

図 5 ロコモ抽出のcut-off値設定<sup>4)</sup>

軽症者 429 名(無症状, 歩行支障なし, 特定高齢者相当)からロコモ(特定高齢者相当)をピックアップする cut-off 値は 16 点となった。

護認定者増の軽減に, 後者に対する介入はロコモ悪化による寝たきりの防止に有用と考えられる。つまり, 700 万人はすべて何らかの介入をすべき対象であり, 重症度によって介入方法を選択する必要があると考える。今後, 足腰指数 25 の点数により重症度を判定し, 介入方法を選択できるような指標を策定しようと考えている。

## おわりに

日本整形外科学会は『ロコモチェック 2009』という 5 項目からなる簡便な自己チェックツールをすでに公表している<sup>2)</sup>。5 項目の 1 つでも該当するとロコモの疑いが強いと知らせる内容であり, 国民に自分の運動機能の低下に気づいてほしいという啓発のためのツールである。問い方は, 該当するかどうかの二者択一であり, また複数該当が重症という設計ではない。本稿で紹介した足腰指数 25 は, このロコモチェックとは設計を異にし, 点数による重症度判定の機能も企図したものであることをご理解いただきたい。

ちなみに, これは足腰指数 25 策定研究の副産物でもあるが, 本研究結果から “2 kg の買い物”,

“比較的重い家事(布団上げ下ろしなど)”の 2 項目の重要性が認識され, 『ロコモチェック 2010』ではこの 2 項目を加えて 7 項目に改訂されたことを付記しておく。

謝辞: この研究は平成 20~22 年度厚生労働科学研究費補助金(長寿科学総合研究事業)「運動器機能不全の早期発見, 診断ツールの開発」(主任研究員: 自治医大 星野雄一)の援助の元に実施された。

研究協力者: 赤居正美(国立障害者センター), 岩谷力(国立障害者センター), 飛松好子(国立障害者センター), 土肥徳秀(福岡クリニック), 藤野圭司(藤の整形外科), 吉村典子(東京大学医学部 22 世紀医療センター)。

## 文献

- 1) Nakamura, K.: A “Super-aged” society and the “Locomotive syndrome”. *JOS*, 13: 1-2, 2008.
- 2) 日本整形外科学会(編): ロコモティブシンドローム診療ガイド. 文光堂, 2010.
- 3) 赤池弘次・他: 赤池情報量規準 AIC モデリング・予測・知識発見. 共立出版, 2007.
- 4) 星野雄一・他: 高齢者の運動機能障害評価. *臨床スポーツ医学*, 27: 33-40, 2010.

\* \* \*

シンポジウム

## ロコモティブシンドロームと運動器不安定症 —運動器健診の実施による介護予防を目指して—

### ロコモ診断ツールの開発 —運動器健診に向けて—\*

星野雄一 星地重都司

#### ロコモ診断ツールの必要性

65歳以上の人口は急増しており、平成20(2008)年9月15日時点で2819万人、平成25(2013)年には3000万人を超えると推定されている。高齢者の急増に伴い、平成12(2000)年4月に218万人の認定者数で開始された介護保険は、平成20(2008)年4月には460万人を超え、費用も3兆円から7兆円に増大している。介護認定者の増加要因を分析すると、要支援などの比較的軽症者の増加率が大きく(図1)、この軽症者の中では関節疾患・骨折転倒など運動器疾患の比率が32.7%と最も高い(表1)。

自立した快適な老後を過ごすことは万人の望みであり、それには健康寿命の延伸が不可欠である。そのためには、健康寿命を損ねている3大疾患、すなわち表1に示したように脳血管疾患、運動器疾患、認知症の対策が肝要である。脳血管疾患に関しては、出血や梗塞の背景になる高血圧、糖尿病、高脂血症などを予防する目的で、その上流にある肥満を早期に検出する特定健診が、メタボリックシンドローム(メタボ)というキャッチコピーのもとに政策として平成20(2008)年春から導入されている。

一方、介護原因として2番目に頻度の高い運動器疾患の対策は、メタボに比べると明らかに遅れている。平成12(2000)年から始まった「健康日本21」の中間評価(表2)では、平成17(2005)年時点での国民の身体活動・運動の量は策定時(2000年)よりも減少しており、事業の中心であった地方推進事業が期待される成

果を挙げられなかったと解釈することができる。地方自治体が地域の高齢者に参集を呼びかけても集まるのは元気な高齢者ばかりであり、介入を必要としている運動器障害を持つ高齢者に対しては効果的な対策が施されなかったのが、地方推進事業の効果が低かった原因と推測されている。

当局も含めたこのような認識のもと、運動器障害により要介護となるリスクの高い状態を、親しみやすい名称としてロコモティブシンドローム(運動器症候群、ロコモ)と呼ぶことを日整会(2007年9月、中村耕三理事長)が提唱したのである<sup>1),2)</sup>。このロコモ啓発キャンペーンは、新聞やテレビ等を用いて積極的に展開されている。

ロコモを早期に発見できれば、生活習慣の改善指導あるいは運動器リハビリテーションの介入等により、高齢者が要介護になることを予防できると考えられ、つまり、このような健診体制を確立できれば、個人としての健康寿命延伸に寄与するのみでなく、介護に要する総費用の軽減も期待できるのである。厚生労働科学研究として、2008年度から「運動器障害の早期発見診断ツール開発研究」を開始したので、その中間的成果を報告する。

#### ロコモ診断ツールの条件

##### 1. 簡便であること

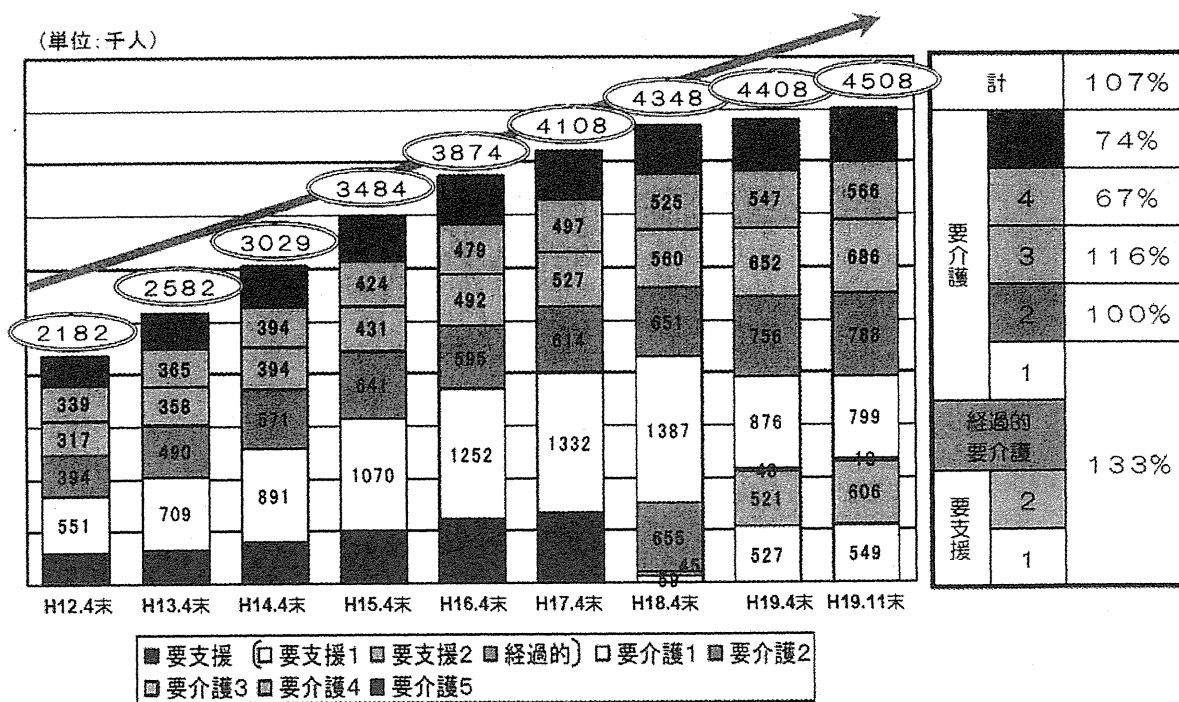
3000万人近い高齢者全員を、運動器を専門とする整形外科専門医(1.5万人)が診察することは不可能であり、プライマリーケアを担当する家庭医、あるいは医師以外の行政担当者でも用いることができるように、診断ツールには簡便さが求められる。

