

原 著

超音波ガイド下仙骨硬膜外ブロック

—仙骨との解剖学的検討—

獨協医科大学越谷病院 麻酔科

神島啓一郎

要 旨 仙骨硬膜外ブロックは外科手術の麻酔あるいは慢性疼痛の除痛手段に対して用いられる。従来のランドマーク法による仙骨硬膜外ブロックは小児では容易で安全であるとされているが、成人では70~80%の成功率とされている。本研究では超音波ガイド下仙骨硬膜外ブロックを成人患者50症例で施行してその有用性を検討した。結果は全症例にてブロックは成功した。さらに超音波ガイド下仙骨硬膜外ブロックの成功率と安全性をより高くするために仙骨裂孔（仙骨角）の形態変異を観察し、得られた超音波画像の関係を検討した。

Key Words : 超音波ガイド下神経ブロック, 仙骨硬膜外ブロック, 仙骨裂孔, 解剖学的検討

緒 言

仙骨硬膜外ブロックは、腰部以上の硬膜外ブロックと比較して手技的に容易とされ、小児下半身手術においては最も頻用される局所麻酔法である¹⁾。また成人においてはペインクリニック外来での腰痛や会陰部痛の除痛法として、また手術室での会陰部周辺の外科手術の麻酔として用いられている。従来、体表表面からブロック針刺入部位である仙骨裂孔の解剖学的指標である仙骨角を手指で確認し、その至適部位からブロック針を刺入して仙尾靭帯を貫く感覚が得られたら、その部位を硬膜外腔と考えて薬液を注入する手技が行われてきた^{2~5)}。その方法は体格に比較して仙骨裂孔が大きい小児においては容易であるが、成人では難易度が高くなり^{5,6)}、熟練した麻酔科医でもその効果が一定せず^{7,9,10)}。実際に従来の方法では、頻回のブロック針刺入により出血が生じたり、不必要な疼痛を患者に与える場合もあり、しかも失敗率は約25%と報告されている^{7,8)}。その主な理由として次の二つがあり、第一は肥満など体型変化により有用な指標である仙骨角の触知が困難なことで、第二に仙骨裂孔周辺の骨の加齢的变化により至適部位の確認とブロック針刺入そのものが困難であることが挙げられる^{9,10)}。

今回の研究では、第一の理由に対して、成人の仙骨硬膜外ブロックを、仙骨角を視覚的に確認可能な超音波ガイド下で施行する有用性を検討した。さらに第二の理由に対して、成人の仙骨角の形態変異に関して認識を深めることが、本法の確実性を高めることにつながると考え、日本人仙骨標本88体の観察を行い、仙骨角の形態変異を分類し、これまで得られた超音波画像との比較検討を行った。そして超音波下でブロック針刺入部位が視覚的に確認可能であっても、刺入困難な症例があると考え、仙骨裂孔および仙骨管の観察を行った。

対象および方法

1. 超音波ガイド下仙骨硬膜外ブロックの有用性に関する検討

対象

当院手術室およびペインクリニック外来にて仙骨硬膜外ブロックの対象成人患者で、研究に対する承諾が得られた50例。

方法¹¹⁾

体位：患者の体位は腹臥位で恥骨結節部に枕を置き下肢を20度に外転して仙骨裂孔を確認しやすくした。

プレスキャン：尾骨先端から約7cm頭側に位置するところで、体表から仙骨裂孔または仙骨角が触知できるかどうか確認して、その周囲に高周波リニアプローブをあてて横断像で仙骨角を描出した。両側の仙骨角が後方音響陰影を伴い高エコー性に描出され、その間に挟まれる表層の帯状の高エコーが仙尾靭帯であり、その下の低

