Pain Pract* 2008; 8: 277-286. [I, G1]
- 2) Chopra P, et al: Role of adhesiolysis in the management of chronic spinal pain: A systematic review of effectiveness and complications. *Pain Physician* 2005; 8: 87-100. [I, G1]
- 3) Trescot AM, et al: Systematic review of effectiveness and complications of adhesiolysis in the management of chronic spinal pain: An update. *Pain Physician* 2007; 10: 129-146. [I, G1]
- 4) Epter RS, et al: Systematic review of percutaneous adhesiolysis and management of chronic low back pain in post lumbar surgery syndrome. *Pain Physician* 2009; 12: 361-378. [I, G1]
- 5) Heavner JE, et al: Percutaneous epidural neuroplasty: Prospective evaluation of 0.9% NaCl versus 10% NaCl with or without hyaluronidase. *Reg Anesth Pain Med* 1999; 24: 202-207. [II, G1]

- 6) Manchikanti L, et al: One day lumbar epidural adhesiolysis and hypertonic saline neurolysis in treatment of chronic low back pain: A randomized, double-blind trial. *Pain Physician* 2004; 7: 177-186. [II, G1]
- 7) Veihelmann A, et al: Epidural neuroplasty versus physiotherapy to relieve pain in patients with sciatica: A prospective randomized blinded clinical trial. *J Orthop Sci* 2006; 11: 365-369. [II, G1]
- 8) Manchikanti L, et al: Assessment of effectiveness of percutaneous adhesiolysis in managing chronic low back pain secondary to lumbar central spinal canal stenosis. *Int J Med Sci* 2013; 10: 50-59. [II, G1]
- 9) 松本富吉: Racz カテーテル (r) 経仙骨裂孔硬膜外神経形成術 3 日間法: 腰部脊椎手術後難治性疼痛 54 症例. *ペインクリニック* 2013; 34: 245-252. [V, G2]
- 10) Park CH, et al: Preliminary results of the clinical effectiveness of percutaneous adhesiolysis using a Racz catheter in the management of chronic pain due to cervical central stenosis. *Pain Physician* 2013; 16: 353-358. [V, G2]
- 11) Moon DE, et al: Assessment of clinical outcomes of cervical epidural neuroplasty using a racz-catheter and predictive factors of efficacy in patients with cervical spinal pain. *Pain Physician* 2015; 18: E163-170. [V, G2]
- 12) Watson D: Hyaluronidase. *Br J Anaesth* 1993; 71: 422-425. [VI, G5]
- 13) 松本富吉: Racz カテーテル (r) 硬膜外神経根形成術機器. *麻酔* 2014; 63: 766-774. [IV, G5]
- 14) 松本富吉: Racz カテーテル (r) 経椎間孔アプローチが奏効した腰部脊柱管狭窄症による多発神経根症. *慢性疼痛* 2011; 29: 63-68. [V, G4]
- 15) 松本富吉, 他: Racz カテーテル (r) 松本法 (経 S₁ 後仙骨孔カテーテル硬膜外留置法) による腰椎手術後難治性神経痛 (FBSS) の治療経験. *ペインクリニック* 2014; 35: 1529-1534. [V, G4]
- 16) Talu GK, et al: Complications of epidural neuroplasty: A retrospective evaluation. *Neuromodulation* 2003; 6: 237-247. [V, G4]
- 17) Wagner KJ, et al: Risks and complications of epidural neurolysis: A review with case report. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2006; 41: 213-222. [V, G4]

II-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 線透視下以外にも 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

a. 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4 cm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く。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線画像で、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2~3 ml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。

b. 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

a. 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] リドカイン塩酸塩 2~5 ml。

b. 神経破壊の場合

腰部交感神経節1カ所につき1~2% [w/v] リドカイン塩酸塩およびそれと同等のもの3 ml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(50~90℃, 90~180秒間)を行う。

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線画像により、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。腹臥位の方が気胸の確率は低い。

2) 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、Horner 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の合併症が考えられる。

参考文献

- 1) 内野博之, 他: 乳癌の腋窩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. [V, G5]
- 2) Ohseto K: Contrast radiography and effects of thoracic sympathetic ganglion block. J Anesth 1991;5:132-141. [V, 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. [V, G3]
 - 4) 大野健治: 胸部交感神経節ブロック. MB Orthop 1995;8:81-90. [VI, G5]
 - 5) 大瀬戸清茂: 胸部交感神経ブロック. (大瀬戸清茂・編: ペインクリニックー診断・治療ガイド). 東京, 日本医事新報社, 2000, 160-169. [VI, G5]

