

インポテンス患者における夜間睡眠時勃起現象 (NPT) と Artificial Full Erection の比較検討

札幌医科大学泌尿器科学教室 (主任: 熊本悦明教授)

青木 正治, 熊本 悦明, 毛利 和富*

山口 康博, 佐藤 嘉一

COMPARISON BETWEEN NOCTURNAL PENILE TUMESCENCE (NPT) AND ARTIFICIAL FULL ERECTION

Masaharu AOKI, Yosiaki KUMAMOTO, Kazutomi MORI,
Yasuhiro YAMAGUTI and Yosikazu SATO

From the Department of Urology, Sapporo Medical College
(Director: Prof. Y. Kumamoto)

Recording of nocturnal penile tumescence (NPT) is useful for the objective diagnosis of impotence. However, criteria for evaluating obtained results have not been firmly established. Since the increase in the penile circumference varies among individuals, differential diagnosis based on only certain changes in the circumference during NPT is difficult. Therefore, we infused heparinized saline into the corpora cavernosa to induce artificial full erection (AFE), and the increase in the penile circumference was compared with that during NPT.

In all controls with normal ability to attain erection, the percentage of the increase in the penile circumference during NPT to that with AFE (NPT/AFE) was 80% or more. In 27 patients with impotence, an NPT/AFE of 80% or more was observed in 14 patients, 11 of whom had no particular organic factors for impotence. Eleven patients had an NPT/AFE of less than 60%, 9 of them had apparent organic factors and the remaining 2 had abnormal PBPI.

Patients showing less than a 10 mm increase in the penile circumference during NPT could be diagnosed with organic impotence. However, in those with an increase of 10 mm or more during NPT, a differential diagnosis was difficult to make, and the comparison with AFE seemed to be a useful method. Therefore, AFE which requires no special equipment and is a simple and safe procedure, can be a valuable adjunctive examination in assessing NPT.

Key words: Impotence, NPT, AFE

緒 言

夜間睡眠時勃起現象 (nocturnal penile tumescence, NPT) は REM 睡眠に伴って、ほとんどすべての正常男性に認められる生理的現象であり、その測定は器質的インポテンスと機能的インポテンスの客観的鑑別法として有用であることが、多くの報告でなされてきている¹⁻⁴⁾。わが国においても最近インポテンス患者の増加に伴い、NPT を用いて鑑別を行う施設が増えてきているが、その判定においてはまだ一定の基準はない。NPT 判定にあたって、一番問題となるのは、弛緩時および勃起時の陰茎周に個人差が著し

く、そのためすべての症例に対して、NPT における一定の陰茎周変化のみで鑑別を行うのが困難な点である。そこで高波⁵⁾は非勃起時の陰茎周に比べNPTで20%以上の増加を示すものを正常なNPTと判定している。また赤澤⁶⁾はNPTの波形分類により判定を試みている。さらに実際に睡眠中NPTの出現時に、勃起の状態を検者と被検者と確認することを提案する報告もある^{6,7)}が、非常に繁雑である。一方、Morales⁸⁾は陰茎海绵体内に生理食塩水を注入して得られる、人工勃起時の陰茎周とNPTの比較による判定を発表している。この方法は個々の患者における完全勃起時の陰茎周を知ることができる点で優れていると思われ、われわれもMoralesらと同様な方法で、正常勃起能を有する症例およびインポテンス患者

* 現: 三樹会病院

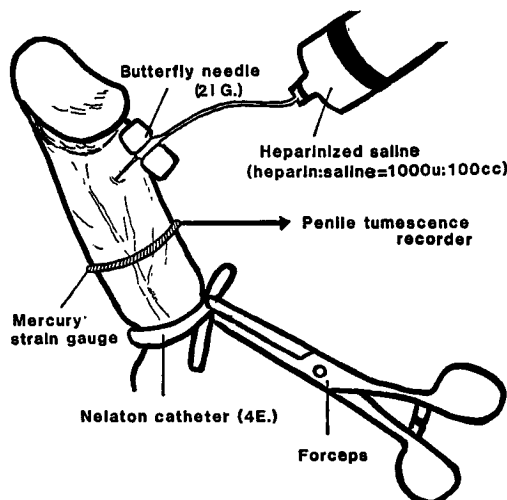


Fig. 1. Illustration of technique to produce artificial full erection.

