排尿動態における第4仙骨神経活動電位の経皮的誘導に関する研究

(II) 神経因性膀胱症例における第4仙骨神経電位の測定

奈良県立医科大学泌尿器科学教室 山 田 薫
(主任: 岡島英五郎教授)

PERCUTANEOUSLY RECORDED ELECTRICAL ACTIVITY OF FOURTH SACRAL NERVE FROM SACRAL FORAMEN

(II) Percutaneous Recording of Fourth Sacral Nerve Activity in Patients

Kaoru Yamada

Department of Urology, Nara Medical University

(Director: Prof. E. Okajima)

The second, third and fourth sacral nerves, which seem to have an important role in urination, are not related clearly to the mechanism of the detrusor and the external sphincter.

In this study, electrical activity of the 4th sacral nerve and EMG of external sphincter during urination were studied percutaneously in 8 patients with neurogenic bladder, in order to know the role of the 4th sacral nerve in relation to the mechanism of urination.

Bipolar needle electrodes were inserted into the sacral foramen percutaneously by the method of sacral nerve block.

The normal pattern of the 4th sacral nerve activity during urination in humans is similar to that in normal rabbit as stated below.

- 1) Gradual increase of electrical activity on increasing bladder volume.
- 2) The most frequent activity is obtained at the point of starting urination.
- 3) Gradual decrease of electrical activity on decreasing bladder volume.

And in three types of neurogenic bladder in patients, abnormalities of the 4th sacral nerve were demonstrated.

The second sacral nerve activity during urination was studied in some cases.

The 4th sacral nerve activity reflected well the bladder activity and the 2nd sacral nerve activity the sphincter activity.

By observing EMG of the external sphincter and activity of the sacral nerve in combination, we can obtain more precise information on urodynamics especially in case of neurogenic bladder. This type of study on sacral nerve activity may be called uroneurometry.

要旨: 第2~4仙骨神経と膀胱利尿筋及び外括約筋の関係は未だ明らかでない。第I報では、家兎を使用して排尿動態における第4仙骨神経電位、外括約筋々電図、膀胱三角部筋々電図及び膀胱内圧を測定し、第4仙骨神経の活動は膀胱利尿筋の活動をよく反映していること、また第4仙骨神経電位は経皮的に容易に測定できることを報告した。

本報では、臨床症例において排尿動態における第4仙骨神経電位及び外括約筋々電図を経皮的に測定し、第4仙骨神経の活動と膀胱利尿筋の活動との関係について検討した。種々の膀胱麻痺を有する8症例の排尿動態における第4仙骨神経電位を測定したが、各々の症例において、第4仙骨神経の活動はその膀胱利尿筋の活動をよく反映した。

この結果よりヒトの第4仙骨神経は膀胱利尿筋の支配神経として重要な神経であると考えられた。また、容易に行える経皮的第4仙骨神経電位測定は、神経因性膀胱の診断と治療に重要な情報を与えるものと考えられる。

緒 言

神経因性膀胱症例の治療においては、その原疾患を把握することと、膀胱支配神経の病的状態を明らかにしておくことが重要である。

ヒトの脊髄レベルにおける排尿中枢は第2～4仙髄にあることは広く認められており¹⁾²⁾、その反射弓についての報告³⁾もみられるが、なお議論のあるところである。第2～4仙骨神経と膀胱利尿筋及び外括約筋との関係をより明らかにでき、しかもその神経活動を直接誘導できれば、神経因性膀胱の診断や治療において有用な情報を提供するものと考えられる。

著者は第I報において家兎を使用して排尿動態における第4仙骨神経電位を経皮的に測定し、その結果、家兎において第4仙骨神経の活動は膀胱三角部筋の活動及び膀胱内圧と密接に関係することを明らかにした。今回は種々の神経因性膀胱のパターンを有する症例において、排尿動態における第4仙骨神経電位を経皮的に測定し、第4仙骨神経と膀胱利尿筋との関係について検討したので報告する。