##### 2. ロコモの診断精度が高いこと

整形外科専門医でなくても高い精度で運動器障害を診断できる精度が求められる。また、診断ツールには

**Key words:** Locomotive syndrome, Diagnostic tool, Questionnaire

\*Development of diagnostic-tool for locomotive syndrome  
自治医科大学整形外科. Yuichi Hoshino, Atsushi Seichi: Department of Orthopaedics, Jichi Medical University



(出典：介護保険事業状況報告 他)

図1 介護保険認定者数の増加. 要支援～要介護1の軽症者の増加が著しい.

表1 介護が必要となった原因

	脳血管疾患	認知症	骨折転倒	関節疾患	高齢による衰弱
要支援	14.9%	3.2	32.7	16.6	16.6
要介護	27.3	18.7	17.5	12.5	12.5
総数	23.3	14.0	21.5	13.6	13.6

[厚労省 平成19年度国民生活基礎調査. 中村耕三 一部改変]

障害程度の変動に対する鋭敏な感度も必要であり、治療介入の効果判定等にも用いることができるように設計した。数値化し統計処理できる5段階評価(0-4点)の設問を25問とすることにした。

### 研究方法

#### 1. 患者質問票・機能検査法の策定

運動器障害に関するものを中心に過去の質問票を調査し、討議を重ねて患者質問票を策定した。自記式が簡便であり、また内容としては運動器障害のみでなく、回答者の日常生活動作の困難さ、さらには健康感にも及ぶ内容も採用した。25問の質問を設け、障害なし0点～最重症4点の5段階評価とし、総点は障害なし0点～最重症100点となるように策定した。質問票

の名称を足腰指数25と仮称することとした。

簡単な機能検査法として、握力、片脚起立時間を計測した。

#### 2. 多施設調査

65歳以上の、整形外科外来受診者、整形外科に併設された通所リハビリテーション施設でリハビリを受けている者、健常対照高齢者を研究対象とし、足腰指数25、握力、片脚起立時間を調査した。対象者には研究の概要・意義などを説明し、文書で研究参加の承諾を得た。なお、この多施設研究は日整会の倫理委員会で2008年10月29日に承認を受けた。

介護保険等における判定基準を参考に、以下の6段階に運動器障害の重症度(いわばロコモ度)を区分し

表2 「健康日本 21」中間評価  
2007年4月10日厚生科学審議会地域保健健康増進栄養部会  
身体活動・運動

目標項目	策定時 2000年	実績値 2005年	目標値 2010年
日常生活における歩数の増加			
成人男性	8202歩	7532歩	9200歩
成人女性	7282歩	6446歩	8300歩
70歳以上男性	5436歩	5386歩	6700歩
70歳以上女性	4604歩	3917歩	5900歩
運動習慣者の増加			
男性	28.6%	30.9%	39%
女性	24.6%	25.8%	35%
積極的に外出する高齢者			
60歳以上	59.4%	51.6%	70%
80歳以上	46.3%	38.7%	56%

身体活動・運動は策定時に比べむしろ減少している  
地方推進事業の失敗：元気高齢者しか参集しない

た。行政による介護度認定には認知障害等も反映されてしまうので、本調査では運動器障害の重症度を、担当した整形外科専門医が以下に示す共通基準によって判断することとした。

①無症状・障害なしの者

②有症状・歩行移動に支障ない者

運動器に関する愁訴・症状はあるが、歩行移動に制限がない者

③特定高齢者相当の者

運動器に関する症状があり歩行移動に支障があるが、日常生活は自立しており、要支援、要介護に該当しない者

④要支援相当の者(要支援1, 2相当)

日常生活上の基本的ADL(activities of daily living)はほぼ自分でできるが、手段的ADLには何らかの支援を要する者

⑤要介護1相当の者

手段的ADLを行う能力が更に低下した者

⑥要介護2相当の者

基本的ADLについても部分的な介護が必要な者  
自記式質問票に記入できるという条件設定により、認知症患者を対象から除外した。全国で800例を目標に、平成20(2008)年11月から翌21(2009)年2月の4カ月間に調査を行った。日本臨床整形外科学会会員施設、および自治医大関連施設(表3)で調査を行った。

### 3. 足腰指数 25・機能検査法の評価

赤池の情報量規準(AIC, Akaike's Information Criterion)を用い、統計モデルの妥当性を検証した。これは横断的調査からリスクファクターを抽出できる方法であり、最適なカットオフ値を求めることができる。信頼性分析はクロンバック $\alpha$ に、再現性分析は折半法、基準関連妥当性の検証にはEuro EQ-5Dを対照に用いた。

握力、片脚起立時間とロコモ度との関係を検討した。

### 調査対象の詳細

781名の調査票が集積されたが、データに欠損のあるものを除いた731名を解析対象とした。その内訳は男217名、女514名、年齢は65-96歳、平均77.3歳であった。

整形外科専門医による診断名(複数回答あり)は、変形性膝関節症304名、変形性脊椎症253名、骨粗鬆症208名、腰部脊柱管狭窄症121名、健常者82名などであった。

対象のロコモ重症度は図2のごとくであり、無症状から最重症の要介護2まで、比較的まんべんなく各重症度の対象者が分布していた。

表3 研究実施施設

住所	施設名	氏名	住所	施設名	氏名
埼玉県熊谷市	松崎整形外科	松崎 憲次	栃木県佐野市	氷室診療所	高橋 恒存
北海道旭川市	山下整形外科クリニック	山下 泉	栃木県那須塩原市	栃木県医師会塩原温泉病院	遠藤 照頭
東京都港区	那須整形外科医院	那須 耀夫	栃木県栃木市	下都賀総合病院	篠原 光正
佐賀県佐賀市	百武整形外科病院	百武 康介	栃木県真岡市	芳賀赤十字病院	東 高弘
大阪府枚方市	森下整形外科・リウマチ科	森下 忍	栃木県下野市	小金井中央病院	李 俊熙
愛知県一宮市	森整形外科	森 龍太郎	栃木県日光市	今市病院	山口 修
奈良県五條市	中垣整形外科	中垣 公男	静岡県静岡市	松生整形外科医院	松生 宏文
愛知県豊橋市	鷹丘クリニック	中神和賀雄	静岡県静岡市	小長井整形外科医院	小長井淳弘
愛知県豊田市	たつや整形外科クリニック	加藤 龍也	静岡県静岡市	鈴木整形外科医院	鈴木 健司
熊本県宇城市	清水整形外科医院	清水 寛	静岡県静岡市	杉山整形リハビリクリニック	杉山 公彦
静岡県富士市	三日市整形外科	田中 俊也	静岡県静岡市	青島整形外科	青島 賢明
静岡県焼津市	長倉整形外科	長倉 孝行	静岡県静岡市	広瀬整形外科	広瀬 和久
福岡県八女郡	姫野病院	姫野 信吉	静岡県静岡市	望整形外科	望月 邦憲
愛知県豊橋市	豊橋整形外科 向山クリニック	森 雅俊	静岡県静岡市	溝口整形外科医院	溝口 良純
岐阜県養老町	養老整形外科	石井 光一	静岡県静岡市	司馬医院	司馬 立
愛知県名古屋市	井戸田整形外科	井戸田 仁	静岡県静岡市	かもと整形外科医院	嘉本 拓生
愛知県豊橋市	きよし整形外科医院	鈴木 潔	静岡県静岡市	森福整形外科	森福 研一
熊本県熊本市	コスモピア熊本	堀尾 慎彌	静岡県静岡市	芳村整形外科医院	芳村 直
熊本県熊本市	熊本機能病院	重本 弘文	静岡県静岡市	ともの整形外科クリニック	伴野 恒雄
岡山県岡山市	医療法人坂田整形外科医院	坂田 俊輔	静岡県静岡市	堀井整形外科医院	堀井文千代
新潟県新潟市	南秋田整形外科	小玉 弘之	静岡県静岡市	松木整形外科医院	松木 忠
青森県青森市	青森慈恵会病院	丹野 雅彦	静岡県静岡市	山中整形外科	山中 芳
千葉県千葉市	おゆみの整形外科クリニック	本田 英義	静岡県静岡市	杓谷もちづき整形外科	望月 久司
奈良県奈良市	谷掛整形外科	谷掛 駿介	静岡県静岡市	おおや整形外科クリニック	佐藤 栄作
広島県広島市	はたのリハビリ整形外科	畑野 栄治	静岡県静岡市	三宅整形外科医院	三宅 信昌

