— 原 著 —

腰椎疾患患者における尿水力学的異常の検討

自律神経機能からの検討

高山 裕史

日本医科大学整形外科科学教室

Urodynamic abnormalities in patients with lumbar diseases

With special reference to autonomic dysfunction

Hiroshi Takayama

Department of Orthopaedic Surgery, Nippon Medical School

In order to investigate urinary dysfunction in lumbar disease from the point of view of autonomic dysfunction, urodynamic examinations and sympathetic skin responses (SSR) were evaluated in patients with lumbar diseases. Cystometry and uroflowmetry were performed as urodynamic examinations on 40 patients with lumbar diseases including intervertebral disc herniation (IDH), spinal canal stenosis (SCS), and spondilolisthesis with spondilolysis. SSR of the feet were recorded in 6 healthy men, as controls, and in 10 patients with IDH; The latencies and amplitudes of SSR were compared. Eighty percent of the patients showed some abnormality in the urodynamic examinations that indicated an occult neurogenic bladder. Also, the mean and maximal amplitudes were significantly lower in the patients with IDH than in the controls ($p < 0.01$). While the occurrence of a neurogenic bladder was considered to be a parasympathetic dysfunction, abnormalities in SSR were considered to be sympathetic dysfunctions. It was therefore considered that autonomic dysfunction was present in the bladder and lower extremities of patients with lumbar diseases.

Key words: autonomic dysfunction, lumbar disc herniation, neurogenic bladder, urodynamic study, sympathetic skin response

緒 言

腰椎椎間板ヘルニアや脊柱管狭窄症などの腰椎疾患における膀胱直腸障害¹⁻⁵⁾は手術の絶対適応のひとつとされているが、その病態や発生機序については不明なところが多い。Rosomoff ら⁶⁾ (1970) は排尿障害のない100例の腰椎椎間板ヘルニア患者のうち83例(83%)に低緊張性神経因性膀胱を認めたとし、泉ら⁷⁾ (1984) は328例の脊椎、脊髄患者中129例(43%)に神経因性膀胱を認めたと報告している。Kontturi⁸⁾ (1966)、内藤⁹⁾ (1988) も同様の報告をして腰椎椎間板ヘルニアにおける潜在的神経因性膀胱の存在を示唆している。また、Emmett ら¹⁰⁾ (1971) は泌尿器科的立場から、無症状の腰椎椎間板ヘルニアが原因であった膀

胱機能障害患者35例について報告している。このように腰椎疾患と膀胱機能とは密接な関係にあるが、下部尿路は仙骨部副交感神経(骨盤神経)と胸腰部交感神経(下腹神経)の自律神経および体性神経である陰部神経に複雑に支配されており¹¹⁾、神経学的に排尿障害の原因を究明することは困難である。膀胱において交感神経は排尿筋には抑制的に、内尿道括約筋には促進的に働き、副交感神経は排尿筋には促進的、内尿道括約筋には抑制的に働くと考えられており、排尿の大部分は副交感神経を主としたこれらの自律神経の反射(排尿反射)によるものと考えられている。従って膀胱機能障害は副交感神経障害を主とした一種の自律神経系障害と考えることができるが、腰椎疾患における膀胱機能障害について自律神経系障害の立場から検討した報告はない。そこで著者は腰椎疾患における膀胱機能障害の病態を自律神経系障害の立場から明らかにする目的で、膀胱機能の検索として尿水力学的検査、自律神

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

経系の電気生理学的検索として体性—自律神経反射の一種である sympathetic skin response (SSR)¹²⁾を腰椎疾患患者で検索し、交感神経・副交感神経両面から自律神経系の障害について検討した。SSRは末梢神経の電気刺激により手掌、足底の皮膚電位が変化する現象であり peripheral autonomic surface potential (PASP)¹³⁾とも呼ばれている。これらは galvanic skin reflex (GSR) とほぼ同様の反射と考えられ延髄および脊髄などに中枢をおき、交感神経を遠心路、汗腺を効果器とする反射で、交感神経の新しい定量的な検査法として注目されている。SSRは各種自律神経異常の検査に応用されつつあるが¹⁴⁻¹⁶⁾、腰椎疾患への応用はまだ報告がない。