対象症例及び測定方法

対象症例

対象症例は8例で、これらのうちわけは、神経学的正常2例、脳脊髄膜炎1例、脊髄外傷2例、L4/5椎間板ヘルニア1例、及び二分脊椎2例である。尚、神経学的に正常と考えられた2例は膀胱炎後と前立腺肥大であり、経皮的仙骨神経電位測定について承諾の得られた症例である。これら8症例の利尿筋括約筋麻痺をパターン別に分類⁴⁾すると、(1)正常利尿筋—正常外括約筋2例、(2)高活動性利尿筋—高活動性外括約筋2例、(3)低活動性利尿筋—高活動性外括約筋2例、(4)低活動性利尿筋—低活動性外括約筋2例である (Table 1)。

神経電位測定装置

Fig. 1 Macrophotograph of percutaneous recording of 4th sacral nerve activity in patient with spinal cord injury.

Fig. 2 Relation posterior superior iliac spine and sacral foramens.

神経電位測定装置としては筋電計(日本光電, MM-22A, 東京), 多用途計測記録装置(日本光電, RM-85, 東京)を用い, 経皮的神経電位及び筋電位誘導には同芯型双極針電極(日本光電, W-50, 東京)を用いた。

Table 1 Characteristics of patients with neurogenic bladder

Number of case	Age	Sex	Pattern of neurogenic bladder		Neurologic disease affecting the bladder
			Detrusor	Sphincter	
1	38	F	normal	normal	—
2	62	M	normal	normal	—
3	67	M	Hyperactive	Hyperactive	Meningomyelitis
4	24	M	Hyperactive	Hyperactive	Spinal cord injury(Th ₇)
5	27	F	Hypoactive	Hyperactive	L 4/5 disk hernia
6	23	M	Hypoactive	Hyperactive	Spina bifida occulta(S ₂)
7	28	M	Hypoactive	Hypoactive	Spina bifida cystica(L ₃)
8	32	M	Hypoactive	Hypoactive	Spinal cord injury(L ₄)

測定方法

筋電図検査用にシールドされた室内で、患者をベッド上に側臥位で両膝をかかえるように体位をとらす。腰仙椎部を十分に消毒し、清潔の状態下同芯型双極針電極を経皮的に仙骨孔に刺入した(Fig. 1)。このとき、あらかじめ撮影しておいた仙骨部正面のレントゲン写真を参考とした。同芯型双極針電極の刺入に際しては、

上後腸骨棘を目標とするが、上後腸骨棘と仙骨孔の位置関係はFig. 2に示すごとくである。すなわち、成人においては、第2仙骨孔の位置は上後腸骨棘より1横指内側、1横指足方にあり、第2仙骨孔から1.5横指足方に第3仙骨孔、さらに1.5横指足方に第4仙骨孔がある。

仙骨孔に電極が刺入されると、神経由来の放電音を

Fig. 3 Electrical activity of perineal muscle and 4th sacral nerve in normal case (case 1). Upper portion of each graph shows EMG of perineal muscle and the lower shows 4th sacral nerve activity. 1) full bladder, 2) start of urination, 3—5) during urination, 6) almost empty bladder, 7) end of urination.

筋電計のモニターで確認できるので、これを聴取しながら放電音の最大となる部位に針を固定した。また外括約筋々電図は男性では球海綿筋より、女性では、会

陰横筋より、いずれも同芯型双極針電極を経皮的に会陰部より刺入して誘導した。

Fig. 4 Electrical activity of perineal muscle and 4th sacral nerve in normal case (case 2). Upper portion of each graph shows EMG of bulbocavernosus muscle and the lower shows 4th sacral nerve activity. 1) bladder capacity 100ml, 2) bladder capacity 200ml, 3) bladder capacity 300ml, 4) start of urination, 5) during urination, 6) end of urination.

