遠位部尿道括約筋 (いわゆる外尿道括約筋) の解剖学的機能的再検討

北海道大学医学部泌尿器科教室 小 柳 知 彦
(主任: 辻 一郎教授)

ANATOMICAL AND FUNCTIONAL STUDY OF THE SPHINCTER LOCATED DISTALLY IN THE URETHRA: THE EXTERNAL URETHRAL SPHINCTER REVISITED

Tomohiko Koyanagi

Department of Urology, Hokkaido University School of Medicine, Sapporo, Hokkaido

(Director: Prof. Ichiro Tsuji)

Anatomical and functional study was performed on the sphincteric system located distally in the sphincteric urethra.

1) The mechanism of urinary continence after the prostatectomy was attributed to the true external sphincter which is anatomically defined as intrinsic striated muscle of the urethra, and functions under the primary influence of α -adrenergics of the short neuron system.

2) The direct innervation of α -adrenergics to this unique striated muscle was postulated from its electromyographic response to the α -adrenergic drugs, and discussion was made on the role of catecholamine in the contraction of skeletal muscle.

3) Clinical experiences in the management of neurogenic vesical dysfunction with α -blocker and α -agonist by relaxing and constricting the external sphincter, respectively, were presented.

Plea was made to pay attention to this revised concept of the external sphincter in understanding various pathophysiology of the lower urinary tract.

緒 言

従来, 排尿障害の治療と云えば膀胱機能障害の面から主として論じられる傾向が強かつたが, 近年ようやく尿道括約筋 (以下括約筋と略す) の機能と障害の面からも考慮されるようになってきた。これも結局括約筋の解剖, 機能生理等の研究の進歩に負う所が大なのであるが, 一方でこれ等各々に依然異論が多い事も事実である。例えば, 平滑筋で構成され, 膀胱頸部・尿道近位側にあるいわゆる内尿道括約筋 (以下内括約筋と略す) が解剖学的には膀胱底部三角部筋を主体とした構築でその機能と生理も α -adrenergic に強く影響されているものである事等はほぼ定説になつてきているが, 尿道の遠位側に位置し, 骨格筋と同様横紋筋細胞で構成されているいわゆる外尿道括約筋 (以下外括約筋と略す) についてはその解剖学的・機能的定義は未だの感がある。神経因性膀胱などによる機能的排尿障害の原因が外括約

筋の弛緩不全によると思われる事は排尿時膀胱尿道撮影所見などでも度々経験する事であるがこれと排尿対策上の意義については更に検討を要する点である。又, 尿の continence を保つと云う機能上の大きな問題, 内でも前立腺摘出術後のように内括約筋機構に障害が加わつた後の括約筋機構の問題などを論ずる場合にもこの外括約筋作用を無視しては通り得ない感すらある。更に, この骨格筋構造を示す外括約筋の神経支配についても従来の定説の如く陰部神経を介した体性神経によるものか, 又は内括約筋と同様に α -adrenergic 支配によるものか, 然りだとすれば骨格筋収縮とカテコールアミンとの関係など色々と残された問題は多い。従来の下部尿路機能研究でも外括約筋部にのみ着目したものは少ないように思われるので, 以下この問題について筆者が若干の検討を行った結果を報告する。

Part I

先ず前立腺摘出術後の括約筋作用について検討を行った。

研究材料及び方法：

内括約筋作用を欠除する尿道として前立腺肥大症に対し経尿道的前立腺摘出術（以下 TURP と略す）を施行した術後の尿道を選んだ¹⁾。TURP に際しては従来通り内腺組織に相当する部分を全長全周に亘り切除するのみならず、更に前立腺尖部の近くでは前立腺の外科的被膜をも切除、更にその外側の外腺組織に相当する部分をも切除する解剖学的、且つ積極的なあるいは根治的 (radical) とも云える切除を行つた^{2) 20)}。

