

# 根性坐骨神経痛の発現における末梢の神経を通過する電位の役割に関する臨床的および実験的研究

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-04 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2297/9198">http://hdl.handle.net/2297/9198</a>

## 根性坐骨神経痛の発現における末梢の神経を通過する電位の役割に関する臨床的および実験的研究

金沢大学医学部医学科整形外科学講座 (主任: 富田勝郎教授)

田 尻 和 八

根性坐骨神経痛に対する選択的腰仙部神経根ブロックをはじめとして、臨床で用いられている神経ブロックの中には、病変部位より末梢でブロックを行っているにも関わらず、疼痛の改善が認められるものがある。この事実は、根性坐骨神経痛の発現には、病変部位より末梢が関与していることを示唆するものである。臨床的検討として、根性坐骨神経痛を有する腰椎椎間板ヘルニア患者19例に対して、9例にリドカインで総腓骨神経ブロックを行い、10例に生理食塩水を用いて同様の操作を行った。4点満点の疼痛スケールを用い、ブロックの前後で評価を行った。リドカイン群では平均3.1点が0.6点に改善したのに対し、生理食塩水群では3.0点が2.6点に変化したのみであった。実験的検討として、成熟イヌの坐骨神経を坐骨切痕の遠位2cmの位置で切断し、その2cm末梢に刺激電極、刺激電極の5cm末梢に記録電極を置き、電位を観察した。第一波は潜時が $1.3 \pm 0.1$ msec、第二波は $31.7 \pm 8.5$ msec、第三波は $73.8 \pm 36.6$ msecであった。記録電極より末梢で神経を切断すると、第三波のみが消失した。したがって、第三波はその潜時から考えると、C線維のインパルスが皮膚から反転してきた波形と考えられた。以上の成績は、病変部位である神経根から発生するインパルスの中で、末梢方向へ伝播し皮膚で反転してくる成分が、根性坐骨神経痛の発現に一つの役割を果たしていることを示唆している。

**Key words** sciatica, nerve block, pain

根性坐骨神経痛は、生涯を通じて約40%の人が経験するといわれており<sup>1)</sup>、整形外科の診療上最も多い愁訴の一つである。腰神経根の炎症により、局所でインパルスが発生し<sup>2)</sup>、このインパルスが脳まで伝導されることにより、疼痛として認識されると説明されている。しかし、その疼痛発生の機序は完全には明らかになっていない。その一つの例として、病変部位より末梢の神経ブロックがなぜ効果があるのかについての説明がなされていない。根性坐骨神経痛に対する治療として、選択的腰仙部神経根ブロックがしばしば行われている。この神経ブロックは病変部位より約5cm末梢の部位に1~5mlの局所麻酔剤を注入するものである<sup>3)</sup>。病変部位より末梢での神経ブロックが、神経根から脳までの経路をブロックしているとは考えにくい。同様に肋間神経痛に対する肋間神経ブロック<sup>4)</sup>、三叉神経痛に対する三叉神経ブロック<sup>5)</sup>なども、病変部位より末梢で行われている神経ブロックである。これらの神経ブロックの有効性は臨床的に実証済みであるが、その効果の機序についての説明はなされていない。これらの神経ブロックが有効である理由として、局所麻酔剤が病変部位まで浸潤している可能性、あるいは病変部位より末梢を通過するインパルスが疼痛の発現に関与している可能性が考えられる。前者の可能性を除外するために、根性坐骨神経痛の症例に対して、病変部位よりはるかに離れた腓骨頭部で総腓骨神経ブロック<sup>6)</sup>を行い、その有効性を検討した。また、後者の可能性を証明するために、成熟イヌの坐骨神経で末梢から翻転してくる電位を観察した。

### 対象および方法

#### 1. 臨床的検討

##### 1. 対象

坐骨神経痛を主訴とする腰椎椎間板ヘルニア患者の22例を対象とした。無作為抽出により、A群(リドカイン群)(12例)およびB群(プラセボ群)(10例)の2群に分けた。A群の3例は、神経ブロック後の針刺し検査と前脛骨筋および長母趾伸筋の筋力に変化がみられなかったため、神経ブロックが効いていなかったものと判断して除外し、残りの9例を対象とした。A群(男性5例、女性4例)は22歳から69歳で平均41.8歳、B群(男性6例、女性4例)は18歳から70歳で平均41.0歳であった。障害神経根はA群では第5腰神経が7例、第1仙骨神経が2例、B群では第5腰神経が7例、第1仙骨神経が3例であった。

##### 2. 方法

A群(リドカイン群)では2%塩酸リドカイン(藤沢薬品、東京)を、B群(プラセボ群)では生理食塩水を神経ブロックの薬液として用いた。それぞれ6mlの薬液を腓骨頭より3cm末梢の筋肉内に23ゲージ針を用いて注入した。総腓骨神経に直接注入することを避けるため、放散痛は求めなかった。薬剤が十分浸潤し、総腓骨神経に作用させるため、薬液を6m使用した。

下腿外側の腓骨神経支配領域の痛覚を、無痛覚を0、正常を10とした11段階の針刺し検査(pin-prick test)で評価した。前脛骨筋および長母趾伸筋の筋力を、筋の収縮を認めない状態を

平成7年12月13日受付, 平成8年1月29日受理

Abbreviations: MMT, manual muscle testing; SLRT, straight leg raising test

0, 正常の筋力を5とした6段階評価の徒手筋力テスト (manual muscle testing, MMT) で評価した。これらの検査を神経ブロックの前と15分後に行い, 神経ブロックが確実に行われた指標として用いた。また, 5段階の疼痛スケール<sup>7)</sup> (表1) を用いた坐骨神経痛の程度の自覚検査と伸脚挙上テスト (straight leg raising test, SLRT) による坐骨神経伸展刺激の程度の検査を, 神経ブロックの前と15分後に行った。この検査は神経ブロックにより, 坐骨神経痛がどの程度軽快したかの評価とした。神経ブロックは同一の験者が行い, 評価は薬液の内容を知らされていない別の験者が行った。

