

## 局所ブロックを用いた麻酔管理 ⑤

### 左第4指基節骨からの断指術にリングブロックを実施した 犬における麻酔管理の1例

山下和人（酪農学園大学獣医学群 獣医学類 伴侶動物医療学分野 附属動物病院麻酔科）

#### はじめに

World Small Animal Veterinary Association (WSAVA) は、犬・猫の疼痛管理のガイドラインを策定すべく、2010年12月にWSAVA-Global Pain Council (WSAVA-GPC) を招集し、2013年3月に“Guidelines for Recognition, assessment, and treatment of Pain”を公表した。その内容は、2014年5月にWSAVAの公式学術雑誌のJournal of Small Animal Practice (JSAP) に掲載された<sup>1)</sup>。このWSAVA-GPCのガイドラインでは、犬・猫の去勢/不妊手術、軟部外科手術、および整形外科手術における周術期疼痛管理のプロトコールも紹介されており、そこでは、局所麻酔薬による局所ブロックの使用が強く推奨されている。そこで、本稿では、左第4指の断指術を計画された犬においてリングブロックを用いた麻酔管理症例を紹介する。

#### 1 | 症例の概要

- プロフィール：ラブラドル・レトリバー、雄、10歳齢、体重 33.0kg
- 術前の全身状態：ASA分類クラスII（年齢）
- 手術内容：左第4指基節骨からの断指術
- 予想される術後疼痛の程度：中等度

本症例は、約6カ月前に左第4指の爪が割れ、その部位の腫瘍が徐々に大きくなり、1カ月ほど前より跛行を示すようになったとのことで、本学附属動物病院（RGU-VTH）腫瘍科に紹介来院した。本院来院時（第1病日）の症例は元気・食欲に問題なく、一般状態は良好であり、体重32.9kg、体温38.7℃、心拍数120回/分、呼吸数140回/分（パンティング）であった。腫瘍性病変は2.1×1.7cmの軟性充実性腫瘍であ

り、左第4指に爪を破壊した状態で存在し、表面に出血を認めた。病変部位の単純X線検査では、左第4指基節骨と中節骨に骨増生を認めた（図1）。血液検査および血清生化学検査では、顕著な異常値は認められなかった（表1）。胸部X線検査では、心陰影ならびに肺野に異常はみられず、生検では、腫瘍病変のスタンプ標本で黒色顆粒を持つ細胞が散見され、左浅頸リンパ節には形質細胞が多数認められて反応性リンパ節を呈していた。以上のことから、第5病日に左第4指基節骨からの断指術が計画された（RGU-VTH腫瘍科 廉澤 剛教授）。