平成20年9月10日受付, 平成20年10月31日受理
別刷請求先: 神島啓一郎

〒343-8555 埼玉県越谷市南越谷2-1-50
獨協医科大学越谷病院 麻酔科

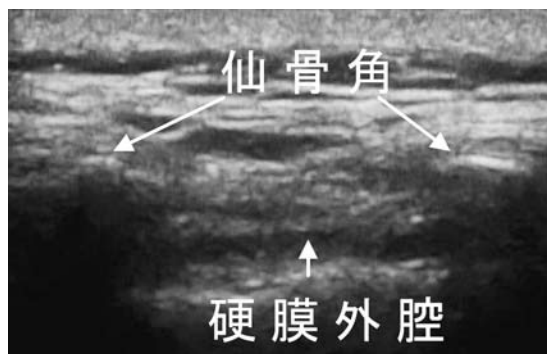


図1 仙骨の横断像

ブロック針が刺入される仙骨硬膜外腔の入り口である仙骨裂孔は左右の仙骨角の間にある。



図2 交差法

左右の仙骨角レベルでプローブを当て、得られた平面画像を突き抜けるようにブロック針を刺入する。

エコーが仙骨裂孔になる (図1)^{12,13)}。その位置でマーキングを行い、さらに皮膚から硬膜外腔までの距離を計測した。

穿刺手技：十分な消毒後、横断像にて仙骨角を確認し両側仙骨角を結ぶ線上で皮膚に対して垂直に超音波プローブを当てた。その線上中点を刺入点として、交差法で薬液注入用の延長チューブを接続したブロック針を皮膚表面から約45°の角度で刺入し、その際に仙尾靭帯を貫く感覚も参考にした。通常は刺入の際に重要な指標となる“pop”⁷⁾と称される仙尾靭帯をブロック針先端が貫く際に得られる感覚をより得やすくするために20-22Gの内径の大きなブロック針が使用されることが多いが、このことは患者の刺入時痛を高めるものと考えられるので、“pop”の必要性が低い超音波ガイド下では25G (長さ2.5cm)の内径の小さなものを使用した。また超音波ガイド下で施行する場合、特に小児では交差法 (図2)および平行法 (図3)のいずれかでも可能とされるが¹²⁾、音響陰影が生じやすい骨化がより強い成人では平行法より交差法が有用と判断して選択した¹³⁾。基本的に画像でブ

ロック針先端を描出するのは困難な場合が多いので、プレスキャンで計測した皮膚から至適部位までの距離を参考に、ブロック針刺入に伴う周辺組織の圧迫像などの動きと、生理食塩水を少量注入してその液体の拡がり部位を描出することにより針先の位置を確認した (図4)。至適部位に針先が到達したら血管内や髄腔内に針先がないかを血液や髄液の逆流のないことで確認後、薬液を注入 (0.5~1.5%ロカインまたはメピバカインを5~15ml)した。その際にブロック針を保持する手はその直下の皮膚が仙骨硬膜外腔外への薬液の漏れで膨隆しないかを確認し、手技の成功は超音波画像で、薬液注入に際して仙骨硬膜外腔の拡張が認められ、出血、皮膚腫脹その他の合併症が認められなかったものとした¹⁴⁾。