### 3. 統計処理

測定値は平均値±標準偏差 ( $\bar{x} \pm SD$ ) で示した。神経ブロック前後の疼痛スケールは Student の t 検定にて, 針刺し検査と疼痛スケールの変化の関連は Spearman の順位相関係数にて検討した。危険率  $p < 0.05$  を有意とした。

## II. 実験的検討

### 1. 電気生理学的検討

#### 1) 対象

体重 7~13kg の雑種の成熟イヌ 7頭を用いた。

#### 2) 方法

塩酸ケタミン (三共製薬, 東京) 20mg/kg の頸部の筋肉内投与後, 輸液路を確保した。ペントバルビタールナトリウム 5mg/kg を静脈内投与した後, 経口的に気管挿管を行い, 人工呼吸器 (aiika respirator R60, 市河思誠堂, 東京) に接続し, ハロタン (武田薬品, 東京) 2% の調節呼吸を行った。臭化パンクロニウム (日本オルガノン, 東京) 1mg を1時間毎に静脈内に投与し, 非動化した。また, 局所用温湿布器 (アクマチック K モジュールモデル 20<sup>®</sup>, エイエッチエスジャパン, 東京) を用いて保温し, 直腸温計 (テルモファイナー<sup>®</sup>, テルモ, 東京) で直腸温をモニターした。背部の皮下に接地電極を設置した。外側広筋と大腿二頭筋外側頭の間から進入し, 坐骨神経を展開し

た。坐骨切痕の 2cm 末梢で坐骨神経を切断し, その 2cm 末梢に刺激電極を設置した。刺激電極から 5cm 末梢に記録電極を設置した。刺激電極と記録電極はステンレススチール製の双極電極で, 陽陰極間は 1cm の UM2-5050<sup>®</sup> (ユニークメディカル, 大阪) を使用した。電極設置部の坐骨神経は神経上膜切除を行い, 電気抵抗の軽減を図ったが, 他の部位では剥離などの操作で損傷を与えないように注意した。各電極は上方から吊り上げ, 周囲の筋組織との接触を防止した (図1)。刺激と記録には counter point<sup>®</sup> 筋電計 (Dantec, Skovlunde, Denmark) を用いた。刺激条件として, 刺激強度は定電流での 20~99mA の範囲での最大上刺激, 持続時間は 0.2msec の矩形波, 刺激頻度は 0.3Hz とした。低周波数フィルター 1Hz, 高周波数フィルター 500Hz とし, 2000msec までの電位を500回の平均加算で測定し, これをコントロール電位とした。その後, 記録電極の 5cm 末梢で脛骨神経と総腓骨神経を切断し, 電位の変化を観察した。この操作を6頭に対して行った。さらに1頭については, 皮膚から翻転してくる成分の, 潜時のズレを計測するために, 記録電極の 3cm 末梢に第二の記録電極を設置した (図1)。

## 成 績

### I. 臨床的検討 (表2)

A群 (リドカイン群) では, 坐骨神経痛は, 全例で消失または軽減した (図2A)。疼痛スケールは  $3.11 \pm 0.60$  から  $0.56 \pm 0.73$  へと有意に減少した ( $p < 0.001$ )。針刺し検査と疼痛スケールの間には相関はみられなかった ( $p = 0.144$ )。

B群 (プラセボ群) においては痛覚の低下は3例, 筋力の低下は1例に認めた。下腿の疼痛は4例で軽減した (図2B)。疼痛スケールは  $3.00 \pm 0.82$  から  $2.60 \pm 1.20$  へ変化した, 有意な減少ではなかった ( $p = 0.338$ )。

Table 1. Pain scale

Pain scale	Complaints
0	None
1	Mild
2	Moderate
3	Severe
4	Unbearable

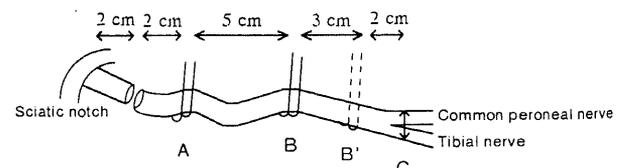


Fig. 1. Schematic diagram showing the setting of the electrodes. Epineurium of the sciatic nerve is resected around the electrodes. (A), stimulation electrode; (B), (proximal) recording electrode; B', distal recording electrode; C, cutting point.

Table 2. Results of clinical study

Group	Time of measurement	Pin-prick test	MMT (TA)	MMT (EHL)	Pain scale	SLRT (degrees)
Lidocaine group	Before block	$8.11 \pm 2.62$	$4.67 \pm 0.67$	$4.31 \pm 0.73$	$3.11 \pm 0.60$	$60.8 \pm 25.4$
	After block	$4.56 \pm 3.28$	$3.04 \pm 1.74$	$2.71 \pm 1.67$	$0.56 \pm 0.73^*$	$84.2 \pm 13.8^{**}$
Placebo group	Before block	$7.30 \pm 2.36$	$4.84 \pm 0.32$	$4.64 \pm 0.46$	$3.00 \pm 0.82$	$44.0 \pm 17.0$
	After block	$6.00 \pm 3.20$	$4.84 \pm 0.32$	$4.60 \pm 0.47$	$2.60 \pm 1.17^{NS}$	$49.5 \pm 18.3^{NS}$

Values are  $\bar{x} \pm S. D.$

\*,  $P < 0.001$  versus before block; \*\*,  $P < 0.05$  versus before block; NS, not significant versus before block.

