

X線映画による前立腺肥大症の排尿運動

尾道総合病院泌尿器科

鈴木 正 貢
元 重 博 文MICTION MOVEMENT IN PROSTATIC HYPERTROPHY OBSERVED
BY X-RAY CINERADIOGRAPHY

Masamitsu SUZUKI and Hirofumi MOROSHIGE

From the Department of Urology, Onomichi General Hospital

X-ray cineradiography by cinelix method was applied to observe morphological and functional changes of miction movement in patients with prostatic hypertrophy before and after operation. Miction mechanism in prostatic hypertrophy was compared to that in normal subjects.

1. Normal urinary bladder

At an order of miction, contraction of urinary bladder with shortening of the cross diameter and elongation of the length diameter occur, followed by lowering of the base and apperance of the internal urethral orifice. Then the internal orifice gradually dilates and elongates downward with subsequent formation of urinary stream. The bladder with oval and slack shape becomes gradually strained to round shape at an order of miction and the lower triangular line is disappeared with appearance of urinary stream. Then the bladder reducts diffusely. The lowering of the base and the dilatation of the internal orifice continue until prior to the middle phase of miction and then defines at same situation. During the terminal phase of miction the base is slightly elevated.

2. Cases of prostatic hypertrophy

a) Before operation : Compared to normal subjects, movements of the base is insufficient. The less or absence of the lowering of the base is observed in cases with the much residual urine. Restricted lowering and deteriorated dilatation of the internal orifice are also noted in such cases. In the experimental cases of III and IV where residual urine volume exceeds 400cc, the bladder is delayed and atonic due to insufficiency of bladder muscles, so that no change of shape is observed even with forced trial of miction. The interrupted location of contrast media is the internal orifice in all instances.

b) After operation : Compare to that of before operation, the bladder reduces the size diffusely at miction without strong contraction such as shortening of the cross diameter and elongation of the length diameter. In the experimental cases III and IV where delayed and atonic bladder was noted before operation, contraction of bladder muscles became evident. In all cases, the internal orifice markedly dilates after removal of adenoma and motility of the bladder base increases, although grade of such recovery is not uniform. The internal orifice is frequently settled with opening situation so that the prostatic fossa and the connecting canal to the base are visuable even at rest and the interrupted area of contrast media locates at the site of external sphincter muscle. However as seen in the experimental case III, the site of interruption is also the internal orifice in some cases. The prostatic

fossa shows slight dilatation due to filling of contrast media during most active phase of miction and slight contraction during terminal phase although such changes are minimally demonstrated. In all instances, residue of contrast media in the prostatic fossa was recognized after termination of miction.

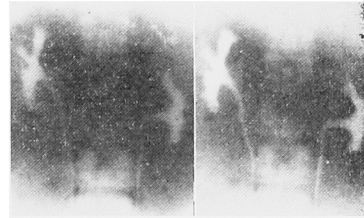
緒 言

1895年にX線が発見されると間もなくX線映画をつくることが試みられた。即ち当時はX線直接撮影を連続的に行ない、そのフィルムを縮小して映画とする方法で、フィルムの大きさ及びフィルム送りの面で制限があり、X線映画をつくるという興味だけでその臨床的意義は少なかった。現在この方法は連続撮影法 (Serial Radiography) として形をのこしている。

1928年 Reynolds は蛍光板の像を映画カメラで撮影する方法 (Indirect Cineradiography) を始め、1935年河石等はこの蛍光板法による人体内臓運動、血行、嚥下、発声、関節運動等のX線映画撮影に成功した。このような間接映画撮影法は真のX線映画撮影法であるが、最大の欠点として被曝線量が大きくX線障害発生のおそれがあることであった。

この被曝線量が大きいことが実用の制限になっていたが、1953年 Philips 及び Westinghaus 両社より時を同じくして完成された蛍光像の輝度を増強する蛍光増倍管 (Image Amplifier, Image Intensifier) の応用により、被曝線量ははるかに少なくなり、X線映画法は研究の段階を脱皮し、臨床面に広く応用され実用の段階に入ったといえることができる。即ち視野が限られるという難点はあるが、この輝度増倍によりX線映画の撮影は容易且安全に実施できるようになった。

更に任意の大きな視野をえる蛍光板—光増倍管法の開発をみた。即ち本法は蛍光板の蛍光像を光学的に縮小集束し、光増倍管の光電陰極に結像させ光電子を発生させ電子レンズにより加速、集束して入力蛍光面に明るい蛍光像をつくらせ、これを映画に撮影する方法で、レンズ系としてミラーシステムを使用した Cinelix 法を Oosterkamp 等が報告し実用化した。我々が用いているのもこの方法で視野は大きく普通透視蛍光板と同大で、第1図の如く両側腎盂、尿管



第1図 両側腎盂尿管 (逆行性腎盂撮影)

の全景撮影が可能で輝度増倍機能、解像力はきわめてよい。

その他X線映画法としてX線テレビ像を撮影する Cine Recording 法があるが、解像力の点で劣り現在のところ不満足である。

現在まだ実用化されていないが、将来X線映画撮影法に応用される可能性のあるものとして、Solid-State Amplifying Fluoroscopic Screen があるが、この方法の実用性は今後の研究にかかっている。