(敬称略)

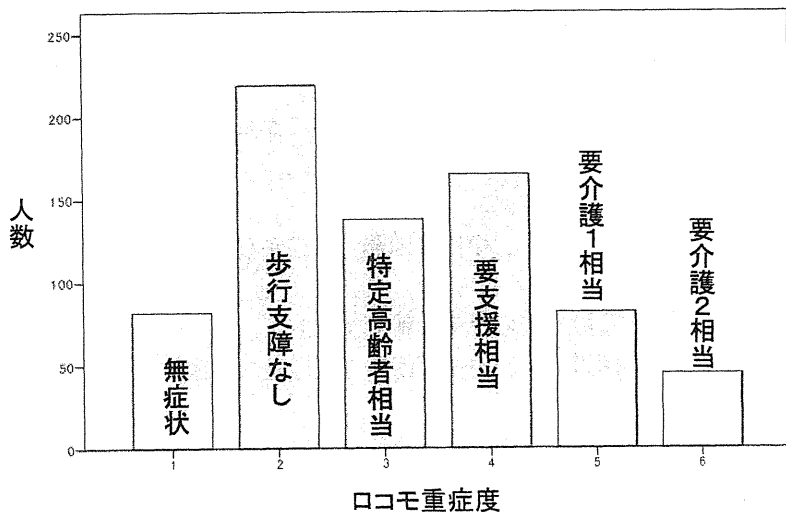


図2 調査対象のロコモ重症度. 731名(男217/女514), 平均77.3歳(65-96歳)

結果

1. 足腰指数 25 (質問票) の策定  
策定した足腰指数 25 を次頁に掲載する。

2. 多施設調査結果

足腰指数 25 の集計結果を図3に示す。半数以上が20点以下の比較的軽症群であることがわかる。

## 「運動器疾患と日常生活での困難さについての調査」

「お体の状態」と「ふだんの生活」について、手足や背骨のことで困難なことがあるかどうかをおたずねします。この1ヵ月の状態を思い出して以下の質問にお答え下さい。それぞれの質問に、もっとも近い回答を1つ選んで、□に✓をつけて下さい。

### この1ヵ月のからだの痛みなどについてお聞きします。

1. 頤・肩・腕・手のどこかに痛み(しびれも含む)がありますか。  
 痛くない    少し痛い    中程度痛い    かなり痛い    ひどく痛い
2. 背中・腰・お尻のどこかに痛みがありますか。  
 痛くない    少し痛い    中程度痛い    かなり痛い    ひどく痛い
3. 下肢(脚のつけね, 太もも, 膝, ふくらはぎ, すね, 足首, 足)のどこかに痛み(しびれも含む)がありますか。  
 痛くない    少し痛い    中程度痛い    かなり痛い    ひどく痛い
4. ふだんの生活でからだを動かすのはどの程度つらいと感じますか。  
 つらくない    少しつらい    中程度つらい    かなりつらい    ひどくつらい

### この1ヵ月のふだんの生活についてお聞きします。

5. ベッドや寝床から起きたり, 横になったりするのはどの程度困難ですか。  
 困難でない    少し困難    中程度困難    かなり困難    ひどく困難
6. 腰掛けから立ち上がるのはどの程度困難ですか。  
 困難でない    少し困難    中程度困難    かなり困難    ひどく困難
7. 家の中を歩くのはどの程度困難ですか。  
 困難でない    少し困難    中程度困難    かなり困難    ひどく困難
8. シャツを着たり脱いだりするのどの程度困難ですか。  
 困難でない    少し困難    中程度困難    かなり困難    ひどく困難
9. ズボンやパンツを着たり脱いだりするのどの程度困難ですか。  
 困難でない    少し困難    中程度困難    かなり困難    ひどく困難
10. トイレで用足しをするのはどの程度困難ですか。  
 困難でない    少し困難    中程度困難    かなり困難    ひどく困難
11. お風呂で身体を洗うのはどの程度困難ですか。  
 困難でない    少し困難    中程度困難    かなり困難    ひどく困難

12. 階段の昇り降りほどの程度困難ですか。  
 困難でない     少し困難     中程度困難     かなり困難     ひどく困難
13. 急ぎ足で歩くのはどの程度困難ですか。  
 困難でない     少し困難     中程度困難     かなり困難     ひどく困難
14. 外に出かけるとき、身だしなみを整えるのはどの程度困難ですか。  
 困難でない     少し困難     中程度困難     かなり困難     ひどく困難
15. 休まずにどれくらい歩くことができますか (もっとも近いものを選んで下さい)。  
 2-3km 以上     1km 程度     300m 程度     100m 程度     10m 程度
16. 隣・近所に外出するのはどの程度困難ですか。  
 困難でない     少し困難     中程度困難     かなり困難     ひどく困難
17. 2kg 程度の買い物 (1リットルの牛乳パック 2 個程度) をして、持ち帰ることがどの程度困難ですか。  
 困難でない     少し困難     中程度困難     かなり困難     ひどく困難
18. 電車やバスを利用して外出するのはどの程度困難ですか。  
 困難でない     少し困難     中程度困難     かなり困難     ひどく困難
19. 家の軽い仕事 (食事の準備や後始末、簡単なかたづけなど) は、どの程度困難ですか。  
 困難でない     少し困難     中程度困難     かなり困難     ひどく困難
20. 家のやや重い仕事 (掃除機の使用、ふとんの上げ下ろしなど) は、どの程度困難ですか。  
 困難でない     少し困難     中程度困難     かなり困難     ひどく困難
21. スポーツや踊り (ジョギング、水泳、ゲートボール、ダンスなど) は、どの程度困難ですか。  
 困難でない     少し困難     中程度困難     かなり困難     ひどく困難
22. 親しい人や友人とのおつき合いを控えていますか。  
 控えていない     少し控えている     中程度控えている     かなり控えている     全く控えている
23. 地域での活動やイベント、行事への参加を控えていますか。  
 控えていない     少し控えている     中程度控えている     かなり控えている     全く控えている
24. 家の中で転ぶのではないかと不安ですか。  
 不安はない     少し不安     中程度不安     かなり不安     ひどく不安
25. 先行き歩けなくなるのではないかと不安ですか。  
 不安はない     少し不安     中程度不安     かなり不安     ひどく不安