II-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遮断し、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神経ブロックである。近年、下肢痛を伴わない腰痛で非神経根性の腰痛を非髄根性腰痛と呼ぶが、これ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で構成され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で高周波熱凝固法を併用し、使用薬液量を少量（エタノール1~1.5 ml 前後）とするか、高周波熱凝固法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X線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ブロックであるが、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

a. 傍脊椎法

X線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2~3 ml 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。

b. 経椎間板法

刺入は椎間で行うため、L_{2/3} の 1 カ所で行う。体位は患側上の斜位で、椎間板造影の要領で椎間板を穿刺する。上関節突起が前方 1/4~1/5 になるように患者の斜位を調整し、上関節突起を滑らせるようにして椎間板に到達する。この時点で患者を完全側臥位に戻す。X 線画像側面・正面像で現在の針先の位置を確認し、生理食塩水を入れたシリンジを装着し、抵抗消失法で椎間板を抜けたことを確認する。造影剤を用いて針先の位置を確認し、局所麻酔薬を注入する。それ以後は傍脊椎法と同様である。

3) 薬 物

a. 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] リドカイン塩酸塩 2~5 ml。

b. 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] リドカイン塩酸塩 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 (50~90 °C, 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⁾。NSAIDs 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及ぶと、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、火傷をしたようなピリピリ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⁾。大腰筋造影所見がみられるか、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狙い、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の患者では、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。傍脊椎法の場合も、椎体に密着させたまま針を進める時に腰動脈を穿刺す

NSAIDs : nonsteroidal
anti-inflammatory drugs
非ステロイド性抗炎症薬

る可能性がある。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。この神経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接触を保っていれば、この合併症は防げる。

7) 椎間板炎

経椎間板法の場合、ブロック施行の 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, 他: 腰痛に対する腰部交感神経節ブロックー腰痛に対する腰部交感神経節ブロックの位置付けー. 日本腰痛会誌 2006;12:61-66. [VI, 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. 脊椎脊髄ジャーナル 2008;21:217-221. [VI, 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. [VI, G5]
- 4) Ohno K, et al: Transdiscal lumbar sympathetic block: A new technique for a chemical sympathectomy. Anesth Analg 1997;85:1312-1316. [VI, G5]
- 5) 大野健次: 腰部交感神経ブロックー傍脊椎法と経椎間板法. ペインクリニック 1997;18:179-188. [VI, 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. [VI, G5]
- 7) Boscardin JB, et al: Human intradiscal levels with cefazolin. Spine 1992;17:s145-s148. [VI, G5]

II-25. 硬膜外自家血パッチ(硬膜外自己血注入療法)

硬膜外自家血パッチ (AEBP) とは、採取した自家血を硬膜外腔に注入する治療法であり、脳脊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われるが、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。

AEBP : autologous epidural blood patch
硬膜外自家血パッチ

1. 解剖と生理・奏効機序

1) 硬膜外自家血パッチの奏効機序

硬膜外自家血パッチが脳脊髄液漏出症に効果を示す機序として、2つの機序が考えられている。1つは、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。もう1つは、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、むしろスポンジ状の“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

薬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腔の容量が大きく、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。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. 適 応

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となる。硬膜穿刺後頭痛に対する硬膜外自家血パッチは、治療的にも予防的にも有効性を示す複数のエビデンスがある³⁻⁵⁾。特発性髄液漏出症については、画像上、漏出部位を確認した上で漏出部位近傍へ注入する方法が有効と報告されている^{6,7)}。なお、施設基準は設定されているが、2016年4月から保険適応となっている。

3. 手技および施行上の注意点

1) ランドマーク法（盲目的投与方法）

脳脊髄液の漏出部位が推定できる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が、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。十分な効果を得るのに必要な自家血注入量については多くの報告があり、適切な注入量は今後の検討課題である。

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⁷⁾。X線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には、脊髓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。