以後、これ等術後の尿道を、排尿時膀胱尿道撮影（以下 VCU と略す）、逆行性尿道造影（以下 RGU と略す）などのレ線学的方法と、Urethral Pressure Profile（以下 UPP と略す）による水力学的方法を用い、各種自律神経薬剤、陰部神経ブロックなどの負荷前後について検討した。以上の検査法に関する方法の詳細、薬剤の種類投与法などではすでに原著に報告した方法に準じた^{3) 4) 5)}。

対象とした患者は group I-前立腺肥大症の症状のみを呈し、その他は全く健康な老人19人と、group II-神経因性膀胱による排尿障害を改善する目的で TURP を行つた脊損患者8人（頸損2人、下位胸腰髄損傷6人）である。

又、たまたま入手可能であつた従来通りの simple TURP（内腺組織のみの切除）術後表在性浸潤癌 (carci-

noma in situ) であつたため膀胱尿道全摘除術を行つた1例の尿道を用いて解剖学的に残存括約筋構築について検討を行つた。更に脊損患者の一部で、先に述べた方法で radical TURP を行つた後、前立腺窩底部の最も遠位に位置する部分、即ち残存せる外括約筋の初まりと思われる部分の極く一部を biopsy し実際に骨格筋構造が認められるか否か検討した。

結果：

1. 膀胱造影では術後の尿の continence は group I も group II も全例尿道の遠位端で保たれていた。しかもこの際、開放したままにある前立腺窩の底部の状態は単に内腺組織のみを切除した TURP 術後の状態が漏斗状であるのに比し、全く水平なフラスコ状を呈し、あたかも膀胱底部がここまで移動してきた如き印象すら与える。排尿時前立腺窩底部は漏斗状に立ち上がり、同時に外括約筋部尿道が弛緩して排尿は進行し、終了と同時に前立腺窩底部ははじめの水平状態に復していた。

(Fig. 1)

2. UPP と RGU による continence zone の長さ（いわゆる functional urethral length, 以下 fUL と略す⁶⁾）の測定結果の比較について、RGU 上の fUL の測定は斜位像で球部尿道の最深部が急に細くなつた点より前立腺窩底部に達するまでの長さで計測したが group I で平均1.35cm (n=19, n は対象患者の実数を示す) (Fig. 2) 一方 URP より測定した fUL は平均1.30cm

Fig. 1 Radical TURP 術後 VCU

(A) 排尿前、尿道には留置カテテルが入っている。

(B) 排尿中

(C) 排尿終了時、Continence は外括約筋レベルで保持されている。

Fig. 2

($n=14$) で両者に有意の差はなかつた. group II における測定結果の比較でも同様の事が云えた.

3. 各種自律神経系薬剤及び神経ブロックが UPP に及ぼす変化と, 尿の continence の状態について.

自律神経遮断剤では α -blocker (phentolamine 10mg i.v.) が尿道の最高圧 (UPmax) を最も低下させる作用があつたが, この作用は group I (前値 UPmax 平均 32.4mmHg $\rightarrow$ α -blocker 投与後平均値 21.8mmHg, $n=14$) でも group II (前値平均 23.2mmHg $\rightarrow$ 15.4mmHg, $n=8$) の何れでも観察できた. group II で尿失禁が増悪する事は当然と思われたが, group I の 17 症例でも, 特に術直後のもの ($n=6$) では α -blocker 投与後 stress incontinence が見られ, 又排尿の急激な途絶も思うにまかせない状態となつたがいずれも 24 時間以内には自然消失した.

陰部神経ブロックの影響は group I のみにて検討したが, UPmax を低下させる作用は α -blocker ほどではないが認められた (前値平均 37.2mmHg $\rightarrow$ 後値 29mmHg, $n=5$), しかしいずれの場合も stress incontinence は見られず, ただ排尿の急激な途絶のみが不能となつた.