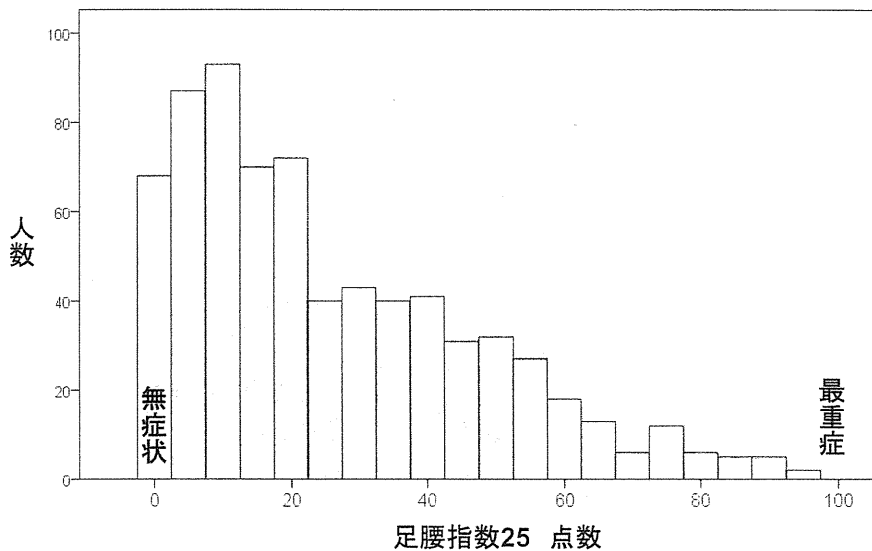


図3 対象の足腰指数 25 点数 (n=731)

### 3. 足腰指数 25

#### 1) 信頼性, 妥当性

足腰指数 25 の信頼性分析結果としてのクロンバック  $\alpha$  は 0.961 であり, すべての質問間に強い相関があり, 不要な質問がないことが判明した. 再現性の分析は折半法により, 信頼係数 0.899 ときわめて良好であった. 基準関連妥当性の検討では EQ5D の効用値と高い相関 (スピアマン順位相関:  $p < 0.001$ ) があった. 構成概念妥当性の検証を赤池の情報量規準<sup>3)</sup> を用いて行い, 各項目間で関連度の高いものを線で結んで視覚化したものを図 4 に示す. この結果から, 痛み, 屋内動作, 身の回りのこと, 不安, 活動参加と名付けられる 5 つのドメインが浮かび上がった.

#### 2) カットオフ値の設定

足腰指数 25 の総得点の多寡から特定高齢者相当をピックアップするカットオフ値を求めることが, ロコモの早期診断ツールとして必要であり, 図 5 に示すように最適モデルはカットオフ値 16 点の場合, という結論に到達した. つまり, 整形外科専門医の判断する特定高齢者相当の者 (運動機能障害により歩行移動に障害があるが自立している) を, プライマリーケア医あるいは行政担当者でも自記式質問票のみで抽出することができる.

### 4. 機能検査法

機能検査法として, BMI (body mass index) はロコモ度との間に一定の関係がなく, 握力もロコモ度との

相関は少なかった. 開眼片脚起立時間はロコモ度と相関が見られたが, 年齢の関与も強く, ロコモ度判定のツールとしての使い方を, 検討中である.

### 考 察

運動器の専門家である整形外科専門医が「運動器障害により歩行移動に障害があるが自立している」と判定した者を, 「運動器障害により要介護となるリスクの高い者: すなわちロコモ」と仮定した場合, 足腰指数 25 による調査で 16 点以上を示す者がロコモに該当すると判定できることになる. ただし, 片脚起立時間のような簡便な検査結果をこの質問票に加えて総合判定する方式の確立が今後の課題であり, 診断精度がさらに上がることが期待できる.

日整会は種々の報告を元にして, ロコチェックという簡便な自己チェックツールをすでに公表している<sup>4)</sup>. これは 7 項目ある中で 1 つでも該当するとロコモ疑いが濃いと知らせる内容であり, 国民に自分の運動機能の低下に気付いて欲しいという, いわば啓発のためのツールなのである. 7 項目の問い方は該当するか否かの二者択一であり, また複数該当が重症というものではない. つまり, このロコチェックは足腰指数 25 とは性格が異なり, ロコモに気付かせることはできるが, その重症度の判定には用いることができない.

一方, 足腰指数 25 は無症状 0 点から最重症 100 点であり, 重症度を指数として表示することができるのみでなく, 介入研究の効果判定ツールとしても使用可



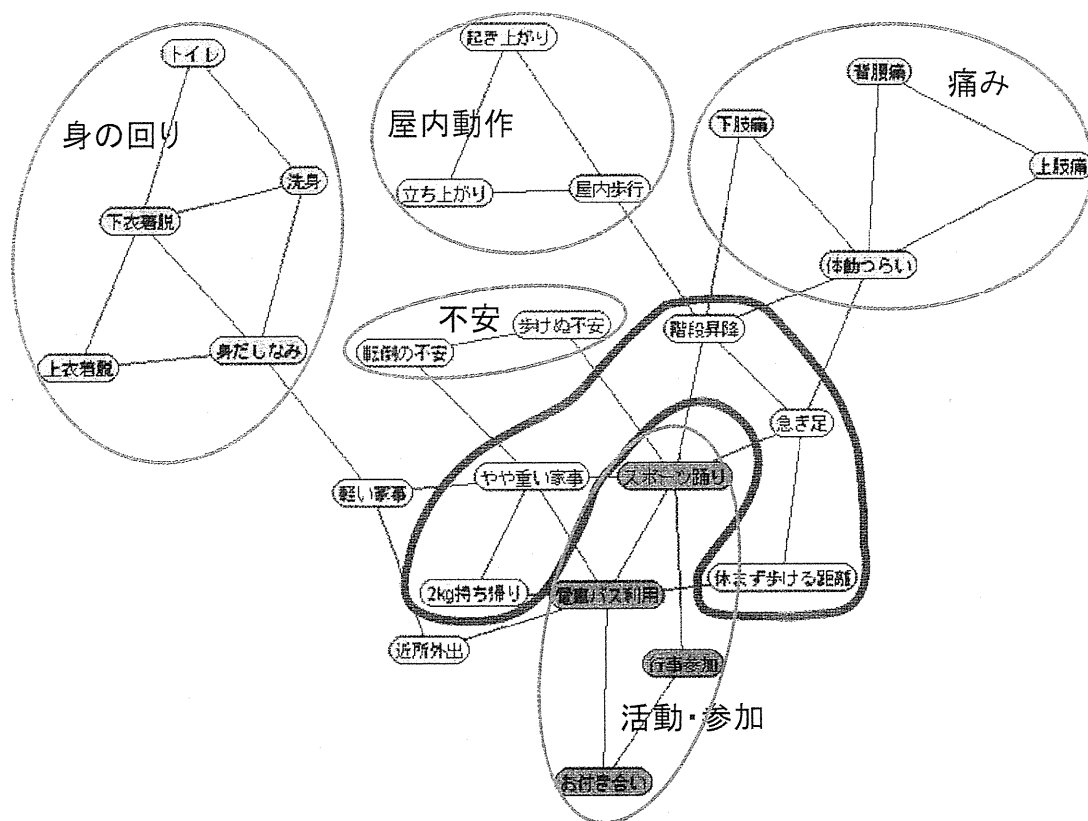


図4 AIC(赤池の情報量基準)による構成概念妥当性の検証結果(visual化). 中心的な5項目を馬蹄形で囲む.