対象および方法

(1) 尿水力学的検査

1984年8月から1987年9月までの間に日本医科大学付属病院整形外科に入院した腰椎疾患患者40名(男性29例、女性11例)に対し尿水力学的検査を行った。腰椎疾患のうちわけは、椎間板ヘルニア (intervertebral disc herniation, IDH) 23例(男性17例、女性6例)、脊柱管狭窄症 (spinal canal stenosis, SCS) 11例(男性7例、女性4例)、第五腰椎分離・沁り症(分離沁り症) 6例(男性5例、女性1例)であった。40名はすべて臨床所見、単純X線撮影、脊髓造影などによって診断し、その上に手術を行って確認している。

平均年齢は、IDH 33.2歳(15~54歳)、SCS 59.6歳(26~79歳)、分離沁り症 43.3歳(35~53歳)であった。IDHにおける障害神経根レベルはL4が2例、L5が11例、S1が10例であり saddle anesthesia など馬尾症状を呈した症例はなく、自覚症状として排尿障害を訴えた症例もなかった。膀胱内圧および尿流量測定装置として Lifetec 社 Urolab MODEL 1154 を用いた。

まず仰臥位で 16 Fr. バルーンカテーテルを留置し、CO₂ガスを 120 ml/min で膀胱内に注入してゆく。被験者が最初に尿意を訴えた注入量を最小尿意 (first desire to void, FDV) とし、さらに注入を続けて下腹部緊満感を感じ、我慢ができなくなった時の注入量を最大膀胱容量 (maximal bladder capacity, MBC) とする。その後患者に排尿を命じ、膀胱を収縮させたときの膀胱内圧を最大意識圧 (maximal voluntary bladder pressure, MVBp) とする。いったん膀胱内の CO₂ガスを除去したのち、滅菌水で膀胱を充満させ、立位または座位で集尿器に排尿させ、分時尿流量を記録しその最大値から最大尿流量率 (maximal flow rate, MFR) を決定する。滅菌水注入量と排尿量との差から残尿量 (residual urine volume, RU) を算出する (Fig. 1)。

尿水力学的検査における正常値は報告によって多少異なり厳密な正常値は決っていないが、今回は一般的な基準値すなわち、FDV 60 ml 以上 200 ml 未満、

Fig. 1 Cystometrogram (above) and uroflowmetrogram (below) in a patient with L4/5 IDH (35 y.o. female).

Fig. 2A SSR in a normal 33 y.o. male

Fig. 2B SSR in a patient with L5/S1 IDH (33 y.o. female, 1-side)

MBC 200 ml 以上 450 ml 未満, MVBP 40 cmH₂O 以上, MFR 10 ml/s 以上 (男性), 15 ml/s 以上 (女性), および RU 20 ml 未満をそれぞれ正常値とした。

また、尿水力学の異常群のうち IDH 10 例, SCS 4 例, 計 14 例に手術後平均 4.6 週の時点で再び同様の尿水力学検査を行い、術前との比較を行った。

(2) Sympathetic skin response (SSR)

末梢神経刺激による SSR の導出は手根部正中神経で刺激を与え、手掌での電位変化を記録するのが一般的であるが、正常人では手掌に遅れて足底でも同様の電位変化が出現し、その潜時の差は遠心路である交感神経の長さの差が関与していると考えられている。今回は対象が腰椎椎間板ヘルニアで、障害レベルが腰椎であることを考慮して足底での SSR を検索した。