Fig. 3 神経因性膀胱患者の radical TURP 術後の UPP. カテーテルの引き抜きは 1 カ所の圧が安定化するのを確認するまで可及的に移動させない手動式とした⁴⁾ため α -agonist (エホチール 4 mg i.v.) 投与前後で尿道長径に一見大差あるように見えるが, 実はいずれも 1.2cm であつた. しかし尿道最高圧は明らかに投与後上昇が見られた (28mmHg $\rightarrow$ 40mmHg)

Fig. 4 Simple TURP 術後の尿道標本

- (1) Rhabdosphincter
- (2) The most distal edge where radical TURP stops
- (3) Outer prostate gland
- (4) Surgical capsule and residuum of inner prostate gland
- (5) Ejaculatory duct
- (6) Prostatic fossa

副交感神経遮断剤 (group I, n=5, group II, n=2), 及び β 遮断剤 (group I, II 各々 n=1) は何れも UPP 上にも, continence の状態にも影響がなかった。

各種自律神経系刺激剤では, α -刺激剤に対する反応にのみ group I の尿道と group II の尿道で明らかな差を認めた。即ち group II の尿道は α -刺激剤投与後平均 12.4mmHg (前値平均 UPmax 23.2mmHg→後値平均 35.6mmHg, n=8) もの UPmax の上昇を示した (Fig. 3) のに group I の尿道は殆んど変化を示さなかった。

(前値平均 UPmax 35.3mmHg→後値平均 36.6mmHg, n=3)

副交感神経刺激剤では group I で全く変化なく (n=4), group II で 4 例中 1 例のみが 10mmHg の UPmax の上昇を見た。

β 刺激剤は group I (n=1), II (n=2) 何れでも何ら UPmax に変化を及ぼさなかった。

4. 図 (Fig. 4) は simple TURP 術後全摘を施行した尿道の標本であるが, 先に述べた理由から未だ切除されていない前立腺尖部の外科的被膜, 及び外腺組織が含まれていて, 今回筆者が意識的に施行した anatomical, あるいは aggressive な TURP 術後の尿道とは異なる。しかし, 外腺組織の外下方より, 前立腺窩遠位部の残存尿道約 1cm 長の周囲を取り囲む筋構築を認め, その個々の細胞は横紋筋構造を示し, 丁度サドル状に前上方へ延長し, 前立腺窩前壁, 即ち残存の多科的被膜の前壁の略中央部まで到達している。以上の横紋筋細胞の排列分

布は筆者がすでに rhabdosphincter¹⁾⁴⁾ とした尿道固有の横紋筋構造そのものと良く一致した。又, (Fig. 5) は TURP 術後前立腺尖部に近い 3 時の部分の biopsy 標本であるが, まぎれもなく横紋筋であり, この事は Part I で対象とした残存括約筋が何れも外括約筋そのものである事を解剖学的に裏付けた。

Part II

Part I では内括約筋機能を欠く尿道の機能は前立腺窩底部の遠位にあつて約 1cm 長の長さしかないいわゆる外括約筋部で営まれている事, しかもこの外括約筋は筋構築的には他の骨格筋と同様横紋筋細胞で構成されているが, その機能は陰部神経支配と同時に交感神経系, 内でも α -adrenergic に強く影響されている事を伺わせる結果を得たわけである。この点を更に括約筋筋電図を用いて検討を行った。

対象及び方法:

被検者は胸髄 (Th₁₀) 脊損受傷後 6 カ月目の 32 歳男子で, 反射性神経因性膀胱の状態になり, 排尿時強度の括約筋痙攣, いわゆる detrusor-sphincter dyssynergia を呈するため排尿効率が極めて悪かつた症例である。この患者の外括約筋を筋電計を用いて, (1) 膀胱空虚安静時, (2) 陰茎海绵体反射誘発時, (3) 膀胱充滿下で膀胱の反射性収縮が見られた時, (4) 排尿時の各々で検討を行った後, これをコントロールとして次に, α -遮断剤, (phentolamine 10mg, i.v.) 副交感刺激剤 (bethanechol 2.5mg s.c.), α -刺激剤 (ethylphenyle-