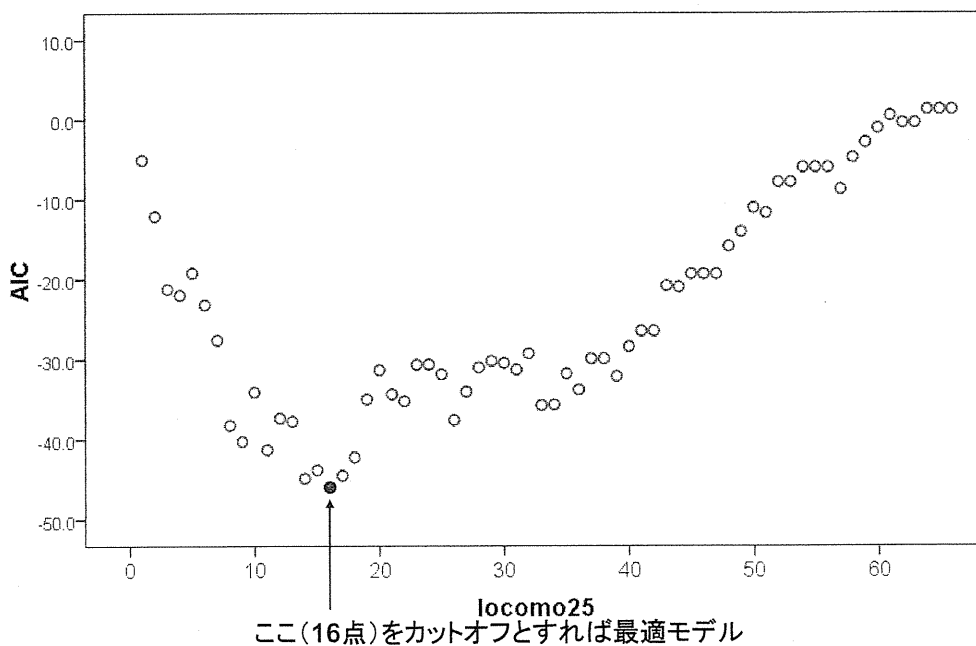


図5 軽症者(429例:無症状,歩行支障なし,特定高齢者相当)における特定高齢者相当ピックアップのカットオフ値. AIC(赤池の情報量規準)が小さいほどモデルのあてはまりがよい.

能なツールである。微妙な変化も捉えうる感度を有していると考えているが、その感度等の検証は今後の研究課題である。

### 結 語

- 1) ロコモ診断ツールとして足腰指数 25 (仮称：無症状 0 点～最重症 100 点) を策定した。
- 2) 731 名の足腰指数 25 結果から導き出されたロコモ診断のカットオフ値は 16 点であった。足腰指数 25 において 16 点以上の症状を有する者は、歩行・移動になんらかの支障がある者と判定することができる。
- 3) この診断ツールは、日整会がすでに公表している啓発のためのロコチェックとは性格が異なり、いくぶん煩雑な分、定量的にロコモを評価しようとするものである。
- 4) 片脚起立時間などの機能検査法との関連は、今後の検討課題である。

#### 【研究組織】

主任研究者 星野雄一 (自治医科大学整形外科)  
分担研究者 伊藤博元 (日本医科大学整形外科)  
藤野圭司 (藤野整形外科)

北 潔 (北整形外科)  
高杉紳一郎 (九州大学リハビリテーション部)  
林 邦彦 (群馬大学保健学科医療基礎学)  
赤居正美 (国立障害者リハセンター)  
飛松好子 (国立障害者リハセンター)  
川口 浩 (東京大学整形外科)  
芳賀信彦 (東京大学リハ科)  
アドバイザー 岩谷 力 (国立障害者リハセンター)  
中村耕三 (東京大学整形外科)  
土肥徳秀 (福岡クリニック)  
事務局 星地亜都司 (自治医科大学整形外科)  
黒川幸子 (自治医科大学整形外科)

### 文 献

- 1) Nakamura K. “Super-aged” society and “Locomotive syndrome”. J Orthop Sci 2008; 13: 1-2.
- 2) Nakamura K. Locomotive syndrome: Disability-free expectancy and locomotive organ health in a “super-aged” society. J Orthop Sci 2009; 14: 1-2.
- 3) 赤池弘次, 甘利俊一, 北側源四郎他. 赤池情報量規準 AIC —モデリング・予測・知識発見. 東京: 共立出版; 2007.
- 4) 日本整形外科学会ホームページ  
<http://www.joa.or.jp/jp/index.html>

研究成果の刊行に関する一覧表

【H21. 4. 1～H24. 3. 31】

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の編集者名	書籍名	出版社名	出版地	出版年	ページ
谷 俊一	16. 運動器疾患	金澤一郎、永井良三	今日の診断指針 第6版	医学書院	東京	2010	1508～1509
谷 俊一、池内昌彦	3. 腰・下肢痛に関する補助診断法 電気生理学的検査でみる (各検査の概略/腰部神経根症と下肢絞扼症候群の鑑別法)	山下敏彦(専門編集)、中村耕三(総編集)	整形外科臨床パサージュ1 腰痛のクリニカルプラクティス	中山書店	東京	2010	55～59

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
谷 俊一、谷口慎一郎、牛田享宏、池本竜則、田所伸朗	【脳機能計測法を基礎から学ぶ人のために】術中モニタリング 脊髄誘発電位による脊髄伝導ブロックの部位診断法	臨床神経生理学	37 (2)	60～71	2009
谷 俊一	高齢者の腰痛・脊椎疾患のみかたとプライマリ・ケア	日本老年医学会雑誌	47 (2)	127～130	2010
Izumi M, Ikeuchi M, Mitani T, Taniguchi S, Tani T	Prevention of venous stasis in the lower limb by transcutaneous electrical nerve stimulation.	Eur J Vasc Endovasc Surg	39 (5)	642～645	2010
Kawasaki M, Ushida T, Nanba H, Kato T, Tani T	Clinical application of magnetic resonance-guided focused ultrasound surgery for chronic pain associated with degenerative spinal disease.	Journal of Spine Research	2 (2)	264～267	2011
喜安克仁、谷口慎一郎、武政龍一、谷 俊一	脊椎手術術前患者における静脈血栓塞栓症	中部日本整形外科学会雑誌	54 (3)	479～480	2011
木田和伸、阿漕孝治、岡上裕介、小松 誠	腰椎すべり症における仰臥位骨盤吊り上げ法を用いた不安定性の評価	中部日本整形外科学会雑誌	54 (4)	813～814	2011

Fujisawa R, Kimura J, Taniguchi S, Ichikawa H, Hara M, Shimizu H, Iida H, Yamada T, Tani T	Effect of volitional relaxation and motor imagery on F wave and MEP: Do these tasks affect excitability of the spinal or cortical motor neurons?	Clin Neuro-physiol.	122(7)	1405~ 1410	2011
Kohno S, Ikeuchi M, Taniguchi S, Takemasa R, Yamamoto H, Tani T	Factors predicting progression in early degenerative lumbar scoliosis.	J Orthop Surg.	19 (2)	141~144	2011

# 今日の診断指針

第6版

TODAY'S  
DIAGNOSIS 6th  
EDITION

## 総編集

金澤 一郎 永井 良三

## 責任編集

浅野浩一郎	有賀 徹	石川 三衛
石坂 彰敏	伊藤 貞嘉	伊藤 雅章
上田 裕一	太田 伸生	小川 修
尾崎 紀夫	小澤 敬也	坂本 哲也
高山 忠利	玉井 和哉	筒井 裕之
富永 悌二	朝野 和典	根木 昭
原 寿郎	三浦総一郎	水澤 英洋
水沼 英樹	持田 智	山田 信博
山本 一彦	吉原 俊雄	

〈五十音順〉

医学書院

治療法ワンポイント・メモ

まず十分な保存療法を行うのが原則である。保存療法には、①薬物療法：NSAIDs など、②神経ブロック療法：硬膜外ブロック，神経根ブロック，③理学療法：物理療法（温熱・電気療法，腰椎牽引療法），運動療法（ストレッチング，筋力強化）などがある。

手術療法としては，後方アプローチによる椎間板切除術が一般的だが，近年，内視鏡下椎間板切除術（micro-endoscopic discectomy；MED）などの低侵襲手術が普及している。

