

## インポテンスの診断 夜間陰茎勃起現象の記録方法

旭川医科大学泌尿器科学講座 (主任: 八竹 直教授)

金子 茂男, 水永 光博, 宮田 昌伸, 八竹 直

近畿大学医学部泌尿器科学教室 (主任: 栗田 孝教授)

松田 久雄, 杉山 高秀, 朴 英哲, 栗田 孝

DIAGNOSIS OF PENILE ERECTILE DYSFUNCTION :  
SIMULTANEOUS RECORDING OF NOCTURNAL  
PENILE RIGIDITY AND CIRCUMFERENTIAL EXPANSIONShigeo Kaneko, Mitsuhiro Mizunaga,  
Masanobu Miyata and Sunao Yachiku*From the Department of Urology, Asahikawa Medical College*Hisao Matsuda, Takahide Sugiyama,  
Young-Chol Park and Takashi Kurita*From the Department of Urology, Kinki University School of Medicine*

This paper briefly reviews diagnostic examinations for penile erectile dysfunction and mainly refers to a newly developed ambulatory system of RigiScan which enables simultaneous recording of penile circumferential expansion and rigidity, introducing the latest values of variables of penile tumescence and rigidity in the Japanese without erectile dysfunction.

(Acta Urol. Jpn. 37: 1361-1366, 1991)

**Key words:** Impotence, Nocturnal penile tumescence, Diagnosis

## 緒 言

インポテンスの適切な治療には正確な診断が行なわれていることが重要である。最近では医療材料の向上, 治療技術の進歩にともない陰茎プロステセスを使用する機会も増えてきた。このためその適応についての慎重な検討が必要となり, 検査の客観性, 定量性が一層求められるようになった。夜間陰茎腫脹の計測, 陰茎血圧・上腕血圧比の測定, 神経伝導速度測定など種々の定量的検査が導入され, これらはインポテンスの診断に貢献してきた。しかしこれらの検査を総合して判定したとしても陰茎硬度, とくに夜間陰茎勃起現象のなかでの硬度に関する情報が不十分であることは診断, 治療に携わるものにとって大いに不満とするところであった。夜間陰茎勃起現象は精神的な影響をほとんど受けることがないとされ, 器質的勃起不全と機能的勃起不全との鑑別において要となる情報を提供するものであるが, 従来の陰茎腫脹すなわち周径の増大の計測のみでは硬度を測定できず主観的な判定方法に類

らざるを得なかったからである。夜間陰茎硬度・周径連続測定法はこの期待に沿うものとして開発され<sup>1)</sup>, すでにわが国にも導入され始めた。本報告ではインポテンスの一般的な検査法について簡単にふれるとともに, 主として RigiScan による夜間陰茎硬度周径連続測定法の方法と本邦でのデータについて述べる。

## 問 診, 診 察

インポテンスの診断にあたり普段の泌尿器科学的な問診, 診察, 検査が必要なことはいうまでもない。問診においては配偶者(あるいは性生活上のパートナー)からの, あるいはパートナー自身についての情報も得ておくことが重要である<sup>2)</sup>。また高血圧, 心疾患, 糖尿病などの既往歴, 薬剤服用の有無も確認しておく。このためあらかじめ問診表を用意しておくとうりである。

診察では全体の体型の観察にはじまり, 腱反射, 知覚検査等の簡単な神経学的検査は必ず行い, 必要に応じて内科医, 神経科医, 精神科医の協力を得られる体

制を整えておく。泌尿器科的診察において、とくに陰茎は表面のみならず、海綿体全長にわたり診察する。奇形やペイロニー病はこの段階で診断でき、稀ではあるが海綿体膿瘍に触れることがある。

## 検 査

勃起不全の治療を考える場合、心因性か器質性かの鑑別が最も重要であるが、これは夜間陰茎勃起現象の観察で可能である<sup>3-6)</sup>。最近では、夜間の陰茎勃起現象を陰茎の太さのみならず硬さもふくめて連続記録できる携帯装置が開発され、心因性勃起不全の鑑別が容易になった<sup>1,7)</sup>。心因性勃起不全については精神科医の協力を得、その原因の検索、治療を行う。器質性勃起不全においては心肺機能、肝腎機能等全身のスクリーニング検査をした上、内分泌検査、循環器系検査、神経系検査を行い、原因の検索をおこなう。