Fig. 5 Radical TURP 術後残存括約筋近位端部の試切標本, H.E. 染色, 200×

Fig. 6 EMG of external urethral sphincter

phrine 4mg i.v.) を日を換えて投与各々の薬剤投与が外括約筋の筋電図上に及ぼす変化について検討した。

筋電計はモジュール式筋電計 MS 6 (Medelec Ltd (英)) で電極は外括約筋に撰択的に穿刺すべく 8cm の長針を用いた。まず直腸へ示指を入れ、前立腺尖部を触診後示指をガイドに電極針を陰のうの後で肛門との丁度中間位の正中線上の皮フを貫通させ直接外括約筋部の後面へ向かつて穿刺し、一旦尿道腔内へ電極針が出た事を内視鏡にて確認した後、目的の外括約筋内へ引き戻して固定させた。

結果：

コントロール時可成りの活動電位を示していた外括約筋は遮断剤投与にてその作用を著明に弱められた。この傾向は(1)～(4)何れの相でも見られたが、特に陰茎海绵体刺激時の反射性外括約筋収縮時の活動電位が低下した事、又、排尿時ほぼ正常人と同様に外括約筋部は電氣的にサイレントに近い状態となつた事が注目された。(Fig. 6)

一方副交感神経刺激剤、及び α -刺激剤は何れも外括約筋の活動を(イ)～(ニ)どの相においても亢進させた。

Part III

以上のデータは尿道の遠位端部、即ち外括約筋部には

α -adrenergic 支配が関与した骨格筋構造が存在する事を示唆する由であるが、この項では機能的排尿障害(いわゆる排尿困難 failure of bladder emptying か、尿失禁 failure of holding urine)を有する神経因性膀胱の患者に α -作動性薬物を用いて実際に治療して検討してみた。

対象と方法：

α 遮断剤による治療群、受傷後12週以上経過した慢性期の脊損患者で、いずれも VCU 上、内括約筋は十分に弛緩しているのに外括約筋部は弛緩不全を示し、これが排尿困難の原因と考えられた患者7名(いわゆる下部損傷患者5名上位損傷患者2名)を対象とした。先ずレジチン(phentolamine) 10mg 静注後該部が弛緩する事を確認後、その翌日より経口的に POB (phenoxy benzamine), 10mg を1日3回服用させた。排尿状態の改善は残尿率(残尿量/膀胱容量 $\times$ 100)の比較検討で行った。又、 α 遮断剤の外括約筋部への直接作用を更に裏付ける目的で、先の radical TURP 術後も一時的に排尿困難が改善しなかつた脊損者3名に対しても同様に POB 投与を行つて検討してみた。

α 刺激剤による治療群、尿失禁の原因が利尿筋の hyperreflexia による urge タイプのものでもなく、残尿が多いための paradoxical, over flow タイプのものでもないもので一時的に括約筋の緊張不全が与つている stress

タイプの尿失禁を示す19名の神経因性膀胱を対象とした。の中には排尿効率の改善を目的として TURP 術を行つた後²⁰一過性の尿失禁をきたしたものの3名が含まれている。α刺激剤としてエホテル (ethylphenylephrine) 10mg 1日3回経口投与、又は L-dopa 500mg 1日3回投与を行つた。効果判定は自覚症状の改善即ち腹圧加重時の尿失禁軽減の程度や、continence を維持出来る時間的間隔の延長などを指標として有効、無効の判定を行つた。有効例では continence が括約筋のどのレベルで保持されているか膀胱造影にて線的に確認した。

結果：

α遮断剤による排尿効率の改善。(Fig. 7)に結果を示した。VUC 上外括約筋弛緩不全がありα遮断剤でその弛緩が得られる事を確認出来た症例はいずれも POB 治療後残尿率に改善が見られた。この事は下位損傷群の5名 (Fig. 7 で●—●にて示す)のみならず先に (Fig. 6)にて示したように detrusor-sphincter dyssynergia の著しかった上位損傷患者の2名 (○—○)にも有効であった

