

## B. 経気管的アプローチ

経喉頭的アプローチで換気ができない場合や喉頭より末梢に原因がある場合には経気管的な気道確保が必要である<sup>14-17)</sup>。経気管的アプローチは大半のCVCII症例に有効であり、下記のいずれかの方法を直ちにできる用意をしておく必要がある。

### 輪状甲状間膜よりのアプローチ

輪状甲状間膜切開は、輪状甲状間膜が皮下の直ぐ下にあり、皮膚上からわかりやすく、気管切開に比べて簡単に速く施行でき、侵襲が少なく、CVCII時の気道確保法として広く認められている。この方法は、麻酔科医にも容易に習得できるので、是非人形等で練習し、施行できるようにしておくべきである。気道確保困難が予想される場合には麻酔開始前に、輪状甲状間膜へのアプローチが可能であるかどうか調べておくとうまい。輪状甲状間膜よりのアプローチには幾つかの方法がある。

a. 針またはエラスターで穿刺する方法：18ゲージよりも太い針またはエラスターで輪状甲状間膜を穿刺する方法は、手技が簡単であり、特別な道具を要しない利点がある。ただ、穿刺針の内腔が狭く通常の方法では換気が難しく、ジェット換気の併用が必要である<sup>17) 20)</sup>。またジェット換気では、患者が動いたり、咳をししたりすると針やカテーテルが曲がり、この方法での失敗例の報告が幾つか有るので、太い、しっかりした針を使用し、確実に固定して行うことが大切である。

b. セルジンガー法<sup>17) 21)</sup>：皮膚の小切開（時に輪状甲状間膜の切開）を行い、針またはエラスターを気管内に入れ、それを通し、ガイドワイヤーを気管に入れ、そしてダイレーターで内腔を広げ、気管カテーテルを挿入する方法でかなり太いエアウェイを入れることができ、吸引、自発呼吸が可能である。ただ販売されているキットではカフ付きのチューブの挿入ができないものが多い。カフ無しのチューブでは人工呼吸は難しく、ジェット換気の併用が必要である。

c. 外科的な切開<sup>17)</sup>：輪状甲状間膜を外科的に切開する。上記の2法に比して侵襲的であるが、最も速く、確実にでき、カフ付きの気管切開チューブや挿管チューブを入れることができるので、十分な換気が可能になる。

### 気管切開法

気管切開は通常は第2-3、3-4気管輪間で施行される。この手技の習得にはかなりの経験を要し、施行に時間を要するので、CVCII時には不利である。

## C. その他の方法

他に種々の方法が有用な方法の候補に挙げられるが、何れの方法も、気道確保までに時間を要するの

で、CVCIIの適応になり難い。

## E. 結論

麻酔中に最も緊急の気道確保対策が必要なのはCVCIIの状態である。CVCIIはいずれの麻酔法でも起こり、繰り返しの挿管操作で起こり、また抜管後にも起こる。気管挿管困難または換気困難が予測される例では、術前より気道確保の方法の計画を立て、挿管困難例に対しては、むやみに繰り返しの挿管操作をしないことが大切である。CVCIIが発生したら、LMA、コンビチューブ<sup>TM</sup>などの経喉頭的なアプローチ、経気管的アプローチ（輪状甲状間膜穿刺または切開、気管切開）などで緊急的に気道を確保し、直ちに換気をする必要がある。CVCIIの予測は困難ですべての麻酔症例がCVCIIになる可能性があるため、麻酔科医はCVCIIに対処できる様に日頃より訓練しておく必要がある。

このマニュアルを作成するに当たっては、我が国の論文を参考にしようとしたが、CVCIIに関する症例報告および統計がほとんどなく、実情の把握が十分にできなかった。そのため不足分は該当する外国の論文を参考にした。今後わが国の現状を把握し、実情にあったマニュアルの作成が必要になる。

## F. 研究発表 なし

## G. 知的財産権の出願・登録 なし

## 参考文献

- 1) 日本麻酔学会手術室安全対策委員会：「麻酔関連偶発症例調査1994」について。麻酔1996；45：1538-48
- 2) 日本麻酔学会手術室安全対策委員会：「麻酔関連偶発症例調査1995」について。麻酔1997；46：424-34
- 3) 日本麻酔学会手術室安全対策委員会：「麻酔関連偶発症例調査1996」について。麻酔1998；47：1379-90
- 4) 日本麻酔学会手術室安全対策委員会：「麻酔関連偶発症例調査1997」について。麻酔1999；48：309-22
- 5) 日本麻酔学会手術室安全対策委員会：「麻酔関連偶発症例調査1998」について。麻酔2000；49：432-44
- 6) 川島康男，瀬尾憲正，森田 潔，他：「麻酔関連偶発症例調査1999」について：総論-日本麻酔科学会手術室安全対策委員会報告-。麻酔2001；50：1260-74
- 7) 川島康男，瀬尾憲正，森田 潔，他：「麻酔関連偶発症例調査2000」について：総論-日本麻酔科学会手術室安全対策委員会報告-。麻酔2002；51：1302-47
- 8) 川島康男，瀬尾憲正，森田 潔，他：「麻酔関連偶発症例調査2001」について：総論-日本麻酔科学会手術室安全対策委員会報告-。麻酔2003；52：666-682
- 9) 長 檜 巧：気道確保困難の対策-換気・挿管困難症

- (CVCI)を中心にして一. 日臨麻会誌2000 ; 20 : 141-8
- 10) 浅井 隆:挿管困難症およびCICVに対するアプローチ : 成人編. 麻酔2006 ; 55 : 13-23
- 11) Takumi Nagaro, Toshihiro Yorozuya, Masao Sotani, et al:Survey of patients whose lungs could not be ventilated and whose trachea could not be intubated in university hospitals in Japan. J of Anesthesia 2003; 17 : 232-240,
- 12) Benumof JL: Management of the difficult adult airway. With special emphasis on awake tracheal intubation. Anesthesiology 1991; 75: 1087-110
- 13) Parmet JL, Colonna-Romano P, Horrow JC, et al: The laryngeal mask airway reliably provides rescue ventilation in cases of unanticipated difficult tracheal intubation along with difficult mask ventilation. Anesth Analg 1998; 87: 661-5.
- 14) Caplan RA, Benumof JL, Berry FA, et al: Practice guidelines for management of the difficult airway. A report by ASA Task Force on Management of the Difficult Airway. Anesthesiology 1993; 78: 597-602
- 15) Caplan RA, Benumof JL, Berry FA, et al : Practice guidelines for management of the difficult airway. An updated report by ASA Task Force on Management of the Difficult Airway. Anesthesiology 2003; 98: 1269-77
- 16) Crosby ET, Cooper RM, Douglas MJ, et al: The anticipated difficult airway with recommendations for management. Can J Anaesth ;1998: 45: 757-776
- 17) Henderson JJ, Popat MT, Latta IP, et al: Difficult Airway Society guidelines for management of the unanticipated difficult intubation. Anesthesia ;2004: 59: 675-694
- 18) Baraka A: Laryngeal mask airway in the cannot-intubate, cannot-ventilate situation. Anesthesiology ;1993; 79: 1151-1152
- 19) Benumof JL: Laryngeal mask airway and the ASA difficult airway algorithm. Anesthesiology ;1996; 84: 686-99
- 20) Benumof JL, Schiller MS: The importance of transtracheal jet ventilation in the management of the difficult airway. Anesthesiology ;1989: 71: 769-78
- 21) Bainton CR. Cricothyrotomy. In : Bainton CR, editor. New concepts in airway management. International Anesthesiology Clinics ;1994: 32:95-108

8. 硬膜外穿刺マニュアル：感染，血腫，神経損傷対策

分担研究者 長檜 巧 愛媛大学医学部麻酔・蘇生学・助教授

研究要旨

硬膜外ブロック時に起こる硬膜外腔の感染および血腫，神経損傷を予防し，重篤な転帰を防ぐ目的で，これらに関する邦文および関係する外国文献を参考にしてマニュアルを作成した。硬膜外感染症（膿瘍）の予防には硬膜外穿刺を清潔操作で行い，細菌フィルターを使用し，カテーテル挿入部の皮膚の滅菌状態を保つ。また，糖尿病や免疫不全患者では，硬膜外膿瘍の危険性が高いので危険性と安全性を考慮に入れて施行するかどうか決める。硬膜外膿瘍の症状を疑わせる症状がみられたら早急にMRIで診断する。治療として強力な抗生剤の全身投与，椎弓切除による切開，排膿，適応があれば経皮的ドレナージを施行する。硬膜外血腫の予防には，ブロック施行時およびカテーテル抜去時に，出血傾向を示す臨床症状が無いことおよび止血，凝固機能が許容範囲であることを確認し，損傷的な手技を避け，また脊椎内血腫予防を考慮した血栓症予防，治療法を選択することが必要である。また血腫を疑う臨床症状があればMRI検査を施行する。硬膜外血腫には早急な外科的な血腫除去が必要である。硬膜外ブロックの際の神経損傷の予防には，技術に習熟し，針およびカテーテルをゆっくり進め，放散痛(paresthesia)があったらそれ以上進めない，また意識下にすることが大切である。硬膜外ブロック中には種々の原因により神経障害が起こりうるので鑑別が大切である。

