— 原 著 —

仙腸関節の神経支配について

肉眼的組織学的研究

池田 龍二

日本医科大学整形外科科学教室

Innervation of the sacroiliac joint

Macroscopical and histological studies

Ryuji Ikeda

Department of Orthopaedic Surgery, Nippon Medical School

Macroscopical and histological studies were carried out to clarify nerve innervation of the sacroiliac joint which is believed to have a role in the development of low back pain. Eighteen Japanese adult cadavers were used for gross anatomical examination and six for histological examination of the nerve supply to the joint. The results were as follows:

1) It is suggested by the gross examination that the upper ventral portion of the joint is mainly innervated by the ventral ramus of the 5th lumbar nerve.

2) The lower ventral portion of the joint was mainly supplied by the ramus of the 2nd sacral nerve or branches from the sacral plexus.

3) Lateral branches of the dorsal ramus of the 5th lumbar nerve were considered to be the main nerves which innervated the upper dorsal portion of the joint.

4) The lower dorsal portion was innervated by nerves arising from a plexus composed of lateral branches of the dorsal rami of the sacral nerves.

5) The nerves which innervate the joint range in diameter from 0.292 mm to 0.997 mm, and no difference was found among those in the four subdivisions of the joint.

6) Histological examination revealed that nerve fibers and the terminals were present in the joint capsule and adjoining ligaments. The nerve fibers varied from 0.2 μ m to 2.5 μ m in diameter and ended with five morphologically different terminals.

Key words: sacroiliac joint, nerve innervation, macroscopic anatomy, histology

結 言

腰痛発生の一因をなすと考えられている仙腸関節の解剖学的知見は乏しく、幾つかの報告は散見されるが、その記載に異なる点もあり議論の多い所である。仙腸関節は起立位で生活する人類にとって、脊柱から下肢へと荷重を伝達、分散するために重要な役割を果たしている。この関節への静的、動的負担の増加は強いストレスとなり、痛みを呈することは想像に難しくない。形態学的には耳介状を呈し腹側縁が背側縁よりも外側

に位置する可動関節であり、前方には滑膜を有する。主作動筋はなく、関節は周囲の強固な靱帯群によって固定、保持されている。臨床的には結核性関節炎、強直性関節炎、変形性関節症の好発部位として知られており、外傷後や出産後の骨盤輪不安定症によって起こる腰痛の原因としても注目されている¹⁻⁶⁾。腰仙部神経の研究は1857年のRüdinger⁷⁾以来、報告は散見されるが、仙腸関節に分布する神経の報告は少なく本邦においては1950年代の岩原⁸⁾、野間⁹⁾、1960年代の仲川¹⁰⁾らの報告をみるのみである。海外においては、1920年Lynch¹¹⁾が「Bennhard Siefried Albinus(1697~1770)とWilliam Hunter(1718~1783)が初めて仙骨と腸骨の間に存在する関節を紹介したと」述べているが、現

Correspondence to Ryuji Ikeda, Department of Orthopaedic Surgery, Nippon Medical School Hospital, 1-1-5 Sendagi, Bunkyo-ku, Tokyo 113, Japan

に残されている文献では1816年のMeckel^{12,13)}の記載が最古とされている。しかしながら、仙腸関節を支配する神経に関する記載は皆無に近い。そこで今回著者は本邦成人死体を用いて仙腸関節に關与する神経につき肉眼的、組織学的検索を行った。

研究材料および方法

肉眼的研究材料は日本医科大学解剖学第2教室所蔵の解剖学実習用成人死体18体の骨盤で、第1または第2腰椎より大腿上部の間の骨盤、臓器を除くすべての組織を保有するものを使用し、前方については13体26側、後方については7体14側について検索した。性別は男性9体、女性9体、年齢は28～79歳までで平均65.4歳(男性60.3歳、女性70.0歳)である(Table 1)。両腸骨を強固に固定する固定器を独自に作成し(Photo 1)、約24時間水洗の後に骨盤をこの固定器に固定し、筋、靱帯、脂肪組織を切除しつつ、椎間孔出口に至り腰神経および仙骨神経の前枝と後枝の分岐部、さらに細枝に至るまでを拡大鏡と実体顕微鏡を用いて追跡した。また、関節に入り込む神経の太さをノギスおよびFuso社製デジタル測定顕微鏡にて測定した。