Fig. 7 α遮断剤 (POB) による排尿効率の改善 (●—●下位脊損, ○—○上位脊損, ×—× radical TURP 術後脊損)

(Fig. 8). 更に radical TURP 術後で、機能的にも解剖学的にも外括約筋尿道のみを有する脊損患者3名 (×—×)でも同じく POB 投与にて排尿効率の改善が見られた事は注目値する。

Fig. 8 α遮断剤 (POB) 投与前外括約筋部は弛緩せずにいたのが (A), 投与後弛緩し (B), 排尿困難は改善された。

8 A

8 B

Fig. 9 腹圧負荷時の膀胱造影. 尿の continence は外括約筋レベル (→印) で保たれていた.

エホテールによる尿失禁の治療成績. 高血圧のため治療対象より除外した2名を除き17名に試し, その内13名 (post TURP 例3名を含む) に有効, 残り4名では無効であった. この中には 前に外括約筋切開術が施行されていた1名が含まれている.

L-dopa 治療を試みた11名では8名に有効, 2名にやや有効, 1名では全く無効であった. なおこれらの治療成績の一部は別に報告済みである¹⁸⁾. 有効例の膀胱造影ではいずれも外括約筋レベルで尿の continence が保持されている事が確認された (Fig. 9)

考 按

尿道括約筋をその構造上の相違から平滑筋構造を示し尿道近位側にある内括約筋と, 横紋筋構造を示し遠位側に位置する外括約筋とに区別した考え方は従来より一般的である. この際これまで尿道の外括約筋とされた部分は括約筋の本来の機能上二次的な役割しかないと考えられていた. それは骨格筋であるこの括約筋を筋弛緩剤あるいは陰部神経ブロックなどでその機能を麻痺させても尿を無意識下で失禁する事なく貯留させる機能 (い

ゆる passive continence) や, 排尿に際しては弛緩スムーズにその進行を開始持続させる事に全く障害がないためであつて, それ故内括約筋こそが括約筋機能上最も大切な部分であり骨格筋である外括約筋は単に意識的に尿失禁を防止する (いわゆる active continence) ためとか, あるいは排尿の途中で急激に尿線の中絶する場合にのみその機能を発揮するものでその意味から括約筋の本来の機能上は二次的意義しか認められていなかったわけである. しかしその後尿道の解剖が再検討されるにつれ, 骨盤底を構成しつつ一部尿道を周囲より囲んでいる肛門挙筋等に代表される骨格筋, 即ちこれが従来外括約筋とされた構造であるが, これとは全く別に尿道の固有の骨格筋構造がある事が判り, このものと括約筋機能との関係が注目されるようになってきた¹⁹⁾. 筆者はすでにこれを rhabdosphincter として報告し, その後の解剖学的, 機能的検討からこの括約筋こそが機能上最も大切な本来の外括約筋であるとした¹⁾.

前立腺摘出術後の尿の continence 保持機構の問題については原著¹⁾に譲るが, 術後の尿道の解剖 (Fig. 4) からも推し測れる如く前立腺切除後, しかも筆者が行っている如き前立腺尖部に近い所の外科的被膜を越え, その外側の前立腺外腺部をも切除する radical TURP 術後の尿の continence の機序はこの外括約筋作用を考慮しなくては全く理解し難いはずである.