A. 研究目的

硬膜外ブロックは，麻酔法としてまた鎮痛法として麻酔およびペインクリニック領域で広く使用されている。しかし稀であるが重篤な合併症が報告されている。合併症の中で神経系の合併症は長期間続き，患者に長い間苦痛を与える後遺症を起し，また医療訴訟になる症例も多い。ここでは神経系合併症の大半の原因になっている硬膜外腔の感染症（膿瘍），硬膜外腔血腫および神経傷害について予防，治療を目的にして我が国および他の国の論文を参考にマニュアルを作成した。

B. 研究方法

麻酔関係の邦文検索システム（たっちゃんを探せ）を使用し，硬膜外膿瘍，硬膜外血腫，神経損傷，脊髄損傷，対麻痺および四肢麻痺をキーワードにして論文を検索した。この検索システムは論文名にこれらの語句が含まれている1980から2005年までの“麻酔”，1977から2005年までの“臨床麻酔”，1980年から2003年までの“ペインクリニック”の論文を検索できる。また，硬膜外ブロック時の硬膜外膿瘍，硬膜外血腫および神経損傷に関係する他の論文も適宜調べ参照した。

C. 結果および考察

邦文の検索では硬膜外膿瘍が31の報告が，硬膜外血腫で18が検索され，いずれも硬膜外ブロックに伴うものであった。神経損傷は14，脊髄損傷は28，対麻痺10，四肢麻痺7例が検索され，硬膜外ブロックの穿刺時の神経損傷によるものはそれぞれ2，2，0，0例であった。

マニュアル

1. 硬膜外膿瘍

硬膜外ブロックに伴って起こる感染症で臨床的に問題になるのは硬膜外膿瘍と髄膜炎である。ここでは，発生頻度が多く，硬膜外ブロックに特異性が高い硬膜外膿瘍について述べる。硬膜外膿瘍では，治療が遅れると神経学的後遺症や死亡などの不幸な転帰をとる。硬膜外感染症には予防策が大切であるが，完全な予防は不可能である。この為に，硬膜外ブロックを施行する際には硬膜外膿瘍の可能性を常に念頭に置き，早期発見，早期治療に努めることが大切である。

1) 発生頻度

発生頻度は0.002から0.3%程度と報告されているが正確な頻度は不明であり，報告による差が大きい<sup>1)</sup>。発生頻度は対象が手術患者であるか，ペインクリニック患者であるか，持続法であるか，一回法である

か、穿刺時の皮膚消毒法および清潔確保法、細菌フィルター、施行後抗生物質の使用の有無などで差が出る可能性が推察されるが、どの因子が重要であるか明らかになっていない。

## 2) 経路

硬膜外腔への細菌感染は硬膜外腔穿刺時の汚染（針およびカテーテルを介して術者および皮膚細菌叢による汚染）、カテーテル周囲からの皮膚細菌叢の侵入、近接感染巣からの波及、血行性播種、注入薬液の汚染により起こる可能性がある。ただ、大半の症例においていずれの経路が関与しているか明らかでない。

## 3) 発症時期

症状の初発は硬膜外穿刺2日後から50日後に起こっている。多くの例は持続硬膜外ブロック施行中に起こるが、カテーテル抜去後に神経症状が発現した例<sup>2)</sup>や単回施行後に起こった例<sup>3)</sup>の報告がある。

## 4) 症状

全身性の感染兆候（発熱、頭痛、風邪様症状）および膿瘍による局所症状が認められる。局所症状として挿入部の背部痛、注入時痛および神経刺激および神経圧迫症状による神経根性の痛み、知覚障害および脊髄圧迫による知覚障害、運動障害、膀胱直腸障害が起こる<sup>4-6)</sup>。

## 5) 一般検査所見<sup>4-6)</sup>

末梢血の白血球増加、CRP増加、血沈の亢進などの感染兆候がみられる。術後の例では、手術部位の感染との鑑別が必要である。

## 6) 診断

硬膜外膿瘍の診断にはMRIが最も有用であり、ガドリウムで造影すれば炎症部位が明確になる。CTのみでは確定診断は難しい。

## 7) 予防

a. 穿刺時の清潔操作：硬膜外膿瘍の多くは、硬膜外カテーテル挿入時に起こっている可能性があり、皮膚の消毒および刺入時の清潔操作は大切である。皮膚の消毒には10%ポピドンヨードと0.5%クロールヘキシジン80%エタノールが広く使用されている。消毒薬液の種類による硬膜外膿瘍の発生頻度の差は明らかでないが、0.5%クロールヘキシジン80%エタノールが10%ポピドンヨードに比して、皮膚殺菌効果が優れていると報告されており<sup>7)</sup>勧められている。硬膜外ブロック時の滅菌手袋の使用は必須であるが、滅菌ガウンの使用、カテーテル挿入時の抗生物質の全身投与または硬膜外投与などの有用性について、

今後の検討を要する。

## b. 消毒間隔

カテーテル刺入部からの細菌の侵襲を防ぐ目的で皮膚刺入部周囲を清潔に保っておく必要があり、いろいろの方法が用いられている。0.5%クロールヘキシジン80%エタノールでは1から2日間隔<sup>8)</sup>、ポピドンヨードゲルでは1週間間隔<sup>9)</sup>、クロールヘキシジン入りのパッチ（バイオパッチ<sup>®</sup>）<sup>10)</sup>では1週間間隔での消毒、交換が勧められている。また刺入部の汚れ、カバーが剥がれた場合には適宜消毒をする。

## c. 細菌フィルターの使用

細菌フィルターの使用でフィルターの膜の破損がない限り注入薬液の細菌は濾過される。細菌フィルターの使用で硬膜外感染症の頻度が低下したことを示した報告はないが使用した方が無難である。フィルターの適切な交換時期に関する報告はないが、交換の頻度が多くなるとハブの部分の細菌汚染率が高くなり、60日間はフィルターの機能が保たれたとの報告があり<sup>11)</sup>、破損がない場合には使用を続けて良いと思われる。

## d. 患者選択

刺入部に感染症がある場合には禁忌である。敗血症患者また他の部位に重症な感染がある場合には硬膜外血腫から硬膜外膿瘍になる可能性があるので施行しないのが無難である。またアトピー性皮膚炎などの皮膚疾患のある例では黄色ブドウ球菌などが存在する場合があるので施行を控えた方が良い<sup>12)</sup>。易感染性のある糖尿病のコントロール不良例、ステロイド使用免疫不全状態などは硬膜外膿瘍に罹患し易いと考えられるので、危険性と利益を考慮にいて適応は慎重にすべきである。

## 8) 治療<sup>4) 5)</sup>

硬膜外膿瘍の診断がなされた場合には、原則として硬膜外カテーテルを抜去し、カテーテルの先端を細菌培養にだし、強力に抗生物質による治療を行う。カテーテル抜去後に神経症状が進む場合があるので注意を要する。起原因菌が不明な場合には広域スペクトラムな抗生剤を使用し、また起炎菌の半数以上が黄色ブドウ球菌であるので<sup>13)</sup>、この細菌を標的に治療をする。これらの抗生剤の使用で症状が改善しない場合には、MRSAの例もあるのでMRSAに対する薬も併用する。強い神経症状がある場合や抗生物質の投与に拘らず、症状が進行する場合には外科的に椎弓切除による切開、排膿が必要である。また経皮的な排膿も発症早期で肉芽の形成の少なく、膿瘍が背側

にある場合には試みる価値がある<sup>14)</sup>。

## 2. 硬膜外血腫

針の穿刺およびカテーテル挿入時に、硬膜外腔の血管が損傷され出血し、血腫を作る場合がある。血腫は膿瘍と同様に治療が遅れると神経学的後遺症を残すので、早期診断・治療が大切である。近年、閉塞性血管障害および周術期の血栓症予防に抗凝固薬、抗血小板薬の頻用される患者が増加し硬膜外血腫の予防策が益々重要になっている<sup>15)</sup>。

### 1) 頻度

我が国の報告はないが、外国の報告では1/150,000よりは少ないと推定されている<sup>15)</sup>。肝機能障害、腎障害患者および抗凝固薬の使用による凝固機能障害で起こった例の報告が多いが<sup>16-18)</sup>、凝固、止血機能障害のない例に起こった報告もある<sup>18)</sup>。

### 2) 発症時期

血腫は硬膜外穿刺時、カテーテル挿入時およびカテーテル抜去時に形成される。またカテーテル留置中に体位変換などでカテーテルの先端が動く事により起こる可能性がある。この様な理由から、血腫形成は硬膜外穿刺時から硬膜外カテーテル抜去のいずれの時期にも起こり<sup>15)17-19)</sup>、カテーテルの抜去6日後に症状が発現した例の報告もある<sup>20)</sup>。

### 3) 症状

背部痛または根性の痛み、下肢の知覚、運動障害、排尿障害が起こる。痛みは局所麻酔薬の持続注入を行っている場合には認められない場合もある。このような症状は持続硬膜外ブロック施行中では、ブロック（麻酔）効果と間違われる場合があるので、注入量から推定されるよりブロック範囲が広く、また程度が強い場合には一度注入を中止して神経学的な検査をすべきである<sup>15)</sup>。