### A. 血管性因子の検査

勃起は陰茎海綿体内へ血液が流れ込み海綿体内に充填されることによって生じる。海綿体への流入障害、海綿体自身の拡張障害や流出系へのものがあると、勃起不全となる。塩酸パペリンテストは海綿体の平滑筋を弛緩させて勃起を誘発する。このテストで勃起が誘発されないことは、流入系、流出系、あるいは海綿体自身のいずれかの障害を意味するとされるが<sup>8)</sup>、本検査の意義についてはなお議論の余地がある。

流入系の検査として陰茎血圧の上腕血圧にたいする比率、Penile Brachial Index を計算する<sup>9)</sup>。著者らは0.8以上を正常としているが、施設によりこの値は若干異なり他施設と比較する場合、測定条件の違いを考慮する必要がある<sup>10)</sup>。動脈硬化症、血管炎などで陰茎海綿体への流入系の閉塞が疑われ動脈造影を必要とするときはパペリンで海綿体を拡張しておく<sup>11)</sup>。

陰茎海綿体内に直接生理食塩水を灌流して勃起を誘発する cavernosometry では勃起発現に1分間150 ml以上、あるいは勃起維持に50 ml以上必要とすれば流出系に異常があると診断する<sup>12)</sup>。海綿体造影では海綿体および流出路の異常を確認する。

### B. 神経性因子の検査

末梢神経機能をしらべるには直接陰茎背神経の伝導速度を測定するのが正確である<sup>13,14)</sup>。陰茎は一定の力で牽引し伸展した状態で測定する。日本人では300 gの強さが至適牽引力であり<sup>15)</sup>刺激電極を陰茎背側正中先端に、導出電極を陰茎背側正中根部におき両電極間距離を刺激から導出までに要した時間で割り伝導速度を求める。陰茎背神経伝導速度は「正常成人で45.5±3.8 M/sec (平均±標準偏差)であり38 M/sec以下

を異常とする<sup>16)</sup>。球海綿体筋反射潜時を測定する場合、刺激電極はそのままとし、導出電極を球海綿体筋部あるいは肛門周囲皮膚に貼り付けるか、直接針電極を骨盤底筋群に刺入して誘発筋電図を記録する。このとき10~20回の加算平均を行なうと測定しやすい。正常値は30.5±4.3 (平均±標準偏差) msec でかなり幅がある<sup>17)</sup>。さらに広範囲の体性神経機能を評価する方法として後脛骨神経の運動神経伝導速度測定、腓腹神経の知覚神経伝導速度測定<sup>18)</sup>、拳掌筋反射潜時測定<sup>19)</sup>、大脳皮質・脊髄誘発活動電位記録<sup>20)</sup>があり、これらを組み合わせれば末梢神経障害、腰・仙髄障害レベル、脊髄から大脳皮質にいたる求心性経路障害の判定に役立つ<sup>21)</sup>。大脳皮質から末梢臓器にいたる遠心性経路の機能検査として磁力による経皮の大脳皮質刺激がおこなわれており<sup>22)</sup>、今後この分野での研究がすすむものと期待される。自律神経機能の評価方法には心電図R-R 間隔計測が役立つといわれている<sup>23)</sup>。交感神経一皮膚反射はとくに射精障害の診断に役立つ<sup>24)</sup>。

### C. 夜間陰茎勃起現象の検査：陰茎硬度周径連続測定法

前述の諸検査の異常は勃起不全の原因にたいする重要な情報を提供するものであるが、必ずしも器質性勃起不全を確定するものではない。夜間陰茎勃起現象はREM 睡眠にほぼ一致して生じる陰茎の周期的な勃起であり、精神的影響を受けにくい現象とされ心因性・器質性勃起不全の鑑別に最も信頼のおける情報とされている<sup>2-5)</sup>。この現象の観察、測定には勃起時の陰茎の周径の延長を利用してスタンプテストやストレーンゲージによる計測が行われてきたが、最大の欠点は硬度を測定できないことであった。ビデオによる睡眠中の観察、検者自身による触診がこの欠点を補う手段としてとられてきたが、その煩雑さは臨床検査として普及するのに障害であった。RigiScan による陰茎硬度周径の連続測定法はこの欠点を補うものであり、最近の勃起不全の診断・治療の進歩に大きく貢献している<sup>7,25,26)</sup>。