以上述べた如く電子工学の飛躍的進歩により、X線映画は被曝線量の減少、画質の向上で広く臨床的に役立ち得るようになった。

泌尿器科領域においても既に1937年三矢は家兎及び犬について排尿運動のX線映画撮影に成功している。以後村上、Hinman, Benjamin, Hanley, Cartel, Edwards, Caine, Bodner, 牛田等の研究報告をみる。我々は前立腺肥大症例の手術前、後の膀胱排尿運動の形態学的変化を基礎とし、X線映画によって機能的な意義をも解析せんと試みたので報告し参考に資したいと思う。

我々の使用しているX線映画撮影装置

当院において昭和35年5月オランダDe Oude Delft社の Cinelix を購入設置し、同年8月より日常診断に用いてきた。

1. Cinelix (オランダ De Oude Delft 社)

12½吋 (31.8cm) 面積 791.7 cm² の蛍光板像をミラーシステムにより光増倍管に送り、輝度を高め入力蛍光面に結像せしめるもので、視野は普野のX線透視と同大である。尚、電流補正式の自動輝度調節装置が

について。

2. Ascania 35mm Cine Camera

65mm, F 0.75 付, 電動式 1~40コマ数/秒

3. X線発生装置

英国製の Watson R-1000, 150KVP, 1000mA, 三相全波整流でこれは Odelca と両相撮影が可能である。

4. X線管球

英国製Dinamax 40, 125KVP, 500mA, 焦点 0.3×0.3mm, 1.5×1.5mm, 冷却能 H.U. 110000, および Super-Dinamax 150KVP, 1000mA, 焦点 1.0×1.0mm, 2.0×2.0mm, 冷却能 H.U. 135000 を備え Odelca 用をかねた。

5. 透視台

三栄の VH-3500 を用いた。

X線映画撮影条件及び実験方法

1. 撮影条件

使用フィルムは主としてX線間接撮影用 35mm (富士), 特殊な場合 Gevapan 36 Type 1.91 (Gevaert) を使用し, 現像はX線間接撮影用 35mm はレンドール現像液で 20°C, 5分, Gevapan 36 はG206現像液で 19°C, 10分定時現像した。

撮影条件としてX線間接撮影用 35mm を用いた場合を示し, 括弧内に Gevapan 36 使用時の条件を付記した。即ち管電圧 80~85KVP (72KVP), 管電流 3mA (2mA) で毎分の被曝線量は7.5~8r (4.4r), 撮影速度は毎秒8~16コマ, 撮影時間は大体30~50

秒, 従って総被曝線量は6.2r (3.7r) 以下で従来の方法に比し診断面において全く安全であった。

2. 実験方法

実験の対象は前立腺摘出術を施行し得た前立腺肥大症例の術前・術後の排尿運動について撮影観察した。造影剤は10% ヨードナトリウム, 30% ダイアヂノール, 60% ウログラフィンを使用し, 膀胱への造影剤の注入はネラトンによる経尿道法によった。即ち外尿道口を清拭後ネラトンを膀胱内に挿入・導尿しその後暖めた造影剤を軽い尿意を訴えるまで大略 150~300 cc 注入, 直ちにネラトンを抜去, 数分間休み撮影を開始した。撮影体位は凡て立位で背腹撮影とした。

実験成績

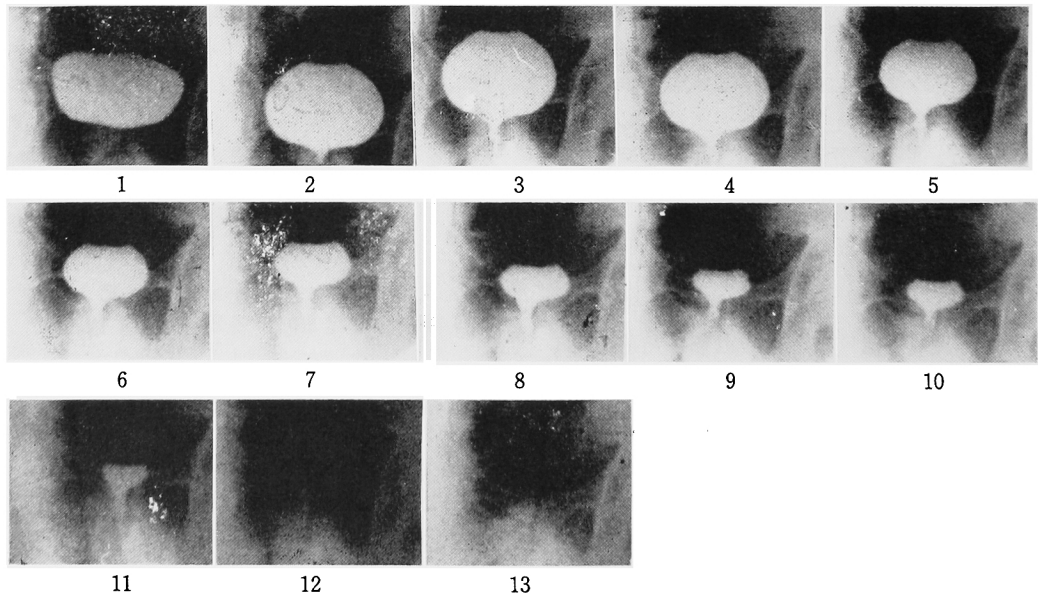
前立腺摘出術を施行した代表的な数例の前立腺肥大症例の術前並びに術後排尿運動のX線映画について述べる。

1. 正常膀胱

まず対象例として排尿障害等全く訴えず, 膀胱鏡およびX線検査でも何等異常を認めない高令男子正常例の排尿運動を第2図に示した。

実験例: 村上某, 62才の男子で泌尿器科的異常所見は自覚的に全く認めない。30%ダイアヂノール 150 cc を膀胱へ注入し, 管電圧 80KVP, 管電流 3mA, 撮影速度16コマ/秒で50秒撮影した。