### 4) 一般検査所見

特徴的な所見はない。

### 5) 診断

硬膜外血腫の診断にはMRIが最も有用である。CTのみでは確定診断は難しい。

### 6) 予防<sup>15)</sup>

a. 施行時およびカテーテル抜去時に止血、凝固機能が許容範囲であることの確認

施行時およびカテーテル抜去時にどの位の止血、凝固機能が必要かの統一した見解はないが、表1に一般的に認められている数値を示す。ただ、肝臓、腎疾患、各種抗血小板薬、抗凝固薬を服用している場合

には単独の検査では許容範囲でも総合的な凝固・止血機能が相加・相乗的に低下している場合があるので注意を要する。特に臨床的に止血機能の低下の兆候（針穿刺時の止血困難、出血斑の出現など）が認められる時には硬膜外血腫の危険性が高いことを念頭に置くべきである。

表1 硬膜外ブロックが施行可能な止血、凝固能の値

	問題なし	症例の評価により可能
PT	≥50% (INR1.5)	40~50%
aPTT	正常上限	正常上限1~4秒延長
血小板	≥80,000・ $\mu\ell^{-1}$	50,000~80,000・ $\mu\ell^{-1}$
出血時間	8分	8~10分

### b. 硬膜外穿刺

頻回な穿刺を避け、スムーズな穿刺を行う。可能なら細い針を使用し、カテーテルを挿入しない単回投与とする。カテーテル挿入時の血管損傷の危険を少なくするために、5cm以上挿入しない、挿入時抵抗があつたらそれ以上進めないなどの工夫をする。

### c. 硬膜外血腫予防を考慮した血栓予防策の実施

硬膜外穿刺、カテーテル抜去の際の抗血栓薬の投与をどの様にすべきか大規模な臨床研究やメタアナリシスの研究をもとに、幾つかの指針が提唱されている（表2）<sup>15)</sup>。硬膜外血腫予防の観点からは止血・凝固機能が正常であるのが望ましいが、血栓予防の面からは必ずしも好ましくない場合がある。それぞれの症例で、抗血栓薬使用の危険と利益を考えて決める。

### 7) 診断と治療

硬膜外血腫の診断にはMRIが最も有用である。発症から6時間以内に血腫除去が行われれば、完全な神経学的回復が期待でき、12時間以内であれば80%以上は良好な経過をとり、初発症状から24時間経過すると完全な回復は40%に減少する。ただ48時間経過しても完全回復の可能性はある<sup>15)</sup>。

## 3. 神経損傷対策

硬膜外ブロックに伴い、針およびカテーテル自体による神経損傷が起こる場合がある。これらの大半は、施行者が手技に習熟し、注意すれば予防できると考えられるので、麻酔科医が十分な予防策をとる事が要

求される。

表2 血栓予防を受ける患者の脊髄および硬膜外麻酔

	抗血小板薬	非分画ヘパリン		低分子ヘパリン	ワルファリン	血栓溶解薬
		皮下	静脈内			
German Society of Anesthesiology and Intensive Care Medicine	禁忌無し	ヘパリン投与4時間後に穿刺；穿刺，カテーテル抜去1時間後にヘパリン	ヘパリン中止4時間後に穿刺またはカテーテル抜去，麻酔施行1時間後にヘパリン化；損傷した場合には12時間手術を延期	LMWH 投与10～12時間後に麻酔施行；次回投与は穿刺，カテーテル抜去の4時間後	予め中止，ワルファリン開始前にカテーテルを抜去	議論無し
Spanish Consensus Forum	予め中止	議論なし	ヘパリン投与4時間後に麻酔施行；穿刺30分後にヘパリン化；損傷した場合は6時間ヘパリン化を遅らす。	LMWH 投与12時間後に穿刺；；最初の術後の投与4～12時間；カテーテルの抜去LMWHの10～12時間前；損傷的であれば24時間まで延期	INR<1.5の時に麻酔施行；カテーテル抜去のINRのガイドラインはない	議論なし
American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine	NSAIDsでは禁忌なし；ticlopidine 14日，clopidogrel 7日，GPIIb/IIIa拮抗薬は8～48時間前もって中止。	禁忌なし，技術的な困難が予想される場合にはブロック後までヘパリンの投与を延期することを考慮	麻酔施行1時間後にヘパリン化，最後のヘパリン投与2～4時間後にカテーテルを抜去；損傷があっても延期は強制ではない。	1日2回の投与；手術後24時間後にLMWH，技術に関係なく；最初のLMWH投与の2時間前にカテーテル抜去。1回投与；ヨーロッパの勧告に従う	中止後の正常INRの確認（ブロック施行前）；INR ≤1.5の時にカテーテルを抜去（治療の開始）	ブロック施行およびカテーテル抜去施行の安全な期間のデータない；フィブリンノーゲンレベルに従え

NSAIDs, 非ステロイド性抗炎症薬；GP IIb/IIIa, 血小板グリコプロテイン受容体IIb/IIIa拮抗薬；INR, 国際標準化率；LMWH, 低分子ヘパリン

### 1) 発生頻度

田中らは硬膜外ブロック17,739例中に一過性の軽度の神経症状が4例に発生したが、遷延する神経障害は無かったと報告している<sup>21)</sup>。我が国の硬膜外ブロックによる神経傷害の報告は少ない<sup>2)</sup>。Auroyらは1997年の報告(集計)で2例/10,000例と報告している<sup>23)</sup>。

### 2) 症状

神経損傷時に大半の例で神経刺激症状が発現する。損傷部位により発現する症状は異なり、馬尾神経ではその支配神経に強い放散痛が出現する。また脊髄では施行側より尾側に強い痛み，異常感覚が出現す

る<sup>24)</sup>。ただ前投薬で過度の鎮静・鎮痛状態で行われる場合にはこれらの神経刺激症状がない場合もある。また意識下でもこれらの症状がなく脊髄損傷になった例も報告されている<sup>25)</sup>。ただこれらの挿入時の神経刺激症状があっても、針やカテーテルを更に進めなければ、神経症状が遷延する例はまれであり、Tanakaらは硬膜外穿刺中あるいはカテーテル挿入中に異常感覚が17,439例中28例(0.16%)に認められたが、重篤な神経障害に発展した患者は無かったと報告している<sup>21)</sup>。

また当然のことであるが全身麻酔下で行う場合には

この様な症状は起こらない。

神経学的な後遺症として、神経根の損傷では神経の支配領域の痛み、知覚低下、運動障害が起こる。脊髄損傷では、穿刺部より尾側に損傷された領域に相当した障害がでる<sup>24)</sup>。

### 3) 診断

表3に硬膜外ブロック時に起こり得る神経障害(神経学的後遺症)の原因を挙げている。いずれの原因によるかの鑑別が大切であり、発症状況、神経学的所見、他の原因の除外などより総合的におこなう。神経学的後遺症が起こったならば神経専門医にコンサルトし客観的な診断を受けるのが大切である。

### 4) 予防

硬膜外ブロックによる神経傷害の原因の大半は不適切な針の位置に起因するもので、施行者が硬膜外ブロックの手技に精通し、十分な注意のもとで行えば、大半は予防できると思われる。脊髄のあるL1より頭側での穿刺は、L2以下で硬膜外ブロックの手技に精通した後にすることが大切である。一般的な注意は、針はゆっくり進め、黄靭帯の抵抗を見逃さない。神経刺激症状があればそれ以上進めない。神経刺激症状が無くても脊髄損傷が発生した症例が報告されており、針が予想した以上の深さに達しても硬膜外腔が確認できない場合には、更に進めず針を抜いて再度方向を変えて行う。針が神経組織に接触する際に起こる神経刺激症状が神経損傷の予防に大切であるので、硬膜外ブロックは意識下に施行するのが原則である。ただ、全身麻酔下に施行せざるを得ない場合があるが、その際にはこの技術に精通した人が、慎重に行う必要がある。

### 5) 治療

硬膜外ブロックに伴い発生する神経損傷の症状を早期に直す治療はないが、損傷に伴う二次的な脊髄損傷を軽減する目的でメチルプレドニゾロンの大量投与が推奨されている<sup>22) 26)</sup>。硬膜外ブロックに伴い発生する神経損傷の症状は次第に軽減する例が多いが、痛みが強い場合には、神経因性疼痛の治療を積極的にする必要がある。

## D. 結論

硬膜外ブロックに伴う神経障害は稀であるが重篤な転帰をとる場合もある。硬膜外ブロックを施行する場合にはその危険性を常に考え予防に努める必要がある。また、硬膜外ブロックの際に神経症状が起こったならば速やかに鑑別診断をして治療をする必要

がある。硬膜外ブロックに伴う神経障害は予防が困難な場合があり、危険性と利益を常に考えて施行するかどうか決める必要がある。また患者にその情報を提供して十分なインフォームドコンセントの元に施行するのは当然のことである。