コントロール群として正常成人男性 6 例、腰椎疾患群として椎間板ヘルニア (IDH) 10 例 (男性 7 例, 女性 3 例) を対象とした。コントロール群の平均年齢は 29.2 歳 (26~34 歳), IDH 群の平均年齢は 32.8 歳 (18~48 歳) で、ヘルニアによる障害神経根は L5 が 6 例, S1 が 4 例であった。腰椎疾患群は 1989 年 10 月から 1990 年 8 月までの間に日本医科大学付属病院整形外科を受診した外来および入院患者の中から診断の明確な症例を著者が選出した。

被験者は室温 26~28℃ で安静臥床とし、手根部正中神経に 0.2 ms, 150 V 矩形波の電気刺激を加えた。記録は円盤型表面電極を用い、陰極 (関電極) を両足

底、陽極 (不関電極) を両足背に貼付し、Medelec 社 ER 94 a にて SSR を両側同時に導出、記録した (Fig. 2A, B)。以上の操作を 20 秒以上の間隔をあけて数回繰り返し、また手根部での刺激側も左右変えて繰り返した。結果は渡引ら¹⁶⁾の提唱している方法に基づき、得られた SSR の波形で基線の動揺が少なく基本波形と見なしうるもののうち、振幅の大きなものから左右の下肢についてそれぞれ 4 つずつを選び、それぞれの最大振幅および平均振幅、ならびに最短潜時および平均潜時について検討した。また、真野¹⁴⁾、横田ら¹⁵⁾は不感電極の位置として電位変化のもっとも少ない爪が良いと指摘したが、今回は従来の方法に基づき足底-足背間電位差で計測を行った。

なお、すべての測定値の各群間における差の検定は Student's t-test を用いて行い、危険率 5% 以下をもって有意とした。

結 果

1. 尿水力学の検査

FDV の平均は 116.5 ml であった。異常値を示したものが 10 例 (25%) あり、基準値より低値を示したものが 4 例、高値を示したものが 6 例であった。MBC の平均は 244.5 ml であり、異常値を示したものが 8 例 (20%) あり、いずれも基準値より低値を示していた (Fig. 3)。MVBP の平均は 43.9 cmH₂O であった。異常値を示したものは 20 例 (50%) で、疾患別では IDH

Fig. 3 FDV and MBC in patients with lumbar disease. 10 patients (25%) showed abnormal FDV and 8 patients (20%) showed abnormal MBC.

Fig. 5 MFR in patients with lumbar disease. 6 patients (15%) showed abnormal MVBP.

Fig. 4 MVBP in patients with lumbar disease. 20 patients (50%) showed abnormal MVBP.

Fig. 6 Preoperative and postoperative FDV and MBC. The difference between preoperative and postoperative value was not significant.

が14例, SCSが3例, 分離切り症が3例であった (Fig. 4). MFRの平均は17.1 ml/sで, 異常値(低値)を示したものは6例(15%)であり, 疾患別ではIDHが3例, SCSが3例であった (Fig. 5). RUが20 ml以上であったものは4例(10%)で, 疾患別ではIDHが2例, SCSが2例であった. 以上の尿水力学検査において異常値を認めたものは全体で32例(80%)であり, 疾患別にみるとIDHが18例(78%), SCSが8例(73%), 分離切り症が3例(50%)であった.

次に手術前と手術後の比較であるが, FDVの手術前

Fig. 7A Preoperative and postoperative MVBP. Postoperative MVBP was significantly higher than the preoperative value.

平均は 96 ml, 手術後の平均は 109 ml であり, やや増加しているが統計学上手術の前後では有意差を認めなかった. MBC についても手術前平均 236 ml, 手術

Fig. 7B Preoperative and postoperative MVBP. The IDH and the SCS groups showed similar tendency to increase.

後平均 234 ml で有意差を認めなかった (Fig. 6). MVBP に関しては手術前平均 39 cmH₂O, 手術後平均 53 cmH₂O で, 手術後は有意に増加傾向を認めた ($p < 0.01$) (Fig. 7A). また, 症例数の差はあるが IDH と SCS で同様の増加傾向を示していた (Fig. 7B). MFR に関しては, IDH の手術後でやや増加傾向を示したものの有意差はなく, SCS では変化を認めなかった (Fig. 8).

