男子後部尿道筋の構造と分化についての発生学的検討

北海道大学泌尿器科学教室 松 野 正
(主任: 辻 一郎教授)MUSCULAR STRUCTURE AND DEVELOPMENT OF THE MALE
POSTERIOR URETHRA

Tadashi Matsuno

Department of Urology, School of Medicine, Hokkaido University
(Director: Prof. Ichiro Tsuji)

The development of muscular structure of the male posterior urethra was histologically investigated serially in 5 fetuses (from 7th to 17th fetal week). The muscle structure of the male posterior urethra can be arbitrarily divided into three parts, (1) muscles of trigone and bladder neck (2) stroma of the prostate and (3) muscles in the region of the external urethral sphincter (i.e. striated urethral muscle and inframontane circular smooth muscle). Striated muscle of the urethra, which differs distinctly from other somatic striated muscles in its morphological and functional aspects, is recognizable at 8th week. They start to develop in the anterior wall of the urethra as a dense cellular accumulation, which eventually extend caudolaterally to form a horse shoe shape appearance. Striation of this muscle, however, is not noticeable until 12th week. Inframontane smooth muscle starts its differentiation between 9th and 11th week, running circularly inside of the striated urethral muscle. There is no distinct fascial plane between these two muscles which are clearly distinguishable by individual morphological difference, and instead they are intermingling each other in this area. Prostatic bud arises at 14th week and grows into prostatic mesenchyme. Following interaction between the buds and mesenchyme, prostatic smooth muscle is recognizable at 17th week around which time trigonal muscle starts its differentiation. From these observations we surmised that primitive vesical function such as emptying and holding its load must be obtained at around 8th week or 12th week at latest. Muscular development of the upper and lower urinary tract is outlined at each embryologic stage. Disturbance of this orderly process is inferred to breed various congenital urological diseases by disturbing urine transport and micturition which are deemed to be one of the essential stimulus for the development.

要旨: 胎生7~17週の男性胎児の後部尿道筋の構造と分化について組織形態学的検討を行つた。男子後部尿道筋構築の主要部分は機能解剖学的立場から, (1) 三角部および膀胱頸部の筋群, (2) 前立腺, (3) 尿道外括約筋部の筋群の三つに分けられた。尿道において最も早く発生する筋は尿道横紋筋で8週に分化を開始し12週では明らかな横紋を認める。尿道横紋筋は後部尿道前面を厚く覆い, 側面では後下方へ斜走し, 前立腺部では後方で交わらず, 膜様部では尿道全周をつつんで陰茎海綿体起始部付近まで続いている。精丘下輪状平滑筋は9~11週の間に分化を開始し, 尿道横紋筋の内側を一部ではこれと混在するように發育してゆき, 走向も類似している。前立腺芽は14週に発生するが, 前立腺平滑筋は17週になつてから分化しはじめる。これらの組織学的所見から, 胎生期における排尿(尿の膀胱内貯留)は8週頃か遅くとも12週までには開始されているものと推測される。上部および下部尿路筋の一連の發育経過における異常が先天性尿路疾患の成立の一因となり得る可能性について論じた。

はじめに

尿道の筋構造および機能については今なお諸家の意見
に対立がある。また胎生期における下部尿路の筋形成と

排尿状態に関する研究は従来あまりなされていない。前
報¹⁾にて筆者は尿管膀胱接合部とその周辺の各種先天性
異常(先天性膀胱憩室, 膀胱尿管逆流, 尿管瘤, 異所開口

尿管, 巨大尿管症等)の成立に尿管および膀胱の発生学的事項, 特に平滑筋の分化段階が大きく係わっているのではないかと述べたが, 一方尿路内腔を流れる尿の動態もこれら諸疾患の成立と関係して無視することはできないものと思われる。即ち, 胎生期の下部尿路の機能・排尿状態は先天性尿路諸疾患の成立を考えてゆくためには是非再検討しておかなくてはならない課題と考えられる。まずその第一段階として, ヒト男性胎児の後部尿道筋について組織形態学的検討を行った成績を述べるとともに, 前報の尿管, 膀胱平滑筋の分化と対比しながら胎生期の下部尿路機能について若干の考察を加えてみたい。

対 象

頭尾長径 (crown rump length 以下 CRL と略す) 測定可能で, なおかつ性腺が睾丸であると識別された胎児 5 例 (胎生 7 週～17 週) の後部尿道について, ヘマトキシリン・エオシン染色とマツソン・トリクローム染色により観察を行った。CRL による胎児の在胎期間の算定は, 前報と同様に Van Wagenen らの Embryology of the ovary and testis²⁾ によつた。