このマニュアルを作成するに当たっては、我が国の研究論文を参考にしようとしたが、我が国の独自の論文は少なく、不足分は該当する外国の論文を参考にした。またこれらに関するエビデンスに基づく報告は少なく、このマニュアルは、主に経験に基づくものであり、今後の研究、経験によりエビデンスに基づくマニュアルの作成が望まれる。

G. 研究発表 なし

H. 知的財産権の出願・登録 なし

## 参考文献

- 1) 高橋伸二, 矢口裕一, 福田妙子, 他: 早期に肉芽腫変化を示した硬膜外膿瘍の1例. ペインクリニック 16: 555-557, 1995
- 2) 二階哲朗, 土井克史, 豊田浩作, 他: 硬膜外カテーテル抜去後に発症した硬膜外膿瘍の1症例. ペインクリニック 21: 237-240, 2000
- 3) 山口昌一, 川久保 篤, 井手留美子, 他: ステロイド併用硬膜外1回注入後に硬膜外膿瘍を生じた1症例. 麻酔 48: 506-508, 1999
- 4) 下川 歩, 高崎眞弓: 硬膜外麻酔後に硬膜外膿瘍を疑わせる所見, 鑑別, 処置について. 臨床麻酔 25: 219-220, 2001
- 5) 滝口 鉄郎: 硬膜外麻酔後に硬膜外膿瘍を疑わせる所見, 鑑別, 処置について. 臨床麻酔 25: 220-221, 2001
- 6) 阿部淳子, 岡誠太郎, 長櫓 巧, 他: 腰下肢痛の増強を主症状とした硬膜外ブロックに起因した硬膜外膿瘍の1症例. ペインクリニック 16: 398-400, 1995
- 7) 櫻木忠和, 比嘉和夫, 壇 健二郎, 他: 皮膚常在菌と硬膜外腔感染. 麻酔 33: 1104-1111, 1984
- 8) 櫻木忠和: 持続硬膜外ブロックによる細菌感染と皮膚消毒. ペインクリニック 13: 553-557, 1992
- 9) 長櫓 巧, 湖城 均, 浜田和子, 他: 長期硬膜外麻酔におけるポビドンヨードゲルの皮膚感染防御作用. 麻酔 33: 1254-1259, 1984
- 10) 安井昌子, 安井健一: 硬膜外カテーテル留置の際のクロルヘキシジン含有バイオパッチ®とポビドンヨードゲルの細菌学的検討. ペインクリニック

- 19 : 224-227, 1998
- 11) De Cicco M, Matovic M, Castellani GT et al. : Time-dependent efficacy of bacterial filters and infection risk in long-term epidural catheterization, *Anesthesiology* 82: 765-771, 1995
- 12) 櫻木忠和 : 硬膜外穿刺時の感染予防とカテーテル管理. トピック硬膜外麻酔 (高橋眞弓編). 真興交易, 東京 : 2004, pp134-145
- 13) Kindler CH, Seegerer MD, Staender SE. Epidural abscess complicating epidural anesthesia and analgesia: An analysis of the literature. *Acta Anaesthesiol. Scand* 42:614-620, 1998
- 14) Tabo E, Ohkuma Y, Kimura S et al. : Successful percutaneous drainage of epidural abscess with epidural needle and catheter. *Anesthesiology* 80:1393-1395, 1994
- 15) Horlocker TT et al:Regional naesthesia in the anticoagulated patient: Defining the risks. *Reg Anesth Pain Med* 28:172-197, 2003
- 16) 槇田浩史 : 凝固能異常と麻酔. *麻酔*49 : S116-127, 2000
- 17) 玉川 進, 小川秀道 : 硬膜外カテーテル挿入による硬膜外血腫を起こした肝硬変患者の1症例. *麻酔* 47 : 593-595, 1998
- 18) 落合陽治, 北川堯之, 西山友貴 : 坐骨神経領域に激痛を生じた腰部硬膜外血腫の1例. *ペインクリニック* 16 : 558-560, 1995
- 19) 原西保典, 山本智久, 中木村和彦, 他 : 胸部硬膜外カテーテル抜去後に急性脊髄硬膜外血腫をきたした症例. *臨床麻酔*20 : 991-994, 1996
- 20) 西邑信男, 小倉 忍, 吉安正行, 他 : 持続硬膜外麻酔後に脊髄硬膜外血腫により対麻痺を起こした1症例. *臨床麻酔*22 : 566-568, 1998
- 21) Tanaka K, Watanabe R, Harada T et al:Extensive application of epidural anesthesia and analgesia in a university hospital: Incidence of complications related to technique. *Reg. Anesth* 18:34-38, 1993
- 22) 三好千陽, 青木裕司, 安藤典臣, 他 : 頸部硬膜外カテーテル挿入による脊髄損傷の1症例. *ペインクリニック* 22 : 822-824, 2001
- 23) Auroy Y, Narchi P, Messiah A, et al: Serious complications related to regional anesthesia. *Anesthesiology* 87:4479-86, 1997
- 24) 村川和重 : 硬膜外麻酔穿刺・カテーテル挿入偶発症・合併症を防ぐために (岩崎寛編集) : 麻酔科診療プラクティス. 文光堂, 東京, 2004, pp130-135
- 25) Tsui BH, Armstrong K. Can direct spinal cord injury occur without paresthesia? A report of delayed spinal cord injury after epidural placement in an awake patient. *Anesth Analg* 2005; 101:1212-4
6. Ducker TB, Zeidman SM:Spinal cord injury; role of steroid therapy. *Spine* 19:2281-2287, 1994



9. 術中体位による神経障害対策およびマニュアル

分担研究者 河本昌志 広島大学大学院麻酔蘇生学・助教授

研究要旨

手術中の体位の不良により、身体各所の牽引や圧迫を受けることがあり、その場合、手術後に神経障害を来すことがある。特に末梢神経障害の発生する可能性は高いが、一般的にはこうした障害は全て予防できると考えられる。文献的検討からは頭頸部、上肢、胸腹部、下肢の4部位で神経障害が多い。すなわち、1：頭頸部では、全身麻酔中の頸椎症の発生が挙げられる。これは麻酔によるものではなく、頭位の不良位置に起因すると考えられる。2：上肢では、通常の仰臥位でも肩甲上神経麻痺、腕神経叢の圧迫や一過性の腋窩動脈圧迫による尺骨神経麻痺、側臥位による橈骨神経麻痺が生ずる。また腕神経叢麻痺の報告は多く、その原因として上肢の不良体位、頭位の過剰後屈、上肢の圧迫伸展、トレンドレングルグ体位による頸腕症候群等がみられ、原因不明なものもある。3：胸腹部では、通常の仰臥位でも術後に腰痛を生じたり、腹臥位では一過性の横隔神経麻痺を生じて人工呼吸管理を要したものもみられる。4：下肢では、産婦人科領域の手術（帝王切開、経腔的子宮手術等）で坐骨神経麻痺や大腿神経麻痺が、泌尿器科領域の手術（会陰式前立腺手術等）で下肢神経障害がみられる。いずれも載石位によって発生している。載石位による神経障害はそのほかに、手術台の不良等の原因もあるが、前外側脛骨コンパートメント症候群、下肢ニューロパシー、大腿神経麻痺、坐骨神経麻痺、閉鎖神経麻痺等がみられる。以上のうち、特に載石位による下肢神経障害と尺骨神経麻痺の2種類は、全患者中での発生頻度は多くないと推定されるものの、十分注意すれば予防できる神経障害と考えられる。一般に体位による神経障害の症状は手術そのものによる神経障害との鑑別が困難であることも稀でなく、その発症様式は多様であるが、予防に重点をおいて対策を立てることが重要であり、術後は早期診断と適切な治療が必須である。

A. 研究目的

- 手術・麻酔中における不良体位と神経障害の関連性を調査し、その原因と対策を調べることを目的とした。

B. 研究方法

- 内外の文献を系統的に検索し、神経障害の症例報告を調べてその原因を明らかにすること。および総説論文、実験論文から神経障害の発生メカニズムを明らかにするために、surgery, complication, neural, posture, position, anesthesia, positioning, nerve, injury, operation, malpositioning, および神経、損傷、合併症、手術、麻酔、体位のキーワードを用いてそれぞれメドラインと医学中央雑誌の文献検索を行い、さらに最近の成書出版物を加えて検討した。

C. 研究結果

頭頸部、上肢、胸腹部、下肢の4部位で区分して神経障害を発症症状、推定原因を示す（表）。

なお個々の神経では、腕神経叢、尺骨神経、橈骨神経、正中神経、筋皮神経、腋窩神経、腓骨神経、脛

骨神経、大腿神経、外側大腿皮神経、坐骨神経、伏在神経、閉鎖神経、陰部神経、顔面神経、舌神経、舌咽神経、眼窩上神経、反回神経などの損傷が報告されている。

特に発生頻度の高い腕神経叢と腓骨神経損傷については体位の保持に注意が要る。

D. 考察

残念ながら完璧に手術時の神経合併症を予見、予防することは現時点では不可能に近い。最上の予防法は非麻酔下に覚醒患者に手術を行うことであるが、現実には不可能であり、現在のように麻酔下に意識消失を伴う手術が必要な限り実現性はない。