Fig. 8 Preoperative and postoperative MFR. The difference between preoperative and postoperative value was not significant.

Fig. 9 Mean amplitude. Mean amplitude in the IDH group was significantly lower than in the control group.

Fig. 10 Maximal amplitude. Max. amplitude in the IDH group was significantly lower than in the control group.

2. Sympathetic skin response (SSR)

コントロール群では全例に良好な SSR が導出され、選出した左右 4 つずつ計 8 の波形の平均振幅は 2.52 mV, 最大振幅 3.56 mV, 平均潜時 1.80 s, 最短潜時 1.55 s であり, 左右差はなく, また刺激側の左右による差もなかった。IDH 群でも全例に SSR が導出されたが, 平均振幅と最大振幅はそれぞれ 1.40 mV, 2.15 mV と, いずれもコントロール群に比較して有意に低下していた (Fig. 9, 10)。平均潜時は 2.32 s で, IDH 群に延長例があるものの有意の差とはいえなかった

Fig. 11 Mean latency. The difference between the IDH group and the normal group was not significant.

Fig. 12 Shortest latency. The difference between the IDH group and the normal group was not significant.

(Fig. 11). 最短潜時は 1.78 s で, やはりコントロール群と有意の差は得られなかった (Fig. 12)。患側と健側の比較では有意差を認めず, また障害神経根レベルによっても有意差を認めなかった。

考 察

1. 尿水力学的検査

自律神経の遠心路は交感神経系と副交感神経系に分けられ, 交感神経は腸管・膀胱のほか立毛筋, 汗腺, 血管平滑筋などに分布し, 副交感神経は腸管や膀胱などに分布している¹⁷⁾。腰椎疾患におけるこれらの自律神経系機能障害は客観的評価が困難なこともあり報告

が少なく、交感神経・副交感神経両面からの研究の報告はみられない。著者は自律神経系の客観的・定量的な検索として、尿水力学的検査と SSR を用いて交感神経・副交感神経両面から腰椎疾患患者における自律神経系の検討を行った。

膀胱内圧測定および尿流量測定は、尿水力学的検査法の一つであり排尿機能や尿道狭窄の簡便な検査法として、今日臨床に広く用いられている。膀胱内圧測定や尿流量測定によって得られた測定値の評価については多くの報告があり¹⁸⁻²⁰⁾厳密な正常値は決められないが、一般的な報告にみられる正常値から今回の基準値を決定した。その結果 40 例中 32 例になんらかの異常値が出現し、異常値の出現率は 80% と高率であった。なかでも MVB の異常が特徴的であり、腰椎疾患全体の 50% にあたる 20 例に、また IDH 22 例の 63.6% にあたる 14 例に異常が認められた。さらに手術前後で検査をおこなった 14 例についてみると手術後に MVB の有意の増加を認め、これは腰椎疾患がこれらの異常値の原因になっていることを強く示唆している。MVB の異常(低下)は末梢神経障害による低緊張性神経因性膀胱の特徴であり、今まで報告されている腰椎疾患における膀胱機能異常の特徴に一致している。FDV および MBC に関しては数例で基準値より低い結果となったが、これは低緊張性神経因性膀胱とは反対の結果であり、膀胱壁の知覚過敏状態と考えられる。IDH による神経根の刺激が知覚線維の興奮性を高めたためと考えられるが、滅菌水のかわりに炭酸ガスを用いたガスシストメトリーでは FDV および MBC が低値を示すとされており、これは炭酸ガスが水に溶けたときに酸性に傾くために膀胱粘膜を刺激するためと考えられている。また、カテーテル操作などで被験者が緊張したことも FDV および MBC が低値を示した原因と考える。尿流量測定における MFR は膀胱収縮力と尿道抵抗の 2 つのパラメーターによって左右され、その判定は難しい。高齢男子では前立腺肥大症などの尿道狭窄疾患を考慮しなければならず、SCS のように比較的高齢者に発生する疾患における神経因性膀胱の診断には有意性に乏しい。しかし、平均年齢 33 歳と若年者に発生する IDH 症例でも 3 例に MFR の異常値を認めたことや、手術後 4 例に 5 ml/s 以上の増加を認めたことは、腰椎疾患が MFR の低下に関与していることを示していると考えられた。