に人工的完全勃起 (artificial full erection, AFE) をおこさせ NPT との比較検討を行ったので報告する。

対象および方法

対象は勃起障害の訴えがなく検査の了解が得られたコントロール群15例 (年齢: 21~68歳, 平均50.4歳) およびインポテンス患者27例 (年齢: 22~68歳, 平均46.1歳) である。インポテンス患者27例中22例は勃起力低下あるいは勃起不全を訴える患者であった。他の5例 (Table 3 の症例3~7) は勃起はするが性交できない患者であり, そのうち3例は結婚を誘因としていた。27例中, 器質的インポテンスの原因になり得るような要因を有する症例は13例 (Table 3 の症例15~27) であった。その内訳は頸椎あるいは腰椎損傷5例, 骨盤外傷3例骨盤内手術後2例, 糖尿病2例, 尿道外傷術後1例などであった。

Artificial full erection (以下 AFE) の方法は, Fig. 1 に示したごとく, まず陰茎根部を4Eのネルトンカテーテルを用い痛みを訴えない程度に圧迫し,

モスキート鉗子にて固定する。陰茎周変化をモニターするため, 陰茎中央部に mercury strain gauge を装着後, 冠状溝付近で左右一方の陰茎海綿体に21 gauge の翼状針を刺す。穿刺の方向は勃起した時に針が抜けるのを防ぐため, 恥骨結合に向けて陰茎と45度程度の角度で行う。なおこの時, 特に局所麻酔剤は使用していない。100 ml あたり1,000単位 of のヘパリンを加えた生理食塩水を海綿体内に徐々に注入して勃起を起こさせ, mercury strain gauge と接続した記録計で陰茎周増加がプラトーに達し, 十分な勃起が得られたと思われる時に, 被検者に完全勃起であることを確認させる。完全勃起が得られた後, 直ちに陰茎根部の圧迫をはずすと30秒以内に陰茎は検査前の状態に戻る。十分に陰茎が弛緩した後, 針を抜去し穿刺部位を3分程度圧迫し, 皮下血腫形成がないことを確認して検査を終了する。

NPT の測定法についてはすでに報告しているの⁹⁾で, 本編では方法の詳細は割愛するが, mercury strain gauge は AFE 検査時に使用したのと同じものを用い, 装着部位も陰茎の同じ部位とした。少なくとも2晩以上記録を行い6時間以上の睡眠が得られた場合を対象として検討した。

結 果

1. Artificial full erection の結果

コントロール群15例およびインポテンス群27例の計42例に対して AFE 検査を行ったところ, 全例に十分な硬度を有する勃起が得られた。また完全勃起時に陰茎の変位, 変形を示す症例は1例もなかった。弛緩時および完全勃起時の陰茎周を Table 1 および Fig. 2 に示したが, コントロール群では弛緩時の陰茎周は83~98 mm (平均 90.9 ± 4.4 mm), 完全勃起時の陰茎周は102~128 mm (平均 114.2 ± 6.4 mm) であった。またインポテンス群では弛緩時陰茎周は86~102 mm (平均 91.7 ± 4.6 mm), 完全勃起時には107~126 mm (平均 116.7 ± 5.4 mm) であり, コントロール群と比べ明らかな差はなかった。AFE での陰茎周増加率は症

Table 1. Results of artificial full erection test.