個々の手術症例の解剖学的不均一性と手術術式の多様性がその原因であるが、それ以外にも患者の体格やメーカー毎に異なる手術台、補助具の規格、形状の多様性、不均一性も大きな要素である。しかしタニケットの使用による圧迫が原因の神経損傷や不必要で不用意な載石位など医療者側で注意を払えば解決できる問題点、あるいは手術台のクッションや断端の形成処理、抑制具、牽引器具、マスクなど製

品の改良で発生を低減できる問題もある。

部位	発症症状	推定される原因 (体位)
頭頸部	頸椎症	全身麻酔中の不良頭位
上肢	肩甲上神経麻痺 尺骨神経麻痺 橈骨神経麻痺 腕神経叢麻痺	仰臥位 圧迫/一過性腋窩動脈圧迫/体位 側臥位 上肢の不良体位 上肢の圧迫 トレンデレンブルグ体位による頸腕圧迫 頭位の過剰後屈
胸腹部	腰痛 横隔神経麻痺	仰臥位 腹臥位
下肢	坐骨神経麻痺 大腿神経麻痺 下肢ニューロパシー 閉鎖神経麻痺 広範な下肢運動障害 腓骨神経麻痺 コンパートメント症候群	載石位 載石位 載石位 載石位 載石位 載石位 載石位

表 神経障害が多い部位別の障害と推定原因

術中の体位に関係する末梢神経障害は神経の伸展ないし牽引と圧迫による虚血が主な原因であるとされる。特に発生が多く報告されている尺骨神経麻痺と載石位による腓骨神経等の下肢神経障害の2つは重要である。

腕神経叢損傷では疼痛が緩い運動麻痺を生ずる。この神経叢は解剖学的にもともと肋骨、鎖骨、前斜角筋に囲まれて圧迫されやすく、上腕骨頭により過伸展されやすい。これが不用意な体位、たとえば頭部の対側への回旋などによって容易に顕在化しうるので、頭位の回旋、上肢の90度以上の挙上、肘関節の屈曲を伴う手術体位、特に腹臥位や上肢台と落差のある手術台を使用する際には配慮がいる。

尺骨神経麻痺は3ヶ月以上持続する知覚障害か運動麻痺を来した場合に診断する。およそ2700名の手術患者に1名の割合で発生し、そのうち両側性のものが10%程度ある。麻酔関連の神経障害を調べた米国麻酔学会の670件の損害賠償解決案件では、尺骨神経麻痺は28%、上腕神経障害は20%で、尺骨神経麻痺の85%は全身麻酔中に、75%は男性にみられる。この障害は他のそれに比べて発生に気づくのが遅れる傾向にある。肥満者や痩身者では正常の体格の者より発生しやすく、麻酔法や体位には余り関係しない。これ以外にトレンデレンブルグ体位（頭低位）で発生する神経圧迫がある。この場合、腕の過伸展を避けるこ

とが予防に重要である。なおこの際用いる肩当て用装具は腕神経叢を圧迫しないよう注意すべきである。

載石位では腓骨神経が障害を受けやすい。長時間の砕石位はコンパートメント症候群の発生原因になり、腓骨神経損傷を生じやすい。6時間以上の長時間、35度以下の低体温、ルーズな抑制による予想外の下肢の位置ずれ、あるいは外力による圧迫や過伸展もその発生原因となりうる。

神経障害の急性期の処置については詳述しないが、疼痛、運動制限、関節可動域制限などに対しては積極的に罹患筋の運動を促し、装具の装着や日常生活の介助、拘縮の予防などを主眼に対応すべきで、必要なら外科的治療法も選択枝とすべきである。

## E. 結論

体位による神経障害の症状は手術による損傷との鑑別が困難なことも少なくなく、その発症様式も多様であるが、その発生を予防することが何より重要である。特に不良肢位による腕神経叢損傷と載石位で生じる腓骨神経損傷を含む下肢神経障害に配慮した予防法が望まれる。

神経障害予防対策を記したマニュアルを別途添付する。

一般にクッション（パッド）の使用は神経障害の発生を低減できるので以下に加える。

---

### 1. 術前評価

患者の関節可動域、骨の突出など神経障害の原因となりうる体表の異常を確かめる。  
無理なく予想される術中体位を取ることが可能か確かめる。

### 2. 体位取りの際の注意事項

その体位が良肢位か、関節可動域に無理がないかを確かめる。

#### (1) 頭頸部の体位

仰臥位では上肢の外転は90°以内とし、頭位はできるだけ正中位にする。

#### (2) 上肢の体位

上肢を体幹に沿わせる場合は、上肢は中間位にする。

上肢を支持台に載せる場合は、上肢が過度に外転しないよう前腕は回旋させるか中間位にする。

肘部の過伸展を避ける。

頭低位では肩の支持器の圧迫で上腕神経叢の障害を生じるので注意する。また肩峰を圧迫しないこと。

上肢台にはクッションを敷き、肘部を保護するとよい。

必要に応じて前腕（肘を含む）の下に楔状クッションを敷く。

#### (3) 載石位

長時間にならないようにする。

膝関節、足関節の屈曲に注意し、腓骨神経が腓骨頭で圧迫されないようにする。

大腿後部の過伸展に注意し、坐骨神経の過伸展を防ぐようにする。

腓骨頭にはクッションを敷くとよい。

#### (4) 側臥位・腹臥位

側臥位では腋窩にクッションを敷くとよい。

側臥位では下側上肢の腋窩と上側上肢の前腕にはクッションを当て、前腕は伸展しない。

腹臥位では上肢はできるだけ挙上させず、伸展したまま体幹に沿わせる。

腹臥位で上肢を体幹に密着できない場合は、手を頭部の横に配置し、上肢を過度に外転させない。

腹臥位では前腕と肘の下へクッションを敷くとよい。

### 3. 術後評価

四肢の神経機能を簡便に評価して、末梢神経損傷の早期の発見に努める。

体位取りで行った事項は記録に残す。

Ⅲ 研究成果の刊行に関する一覧表

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
入田和男, 津崎晃一, 澤智博, ほか	麻酔関連薬剤の投与に関連する危機的偶発症：調査1999-2002より－(社)日本麻酔科学会安全委員会偶発症例調査専門部会報告－	麻酔	53(5)	577-584	2004
入田和男, 川島康男, 津崎晃一, ほか	手術室における危機的偶発症に起因する死亡率と年間手術症例数との関係(第2報)：「麻酔関連偶発症例調査2002」の解析結果より－(社)日本麻酔科学会安全委員会偶発症例調査専門部会報告－	麻酔	53(12)	1421-1428	2004
入田和男, 川島康男, 森田潔, ほか	「術前合併症としての出血性ショック」ならびに「手術が原因の大出血」に起因する麻酔関連偶発症に関する追加調査2003の集計結果－(社)日本麻酔科学会安全委員会偶発症例調査専門部会報告－	麻酔	54(1)	77-86	2005
川島康男, 入田和男, 森田潔, ほか	本邦手術死の二大主原因としての出血性ショックの術前状態及び術中大出血についての統計的研究	日本輸血学会雑誌	51(1)	23-31	2005
入田和男, 川島康男, 森田潔, ほか	区域麻酔で発生している危機的偶発症の現況：「麻酔関連偶発症例調査1999-2002」の解析結果より－(社)日本麻酔科学会安全委員会偶発症例調査専門部会報告－	麻酔	54(4)	440-449	2005
入田和男, 川島康男, 森田潔, ほか	術前合併症がない予定手術症例で発生している危機的偶発症の現況：偶発症例調査1999-2002の解析より	麻酔	54(8)	939-948	2005

#### IV 研究成果の刊行物・別冊



## 麻酔関連薬剤の投与に関連する危機的偶発症： 調査 1999-2002 より

—(社) 日本麻酔科学会安全委員会偶発症例調査専門部会報告—

入田 和 男\*<sup>1</sup> 津 崎 晃 一\*<sup>2</sup> 澤 智 博\*<sup>3</sup> 讃 岐 美 智 義\*<sup>4</sup>  
 榎 田 浩 史\*<sup>5</sup> 小 林 佳 郎\*<sup>6</sup> 大 村 昭 人\*<sup>7</sup> 川 島 康 男\*<sup>8</sup>  
 巖 康 秀\*<sup>9</sup> 瀬 尾 憲 正\*<sup>10</sup> 森 田 潔\*<sup>11</sup> 尾 原 秀 史\*<sup>12</sup>

### 要 旨

麻酔関連偶発症例調査 1999-2002 の集計資料を用いて、手術室において発生している麻酔関連薬剤の投与に関連した麻酔関連偶発症の実態について解析した。

心停止を含む全ての危機的偶発症の発生率は 18.27/10 万症例、心停止の発生率は 2.21/10 万症例であった。偶発症の原因としては、薬物過量・選択不適切がもっとも多く 42.1% を占め、主麻酔薬過量投与の 28.7%、高位脊髄くも膜下麻酔の 17.9%、局所麻酔薬中毒の 6.4% と続いた。アンプル・注射器の間違いによる偶発症の発生頻度は 0.79/10 万症例、つまり 12.6 万症例に 1 回であった。このような偶発症に伴う死亡率は 0.44/10 万症例であり、原因としては薬物過量・選択不適切、主麻酔薬過量投与、高位脊髄くも膜下麻酔が上位を占めた。アンプル・注射器の間違いによる死亡は報告されなかった。