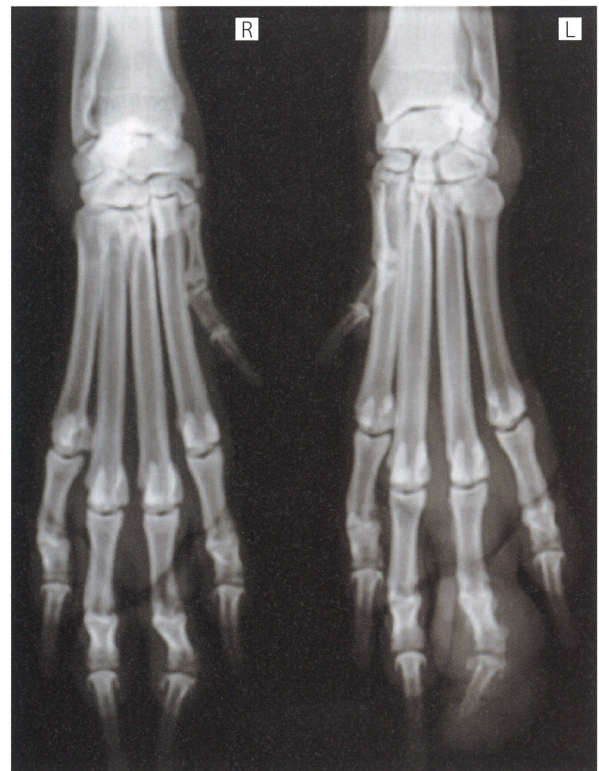


図1 前肢端の単純X線検査所見（第1病日）  
左第4指基節骨と中節骨に骨増生を認めた



表1 術前(第1病日)の血液検査および血清生化学検査所見

検査項目	術前 (第1病日)
<b>血液検査</b>	
WBC (/ $\mu$ L)	9,400
RBC ( $\times 10^4$ / $\mu$ L)	557
HGB (g/dL)	13.0
HCT (%)	39.0
MCV (fL)	70.0
MCH (pg)	23.7
MCHC (g/dL)	34.0
血小板 ( $\times 10^3$ / $\mu$ L)	36.0
<b>血清生化学検査</b>	
TP (g/dL)	6.5
ALB (g/dL)	2.8
血糖 (mg/dL)	98
T-Bil (mg/dL)	0.1
AST (U/L)	41
ALT (U/L)	29
GGT (U/L)	3
ALP (U/L)	122
BUN (mg/dL)	13
CREA (mg/dL)	1.0
T-Chol (mg/dL)	163
Na (mEq/L)	149
K (mEq/L)	3.9
Cl (mEq/L)	114
Ca (mg/dL)	10.0
Fe ( $\mu$ g/dL)	90

## 2 | 断指術の麻酔・疼痛管理

### ① 術前評価

第5病日の本症例は、一般状態は良好で、元気・食欲もあり、体重33.0kg、体温39.4℃、心拍数112回/分、呼吸数136回/分であった。手術当日には血液検査および血清生化学検査を実施しなかったために、当日の一般状態と第1病日の検査所見を基に術前の全身状態をASA分類のクラスⅡ<sup>2)</sup>と判断した。また、左第4指基節骨からの断指術が計画されたことから、術後疼痛の程度を中等度<sup>3)</sup>と予想した。

### ② 麻酔/疼痛管理プロトコールの計画(表2)

本症例では、術前の全身状態はASA分類クラスⅡと判断され、麻酔リスクは高くないと考えられた。また、術後疼痛は中等度と予想されたことから、非麻薬性オピオイドと

表2 本症例の断指術(第5病日)に実施した麻酔/疼痛管理プロトコール

<p>〈麻酔前投薬〉</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●ミダゾラム 0.1mg/kg-トラマドール 4mg/kg 混合IV</li> <li>●ロベナコキシブ 2mg/kg SC</li> </ul> <p>〈麻酔導入〉</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●アルファキサロン to effect IV (3mg/kgを準備)</li> </ul> <p>〈麻酔維持〉</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●酸素-セボフルラン吸入麻酔</li> <li>●酸素吸入 (2.0L/分)、再呼循環回路</li> <li>●間欠的陽圧換気 換気回数12回/分 吸気時間:呼気時間=1:2</li> </ul> <p>〈術中鎮痛〉</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●リングブロック:左前肢背側面および掌側面で橈尺骨の遠位端を触知し、その少し近位で掌側面では尺骨神経と正中神経の走行部位、背側面では橈骨神経と尺骨神経の走行部位の周囲に局所麻酔薬を浸潤した。注入部位は、掌側面2カ所および背側面2カ所の合計4カ所として、2%リドカイン2.5mLおよび1%ロピバカイン4.9mLの混合液を1カ所に約1.8mLずつ浸潤した。</li> </ul> <p>〈術後疼痛管理〉</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●麻酔回復期にブプレノルフィン0.01mg/kg IM</li> <li>●術後翌日朝にブプレノルフィン0.01mg/kg IM、ロベナコキシブ1mg/kg 1日1回 SC</li> <li>●術後翌日より14日目フィロコキシブ227mg/頭 (6.9mg/kg) 1日1回 PO</li> </ul>
--