MMT, manual muscle testing; TA, tibialis anterior muscle; EHL, extensor hallucis longus muscle; SLRT, straight leg raising test.

この結果、A群はB群に比し、有意に下腿の疼痛を軽減させることを確認できた ( $p < 0.001$ ).

SLRT は、A群では神経ブロック前は  $60.8 \pm 25.4^\circ$ 、神経ブロック後は  $84.2 \pm 13.8^\circ$  であり有意な変化であった ( $p = 0.01$ )

(図 3A). B群では神経ブロック前は  $44.0 \pm 17.0^\circ$ 、神経ブロック後は  $49.5 \pm 18.3^\circ$  であり有意な変化ではなかった ( $p = 0.495$ ) (図 3B).

II. 実験的検討

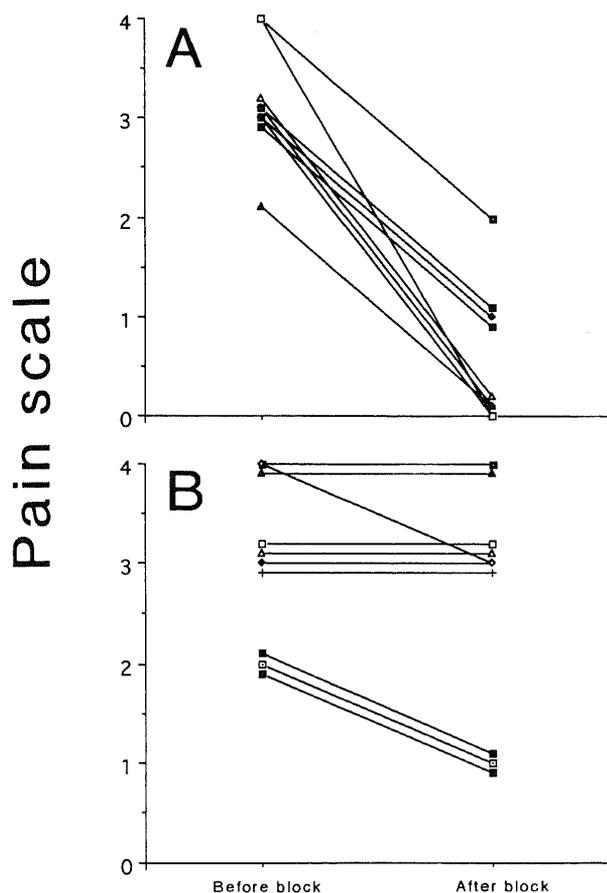


Fig. 2. Changes of pain in the lower leg before and after common peroneal nerve block using 5 grade pain scale. (A), Lidocaine group. (B), Placebo group.

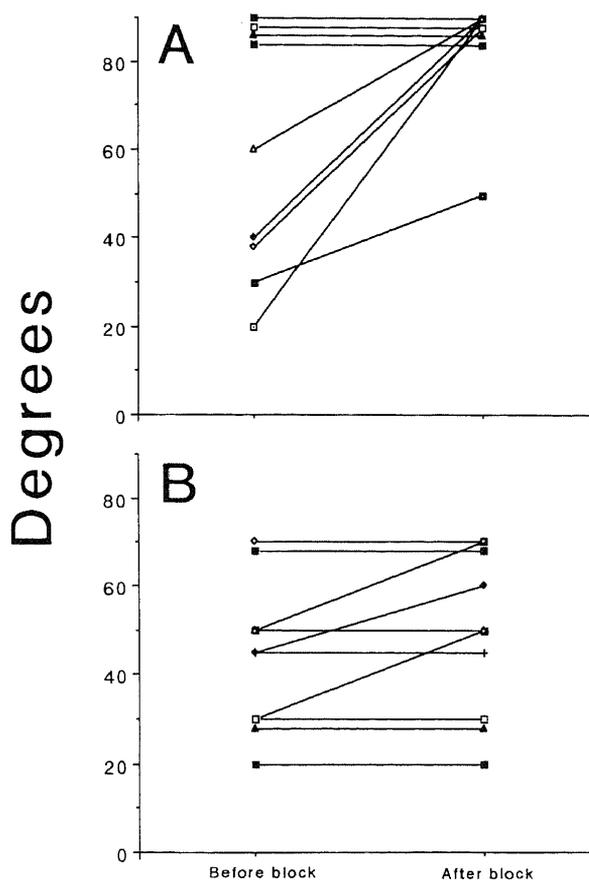


Fig. 3. Changes of degrees of SLRT before and after common peroneal nerve block. (A), Lidocaine group. (B), Placebo group.