この外括約筋部の尿道圧が陰部神経ブロックよりも α 遮断剤にてより強く下降した事実は己に体性, 副交感, 交感の三重神経支配下にあるとされる外括約筋部で⁶⁾, 特に交感神経支配の関与が強い事を示唆するものと思われる. 一方神経因性膀胱のように副交感神経損傷が加わつた (即ち parasympathetically denervated の) 膀胱の尿道, しかもその外括約筋部尿道が交感神経系の伝達物質に類似した薬物 (エホテール) に supersensitive な反応を示した事 (Fig. 3) は古典的な下部尿路の生理学的概念では理解し難い筈である. 紙面の関係上詳細は原著を参照していただくにしても, 今日では括約筋尿道は α -receptor を介して short (postganglionic) adrenergic neuron に (いわゆる SAN) で支配されており, この SAN の作用は副交感神経節から SAN の神経節ヘシナプス結合を示すニューロン, 即ち parasympathetic postganglionic synapse で規制されていると考えられている⁷⁾. しかるに parasympathetic denervation が加わると SAN への抑制が消失し SAN の活動は活発となり尿道の α -receptors はその agonistic な薬物に対し感受性を増すものと考え

られている⁵⁾。この特異な神経支配形式と denervation に対する反応の様子は内括約筋にも外括約筋にも共通した点である⁹⁾。以上を含めれば Part I にて神経因性膀胱の尿道 (group II) のみが α -刺激剤投与に対し supersensitivity の反応を示した事も納得が行く筈である。他の副交感神経刺激剤、 β -刺激剤では supersensitive な反応が見られなかつた事と合わせ、外括約筋部の機能にはやはり α -adrenergic が最も強い影響を与えているであろう事が伺える。

勿論如何に筆者が anatomical に、radical に、TURP を行つたとしても、Part I にて示した α -adrenergics の尿道遠位端部における作用は外括約筋 (骨格筋) への直接作用によるものでなく、そこに残存せる平滑筋成分を介したものであると云う反論も有り得る。しかし、Part I で示した残存括約筋の biopsy 結果、及びその部分へ直接電極を穿刺してその活動を筋電計を用いて検討した結果を見ても判るように残存括約筋は外括約筋そのものであり、そこから記録された活動電位も骨格筋そのものに由来するものであつた。しかもこの骨格筋の活動電位は α -遮断剤にて著しくその活動を弱められた。同様の所見は Nanninga 等⁹⁾ によつても報告されているが、これ等のデータは上記の反論に抗するものである。従来交感神経枝は骨格筋へ直接分布しているとは考えられていないで、例えば交感神経刺激時に見られる骨格筋の収縮等はカテコールアミンの筋細胞への直接作用と云うよりはむしろ骨格筋内の血管床の変化、及びそこから筋線維へ放出されたカテコールアミンの間接作用によるとされていた。しかしその後骨格筋収縮とカテコールアミンとの関係は一層明確にされ、今日その作用は血管床とは独立して筋細胞へ直接働いているとされている¹⁰⁾。しかるに骨格筋収縮と関係する筋細胞内のカテコールアミン受容体は β -受容体であるとされ、実際 Parkinson 氏病、あるいは idiopathic tremor などで問題にされているように、その生理的意義も盛んに議論されている。一方哺乳動物で α -受容体を介する骨格筋収縮とカテコールアミンとの関係については横隔膜 (ねずみ) と上眼瞼直筋 (猫) において已にその意義が認められている。人の骨格筋収縮とカテコールアミンとの関係では已に述べたように β -受容体を介し、且ついわゆる “slow contracting, red, thick muscles” に於て大きな生理的役割を認められていても α -受容体を介するものに関してはさ程ではないようである。しかし今回のデータは人の外括約筋作用には α -adrenergic が強く影響している事を示

したものであり、特に denervation されたこの部の尿道が β -agonist ではなく α -agonist に対して supersensitive な反応を示した事などは人の外括約筋部の骨格筋は機能的にも他の部の骨格筋とは異なる特異な筋構築である事を示唆しているのではなからうか。実際この部の骨格筋は電気生理的にも “readily contracting, pale, thin muscles” の特徴を示すとされ¹¹⁾。 β -受容体を介する収縮作用が認められている他の部の骨格筋とは性質を異にするようである。この際カテコールアミンの作用が猫の上眼瞼直筋の場合のように¹²⁾括約筋の筋細胞の α -受容体そのものを介する直接的なものか、又は尿道の α -adrenergic に対する supersensitivity 反応がアトロピン類似物質の前処置後も引き続き見られる事実⁵⁾⁸⁾等から推察されるように神経筋接合部におけるアセチルコリンの放出と関係する機序を介するのかは将来の検討を要する。いずれにしても α -adrenergic が人の外括約筋の筋収縮に深く関与している事はほぼ間違いないと思われる。