	N	Penile circumference flaccid state (mm)	rigid state (mm)	Increase of circumference length (mm)	rate (%)
Normal cases	15	83 - 98 (90.9 ± 4.4)	102 - 128 (114.2 ± 6.4)	14 35 (23.3 ± 6.2)	15.9 - 36.8 (25.8 ± 7.5)
IMP cases	27	86 - 102 (91.7 ± 4.6)	107 - 126 (116.7 ± 5.4)	16 36 (25.6 ± 5.0)	17.3 - 36.4 (28.1 ± 6.3)
Total	42	83 - 102 (91.3 ± 4.6)	102 - 128 (115.8 ± 5.7)	14 36 (24.8 ± 5.5)	15.9 - 36.8 (27.2 ± 7.1)

{ } : Mean $\pm$ S.D.

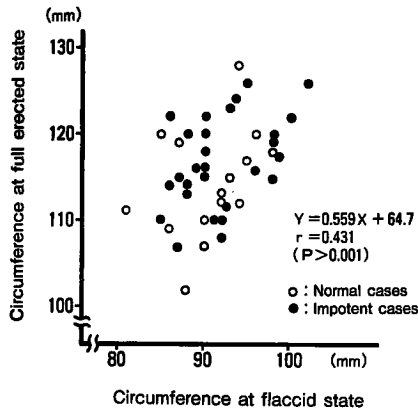


Fig. 2. Length of penile circumference at flaccid and artificial full erected state.

Table 2. Change of penile circumference on artificial full erection and NPT in normal cases.

No.	Age	(Change of penile circumference)		
		AFE (mm)	NPT (mm)	NPT/AFE(%)
1.	21	35	30	85.7
2.	28	23	20	87.0
3.	29	32	30	93.8
4.	42	22	22	100
5.	45	20	18	90.0
6.	48	17	15	88.2
7.	55	21	20	95.2
8.	57	22	18	81.8
9.	59	20	17	85.0
10.	59	18	18	100
11.	60	28	24	85.7
12.	60	14	15	107.1
13.	62	34	28	82.4
14.	64	20	16	80.0
15.	68	24	20	83.3
Mean		50.4	23.3	89.7
S.D.		14.5	6.2	7.9

Table 3. Change of penile circumference on artificial full erection and NPT in impotent cases.

Case	Age	Underlain episode or disease	(Change of penile circumference)		
			AFE (mm)	NPT (mm)	NPT/AFE(%)
1.H.K.	22	N.P.	25	25	100
2.H.H.	50	N.P.	30	30	100
3.H.K.	38	Prostatitis	31	30	96.8
4.M.I.	32	Honeymoon	32	30	93.8
5.Y.N.	32	Honeymoon	30	28	93.3
6.K.S.	42	N.P.	26	24	92.3
7.S.O.	28	Honeymoon	22	20	90.9
8.K.N.	58	Hypertension	28	25	89.3
9.T.S.	60	BPH postope. (TUR-P)	30	26	86.7
10.H.H.	56	N.P.	24	20	83.3
11.K.T.	35	N.P.	20	16	80.0
12.I.F.	56	BPH	26	20	76.9
13.T.T.	68	BPH postope. (TUR-P)	17	10	58.8
14.T.K.	62	Ischemic heart disease	24	13	54.2
15.K.S.	49	Urethral injury postope.	36	35	97.2
16.Y.I.	50	Lumbar injury	25	23	92.0
17.M.H.	59	Cervical injury	16	14	87.5
18.K.K.	55	DM Hypertension	20	12	60.0
19.S.M.	32	Lumbar injury	32	18	56.3
20.S.I.	48	Chronic alcoholism DM	22	12	54.5
21.I.S.	55	Pelvic injury	28	14	50.0
22.M.E.	48	Cervical injury	20	9	45.0
23.T.Y.	40	Pelvic injury	28	12	42.9
24.T.S.	41	Lumbar disc hernia postope.	29	9	31.0
25.K.Y.	34	Miles'ope. for rectal ca.	25	7	28.0
26.H.Y.	43	Total cystectomy	27	4	14.8
27.H.M.	36	Pelvic injury	18	0	0

例全体で 14~36 mm (平均 24.8 ± 5.5 mm) であり, 最大増加を示す症例は最小の増加を示す症例の 2 倍以上の値を示し, 個々の症例によりかなりの差が認められた. また弛緩時と比較した AFE 時の陰茎周増加率を算出してみると, 15.9~36.8% (平均 27.2 ± 7.1

%) であった.