IV: 静脈内投与、IM: 筋肉内投与、PO: 経口投与

非ステロイド系抗炎症剤(NSAID)、および局所ブロックを用いたマルチモーダル鎮痛による周術期疼痛管理を計画した(表2)。具体的には、麻酔前投薬に非定型オピオイドのトラマドールおよびNSAIDのロベナコキシブを投与し、麻酔導入後に左前肢遠位でリングブロックを実施することとした。さらに、術後疼痛管理として、麻酔回復期と翌日朝に作用持続時間の長い部分的 $\mu$ -作動薬のブプレノルフィンを投与するとともに、術後14日間 NSAIDのフィロコキシブを投与することを計画した。

### [麻酔前投薬、麻酔導入、および麻酔維持]

(1) 麻酔前投薬として、ミダゾラム0.1mg/kg(ミダゾラム注「サンド」:富士製薬工業、本症例では0.66mL)およびトラマドール4mg/kg(トラマドール注:日本新薬、本症例では2.6mL)を混合して左橈側皮静脈に留置した22G静脈カテーテル(スーパーキャス:メディキット)から静脈内投与(IV)することとした。また、ロベナコキシブ2mg/kg(オンシオール注:ノバルティス アニマルヘルス、本

症例では3.3mL)を皮下投与することとした。

(2) 麻酔導入には、アルファキサロン(アルファキサン: Meiji Seika ファルマ)を3mg/kgで準備し(本症例では9.9mL)、気管挿管可能となるまでto effectでゆっくりと左橈側皮静脈に留置した静脈カテーテルから投与することとした。

(3) 麻酔維持と術中鎮痛には、酸素-セボフルラン(セボフロ: DSファーマアニマルヘルス)吸入麻酔(OS麻酔)および左前肢遠位のリングブロック(後述)を用いることを計画した。

- OS麻酔には、回路外気化器とした吸入麻酔器(Vigor 21: アコマ医科工業)および再呼吸回路を用い、セボフルラン気化器(MK-Ⅲ: アコマ医科工業)でセボフルラン吸入濃度を調節し、外科処置に要求される麻酔深度を維持することを計画した。

- 麻酔中には、乳酸リンゲル液(ソルラクト: テルモ)を5mL/kg/hrで静脈内輸液することとした(本症例では165mL/hr)。

- 無呼吸や換気抑制を認めた場合には、従量式調節呼吸器(Ace-3000: アコマ医科工業)を用い、換気回数12回/分、吸気時間:呼気時間比=1:2として、終末呼気二酸化炭素分圧(PETCO<sub>2</sub>)35~40mmHgまたは動脈血二酸化炭素分圧(PaCO<sub>2</sub>)40mmHg前後となるように呼吸管理することを計画した。

**[リングブロック]**

麻酔導入後に以下の手順で左前肢遠位のリングブロック<sup>4)</sup>を実施することを計画した(図2、3)。

(1) 左前肢掌側面で橈尺骨の遠位端を触知し、その少し近位で尺骨神経と正中神経の走行部位周囲の2カ所を掌側面の局所麻酔薬注入部位とすることとした(図2-A)。

(2) 左前肢背側面で橈尺骨の遠位端を触知し、その少し近位で橈骨神経と尺骨神経の走行部位周囲の2カ所を局所麻酔薬注入部位とすることとした(図3-A)。

(3) 局所麻酔薬にはリドカインおよびロピバカインを用い、2%リドカイン1.5mg/kg(キロカイン2%注射液: アストラゼネカ、本症例では2.5mL)および1%ロピバカイン1.5mg/kg(アナペイン注10mg: アストラゼネカ、本症例では4.9mL)を混合し、この混合液を約1.8mLずつ各注入部位周囲に浸潤させることとした。