組織学的研究材料は病理解剖学教室にて病理解剖を行った本邦成人死体6体8側を使用した。4体は右側のみで2体は両側を採取し、前方4体5側、後方は2体3側について検索した。性別は、男性3体、女性3

体で年齢は39～83歳までで平均60.8歳である。仙腸関節の関節面を含む様にボーンソーおよびノミにて腸骨と仙骨を一塊として採取し、約24時間的水洗の後にBodian II液(ホルマリン原液5%、氷酢酸5%、80%アルコール)で固定、水洗後Plank, Rychlo法で急速脱灰、再び水洗、再固定、水洗の後、10%Scroseにて凍結し、クリオスタットにて40～80μmで薄切、切片をスライドに貼りつけて乾燥後、Bilshowsky変法にて鍍銀染色を行った。また、同様にして切片を作成後、H-Eにて染色した。

結 果

1. 肉眼的所見

(1) 仙腸関節に分布する神経

骨盤前面においては、第3または第4腰神経前枝の枝と第5腰神経前枝の枝は神経幹を形成し、第1、第2、第3仙骨神経前枝とともに仙骨神経叢を形成していた。第4仙骨神経前枝が仙骨神経叢に加わっている例が2体4側においてみられた。この神経幹と神経叢は仙腸関節の前面付近を走行していた。骨盤後面では第5腰神経後枝と第1～第4の仙骨神経後枝の外側枝によって形成された神経叢がほぼ全例において観察された。この神経叢は仙腸関節後方付近を走行していた。1体2側においては第2と第3仙骨神経が吻合しているのみで、明瞭な神経叢は存在しなかった。また、仙骨神経の後枝の内側枝は多裂筋へ分布していた。

Table 1 Age and sex distribution of cadavers and the innervation nerve of sacroiliac joints of ventral (anterior) upper portion

Table 3 Age and sex distribution of cadavers and the innervation nerve of sacroiliac joints of dorsal (posterior) upper portion

L ₄ dorsal ramus														
L ₅ dorsal ramus	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
S ₁ dorsal ramus	○							○		○				
S ₂ dorsal ramus														
dorsal plexus														
	Rt	Lt	Rt	Lt	Rt	Lt	Rt	Lt	Rt	Lt	Rt	Lt	Rt	Lt
	78 y.o. ♀		62 y.o. ♂		48 y.o. ♀		69 y.o. ♂		74 y.o. ♀		68 y.o. ♀		75 y.o. ♀	
	Dorsal upper													

Table 4 Age and sex distribution of cadavers and the innervation nerve of sacroiliac joints of dorsal (posterior) lower portion

S ₁ dorsal ramus														
S ₂ dorsal ramus														
S ₃ dorsal ramus			○							○	○			
S ₄ dorsal ramus														
dorsal plexus	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Rt	Lt	Rt	Lt	Rt	Lt	Rt	Lt	Rt	Lt	Rt	Lt	Rt	Lt
	78 y.o. ♀		62 y.o. ♂		48 y.o. ♀		69 y.o. ♂		74 y.o. ♀		68 y.o. ♀		75 y.o. ♀	
	Dorsal lower													

筋に終わっていた。Photo 7 も同様に第5 腰神経後枝の外側枝からの枝が関節に入り込むところである。

仙腸関節の後方の下部では (Table 4), 仙骨神経後枝の外側枝によって形成される神経叢からの枝が関節に入り込む例が7 体14 側 (100%) でみられた。第3 仙骨神経後枝の外側枝の枝が入り込む例は3 体3 側 (21.4%) でみられた。その両方が混在して入る例は3