今回の解析結果、ならびに今後実施が予定され

ている「麻酔関連薬剤の投与に関連するインシデント調査」の解析結果を踏まえた現状把握と、防止のための取り組みが必要である。

**キーワード：**合併症、薬剤投与、過量投与、誤投与、誤経路

薬剤の誤投与・過量投与は、社会的にも大きな医療問題となっている。劇薬・毒薬に指定されている薬剤を使用する機会が多い麻酔科医にとって、この問題は特に重大である。(社) 日本麻酔科学会が実施している「麻酔関連偶発症例調査」(偶発症例調査)によると、麻酔管理に起因する心停止は麻酔関連薬剤の投与に関連して発生していることがもっとも多い<sup>1)</sup>。

そこで、手術室において麻酔関連薬剤の投与に関連した事象によって発生した危機的偶発症について、偶発症例調査 1999-2002 の全回答症例を用いることによって詳細な解析を行った。

### 1. 方 法

偶発症例調査の基本的な方法に関しては、以前の解析報告<sup>2)-4)</sup>で繰り返し述べられているので、ここでは重複を避ける。ここでいう偶発症とは、心停止と、心停止あるいは重篤な後遺症を覚悟した危機的偶発症のみを指す。

従来<sup>5)</sup>の解析報告では、例えば ASA-PS 別の発生頻度などを算出する都合上、施設ごとの ASA-

\*<sup>1</sup> 九州大学大学院医学研究院麻酔・蘇生学

\*<sup>2</sup> 慶應義塾大学医学部麻酔学教室

\*<sup>3,7,8</sup> 帝京大学医学部麻酔科学教室

\*<sup>4</sup> 広島市立安佐市民病院麻酔科

\*<sup>5</sup> 東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科心肺統御麻酔学

\*<sup>6</sup> 国立病院東京医療センター麻酔科

\*<sup>9</sup> 杏林大学医学部麻酔科学教室

\*<sup>10</sup> 自治医科大学麻酔科学教室

\*<sup>11</sup> 岡山大学大学院医歯学総合研究科麻酔・蘇生学

\*<sup>12</sup> 神戸大学医学部麻酔学教室

\*<sup>1</sup> 偶発症例調査専門部会長

\*<sup>7</sup> 安全委員会委員長

\*<sup>8</sup> 前手術室安全対策専門部会長

2004年2月9日受領：2004年2月20日掲載決定

表 1 薬剤投与関連の偶発症発生ならびにその後の死亡発生の経年変化，ならびに通算発生率・死亡率

調査年	総症例数	薬剤投与関連の偶発症		薬剤投与関連による死亡	
		症例数	対 10 万症例発生率	症例数	対 10 万症例死亡率
1999	736,058	243	33.01	8	1.09
2000	920,265	165	17.93	6	0.65
2001	1,273,436	198	15.55	2	0.16
2002	1,362,166	178	13.07	3	0.22
通算	4,291,925	784	18.27	19	0.44

従来の解析報告では，回答の不備から削除されていた症例も含めて解析したため，総症例数ならびに薬剤投与関連の偶発症発生症例数は従来の報告と異なる。また，発生率ならびに死亡率も従来の解析報告で用いた対 1 万症例ではなく，対 10 万症例で表しているの  
で，注意されたい。

PS，年齢，手術部位，麻酔法のおのおのに関する症例数の記載がないか，あるいは記載に整合性のない回答は，解析集計から除外せざるをえなかった。しかし，今回の解析は麻酔関連薬剤の投与に関連した偶発症をより多く集計し，その内容を把握することが目的であることから，従来の解析では削除せざるをえなかった症例も解析対象に加えることとした。この結果，従来の解析報告では調査 1999-2002 の母集団は 3,855,384 症例であったが，今回の集計における母集団は 4,291,925 症例となった。年次ごとの回答症例数は表 1 に示すとおりである。麻酔関連薬剤の投与に関連した全偶発症の症例数は，従来の解析報告では削除されていた 139 症例を含めて，計 784 症例となった。なお，全偶発症とは，心停止，高度低血圧，高度低酸素血症，その他の危機的偶発症の全てを併せたものである。

また，偶発症例調査における転帰は，後遺症なし，術中死亡，術後 7 日以内死亡，植物状態移行，その他の 5 つに分類されている。このうち，「その他」の回答にはコメント欄が設けられており，ここには術後 8 日以降の死亡に関して記載されているものが多い。そこで本解析では，術中死亡，術後 7 日以内死亡と，「その他」に死亡の転帰に関する記載があるものを併せて，死亡症例と定義することとした。従来の解析報告では，術中死亡，術後 7 日以内死亡のみを死亡として扱っているの  
ので，注意されたい。

発生率ならびに死亡率は，従来の解析報告では

対 1 万症例で表されていたが，今回は死亡率の低さを考慮して，対 10 万症例で示した。混同がないよう，注意していただきたい。

偶発症例調査の分類に従い，主麻酔薬過量投与，高位脊髄くも膜下麻酔，局所麻酔薬中毒，薬物過量・選択不適切，アンプル・注射器の間違いの原因ごとの偶発症の状況をまとめた。また，薬剤ではないが，不適合輸血も今回の調査に含めた。なお，術野でのエピネフリンや骨セメント使用に伴う偶発症は，今回の解析には含まれない。また，ガス流量設定エラーも今回の解析から除外した。

統計処理にはカイ二乗検定を用い， $P < 0.05$  を有意とした。

## 2. 結 果

年ごとの母集団数，麻酔関連薬剤の投与に関連する全偶発症の症例数ならびに発生頻度，死亡症例数ならびに死亡率を表 1 に示す。偶発症発生頻度は低下傾向にある。2002 年の発生頻度は，1999 年ならびに 2000 年に比べて，有意に低い。4 年通算の発生率は 18.27/10 万症例であった。一方，死亡率は，死亡症例数が少ないことを反映して，年ごとの変動が大きかった。4 年通算の死亡率は 0.44/10 万症例であった。

原因別に見た偶発症発生状況，その後の転帰は表 2 のとおりである。全偶発症の原因としては，薬物過量・選択不適切がもっとも多く 42.1% を占め，主麻酔薬過量投与の 28.7%，高位脊髄くも

表 2 原因別に見た偶発症の種類ならびに転帰別の症例数

原因	偶発症の種類					転 帰				計
	心停止	高度低血圧	高度低酸素血症	その他の危 機的偶発症	後遺症なし	死亡(心停 止後の死亡)	植物	その他		
主麻酔薬過量投与	15	169	9	32	218	5 (2)	0	2	225	
高位脊髄くも膜下麻酔	29	69	8	34	137	3 (3)	0	0	140	
局所麻酔薬中毒	3	9	2	36	48	1 (1)	0	1	50	
薬物投与(過量・選択不適切)	46	174	36	74	313	9 (5)	1	7	330	
アンプル・注射器の間違い	2	2	1	29	34	0 (0)	0	0	34	
不適合輸血	0	0	0	5	3	1 (0)	0	1	5	
計	95	423	56	210	753	19 (11)	1	11	784	

主麻酔薬過量投与の 225 症例中 24 症例は、脊髄くも膜下麻酔下での発生であり、高位脊髄くも膜下麻酔がここに含まれている可能性がある。

膜下麻酔の 17.9%，局所麻酔薬中毒の 6.4%と続いた。アンプル・注射器の間違いが 34 症例報告され、その発生頻度は 0.79/10 万症例、つまり 12.6 万症例に 1 回であった。また、不適合輸血が 5 症例報告され、その発生頻度は 0.12/10 万症例、つまり 85.8 万症例に 1 回であった。

心停止は 95 症例（全偶発症の 12.1%に相当する）であり、その発生頻度は 2.21/10 万症例であった。全偶発症に占める心停止の割合がもっとも高いのは、高位脊髄くも膜下麻酔の 20.7%であり、薬物過量・選択不適切の 13.9%がこれに次いだ。アンプル・注射器の間違いによる心停止も 2 症例報告され、アンプル・注射器の間違いによる全偶発症の 5.9%に相当した。

死亡の転帰をたどったのは 19 症例であり、内訳は薬物過量・選択不適切 9 症例、主麻酔薬過量投与 5 症例、高位脊髄くも膜下麻酔 3 症例、局所麻酔薬中毒 1 症例、不適合輸血 1 症例であった。このうち、高位脊髄くも膜下麻酔、ならびに局所麻酔薬中毒による死亡は、いずれも心停止後の死亡であった。高位脊髄くも膜下麻酔で心停止となった場合に死亡の転帰をたどる割合は 10.3%であったが、心停止に至らない偶発症の場合には全症例が後遺症なく回復している (P<0.001)。アンプル・注射器の間違いによる死亡症例はなかった。