**[麻酔モニタリング]**

(1) 『犬および猫の臨床例に安全に全身麻酔を行うためのモ

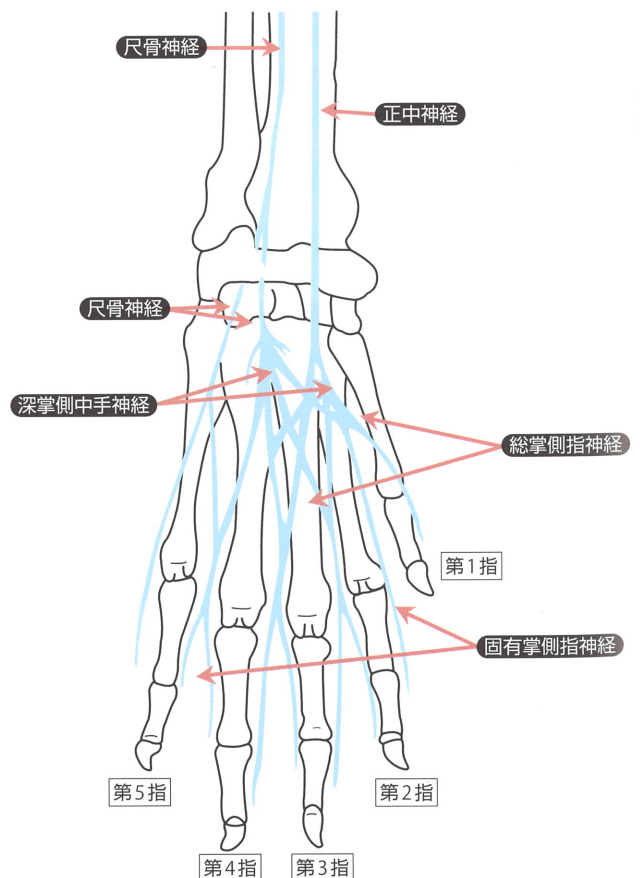
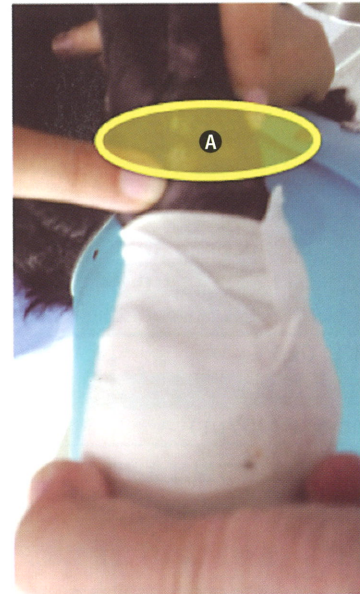


図2 本症例に実施したリングブロックの局所麻酔薬注入部位(掌側面)  
左前肢掌側面で橈尺骨の遠位端を触知し(写真は本症例の術後に撮影)、尺骨神経と正中神経の走行部位の周囲に局所麻酔薬を浸潤した(A)。掌側面の注入部位は2カ所として、各部位に局所麻酔薬(2%リドカイン2.5mLと1%ロピバカイン4.9mLの混合液)を1カ所に約1.8mLずつ浸潤した