最後にこの事実とその臨床的意義についていささか考察してみたい。神経因性膀胱における排尿障害の原因には多種あり、詳細は他に譲るが最近この問題と括約筋機能との関係が注目されてきている¹³⁾。たとえばいわゆる弛緩性麻痺例で骨盤底諸筋が全て弛緩しているのに尿線が外括約筋部で途絶し易い事や¹⁴⁾、痙性麻痺の反射性膀胱などに見られる detrusor-sphincter dyssynergia などはその好例である。いずれの場合も尿道の遠位端、即ち “外括約筋部” が機能的狭窄になつてしているとされ、その一因としてこの部の交感神経の作用が亢進した結果ではなからうかと考えられている¹⁵⁾¹⁶⁾。ただこの際、実際に収縮に与っている筋成分は外括約筋部の平滑筋線維であるとしこの部に固有の骨格筋の作用については言及されていない。筆者は Part I, Part II に示した理由からむしろ外括約筋部の骨格筋そのものに α -adrenergic の支配を認め、種々の排尿障害の病因もこの概念を十分に把握した上で対処すべきものと考えている。Parasympathetic denervation を受けた神経因性膀胱の尿道は α -adrenergic に対し supersensitive に反応しその緊張を亢進する⁵⁾。この事と、膀胱伸展時に局所的カテコールアミンの分泌が亢進する事実¹⁷⁾とを考え合わせた時、神経因性膀胱の排尿障害の病因は1つは括約筋尿道しかもその内特に遠位部にある外括約筋がカテコールアミンによつて supersensitive に反応しその activity を異常に亢進させている事と深く関係があると考えられる。Part III に

ける排尿困難症例に対する α -遮断剤 (POB) による治療成績はこれを裏付けるものであるし、同じく神経因性膀胱患者の尿失禁の α -agonist による治療成績¹⁸⁾からも同じ事が云えるのではなからうか。いずれにしろ外括約筋部は排尿困難、尿失禁などの排尿障害に関係して最も問題になる部分である。この外括約筋部が尿道固有の骨格筋で構成され、その作用がいわゆる体性の運動神経 (陰部神経) よりもむしろ α -adrenergic に強く影響された括約筋機能上最も大切な部分である事を示したわけであるが、種々の排尿異常の問題と関連して括約筋へ向けられつつある関心も以上の点を十分に理解した上で更に検討されて行くべきものと考えらる。

まとめ

尿道の外括約筋について解剖学的、機能的再検討を行った。

1) 前立腺肥大症術後の尿道の解剖学的検討から (イ) 外括約筋は尿道に固有の骨格筋である事、又その機能的検討、特に陰部神経ブロック、自律神経系薬物 (α 、及び β -adrenergics、及び parasympathetics) に対する反応の相異を比較検討した結果から (ロ) この外括約筋の作用は α -adrenergic に強く影響されている事を示した (Part I)。

2) 更に外括約筋への α -adrenergic 作用は骨格筋への直接作用である事を筋電図上の所見から示し、骨格筋収縮とカテコールアミンの関係について文献的考察を加えて論じた (Part II)。

3) 最後に外括約筋部の機能的障害が原因と見られる種々の排尿異常において α -adrenergics を用いて治療を行つた成績を示し外括約筋の機能と生理の正確な把握が排尿異常の臨床上不可欠である事を強調した (Part III)。

(稿を終るにあたり御校閲下さった辻一郎教授に深く感謝致します。)