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⁸⁾。

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⁸⁾。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（例：血液：造影剤＝3～4：1）した後、拡がりをX線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、下肢痛などが出現した場合は休止し、穿刺部位の変更も考慮する。局所の痛みがある場合は、血液が十分に拡がらず局所に貯留したり、片側性に拡がったりする場合が多い。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⁹⁾。

4. 合併症

一般的な神経ブロックと同様、穿刺に伴う出血や感染の可能性がある。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。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。重篤な合併症は稀で安全とするレビューが多いが、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。

5. 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（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¹⁰⁾。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¹¹⁾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。

PDPH : postdural puncture
headache
硬膜穿刺後頭痛

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. [V, 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. [V, G2]
- 3) Seebacher J, et al: Epidural blood patch in the treatment of postdural puncture headache: A double blind study. *Headache* 1989; 29: 630-632. [II, G1]
- 4) Sengupta P, et al: Prevention of postdural puncture headache after spinal anesthesia for extracorporeal shockwave lithotripsy: An assessment of prophylactic epidural blood patching. *Anesthesia* 1989; 44: 54-56. [II, G1]
- 5) van Kooten, et al: Epidural blood patch in post dural puncture headache: A randomized, observer-blind, controlled clinical trial. *J Neurol Neurosurg Psychiatr*

- try 2008;79:553-558. [II, G1]
- 6) Cho KI, et al: Spontaneous intracranial hypotension: Efficacy of radiologic targeting vs blind patch. Neurology 2010;76:1139-1144. [IVb, G2]
 - 7) 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. [IVb, G2]
 - 8) Ghaleb A, et al: Post-dural puncture headache. International Journal of General Medicine 2012;5:45-51. [V, G4]
 - 9) 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. [III, G2]
 - 10) 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. [II, G1]
 - 11) Ishikawa S, et al: Epidural blood patch therapy for chronic whiplash-associated disorder. Anesth Analg 2007;105:809-814. [V, G4]

II-26. 高周波熱凝固法, パルス高周波法

高周波熱凝固法 (RF) とは, 高周波エネルギーを用いて遮断したい各種神経を熱凝固することにより, 神経の伝達機能を長期的に遮断する方法である. パルス高周波法 (PRF) とは, 高周波電流を 42℃以下で間欠的に通電することにより電場を発生させ, 熱凝固を起こすことなく神経に影響を与えることによって鎮痛効果を発揮する治療である^{1,2)}. PRF は神経破壊的な方法ではないため, 合併症が少なく, 安全で低侵襲の治療法として様々な痛みの治療に広く応用されるようになった.

RF: radiofrequency
thermocoagulation
高周波熱凝固法

PRF: pulsed radiofrequency
パルス高周波法

1. 作用機序と生理

1) RF の作用機序

RF では, 約 300 Hz の高周波電流により分子が振動することで, 針先の非絶縁部を中心に周囲組織で熱が発生する. 熱凝固巣は, 非絶縁部を中心とする長径 2~4 mm というごく限られた範囲の楕円形のため, 周囲組織への影響が少ない. 針先が血管内に刺入されても温度が上がらないため, 血管損傷の可能性も低い. RF の熱凝固巣の大きさは穿刺針 (スライタール針) の非絶縁部 (active tip) の長さ, 針先の設定温度と凝固時間で決まり, 針先の温度の高い方が凝固範囲は大きくなる. 通常, 設定温度は 70~90℃である. 正確に目的とする神経だけに行われれば, 必要な効果だけを得ることができ, 合併症は生じにくい.

2) PRF の作用機序

PRF は, 高周波熱凝固装置を用いて先端が 4~10 mm 露出した 22G のスライタール針を通して, 5 万 Hz の高周波を, 0.5 秒間隔で 0.02 秒間, 2~6 分間, 間欠的に通電し, オフ時に熱が低下する結果, 針先端の温度が 42℃に保たれる^{1,2)}. PRF は, 神経を破壊する熱作用を伴わずに, 電場を発生させることができるように設定されている. PRF の正確な作用機序は解明されていないが, 主な作用機序としては, PRF の電場の作用が, ① 神経細胞の機能に重要な役割を果たす細胞膜内のイオンチャネル (Na⁺チャネル, Ca²⁺チャネル) の働きを抑制すること, ② 脊髄後角, 神経根, 末梢神経などの神経細胞の微細構造を変化させ, 神経細胞の機能を変化さ

せること, ③ 脊髄後角で長期抑制を誘導し, 慢性疼痛による長期増強に拮抗すること, ④ 脊髄後角において, ノルアドレナリンおよびセロトニン作動性の下行性疼痛抑制系を活性化すること, ⑤ 炎症性サイトカインの産生を抑制すること, などが報告されている^{1,2)}.