#### ①方法

RigiScan の本体には2つのループがついている。このループを陰茎の根もとと、先端部すなわち冠状溝の手前に巻く。本体の中にはこのループを動かし周径と硬さを測定する部分とデータを記録する部分とが内蔵されている (Fig. 1)。ループの中には細いワイヤーが入っており、本体の中の測定装置とつながっている。このワイヤーは勃起に支障のない程度の弱い力(4 oz, 約110 g)で常に牽引されており、陰茎の太さの変化にあわせてループが陰茎に密着するようにな

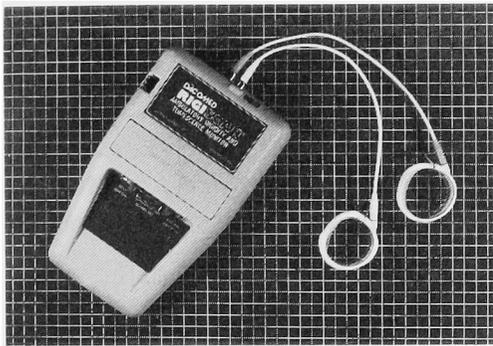


Fig. 1. RigiScan. The ambulatory unit has two loops and measures rigidity and circumferential expansion of the penis at the tip and the base. It continuously measures these parameters as long as ten hours in one session and can repeat measurement three times. All data of the three sessions are stored in a memory tip in the unit.

っている。陰茎の腫脹，萎縮によるワイヤーの出入りは30秒ごとに記憶される。さらにループの伸展により中のワイヤーが弛緩時より1 cm以上本体からひきだされると，約280 g (10 oz) の力でワイヤーが本体内のモーターで牽引され，このときのひきもどされたワイヤーの長さから陰茎の硬さの指標が計算される。ワイヤーがまったく引き戻されなかったときの硬度が100%，ワイヤーが22 mm以上ひきもどされたときの硬度が0%である。この数値はRigiScanによる計測と同時に数人の検者による診察をおこない，経験的に定められたものであり，0~40%：腔内挿入不能，40~70%：補助手段により挿入可能，70~100%：補助手段なしで挿入可能がめやすである<sup>27)</sup>。

就寝時にRigiScan本体を大きなマジックテープのついたベルトで大腿に固定し，ループを装着したのちスイッチを入れ，翌朝覚醒時にスイッチを切り本体をはずす (Fig. 2)。夜間排尿等でおきるときは15分以内であれば測定を中断できるようにプログラムされている。このようにして3夜の計測を行い，データは本体内に自動的に記憶される。このあと本体を解析装置につなぎ，データを読み取らせる。Fig. 3は正常成人の1晩のデータであり，上の2列は，陰茎先端部 (冠状溝から近位5~7 mm) の硬さと周径を，下の2列は，根元の硬さと周径をそれぞれ表す。陰茎の周径はたびたび変化しており，勃起のピークには周径が4~5 cm伸びている。周径が1 cm以上伸びたときに硬さも測定され，この症例では最大90~100%の値を示している。陰茎弛緩時の硬度測定は不愉快であり

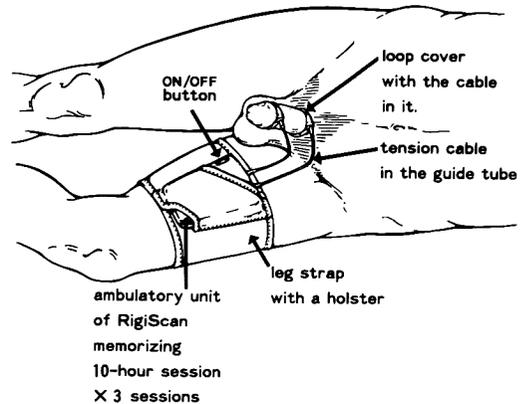


Fig. 2. Application of RigiScan (revised from a manual of RigiScan, DACOMED Corporation).