体3 側 (21.4%) でみられた。Photo 8 は関節の後下部において第3 と第4 の仙骨神経後枝の外側枝が吻合した後、関節面に枝をだしているところで、その末梢は殿部の皮枝として終わっていた。本例においては第1 と第2 の仙骨神経後枝の外側枝も吻合していたが、明らかな神経叢は形成していなかった。しかしながら、第2 と第3 の仙骨神経後枝の外側枝は交通しており、

Table 5 Classification of innervation nerves of percent of appearance in four subdivisions

Type Portion	D	P	C
Ventral upper	50.0%	26.9%	23.1%
Ventral lower	30.8%	42.3%	26.9%
Dorsal upper	100%	0%	0%
Dorsal lower	0%	78.6%	21.4%

D: Direct type, P: Plexus type, C: Combined type

Table 5 では神経叢の枝として分類した。この様なタイプは2体4側(28.6%)でみられた。後枝の内側枝は多裂筋に終わっていた。

関節面に入り込んでいる枝の直径は前方と後方のそれぞれの上部、下部間に明らかな差はなく、0.292 mm から 0.997 mm と様々であった。関節面に入り込んでいる枝の数も各部位間で明らかな差はなく、1～4本までであった。

(2) 仙腸関節周囲を走行する主な末梢神経

1) 坐骨神経

第4または第5腰神経より、第3または第4仙骨神経前枝によって形成される仙骨神経叢は大坐骨孔の下部に向って集合し、大きく平板状にまとまって後方へと骨盤内を走り、梨状筋下縁からでて坐骨神経となる。坐骨神経は内閉鎖筋、双子筋および方形筋などと交叉しながら下降していた。仙腸関節に向う枝はだしていなかった。

2) 閉鎖神経

第2、第3および第4腰神経前枝の一部は骨盤上口縁の近くで大腰筋内側縁にて、閉鎖動静脈とともに閉鎖孔の上部に入っていた。股関節周囲に枝をだしていたが、仙腸関節周囲には枝をだしていなかった。

3) 上殿神経

仙骨神経叢に始まり、上殿動静脈とともに梨状筋上孔を通して小骨盤をでて上枝と下枝に分かれていた。上枝は小殿筋に、下枝は中殿筋、大筋筋膜張筋に枝をだしていた。上枝は腸骨の骨膜に枝をだしていたが、仙腸関節には関与していなかった。

4) 下殿神経

仙骨神経から分岐し、梨状筋下孔より下殿動静脈、坐骨神経とともに小骨盤をでて大殿筋に分布してい

た。仙腸関節に向う枝はだしていなかった。

2. 組織学的所見

仙腸関節の前方部には検索した5側すべてに滑膜組織を有する関節包が存在していた。関節包および仙腸靱帯内に0.2～2.5 μm までの様々な太さの神経線維が走行していた。神経終末は有被膜性糸球体状終末、非被膜性糸球体状終末、分岐性終末、非分岐性終末、単純性終末、などが認められたが、その中でも有被膜性糸球体状終末が比較的多く観察された。Pacini 小体、Krause 小体と思われる終末は、認められなかった。また、神経終末は滑膜層にはほとんどみられず、線維層および靱帯内に認められた。仙腸関節の後方部には3体とも明らかな滑膜組織は存在せず、骨間仙腸靱帯へと移行していた。後方の靱帯内においても前方と同様に様々な太さの神経線維、神経終末が認められた。後方においても、Pacini 小体、Krause 小体と思われるものは、認められなかった。**Photo 9** は、仙腸関節の関節包内に認められた自由神経終末で、一部が糸球体状になっている。**Photo 10** は、前方の関節包内で、様々な太さの神経線維から成る比較的大い神経束の上を細い線維群から成る神経束が走行するところである。**Photo 11** は、関節後方の靱帯内においてみられた神経線維である。