死亡症例の背景因子は以下のとおりである。

① ASA-PS 1-2 の軽症群 5 症例，ASA-PS 3-5 の重症群 14 症例。このうち、軽症群における死亡 5 症例の内訳は、薬物過量・選択不適切 3 症例，主麻酔薬過量投与 2 症例。

② 年齢は全て 18 歳以上。

③ 手術部位は開腹 6 症例，心臓・大血管 5 症例，股関節・四肢 4 症例，開頭，開胸+開腹，帝王切開，その他がおのおの 1 症例。

④ 麻酔法は吸入麻酔 4 症例，全静脈麻酔 3 症例，吸入麻酔+区域麻酔 4 症例，全静脈麻酔+区域麻酔 1 症例，硬麻外麻酔 2 症例，脊髄くも膜下麻酔 4 症例。

アンプル・注射器の間違いによる全偶発症例の ASA-PS の分布は、PS 1 が 12 症例，PS 2 が 17 症例，PS 3 が 2 症例，PS 2 E・3 E が各 1 症例で



あった。アンプル・注射器の間違いに関するコメント欄の記載として、エピネフリンの誤投与3症例が報告されていた。また、誤経路としては硬膜外腔への静脈麻酔薬、昇圧薬、ハイポアルコール、筋弛緩拮抗薬が報告されていた。

不適合輸血による全偶発症例のASA-PS分布は、PS 2・3が各2症例、PS 4 Eが1症例であった。PS 4 Eの症例が死亡の転帰をたどったが、死亡原因は原疾患によるものとの報告された。

薬剤投与に起因する偶発症の兆候あるいは症状を心停止、循環器系の変化（高度低血圧を含む）、呼吸器系の変化（高度低酸素血症を含む）、中枢神経系の変化に大別すると、おのおの12.1%、64.5%、9.8%、5.7%を占めた。術中覚醒も1症例報告された。

### 3. 考 察

麻酔関連の薬剤投与に起因する全偶発症は、5,474症例に1症例の割合で発生していた。偶発症例調査では危機的と評価された事象のみが回答対象となっていることを考慮すると、危機的状況に至らなかったインシデントは相当数発生していたものと推定される。ニュージーランドの一教育病院における調査では、麻酔関連薬剤の投与に関するインシデントが133症例に1症例の割合で発生していたと報告<sup>5)</sup>されている。

発生原因は、薬物過量・選択不適切、主麻酔薬過量投与、高位脊髄くも膜下麻酔、局所麻酔薬中毒、アンプル・注射器の間違い、不適合輸血の順に多かった。また、偶発症の結果、死亡に至る原因としては、薬物過量・選択不適切、主麻酔薬過量投与、高位脊髄くも膜下麻酔、局所麻酔薬中毒の順に多かった。したがって、発生症例数ならびに転帰の悪さから評価すると、特に薬物過量・選択不適切、主麻酔薬過量投与、高位脊髄くも膜下麻酔の発生を回避することが緊急の課題といえる。特に前二者は、ASA-PS 1・2の軽症群における死亡原因にもなっている点に注意を要する。一方、高位脊髄くも膜下麻酔による偶発症は、心停止に至る割合が20.7%ともっとも高率であることに注意が必要である。

一方、アンプル・注射器の間違いならびに不適

合輸血に直接起因する死亡症例の報告はなかった。しかし、これらは医療事故に発展しかねない事象であることから、この両者の回避も（社）日本麻酔科学会が対策を示すべき課題の一つといえる。特に、アンプル・注射器の間違いに起因する全偶発症の88.2%はASA-PS 1・2のいわゆる軽症群に発生している点に注意する必要がある。軽症群に多発したからこそ、死亡の転帰をたどる症例がなかったという側面も考慮すると、アンプル・注射器の間違いが原因となって、本来偶発症が起こってはならないこのような患者集団に偶発症が発生しているという状況は、麻酔専門医として真摯に受け止める必要がある。もちろん、アンプル・注射器の間違いによる全偶発症の発生頻度は0.79/10万症例、つまり12.6万症例に1回の割合と、決して高いものではないが、（社）日本麻酔科学会にはこのような偶発症の発生を限りなくゼロにすることが求められている。

本邦における不適合輸血の実態調査によると、手術室における不適合輸血の発生件数は1995年から1999年の5年間で17件と報告<sup>6)</sup>されている。これは、300床以上で年間3,000単位以上の血液製剤を使用している777施設のうち578施設からの回答をもとに得られた数値である。偶発症例調査では、4年間で5症例の報告にとどまったが、不適合輸血が危機的と評価されなければ報告されないことが、この数値の開きの原因の一つと考えられる。

また、偶発症の兆候あるいは症状としては、循環器系の変化として現れることがもっとも多く、心停止を含めると76.6%を占めた。循環器系以外では、呼吸器系の変化、中枢神経系の変化として現れていることから、その早期発見と迅速な対処には絶え間ない看視が必須である。しかし、このような変化として現れない場合には、例えば誤投与が発生しても見逃されている可能性も考えられる。

このような麻酔関連の薬剤投与に起因する偶発症を削減するためには、さまざまな方面からの対処が必要と考えられる。薬物過量・選択不適切や主麻酔薬過量投与の回避には、教育の充実によって担当麻酔科医の質の向上を図ることがまず必要

である<sup>7)8)</sup>が、手術に携わる医療関係者間のコミュニケーションが確実に行われうる環境整備も必要と考えられる<sup>9)</sup>。麻酔科医の実力に応じて担当症例を決め、十分な監督体制を敷くとともに、インシデントの収集と解析を徹底するという組織としての取り組みも当然必要である<sup>8)10)</sup>。また、過重労働による注意力低下も、薬剤投与に関する偶発症の原因となりうることから<sup>11)12)</sup>、マンパワーの質と量の確保はこの面からも重要である。鎮静レベル評価のための脳波モニタリング<sup>13)</sup>や標的濃度調節持続静注 (TCI)<sup>14)</sup>が主麻酔薬過量投与を防止するための補助手段となる可能性もある。

高位脊髄くも膜下麻酔による心停止の予後は不良であることが、今回の解析でも示された。したがって、本麻酔法に伴う徐脈・低血圧に対しては早期にエピネフリンを投与すべきであるという Caplan ら<sup>15)</sup>の解析結果も参照すべきであろう。なお、高位脊髄くも膜下麻酔の回避という観点からは、脊髄くも膜下硬膜外併用麻酔を用いることによって、くも膜下投与の局所麻酔薬量の過量を予防するという方策も考えられる。確かに今回の解析でも、脊髄くも膜下硬膜外併用麻酔では高位脊髄くも膜下麻酔による死亡は報告されなかった。しかし、偶発症の発生症例数が少ないことから現時点での評価は困難である。

今回の調査で、局所麻酔薬中毒に起因する死亡症例も確認された。硬膜外腔への局所麻酔薬投与に際しては、血液の逆流がないことの確認、局所麻酔薬の選択ならびにその投与量の決定に細心の注意を払う必要がある。

アンプル・注射器の間違いは、医療事故への発展の可能性を考えると、もっとも重要な問題といえる。手術室はもとより救急外来や集中治療室では、処方箋や指示録なしに薬剤の投与が行われる。したがって、通常の病棟であれば行われうる薬剤師や看護師による二重・三重のチェックが欠如することになる。元来、薬剤投与の領域は一般的には客観的モニタリングが欠如しているという現実がある。一方、“To error is human”といわれるように<sup>16)</sup>、人間は誰でも誤りを犯しうる。われわれ麻酔科医は、このような現実をしっかりと認識することが重要である。モニタリングという

観点からは、コンピュータ制御の薬剤カートやバーコードによる薬剤照合システムが注目される<sup>17)</sup>。バーコードによる確認は設備費を考慮すると、前者よりも実現可能な方法と考えられる。本邦では不適合輸血の回避を目的として導入が進んでいる<sup>18)</sup>。比較的導入しやすいものとして、薬剤名入りテープ<sup>19)</sup>、注射器の色分けによる区別、トレイ別の注射器の区別、シリンジ製剤の導入などが挙げられる。麻酔カートにおける薬剤の配置の工夫と定数化、静注用リドカインなど同一高濃度製剤の撤去や別途保管も有効と考えられる。各施設の実状に合わせて、実行可能な対策から取り組んで行く必要がある。教育と麻酔カートの整理・整頓、薬剤投与時の指差し呼称と複数人によるチェックは、すぐにでも実行できる対処法である。

誤経路としては、持続硬膜外チューブと静脈ルートとの誤りが多いようであり、今回の解析でも硬膜外腔への静脈麻酔薬、昇圧薬、筋弛緩拮抗薬の投与が報告された。硬膜外と記載したタグの添付、さらには静脈内投与シリンジと別規格の硬膜外チューブの注入システムの導入などが提唱されている<sup>20)</sup>。