結 果

CRL 27mm (7 週) : 膀胱利尿筋 (膀胱排尿筋) が膀胱頂部よりすでに分化をはじめているが, 尿道においてはまだ全く筋の分化を認めない。しかし後部尿道の前後壁に比較的細胞密度の高い部分が認められ, ここは後に尿道横紋筋が分化してくる部位に一致している (図 1)。

CRL 40mm (8 週) : 腹壁および骨盤底の横紋筋はすでに分化している。一方尿道では, 7 週において細胞密度の比較的高かつた後部尿道の前面から斜め下方に尿道を馬蹄状に包む形で未熟な筋細胞が認められるようになる。これらの細胞の胞体はマツソン・トリクローム染色で不十分ながら染色性を獲得しているが, 明らかな横紋は未だ認めることはできない (図 2)。

CRL 65mm (12 週) : 上部尿路では上位尿管筋が分化しはじめる。後部尿道の前面を横走したのち, その側面を斜め下方に走行する筋細胞の集団がより顕著となり, これには明らかな横紋が認められる。なおこの尿道側面を走る横紋筋細胞群は前立腺の後方では交叉しない。このように後部尿道を馬蹄状に包む横紋筋は骨盤底の横紋筋からは明らかに独立した尿道固有の内因性尿道横紋筋 (intrinsic striated urethral muscle) である。その内側には輪走する平滑筋細胞が散在性に, かつ一部はその横紋筋と混在しつつ分化を開始している。この段階の前立腺部は均一な細胞の集団であり, 未だ明らかな腺

構造を認めることはできない (図 3, 4)。

CRL 115mm (16 週) : 尿道横紋筋は前面で特にその厚さを増し, 走向は更に明確となる。即ち, 前立腺部では後方で交叉しないが, 膜様部では尿道全周を包みながら陰茎海綿体起始部の高さまで続いている。尿道横紋筋の筋線維の太さは骨盤底の横紋筋のそれに比べ明らかに細く, 顕微鏡下で容易に区別できる。尿道横紋筋の内側を尿道を囲んで輪走する平滑筋は集簇してきて, はつきりと尿道横紋筋と区別できるようになる。この平滑筋は尿道の後面では精丘の下限を越えることがなく, 走向は尿道横紋筋の走向に比較的良好に対応している。これが精丘下輪状平滑筋 (inframontane circular smooth muscle) である。前立腺部では数カ所で前立腺芽が前立腺間葉の中に伸びているのが観察される (図 5)。

CRL 125mm (17 週) : 精丘下輪状平滑筋は更に集簇してはつきりとした筋束を形成する。その走向は尿道に垂直ではなく, 前面から後面に向かい斜め下方に走る。また精丘下輪状平滑筋の内側に断続的に縦走する平滑筋を認めるようになる (prostatourethral fibers)。尿道横紋筋と平滑筋は形態学的に細胞レベルで明らかに区別されるが, 両者を境する筋膜などの構造はない。一方, 前立腺の後および側方ではその表面をつつむように膀胱の後外縦走筋が後上方から前下方へ扇状に伸びてきている。前立腺部では前立腺芽はその数を増し分岐をしているが, 前立腺上皮の発達の度合に比べ前立腺間質の発達は未だ未熟で, 淡い筋細胞の分化がかるうじて認められる程度である。三角部から膀胱頸部の筋群も分化をはじめているが, 前立腺平滑筋の分化と同様に未熟であり, 走向および構築については明らかではない (図 6, 7, 8)。

表 1 尿路各筋の分化の時期的経過

胎生 4～5 週 : 中腎尿の分泌開始
7 週 : 膀胱利尿筋の分化
8 週 : 後腎尿の分泌開始
尿道横紋筋の分化
9～11 週 : superficial periureteral sheath の分化
精丘下輪状平滑筋の分化
12 週 : 上位尿管筋の分化
14 週 : 前立腺芽の発生
16 週 : deep periureteral sheath の分化
膀胱壁内尿管筋の分化
17 週 : 三角部筋の分化
前立腺平滑筋の分化

1. 写真は全てマッソン・トリクローム染色標本である。2. 矢状断面図の場合前方を→Aで示す。3. 記号の説明
 PU:後部尿道 AU:前部尿道 R:直腸 V:膀胱 P:恥骨 ED:射精管 PB:前立腺芽
 ST:尿道横紋筋 SM:精丘下輪状平滑筋 OL:膀胱外縦走筋層