考 察

1920年のLynch¹¹⁾の報告では、Bennhard Siefried Albinus (1697～1770)とWilliam Hunter (1718～1783)が仙骨と腸骨の間に滑膜を有する真の関節が存在すると記載したのが初めてとされているが、その神経の支配に関しては、Rüdinger⁷⁾(1887)に始まり、Hilton¹⁴⁾(1879)、Fick¹⁵⁾(1904)、Brook¹⁶⁾(1924)、Pitkin & Phesant¹⁷⁾(1936)、Schunke¹⁸⁾(1938)、Horwitz¹⁹⁾(1939)、Bowen & Cassidy²⁰⁾(1981)らの記載がある。それらを要約すれば、仙腸関節は、前方からは第5腰神経前枝および第1、2仙骨神経前枝よりなる腰仙骨神経叢の枝が、下方からは上殿神経の枝が、後方からは第5腰神経、第1、および第2仙骨神経後枝の枝が入り込むと述べられている。また、Hilton¹⁴⁾(1879)とFick¹⁵⁾(1904)らは、閉鎖神経の関与も認めている。しかしながら、これらの記載には異なる点も多くみられる。本邦においては、野間⁹⁾(1955)、仲川¹⁰⁾(1966)らの研究が知られている。彼らは、前方からは第5腰神経、第1仙骨神経前枝の直接

の枝, 下方からは上殿神経および第2仙骨神経後枝の外側枝, 後方からは第5腰神経, 第1仙骨神経後枝の外側枝よりの枝が入り込んでいると記載されている。今回のわれわれの研究と大きく異なるのは, 上殿神経の関与の有無, 仙骨神経叢および仙骨神経後枝の外側枝によって形成される神経叢の関与の有無であった。特に上殿神経に関しては, 結果で述べたように, この神経は仙骨神経叢で形成され, 梨状筋上孔からでてその一部の枝を腸骨に分枝していたが, 後腸骨棘を乗り越えて仙腸関節に分枝はしていなかった。

仙腸関節の後方において仙骨神経後枝の外側枝によって形成される神経叢は Horwitz¹⁹⁾ (1937) により Plexus X と名づけられているが, その存在そのものについての記載のない解剖学書が多い。この神経叢は今回の研究では仲川らの結果と同様に全例にみられたが, 仙腸関節に分布することを確認したのは本研究が最初である。

ここで, 仙腸関節に分布する神経の成分を解りやすくするために関節に分布する神経を3タイプに分類した。前枝または後枝から直接関節に枝をだすものを Direct type (D), 神経叢より枝をだすものを Plexus type (P), その両方が混在するものを Combined type (C) として分類した (Table 5)。関節の前方の上部では Direct type が50%であり, 第5腰神経前枝からの直接の枝の支配が主であると考えられた。前方の下部では Direct type が30.8%, Plexus type が42.3%であり, 第2仙骨神経前枝の直接の枝, または仙骨神経叢からの支配が主であると考えられた。後方の上部では, Direct type が100%で, 第5腰神経後枝の外側枝の分布が全例でみられた。後方の下部では Plexus type が78.6%で, 仙骨神経後枝の外側枝によって形成される神経叢の支配が主であると考えられた。以上から, 特に関節の上部では, 前後方ともに第5腰神経の強い関与が考えられ, 臨床的には第5腰神経に何らかの障害がある場合, 仙腸関節の上方への放散痛として症状が出現する可能性が推測された。

大きな関節に関与する神経の研究は報告されているが²¹⁻²⁸⁾, 仙腸関節周囲に分布する神経に対する組織学研究は仲川¹⁰⁾ (1966) の研究を除いては皆無である。仲川は, 仙腸関節には神経要素は少ないと記載しているが, 今回の研究では, 関節の前後方ともに関節包, 靱帯内には様々な太さの神経線維と5種類の形態を示す神経終末が存在しており, 仙腸関節部の痛みの出現に関与していると思われた。

結 論

学生解剖学実習用本邦成人死体18体 (平均年齢65.4歳) の骨盤を用いて肉眼的に仙腸関節に分布する神経につき観察を行った。また, 病理解剖用本邦成人死体6体 (平均年齢60.8歳) の仙腸関節を採取し, 組織学的に関節周囲に分布する神経を観察し, 以下の結果を得た。