文 献

- 1) Koyanagi, T. and Tsuji, I.: The mechanism of urinary continence after prostatectomy. *Urol. Int.*, **32**, 353—367, 1977.
- 2) Silber, S.J.: Chronic prostatitis and radical transurethral prostatectomy. In: *Transurethral resection*, by Silber, S.J. and Nesbit, R.M., New York, Appleton-Century-Crofts, chapter 7, p. 133, 1977.
- 3) 小柳知彦: 排尿時撮影法の診断的意義について. *日泌尿会誌*, **65**, 29—43, 1974.
- 4) 小柳知彦: 尿道括約筋機構の urethral pressure profile による研究. *日泌尿会誌*, **66**, 632—

- 655, 1975.
- 5) 小柳知彦: 神経因性膀胱における尿道の denervation supersensitivity 反応. *日泌尿会誌*, **69**, 893—901, 1978.
- 6) Elbadawi, A. and Schenk, E.A.: A new theory of the innervation of bladder musculature. 4. Innervation of vesicourethral junction and external urethral sphincter. *J. Urol.*, **111**, 613—615, 1974.
- 7) Idem: A new theory of innervation of bladder musculature. Part 3. Postganglionic synapses in ureterovesicourethral autonomic pathway. *J. Urol.*, **105**, 372—374, 1971.
- 8) Koyanagi, T.: Further observation on the denervation supersensitivity of the urethra of chronic neurogenic bladder. *J. Urol.*, in press.
- 9) Nanninga, J.B., Kaplan, P. and Lal, S.: Effect of phentolamine on perineal muscle EMG activity in paraplegia. *Brit. J. Urol.*, **49**, 537—539, 1977.
- 10) Bowman, W.C. and Nott, M.W.: Action of sympathomimetic amines and their antagonists on skeletal muscle. *Pharmacol. Reviews*, **21**, 27—72, 1969.
- 11) Bowen, J.M., Timm, G.W. and Bradley, W.E.: Some contractile and electrophysiologic properties of the periurethral striated muscle of the cat. *Invest. Urol.*, **13**, 327—330, 1976.
- 12) Eakins, K.E. and Katz, R.L.: The effects of sympathetic stimulation and epinephrine on the superior rectus muscle of the cat. *J. Pharmacol. & Exper. Therap.*, **157**, 524—531, 1967.
- 13) 小柳知彦: 脊損者における TUR と外尿道括約筋切開術. *臨泌*, **31**, 950—954, 1977.
- 14) Abel, B.J., Gibbon, N.O.K., Jameson, R.M. and Krishnan, K.R.: The neuropathic urethra. *Lancet*, **2**, 1229—1230, 1974.
- 15) Awad, S.A. and Downie, J.W.: Sympathetic dyssynergia in the region of the external sphincter: A possible source of lower urinary tract obstruction. *J. Urol.*, **118**, 636—640, 1977.
- 16) Gibbon, N.O.K.: Neuropathic urethra. *Brit. J. Urol.*, **50**, 72, 1978.
- 17) Gilmore, N.J. and Vane, J.R.: Hormones released into the circulation when the urinary bladder of the anesthetised dog is distended. *Clin. Science*, **41**, 69—83.
- 18) 小柳知彦, 辻 一郎: 下部尿路の括約筋機構における交感神経系の役割. *青森県立中央病院医誌*, **21**, 287—296, 1976.

- 19) Gosling, J.A. and Dixon, J.S.: The structure and innervation of the external urethral sphincter. Proc. I.C. Portorex, 1977, from Raz, S.: Pathophysiology of male incontinence, Urol. Clin. N. Amer., **5**, 295, 1978.
- 20) 小柳知彦, 徳中荘平, 辻 一郎: 男子神経因性膀胱の排尿障害治療における解剖学的且つ積極的な経尿道的前立腺切除術の経験. 臨泌, **33**, 173, 1979.

(1978年12月11日受付)