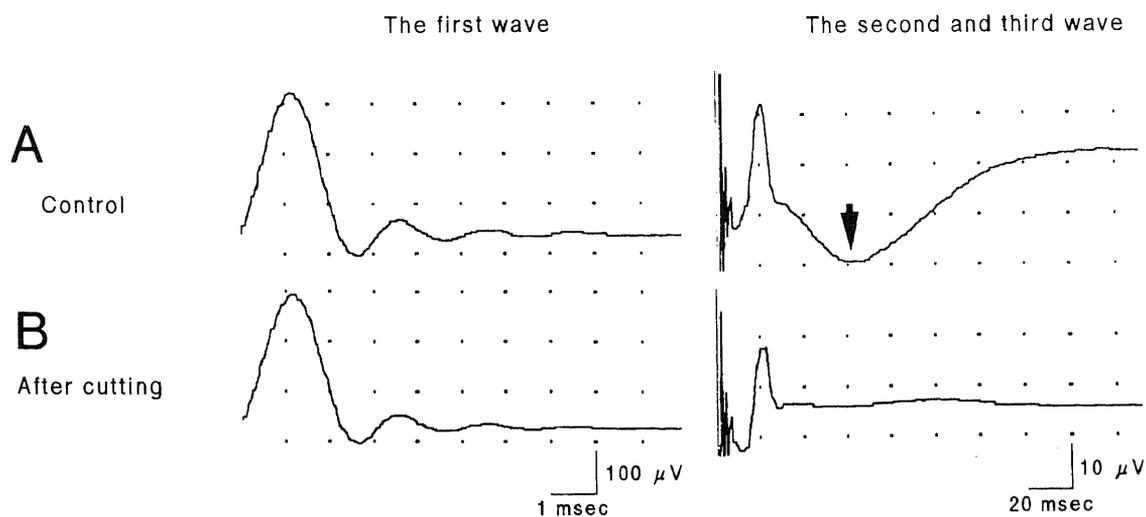


Fig. 4. Typical wave form patterns of the compound nerve action potential using single recording electrode. (A), Control. (B), After cutting of the tibial and common peroneal nerve at the distal point of the recording electrode. The third wave (arrow) disappear after cutting the tibial and common peroneal nerve.

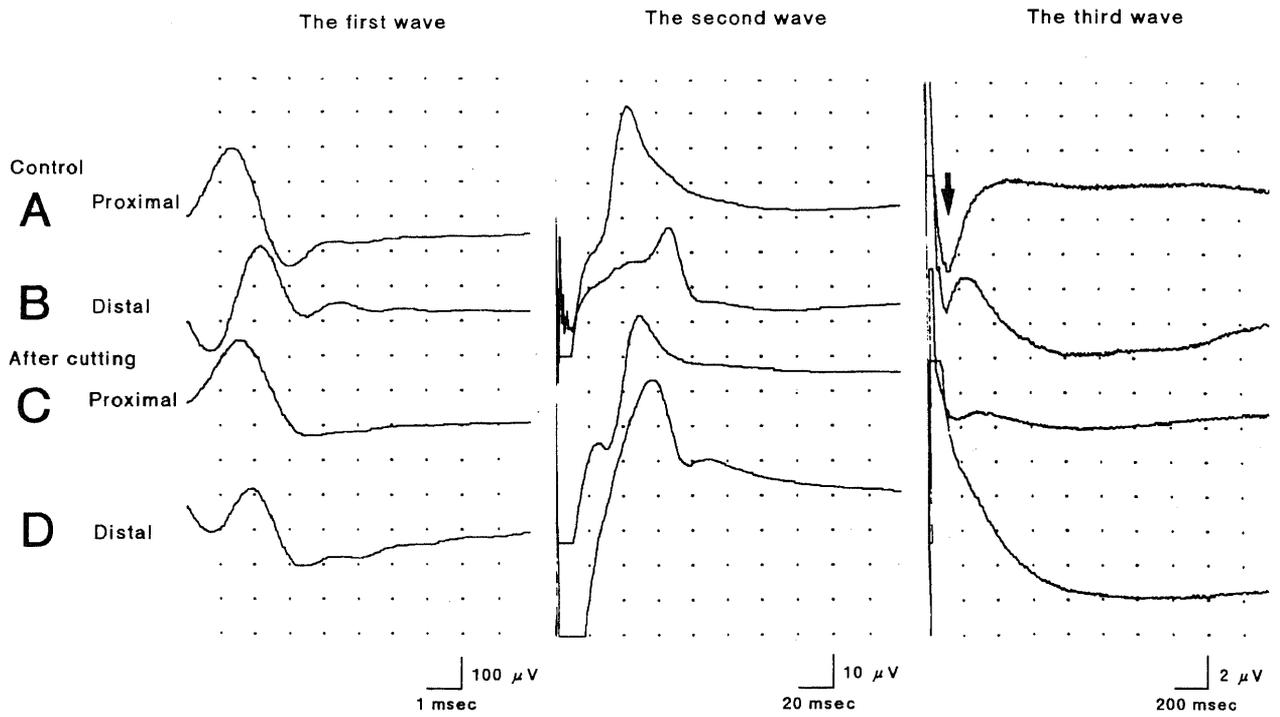


Fig. 5. Wave form of the compound nerve action potential using double recording electrodes. (A), Control wave form of the proximal recording electrode. (B), Control wave form of the distal recording electrode. (C), Wave form of the proximal recording electrode after cutting of the tibial and common peroneal nerve at the distal point of the distal recording electrode. (D), Wave form of the distal recording electrode after cutting of the tibial and common peroneal nerve at the distal point of the distal recording electrode. The third wave (arrow) of the distal recording electrode appear faster than the third wave of the proximal recording electrode.