〔第2図の1〕 排尿を命ずるに図に示す如く膀胱基底と膀胱体下部左右両側面との間にはっきりと角(下部三稜線)を形成し, 膀胱下壁は円弧より直線に



第2図 正常膀胱

近い状態となる。即ち膀胱全体として梯形を呈し、横径 23mm、縦径 13mm で表面は勿論円滑である。

〔第2図の2〕 膀胱底部は約 1mm 下降し、横径は短縮 20mm、縦径は延長 15mm し、膀胱は全体として丸味の強い楕円形を示し緊張状態となる。内尿道口 1.2mm を認める。

〔第2図の3〕 膀胱底部の下降著しく、横径 19mm、縦径 17mm で膀胱は円形に近く、完全な緊張状態となる。内尿道口は益々拡大 (2mm) し下方に延長する。下部三稜線は認められない。

〔第2図の4〕 膀胱の横径 18mm、縦径 15mm で膀胱底部はさらに下降し、内尿道口は拡大 3mm となる。尿線をはっきり認める。

〔第2図の5〕 内尿道口は最大 3.4mm で排尿は進み、膀胱は横径 16mm、縦径 12mm となる。膀胱底部の下降移動はない。

〔第2図の6〕 膀胱は均等に縮小し、横径 14mm、縦径 11mm となる。尿線は太い。

〔第2図の7〕 腹圧のため膀胱上部はやや低下し、横径 13mm、縦径 7mm となる。

〔第2図の8~11〕 排尿終末時で膀胱底部は次第に上昇し、膀胱は均等に急速に縮小する。

〔第2図の12〕 拡大せる後部尿道に不均等な陰影を認める。

〔第2図の13〕 完全な排尿の終結をみる。

この症例は排尿を命ずるに明瞭な下部三稜線を形成し膀胱は全体として梯形となり、以後膀胱の横径は短

縮、縦径は延長、底部は益々下降し次第に膀胱は丸味を強くし円形に近く、内尿道口を認めるようになる。

内尿道口は次第に拡大、下方に延長し尿線を認めるようになる。以後もしばらく拡大を続け、排尿中間期以後は大きさ不変となる。この頃になると膀胱は楕円形で均等に縮小し、終期に近く腹圧が加えられ縦径やや短縮し長楕円形となり、底部は次第に上昇、膀胱は急速に縮小し排尿を終了する。

膀胱底部は尿線を認めると間もなく下降せず一定の位置を保つようになり、排尿終期まで移動しない。

2. 前立腺肥大症

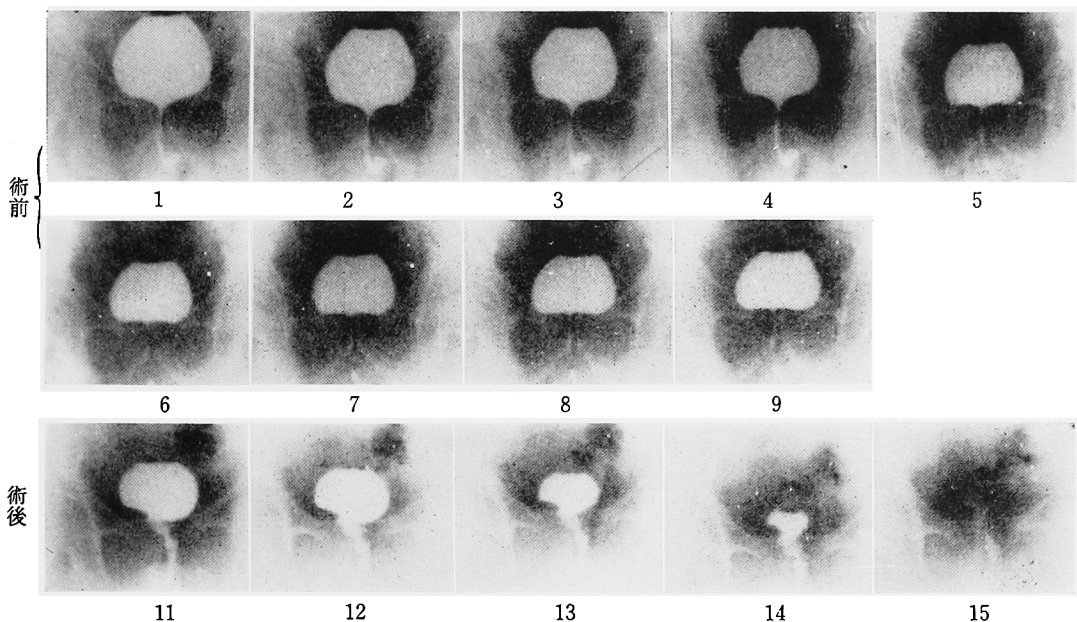
a) 実験例 I. (第3図)

田上某61才、2年前より頻尿、2カ月前より遷延性および遅延性排尿、残尿感を来す。残尿 40cc、30%ダイアチノール150ccを膀胱へ注入し、管電圧 85KVP、管電流 3mA、撮影速度16コマ/秒で50秒撮影した。

i) 術前・〔第3図の1〕 排尿を命ずるに膀胱底部は 1mm 下降し、下部三稜線、内尿道口 1.3mm、尿線を既に認める。膀胱は横径 17mm、縦径 14.5mm で楕円形を呈し、基底線は曲線をなす