2. 手技および施行上の注意点

1) 使用機器

現在, 本邦で使用可能な高周波治療機器は, JK3とNT500(いずれも NeuroTherm[®])の2つである。最新機種 of NT500は, 温度モニタリング装置, 神経刺激装置, インピーダンス測定装置, 高周波発生装置という4つの機能を持っている。インピーダンスは, がんの痛みの治療である経皮的コルドトミーを例にとると, 針先が硬膜外組織にあると約400Ω, 脳脊髄液中に入ると150~200Ω, 脊髄内に入ると800~2,000Ωというように変化する。

2) 手 技

治療の基本的な流れについては, X線透視下または超音波ガイド下に目的とする神経にガイド針を進める。針先の適正な位置は, 50 Hzの知覚神経刺激および2 Hzの運動刺激の各々0.5 V以下の電気刺激で, 再現痛と筋収縮が得られることにより確認する。その後, RFでは局所麻酔薬を使用してから70~90℃で1~2分間通電する。

PRFにおいてもX線透視下に目的とする神経にガイド針を進め, 高周波熱凝固装置を用いて先端が4~10 mm露出した22Gのスライター針を通して, 2~6分間, 間欠的に通電する。PRFは神経組織の変性を起こす可能性は極めて低く, 筋力低下や知覚障害, 運動麻痺が生じにくい。RFが禁忌であった後根神経節や神経障害性疼痛の罹患部位での治療も可能である^{1,2)}。

3. 治療の有効性

RFの対象となる神経は, 頸部痛, 背部痛, 腰痛の原因となっている脊髄神経後枝内側枝(頸部, 胸部, 腰部), 仙腸関節外側枝, 末梢神経障害に対する交感神経節(胸部, 腰部), 特発性三叉神経痛に対する三叉神経節, 肩関節痛に対する肩甲上神経などである。各々の治療は, 様々な無作為化比較試験(RCT)で有効性が確認されている³⁾。

PRFによる治療では, 8件のRCT, 多くの前向き研究があり, その有効性が報告されている¹⁾。RCTの結果からは, 以下のように考えられる。

頸部神経根性疼痛に対する後根神経節のPRFや腰仙部神経根性疼痛に対する後根神経節のPRFは, 有効な治療である。頸椎椎間関節痛に対する後枝内側枝のPRFは, 効果的な治療であり, 安全性が高い。腰椎椎間関節痛に対する後枝内側枝のPRFは, RFと比較すると効果が低く, 効果期間も長くないといえる。慢性肩関節痛の患者に対する肩甲上神経PRFは, 関節内ステロイド薬注入と同程度に有効である。特発性三叉神経痛患者に対するガッセル神経節のPRFは効果が少なく, 従来のRF治療が選択されるべき治療と考えられる。

RCT : randomized controlled trial
無作為化比較試験
ランダム化比較試験

参考文献

- 1) Chua NH, et al : Pulsed radiofrequency treatment in interventional pain management : Mechanisms and potential indications : A review. Acta Neurochir (Wien) 2011 ; 153 : 763-771. [I, G1]
- 2) Gauci CA, et al : Manual of RF techniques : A practical manual of radiofrequency procedures in chronic pain management, 3rd ed. Amsterdam, Flivo Press BV, 2011 ; 16-46. [II, G1]
- 3) van Boxem K, et al : Radiofrequency and pulsed radiofrequency treatment of chronic pain syndromes : The available evidence. Pain Pract 2008 ; 8 : 385-393. [II, G1]

II-27. 脊髄刺激療法

脊髄刺激療法 (SCS) 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、脊椎手術後症候群 (FBSS)¹⁾、複合性局所疼痛症候群 (CRPS)²⁾、末梢血管疾患 (PVD)³⁾などで、他に帯状疱疹痛⁴⁾、多発性硬化症⁵⁾、脊柱管狭窄症⁶⁾、脊髄損傷⁷⁾などの難治性慢性疼痛⁷⁾や、痙縮、痙性斜頸などの運動機能異常や、狭心症⁸⁾などに試行されている。