このように腰椎疾患において膀胱機能障害が高率に存在することは諸家より報告されており、前述のごと

く Rosomoff⁶⁾や Kontturi ら⁹⁾は腰椎椎間板ヘルニアにおける低緊張性神経因性膀胱の合併を、本邦においても泉⁷⁾や内藤ら⁹⁾が、腰椎椎間板ヘルニアや脊椎、腰椎疾患患者における神経因性膀胱の合併を報告し、腰椎疾患における潜在性神経因性膀胱の存在を示唆している。今回の調査でも 80% と諸家に匹敵して高率に尿水力学的異常を認め、彼らの報告を支持する結果となった。

腰椎椎間板ヘルニアにおいて膀胱機能障害が発生する機序について、Rosomoff ら⁶⁾は神経根障害時に生じる求心性 impulse が脊髓レベルでの排尿反射を抑制するという reflex neural mechanism によって説明している。また、Emmett ら¹⁰⁾は膀胱からの知覚を伝導する求心路が他の体性神経の求心路にくらべて障害されやすく、膀胱が脊髓疾患における特別な target になっていると考察している。

膀胱は主に S2-4 に発する骨盤神経(副交感神経)と T11-L2 に発する下腹神経(交感神経)から両側性の支配を受け、仙髄排尿中枢における排尿反射によって排尿をもたらしている。従って腰椎椎間板ヘルニアのごとく L5 や S1 の単一神経根障害では、一元論的に末梢神経の障害のみで排尿機能障害を説明することはできない。排尿筋と内尿道括約筋を支配している交感神経は脊髓の T11-L2 から出るが、これらの遠心系は椎体前方で交感神経節が互いに連結した chain となっているため、一つの脊椎レベルでの障害が各レベルに影響をおよぼす可能性がある。副交感神経についても S2-4 からの preganglionic fiber が神経節を介して膀胱に至るが、神経節は網状構造となっている下腹神経叢中において互いに連結しており、交感神経と同様一レベルの神経線維の障害が他の副交感神経に影響を与える可能性があろう。今回の腰椎疾患群における尿水力学的異常は、神経根や馬尾の刺激が交感神経系・副交感神経系の遠心路の障害および求心路の刺激となって排尿筋および内尿道括約筋の機能障害を惹起したものと考える。

2. Sympathetic skin response (SSR)

排尿が副交感神経を主とした自律神経によって支配されている一方、下肢における交感神経は血管収縮や発汗などに関与し、発汗テストやサーモグラムなどで検査されている²¹⁾が、いずれも鋭敏さに欠け、定量的な測定が困難である。SSR は皮膚の汗腺機能を支配する無髄 C fiber の活動を反映していると考えられ、交感神

経の新しい定量的な検査法として注目されている。しかし、SSRは一被験者においても波形が一定ではなく、randomな出現やhabituationの問題などもあり、SSR検索の方法に関してはまだ議論の多いところである。