〔第3図の2〕 内尿道口は僅かではあるが拡大 (2.1mm) し延長するも、膀胱底部の下降はない。膀胱の横径は短縮 (15mm) し縦径は延長 (13.5mm) する。基底線は左右前立腺部に一致して上方に向う凸形を呈する。

〔第3図の3〕 前立腺の圧迫像は益々顕著となる。膀胱は横径 14.5mm、縦径 13mm と横径はさら



第3図 前立腺肥大症 (田上)

に短縮し円形に近づく。

〔第3図の4〕 膀胱の横径 13.5mm, 縦径 12mm で均等に収縮する。内尿道口は 2.3mm で最大に拡張し尿線も太くなる。

〔第3図の5〕 腹圧のため縦径(10.5mm)の短縮は著明であるが、横径は 13.5mm で変化はない。膀胱底部は殆んど直線的となり、前立腺の圧迫像は最も顕著となる。この頃より排尿困難を訴える。

〔第3図の6~9〕 膀胱底部は直線的というより寧ろ上方に向って凸形を呈するようになり、内尿道口は縮小し 0.5mm となる。尿線は点状あるいは斑状に僅かに認める。膀胱下部三稜線は明瞭で膀胱は全体として長方形または梯形を呈する。

本例は膀胱容量が減少し、150cc の造影剤注入で既に膀胱は緊張状態となり、排尿を命ずるに直ちに排尿を認めた。排尿運動を開始するも正常例に比し膀胱底部の下降および内尿道口の拡大の程度は極めて少く、かつ排尿進行による底部の下降および内尿道口の拡大増強は認めないかまたは認めても僅かである。

しかし膀胱横径の短縮、縦径の延長はまず良好で、前立腺の圧迫像は排尿困難を訴え、強い腹圧を加える等高度の排尿努力をした時期に最もよく描写される。本症は残尿を認め排尿終末時には膀胱は梯形・半月状を呈した。

ii) 術後：〔第3図の11〕 Freyer 氏恥骨上膀胱切開法により前立腺摘出術を行なった術後20日目のX線撮影で、前立腺窩は不整形で辺縁は不規則鋸歯状を

呈し、膀胱底部との連絡は管腔太く、内尿道口は開放された状態である。膀胱は横径 13.5mm, 縦径 10mm で橢円形を呈し、基底線の左側は円滑であるが右側は上方に向って鋭い凸形の欠損を認める。内尿道口 2.5mm, 前立腺窩の横径 3mm で既に太い尿線を明視する。

〔第3図の12〕 横径 12.5mm, 縦径 9mm と膀胱は均等収縮を営み、内尿道口 3mm および前立腺窩 3.5mm と拡大し陰影濃厚でその形態がはっきりあらわれる。尿線はさらに太く明瞭となる。膀胱底部の下降はない。

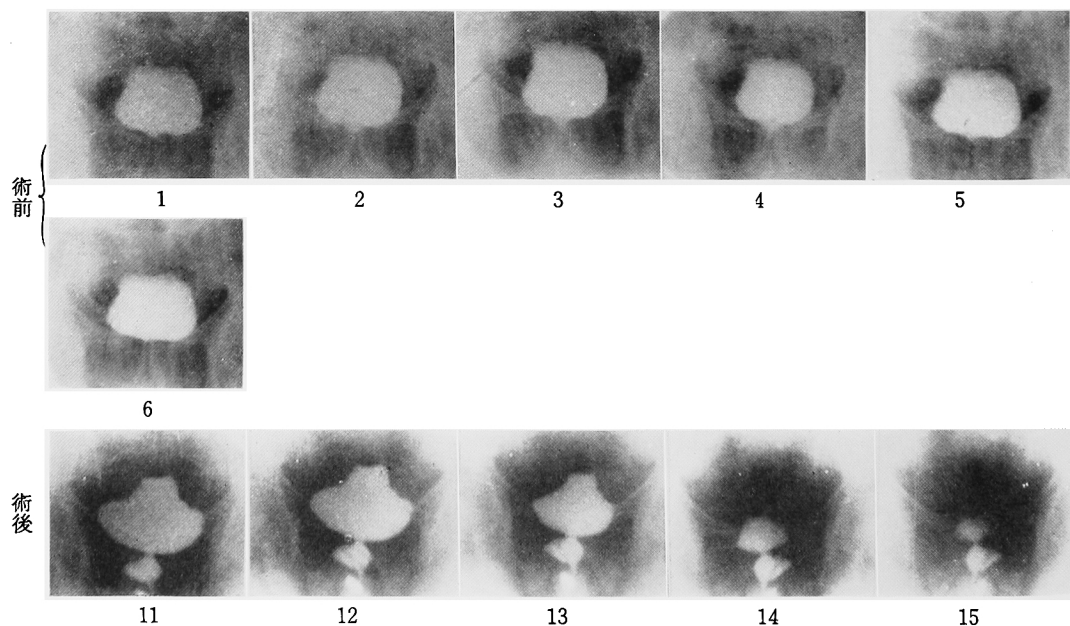
〔第3図の13〕 横径 9.5mm, 縦径 6.5mm と橢円形を保ちつつ膀胱は縮小し、前立腺窩の横径 4mm と最大となる。内尿道口および尿線の大きさに変化はない。

〔第3図の14〕 横径 6.5mm, 縦径 4mm で膀胱は不整形となり、肉柱形成のため辺縁は不円滑である。前立腺窩の収縮はなく尿線の大きさも不変で、膀胱底部は 0.5mm と僅かに上昇する。