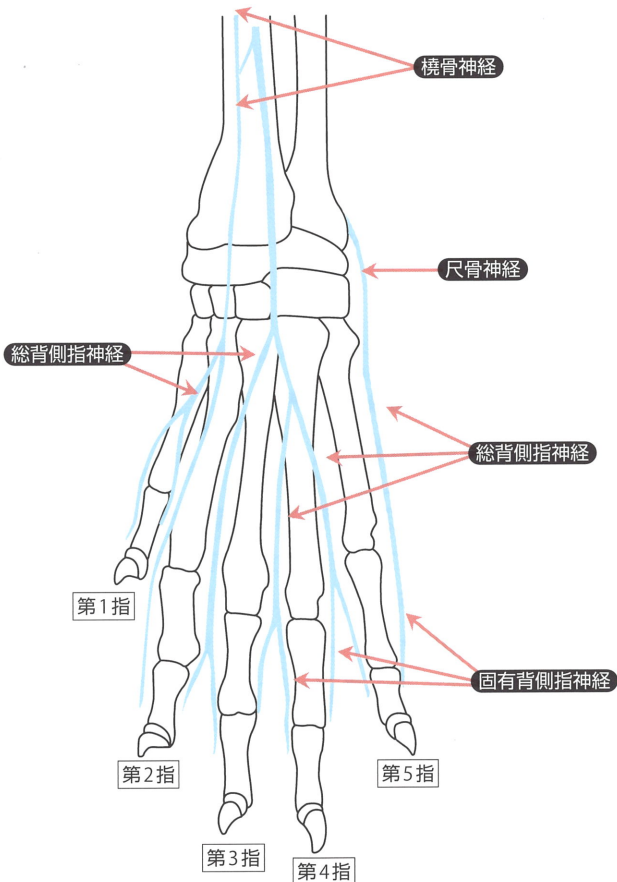


図3 本症例に実施したリングブロックの局所麻酔薬注入部位（背側面）  
 左前肢背側面で橈尺骨の遠位端を触知し（写真は本症例の術後に撮影）、その少し近位で橈骨神経と尺骨神経の走行部位の周囲に局所麻酔薬を浸潤した（A）。背側面の注入部位は2カ所として、各部位に局所麻酔薬（2%リドカイン2.5mLと1%ロピバカイン4.9mLの混合液）を1カ所に約1.8mLずつ浸潤した

ニタリング指針（獣医麻酔外科学会』（本誌No.156, p.73参照）に従って麻酔モニタリングを実施することを計画した。動物用患者監視装置（BP-608V：オムロンコーリン）を用い、体温、心電図、心拍数、呼吸数、PETCO<sub>2</sub>、終末呼気セボフルラン濃度（ETSEV）、経皮的酸素飽和度（SpO<sub>2</sub>）およびオシロメトリック法による非観血的動脈血圧（測定部位：尾根、カフNo.24）を非侵襲的に測定するとともに、観血的動脈血圧測定を計画した。

- (2) 観血的動脈血圧測定では、麻酔導入後に右後肢の中足動脈に22G留置針（スーパーキャス：メディキット）を留置し、これに心底部の高さでゼロ校正した圧トランスデューサー（血圧モニタリングキット：日本ベクトン・ディッキンソン）を連結して実施することを計画した。
- (3) 必要に応じて動脈に留置したカテーテルより動脈血を採取し、血液ガス分析装置（GEM 3000：Instrumentation Laboratory）を用いて血液ガス分析の実施を計画した。

【術後疼痛管理】

- (1) 麻酔回復期にブプレノルフィン0.01mg/kg（レペタン注：大塚製薬、本症例では1.6mL）を筋肉内投与（IM）し、術後翌日朝にブプレノルフィン0.01mg/kg IMおよびロペナコキシブ1mg/kg SCを投与することを計画した。
- (2) 術後翌日の退院時に、フィロコキシブ227mg錠（プレビコックス：メリアル・ジャパン）を1日1回 経口投与で14日間分処方することとした。

③ 実際の麻酔管理状況

麻酔記録を図4に示した。総麻酔時間は127分間であった。手術前室で麻酔前投薬（ミダゾラム-トラマドールIVおよびロペナコキシブSC）を実施した（麻酔経過時間0分）。麻酔前投薬後9分目に酸素化しながらアルファキサロン投与を開始し、13分目に内径10mmの気管チューブを気管挿管した。気管挿管後、右側臥位に保定してOS麻酔を開始し、18分目に静脈内輸液を開始した。21分目に動脈留置を試みたが、残念ながら成功しなかった。30分目にリングブロックを実施し、33分目に調節呼吸を開始した。48分目に術野の消毒を開始し、70～118分目に外科手術が実施された。124分目に術後疼痛管理としてブプレノルフィンを投与し、127分目にOS麻酔および静脈内輸液を終了した。130分目に自発呼吸が回復したために調節呼吸を中止し、139分目に喉頭反射が回復し、気管チューブを抜管した。

[麻酔深度]