2. 超音波画像に対応する仙骨標本の解剖学的検討対象

日本人の仙骨解剖標本88体を用いてその形態を観察した。内訳は男性60体、女性27体、不明1体であった。死亡時年齢は平均39.4 ± 14.3歳であった。

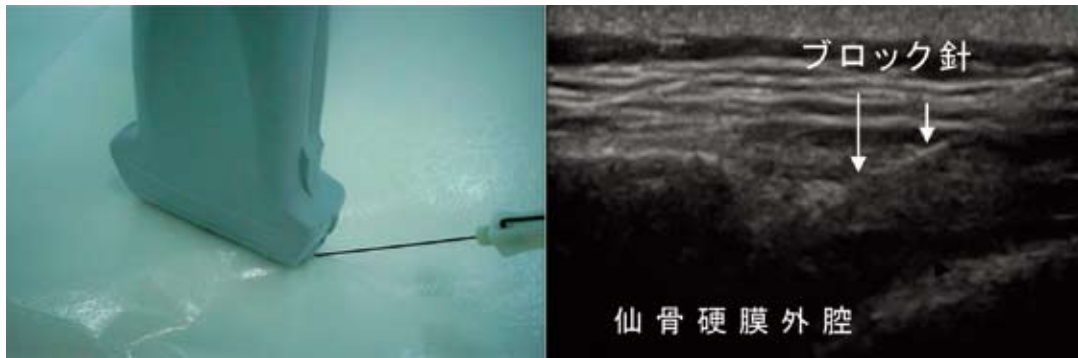
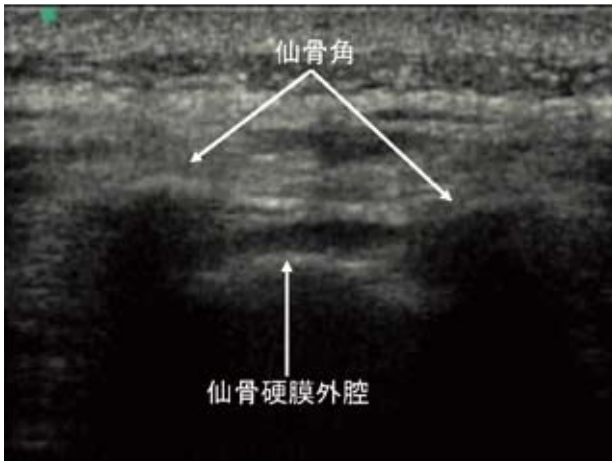


図3 平行法

仙骨裂孔頭側で正中仙骨稜上にあてて得られた平面画像にブロック針が重なるように刺入する。

(注入前)



(注入後)

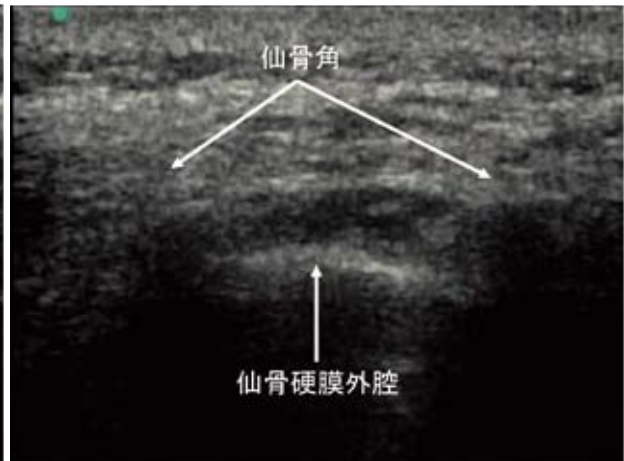


図4 薬液注入による硬膜外腔の拡大

確実に硬膜外腔に薬液が注入されると、仙骨硬膜外腔の拡張が認められる。

方法

仙骨角の形態変異を分類し (①左右対称の仙骨角, ②左右非対称の仙骨角, ③低い (3mm 以下の) 仙骨角, ④仙骨角がない, ⑤上記以外の仙骨角), これまでの臨床例にて超音波診断装置で得られた画像と比較検討を施行した。さらに仙骨裂孔の有無 (仙骨裂孔は仙骨後面の下位の穴とした (図5), 仙骨管の閉塞有無 (閉塞は下端に全く隙間がないものとした) を確認し, さらに仙骨管の径 (仙骨裂孔での前後壁の距離), 仙骨裂孔の長さ (仙骨裂孔の上端と下端の距離), 仙骨角の幅 (両仙骨角の距離: 不明なものは仙骨仙骨裂孔の左右端の距離) を計測した (図6)。

結 果

1. 超音波ガイド下仙骨硬膜外ブロックの有用性に関する検討

全例で超音波画像下にてブロック針が刺入され, 仙骨

硬膜外腔への薬液の注入が確認された。また頻回のブロック針の刺入や血液・髄液の逆流が生じた例もなく, 十分な麻酔とブロック効果が得られた。また施行時間 (皮膚消毒終了後から抜針までの時間) は平均125秒であった。

2. 超音波画像に対応する仙骨標本の解剖学的検討

仙骨角の変異を超音波画像記録と照し合せて5分類することが可能であった (表2)。

両仙骨角が左右対称に存在しているものは73体で, 特に体型的に肥満などが無い患者で体位さえとれば超音波ガイド下でなくても従来のランドマーク法である程度施行が容易であると考えられた。次に仙骨角が存在するが左右非対称なものは4体で, 超音波ガイド下でなければ, 体表表面からの手指での確認は必ずしも容易でないと考えられた。そして仙骨角は存在するが十分な高さがないものが6体, さらに仙骨角が存在しないものは1体あ