結 果

(1) 正常利尿筋—正常外括約筋症例

症例1の膀胱充满時より排尿終了に至る間の外括約筋々電図と第4仙骨神経電位をFig. 3に示したが、膀胱充满時に外括約筋の電気的活動は中等度にみられ、第4仙骨神経には定常的な電気的活動が認められた(Fig. 3-1)。排尿を命じると、その瞬間より第4仙骨神経の電気的活動は増加し、また外括約筋の電気的活動も増加した。排尿の開始に一致して、外括約筋の電気的活動は一挙に低下し、電気的に静止状態となった。一方、第4仙骨神経の電気的活動は、排尿開始直前より著明に増加した(Fig. 3-2)が、排尿による膀胱容量の減少にともなって、第4仙骨神経の電気的活動は漸次減少した。この間、外括約筋は電気的静止状態であった(Fig. 3-3, 4, 5, 6)。排尿終了時に外括約筋に一過性の群放電を認めた。排尿終了後には第4仙骨神経及び外括約筋の電気的活動は全く認められなかった(Fig. 3-7)。

症例2の蓄尿から排尿終了に至る外括約筋々電図と第4仙骨神経電位をFig. 4に示した。膀胱容量が増加するとともに、外括約筋及び第4仙骨神経の電気的活動は増加した(Fig. 4-1, 2, 3)。排尿を命じると、外括約筋及び第4仙骨神経の電気的活動は一層増加した。排尿の開始に一致して、外括約筋の電気活動は一挙に低下し、電気的に静止状態となった。一方、第4仙骨神経の電気的活動は維持された(Fig. 4-4, 5)。膀胱容量の減少にともなって、第4仙骨神経の電気的活動は減少した。排尿終了時に外括約筋に一過性の群放電を認めた(Fig. 4-6)。

(2) 高活動性利尿筋—高活動性外括約筋症例

症例3は、尿失禁及び頻尿を主訴とする脳脊髄膜炎の既往を有する67歳男性症例である。この症例の膀胱内圧曲線をFig. 5に示したが、少ない膀胱容量で反射

性に膀胱内圧の上昇するのが認められた。同症例の蓄尿から排尿終了に至る外括約筋々電図と第4仙骨神経電位はFig. 6に示すごとくである。膀胱空虚時には、外括約筋の電気的活動は全くみられないが、第4仙骨神経には多数の頻発する電気的活動を認めた(Fig. 6-1)。膀胱容量の増加にともない外括約筋の電気的活動は増加したが、一方、第4仙骨神経には膀胱容量の増加とは無関係に頻発する電気的活動が認められた(Fig. 6-2)。排尿の開始とともに、外括約筋の電気的活動は減少したが、排尿中にも電気的活動が中等度認められた。一方、第4仙骨神経の電気活動は排尿中は維持され、排尿の終了とともに減少した。

症例4は、脊髄外傷に起因する第7胸髄節以下の完全麻痺を有する24歳男性症例である。この症例の膀胱内圧曲線をFig. 7に示したが、膀胱容量120mlにて反射性に急激に膀胱内圧の上昇を認める。同症例の蓄尿から排尿終了に至る外括約筋々電図と第4仙骨神経電位の変化についてはFig. 8に示すごとくである。膀胱容量の増加にともなって、外括約筋及び第4仙骨神経の電気的活動は増加した(Fig. 8-1, 2)。排尿を命じたが、少量の尿流出の後、排尿は中断した。排尿が始まっても、外括約筋の電気的活動は消失せず、そのまま維持された。また、第4仙骨神経の電気的活動は中等度維持されたが不安定であった(Fig. 8-3, 4)。少量の排尿の後、排尿中断が認められたが、この時外括約筋及び第4仙骨神経の電気的活動はともに再度増加した(Fig. 8-5)。

(3) 低活動性利尿筋—高活動性外括約筋症例

症例5は、L4/5椎間板ヘルニアにて排尿困難を主訴とした27歳女性症例である。この症例の膀胱内圧曲線をFig. 9に示したが、膀胱容量が600mlを超えても明確な尿意はなく、膀胱内圧の上昇は認められない。球海綿反射及び排尿中断運動時には肛門括約筋の収縮は

Fig. 5 Cystometrogram in patient with meningomyelitis (case 3).