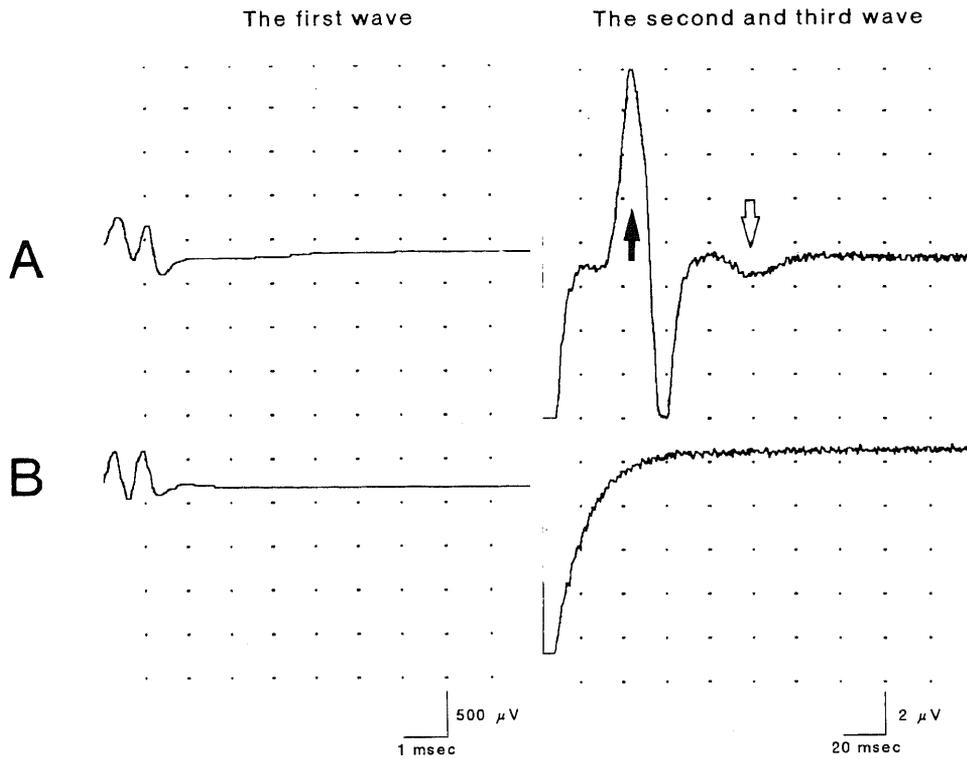


Fig. 6. Change of wave form between two different stimulation amplitude. (A), Stimulation amplitude 50 mA. (B), Stimulation amplitude 1 mA. The first wave did not change. Both the second (black head arrow) and third wave (white head arrow) disappeared.

## 1. 電気生理学的検討

## 1) 記録電極が一つの場合 (N=6) (図4)

コントロール電位では、頂点潜時  $1.3 \pm 0.1 \text{ msec}$  に振幅が  $356.7 \pm 40.3 \mu\text{V}$ 、持続時間が  $3.1 \pm 0.1 \text{ msec}$  の陰性電位 (第一波)、頂点潜時  $31.7 \pm 8.5 \text{ msec}$  に振幅が  $11.5 \pm 5.3 \mu\text{V}$ 、持続時間が  $23.2 \pm 10.0 \text{ msec}$  の陰性電位 (第二波)、さらに頂点潜時  $73.8 \pm 36.6 \text{ msec}$  に振幅  $6.0 \pm 3.8 \mu\text{V}$ 、持続時間が  $83.3 \pm 52.8 \text{ msec}$  の陽性電位 (第三波) がみられた。脛骨神経と総腓骨神経を記録電極の 5cm 末梢で切断すると、第三波が消失した。第一波は、脛骨神経と総腓骨神経の切断後、平均  $26.6 \mu\text{V}$  振幅が低下した。頂点潜時と持続時間には変化がなかった。第二波は、脛骨神経と総腓骨神経の切断後、平均  $3.6 \mu\text{V}$  振幅が低下した。頂点潜時には変化がなかったが、持続時間は平均  $0.3 \text{ msec}$  短縮した。

直腸温は、コントロール電位測定時に比し脛骨神経と総腓骨神経の切断後は平均  $0.5^\circ\text{C}$  低下していた。

## 2) 記録電極が二つの場合 (N=1) (図5)

第一波の頂点潜時は、コントロールでは中枢側の記録電極で  $1.3 \text{ msec}$ 、末梢側で  $2.2 \text{ msec}$  であり、これは脛骨神経と総腓骨神経の切断後も変化がなかった。振幅はコントロールが中枢側が  $330 \mu\text{V}$ 、末梢側が  $310 \mu\text{V}$  に対し、脛骨神経と総腓骨神経の切断後はそれぞれ  $305 \mu\text{V}$ 、 $90 \mu\text{V}$  と低下した。持続時間はコントロールが中枢側が  $4.0 \text{ msec}$ 、末梢側は  $4.2 \text{ msec}$  に対し、脛骨神経と総腓骨神経の切断後はそれぞれ  $3.8 \text{ msec}$ 、 $3.1 \text{ msec}$  に短縮した。

第二波の頂点潜時は、中枢側が  $25 \text{ msec}$ 、末梢側が  $48 \text{ msec}$  で、コントロールと脛骨神経と総腓骨神経の切断後に変化はなかった。振幅は、コントロールで中枢側  $80 \mu\text{V}$ 、末梢側  $43 \mu\text{V}$ 、脛骨神経と総腓骨神経の切断後はそれぞれ  $50 \mu\text{V}$ 、 $18 \mu\text{V}$  に低下した。持続時間はコントロールで中枢側  $70 \text{ msec}$ 、末梢側  $40 \text{ msec}$ 、脛骨神経と総腓骨神経の切断後はそれぞれ、 $35 \text{ msec}$ 、 $38 \text{ msec}$  であった。

第三波の頂点潜時は、コントロールでは、中枢側が  $150 \text{ msec}$ 、末梢側が  $140 \text{ msec}$  であり脛骨神経と総腓骨神経の切断後は消失した。振幅は中枢側が  $4.7 \mu\text{V}$ 、末梢側が  $1.8 \mu\text{V}$  であった。持続時間は中枢側が  $400 \text{ msec}$ 、末梢側が  $130 \text{ msec}$  であった。