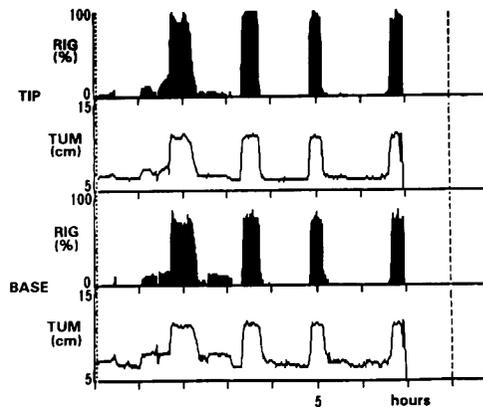


Fig. 3. Normal pattern of nocturnal penile rigidity and circumferential expansion. Four episodes of penile tumescence with sufficient rigidity are demonstrated in the tip and the base.

しばしば睡眠をさまたげること，正常勃起にはすくなくとも13.1 mm以上<sup>4)</sup>，あるいは16 mm以上<sup>28)</sup>必要であることから，周径の伸び幅が1 cm未満であれば硬度測定は行なわれない。

## ②正常値

本邦正常成人16名 (24~44歳，平均31.1歳) を対象とし，わが国での正常値について調べた結果を紹介する (Table 1)<sup>29)</sup>。

### a. 陰茎腫脹の程度

陰茎の最小周径，すなわち陰茎が弛緩しているときの太さは，遠位側で平均63.7 mm，近位側で平均65.4 mmである。勃起時の最大周径は遠位側で平均102.5 mm，近位側で平均108.6 mmである。

Table 1. Values of variables of the nocturnal recording of the penile rigidity and circumferential expansion in normal volunteers (age: 22~44 years)<sup>26)</sup>. Values represented as mean±SD.

	tip	base
<b>1. 周径</b>		
最大	102.5±14.2mm	108.6±14.7mm
最小 (弛緩時)	63.7± 4.6	65.4± 9.3
最大延長幅	40.4±11.8	43.3±8.7
伸び率 (最大延長幅/最小周径)	64.9±18.1%	66.7±13.4%
<b>2. 勃起(周径延長幅≥10mm)持続時間</b>		
最大	39.4±12.8min	43.9±14.3min
最短	10.0± 5.6	10.9± 6.5
平均	23.0± 6.9	38.3±12.0
<b>3. 勃起(周径延長幅≥10mm)頻度</b>	0.75±0.27/hour	0.70±0.26/hour
<b>4. 硬度</b>		
最大	91.4±6.8%	94.1± 5.0%
10分以上持続した最大硬度	82.9±10.1%	85.4± 8.4%

Table 2. Classification of patterns of nocturnal penile rigidity and circumferential expansion<sup>26)</sup>.

1. ①Normal episodes of rigidity and circumferential expansion. (正常)
2. Abnormal patterns
②Dissociation between tip and base. (硬度不均一)
③Uncoupling between rigidity and circumferential expansion. (硬度腫脹不一致)
④Shortened episode of rigidity. (短時間硬度)
⑤Low amplitude of rigidity. (低硬度)
⑥Flat trace: no episode of rigidity and circumferential expansion. (平低)

#### b. 陰茎腫脹の持続時間

周径が弛緩時より1cm以上伸びたときを勃起とし、1回、1回の勃起現象の持続時間について検討した。最も長い持続時間は16分から67分と各個人によってかなりの幅があったが、16名の平均値は遠位側39.4分、近位側43.9分である。最も短い持続時間は、遠位、近位ともに約10分である。全症例の平均持続時間は遠位側23.0分、近位側38.3分である。

#### c. 陰茎腫脹の頻度

睡眠中の勃起の頻度は遠位では1時間あたり0.75回、近位では1時間あたり0.70回の頻度である。すなわち1時間20分から26分の間隔で勃起が起こっている。

#### d. 陰茎の硬度

本検査法の最大のポイントである陰茎の硬度は本検査法の最大の情報である。インポテンス患者の中には十分な硬度がありながら2~3分で弛緩してしまう症

例があるため、臨床的指標としては瞬間的な最大硬度よりも、ある程度持続している硬度のほうが有用であると思われる。陰茎勃起の最短持続時間が平均で約10分であることから、10分以上持続したときの最大値についても検討した。