Fig. 6 Electrical activity of bulbocavernosus muscle and 4th sacral nerve in patient with meningomyelitis (case 3). Upper portion of each graph shows EMG of bulbocavernosus muscle and the lower shows 4th sacral nerve activity. 1) empty bladder, 2) increasing urine volume, 3) start of urination.

Fig. 7 Cystometrogram in patient with spinal cord injury at the level of Th₇ (case 4).

ほぼ正常に認められたが、排尿困難は強度であった。同症例の排尿開始から排尿終了に至る間の外括約筋々電図と第4仙骨神経電位をFig. 10に示した。すなわち、膀胱充滿時より排尿終了に至るまでの全過程において、外括約筋の電気的活動は中等度認められたが、一方、第4仙骨神経の電気的活動はほとんど認められなかった。

症例6は第2仙椎以下の潜在性二分脊椎を認め、排尿困難を有した28歳男性症例であるが、Fig. 11にその膀胱内圧曲線を示した。膀胱容量400mlで強い尿意を訴えたが、この時膀胱内圧の上昇は認めず、腹圧を加えたときに40mmHgの内圧の上昇を認めた。この症例の蓄尿から排尿終了に至る間の外括約筋々電図と第4仙骨神経電位はFig. 12に示すごとくである。すなわ

Fig. 8 Electrical activity of bulbocavernosus muscle and 4th sacral nerve in patient with spinal cord injury at the level of Th₇ (case 4). Upper portion of each graph shows EMG of bulbocavernosus muscle and the lower shows 4th sacral nerve activity. 1) increasing urine volume, 2) full bladder, 3) start of urination, 4~5) during urination.

ち、膀胱空虚時には外括約筋及び第4仙骨神経の電気的活動はほとんど認められなかった(Fig. 12-1). 膀胱充満時には外括約筋および第4仙骨神経の電気的活動

はやや増加した(Fig. 12-2). 排尿開始から排尿中にかけて、外括約筋の電気的活動は静止せず、むしろ一過性に増加した。そしてこの外括約筋の電気的活動に一

Fig. 9 Cystometrogram in patient with L 4/5 disk hernia (case 5).

Fig. 10 Electrical activity of bulbocavernosus muscle and 4th sacral nerve in patient with L 4/5 disk hernia (case 5). Upper portion of each graph shows EMG of perineal muscle and the lower shows 4th sacral nerve activity. 1) start of urination, 2) during urination, 3) end of urination.

Fig. 11 Cystometrogram in patient with spina bifida occulta S₂ (case 6).

Fig. 12 Electrical activity of bulbocavernosus muscle and 4th sacral nerve in patient with spina bifida occulta S₂ (case 6). Upper portion of each graph shows EMG of bulbocavernosus muscle and the lower shows 4th sacral nerve activity.
1) empty bladder, 2) full bladder, 3) start of urination, 4) during urination, 5) end of urination.

致して、排尿は中断した。一方、第4仙骨神経の電気的活動は認められたものの、非常に弱いものであった (Fig. 12-3, 4)。排尿の終了とともに、外括約筋および第4仙骨神経の電気的活動は静止した (Fig. 12-5)。

(4) 低活動性利尿筋—低活動性外括約筋症例

症例7は、第3腰椎～第5腰椎に開放性二分脊椎を認める、下半身完全麻痺を有する22歳男性症例である。この症例の膀胱内圧曲線は Fig. 13に示すごとく、膀胱容量600ml にも尿意は全く認めず、腹圧にて膀胱内圧がやや上昇した。同症例の膀胱充満時より排尿に至る間の外括約筋々電図と第4仙骨神経電位は Fig.