AFE 検査の合併症としては, 検査施行中海綿体外に生食が漏れ浮腫ができた症例が 2 例, 施行後小さな皮下血腫を認めた症例が 1 例あったが, いずれも翌日には消退していた. 施行中浮腫ができた症例について

は後日あらためて検査を行った。また穿刺時局所麻酔剤は使用しなかったが、検査を中断しなければならぬような強い疼痛を訴えた症例は1例もなかった。

2. NPT と Artificial full erection の比較

コントロール群15例におけるNPTでの陰茎周増加は15~30 mm (平均 20.7 ± 5.1 mm) である (Table 2)。AFE と NPT での陰茎周増加の状態を比較するため、AFE での陰茎周増加に対するNPTでの陰茎周増加の百分率 (NPT/AFE) を算出してみると80.0~107.1% (平均 $89.7 \pm 7.9\%$) であった。すなわちNPTでは完全勃起時の少なくとも80%以上の陰茎周増加を示す勃起が認められた。また理論的にはこの値が100%を超えることはないと思われるが、1例が107.1%で100%を越えており、これはMoralesら¹⁰⁾も述べているように、恐らくAFE検査時と睡眠時で弛緩時の陰茎周にわずかの違いがあったためと思われる。

インポテンス患者27例での結果をTable 3に示したが、明らかな器質的要因を有しない14例 (症例1~14) では、NPTの陰茎周変化は10~30 mm であった。このうち11例はNPT/AFEがコントロール群と同様に80%以上を示し、NPTで有効な勃起が得られていることが推測される。

また器質的要因を有する13例 (症例15~27) では、3例 (症例15~17) がNPT/AFEで80%以上を示したが、残りの10例では60%以下であった。器質的要因がないにもかかわらずNPT/AFEが60%以下を示した、症例13および14は60歳以上の高齢者であり、超音波ドップラー法¹⁰⁾によるpenile brachial pressure index (PBPI) を求めてみると、それぞれ0.54, 0.60と、異常値を示し、血管性インポテンスが示唆された。また器質的要因があってもNPT/AFEが80%

以上を示した3症例のうち、症例15は尿道外傷に対するpull-through手術後の患者で、尿道痛と勃起不全を訴えていたが、検査施行後1カ月程度で自然に尿道痛が軽減し、同時に勃起力の回復がみられ性交可能となっている。症例16および17は、いずれも交通事故の被害者であり、事故のためインポテンスになったという診断を求めて受診したが、NPT以外の超音波ドップラー検査、神経学的検査、ホルモン検査などでもすべて正常な症例であった。

コントロール群における結果および諸家の報告^{11,12)}よりNPT/AFEが80%以上の場合、NPTではほぼ有効な硬度を有する勃起が得られているものと思われ、機能的インポテンスが考えられる。またNPT/AFEが60%未満ではNPTは明らかに不十分な勃起であるため、器質的インポテンスが強く疑われる。われわれは以前NPTの判定において、陰茎周変化が10 mm未満の症例ではほぼ器質的インポテンスと判定できるが、それ以上ではNPTの陰茎周変化のみでは鑑別できないと考えていた。今回検討した症例においても、NPTで10 mm未満の変化しか示さない5症例では、全例NPT/AFEが50%以下であり、AFEとの比較を行わなくてもNPTの変化のみで器質的インポテンスと判定可能である。しかしNPTでの変化が10 mm以上の症例においては、NPT/AFE

Table 4. Distribution of 27 impotent cases according to NPT/AFE and change of penile circumference on NPT.