また、刺激の強度を  $1 \text{ mA}$  に下げると、第二波および第三波が同時にみられなくなった (図6)。

## 考 察

腰椎椎間板ヘルニアなどでみられる下肢への放散痛は、根性坐骨神経痛と呼ばれ、Mixer ら<sup>8)</sup>が最初に報告した。当初は、脊柱管に突出したヘルニア塊が神経根を機械的に圧迫することが原因といわれていた。しかし、神経根が圧迫されていても疼痛を認めない場合もある。最近の研究では、変性椎間板から放出されるフォスホリパーゼA<sup>29)</sup>やサイトカイン<sup>10)11)</sup>のような炎症惹起物質<sup>12)</sup>により、化学的神経根炎<sup>13)</sup>といわれる状態が生じ、生理的状态ではインパルスが発生しない神経根<sup>14)</sup>から、インパルスが発生させることが知られている。このインパルスは生理的状态では出ない場所からのものであるため、異所性インパルスといわれている。実験的には、Rasminsky<sup>15)</sup>が栄養失調のマウスの神経根から自然に発生する異所性インパルスを、神経根に設置した電極から記録した。Howe ら<sup>16)</sup>も、ネコの後根

および家兔の腓腹神経を圧迫して発生する異所性インパルスを記録している。臨床的には、Nordin ら<sup>18)</sup>がSLRT などを行った時に発生する異所性インパルスを、腓腹神経に設置した微小電極から記録している。Wall ら<sup>17)</sup>は、ラットの坐骨神経を結紮した後切断して、異所性インパルスが神経の断端の中枢側と末梢側に設置した両方の電極にインパルスが伝導することを証明した。このうち、中枢側へ伝導するインパルスによって疼痛が生ずるという仮説が現在広く容認されている。

根性坐骨神経痛に対して行われている選択的腰仙部神経根ブロックは、病変部位より末梢でブロックしているが、臨床的には有効性が確認されている。しかし、この神経ブロックは病変部位に近い部位で行われるため、薬剤が病変部位にまで到達している可能性が高い。実際、神経根造影を行うと、病変部位まであるいはさらに中枢まで造影される<sup>18)</sup>。Selander ら<sup>19)</sup>は、家兔による実験でリドカインを神経上膜下に  $100 \mu\text{l}$  注入すると、15分後に  $6.5 \text{ cm}$  中枢まで浸潤したと報告している。臨床的検討で行った腓骨頭部での神経ブロックでは、病変部位である神経根までの距離が約  $40 \text{ cm}$  と非常に長く、また神経に直接薬剤を注入していないため、薬剤が病変部位にまで到達しているとは考えられない。また、プラセボとの比較においても有意に除痛効果を認めており、病変部位より末梢での神経ブロックは根性坐骨神経痛に対して有効であるとの結果を得た。この結果より、病変部位より末梢を通過するインパルスに対する考察が必要であると考えられた。

Kibler ら<sup>20)</sup>は8例の頸部または腰部の根性痛に対して病変部位より末梢での神経ブロックを行い、全例に有効であったとしている。彼らは、求心性の線維を伝導する末梢からのインパルスが疼痛の発生に重要であり、病変部位でこのインパルスが変化すると述べている。Xavier ら<sup>21)</sup>は5例の根性坐骨神経痛患者に坐骨神経ブロックを行い、全例有効であったと報告している。彼らは根性坐骨神経痛発生の機序として 1) 神経根が障害を受けると求心性の大型有髄神経が損傷され、この神経によって抑制を受けていた求心性の線維が容易に放電を起こす<sup>22)23)</sup>、2) いわゆる交差伝導 (cross talk)<sup>24)25)</sup>と呼ばれる状態で、損傷を受けた神経はその絶縁性を失い、生理的には生じないはずの神経線維間でのインパルスの交換が生じる、3) 末梢からのインパルスが神経の損傷部位で増幅される<sup>26)</sup> という、3つの可能性をあげている。これらには、いずれも末梢からのインパルスの成分が関与している。しかし、なぜ末梢からインパルスが発生するかについては考察されていない。

Lewis<sup>28)</sup>は末梢神経の微細な損傷時の激痛、いわゆるカウザルギーの発生の機序として以下の仮説を提唱している。末梢神経が損傷部位で慢性的に刺激されて、そこからインパルスが発生すると、脊髓方向と末梢の両方向にインパルスが伝導する。感覚線維のインパルスが逆方向性に末梢方向へ伝導すると、この線維の終末部からヒスタミン様の発痛性血管拡張物質が放出される。この物質は痛覚線維の疼痛の閾値を下げて、痛覚過敏の状態をもたらすばかりでなく、痛覚線維からインパルスを発生させて痛みを生ずる。この仮説はカウザルギーの説明として提唱されたものであるが、著者は根性坐骨神経痛も同様の機序で説明できると考え、実験的検討を行った。

本実験では、坐骨神経の中枢部に刺激電極を置き、これを異所性インパルスの発生源とした。大腿部の坐骨神経末梢部に記録電極を設置した。頂点潜時約  $1.3 \text{ msec}$  に振幅約  $350 \mu\text{V}$  の陰