〔第3図の15〕 殆んど完全排尿をみるも、前立腺窩に斑点状の造影剤の残存を僅かに認める。

以上の如く膀胱と前立腺窩との接続部は太く、かつ内尿道口が開放された状態にあり、排尿進行とともに内尿道口および前立腺窩は拡大し、かつ明瞭に描写される。

内尿道口が開放され抵抗が除かれたためか膀胱は術前の如く横径短縮、縦径延長等の強い収縮はなく橢円



第4図 前立腺肥大症(高橋)

形のまま均等に縮小し、膀胱底の下降もなく排尿運動を続ける。排尿終期に僅かに膀胱底部が上昇し、膀胱は肉柱のため不円滑となる。前立腺窩は術後日数が浅いため不整形で排尿運動による収縮は認められず、流動力学的に内容物の排除があるのみで、造影剤は完全排尿後も尚、斑点状に前立腺窩に残存する。

b) 実験例Ⅱ。(第4図)

高橋某73才、4年前より時々尿閉を来す。頻尿、排尿困難、残尿感が著しい。残尿 270cc、30%ダイアゼノール 200cc を膀胱へ注入し、管電圧 80KVP、管電流 3mA、撮影速度16コマ/秒で50秒撮影した。

i) 術前：〔第4図の1〕 膀胱は横径 15.5mm、縦径 11.5mm の不整楕円形で弛緩状態を示し、表面は肉柱のため特に右側において不円滑である。膀胱基底線は直線的で前立腺に一致して上方に向う凸形を左右に認め、内尿道口 1mm を既に示す。

〔第4図の2〕 排尿を命ずるに膀胱の横径短縮15mm、縦径延長 12mm し内尿道口は 2mm に拡大する。膀胱底部の降下はない。

〔第4図の3〕 横径は 14mm とさらに短縮し、縦径 12.5mm となり膀胱は円形を呈する。底部は 1mm 下降し内尿道口は 2.5mm となる。前立腺の圧迫像を尚、明瞭に認める。

〔第4図の4〕 横径 13mm、縦径 11.5mm で膀胱底部の下降は進行しないが、内尿道口は 3mm と最大に拡大し、膀胱基底線は前立腺の圧迫像が消失し円味をおび、細い尿線を認めるようになる。

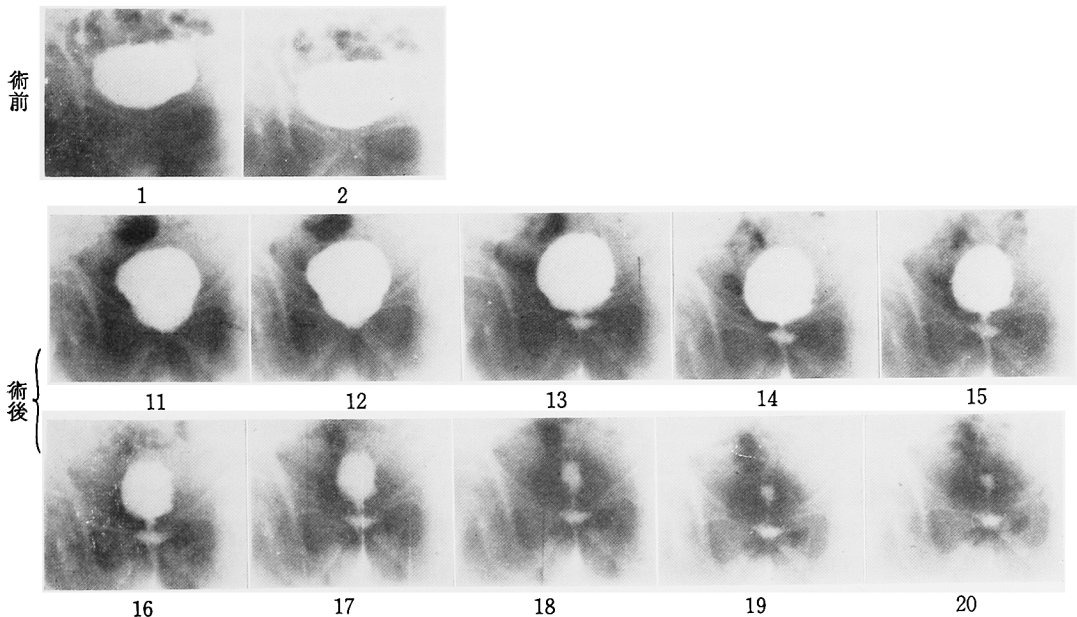
〔第4図の5 6〕 排尿運動終了後で多量の残尿を認める。膀胱は横径 (15mm) 延長、縦径 (11mm、10.5mm) 短縮し弛緩状態となる。内尿道口も殆んど消失し、膀胱底部は静止時の位置にかえり直線的となる。

本例は6日間の留置カテーテル法により内尿道口の緊張はかなり緩和され、排尿運動により内尿道口は 3mm の拡大をみる。横径短縮、縦径延長という膀胱運動はよく保持されるも、膀胱底部の下降は 1mm と制限され、排尿は不十分で残尿が著しい。

ii) 術後：〔第4図の11〕 Millin 氏恥骨後膀胱外到達法により前立腺摘出術を行なった術後26日目のX線撮影で、膀胱は不整扇形、横径 18mm、縦径 12.5mm で肉柱のため左側壁はやや不円滑であるも他は円滑、底面は曲線をなす。膀胱底部にはこれと細い管腔 (横径 1mm) で接続したかなり大きい不整菱形を呈した前立腺窩 (横径 6mm) がある。即ち内尿道口は完全に閉鎖されず膀胱と前立腺窩は自由に交通した腔をなす。