本邦では麻酔関連薬剤の投与に関連するインシデントの全国調査は、いまだ実施されていない。そこで、2005年に、「麻酔関連薬剤の投与に関するインシデント調査(案)」と題する実態調査を、偶発症例調査専門部会・薬剤対策専門部会・手術室安全対策専門部会の3部会合同で実施させていただくこととしている。調査対象は、誤投与、過量投与、誤経路によるインシデントならびに危機的偶発症であり、秘密調査として実施する。各事象の実態、その背景に関して調査し、今後の対策立案に資するのが目的である。集計結果は「麻酔」誌に報告される。麻酔科認定病院の担当者の方には、「麻酔関連偶発症例調査」「術前合併症としての出血性ショック・手術が原因の大出血に関する追加調査」に重ねてさらにご負担をおかけすることになるが、問題の重要性をご理解いただき、ご協力をお願いするものである。

なお、本研究の一部は日本学術振興会科学研究補助金(課題番号 15591637)によって行われた。

## 引用文献

- 1) 入田和男, 川島康男, 巖 康秀, 瀬尾憲正, 津崎晃一, 森田 潔ほか, 「麻酔関連偶発症例調査 2002」および「麻酔関連偶発症例調査 1999-2002」について: 総論—(社) 日本麻酔科学会安全委員会偶発症例調査専門部会報告—, 麻酔 2004 ; 53 : 320-35.
- 2) 川島康男, 瀬尾憲正, 森田 潔, 巖 康秀, 入田和男, 津崎晃一ほか (日本麻酔科学会手術室安全対策委員会報告). 「麻酔関連偶発症例調査 1999」について: 総論. 麻酔 2001 ; 50 : 1260-74.
- 3) 川島康男, 瀬尾憲正, 森田 潔, 巖 康秀, 入田和男, 津崎晃一ほか (日本麻酔科学会手術室安全対策委員会専門部会報告). 「麻酔関連偶発症例調査 2000」について: 総論. 麻酔 2002 ; 50 : 1032-47.
- 4) 川島康男, 瀬尾憲正, 津崎晃一, 巖 康秀, 森田潔, 入田和男ほか (日本麻酔科学会手術室安全対策委員会専門部会報告). 「麻酔関連偶発症例調査 2001」について: 総論. 麻酔 2003 ; 52 : 666-82.
- 5) Webster CS, Merry AF, Larsson L, McGrath KA, Weller J. The frequency and nature of drug administration error during anaesthesia. *Anaesth Intensive Care* 2001 ; 29 : 494-500.
- 6) 柴田洋一, 稲葉頌一, 内川 誠, 長田広司, 倉田義之, 坂本久浩ほか. ABO 型不適合輸血実態調査の結果報告. *日本輸血学会雑誌* 2000 ; 46 : 545-64.
- 7) Orser BA, Oxorn DC. An anaesthetic drug error: minimizing the risk. *Can J Anaesth* 1994 ; 41 : 120-4.
- 8) Cooper JB, Newbower RS, Kitz RJ. An analysis of major errors and equipment failures in anesthesia management: considerations for prevention and detection. *Anesthesiology* 1984 ; 60 : 34-42.
- 9) 澤 智博. 危機管理とリーダーシップ教育. *臨床麻酔* 2003 ; 27 : 1870-8.
- 10) Santell JP, Hicks RW, McMeekin J, Cousins DD. Medication errors: experience of the United State Pharmacopeia (USP) UEDMARX reporting system. *J Clin Pharmacol* 2003 ; 43 : 760-7.
- 11) Davies JM, Webb RK. Adverse events in anaesthesia: the wrong drug. *Can J Anaesth* 1994 ; 41 : 83-6.
- 12) Howard SK, Rosekind MR, Katz JD, Berry AJ. Fatigue in Anesthesia: implications and strategies for patient and provider safety. *Anesthesiology* 2002 ; 97 : 1281-94.
- 13) Heck M, Kumle B, Boldt J, Lang J, Lehmann A, Saggau W. Electroencephalogram bispectral index predicts hemodynamic and arousal reactions during induction of anesthesia in patients undergoing cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2000 ; 14 : 693-7.
- 14) De Castro V, Godet G, Mencia G, Raux M, Coriat P. Target-controlled infusion for remifentanyl in vascular patients improves hemodynamics and decreases remifentanyl requirement. *Anesth Analg* 2003 ; 96 : 33-8.
- 15) Caplan RA, Ward RJ, Posner K, Cheney FW. Unexpected cardiac arrest during spinal anesthesia: A closed claims analysis of predisposing factors. *Anesthesiology* 1988 ; 68 : 5-11.
- 16) Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS. *To error is human: building a safer health system.* Washington DC ; National Academy Press: 2000.
- 17) Merry AF, Webster CS, Mathew DJ. A new, safety-oriented, integrated drug administration and automated anesthesia record system. *Anesth Analg* 2001 ; 93 : 385-90.
- 18) Turner CL, Casbard AC, Murphy MF. Barcode technology: its role in increasing safety of blood transfusion. *Transfusion* 2003 ; 43 : 1200-9.
- 19) Rendell-Baker L. Reducing syringe swap errors. *Anesthesiology* 1993 ; 78 : 623.
- 20) Cyna A, Simmons S, Osborn K, Andrew M. Fatal epidural infusion—call for a system-wide change. *Anaesth Intensive Care* 2002 ; 30 : 99-100.

ABSTRACT

Critical Incidents due to Drug Administration  
Error in the Operating Room :  
An Analysis of 4,291,925 Anesthetics Over  
a 4 Year Period

Kazuo IRITA\*<sup>1</sup>, Koichi TSUZAKI\*<sup>2</sup>,  
Tomohiro SAWA\*<sup>3</sup>, Michiyoshi SANUKI\*<sup>4</sup>,  
Koji MAKITA\*<sup>5</sup>, Yoshiro KOBAYASHI\*<sup>6</sup>,  
Akito OOMURA\*<sup>7</sup>, Yasuo KAWASHIMA\*<sup>8</sup>,  
Yasuhide IWAO\*<sup>9</sup>, Norimasa SEO\*<sup>10</sup>,  
Kiyoshi MORITA\*<sup>11</sup>, Hidefumi OBARA\*<sup>12</sup>  
Subcommittee on Surveillance of  
Anesthesia-related Critical Incidents

\*<sup>1</sup> *Department of Anesthesiology and Critical  
Care Medicine, Graduate School of Medical  
Sciences, Kyushu University, Fukuoka 812-8582  
(Chair of Subcommittee on Surveillance of  
Anesthesia-related Critical Incidents)*

\*<sup>2</sup> *Department of Anesthesiology, School of  
Medicine, Keio University, Tokyo 160-8582*

\*<sup>3,7,8</sup> *Department of Anesthesiology, Teikyo  
University, School of Medicine, Tokyo 173-0003  
(\*<sup>7</sup> Member of Board of Japanese Society of  
Anesthesiologists)*

\*<sup>4</sup> *Department of Anesthesiology, Asa City Hospital,  
Hiroshima 731-0293*

\*<sup>5</sup> *Department of Anesthesiology, Tokyo Medical  
and Dental University, School of Medicine,  
Tokyo 113-8519*

\*<sup>6</sup> *Department of Anesthesiology, National Tokyo  
Medical Center, Tokyo 152-8902*

\*<sup>9</sup> *Department of Anesthesiology, Kyorin University  
School of Medicine, Mitaka 181-8611*

\*<sup>10</sup> *Department of Anesthesiology, Jichi Medical  
School, Tochigi 329-0498*

\*<sup>11</sup> *Department of Anesthesiology and Resuscitology,  
Okayama University Medical School,  
Okayama 700-8558*

\*<sup>12</sup> *Department of Anesthesiology, Faculty of*

*Medicine, Kobe University, Kobe 650-0017*

**Background** : Wrong drugs, overdose of drugs, and incorrect administration route remain unsolved problems in anesthetic practice. We determined the incidence and outcome of drug administration error in the operating room of Japanese Society of Anesthesiologists-Certified Training Hospitals.

**Methods** : Data were obtained from annual surveys conducted by Japanese Society of Anesthesiologists between 1999 and 2002. There were 4,291,925 cases of anesthetic delivery for this analysis.

**Results** : Incidence of critical incidents due to drug administration error was 18.27/100,000 anesthetics. Cardiac arrest occurred in 2.21 patients per 100,000 anesthetics. Causes of these critical incidents were as follows : overdose or selection error involving non-anesthetic drugs, 42.1% ; overdose of anesthetics, 28.7% ; inadvertent high spinal anesthesia, 17.9% ; local anesthetic intoxication, 6.4% ; ampule or syringe swap, 4.3% ; blood mismatch, 0.6%. Incidence of death following these incidents was 0.44/100,000. Causes of death were as follows : overdose or selection error involving non-anesthetic drugs, 47.4% ; overdose of anesthetics, 26.3% ; inadvertent high spinal anesthesia, 15.8% ; local anesthetic intoxication, 5.3%. Ampule or syringe swap did not lead to any fatalities. Death following inadvertent high spinal anesthesia and local anesthetic intoxication was reported only in patients who had developed cardiac arrest. It should be noted that 88 percent of ampule or syringe swap occurred in patients with American Society of Anesthesiologists-Physical Status 1 or 2, who did not seem to require complex anesthetic management.

**Conclusions** : We should increase awareness that drug administration is generally performed with limited objective monitoring, although "To error is human". Increased vigilance is required to avoid drug administration error in the operating room.