性第一波を認めた。さらに頂点潜時約 32msec に振幅約 12 $\mu$ V の陰性第二波, 頂点潜時約 75msec に振幅約 6 $\mu$ V の陽性第三波を認めた。第一波の神経伝導速度が 40m/sec となることから, 第一波は A 線維の複合活動電位 (A-fiber compound action potentials, ACAPs) と考えられる。第二波は神経伝導速度が 1.6m/sec であることから C 線維の複合活動電位 (C-fiber compound action potentials, CCAPs) と考えられる。第三波は記録電極より末梢の部位で坐骨神経を切断すると消失した。しかし, 第一波と第二波は末梢での神経の切断では変化がみられなかった。第三波のみが記録電極より末梢の神経の切断で波形が消失することは, この波形が神経を切断した部位を通過するインパルスであることを示している。また, この実験では坐骨神経を刺激電極より中枢側で切断してあるので, 脊髄を経由したインパルスの可能性はない。また, 刺激の大きさを 1mA に下げると, 第二波がみられず, 同時に第三波もみられなくなる。これらのことから, 第三波は第二波が末梢の神経終末の存在する皮膚で反射した波形である可能性が考えられる。さらに記録電極を 2 か所に設置すると, 第二波の出現は中枢側の記録電極より末梢側で遅れてみられるのに対し, 第三波は末梢側の方が早く出現している。このことは, 第三波が反射波であることを裏付けることと考えられる。また, 直腸温が 0.5 $^{\circ}$ C 低下したことについては, 成熟イヌの総腓骨神経の神経伝導速度と直腸温の関係性を調査した報告<sup>29)</sup>によれば, 0.5 $^{\circ}$ C の低下は 1m/sec の低下となり, 刺激電極と記録電極間 5cm を伝導する時には, 第一波では約 0.03msec の潜時の遅れとなるが非常に小さい値であり, 考慮に入れる必要はなかった。

以上より, 根性坐骨神経痛における疼痛発現の機序を以下のように考えた。腰部神経根の化学的炎症により, 異所性インパルスが発生し中枢と末梢の両方向に伝導する。末梢方向へ伝導されたインパルスのうち C 線維の成分が皮膚で反転し, 中枢方向へのインパルスに変換され, このインパルスが疼痛の発現に重要な役割をはたしている。したがって, 病変部位より末梢の神経ブロックが疼痛緩和に有効であり, またこの成分が末梢の坐骨神経の切断によって消失することが一元的に説明できる。さらには, その神経根支配領域の皮膚や皮下でのブロックが神経痛を軽減させる可能性を示唆しており, ペインクリニックの一手法として麻酔クリーム等の開発が期待される。また, 疼痛の慣れという現象も, 常に病変部でインパルスが生じていると, 末梢方向へ伝播する波が末梢から翻転してくる波と相殺されて疼痛のインパルスとして認識されなくなるからとも考えることができる。本考察の問題点は, 総腓骨神経ブロックでほとんど疼痛が消失してしまった症例の説明が困難な点である。病変部位から直接中枢へ向かう求心路が最も大きく疼痛に関与しているはずであり, 総腓骨神経ブロックで疼痛が消失してしまうことは説明できない。もし, 疼痛がすべて末梢から翻転する成分に支配されるとしたならば, C 線維を病変部位から求心性に伝播する成分が無意味となってしまう。C 線維の成分が脳に到達する時点を正確に測定することが可能になれば, その潜時の違いにより, どの経路が疼痛に関与するのか解明されることになるであろう。

## 結 論

根性坐骨神経痛の発現における病変部位より末梢を流れるインパルスの関与を調べるために, 臨床的および実験的検討を行

い以下の知見を得た。

1. 臨床的検討として, 根性坐骨神経痛の 19 例に病変部位より離れた腓骨頭部で総腓骨神経ブロックを行い, リドカイン群がプラセボ群に比し有意に有効であった。
2. 実験的検討として, 坐骨神経の中枢を電気刺激し坐骨神経末梢で記録すると, 皮膚での反射波と考えられる波形が得られた。
3. 以上より根性坐骨神経痛の発現には, 病変部位より末梢を通過する C 線維のインパルスが皮膚で反転して大脳まで伝導される経路が関与していると考えられた。

## 謝 辞

稿を終えるにあたり, 御指導と御校閲を賜りました恩師富田勝郎教授に深甚なる謝意を表します。また終始直接の御指導を賜りました金沢大学医学部整形外科学教室の池田和夫助手に心から感謝いたします。研究遂行にあたり貴重な御意見を賜りました金沢大学医学部生理学第二講座山本長三郎教授に厚く御礼申し上げます。さらに, 御指導, 御助言を頂いた高橋啓介博士, 多大なる御協力を頂いた湯上 博文部技官に深謝いたします。

なお, 本論文の要旨の一部は第 21 回日本脊椎外科学会 (1992, 神戸), 第 26 回日本ペインクリニック学会 (1992, 旭川) 第 83 回中部日本整形災害外科学会 (1994, 宇部) において発表した。

## 文 献

- 1) Frymoyer, J. W.: Back pain and sciatica. *New Engl. J. Med.*, 318, 291-300 (1988).
- 2) Rydevik, B., Brown, M. D. & Lundborg, G.: Pathoanatomy and pathophysiology of nerve root compression. *Spine*, 9, 7-14 (1984).
- 3) Krempen, J. F. & Smith, B. S.: Nerve-root injection. *J. Bone Joint Surg.*, 56-A, 1435-1444 (1974).
- 4) Bonica, J. J. & Buckley, F. P.: Regional analgesia with local anesthetics. *In* J. J. Bonica (ed.), *The Management of Pain*, 2nd ed., p1883-1966, Lea & Febiger, Philadelphia, 1990.
- 5) Bonica, J. J., Buckley, F. P., Moricca, G. & Murphy, M.: Neurolytic blockade and hypophysectomy. *In* J. J. Bonica (ed.), *The Management of Pain*, 2nd ed., p1980-2039, Lea & Febiger, Philadelphia, 1990.
- 6) 田尻和八, 高橋啓介, 池田和夫, 富田勝郎, 長田茂樹: 根性坐骨神経痛に対する腓骨神経ブロック-神経ブロックの作用機序に対する考察-。臨整外, 25, 831-838 (1993).
- 7) 峰田洋子: 痛みの評価。理学療法, 7, 23-31 (1990).
- 8) Mixter, W. J. & Barr, J. S.: Rupture of intervertebral disc with involvement of the spinal canal. *New Engl. J. Med.*, 211, 210-215 (1934).
- 9) Saal, J. S., Franson, R. C., Dobrow, R. Saal, J. A., White, A. H. & Goldthwaite, N.: High levels of inflammatory phospholipase A activity in lumbar disc herniations. *Spine*, 15, 674-678 (1990).
- 10) Wehling, P. I., Evans, C. H. & Schultiz, K. P.: Die Interaktion zwischen synovialen Zytokinen und peripherer Nervenfunktion: Ein Mogliches Element bei der Entstehung radicular Syndrome. *Z. Orthop.*, 128, 442-446 (1990).
- 11) Wehling, P. I.: Synoviale Zytokine begünstigen die Entstehung spontaner Nervenwurzelaktivität nach Kompres-