左



右



図5 仙骨裂孔の有無の定義

左：仙骨裂孔 有

仙骨後面に“窪み”があり“穴”がある。

右：仙骨裂孔 無

仙骨後面に“窪み”はあるが、ブロック針が通過する“穴”はない。

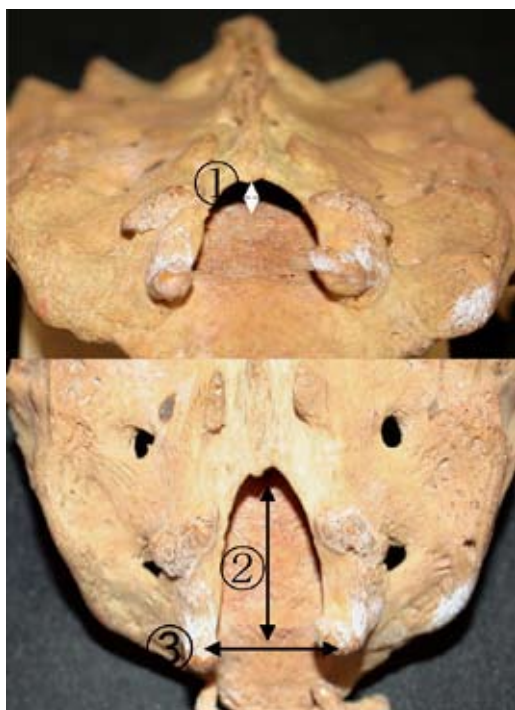


図6 仙骨裂孔における計測

①仙骨管の径（前後壁間の距離）

②仙骨裂孔の縦の長さ（上端と下端の距離）

③仙骨角間の幅

り、体表表面からの手指の触知または超音波ガイド下でもブロックが容易ではないと考えられた。そして上記の分類では区別できないものが4体あった。仙骨裂孔は1体を除き全例存在し、仙骨管も閉じているものはなかった。仙骨裂孔の長さは最大で79.5 mm、最小で2.3 mmであり、ブロック針刺入困難が予想される8 mm以下⁹⁾は4体

表1 超音波ガイド下仙骨硬膜外ブロックの対象および結果

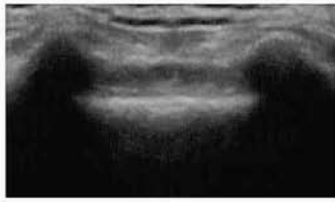

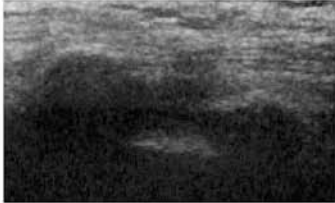

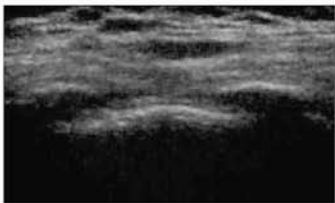

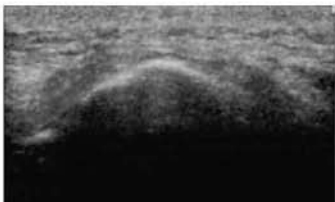
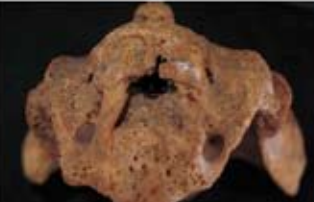
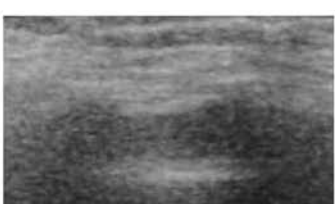

男：女 比	39：11
年齢（歳）	69.9 ± 10
身長（cm）	160.3 ± 8.1
体重（kg）	60.9 ± 11.9
施行時間（秒）	125.3 ± 37.4
成功率	100 %