瞬間的な最大硬度は遠位側91.4%、近位側94.1%である。10分以上持続できる硬度は遠位側82.9%、近位側85.4%である。

#### ③異常値

以上の成績は平均年齢31歳と比較的若い年齢層のものであり、勃起不全を訴えない高齢者と同一に論じることが慎重にならざるを得ない。単純に平均値-2SDを正常下限とすると10分以上持続する硬度の正常下限は遠位側62.8%、近位側68.6%がある。この値はDacomed資料<sup>27)</sup>の正常下限値70%よりやや低値であり、その妥当性についてはさらに検討を要する。

RigiScanによる解析では夜間陰茎勃起現象は6型(正常、硬度不均一、硬度腫脹不一致、短い硬度持続時間、低硬度、平低)に分類されている(Table 2)。硬度を持続できない症例はPBI、陰茎背神経伝導速度の良好な中枢神経障害患者に多く、PBI、陰茎背神経伝導速度がともに不良な循環器系疾患患者においては勃起不全そのものを十分に発現できない低硬度型、平低型が多い傾向があるが、本邦での十分な検討はまだ行われていない。

#### ④安全性、操作性

正常者のなかにはループの締めつけによる不快感で早朝に覚醒することが時々あったが、それまでの間に解析に十分な数の勃起現象が記録されており、臨床上問題になるものではなかった。いずれの症例も計測装置の装着、作動、中断、終了方法について1回の説明を受けたが、誤操作はなかった。

## 結 語

インポテンスの診断方法のなかで血管系、神経系因子の検査法について簡単に述べるとともに最近わが国に導入されたRigiScanによる夜間陰茎硬度・周径連続測定の方法および本邦正常成人の成績について報告した。

正常成人における、夜間の陰茎勃起現象は、1時間20~25分ごとに約20~40分間生じている。勃起時の陰茎の周径の約4cm太くなり、硬さは約85%(RigiScanの硬度指標)であった。

夜間陰茎硬度・周径連続測定方法によりインポテンスの診断、とくに器質性、機能的勃起不全の鑑別は非常に信頼度の高いものになると思われる。しかしきめ

細かな治療をおこない, またその原因, 予防方法を探るためには夜間陰莖硬度・周径連続測定のみではできない。インポテンスの診断, 治療方法については精神科的評価を含め内分泌系, 循環器系, 神経系の評価, 薬剤の影響の評価など行った上, 総合的に判定すべきである。