NPT	N	NPT/AFE		
		<60%	60~79%	80%≤
<10mm	5	5(100%)		
10~19mm	9	6(66.7%)	1(11.1%)	2(22.2%)
≥20mm	13		1(7.7%)	12(92.3%)
Total	27	11	2	14

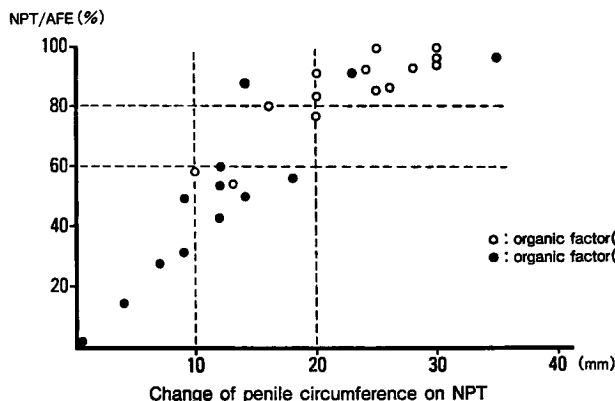


Fig. 3. Relation between NPT and NPT/AFE in 27 impotent cases.

は42.9~100%を示し, 60%未満の症例は6例, 80%以上の症例は14例と, NPTで有効な勃起が得られているかどうか陰茎周の変化だけでは判定は難しいと考えられる (Table 4, Fig. 3). NPTでの陰茎周変化が10mm以上を示す症例では補助検査として, AFEを行い NPTと比較することにより, より確実な鑑別診断が可能になるものと思われた.

考 察

インポテンス患者の診療にあたって, その発生原因が器質的なものか, あるいは機能的なものかを鑑別することが, 治療を行う上で最も重要とされている. この鑑別診断のためには, 勃起現象の客観的記録が必要とされ, 記録検査法を大別すると, 視覚および聴覚より性的刺激 (audio-visual sexual stimulation, AVSS) を与えた際の陰茎の皮膚温や陰茎周の変化を記録する方法と, 夜間 REM 睡眠時に認められる勃起現象 (NPT) を記録する方法がある. 前者は被検者の性的環境や倫理観などの影響を受けやすいこと, 万人に共通の性的興奮を起こさせるような刺激を与えることは困難であること, 刺激を定量化できないことなどより, 後者の生理的勃起状態を観察する方法に比べやや客観性に欠けるとされている^{13, 14)}. そのため欧米においては以前より多くの研究者は NPT 測定により鑑別診断を試みており, われわれもその有用性についてはすでに報告した⁹⁾.

しかしこの NPT 測定結果の判定にあたっては, 勃起の際の陰茎周変化には個人差がかなりあるため, 一定の陰茎周変化のみで鑑別を行うことが難しく, まだ一定の基準はない. そのため高波⁴⁾は正常者における腔内挿入可能な勃起時の陰茎周増大率を計測し, $29.0 \pm 6.4\%$ であったことより, NPT で非勃起時に比較して20%以上の増大率を示した場合を有効な勃起としている. また赤澤⁵⁾は NPT の周期性と持続の程度により, 波形分類を行い判読基準を報告している. 一方睡眠中 NPT モニターで陰茎が最大周を示した際, 被検者を起こし, 検者と被検者が一緒に腔内挿入可能な硬さかどうか判定することを提唱する報告もある^{6, 7)}. この方法は心因性インポテンスの場合, 勃起している状態を見せることにより自信を回復させるという, 心理的効果は持っているが, 起こすタイミングが難しく, 観察する前に勃起が消退する可能性もあり, また腔内挿入可能な勃起であるかどうか判定者によりかなりの相違があるものと思われ, 実際臨床上複雑な方法である. 夜間睡眠中の陰茎周と硬度変化を, 睡眠を妨げることなく, 同時に測定できることが

一番理想であり, 最近陰茎硬度をモニターできる機器が一部で考案され報告されている¹⁵⁾が, まだ一般に利用されるまでにはなっていない. そこで Moralesら⁹⁾はそれぞれ個々のインポテンス患者において, NPT 時の周径変化が有効な硬度を持った勃起かどうかを判定する corporeal calibration test を報告している. これは陰茎海绵体内へ生理食塩水を注入して, 人工勃起を起こさせた時の陰茎周変化を NPT の変化と比較するものであり, 手技的に簡単であり, 完全勃起時の陰茎サイズを知ることができる点で優れた方法であると思われ, 今回, われわれも同様な方法で検討を行ってみた.