SSRの振幅の低下または潜時の延長は交感神経系の異常を示唆しているといわれているが、実際の異常所見の出現形態は、報告者により多少意見が異なっている。Shahaniら¹²⁾は軸索型末梢神経ニューロパチー患者ではSSRが導出されない例がしばしば見られるが、導出された例に関しては正常者SSRと変わりなかったとしており、またKnezevicら¹³⁾は糖尿病患者におけるPASP(SSR)は振幅が低下するが潜時は延長しなかったと報告した。その後渡引²²⁾はSSRの波形の不安定さを考慮して20~30回の計測の中から5つの基本波形を選出して振幅、潜時を測定する方法を考案し、糖尿病患者のSSRでは振幅が減少するとともに潜時が延長していると報告した。また、真野¹⁴⁾は最初の8回の波形で計測し、自律神経系障害患者のSSRではやはり振幅の減少と潜時の延長を報告している。今回渡引ら^{16,22)}が提唱している方法にもとづき、振幅の大きい基本的な波形を左右の足底で4つずつ選出してそれぞれ平均潜時、最短潜時、平均振幅、最大振幅を検討した結果、IDH群では患側・健側ともコントロール群に比較して平均振幅および最大振幅が有意に低下していた。

SSRの振幅の形成には神経線維の数、中枢および末梢での伝導の時間的同期性の状態、効果器の状態などが関わりあっていると考えられる。今回の検索におけるIDH群での振幅の低下の原因としては神経線維の減少がもっとも考えられる原因であろう。

IDH群における潜時は統計学的には有意な延長はなかったが、一部の例では延長を認め、平均潜時もやや大きい傾向にあった。潜時は求心路と遠心路の伝導時間、中枢シナプス反射弓にかかる時間、神経-汗腺接合部での過程時間などに影響されるが、真野¹⁴⁾、渡引²²⁾は潜時の延長の原因について軸索変性による無髄交感神経の伝導速度の遅延を推測している。交感神経C fiberの伝導速度は一般に0.5 m/s~2 m/sと変動範囲が大きく、速度の遅い線維である。一部の線維が傷害されても他の線維で代償されてしまう可能性がある上に、この反射はpolysynaptic reflexであるので、一層他覚的所見として潜時の延長を確認するのは困難である。しかも腰椎椎間板ヘルニアは原則として単一神

経根障害であるから、障害神経根支配下の交感神経節前、または節後線維の障害は他部位の交感神経線維の機能で代償されてしまう可能性がある。しかし、IDH群のSSRで振幅が低下したと一部の潜時が延長したことは、交感神経C fiberの一部が障害されていることを示しており、先の尿水力学的異常に合致して、腰椎疾患における自律神経系障害の存在が想定された。

結 語

1) 腰椎疾患患者に高頻度(80%)に尿水力学的異常を認め、とくにMVBPの異常が多く、低緊張性神経因性膀胱と考えられた。

2) 腰椎椎間板ヘルニア患者の両足底のSSRに平均振幅、最大振幅の低下を認め、交感神経系異常が示唆された。

3) 腰椎疾患患者において、下肢、膀胱に交感神経系・副交感神経系を含めた自律神経系障害の存在が想定された。

稿を終えるにあたり、ご指導、ご校閲を賜りました日本医科大学整形外科教室白井康正主任教授に厚くお礼申し上げます。また、本研究に関し、泌尿器科設備を提供していただき懇切なるご協力、ご指導を賜りました泌尿器科学教室秋元成太主任教授に深謝いたします。