本邦では、1992年に難治性慢性疼痛 (頑痛) の治療に保険適応となったが、2006年の厚生労働省告示で、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) 下行性疼痛抑制系の刺激・賦活、
- iv) γ アミノ酪酸 (GABA) など内因性疼痛抑制系の賦活、
- 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⁹⁾。

臨床的には、i) 神経障害性疼痛に有効症例が多いが、侵害受容性疼痛には無効である、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、などの特徴がみられる。

2. 使用機器

現在、本邦では Medtronic 社、St. Jude Medical 社、Boston Scientific 社の3社から脊髄刺激用機器が市販されている。脊髄刺激装置 (IPG) は、現在、電池内蔵型から充電電池内蔵型 (充電式) が主流となり、従来よりも治療の選択肢は増えている。刺激電極 (リード) も MRI 対応型の電極や経皮的に挿入できるパドル型の

SCS : spinal cord stimulation
脊髄刺激療法
neuromodulation
神経調節療法
FBSS : failed back surgery
syndrome
脊椎手術後症候群
CRPS : complex regional
pain syndrome
複合性局所疼痛症候群
PVD : peripheral vascular
disease
末梢血管疾患

GABA : γ -aminobutyric acid
 γ アミノ酪酸

IPG : implanted pulse
generator
脊髄刺激装置

電極や1本に16極の電極を備えたものなど新しいデバイスが増えてきた。本邦では市販されていないが、10 kHz以上の周波数を設定できる刺激装置も海外では実用化されており、新しい刺激法が有効であったとする報告もある^{10,11}。今後、本邦でも新たな脊髄刺激電極やIPGが市販されることで、SCSによる治療の可能性が広がることが期待される。

3. 手 技

脊髄電気刺激療法は、1) 電極の留置、2) 試験刺激、3) 刺激装置の植え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。試験刺激は、当初、刺激装置の植え込みを前提として皮膚を切開して電極を挿入するsurgical trialが行われていたが、近年では、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が一般的となっている¹²。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、植え込みを行う場合は、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。通常は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、電極を留置するべき髄節の高位が概ね知られている³。X線透視下に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、患者の痛み部位に最小の強さで刺激感が得られるように電極の位置を微調節する。位置が決定したら、surgical trialではアンカーを用いて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 stimulation¹³や、主に仙骨領域の痛みに対して尾側の神経根に向けて電極を留置する試みもある¹⁴。

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) 刺激装置の植え込み

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植え込む。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、内臓電池が消耗すれば、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9~10年とされているが、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。植え込み後のリモコン操作が不可能な患者も不适当と考えられる。

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る。刺激装置植え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、刺激装置植え込み部の痛み、などが報告されている¹⁵⁾。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対応の電極と刺激装置が市販されたが、対応していない機器では、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、刺激装置植え込み患者では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. [II, 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. [II, G1]
- 3) Ubbink DT, et al: Spinal cord stimulation for critical leg ischemia: A review of effectiveness and optimal patient selection. *J Pain Symptom Manage* 2006; 31 (Suppl): S30-S35. [I, G1]
- 4) Harke H, et al: Spinal cord stimulation in post herpetic neuralgia and in acute herpes zoster pain. *Anesth Analg* 2002; 94: 694-700. [IVb, G2]
- 5) 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. [IVb, G2]
- 6) Costantini A, et al: Spinal cord stimulation for the treatment of chronic pain in patients with lumbar spinal stenosis. *Neuromodulation* 2010; 13: 275-280. [IVb, G2]
- 7) Rogano L, et al: Chronic pain after spinal cord injury: Clinical characteristics. *Stereotact Funct Neurosurg* 2003; 81: 65-69. [IVb, G2]
- 8) Mannheimer C, et al: The problem of chronic refractory angina: Report from the ESC Joint Study Group on the Treatment of Refractory Angina. *Eur Heart J* 2002; 23: 355-370. [I, G1]
- 9) 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. [VI, G5]
- 10) Ridder DD, et al: Burst spinal cord stimulation: Toward paresthesia-free pain suppression. *Neurosurgery* 2010; 66: 986-990. [IVb, G2]
- 11) Van Buyten JP, et al: High-frequency spinal cord stimulation for the treatment of chronic back pain patients: Results of a prospective multicenter European clinical study. *Neuromodulation* 2013; 16: 59-66. [IVa, G2]
- 13) 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. [VI, G5]
- 14) Abejón D, et al: Dual spinal cord stimulation for complex pain: Preliminary study. *Neuromodulation* 2005; 8: 105-111. [IVb, G2]
- 15) Aló KM, et al: Sacral nerve root stimulation for treatment of urge incontinence and detrusor dysfunction utilizing a cephalocaudal intraspinal method of lead insertion: A case report. *Neuromodulation* 2001; 4: 53-58. [V, G4]
- 16) Kumar K, et al: Complications of spinal cord stimulation, suggestions to improve outcome, and financial impact. *J Neurosurg Spine* 2006; 5: 191-203. [IVb, G2]