1) 仙腸関節の前方の上部では, 第5腰神経前枝の支配が主であると思われた。

2) 仙腸関節の前方の下部では, 第2仙骨神経前枝, または仙骨神経叢の支配が主であると思われた。

3) 仙腸関節の後方の上部では, 第5腰神経後枝の外側枝が主に支配していると思われた。

4) 仙腸関節の後方の下部では, 仙骨神経後枝の外側枝によって形成される神経叢の支配が主であると思われた。

5) 関節面に入り込んでいる神経の枝の直径は部位により明らかな差はなく, 0.292 mm から 0.997 mm までであった。

6) 鍍銀染色標本によると, 関節周囲の靱帯内, 関節包には, 0.2 μ m から 2.5 μ m までの太さの神経線維, 5種類の形態を示す神経終末が存在した。

稿を終るにあたり, ご指導を賜った日本医科大学整形外科教室白井康正主任教授, ならびに直接ご指導, ご校閲を頂いた日本医科大学解剖学第2教室伊藤博信教授に感謝の意を表すとともに, 終始ご協力を頂いた日本医科大学整形外科教室大場俊二博士, 同教室員ならびに同大学解剖学第2教室員一同に深謝いたします。

なお, 本論文の要旨は第3回 (1988年9月) および第5回 (1990年10月) 日本整形外科学会基礎学術集会で報告した。

文 献

- 金子丑之助: 日本人体解剖学, 第1巻, 第17版, p. 318~326, p. 596~617, p. 632~658, 南山堂, 東京, 1976.
- 大場俊二: 本邦老人仙腸関節の形態学および, その関節軟骨面の肉眼的組織学的観察, 日整会誌, 59, 675~689, 1985.
- 白井康正: 腰痛患者の骨盤傾斜に関する研究, 日医大誌, 34, 59~71, 1967.
- 伊志嶺隆: 仙腸関節の病理組織学的加齢変化, 日整会誌, 63, 1074~1084, 1989.
- Beal, M.C.: The sacroiliac problem; Review of anatomy, mechanics, and diagnosis. JAOA, 81, 667~679, 1982.
- 水野詳太郎: 仙腸関節のくじき痛み, 医学のあゆみ, 99, 271~277, 1976.
- Rüdinger, N.: Gelenknerven des menschlichen Körpers. Ferdinand Enke. Erlangen., 1857.
- 岩原寅猪: 仙腸関節と腰痛, 臨床と研究, 30, 497~502, 1953.
- 野間清邦: 日本人仙腸関節の外科的局所解剖学的研究, 日整