本症例の麻酔導入では、準備したアルファキサロン3mg/kgの全量投与が必要であった。気管挿管後に酸素流量3L/分およびセボフルラン気化器のダイヤル2.0%の設定でOS吸入麻酔を開始し、29分目に酸素流量を2L/分に減量した。手術開

始に向けて53分目にセボフルラン気化器のダイヤル設定を2.5%に増加し、手術開始時(70分目)にはETSEV 2.1%に到達した。その後、外科手術は円滑に進行し、そのまま手術終了までETSEV 2.1%で安定した麻酔深度を得られた。

本症例において、断指術の外科麻酔維持に要したETSEV

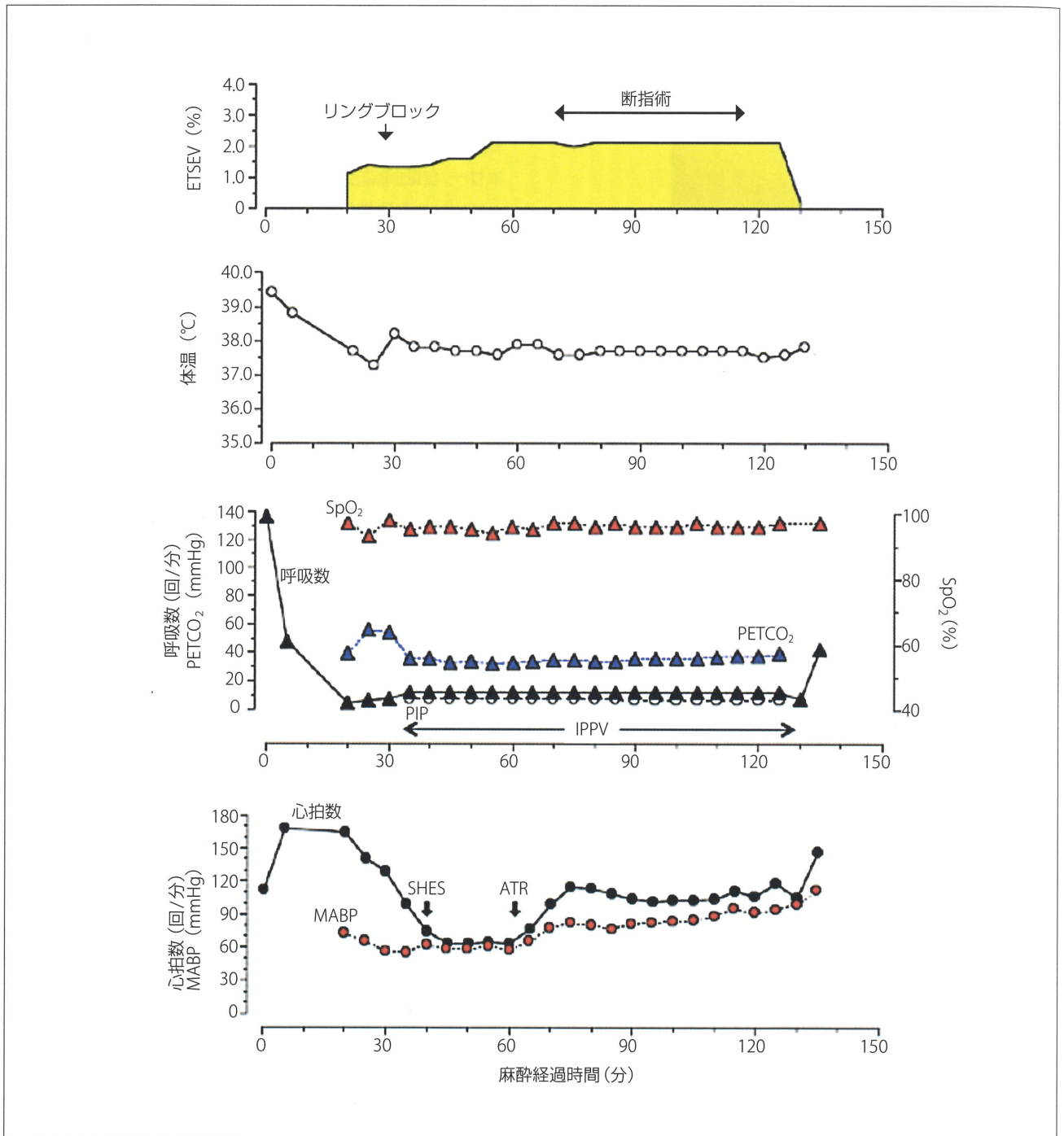


図4 本症例の断指術(第5病日)における麻酔記録

ETSEV: 終末呼気セボフルラン濃度、SpO<sub>2</sub>: 経皮的酸素飽和度、PETCO<sub>2</sub>: 終末呼気炭酸ガス分圧、IPPV: 間欠的陽圧換気、PIP: 最大気道内圧、MABP: オシロメトリック法で測定した非観血的平均動脈血圧、麻酔経過時間: 麻酔導入開始時を0分とした経過時間、SHES: 6%ヒドロキシエチルデンプン製剤 5mL/kg 静脈内投与、ATR: アトロピン0.01mg/kg 静脈内投与



は2.1%であり、犬におけるセボフルランの最小肺泡濃度 (MAC) を2.34%とすると<sup>5)</sup>、吸入麻酔薬の使用量は約0.9MACであった。健康な動物では1.5MACで最適な外科麻酔を得られるとされていることから<sup>5)</sup>、本症例の吸入麻酔の使用量は約40%軽減されたと計算される。本症例において麻酔前投薬に用いたトラマドールは、オピオイド $\mu$ 受容体への作用および下行性疼痛抑制系のシナプス前神経細胞におけるノルアドレナリンとセロトニンの再取り込み抑制作用の2つの作用により鎮痛効果を発揮することが示されており<sup>6-8)</sup>、人ではモルヒネに耐性を示す症例にも鎮痛効果を発揮する<sup>9)</sup>。