14に示したが、膀胱充満時より排尿中にかけて、外括約筋及び第4仙骨神経には全く電気的活動は認められなかった。

症例8についても、結果は症例7と同様で、膀胱充満時より排尿中にかけて、外括約筋及び第4仙骨神経には電気的活動は認められなかった。

以上の臨床症例において得られた排尿動態における外括約筋及び第4仙骨神経の電気的活動の測定結果を、利尿筋外括約筋麻痺のパターン別にまとめると Table 2に示した結果が得られた。

Fig. 13 Cystometrogram in patient with spina bifida cystica L₃ (case 7).

Fig. 14 Electrical activity of bulbocavernosus muscle and 4th sacral nerve in patient with spina bifida cystica L₃ (case 7). Upper portion of each graph shows EMG of bulbocavernosus muscle and the lower shows 4th sacral nerve activity. 1) full bladder, 2) during urination.

Table 2 Investigation of electrical activity of 4th sacral nerve and EMG of external sphincter in patients.

Detrusor	Sphincter	Electrical activity	Phase of urination					
			Empty bladder	Increasing bladder volume	Full bladder	Start voiding	During voiding	After voiding
Normal	Normal	4th sacral nerve	—	+	++	++	+	—
		external sphincter	—	+	++	—	—	—
Hyperactive	Hyperactive	4th sacral nerve	±	++	++	++	+	±
		external sphincter	—	++	++	+	+	—
Hypoactive	Hyperactive	4th sacral nerve	—	—~±	—~±	—~±	—~±	—
		external sphincter	—	+	+	+	+	—
Hypoactive	Hypoactive	4th sacral nerve	—	—	—	—	—	—
		external sphincter	—	—	—	—	—	—

Electrical activity is expressed as follows: —; inactive, ±; slight, +moderate, ++; marked.

考 案

排尿機構を解析する手段として、臨床的には残尿測定、膀胱内圧測定、尿道内圧測定、尿流量測定、外括約筋々電図などが用いられ、これらの測定方法を用いて排尿機能を検討した報告は多数みられるが、排尿動態における仙骨神経活動を直接誘導し、神経機構を解析した報告はみられない。

著者は、排尿機構の支配神経の病的活動を直接誘導し解析できれば、神経因性膀胱の診断と治療に密着した情報となり得ると考え、まず家兎において排尿動態における第4仙骨神経電位を経皮的に測定し検討した結果、第4仙骨神経は膀胱利尿筋の活動をよく反映し、しかも経皮的測定は容易にできることを第I報で報告した。

今回、同じ方法を用い種々の膀胱利尿筋及び外括約筋の麻痺のパターンを示す臨床症例8例において、経皮的に第4仙骨神経電位及び外括約筋々電図を測定した。

仙骨神経には知覚神経、運動神経及び自律神経など種々の要素が含まれるとされている。今回著者の行った第4仙骨神経電位測定では、どの神経要素よりの電位が主たるものかは不明であるが、第I報で報告した家兎及び今回のヒトの第4仙骨神経の電氣的活動は膀胱利尿筋の活動とよく相関したことから、下降性電位に主に誘導したと考えられる。

同芯型双極針電極刺入部近傍の筋より筋電図が混入する可能性については、排尿動態における第4及び第2仙骨神経電位について測定した結果をすでに報告しているが⁴⁾、第4仙骨神経電位と第2仙骨神経電位との間には明らかに解離がみられており、近傍の筋より

筋電図の混入を示唆する同期現象は全くみられなかった。したがって、著者の誘導した電位は第4仙骨神経電位であることは明らかである。

針電極の刺入に際しては筋電計のモニター音を参考として行なったが、検査終了後には全く副作用は認められず、針電極の刺入によって仙骨神経を損傷するようなことはなかった。

ヒト神経因性膀胱のモデルとして脊髄損傷家兎を作製し、排尿動態における膀胱内圧、第4仙骨神経電位、膀胱三角部筋々電図及び外括約筋々電図を測定し、その結果は第I報で報告した。今回の臨床症例については膀胱内圧と膀胱三角部筋々電図は同時測定はできなかったが、排尿動態における第4仙骨神経電位と外括約筋々電図を測定した結果を家兎での結果と比較すると、それぞれの利尿筋外括約筋麻痺のパターンにおいては結果は全く同じであった。この事実から家兎と同様に、ヒトにおいても第4仙骨神経は、膀胱利尿筋の重要な支配神経であると考えられる。