陰茎海绵体内へ生理食塩水を注入して人工勃起を起こさせる方法については, 以前より Peyronie 病や chordee を伴う hypospadias などの患者における勃起時の陰茎変位, 変形の状態を観察する手段として用いられてきており, 方法の詳細については Gittes らが発表している¹⁶⁻¹⁸⁾.

さて, 日本人の陰茎の弛緩時および勃起時における陰茎周がはたしてどの程度なのか最近の報告はあまりないが, 弛緩時の陰茎サイズが個々によりかなりの違いがあることは日常臨床でよく経験することであり, 勃起時にも同様に個人差が著しいものと考えられる. 今回対象とした42例の弛緩時の陰茎周は 83 mm から 102 mm (平均 91.3 ± 4.6 mm), 生理食塩水注入による人工的完全勃起時には 102 mm から 128 mm (平均 109.6 ± 5.7 mm) であった. 完全勃起の陰茎周増加は 14 mm から 36 mm (平均 24.8 ± 5.5 mm) と, 最大の増加を示した症例は最小の増加を示す症例の約 2.5 倍の値であった.

一般に, 完全勃起時の陰茎周増加の80%以上の増加がある場合, 腔内挿入可能な硬さを持った有効な勃起と考えられている^{11, 12)}. このことより仮に, インポテンス患者が NPT で 16 mm の陰茎周増加を示した場合, その人の完全勃起時の陰茎周増加が 20 mm 以下であれば有効な NPT と考えられ, 機能的インポテンスを疑うのに十分な陰茎周の変化である. また逆に完全勃起時の陰茎周増加が 30 mm の症例であれば, たとえ NPT で 20 mm の増加が認められても十分な勃起とはいえず, 器質的インポテンスが示唆される.

勃起障害の訴えない15例で NPT を測定し AFE との比較を行ったところ, AFE での陰茎周増加に対する NPT での陰茎周増加の百分率 (NPT/AFE) は全例80%以上であり, 睡眠中に有効な勃起が起きていると考えられる. 27 例のインポテンス患者の中で

NPT/AFE が80%以上を示し、機能的インポテンスが考えられた症例は14例であった。また NPT/AFE が60%未満を示す症例は11例であり、このうち9例は明らかな器質的要因を有し、また他の2例は器質的要因ははっきりしなかったが PBPI が異常な症例であった。

NPT における陰茎周増加と NPT/AFE との関係をみると、NPT で 20 mm の増加が認められても NPT/AFE が80%以下の症例もあれば、NPT で 14 mm の増加でも 80%以上を示した症例もあった。また NPT で 10 mm 未満の増加しか示さない症例は5例あり、いずれも NPT/AFE は50%以下であった。これらのことより NPT での陰茎周増加が 10 mm 未満の症例では NPT の変化のみで器質的インポテンスと判定可能であるが、10 mm 以上では NPT における陰茎周変化のみでは鑑別は困難であり、AFE との比較による判定が有用と考えられる。

合併症としては陰茎浮腫が2例に皮下血腫が1例に認められたが、いずれも軽度なものであり翌日には消退していた。また痛みについては Gittes ら¹⁷⁾ は穿刺時局麻剤を使用しているが、われわれの経験では使用しなくても針が確実に海綿体内に挿入されていればそれほど強いものではない。

AFE 検査は特別な器具は必要とせず、手技的にも簡単で、短時間で行える検査であり、NPT 検査結果を判定するうえでの補助検査として有用であると考えられる。

結 語

NPT 検査はインポテンス患者の勃起状態を客観的に知ることができる点で、優れた検査法である。しかし NPT 測定結果を陰茎周の一定の変化値のみで判定する場合、正常人でも NPT の変化には個人差があることから、判定に正確性を欠くことが少なくない。