図1 CRL 27mm (7週): 矢状断面, 後部尿道の前面に細胞密度の高い部(太い矢印)を認める。

図2 CRL 40mm (8週): 後部尿道側面の矢状断面, 尿道を馬蹄状に包む未熟な筋細胞(太い矢印)を認める。

図3 CRL 65mm (12週): 後部尿道前壁の前額断面, 横走する筋細胞(ST)を認める。

図4 図3の横走する筋線維に強拡大にて横紋を認める。

図5 CRL 115mm (16週): 後部尿道の矢状断面, 前立腺芽(PB)を認める. 尿道横紋筋(ST)と精丘下輪状平滑筋(SM)の走向がはっきりしてくる.

図6 CRL 125mm (17週): 後部尿道側面の矢状断面, 精丘下輪状平滑筋(SM)の走向がよくわかる.

図7 図6より更に外側の矢状断面, 尿道横紋筋(ST)の走向がよくわかる.

図8 図7より更に外側の矢状断面, 膀胱の外縦走筋層(OL)が扇状に延びてきている.

考 察

男子後部尿道の筋構築とその機能については今なお議論の多いところであるが、今回の検討も併わせて機能解剖学的見地からこれを整理してみると、主要部分は次の三つに分けられる。即ち(1) 三角部および膀胱頸部の筋群(2) 前立腺、(3) 尿道外括約筋部の筋群である(図9)。この他にも後部尿道の最表層をつつむ膀胱外縦走筋層の延長と、尿道粘膜下の平滑筋群が存在するが、量的にも機能的にも先の三つの主要部分に匹敵する

図9 男子後部尿道を中心とした模式図

ものとは考えられない。男子後部尿道の主機能は射精に関するものを除けば、排尿と尿の continence の維持である。X線学的観察では、排尿開始前に内尿道口を中心にはぼ水平にあつた膀胱底部は、排尿開始と同時に次第に漏斗状に下降し、その進行とともに管状となつてゆくが、排尿の終了時には再び水平にもどっている³⁾。以上の経過の成立には膀胱底部を形成する三角部と膀胱頸部の筋群のみならず、前立腺部や尿道外括約筋部の筋群が統合されて関与しているものと思われる⁴⁾。従来尿道の括約筋の構築と機能に関しては数多くの研究があり、現在なお異論も多い⁵⁾⁶⁾。ちなみに Hutch⁷⁾ は括約筋として、膀胱頸部の平滑筋性の内括約筋と、尿生殖隔膜部の横紋筋性の外括約筋を規定している。一方、最近は神経

薬理学的解析から尿道括約筋が交感、副交感、体性神経の三重支配を受けていること⁸⁾、更には特に男子の尿道の括約筋機構としての尿道外括約筋の優位性が主張されるようになってきている⁹⁾。

1. 三角部および膀胱頸部の筋群

三角部は位置的には膀胱底部の一部を構成するが、機能解剖学的観点からみるとむしろ後部尿道と関係が深い。Dröes¹⁰⁾ は三角部を(1) vesical trigone, (2) trigonal ring, (3) trigonal tissue に分け、(3)は男子においては扇状に前立腺に入りこんでゆく述べている。膀胱頸部は膀胱を尿道を境する部位であるが、この部の筋構造については議論が多い。まず第一に、膀胱平滑筋と尿道平滑筋が連続しているとする説¹¹⁾と、それを否定する説¹²⁾との対立がある。筆者の検討では、膀胱平滑筋は CRL 125mm ではほぼ完成されているのに精阜上の尿道平滑筋はまだ分化しておらず、少くともこの段階では膀胱の平滑筋が連続的に尿道にのびてきているという所見は得られなかつた。次に膀胱頸部の筋構築については、従来は前面から馬蹄状につつむ detrusor loop と三角部からの trigonal loop が重なり合つて環状の括約筋機構をなすという説¹³⁾が支配的であつたが、trigonal ring という意見¹⁰⁾もあり、また最近は膀胱頸部の後壁は三角部とは別の posterior circular muscle of bladder neck により支持されているという報告¹⁴⁾がなされているほどである。今回の検討は三角部筋の分化が始まる17週までであるため、この点に関する意見を述べるのに十分な所見を得ることはできなかつた。三角部筋の分化は膀胱利尿筋や上位尿管筋の分化より明らかに遅れている。Dröes¹⁰⁾ は CRL 60mm で膀胱利尿筋の線維が、CRL 110~200mm の間に三角部筋が認められるようになると述べている。筆者の検討では膀胱利尿筋の分化は更に早く CRL 27mm でみられ、三角部筋の分化の開始は CRL 125mm であつた。なお教科書的に膀胱利尿筋の分化の開始は CRL 23~28mm とされている¹⁵⁾。