また、犬では、トラマドール4mg/kg IVによってセボフルランのMACを $22.3 \pm 12.2\%$ まで減少できることが報告されている<sup>10)</sup>。一方、本症例の麻酔前投薬に併用したロベナコキシブはNSAIDであり、シクロオキシゲナーゼ阻害によって発痛増強物質のプロスタグランジン産生を抑制し、消炎鎮痛解熱作用を発揮する<sup>11)</sup>。犬では、ロベナコキシブ2mg/kg SCでセボフルランMAC-blunting adrenergic response (MAC-BAR) を $16.5 \pm 12.3\%$ まで減少させることが報告されている<sup>12)</sup>。したがって、本症例では、非麻薬性オピオイド、NSAID、および局所ブロックを用いた「マルチモーダル鎮痛」によって相加的または相乗的な鎮痛効果を得られたものと考えられる。

#### 【体温の変化】

体温は、麻酔導入後に徐々に低下したが、術中には37.8°C前後で推移した。

#### 【呼吸循環管理】

麻酔導入後に無呼吸は認められなかったが、呼吸数減少 (4~6回/分) および高炭酸ガス血症 (PETCO<sub>2</sub> 54~56mmHg) がみられたことから、34分目に調節呼吸を開始した。調節呼吸では、換気回数12回/分および最大気道内圧 (PIP) 6~7cmH<sub>2</sub>Oの換気条件によって、SpO<sub>2</sub> 96~97%およびPETCO<sub>2</sub> 33~38mmHgの良好な酸素化と換気状態を得られた。

心拍数は、麻酔前投薬後に168回/分まで増加したが (5分目)、麻酔導入後に徐々に低下して30分目には124回/分となった。心拍数は調節呼吸開始後にさらに減少し、45~60分目には64~65回/分で推移した。また、30~40分目にオシロメトリック法で平均血圧 (MABP) 56~57mmHgの低血圧を認めたことから、40分目に前負荷増大を期待して6%ヒドロキシエチルデンプン製剤5mL/kg IV (サリンヘス: フレゼニウス カービジャパン、本症例では165mL) を投与した。また、63分目に心拍数増加を期待してアトロピン0.01mg/kg