〔第4図の12〕 排尿を命ずるに膀胱底部は 1mm 下降し、膀胱底部と前立腺窩の接続部は太く (1.5mm) 短くなる。前立腺窩の形態が明瞭に認められるも、大きさは不変、また膀胱横径 17.5mm、縦径 12.5mm で横径やや短縮するも極く軽微である。

〔第4図の13〕 横径 13.5mm、縦径 10.5mm と膀胱は均等に縮小する。下部三稜線を認め前立腺窩および膀胱との接続部管腔は、陰影益々濃厚となり、太



第5図 前立腺肥大症 (藤本)

い尿線を明視する。膀胱底部の下降・前立腺窩の形態の変化はない。

〔第4図の14〕 横径 8.5mm, 縦径 6mm と膀胱は菱形に縮小する。前立腺窩に変化はない。

〔第4図の15〕 排尿運動終了とともに膀胱底部は排尿前の位置に上昇し、横径 5.5mm, 縦径 3.5mm と残尿を認め前立腺窩にも同様の造影剤の充満をみる。また膀胱と前立腺窩を接続する管腔も明瞭に認められる。

以上要約するに排尿は膀胱と前立腺窩との接続部管腔の拡大、および底部下降による短縮により行なわれる。膀胱の横径短縮、縦径延長等の強い収縮は実験例Ⅰと同様認められず、また前立腺窩の大きさ・形態の変化もない。

c) 実験例Ⅲ. (第5図)

藤本某83才、5年前より頻尿、遷延性および遅延性排尿、1カ月前より時々尿閉を来す。残尿 450cc, 10%ヨードナトリウム 200cc を膀胱へ注入し、管電圧 82KVP, 管電流 3mA, 撮影速度 8 コマ/秒で40秒撮影した。

i) 術前：〔第5図の1〕 膀胱は楕円形で弛緩状態を示し横径 18.5mm, 縦径 11mm で表面は肉柱のため鋸歯状不円滑、基底線は大略曲線をなすも特に左側において前立腺の圧迫像を明瞭に認める。

〔第5図の2〕 排尿を命ずるに底部が 0.5mm と僅かに下降する以外は、膀胱横径 18.5mm, 縦径 11.5mm と殆んど静止状態と変化ない。勿論内尿道口の拡大、尿線は認められない。

ii) 術後：〔第5図の11〕 Millin 氏恥骨後膀胱外到達法により前立腺摘出術を行なった術後26日目のX線撮影で、膀胱は最大横径 14.5mm, くびれた部の横径 10.5mm, 縦径 15mm の西洋梨形緊張性を示す。膀胱表面は円滑、基底線は曲線をなす。内尿道口は閉鎖している。

〔第5図の12〕 排尿を命ずるに膀胱底部は 1mm 下降し、内尿道口を僅かに認める。膀胱の横縦径には変化ないが、くびれた部は少し拡大し 11mm となる。

〔第5図の13〕 くびれた部は殆んどなくなり、横径 13mm, 縦径 13.5mm の円形膀胱となる。内尿道口は開口し、不整形の前立腺窩（横径 4mm, 縦径 1.5mm）と膀胱との接続部管腔（横径 0.5mm, 縦径 0.5mm）を認めるようになる。しかしその充満像は不均等不鮮明である。膀胱底は 3mm 上昇する。

〔第5図の14〕 くびれた部は完全に消失し、横径短縮 12mm, 縦径延長 13.5mm し膀胱は楕円形となる。前立腺窩は拡大（横径 5mm, 縦径 2mm）し形態もはっきり描出され、円味をおびた菱形を示す。膀胱

底は更に 1mm 上昇し、前立腺窩との接続部は太く（横径 1mm）延長（縦径 1mm）する。尿線を認めるようになる。

〔第5図の15〕 膀胱は均等に縮小し横径 10.5mm, 縦径 11.5mm となる。膀胱底は尚 1mm 上昇し接続部は更に延長（縦径 1.5mm）する。尿線は太く明瞭となる。前立腺窩には変化ない。

〔第5図の16〕 膀胱底の上昇はなくなり、接続部・前立腺窩・尿線に変化なく太く明瞭である。

〔第5図の17~19〕 膀胱は幾何学的相似形に収縮するも、表面は肉柱のため不円滑となる。

前立腺窩に変化はないが接続部及び尿線は漸次細くなる。

〔第5図の20〕 排尿終了時で不整形の膀胱（横径 2mm, 縦径 2mm）及び前立腺窩（横径 4mm, 縦径 2mm）を明瞭に認め、両者は極めて細い管腔で接続している。

本例も静止時既に緊張刺戟状態を示す西洋梨形の膀胱像を呈し、排尿を命ずるにくびれた部は漸次消失し円形膀胱となる。底部は正常例とは逆に上昇し内尿道口が開口、間もなく前立腺窩の形態を認めるようになる。接続部及び前立腺窩の陰影が拡大鮮明化し始めて尿線をみる。次いで横径短縮、縦径延長し卵形膀胱となり均等収縮を営みつつ排尿を続行する。排尿終了後も膀胱及び前立腺窩に造影剤の残存を認める。前立腺窩の収縮はあまりない。