II-28. 椎体形成術・骨穿孔術

A. 椎体形成術

経皮的椎体形成術（PVP, BKP）は、1987年にGalibertとDeramond¹⁾によって血管腫や骨融解性腫瘍に対する新しい治療法として報告された。その後、骨粗鬆性圧迫骨折にも適応が拡大され、現在は痛みの強い圧迫骨折の治療に広く用いられている。これまでに、圧迫骨折の痛みに対して有効であること、活動性やQOLの改善が認められること、重篤な合併症が少なく安全性が高いことなどが報告されているが^{2,3)}、2009年以前は有効なRCTによる検討はなされていなかった。2010年にKlazenら⁴⁾によるRCTが報告され、発症から6週間以内かつNRSが5以上の症例では、コントロール群に比べて術後1カ月、1年後で痛みのVASの低下が明らかになった（VERTOS II）。医療経済的な検討では、BKP施行群において、入院日数が短縮されることにより、他の圧迫骨折に対する一般的な対症療法を行った群と比較して費用対効果で有益であるとの報告⁵⁾と有益性が認められないとの報告もある⁶⁾。2011年に報告された、がん患者の圧迫骨折に対するBKPの有効性に関するRCT（CAFE）では、術後1カ月でBKP群と対症療法を行ったコントロール群の比較を行い、痛み、活動性、QOLともにBKP群で有意な改善が認められている⁷⁾。

PVP : percutaneous vertebroplasty
BKP : balloon kyphoplasty
経皮的椎体形成術

QOL : quality of life
生活の質

RCT : randomized controlled trial
無作為化比較試験
ランダム化比較試験

CAFE : The Cancer Patient Fracture Evaluation Study

1. 適応疾患

悪性疾患による椎体病的圧迫骨折、骨粗鬆症性椎体圧迫骨折。

2. 椎体形成術に必要な骨解剖

椎体、椎弓根、椎弓、副突起、横突起、棘突起。

3. 手技および施行時の注意点

X線透視下もしくはCT透視下で手術に準じた消毒の下に行う。術前に椎弓根までの深さや棘突起から穿刺部までの距離、穿刺針の角度などを、脊椎CT、MRI上などで作図・測定しておくことが望ましい。本手技は局所麻酔薬下で施行可能である。13Gの骨穿刺針を用いることが多い。皮膚および椎弓根部を局所麻酔した後、骨穿刺針を椎弓根に穿刺する。X線透視装置もしくはCTを用いて、椎弓根内を穿刺針が進んでいくことを確認しながら、慎重に針を進め、椎体まで到達させる。1椎体に対し、左右椎弓根より1本ずつ穿刺することが望ましい。適切な位置に針先を誘導したら、造影を行い、血管内注入や脊柱管内注入など誤注入にならないことも確認する。骨セメントや骨ペーストをゆっくり注入する。PVPでは注入量は1～2mlで十分である。術中・術後は予防的抗菌薬投与を行う。