あったが、実際に臨床的に刺入困難であるかはさらなる臨床研究が必要と考えられた。

考 察

本研究で超音波ガイド下仙骨硬膜外ブロックが、従来のランドマーク法で70～80%とされた成功率が、症例数は50例と少数であったが100%となった理由は、患者の体形にかかわらず全症例で重要な解剖学的指標である仙骨角と薬液注入が視覚的に確認可能であったことが挙げられる。また偶然にも仙骨裂孔が無い症例や仙骨管が閉塞した症例に遭遇しなかったことも考えられ、このことは骨格標本88体で、ブロック針刺入が困難と予想される仙骨裂孔が無かったものは1体で、さらに仙骨管の閉塞は1体も確認できなかったことにより、従来の仙骨硬膜外ブロックの失敗の原因は仙骨角の確認困難例が主であり、解剖学的ブロック針刺入困難例は割合的に少ないのではないかと推測した。今回は実際に仙骨硬膜外ブロックを施行した対象も日本人で、骨格標本も日本人であった

表2 超音波画像とそれに対応する解剖標本 (88体)

	超音波画像	対応する解剖標本	実数
典型例			73体 (83%)
左右差あり			4体 (4.5%)
低い仙骨角			6体 (7%)
仙骨角なし			1体 (1%)
その他			4体 (4.5%)

が、今回の解剖標本は戦前のものも多く含まれており、現在の患者との体格差は考慮する必要があると考えられた。また施行時間が平均125秒要したが、今後、経験をより積むことでさらに短縮することが可能と考えられる。

これまでX線透視下¹⁷⁾や神経刺激装置⁸⁾を補助手段として用いた報告があるが、手技が煩雑なものになり、放射線被曝などの問題が生じ、後者はその確実性は必ずしも高くないと考えられる。以前の研究で、交差法で得られた画像で局所麻酔薬注入により硬膜外腔の拡張像が得られた場合は、その手技が成功したことを意味すること

を示した(図4)¹⁴⁾。このことは従来の方法だと最終的に十分な麻酔を得られるかどうかで手技の成功および失敗を判断するしかなかったが、本法ではより客観的に示すことが可能となったものと考えている。Chenら¹⁸⁾は腰痛および坐骨神経痛の患者70症例全例にて超音波ガイド下で仙骨硬膜外ブロックが成功したことを報告している。著者らは超音波ガイド下の利点として施行が容易で放射線の被曝なしにreal-timeの画像で施行できることを挙げている。ただ超音波ガイド下でも仙骨硬膜外ブロックの注意すべき合併症である血管内注入による局所麻酔中毒は確実に防ぐことはできない。しかし従来の方

表3 仙骨管の計測値 (Sekiguchi¹⁵⁾の結果と比較)

	本研究結果	Sekiguchiの結果
仙骨管の径	4.8 ± 1.7 (mm) (最大: 8, 最小: 2.2)	6.0 ± 1.9 (mm) (最大: 11.4, 最小: 1.9)
仙骨裂孔 縦の長さ	21.3 ± 12.7 (mm) (最大: 79.5, 最小: 2.3) 8 mm 以下 (4体)	5 (mm) 以下 37 % 5 ~ 10 (mm) 13 % 10 (mm) 以上 49 %
仙骨角 間の幅	16.6 ± 3.2 (mm) (最大: 25, 最小: 8)	10.2 ± 0.35 (mm) (最大: 18.4, 最小: 2.2)

法では皮膚から全く仙骨角を触知できなかった肥満患者 (BMI 39.9) に対して超音波ガイド下で安全かつ容易に仙骨硬膜外ブロックを施行した経験¹⁴⁾からも、局所麻酔中毒を考慮しても超音波ガイド下の有用性は大きい認識している。