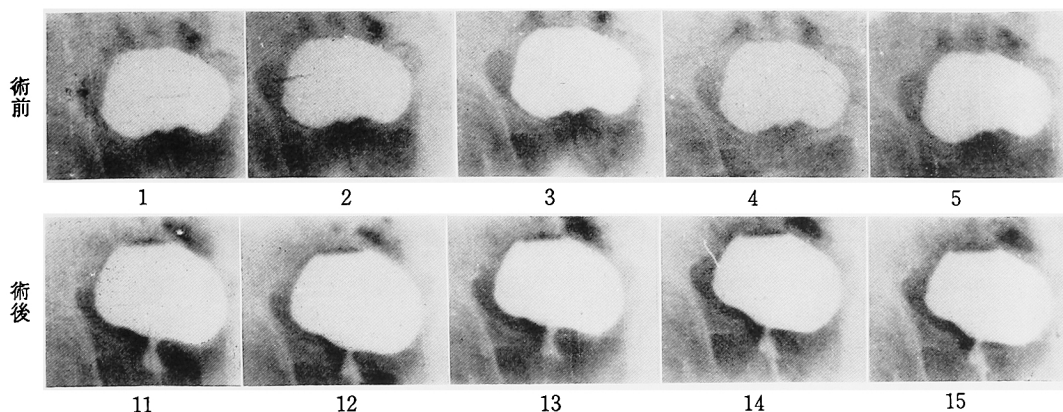
d) 実験例Ⅳ. (第6図)

大村某72才、5カ月前より頻尿、4カ月前より遷延性及び遅延性排尿、下腹部膨満感、2カ月前より尿失禁を来す。残尿 1600cc, 60% ウログラフィン 100cc を 300cc に稀釈し膀胱内へ注入、管電圧 80KVP, 管電流 3mA, 撮影速度 8 コマ/秒で50秒撮影した。

i) 術前：〔第6図の1〕 膀胱は横径 23mm, 縦径 15mm の不整楕円形で無力性状態を示す。表面は円滑、膀胱基底線は左右とも前立腺の圧迫像が著明で内尿道口を僅かに認める。

〔第6図の2~5〕 排尿を命ずるも膀胱の収縮、底部の下降、内尿道口の開口等全く認めず、静止時の形態と不変である。

ii) 術後：〔第6図の11〕 Millin 氏恥骨後膀胱外到達法により前立腺摘出術を行なった術後26日目のX線撮影で、膀胱は横径 23mm, 縦径 16.5mm の楕円形を呈し表面は円滑、底部は直線をなす。失禁状態で前立腺窩及び膀胱との接続部管腔は明瞭に描出され、既に細い尿線を認める。内尿道口は 1.5mm 開口し、前立腺窩は横径 3mm, 縦径 4mm の胡桃形をなし表面は比較的円滑である。



第6図 前立腺肥大症（大村）

〔第6図の12・13〕 排尿を命ずるも膀胱の収縮，内尿道口の拡大，膀胱底の下降等あまり認められない。

〔第6図の14・15〕 強い腹圧を加えさすに膀胱底は1.5mm 下降するも，膀胱の横径短縮・縦径延長は認められない。内尿道口は1mm と僅かに縮小し，接続部管腔もやや細くなるが，前立腺窩及び尿線は不変である。

本例は内尿道口が開放し静止時にも既に尿線を確認，排尿を命ずるも膀胱運動はなく，強い腹圧を加えて始めて膀胱底部が僅かに下降する。しかし内尿道口の拡大は招来されず尿線の増強もない。

考 按

前立腺肥大症に対する尿道膀胱撮影は不可欠の診断法であることは論をまたない。即ち形態的に特徴的所見を示すのみならず肥大型や腺腫の大きさをも明確にし，前立腺症及び前立腺癌との鑑別も容易なことが少なくない。

しかし尿道膀胱X線像は撮影体位・撮影方向・造影剤注入量により変形し，又膀胱収縮や隣接臓器の影響を受けることが少なくなく，その鑑別には慎重を要する。又内外括約筋機能・膀胱底部及び後部尿道の運動性等を解明するには，以上述べた形態的診断法のみでは不十分で機能的診断法を必要とする。

即ち Morales & Romanus は収縮時及び排尿時撮影を考案し機能的検索を試みている。これによりある程度排尿障害を解明することが出来，又手術後の形態的及び機能的推移を追求し治療成績の評価判定に有用で，治療による正常像への復帰の状況が明らかにされ残存症状の解

明にも役立つ。

尿道膀胱撮影は実施が安全容易で，被検者に与える苦痛が少ない等多くの利点を有し広く応用されているが，撮影方法は注入時撮影のみが大多数で排尿時及び収縮時撮影等の特殊撮影は殆んど実施されていないのが現況である。しかし排尿障害を主訴とする前立腺肥大症に対しては，形態的診断のみならず機能的診断が必要で，その目的のためには少なくとも収縮時及び排尿時撮影の併施による相乗的診断が必要で，この両者は排尿障害の解明手段として不可欠の方法であろう。機能的診断法としてはX線学的には高安・岡・稲田等の詳細な報告の如く連続撮影法がより理想的であることは言うまでもないが尚一定の限界がある。

1921年 Boeminghaus は膀胱内に Collargol 200cc を注入立位でX線透視を行ない排尿運動を観察している。しかし消化管の透視と異り尿路では造影剤の量とその解剖的位置よりコントラストに乏しくはっきりした尿路の輪廓が得られず，排尿等急速な運動は見逃し易く真に正確な運動状態を知ることは出来ず，日常殆んど試みられることはなかった。