今回行った AFE を用いる判定は、個々の症例の完全勃起時の陰茎周増加と NPT を比較するものであり、特別な器具を用いず、手技的にも簡単に行え、有用な方法であると思われる。

本論文の要旨は第12回インポテンス研究会（沖縄）で発表した。

文 献

- 1) Karacan I, Salis PJ, Ware JC, Dervent B, Williams RL, Scott FB, Attia SL and Beutler LE: Nocturnal penile tumescence and diagnosis in diabetic impotence. *Am J Psychiatry* 135: 191-197, 1978
- 2) Fisher C, Schiavi RC, Edwards A, Davis D M, Reitmann M and Fine J: Evaluation of nocturnal penile tumescence in the differential diagnosis of sexual impotence. *Arch Gen Psychiatry* 36: 431-437, 1979
- 3) 前林浩次, 野田益弘・勃起不全の診断. 第1報. REM (rapid eye movement) 睡眠時勃起現象の臨床応用について. *日泌尿会誌* 71: 1384-1389 1980
- 4) 高波真佐治, 松橋 求, 牧 明夫, 村上憲彦, 藤尾幸司, 三浦一陽, 中山孝一, 白井将文, 安藤弘: 男性インポテンスに関する研究. 第13報. 終夜睡眠ポリグラフィによるインポテンスの鑑別診断に関する研究. *日泌尿会誌* 74: 1219-1227, 1983
- 5) 赤澤誠二: 勃起不全の診断. 第4報. 夜間陰茎勃起現象記録の判読基準. *日泌尿会誌* 75: 1415-1422, 1984
- 6) Wein AJ, Fishkin R, Carpinello VL and Malloy TR: Expansion without significant rigidity during nocturnal penile tumescence testing. *J Urol* 126: 343-344, 1981
- 7) Schwartz DT: Role of confrontation in performance and interpretation of nocturnal penile tumescence studies. *Urology* 22: 240-242, 1983
- 8) Morales A, Marshall PG, Surridge DH and Fenemore J: Corporeal calibration. A discriminatory test for impotence. *J Urol* 128: 41-44, 1982
- 9) 青木正治, 熊本悦明, 毛利和富, 大野一典: 夜間睡眠時勃起現象 (NPT) を用いたインポテンスの鑑別診断. *日泌尿会誌* 76: 1468-1477, 1985
- 10) Engel G, Burnharn SJ and Carter MF: Penile blood pressure in the evaluation of erectile impotence. *Fertil Steril* 30: 687-690, 1978
- 11) Karacan I, Hirsch CJ and Williams RL: Some characteristics of nocturnal penile tumescence in elderly male. *J Geront* 27: 39-45, 1972
- 12) Karacan I, Hirsch CJ, Williams RL and Thornby JI: Some characteristics of nocturnal penile tumescence in young adult. *Arch Gen Psychiatry* 26: 351-356, 1972
- 13) 越戸克和: インポテンスの客観的診断法. *臨泌* 39: 811-813, 1985
- 14) 高波真佐治: 勃起機能検査. *臨泌* 39: 815-817, 1985
- 15) Bradley WE, Timm GW, Gallagher JM and Johnson BK: New method for continuous measurement of nocturnal penile tumescence and rigidity. *Urology* 26: 4-9, 1985
- 16) Ossandon F and Ransley PG Lasso tour-

- 1) Karacan I, Salis PJ, Ware JC, Dervent B, Williams RL, Scott FB, Attia SL and Beut-

- niquet for artificial erection in hypospadias.
Urology **19**: 656-657, 1982
- 17) Gittes RF and McLaughlin AP, III: Injection technique to induce penile erection.
Urology **4**: 473-474, 1983
- 18) Godec CJ and Cass AS: Quantification of erection. J Urol **126**: 345-347, 1981
- (1987年4月23日受付)