## 文 献

- 1) Bradley WE, Timm GW, Gallagher JM, et al.: New method for continuous measurement of nocturnal penile tumescence and rigidity. *Urology* **26**: 4-9, 1985
- 2) 笠井寛司, 野村哲哉: 女性の exhibitionism が背景と思われる性交不能の1例. *Impotence* **5**: 39-50, 1990
- 3) Karacan I: Clinical value of nocturnal erection in the prognosis and diagnosis of impotence. *Med Asp Hum Sex* **4**: 27-34, 1970
- 4) Karacan I and Ilaria RL: Nocturnal penile tumescence (NPT): The phenomenon and its role in the diagnosis of impotence. *Sex Disabil* **1**: 260-271, 1978
- 5) Fisher C, Schiavi RC, Edwards A, et al.: Evaluation of Nocturnal penile tumescence in the differential diagnosis of sexual impotence. *Arch Gen Psychiat* **36**: 431-437, 1979
- 6) Marshall P, Surridge D and Delva M: The role of nocturnal penile tumescence in differentiating between organic and psychogenic impotence: The first stage of validation. *Arch Sex Behav* **10**: 1-10, 1981
- 7) Kaneko S. and Bradley WE: Evaluation of erectile dysfunction with continuous monitoring of penile rigidity. *J Urol* **136**: 1026-1029, 1986
- 8) Juenemann KP, Lue TF, Fournier Jr GR, et al.: Hemodynamics of papaverine- and phentolamine-induced penile erection. *J Urol* **136**: 158-161, 1986
- 9) Engel G, Burnham SJ and Carter MF: Penile blood pressure in the evaluation of erectile impotence. *Fertil Steril* **30**: 687-690, 1978
- 10) 川西泰夫, 木村和哲, 田村雅人, ほか: Penile brachial index の測定に関する考察. *Impotence* **3**: 1-7, 1988
- 11) 今川章夫: 陰莖海綿体血流が障害される原因. 泌尿器科医のためのインポテンス診療の戦略. pp. 13-27, 医薬ジャーナル, 大阪, 1990
- 12) 川西泰夫, 今川章夫, 香川 征, ほか: 勃起不全の診断 第7報. Dynamic cavernography. *日泌尿会誌* **78**: 1354-1360, 1987
- 13) Bradley WE, Lin JTY and Johnson BK: Measurement of the conduction velocity of the dorsal nerve of the penis. *J Urol* **131**: 1127-1129, 1984
- 14) Kaneko S and Bradley WE: Penile electrodiagnosis. Value of bulbocavernosus reflex latency versus nerve conduction velocity of the dorsal nerve of the penis in diagnosis of diabetic impotence. *J Urol* **137**: 933-935, 1987
- 15) 際本 宏, 神田英憲, 大西規夫, ほか: 陰莖背神経伝導速度の測定法. *泌尿紀要* **34**: 1007-1010, 1988
- 16) 水永光博, 金子茂男, 中條高士, ほか: 本邦成人男子における陰莖背神経伝導速度の正常値. *Impotence* **5**: 248-249, 1990
- 17) 朴 英哲, 江左篤宣, 杉山高秀, ほか: 排尿機構にかんする検討 第12報. 誘発筋電図法による球海綿体反射の検討. *日泌尿会誌* **76**: 1148-1153, 1985
- 18) Ludin HP: Electroneurography. In: *Electromyography in practice*. pp. 31-43, Thieme-Stratton, New York, 1980
- 19) 杉山高秀: 拳舉筋反射の臨床的応用. *日泌尿会誌* **80**: 1134-1140, 1989
- 20) Kaneko S, Park YC, Yachiku S, et al.: Evoked central somatosensory potentials after penile stimulation in man. *Urology* **21**: 58-59, 1983
- 21) Kaneko S, Park YC, Sugiyama T, et al.: Electrophysiologic studies of the cremasteric reflex diagnosing lumbosacral dysfunction. *Proceedings of the 3rd Joint Meeting of ICS/UDS*, pp. 119-121, Boston, 1983
- 22) Eardley I, Nagendran K, Kirby RS and Fowler CJ: A new technique for assessing the efferent innervation of the human striated urethral sphincter. *J Urol* **144**: 948-951, 1990
- 23) 景山 茂, 谷口郁夫, 田嶋尚子, ほか: 心電図 R-R 間隔の変動係数によるインポテンスの診断—糖尿病性神経障害を中心に—. *日医事新報* **2970**: 47-49, 1981
- 24) Park YC, Esa A, Sugiyama T, et al.: Sympathetic skin response: a new test to diagnose ejaculatory dysfunction. *J Urol* **139**: 539-541, 1988
- 25) Weinberg JJ and Badlani GH: Utility of RigiScan and papaverine in diagnosis of erectile impotence. *Urology* **31**: 526-529, 1988
- 26) 金子茂男, 水永光博, 宮田昌伸, ほか: 夜間陰莖勃起現象 陰莖硬度・周径連続測定法による解析. *日泌尿会誌* **81**: 1889-1895, 1990
- 27) Dacomed Corporation: RigiScan Ambulatory rigidity and tumescence system. Selected case studies. Form number 7501560486. Dacomed corp, Minneapolis, 1986

- 28) Karacan I, Salis PJ, Ware JC, et al. . Nocturnal penile tumescence and diagnosis in diabetic impotence. *Am J Psychiatry* **135**: 191-197, 1978
- 29) 金子茂男, 八竹 直, 宮田昌伸, ほか: 陰莖硬度

・周径連続測定法による本邦正常成人の夜間陰莖勃起現象の解析. *日泌尿会誌* **82**: 955-960, 1991  
(Received on March 13, 1991)  
(Accepted on April 22, 1991)