2. 前立腺

前立腺の区域分類にも従来色々な説がある。McNeal¹⁷⁾¹⁸⁾ は前立腺の腺性の部分(functioning glandular prostate)を大きく central zone と peripheral zone に分け各々の解剖学的領域と所属前立腺管の開口部位の相異に加えて、二者の腺房およびその上皮に組織学的相異点があることを述べている。前立腺の腺房と腺房の間には平滑筋に富む間質がある。胎生期の前立腺は前立腺部の間葉系組織の中に前立腺芽が伸び分岐してゆくことによ

り形成されてゆく、筆者は CRL 65mm (12週) で前立腺芽を認めず、CRL 115mm (16週) でそれを認めており、この間に前立腺芽が発生することは確かである。Oelrich¹⁸⁾ は CRL 94mm で最初の前立腺芽を認めている。間質の平滑筋はその後 CRL 125mm (17週) でかろうじて認められるようになるが、その走向は一定しない。従来前立腺の発生に関する記載は少ない。McNeal¹⁷⁾ は前立腺のなかでも central zone は射精管や精管と解剖学的にも機能的にも関係が深く、発生学的には Wolf 尿管源性としており、一方 peripheral zone は尿道平滑筋と関係深く、発生学的にもこれと同様に尿生殖洞源性としている。今回の検討では上皮の発生が間質の発生に先行すること、これらが胎児の男性化の進行と並行あるいはそれに従うものであることを明らかにできたが、括約筋としての尿道平滑筋と前立腺、特に peripheral zone の発生については、神経因性膀胱の排尿障害と関係して、この部が最近注目されていること¹⁹⁾と照らし合わせても、今後検討を要する課題であると思われる。

3. 尿道外括約筋部の筋群

通常尿道外括約筋とは尿道横紋筋 (striated urethral muscle=urethral sphincter muscle=intrinsic striated muscle of the sphincteric urethra) を意味している。ここで外括約筋部の筋群と表現したのは、部位的に尿道横紋筋の内側に発達する精丘下輪状平滑筋 (inframontane circular smooth muscle) も含めて述べるためであり、この平滑筋が括約筋機能を持つことを敢えて主張するものではない。しかし両者は相伴なつて発生し、その境界は明瞭ではなく、一部ではあたかも混在しているように見えてところもある。尿道横紋筋が他の横紋筋に比べて種々の点で特殊であることは最近とみに指摘されるようになってきている。一般に横紋筋はそれを支配する運動ニューロンの相異により速筋 (phasic fiber=fast twitch=type II) と遅筋 (tonic fiber=slow twitch=type I) に分けられる。両者は組織化学的には myosin ATPase の性質で、電子顕微鏡的にはミトコンドリアや脂肪滴の量、また Z 膜の性状等により区別でき、当然電気生理学的にもその性状を異にしている。Gosling²⁰⁾ らは組織化学的、電子顕微鏡的所見より、尿道横紋筋は遅筋であることを証明した。遅筋の収縮様式は緊張性でかつ持続性であることが特徴であり、括約筋機能という点では合理的であると考えられる。遅筋の中でも尿道横紋筋の筋線維は特に細く、例えば肛門挙筋の95%を占める遅筋線維の直径が $45.5 \pm 0.8 \mu\text{m}$ であるのに対して、尿道横紋筋

のそれは $17.47 \pm 0.7 \mu\text{m}$ とされている²⁰⁾。今回の検討で尿道横紋筋は CRL 40mm (8週) で発生し、CRL 65mm (12週) で明らかな横紋を認めている。一方精丘下輪状平滑筋は CRL 65mm (12週) で尿道横紋筋の内側に一部混在しつつ確認され、CRL 115mm (16週) でははっきりとした筋束を形成している。精丘下輪状平滑筋はその他の尿道の平滑筋とははっきりと分化の時期を異にしており、むしろ尿道横紋筋との関係が密接であり、走向もよく類似している点は興味深い。尿道横紋筋の走向は後部尿道の前面を厚く覆つて両側面を前上方から後下方へ走り、膜様部では尿道の全周をつつみ、陰茎海綿体起始部の高さまで続いている。このことは尿道横紋筋が持続的に収縮している時は、膜様部尿道を締めつける作用の他に、前立腺を前上方に押し上げることになり、結果として前立腺部尿道を後方から圧迫するとともに、膀胱底部の後部を挙上することになる。これらの作用が総合されて外括約筋としての機能が發揮され尿の continence 維持に大きな役割を果たしているものと考えられる。一方排尿時には、尿道横紋筋が弛緩することにより膜様部尿道の抵抗が解除され、同時に膀胱底部は降下して内尿道口の開大と排尿の進行を助けているものと推測される。