IV (硫酸アトロピン注: 扶桑薬品工業、本症例では0.66mL) を投与した。これらの治療によって、75分目以降に心拍数は102~114回/分に増加し、動脈血圧はMABP 80mmHg前後に回復した。

#### 【麻酔回復】

外科手術終了後、127分目にOS麻酔を終了し、139分目に自発呼吸が回復したことから調節呼吸を中止した。麻酔回復後には、顕著な術後疼痛は認められなかった。

## 3 | まとめとポイント

リングブロックは比較的手技が容易であり、本症例のような肢端部の外科手術の無痛化に有用であることが再確認できた。麻薬性オピオイドやケタミンなどの麻薬指定された強力な鎮痛薬を使用できない場合には、非麻薬性オピオイド、NSAID、および局所ブロックによるマルチモーダル鎮痛で比較的良好な周術期疼痛管理を実施できると期待される。

#### 参考文献:

- Mathews K., Nolan A., Kronen P., et al.: Guidelines for recognition, assessment and treatment of pain, *J Small Anim Pract*, 55: E10-68, 2014.
- Muir W. W., Hubbell J. A. E., Bednarski R. M., et al. (山下和人, 久代季子 共訳): 症例の評価と準備, 11-24. In: 獣医臨床オペレーション・ハンドブック第4版, インターズー, 2009.
- Carroll G. L. (山下和人訳): 周術期のマルチモーダル鎮痛, In: スモールアニマルサージェリー第3版・上巻(若尾義人, 田中茂男, 多川政弘 監訳), 105-128, インターズー, 2008.
- Muir W. W., Hubbell J. A. E., Skarda R. T., et al. (山下和人, 久代季子 共訳): 犬と猫の局所麻酔法, 125-146. In: 獣医臨床オペレーション・ハンドブック第4版, インターズー, 2009.
- Muir W. W., Hubbell J. A. E., Skarda R. T., et al. (山下和人, 久代季子 共訳): 吸入麻酔, 173-204. In: 獣医臨床オペレーション・ハンドブック第4版, インターズー, 2009.
- Raffa R. B., Friderichs E., Reimann W., et al.: Opioid and nonopioid components independently contribute to the mechanism of action of tramadol, an 'atypical' opioid analgesic, *J. Pharmacol. Exp. Ther*, 260: 275-285, 1992.
- Bamigbade T. A., Davidson C., Langford R. M., et al.: Actions of tramadol, its enantiomers and principal metabolite, O-desmethyltramadol, on serotonin (5-HT) efflux and uptake in the rat dorsal raphe nucleus, *Br. J. Anaesth*, 79: 352-356, 1997.
- Driessen B., Reimann W.: Interaction of the central analgesic, tramadol, with the uptake and release of 5-hydroxytryptamine in the rat brain in vitro, *Br. J. Pharmacol*, 105: 147-151, 1992.
- Shipton E. A.: Tramadol-present and future, *Anaesth Intensive Care*, 28: 363-374, 2000.
- Itami T., Kawase K., Tamaru N., et al.: Effects of a single bolus intravenous dose of tramadol on minimum alveolar concentration (MAC) of sevoflurane in dogs, *J. Vet. Med. Sci*, 75: 613-618, 2013.
- Lamont L. A., Mathews K. A.: Opioids, nonsteroidal anti-inflammatories, and analgesic adjuvants, In: Lumb & Jones' *Veterinary Anesthesia and Analgesia* 4th ed. (Tranquilli W. J., Thurmon J. C., and Grim K. A. eds.), 241-271, Blackwell, 2007.
- Tamura J., Itami T., Ishizuka T., et al.: Sparing effect of robenacoxib on the minimum alveolar concentration for blunting adrenergic response (MAC-BAR) of sevoflurane in dogs, *J. Vet. Med. Sci*, 76: 113-117, 2014.