仙骨は5個の仙椎の融合したものであり、骨盤後壁の大部分を構成し楔形を呈する。第5仙椎の下関節突起は、下方に伸びて角のようになり仙骨角と称され、両側の仙骨角の間に仙骨管の下縁である仙骨裂孔が開く¹⁹⁾。最初の仙椎の骨化は胎生の8~9週より始まるが、全ての仙骨の癒合は25~30歳の時期に行われる。全ての形成に時間がかかるために最終形態までに内分泌の平衡異常、外傷、炎症などさまざまな影響をうけ、そのことが解剖学的多様性の要因となる^{9,20)}。特に腰下肢痛にてペインクリニック外来を受診する患者は、腰痛がない患者と比較して、多くは疼痛の原因と推測される腰椎または仙骨の変異があるはずであり、仙骨硬膜外ブロックの施行がより困難であることが予想されるので何らかの補助手段が必要になると考えられる¹⁴⁾。

仙骨硬膜外ブロックでは、ランドマーク法でも超音波ガイド下でも仙骨角の確認が良い指標になる^{2~4,12)}。仙骨角の解剖学的変異を把握するために、解剖用骨格標本の仙骨角の形態を分類し、それに対応するこれまで臨床で得られた超音波画像と組み合わせた (表2)。仙骨角の様々な形態変異を理解していないとブロック針刺入部位が視覚的に確認可能であっても、例えば刺入困難な症例への対応を誤る可能性を生じることがある。ただし本分類が実際の成功率の改善にどの程度影響をおよぼすかどうかは、さらなる臨床検討が必要である。さらに仙骨角の分類に加えて、ブロック針を刺入させる仙骨裂孔の形態について計測を行った (表3)。仙骨裂孔周辺の計測については報告¹⁶⁾があるが、今回の計測値もほぼそれらの報告と同様であった。ただ仙骨裂孔がない割合が3¹⁵⁾ - 7⁹⁾ %との報告に対して今回の結果は1体 (1.1 %) であった。その差は、Sekiguchiら¹⁶⁾は仙骨裂孔を仙骨後面

の“窪みdimple”とし、本研究でブロック針が通過可能な“穴hole”とした仙骨裂孔の定義の差によるものかもしれない。また仙骨管が閉塞した割合が3%との報告¹⁶⁾に対して今回の結果では0%であったが、この結果の差を明確に説明することはできなかった。さらに前述したように仙骨硬膜外穿刺の重要な感覚である“仙尾靭帯を貫く感じ”を得るために内径の大きな22Gブロック針を使用すると、仙骨管が2mm以下だとその刺入が困難になるかもしれないが¹⁵⁾、今回使用した25Gブロック針では、刺入角度さえ考えなければそれより狭くても刺入可能であると考えられる。ただ仙骨管が狭い場合は薬液注入により脳圧が上がる事が示唆されており²⁰⁾、無理にブロック針を刺入し薬液を注入することは避けた方が良くもしいない。

結 論

仙骨硬膜外ブロックの成功率を高めるためには、解剖学的指標である仙骨角の位置を確認することであり、その補助手段としての超音波ガイドは極めて有用な手段である。さらに個々の超音波画像を仙骨角の形態変異と結びつけて理解することがよりその確実性を増すことになる。また仙骨管開口部の狭窄や閉塞によってブロック針の刺入困難症例が、稀にあることを認識することも忘れてはならない。

謝 辞 稿を終えるにあたり、本研究に対し終始ご指導を賜りました獨協医科大学越谷病院麻酔科奥田泰久教授、また骨格標本供覧を快くご許可頂きました東京大学人類形態研究室諏訪 元教授に深謝いたします。

文 献

- 1) Tobias JD : Caudal epidural block : a review of test dosing and recognition of systemic injection in children. *Anesth Analg* **93** : 1156-1161, 2001.
- 2) Brown DL : Spinal, epidural, and caudal anesthesia. in