今回第4仙骨神経電位を測定した8症例を著者が用いている利尿筋外括約筋麻痺のパターン分類⁴⁾に従って分類し、その結果についてまとめてみるとTable 2に示すごとくであった。すなわち、正常症例では膀胱空虚時には第4仙骨神経及び外括約筋の電氣的活動は認められず、膀胱容量が増加し膀胱充満に至る間、両者の電氣的活動は膀胱容量に応じて増加する。排尿開始と同時に外括約筋の電氣的活動は一挙に静止するが、一方、第4仙骨神経の電氣的活動は維持され、排尿終了とともに消失する。高活動性利尿筋—高活動性外括約筋症例では膀胱容量が少量増加しただけでも、第4仙骨神経及び外括約筋の電氣的活動は著明に増加

する。このことは高活動性利尿筋および高活動性外括約筋における被刺激性の亢進を明示していると考えられる。排尿中は第4仙骨神経及び外括約筋の電気的活動が維持された。このことは利尿筋が収縮している時に外括約筋も収縮している、いわゆる、*detrusor-sphincter dyssynergia*⁹⁾の本体を明示していると考えられる。低活動性利尿筋—高活動性外括約筋症例では、膀胱充满状態から排尿中も第4仙骨神経の電気的活動はほとんど認められず、一方では外括約筋の電気的活動は維持される。骨盤神経の活動が低下した場合、排尿時においても陰部神経の活動は抑制されず、結果的に外括約筋は過緊張状態を呈することはすでに報告されているが⁴⁾⁶⁾⁷⁾、今回の低活動性利尿筋—高活動性外括約筋症例(症例5, 6)の排尿動態における第4仙骨神経と外括約筋の電気的活動の記録において、このことが明らかにされている。利尿筋自体の収縮が弱い、または全く認められない症例で、外括約筋が活動性であれば、腹圧や手圧による排尿を採用した場合、排尿中に外括約筋に活動がみられ排尿困難が著しい場合がある。著者は*detrusor-sphincter dyssynergia*の定義を広く解釈して、このようなケースも*detrusor-sphincter dyssynergia*の一つのパターンであると考えている。低活動性利尿筋—低活動性外括約筋症例では膀胱容量を増加させたときや、膀胱充满時および排尿中についても、第4仙骨神経及び外括約筋の電気的活動は全く認められない。以上の4つのパターンの排尿動態における第4仙骨神経の活動は各々のパターンにおける膀胱機能をよく反映していると考えられる。

著者ら⁴⁾は、臨床症例の排尿動態における第2仙骨神経電位及び外括約筋々電図を同時測定し、第2仙骨神経の電気的活動と外括約筋の電気的活動との間に相関関係があり、外括約筋の支配神経として第2仙骨神経が重要であることはすでに報告した。

Manfredi ら⁸⁾及び中新井ら⁹⁾は第3及び第4仙骨神経電気刺激で膀胱収縮がひきおこされたと報告し、一方、萬年ら¹⁰⁾¹¹⁾は筋萎縮性側索硬化症とShy-Drager症候群のOnuf核と外肛門括約筋の関係についての報告の中で、外括約筋の脊髄レベルにおける中枢はOnuf核であり、ヒトのOnuf核は主に第2仙髄に存在すると報告している。これらの事実や、反射性尿失禁症例に行なっている第3及び第4仙骨神経ブロックの経験より、著者は中新井¹²⁾が述べているごとく、利尿筋の支配神経として重要であるのは第3及び第4仙骨神経であり、外括約筋の支配神経として重要であるのは第2

及び第3仙骨神経であるという考えを支持したい。

以上の結果より経皮的仙骨神経電位測定法を用いれば、仙骨神経の病的状態をも直接誘導することが可能であり、神経因性膀胱の診断及び治療方針の決定に詳細な情報が得られると考える。