4. 胎生期における排尿について

この問題について単に形態学から論ずることには無理であろう。しかし排尿を機能させる基盤として膀胱、尿道の筋構造がある以上それらの形態学的発育の経過は胎生期の排尿に大きな影響力をもっているはずである。排尿をするということは、一方で尿の continence を保つということで、尿の膀胱内貯留、膀胱の拡大を意味する。そしてこのことは確立されつつある胎生期の上部尿路の筋の分化、更には腎の発育にも影響を及ぼす可能性を秘めている。胎生初期に、膀胱、尿道の前段階である尿生殖洞の内腔には中腎尿が流れている。形態形成を終えた膀胱では胎生7週頃から利尿筋の分化が始まる。8週になつて後腎尿の分泌が始まる時期に相前後して尿道外括約筋が分化を開始し、上位尿管筋が分化し始める12週頃には明らかな横紋を示す尿道横紋筋が尿道をつつんでいる。一般に神経の分化は筋細胞の分化に先行しており、分化した筋細胞はその反応性を獲得していると考えられている。12週ではまだ膀胱利尿筋の筋層形成が確立されておらず、三角部筋も分化していないので、統合され完成された排尿を期待することはできないにしても、ある程度膀胱に尿を貯留して continence を持続できる

幼稚ながら間歇的の排尿が8~12週頃には開始されることが推測される。16~17週頃になると膀胱利尿筋の三層構造および三角部筋の分化がみられており、この頃にはかなり本格的な排尿機能が確立しているものと思われる。

5. 尿路の筋の分化の発生学的経過

前報¹⁾で述べた尿管・膀胱の筋の発生学経過に今回の検討結果を加えて列挙すると表1のようになる。腔内を流通する尿の存在とその平滑筋の分化との興味ある関連性については前報で述べたが、この表をみると、尿管膀胱接合部の筋形成に先行して尿道括約筋が分化し、膀胱内尿貯留すなわち排尿が始まっていることが考えられる。このことは尿管膀胱接合部とその周辺の各種先天性異常の病因を考察してゆくなかで、是非とも念頭に入れておくべき事項と思われる。最近尿路の先天性異常の中に、胎生期における尿路筋の分化の中絶を疑わしめる所見が報告されつつある。この筋の分化の中絶がいかなる原因で起るのかは今後の大きな研究課題であろう。染色体のレベルで既に運命づけられているのか、あるいはホルモンの影響、神経系の関与など種々想像されるのであるが、そのひとつとして、胎生期に整然と秩序だつて進行すべき尿路の形態形成・筋の分化と尿の流通の間に何らかの異常ないし時期的なずれが生じて胎生期の尿路の異常な拡張が起り、このことが更にその部の筋の分化の進行を障害・中絶せしむるという可能性もあるのではないかと思われる。今回述べた尿道括約筋の発生・分化についての異常は、胎生期の排尿機能に直接影響を及ぼすのみならず、上部尿路の発育にも重大な影響を与える可能性は十分に推察できる。いずれにしろ、今後は今回の検討で明らかにした男子尿道括約筋の発生学的事実を基に、種々の先天性尿路異常における尿道機能を再検討することが必要と考えている。また女子の尿道の発生と比較検討することも、男子尿道の分化と性の関係を明らかにする点からも必要なことであると考えている。

ま と め

1. 胎生7~17週の男性胎児5例の後部尿道について組織形態学的検討を行った。
2. 尿道横紋筋は胎生8週に、精丘下輪状平滑筋は9~11週に、三角部筋及び前立腺平滑筋は17週になつてそれぞれ分化を開始している。
3. 胎生期における初歩的排尿（膀胱内尿貯留）は、胎生8週頃から、遅くとも12週までには開始されていると推測した。