- "Miller's anesthesia". 6th edition ed by Miller RD. Elsevier Churchill livingstone pp.1653-1683, 2005.
- 3) Lee JA, Atkinson RS, Watt MJ : Exdural analgesia. "Lumbar puncture and spinal analgesia" 5th edition ed by Lee JA, Atkinson RS, Watt MJ. Churchill Livingstone pp.208-241 1985.
 - 4) 中尾晃, 田邊豊 : 「神経ブロック—わかりやすい手技—」仙骨ブロック. ペインクリニック 27 : S372-S377, 2006.
 - 5) 五十嵐隆 : 仙骨硬膜外ブロック麻酔科診療プラクティス 12. ペインクリニックに必要な解剖. 高崎眞弓, 弓削孟文, 稲田英一, 他 (編). 文光堂, 東京, pp.76-80, 2003.
 - 6) Senoglu N, Senoglu M, Oksuz H, et al : Landmarks of the sacral hiatus for caudal epidural block : an anatomical study. Br J Anesth **95** : 692-695, 2005.
 - 7) Tsui BC, Tarkkila P, Gupta S, et al : Confirmation of caudal needle placement using nerve stimulation. Anesthesiology **91** : 374-378, 1999.
 - 8) Lewis MPN, Tomas P, Wilson LF, et al : The "whoosh" test : a clinical test to confirm correct needle placement in caudal epidural injections. Anaesthesia **47** : 57-58, 1992.
 - 9) Black MG : Anatomic reasons for caudal anesthesia failure. Anesth Analg **28** : 33-39, 1949.
 - 10) Trotter M : Variations of the sacral canal : Their significance in the administration of caudal analgesia. Anesth Analg **26** : 192-202, 1947.
 - 11) 神島啓一郎, 榎本善朗, 山田真樹, 他 : ペインクリニックでの超音波ガイド下仙骨硬膜外ブロック. ペインクリニック **28** : 1537-1539, 2007.
 - 12) 堀田訓久 : 仙骨硬膜外ブロック. 超音波ガイド下区域麻酔法. 小松徹, 佐藤 裕, 瀬尾憲正, 他 (編). 克誠堂出版, 東京, pp.181-186, 2007.
 - 13) Chen CP, Tang SFT, Hsu TC, et al : Ultrasound guidance in caudal epidural needle placement. Anesthesiology **101** : 181-184, 2004.
 - 14) 土肥克史 : 硬膜外ブロック. 図説超音波ガイド下神経ブロック. 佐倉伸一, 野村岳志 (編). 真興交易, 東京, pp.314-327, 2007.
 - 15) 神島啓一郎, 内田絵里子, 新井丈郎, 他 : 前立腺生検術に対する超音波ガイド下仙骨硬膜外麻酔 臨床麻酔 **10** : 1631-1634, 2008.
 - 16) Sekiguchi M, Yabuki S, Satoh K, et al : An anatomic study of the sacral hiatus : a basis for successful caudal epidural block. Clin J Pain **20** : 51-54, 2004.
 - 17) Stitz MY, Sommer HM. : Accuracy of blind versus fluoroscopically guided caudal epidural injection. Spine **24** : 1371-1376, 1999.
 - 18) Netter FH : 解剖. ネットー医学図譜 筋骨格系 1. 杉岡洋一 (編), 丸善, 東京, pp.19, 2005.
 - 19) Soames RW : Skeletal system. In "Gray's anatomy" 38th edition, ed by Williams PL, Brannister LH, Berry MM, et al. Churchill Livingstone, Edinburgh, pp.528-31, 1995.
 - 20) Sunagawa H, Murayama T : Syncope after therapeutic caudal epidural block : report of two cases. J Anesth **20** : 156-157, 2006.

Ultrasound Guidance in Caudal Epidural Block : An Anatomical Study of the Sacral Hiatus

Keiichiro Kamishima, MD

Department of Anesthesiology, Dokkyo Medical University, Koshigaya Hospital

Caudal epidural block is often used in patients for anesthesia and chronic pain. Caudal epidural block with surface landmark guidance has been generally considered simple and safe to perform especially in child patients. However, the success rate of the block in adults has been 70-80% in the literature. This study was aimed to determine the clinical efficacy of caudal epidural block using ultrasound in 50 patients. All the blocks were performed successfully. In addition, to increase both success rate and safety of ultra-

sound guided caudal block, an anatomical study of the sacral hiatus (sacral cornu) has been performed to demonstrate the type and frequency of the shape variations to compare with ultrasound imagings.

Key Words : Ultrasound-guided nerve block, Caudal epidural block, Sacral hiatus, Anatomical study