したがって、仙骨神経電位と外括約筋々電図を組み合わせて行なう検査方法をUroneurometryと称することを提唱したい。

結 語

臨床症例8例(正常例2例、高活動性利尿筋—高活動性外括約筋症例2例、低活動性利尿筋—高活動性外括約筋症例2例、低活動性利尿筋—低活動性外括約筋症例2例)について排尿動態における第4仙骨神経電位を経皮的に測定したところ、それぞれの症例において、第4仙骨神経の活動は膀胱利尿筋の活動をよく反映し、神経因性膀胱における神経活動の病的状態を明らかにすることができた。

したがって、第4仙骨神経は膀胱利尿筋の支配神経として重要であり、また経皮的仙骨神経電位測定法は神経因性膀胱の診断と治療に密接した情報を与えるものであると考える。

著者は仙骨神経電位と外括約筋々電図を組み合わせて行なう検査方法をUroneurometryと称することを提唱したい。

稿を終えるにあたり、深甚なる御指導、御校閲を賜りました恩師岡島英五郎教授に深謝いたします。また、直接御指導を頂いた故中新井邦夫博士に心より感謝いたします。

なお本論文の要旨の一部は第67回日本泌尿器科学会総会ならびに第6回汎太平洋リハビリテーション学会において発表した。

文 献

- 1) Lapides, J.: Neuromuscular disease of urinary tract. in Urology. Campbell, M.F. and Harrison, J.H., 3rd ed., p. 1343—1378. Saunders Co., Philadelphia, 1970.
- 2) Wein, A.J. and Raezer, D.M.: Physiology of Micturition. In Clinical Neuro-Urology. Krane, R.J. and Siroky, M.B., Little Brown and Company, Boston, 1979.
- 3) Raz, S. and Bradley, W.E.: Neuromuscular dysfunction of the lower urinary tract. In Campbell's Urology, Harrison, J.H., Gittes, R. F., Perlmutter, A.D. Stamey, T.A. and Walsh, P. C., 4th ed., p. 1215—1270, Saunders Co., Philadelphia, 1979.
- 4) 山田 薫, 中新井邦夫, 大園誠一郎, 末盛 毅, 青

- 山秀雄：神経因性膀胱における排尿効率改善に関する診断と治療，泌尿紀要，29，739—754，1983.
- 5) Yalla, S.V.: Detrusor-spincter dyssynergia. in A.U.A. Courses in Urology, Bonneg, W.W., Weems, W.L. and Donohue, J.P., Vol. 1, p. 211—233, Williams & Wilkins Co., Baltimore, 1979.
 - 6) 中新井邦夫：膀胱外括約筋の筋電図に関する研究. 第3報. 膀胱外括約筋の筋電図におよぼす因子についての動物実験成績. 泌尿紀要, 18, 353—362, 1972.
 - 7) Kuru, M.: Nervus control of micturition. Physiological Reviews, 45, 425—494, 1965.
 - 8) Manfredi, R.A. and Leal, J.F.: Selective sacral rhizotomy for the spastic bladder syndrome in patients with spinal cord injuries. J. Urol., 100, 17—20, 1968.
 - 9) 中新井邦夫, 板谷宏彬：反射性膀胱に対する選択的仙髄神経根切断術. 泌尿紀要, 17, 477—482, 1971.
 - 10) 萬年 徹, 岩田 誠, 豊倉康夫：筋萎縮性側索硬化症と Shy-Drager 症候群の Onuf 核と外肛門括約筋の変化について. 臨床神経, 19, 125—132, 1979.
 - 11) 萬年 徹：Onuf 核と外肛門括約筋. 一その歴史とわれわれの研究一. 神経内科, 10, 305—312, 1979.
 - 12) 中新井邦夫：神経因性膀胱. とくに反射性膀胱の治療としての仙骨孔内神経遮断術. 泌尿紀要, 17, 647—655, 1971.

(1984年7月24日受付, 特別掲載)