- 会誌, 29, 377~406, 1955.
- 10) 仲川富雄: 日本人仙腸関節および近接域の神経細末の分布に関する研究. 日整会誌, 40, 419~430, 1966.
 - 11) Lynch, F.W.: The pelvic articulations during pregnancy, labor, and puerperium. Surg. Gynecol. Obstet., 30, 575~580, 1920.
 - 12) Sashin, D.: Critical analysis of anatomy and pathologic changes in sacro-iliac joints. J. Bone Joint Surg., 12, 891~910, 1930, より引用.
 - 13) Bellamy, N., Park, W. and Rooney, P.J.: What do we know about the sacroiliac joint? Semin. Arthritis Rheum., 12, 282~313, 1983, より引用.
 - 14) Hilton, J.: Rest and pain. Ed. 2, p. 412~415, William & Co., New York, 1979.
 - 15) Fick, R.: Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenk. Fischer. Jena. p. 239~241, 1904.
 - 16) Brooke, R.: The sacroiliac joint. J. Anat., 58, 299~305, 1924.
 - 17) Pitkin, H.C. and Pheasant, H.C.: Sacroarthrogenetic talalgia. I. A study of referred pain. J. Bone Joint Surg., 18, 111~133, 1936.
 - 18) Schunke, G.B.: The anatomy and development of the sacroiliac joint in man. Ant. Rec., 72, 313~331, 1938.
 - 19) Horwitz, M.T.: The anatomy of (A) the lumbosacral nerve plexus-its relation to variations of vertebral segmentation, and (B), the posterior sacral nerve plexus. Ant. Rec., 74, 91~107, 1937.
 - 20) Bowen, V. and Cassidy, J.D.: Macroscopic and microscopic anatomy of sacroiliac joint from embryonic life until the eighth decade. Spine, 6, 620~628, 1981.
 - 21) Kennedy, J.C., Alexander, I.J. and Hayes, K.C.: Nerve supply of the human knee and its functional importance. Am. J. Sports Med., 10, 329~335, 1982.
 - 22) Liem, R.S.B. and Willigen, J.D.V.: In to staining and prservation of peripheral nerve tissue. Stain. Tec. 63, 113~120, 1988.
 - 23) Hanzlova, J.: Innervation of capsule of the large limb joints of the hedgehog. Folia Morph., 32, 265~268, 1984.
 - 24) 猪狩 忠: 骨, 関節の知覚と痛み. 日整会誌, 58, 447~463, 1984.
 - 25) Andrew, B.L.: The sensory innervation of the medial ligament of the knee joint. J. Physiol., 123, 241~250, 1954.
 - 26) 登米祐也: 関節包における知覚小体の形態: 電顕的, 組織化学的研究. 日整会誌, 59, 397~407, 1985.
 - 27) Grönblad, M., Korikala, O., Liesi, P. and Karaharji, E.: Innervation of synovial membrane and meniscus. Acta Orthop. Scand., 54, 484~486, 1985.
 - 28) Sathiank, K. and Devanandan, M.S.: Receptors of the metacarpophalangeal joints; A histological study in the bonnet monkey and man. J. Anat., 137, 601~613, 1983.

(受付: 1991年4月12日)

Plate (1)

Photo 1 A fixation stand used for gross anatomy

Photo 2 Dorsal (posterior) portion of sacroiliac joint

A. Dorsal ramus of S_2 nerve, B. Dorsal ramus of S_2 nerve, C. Plexus formed by lateral branches from dorsal rami, D. Sacroiliac joint, I. Iliac side, S. Sacral side

Photo 3 Ventral (anterior) upper portion of sacroiliac joint

A. Ventral ramus of L_4 nerve, B. Innervation nerve, C. Sacroiliac joint, I. Iliac side, S. Sacral side

Photo 4 Ventral (anterior) lower portion of sacroiliac joint

A. Ventral ramus of L_4 nerve, B. Ventral ramus of S_1 nerve, C. Sacral plexus, D. Innervation nerve, E. Sacroiliac joint, I. Iliac side, S. Sacral side

Plate (2)

Photo 5 Ventral (anterior) lower portion of sacroiliac joint
A. Ventral ramus of L_4 nerve, B. Ventral ramus of S_1 nerve, C. Sacral plexus, D. Branch from sacral plexus, E. Sacroiliac joint, F. Innervation nerve, I. Iliac side, S. Sacral side

Photo 6 Dorsal (posterior) upper portion of sacroiliac joint
A. Lateral branch from dorsal ramus of L_4 nerve, B. Innervation nerve, C. Sacroiliac joint, I. Iliac side, S. Sacral side

Photo 7 Dorsal (posterior) upper portion of sacroiliac joint
A. Lateral branch from dorsal ramus of L_4 nerve, B. Innervation nerve, C. Sacroiliac joint, I. Iliac side, S. Sacral side

Photo 8 Dorsal (posterior) lower portion of sacroiliac joint
A. Lateral branch from dorsal ramus of S_1 nerve, B. Lateral branch from dorsal ramus of S_2 nerve, C. Innervation nerve, D. Sacroiliac joint, I. Iliac side, S. Sacral side

Plate (3)

Photo 9 Free nerve endings seen in the capsule of ventral (anterior) portion of sacroiliac joint
(Bielshowskey's modified method)

Photo 10 Nerve fibers running in the capsule of ventral (anterior) portion of sacroiliac joint
(Bielshowskey's modified method)

Photo 11 Nerve fibers of various sizes seen in the ligament of dorsal (posterior) portion of sacroiliac joint
(Bielshowskey's modified method)