なお、本論文の一部は第15回関東整形災害外科学会(1987年11月)において発表した。

文 献

- 1) Scott, P.J.: Bladder paralysis in cauda equina lesions from disc prolapse. *J. Bone Joint Surg.*, 47B, 224~235, 1965.
- 2) Andersen, J.T. and Bradley, W.E.: Neurogenic bladder dysfunction in protruded lumbar disk and after laminectomy. *Urology*, 8, 94~96, 1976.
- 3) 濱淵正延, 上尾豊二, 末沢 登: 膀胱直腸障害を主訴とする腰椎椎間板ヘルニアについて. *整形外科*, 34, 15~20, 1983.
- 4) 伊在井寛, 渡部仁一, 堀田芳彦, 東 博彦, 浅賀嘉之, 今井卓: 排尿障害をきたした腰椎椎間板ヘルニアの検討. *整形外科*, 38, 469~474, 1987.
- 5) Kostuik, J.P., Harrington, I., Alexander, D., William, R. and Evans, D.: Cauda equina syndrome and lumbar disc herniation. *J. Bone Joint Surg.*, 68A, 386~391, 1986.
- 6) Rosomoff, H.L., Johnston, J.D., Gallo, A.E., Ludmer, M., Givens, F.T., Carney, F.T. and Kuehn, C.A.: Cystometry as adjunct in the evaluation of lumbar disc syndromes. *J. Neurosurg.*, 33, 67~74, 1970.
- 7) 泉 清高, 松元 司, 辻 高明, 詹 宏勲, 大木 恵, 山口卓夫, 武田裕寿, 安藤正夫: 腰椎疾患における泌尿器科的異常. *日整会誌*, 58, 553~555, 1984.
- 8) Kontturi, M., Harviainen, S. and Larmi, T.K.: Atonic bladder in lumbar disk herniation. *Acta Chir. Scand.*,

- 357, 232~235, 1966.
- 9) 内藤英俊, 河野 渉, 田所英二, 太田 剛, 原 雄人, 村川 義康: 腰椎椎間板ヘルニア時の排尿障害. 日整会誌, 62, 1031, 1988.
- 10) Emmett, J.L. and Love, J.G.: Vesical dysfunction caused by protruded lumbar disk. J. Urology, 105, 86~91, 1971.
- 11) 久留 勝: 生理学大系IV-2, p. 533~546, (吉村寿人, 緒方雅弘 編集). 医学書院, 東京, 1972.
- 12) Shahani, B.T., Halperin, J.J. and Boulou, P., Cohen, J.: Sympathetic skin response: A method of assessing unmyelinated axon dysfunction in peripheral neuropathies. J. Neurol. Neurosurg. Psychiat., 47, 536~542, 1984.
- 13) Knezevic, W. and Bajada, S.: Peripheral autonomic surface potential: A quantitative technique for recording sympathetic conduction in man. J. Neurol. Sci., 67, 239~251, 1985.
- 14) 真野行生, 中室卓也, 高柳哲也: Sympathetic skin response と自律神経系. 臨床脳波, 30, 71~75, 1988.
- 15) 横田隆徳, 松永高志, 沖山亮一, 小田嶋奈津, 田邊 等, 古川哲雄, 塚越 廣: 胸髄完全横断症例における sympathetic skin response(SSR). 自律神経, 26, 153~158, 1989.
- 16) 渡引康公: Sympathetic skin response (SSR) の臨床応用に関する研究 (第2報). 自律神経, 24: 557~565, 1987.
- 17) 熊沢孝朗, 西 勝英, 矢野克比古, 入来正躬, 古谷野速雄: シェーマでみる自律神経, p. 3~72, (入来正躬 編著). 藤田企画出版, 埼玉, 1989.
- 18) 後藤 薫, 豊田尚武: 排尿流力測定とその臨床的意義. 臨泌, 29, 401~405, 1975.
- 19) 陣内謙一: 尿路通過障害に関する臨床的研究. 泌尿紀要, 18, 235~256, 1972.
- 20) 合谷信行, 阿岸鉄三, 東間 紘, 洲之上昌平, 光野貫一, 高橋通子, 吉田美喜子, 梅津隆子: 尿流量と膀胱内圧の同時測定による dynamic な排尿機能の評価. 臨泌, 36, 343~347, 1982.
- 21) 本村喜代二, 満洲邦彦, 米沢卓実, 藤 正巖, 渥美和彦: 腰部脊髄疾患におけるミエログラムとサーモグラムの対比. 整形・災害外科, 37, 687~690, 1988.
- 22) 渡引康公: Sympathetic skin response (SSR) の臨床応用に関する研究 (第1報). 臨床神経学, 27, 442~448, 1987.

(受付: 1992年6月8日)