手術適応のポイント

- ❶ 保存療法に抵抗して強い痛みが持続する症例
- ❷ 再発を繰り返し日常生活や就労に支障を来す症例
- ❸ 明らかな神経脱落症状を呈する症例

は手術的治療の適応となる。保存療法は，通常3か月以上継続するべきであるが，職場や学業への復帰を急ぐ場合は，より短期間で手術を考慮することがある。その場合は，手術を受ける場合と保存療法を続ける場合のメリット，デメリットを十分説明し，患者や家族に選択してもらう。

さらに知っておくと役立つこと

椎間板ヘルニアの自然縮小・消失が起こる場合がある。炎症に伴いヘルニア塊周囲に浸潤したマクロファージやT細胞による食作用が，ヘルニア消失の機序に関与するとされる。本現象は，突出型に比べ脱出型のヘルニアに起こりやすい傾向がある。

脊椎分離すべり症\*

Spondylolytic Spondylolisthesis

谷 俊一 高知大学教授・整形外科

診断のポイント

- ❶ 第5腰椎（L5）椎弓（稀にL4）の関節突起間部骨折（分離）とそれに伴うL5椎体の前方すべり。
- ❷ 分離症の約半数の症例がすべり症となる。
- ❸ 遺伝的素因にスポーツ活動など腰椎への伸展や回旋の反復ストレスが加わることにより後天的に生じる。
- ❹ 7～8歳ごろから思春期の成長期に好発するが，無症候性のことが多いので短絡的に症状の原因と考

えないよう注意を要する。

- ❺ 学童期や思春期，さらに成人になってからも腰痛，下肢痛の原因となる。

症候の診かた

- ❶ 腰痛，殿部痛の起源として，椎弓分離部，筋スパスム，椎間板変性が考えられる。
- ❷ 分離椎弓の棘突起を指で把持して上下左右に動的ストレスを加え，疼痛が再現されるかどうかを確認する。
- ❸ すべりのためにL4棘突起が前方移動し，後方に残留するL5棘突起との間にstep-offがあるかを触診する（すべりが高度の場合のみ触知可能）。
- ❹ ハムストリング緊張による体幹前屈制限やstraight leg raisingの制限を確認する。
- ❺ 神経学的診察により，神経根（特にL5神経根）の刺激症状や脱落症状の有無，膀胱機能障害を含む馬尾症状の有無を確認する。

検査とその所見の読みかた

- ❶ 腰仙椎単純X線側面像や斜位像でL5関節突起間部の骨欠損を読み取る。斜位像では関節突起間部を子犬の首に見立てると，そこに骨欠損があると首輪があるように見える（Scottie dog's neck）。正面像では合併頻度の高い二分脊椎や側彎の有無に注意する。

- ❷ すべりの程度はX線側面像で第1仙椎上縁の前後径を4等分してgrade I～IVに分類する方法（Meyerding）とそれを%で表す方法（Taillard）がある。

立位の前後屈側面X線ですべり率の変化を計測し，不安定性の程度を評価する。

- ❸ すべり角（slip angle）はL5椎体上縁に沿う線分とS1～S2椎体後縁に対する垂線とのなす角で表す。本症における分離椎の不安定性を最もよく反映するパラメーターで，すべり角が大きいほど進行のリスクが高い。高度すべり症例ではL5椎体の台形化（後方楔状化）や仙骨上端のドーム状化が認められる。
- ❹ CTではガントリを椎弓に合わせるよう傾けて撮像し，分離部に生じた線維軟骨性組織や骨棘など，痛みやL5神経根障害の原因となりうる分離部の詳細を評価する。

- ❺ MRIではすべり椎間において脊柱管が広がる（wide canal sign）ことや，L5～S1椎間板変性の程度，神経根圧迫，硬膜管圧迫の有無や程度を観察する。

### 確定診断のポイント

■腰仙椎単純 X 線側面像や斜位像で L5 関節突起間部の骨欠損の存在。

斜位像では関節突起間部の Scottie dog's neck を確認する。

■関節突起間部が骨欠損ではなく細長くなっている場合もあり、反復性の微小外力による疲労骨折と治療機転が繰り返された結果と考えられる。

### 鑑別すべき疾患と鑑別のポイント

■先天性脊椎すべり症：S1 および L5 の椎間関節形成不全により椎間関節の“check mechanism”が欠如しているため、小児期からしばしば重度の L5 前方すべりを呈する。関節突起間部の分離を伴うことも多いが、それだけでなく関節突起を含む広範な脊椎後方要素の先天性形成不全の存在により鑑別する。

■腰椎変性すべり症：通常 40 歳以降に発症する。多くは L4 前方すべり（後方すべりのこともある）であり、分離すべり症の多くが L5 前方すべりであるのと対照的。関節突起間部の骨欠損がみられず、L4~5 椎間板と椎間関節の著明な変性により生じる。すべり率が 30% 以上になることは稀であるが、間欠跛行や坐骨神経痛を来しやすい。

### なかなか診断のつかないとき試みるごと

■X 線写真で分離症が不明確な場合、関節突起間部の異常は、骨シンチや SPECT により異常集積として、または MRI 冠状断 T<sub>1</sub> 像により低輝度変化として認められる可能性がある。

■CT の再構築立体画像が有用。

### 合併症・続発症の診断

■分離部には血管周囲に交感神経や感覚神経が豊富で、分離部起源の疼痛の診断には X 線透視下に分離部ブロック（局麻剤注入）を行い、疼痛軽減の有無を調べる。

■分離部での L5 神経根の entrapment による下肢痛の確認のために L5 神経根造影とブロックが有用。

### 経過観察のための検査・処置

小児期に無症候性で発見された場合には接触競技や重労働を避けるよう指導し、成長が終了するまで少なくとも年 1 回、立位側面 X 線で経過観察を行う。

### 治療法ワンポイント・メモ

■腰殿部痛を伴う症例にはスポーツ活動や重労働を停止し、コルセットや NSAIDs を処方する。神経根性疼痛を伴う場合には硬膜外ブロックや神経根ブロックを併用する。

■手術療法は、すべりが軽度で症状の原因が分離部にある症例には分離部修復術（pedicle screw wiring 法や Buck 法）、それ以外の症例には後方侵入椎体間固定術（PLIF や TLIF）または後側方固定術（PLF）を行う。

### 手術適応のポイント

すべりが 50% 以上の症例、馬尾や神経根脱落症状を示す症例、保存療法無効例や、再発を繰り返し日常生活や就業に支障を来している症例に手術適応がある。

### さらに知っておくと役立つこと

L5 神経根は足関節・足趾背屈筋群以外に中殿筋の主支配神経であり、L5 根障害による中殿筋麻痺は歩行に及ぼす影響が大きいので、常に中殿筋筋力の評価を行うことが大切。

## 腰部脊柱管狭窄症

### Lumbar Spinal Stenosis

星地 亜都司 自治医科大学准教授・整形外科

腰椎の脊柱管を構成する組織（骨、後縦靭帯と黄色靭帯、椎間板）の変形、肥厚により神経が慢性的に圧迫され、症状が出現した状態である。間欠性跛行を主症状とするが、疾患概念が漠然としすぎているので、2008 年 10 月の時点で日本脊椎脊髄病学会腰部脊柱管狭窄症診療ガイドライン策定委員会が提案している定義を記す。

「腰部脊柱管狭窄症とは、腰椎において神経組織や血管スペースが減少することにより、腰痛はあってもなくともよいが、殿部痛や下肢痛がみられる症候群をいう。有症状の腰部脊柱管狭窄症は症状の発現と軽減に特徴をもつ。症状の発現の特徴は運動や姿勢により誘発される神経性跛行である。症状の軽減は一般に前屈、座位や臥位にて特徴的に得られる」

