

## 犬の硬膜外麻酔に関する最近の話題

鳥取大学 農学部 共同獣医学科 獣医画像診断学教育研究分野 助教 村端 悠介

はじめに

人医療と同様に獣医療における麻酔管理においても、バランス麻酔の概念が確立されてきた現在、周術期の疼痛管理の重要性が強調されています。断脚などの後肢の整形外科手術は重度の疼痛を伴うため、近年は麻薬性鎮痛薬やNSAIDに加え硬膜外麻酔が利用されています。硬膜外麻酔は領域麻酔の中では比較的容易な手技ですが、硬膜外腔に硬膜外麻酔針を刺入し、針先が正確な位置にあることを確認する必要があります。今回は硬膜外麻酔の手技で重要な針先の確認法を最近の研究報告を踏まえ解説します。

硬膜外造影

硬膜外造影は人医療では古くから行われ、その歴史は1921年に誤って医師が患者の硬膜外腔に造影剤を投与したことから始まります。現在は画像診断装置としてX線透視装置、CTなどが使用され、針先を適切な位置に誘導した後、造影剤を入れて撮影することで確認しています。硬膜外造影の特徴としては多くの人の患者で有効性と安全性が確認されており、針先の位置だけでなく硬膜外腔への薬剤の広がりや硬膜内への薬剤の漏出を確認することができます。犬でも同様に針先の位置や造影剤の広がりの評価に関して有効性が確認されていますが、硬膜外造影の手技は脊髄の損傷や造影剤によるアレルギーや発作の危険性が指摘されています。

### ハンギングドロップ法

ハンギングドロップ法は硬膜外腔が陰圧であることを利用し、針のハブに満たした液体が針に入ることによって確認する手法です。しかしながら犬の場合、硬膜外腔は血管や間質圧、呼吸による影響により圧力が変化することが知られています。また胸骨位の場合は陰圧となることが多いですが、同じ犬でも側臥位の場合は陰圧にならなかったという報告があり、ハンギングドロップ法は針先の位置確認に必ずしも確実な方法ではありません。

### 抵抗消失法

抵抗消失法は、少量の空気か生理食塩液をガラスシリンジや専用の抵抗の低いシリンジで陽圧をかけながら針を刺入し、急に抵抗が消失（Loss of resistance: LOR）した際に針先が硬膜外腔に入ったとする手法です。この手法は古くから獣医療でも硬膜外腔の確認法として推奨され、犬では LOR 法に 0.3 mL の空気と比較し 0.3 mL の生理食塩液を使用した方がその後の薬液が広がるという報告があります。しかしながら、犬での回顧的な研究では 242 頭の犬のうち 7% が麻酔中のイソフルランの必要量が減少しませんでした。また別の 92 頭の犬で硬膜外麻酔と脊髄クモ膜下麻酔を比較した研究では、硬膜外麻酔で LOR 法により刺入し X 線で針先を確認した場合、32% というより高い割合で針先の位置が硬膜外になかったと報告され、一方別の研究では、85 頭中 75 頭が LOR 法で成功したため 88% の陽性的中率と報告されています。人医療では LOR 法が失敗する理由として黄色靭帯の脂肪に針先があると、抵抗が低いことから硬膜外腔に針先があると認識するのが原因と考えられており、犬でも同様の原因で起こると考えられています。

### 電気刺激法

電気刺激法は硬膜外針に陰極の電極を付け半腱様筋に陽極の電極を設置し、LOR 法やハンギングドロップ法で針を刺入した後、電流 0.3-3 mA、周波数 1-2 Hz、

パルス幅 0.1 ms で電気刺激を行い、後肢と尾の動きで硬膜外腔を確認する方法です。犬での研究では、96 頭のビーグル犬の腰仙椎間で電流  $0.30 \pm 0.07$  mA、周波数 1 Hz、パルス幅 0.1 ms で電気刺激法を行い硬膜外造影で確認したところ、感度 93% 特異性 74% で硬膜外腔に刺入でき、LOR 法を併用したところ感度 83%、特異性 89% であったという報告があります。また、30 頭の犬の L5-L6 間では電流  $2.56 \pm 0.57$  mA、周波数 2 Hz、パルス幅 0.1 ms で電気刺激法を行った場合目的の運動反応があったとされています。