4. 男子後部尿道筋の主要部分を機能解剖学的立場から(1) 三角部及び膀胱頸部の筋群(2) 前立腺(3) 尿道外括約筋部の筋群に分けた。

5. 尿路各部の筋の分化時期の関係をまとめた。

稿を終るにあたり、御指導、御校閲を賜つた恩師辻一郎教授に深甚の謝意を表します。また御指導いただいた小柳知彦助教授及び御協力いただいた教室員各位に感謝いたします。

本論文の要旨は第69回日本泌尿器科学会総会で発表した。

なお本研究は文部省科学研究費一般研究(B)57480301によつてなされた。

文 献

- 1) 松野 正：尿管および膀胱平滑筋の発生・分化の研究—尿管膀胱接合部を中心として—。日泌尿会誌，72，1245—1255，1981。
- 2) Van Wagenen, G. and Simpson, M.Z.: Embryology of the ovary and testis, p. 11—18 and p. 50—55, Yale University Press, New Haven and London, 1965.
- 3) Hutch, J.A.: A new theory of the anatomy of the internal urinary sphincter and the physiology of micturition. Invest. Urol., 3, 36—58, 1965.
- 4) McGuire, E.: Electromyographic evaluation of sphincter function and dysfunction. Urologic Clinics of North America, 6, p. 121—124, 1979.
- 5) Tanago, E.A. and Smith, D.R.: Mechanism of urinary continence. 1. Embryologic, anatomic and pathologic considerations. J. Urol., 100, 640—646, 1968.
- 6) Koyanagi, T.: Studies on the sphincteric system located distally in the urethra: The external urethral sphincter revisited. J. Urol., 124, 400—406, 1980.
- 7) Hutch, J.A. and Rambo, O.N., Jr.: A study of the anatomy of the prostate, prostatic urethra and the urinary sphincter system. J. Urol., 104, 443—452, 1970.
- 8) Elbadawi, A. and Schenk, E.A.: A new theory of the innervation of bladder musculature. Part 4. Innervation of the vesicourethral junction and external urethral sphincter. J. Urol., 111, 613—615, 1974.
- 9) Koyanagi, T. and Tsuji, I.: The mechanism of urinary continence after prostatectomy. Urol. Int., 32, 353—367, 1977.
- 10) Dröes, J. Th. P.M.: Observation on the musculature of the urinary bladder and the urethra

- in the human foetus. *Brit. J. Urol.*, **46**, 179—185, 1974.
- 11) Llapides, J.: Structure and function of the internal vesical sphincter. *J. Urol.*, **80**, 341—353, 1958.
 - 12) Donker, P.J., Dröes, J. Th. P.M. and Van Ulden, B.M.: Anatomy of the musculature and innervation of the bladder and the urethra. in *Scientific Foundations of Urology*. Williams, D.I. and Chisholm, G.D., Vol. 2, p. 32—39, William Heinemann Medical Books Ltd., London, 1976.
 - 13) Young, B.W.: Musculature of the bladder and sphincteric urethra. in *Lower urinary tract obstruction in childhood*, p. 23—63, Lea & Febiger, Philadelphia, 1973.
 - 14) Koide, T., Okuyama, A., Itatani, H., Mizutani, S. and Sonoda, T.: Muscular development of the bladder neck in the human fetus. *Invest. Urol.*, **17**, 50—54, 1979.
 - 15) Muecke, E.C.: The embryology of the urinary system, in *Urology*, Campbell, M.F., 4th ed., p. 1286—1307, Saunders Co., Philadelphia, 1979.
 - 16) McNeal, J.E.: The prostate and prostatic urethra: A morphologic synthesis. *J. Urol.*, **107**, 1008—1016, 1972.
 - 17) McNeal, J.E.: Normal and pathologic anatomy of prostate. *Urology (Suppl.)*, **17**, 11—16, 1981.
 - 18) Oelrich, T.M.: Urethral sphincter muscle in the male. *Amer. J. Anat.*, **158**, 229—246, 1980.
 - 19) Koyanagi, T., Arikado, K., Takamatsu, T. and Tsuji, I.: Relevance of sympathetic dyssynergia in the region of external urethral sphincter: possible mechanism of voiding dysfunction in the absence of (somatic) sphincter dyssynergia. *J. Urol.*, **127**, 277—282, 1982.
 - 20) Gosling, J.A., Dixon, J.S., Critchley, H.O.D. and Thompson, S.: A comparative study of the human external sphincter and periurethral levator ani muscles. *Brit. J. Urol.*, **53**, 35—41, 1981.

(1981年8月25日受付)