「脳機能計測法を基礎から学ぶ人のために」術中モニタリング

## 脊髄誘発電位による脊髄伝導ブロックの部位診断法

谷 俊一 谷口愼一郎 牛田享宏  
池本竜則 田所伸朗

臨床神経生理学 37 卷 2 号 (2009 年 4 月発行) 別刷



「脳機能計測法を基礎から学ぶ人のために」術中モニタリング

## 脊髄誘発電位による脊髄伝導ブロックの部位診断法

谷 俊一<sup>1)</sup> 谷口愼一郎<sup>1)</sup> 牛田享宏<sup>2)</sup>

池本竜則<sup>1)</sup> 田所伸朗<sup>1)</sup>

**要旨** 腰部背側硬膜外腔刺激による上行性脊髄誘発電位 (A-SCEP) および経頭蓋大脳電気刺激による下行性脊髄誘発電位 (D-SCEP) を、主として圧迫性頸髄症の術中に頸椎部黄韌帯または椎間板から単極誘導する方法について述べた。とくに D-SCEP の頸椎部記録では、刺激アーチファクトによる基線の偏位に対応するため、まず低感度で刺激の極性を変えて同数ずつ刺激し、加算平均したのちに増幅する。伝導ブロックによる SCEP の波形変化としては、ブロック部位では陽性波の増大を伴う陰性波の低下、その手前の部位では陰性波が増大することが特徴である。そのメカニズムについては、神経線維由来の活動電位 (NFAP) の陰性波と陽性波が互いに相殺しあって (Phase cancellation) 合成されたものが SCEP であり、NFAP の一方の極性が減少すれば SCEP の他方の極性が増大する (Loss of phase cancellation) ことから説明できる。

**Key Words** : spinal cord evoked potential, conduction block, myelopathy, phase cancellation

### はじめに

術中脊髄誘発電位 (Spinal cord evoked potential: SCEP) 検査の臨床応用としては、①障害部位診断、すなわち絞扼性末梢神経障害におけるインテグレーション法に準じて脊髄伝導ブロック部位を診断することを目的に、あるいは、②脊髄機能モニター、すなわち手術操作により脊髄損傷リスクのある手術において脊髄機能を監視する手段として用いられる。本稿では前者について検査法の実際と記録波形の分析、伝導ブロックに特徴的な SCEP 波形変化について述べる。

### 方法

#### (1) 上行性脊髄誘発電位 (Ascending spinal cord evoked potential: A-SCEP)

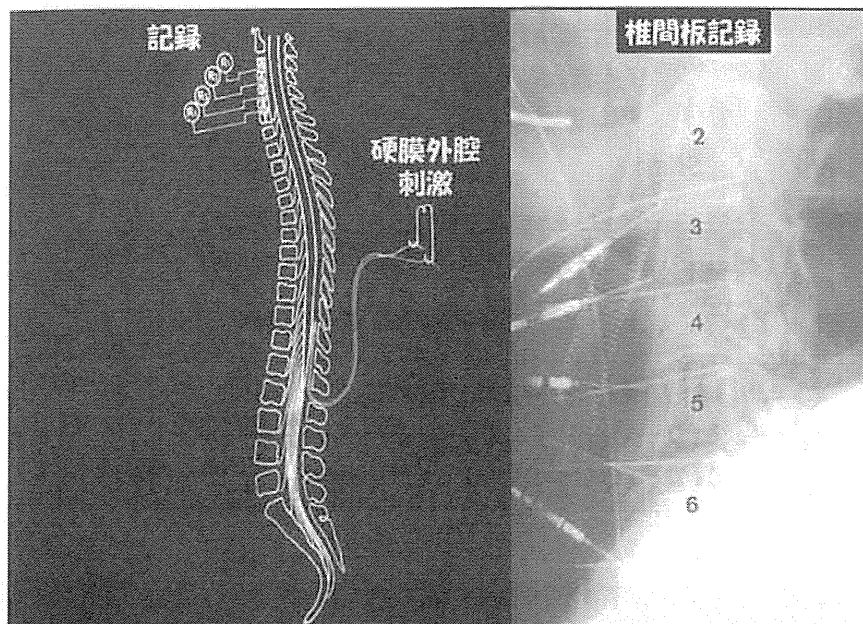
刺激: Tuohy 針を用いた腰椎穿刺によって 18 ゲージカテーテル型双極電極 (UKG-100-2PM, ユニークメ

ディカル社製) を刺激電極として腰椎部背側硬膜外腔に挿入する (図 1-A)。刺激は、パルス幅 0.1 ms, 強度 20~40 mA, 頻度 3-20 Hz で行う。

記録: 記録電極としては、カテーテル型多極電極を背側硬膜外腔に設置する方法を用いている施設もあるが、我々は単極針電極 (Dantec 13R23, Dantec 社製) を用いている。針記録電極の設置には次の 2 つの方法が可能である。①術中記録: 術野展開後に、後方手術 (腹臥位) では各椎間の黄韌帯正中に、前方手術 (仰臥位) では各椎間板正中に刺入する。椎間板記録の場合、単極針電極を刺入する長さは、予めスケールとともに撮影された側面 X 線写真で計算した各椎間板の前後径に相当する長さとする<sup>1,2)</sup> (図 1-A)。②術前記録: 腹臥位で X 線透視下に単極針電極を経皮的に刺入する。頸椎部では棘突起間から針電極を刺入し、頸椎側面 X 線透視下に spinolaminar line を脊柱管後壁の指標として針を進め椎弓間正中に刺入する (図 1-B)。胸椎部では棘突起間は椎間板高位と一致せず棘突起間の方が椎間

1) 高知大学医学部整形外科学教室

2) 愛知医科大学 学際的痛みセンター



(A)

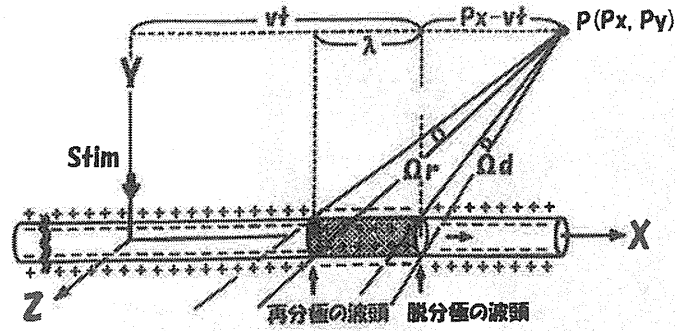


(B)

図1 脊髄誘発電位記録法。

A：上行性脊髄誘発電位の頸椎椎間板記録法。腰椎部背側硬膜外腔に挿入したカテーテル型双極電極により馬尾または脊髄を刺激し、頸椎前方手術において術野展開後に記録関電極として単極針電極を直視下に椎間板に刺入して記録する。刺入する長さは、予めスケールとともに撮影された側面X線写真に基づいて計算した各椎間板の前後径に相当する長さとする。基準電極も単極針を用い、関電極と同一レベルの頸長筋に刺入している。

B：記録電極の経皮的刺入。被験者を腹臥位とし、頸椎部では棘突起間から単極針電極を経皮的に刺入し、頸椎側面X線透視下に spinolaminar line を脊柱管後壁の指標として針を進め椎弓間正中に刺入する。多チャンネル共通の基準電極を、上行性脊髄誘発電位記録では頭側皮下に、下行性脊髄誘発電位記録では上位胸椎部皮下に刺入する。