#### 硬膜外腔圧波形の測定

硬膜外腔圧波形の測定は生理食塩液を満たした硬膜外針と L7 の横突起でキャリブレーションした圧トランスデューサーを圧測定ラインで接続し、針先を硬膜外腔に刺入すると、動脈圧波形に類似した硬膜外腔圧波形が測定されることにより針先が硬膜外腔にあることを確認する方法です。犬での研究では、18 頭の犬のうち 15 頭で硬膜外腔圧波形が確認され、局所麻酔投与後に全ての犬で硬膜外腔圧波形が確認されたと報告されています。また同じグループの研究では、98 頭の犬のうち、85 頭をデータに組み入れた研究では、硬膜外麻酔が臨床的に成功した 75 頭のうち 67 頭で硬膜外腔圧波形が確認され、8 頭で確認されませんでした。硬膜外腔圧波形が確認された 67 頭の内訳は、40 頭が穿刺時と薬剤投与後に、26 頭が薬剤投与後に、1 頭が穿刺時のみ波形が確認されたと報告されています。またその際、成功しなかった 10 頭は全て硬膜外腔圧波形が確認されませんでした。そのため、硬膜外腔圧波形による針先の位置の確認は感度 89%、特異性 100% であったが、硬膜外腔圧波形の陰性的中度は 56% だったと報告されています。しかしながら、より最近の報告では、臨床的に硬膜外麻酔が成功した 54 頭の犬のうち、24 頭 (45%) で穿刺時と薬剤投与後に、14 頭 (26%) が薬剤投与後に、16 頭 (29%) で波形が確認されず、硬膜外腔圧波形の感度は 70% でしかなかったと報告されています。

## 超音波ガイド

超音波ガイド下硬膜外麻酔は超音波画像により解剖学的構造を確認し針を刺入する方法で、最近犬においても報告されている手技です。20頭の死体と5頭の生きている犬で行った研究では、腰仙椎傍矢状断面アプローチで黄色靭帯、縦靭帯と低エコー性の硬膜外脂肪、高エコー性の神経構造が認められ、25頭全てで硬膜外腔に針が刺入できたとされ、今後の臨床研究が望まれます。

## まとめ

犬の硬膜外麻酔の研究はいまだ少なく研究間の手技や評価方法の違いから研究間での比較を行うことは困難です。現在の方法のうち、ハンギングドロップ法は研究結果から不確実であり、LOR法は最近の方法と比較した場合、単独の方法としては推奨されないかもしれませんが、LOR法と電気刺激法や硬膜外腔圧波形の併用が現段階では有効な可能性があります。電気刺激法は硬膜外腔圧波形より感度と特異性が低く、刺激条件により判定が難しい可能性があります。一方硬膜外腔圧波形は感度が低いものの、硬膜外腔圧波形が見られた場合には、特異性が100%であり硬膜外針の先端が硬膜外腔にあると言えますが、局所麻酔薬の投与後に初めて観察されることも多い点が欠点となります。超音波ガイドは今後の研究が期待されますが、クモ膜下腔に局所麻酔薬を投与する可能性があるとされています。

また最近の研究では、ランニングドロップ法という生理食塩液の輸液バッグ（100 mL）を脊椎から60cm上の高さに設置し（60 cmH<sub>2</sub>Oの圧）、3方活栓で硬膜外針と接続した状態で針を進め、ドリップ速度が上がる位置で硬膜外腔を確認する手法も報告されています。硬膜外麻酔は古くからある鎮痛法ですが、現在も針先の位置確認のための、簡便で感度と特異性の高い方法に関して検討が続けられています。

## 参考文献

Adami C, Bergadano A, Spadavecchia C. Limitations of the use of pressure waves to verify correct epidural needle position in dogs. *Vet Med Int.* 2013;2013:159489.

Adami C, Gendron K. What is the evidence? The issue of verifying correct needle position during epidural anaesthesia in dogs. *Vet Anaesth Analg.* 2017; 44(2):212–218.

Iff I, Moens YP. Evaluation of extradural pressure waves and the 'lack of resistance' test to confirm extradural needle placement in dogs. *Vet J.* 2010; 185(3):328–331.

Iseri T, Nishimura R, Nagahama S, Mochizuki M, Nakagawa T, Fujimoto Y, Zhang D, Sasaki N. Epidural spread of iohexol following the use of air or saline in the 'loss of resistance' test. *Vet Anaesth Analg.* 2010; 37(6):526–530.

Liotta A, Busoni V, Carrozzo MV, Sandersen C, Gabriel A, Bolen G. Feasibility of ultrasound-guided epidural access at the lumbo-sacral space in dogs. *Vet Radiol Ultrasound.* 2015; 56(2):220–228.

Martinez-Taboada F, Redondo JI. Comparison of the hanging-drop technique and running-drip method for identifying the epidural space in dogs. *Vet Anaesth Analg.* 2017; 44(2):329–336.