4. 合併症

出血、感染、脊髄穿刺、脊柱管内セメント注入などが考えられる。脊髄穿刺や脊柱管内骨セメント誤注入はX線透視下に慎重に施行すれば回避できる合併症である。

参考文献

- 1) Galibert P, et al: Preliminary note on the treatment of vertebral angioma by percutaneous acrylic vertebroplasty. *Neurochirurgie* 1987; 33: 166-168
- 2) Ploeg WT, et al: Percutaneous vertebroplast. *view. Eur Spine J* 2006; 15: 1749-1758. [I, G2]
- 3) Hochmuth K, et al: Percutaneous vertebroplasty in the therapy of osteoporotic vertebral compression fractures: A critical review. *Eur Radiol* 2006; 16: 998-1004. [I, G2]
- 4) Klazen CA, et al: Vertebroplasty versus conservative treatment in acute osteoporotic vertebral compression fractures (Vertos II): An open-label randomized trial. *Lancet* 2006; 376 (9746): 1085-1092. [II, G1]
- 5) Strom O, et al: Cost-effectiveness of balloon kyphoplasty in patients with symptomatic vertebral compression fractures in a UK setting. *Osteoporos Int* 2010; 21: 1599-1608. [II, G1]
- 6) Fritzell P, et al: Cost-effectiveness of balloon kyphoplasty versus standard medical treatment in patients with osteoporotic vertebral compression fracture. *Spine* 2010; 36: 2243-2251. [II, G1]
- 7) Berenson J, et al: Balloon kyphoplasty versus non-surgical fracture management for treatment of painful vertebral body compression fractures in patients with cancer: A multicentre, randomized controlled trial. *Lancet Oncol* 2011; 12: 225-235. [II, G1]

B. 骨穿孔術

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。骨髄減圧術と呼ばれることもある。その用語は、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体の刺激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)}。

骨穿孔術・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、骨穿孔術は現在も膝関節、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・シュラッター病：Osgood-Schlatter disease），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。8～14G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。どちらの体位でも椎体骨髄内まで骨穿孔を行うことが望ましいとされていたが，骨髄液が吸引できれば椎弓までの穿刺でも十分な鎮痛が得られるとの報告もある²⁸⁾。

4. 合併症²²⁻²⁷⁾

1) 股関節

転子部骨折²⁹⁾，感染。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（局注、硬膜外ブロック等）を行う。感染は稀である。

3) 肩 関 節

腋窩神経損傷，上腕回旋動静脈損傷による出血・血腫，感染などがある。腋窩神経損傷，上腕回旋動静脈損傷による出血・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線透視下に慎重に行えば防ぐことができる。血腫は腰動静脈の損傷による可能性がある。

参考文献

- 1) Mackenzie JF, et al: Osteo-arthritis of hip and knee: Description of a surgical treatment. Br Med J 1936; 1: 306-308. [V, 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. [V, G4]
- 3) Arnoldi CC, et al: Intraosseous hypertension and pain in the knee. J Bone Joint Surg [Br] 1975; 57-B: 360-363. [V, G3]
- 4) Arnoldi CC: Intraosseous hypertension. Clinical Orthop Related Res 1976; 115: 30-34. [V, G5]
- 5) 鈴木 竣俊, 他: 骨内圧. 整形外科 1977; 28: 708-716. [V, 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. Clin Orthop Related Res 1978; 136: 143-156. [V, G5]
- 7) Haegerstam GA: Pathophysiology of bone pain: A review. Acta Orthop Scand 2001; 72: 308-317. [VI, G5]
- 8) Schneider U, et al: A new concept in the treatment of anterior knee pain: Patellar hypertension syndrome. Orthopedics 2000; 23: 581-586. [IVa, 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. [V, 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. [V, G4]
- 11) 高岸直人, 他: 変形性股関節症に対する Cortical Drilling の経験. 整・災外 1966; 16: 69-71. [V, 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. [V, 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. [V, G3]
- 14) Lieberman JR: Core decompression for osteonecrosis of the hip. Clin Orthop 2004; 418: 29-33. [IVb, 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. [IVa, 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. [IVb, 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. [V, 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. [V, 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 1167 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. [V, G3]
- 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付着部炎による膝痛

- の1症例. ペインクリニック 2009;30:1221-1229. [V, 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, 南工堂, 2004, 146-152. [VI, G3]
 - 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. [VI, 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. [VI, 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. [V, 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. [V, 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. [V, 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. [V, G5]
 - 28) 太田孝一: 脊椎圧迫骨折の急性痛に脊椎骨穿孔術を行うことにより在宅緩和医療に移行できた2症例. ペインクリニック 2015;36:79-83. [V, G4]
 - 29) Camp JF, et al: Core decompression of the femoral head for osteonecrosis. J Bone Joint Surg [Am] 1986;68-A:1313-1319. [V, G3]