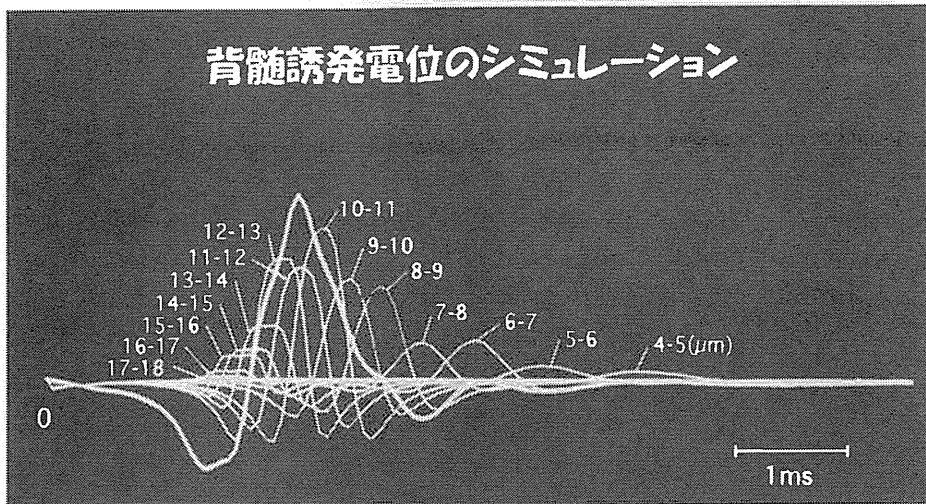


$$\Phi = ID\epsilon l \{ \Omega_d - \Omega_r \} / 4\pi \epsilon$$

$$\Omega_d = A(P_x - vt) / \{ (P_x - vt)^2 + P_y^2 \}^{3/2}$$

$$\Omega_r = A(P_x - vt + \lambda) / \{ (P_x - vt + \lambda)^2 + P_y^2 \}^{3/2}$$

(A)



(B)

図2 立体角近似法による上行性脊髄誘発電位のコンピュータシミュレーション。  
 A: 容積導体中にある神経線維をインパルスが伝導するとき、神経近傍の1点Pで記録される電位Φを推定する立体角近似モデル。インパルスは脱分極の波頭と再分極の波頭で壊された脱分極部の移動である。Φは立体角ΩdとΩrの和に依存し、それを時間tの関数として表している。  
 B: 人の背側脊髄小脳路の線維構成のヒストグラムに基づいた各直径の神経線維由来の活動電位群とそれらの総和としてシミュレーションされた複合神経活動電位(脊髄誘発電位)。

板よりも尾側に位置するため、胸椎側面 X 線透視下に椎間板高位の椎弓上に針電極を進める。

①②の場合ともに基準電極も単極針を用い、それぞれの関電極と同一高位の傍脊柱筋に刺入するか、多チャンネル共通の基準電極として頭側皮下に刺入する(図 1-B)。鰐口電極で術野の皮下組織を挟んでアース電極とする。フィルターの設定は 20 Hz-5 kHz とし、50~200 回の反応を加算平均して記録する。

(2) 上行性脊髄誘発電位 (A-SCEP) のコンピュータシミュレーション

生体など電気伝導性をもった空間を容積導体といい、容積導体中にある神経線維をインパルスが伝導するとき、それによって発生する近接電場電位 (near field potential) を神経近傍の容積導体中の 1 点 P で単極誘導することを想定する(図 2-A)。軸索は分極部(非興奮部)と脱分極部(興奮部)に分けられる。なぜ

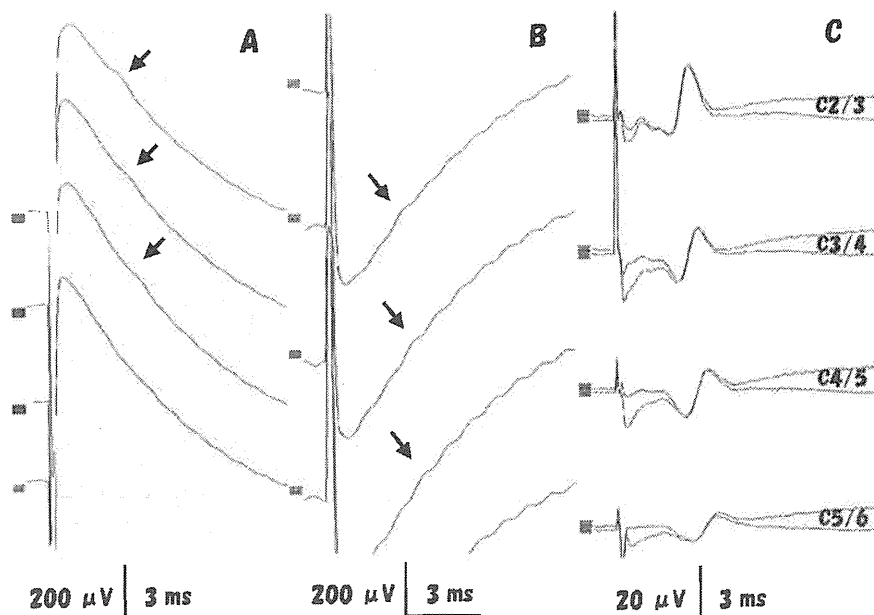


図3 下行性脊髄誘発電位を頸椎黄靱帯から単極誘導で記録する方法(頸椎症性脊髄症, 86歳, 男)。

A: 25回の刺激による反応を加算平均した波形。感度は $200\mu\text{V}/\text{div}$ で記録されているが刺激と記録の距離が短いため刺激アーチファクトによる基線の偏位が大きいことに注目。

B: 刺激の極性を変えて25回刺激し加算平均した波形。感度はAの場合と同様 $200\mu\text{V}/\text{div}$ で記録されている。基線の偏位がAの場合と比べ逆転していることに注目。

C: 刺激の極性を変えて25回ずつ刺激し合計50回の反応を加算平均した波形を10倍( $20\mu\text{V}/\text{div}$ )に増幅した波形。

なら軸索膜のある部位が脱分極すると一定時間後 ( $\tau$  秒; すなわち神経活動電位の持続時間) に再分極するため, その  $\tau$  秒間に, 隣接する分極部は駆動電流 (driving current) により次々に脱分極するので脱分極部は長軸方向に一定の広がり ( $\lambda$  メートル) を有することになる ( $\lambda[\text{m}] = \tau[\text{sec}] \times v[\text{m}/\text{sec}]$ ;  $v$  は神経線維の伝導速度) からである。そして, インパルスはその脱分極部の移動とみなすことができる。詳細は本稿では割愛するがある瞬間の P の電位  $\Phi$  は立体角近似理論によってモデル化でき, 図の立体角  $\Omega r$  と  $\Omega d$  の和に比例する<sup>3-5)</sup>。それらは時間とともに刻々変化するので各々を時間 ( $t$ ) の関数として表す<sup>6,7)</sup> (図 2-A)。その際, 単純化のために分極部と脱分極部の境は長軸方向に垂直な断面 (すなわち分極状態から脱分極へ, また脱分極状態から再分極への移行が瞬時に起こる) とし, 基準電極はインパルスによる電位が無視できるほど神経から十分遠い位置にあると仮定する。このようにして直径の異なる神経線維由来の活動電位 (Nerve fiber

action potentials [NFAPs]) 波形をシミュレーションし, それらの和として複合神経活動電位 (脊髄誘発電位) をシミュレーションする (重ね合わせの原理)。その際, 索路の線維構成ヒストグラムに基づいておこなう (図 2-B)。

### (3) 下行性脊髄誘発電位 (Descending spinal cord evoked potential: D-SCEP)

刺激: 高電圧刺激装置 (D-185, Digitimer 社製) による経頭蓋電気刺激法を用いる。刺激部位 (Cz から 2 cm 前方, 5 cm 側方)<sup>8)</sup> に Cork Screw 電極, 単極針電極, 表面電極のいずれかを設置し, パルス幅  $50\mu\text{s}$ , 強度 400 V, 頻度 1 Hz で, 左右の刺激の極性を変え同数 (25 回以上) ずつ刺激する。

記録: 記録電極は A-SCEP を記録した電極を共有する。D-SCEP を頸椎部で単極誘導する場合, 刺激と記録の距離が短いため刺激アーチファクトによる基線の偏位が大きく, 評価できる波形を記録するには工夫が