- sion. *Z. Orthop.*, 129, 417-422 (1991).
- 12) Murphy, R. W.: Nerve roots and spinal nerves in degenerative disk diseases. *Clin. Orthop.*, 129, 46-60 (1977).
- 13) Marshall, L. L., Trethewie, E. R. & Curtain, C. C.: Chemical radiculitis: A clinical, physiological and immunological study. *Clin. Orthop.*, 129, 61-67 (1977).
- 14) Howe, J. F., Loeser, J. D. & Calvin, W. H.: Mechanosensitivity of dorsal root ganglion and chronically injured axons: A physiological basis for the radicular pain of nerve root compression. *Pain*, 3, 25-41 (1977).
- 15) Rasminsky, M.: Ectopic generation of impulses and cross-talk in spinal nerve roots of dystrophic mice. *Ann. Neurol.*, 3, 351-357 (1978).
- 16) Nordin, M., Nystroem, B., Wallin, U. & Hagbarth, K. E.: Ectopic sensory discharges and paresthesiae in patients with disorders of peripheral nerves, dorsal roots and dorsal columns. *Pain*, 20, 231-245 (1984).
- 17) Wall, P. D. & Devor, M.: Sensory afferent impulses originate from dorsal root ganglia as well as from the periphery in normal and nerve injured rats. *Pain*, 17, 321-339 (1983).
- 18) 菊地臣一, 蓮江光男: ブロック療法. 整災外, 25, 831-838 (1982).
- 19) Selander, D. & Sjostrand, J.: Logitudinal spread of intraneurally injected local anesthetics. *Acta Anesth. Scand.*, 22, 622-634 (1978).
- 20) Kibler, R. F. & Nathan, P. W.: Relief of pain and paraesthesiae by nerve block distal to a lesion. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiat.*, 23, 91-98 (1960).
- 21) Xavier, A. V., McDanal, J. & Kissin, I.: Relief of sciatic radicular pain by sciatic nerve block. *Anesth. Analg.*, 67, 1177-1180 (1988).
- 22) Melzac, R. & Wall, P. D.: Pain mechanism: A new theory. *Science*, 150, 971-978 (1965).
- 23) Noordenbos, W.: Problems pertaining to the transmission of nerve impulses which give rise to pain. *In Pain*, 1st ed., p81-89, Elsevier, Amsterdam, 1959.
- 24) Calvin, W. H.: Some design features of axons and how neuralgias may defeat them. *In J. J. Bonica (ed.) Advances in Pain Research and Therapy*, Vol 3, 1st ed., p297-309, Raven Press, New York, 1979.
- 25) Lewis, T.: Experiments relating to cutaneous hyperalgesia and its spread through somatic nerves. *Clin. Sci.*, 2, 373-423 (1936).
- 26) Miyamoto, A., Sumi, A., Ishido, T., Nakano, T., Yahagi, M. & Inada, S.: Sensory nerve conduction velocities in the cutaneous afferents of the ulnar and peroneal nerves of the dog: tissue temperature-dependent reference ranges. *Vet., Res., Commun.*, 14, 147-156 (1990).

**Impulses Distal to the Affected Point on Sciatica** Kazuya Tajiri, Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Kanazawa University, Kanazawa 920—J. J. J. Med Soc., 105, 215—221 (1996)

**Key words** sciatica, nerve block, pain

#### Abstract

Clinical study of common peroneal nerve block for sciatica was performed in 19 cases of lumbar disc herniation to evaluate the effectiveness of distal point block to a lesion. Common peroneal nerve block was performed at the fibular head in 9 patients using 2% lidocaine and in 10 patients using saline. The average pain scale changed from 3.1 to 0.6 in the lidocaine group and from 3.0 to 2.6 in the placebo group. The block more effectively treated lower leg pain in the lidocaine group than in the placebo group ( $p < 0.001$ ). The result that lower leg pain disappeared or decreased with the lidocaine block in a point far distal to the affected point suggests that impulses which are transmitted to a distal side of the affected point may be important for the generation of sciatic radicular pain. Electrophysiological study was performed to clarify the reason of the effectiveness of the distal point block. The sciatic nerve of an adult dog was cut at 2 cm distal of the sciatic notch. A stimulation electrode was set at 2 cm distal of the cutting end of the sciatic nerve and a recording electrode was set at 5 cm distal of the stimulation electrode. Wave forms were recorded before and after the tibial and common peroneal nerve was cut at the point of 5 cm distal to the recording electrode. Wave forms appeared  $1.3 \pm 0.1$  msec (the first wave),  $31.7 \pm 8.5$  msec (the second wave) and  $73.8 \pm 36.6$  msec (the third wave) after stimulation. Only the third wave disappeared after cutting the tibial and common peroneal nerve at the distal point of the recording electrode. Nerve conduction velocity showed that the first wave was an A fiber impulse and the second wave was a C fiber impulse. The third wave was speculated to be the reflex impulses of the C fiber impulse. The third wave is an important impulse for the generation of sciatica.