1937年三矢によりX線映画撮影が始めて本邦に導入，膀胱運動について施行され，1942年村上は正常膀胱及び尿道狭窄患者に実施し，その排尿運動像について研究報告した。1953年 Image Intensifier の完成によりX線映画法は始めて臨床的に広く用いられようになった。即ち本法は排尿運動のような迅速・複雑な機構を有する運動を記録するには最も適した方法であり，

更に撮影したフィルムを静止・運動の状態で分析することが出来又低速度で映写して普通ならば見落すような急速な変化をも観察出来る長所がある。

我々の実験例について諸家の報告と対比し考察を加えてみる。

まず対象として正常膀胱の排尿機構について、Hinman はX線映画より排尿筋の収縮内尿道口の開大、その後膀胱底部の下降次いで外括約筋が開大し排尿が開始すると報告し、Muellner はX線透視により排尿運動を観察し、膀胱底部下降の刺激により排尿筋の収縮が起り、内尿道口が開口し排尿が始まるという牛田はX線映画により排尿を命ずると先ず膀胱底部下降・横径短縮・縦径延長がおこる。

更に一層膀胱底部は下降し次いで内尿道口が開口する。その後内尿道口拡大下方に延長し外括約筋が開き尿線を認めるという。即ち著者例でも膀胱横径短縮・縦径延長し底部下降し、次いで内尿道口を認めている。その後内尿道口は漸次拡大・下方に延長し尿線を見るのは牛田の報告と全く一致する。又膀胱下部三稜線は排尿が開始される迄認められ、膀胱が緊張状態になり円形を呈するようになると消失する。又牛田の報告と同様底部の下降は排尿開始時には下降を続けるも、完全排尿が始まると底部の移動はない。排尿終末時に次第に上昇する。内尿道口の大きさも次第に拡大されるが中間期以後は一定している。即ちLichtenbergのいう排尿開始とともに次第に拡大し終末時に特に拡大するということはない。又排尿型を第Ⅰ型均等収縮、第Ⅱ型縦軸収縮、第Ⅲ型横軸収縮の3型に分類すれば著者例は均等収縮型である。

次に前立腺肥大症のX線映画について述べる。

排尿開始時の膀胱底部運動性について大島は正常例と殆んど差異がみられなかったというが、牛田、山本等はその運動性の障害又は低下を報告している。前立腺肥大症における排尿障害は腺肥大による尿道の圧迫及び膀胱底部運動制限によると考えられ、著者例においても全例底部の運動は不十分で残尿の多いもの程底部の下降は少いか又は全く欠如し、且造影剤の抑制部位は凡て内尿道口部であったことよりしても

頷ずける。

残尿の存否は一般には専ら膀胱筋の機能不全によると解されている。実験例Ⅲ及びⅣでは排尿努力によっても膀胱の形態は変化せず弛緩性、無力性状態を呈し、又内尿道口の下降も認められない。残尿の程度が高いもの程排尿機構の障害は高度で、残尿の有無は前立腺肥大症の病期、治療方針決定の上からも重要であることがわかる。

内尿道口の下降をみた排尿可能例、実験例Ⅰ及びⅡでもその程度は軽微で且拡張低下をみた。排尿不能例、実験例Ⅲ及びⅣでは内尿道口の下降は認められない。

排尿終末時の膀胱の形態は、水野によれば肥大せる腺腫のため底部の収縮不十分で、排尿前の形態とは無関係に大体正立の二等辺三角形を呈すると報告しているが、牛田もいう如く著者例では種々の形態が示されている。

又岡によると腺腫による膀胱底部欠損像は認められなかったというが、著者例では静止時既に前立腺の圧迫像を示したものの、排尿進行後始めて認めたもの等様々であった。

以上要約するに前立腺肥大症の排尿障害は、まず膀胱底部の運動制限、内尿道口の下降及び拡張低下を生じ、膀胱の収縮即ち横径短縮、縦径延長はかなり長期にわたり保持されている。又造影剤の抑制部位は凡て内尿道口部である。

前立腺摘出術後の排尿運動は症例により種々な様相を呈する。

先ず膀胱底部の運動性を術前、術後と比較するに実験例Ⅱ及びⅣでは、腺腫除去により底部下降が容易になり運動性が増加し、実験例Ⅰは術前より下降が減じた。これは術前に異常な腹圧を加え膀胱内圧を著しく高め排尿していたものが、術後障害除去により膀胱内圧を高める必要がなくなったもので、底部下降が減じたと考えられる。実験例Ⅲは底部が逆に上昇したもので、これは静止時既に西洋梨形緊張性膀胱を示し底部は排尿開始直前既に最下位にあり、排尿開始とともに膀胱の過緊張状態がとれ上昇したものである。排尿終末時に大島は残尿が少ない症例のみが挙上運動をもたらしというが、著者例ではその傾向はあるが詳かではない。

Davis によれば肥大腺腫により内括約筋は拡張伸展され、遂には萎縮に陥るといい、Fagestrom も内括約筋は手術的侵襲の如何にかかわらず無能力化され、その機能は全く滅殺されると記載している。加うるに前立腺摘出術による内尿道口周囲の括約筋線維損傷のため、閉鎖機能低下或は廃絶がおこり、実験例Ⅰ・Ⅱにみる如く静止時既に内尿道口は開放され、前立腺窩及びこれと膀胱底との接続部管腔が造影せられる。造影剤抑制部位は外括約筋部である。しかし山本は手術後比較的短期間においても内括約筋の機能改善がみられるもの、認められないもの、かえって一時的に低下を示すもの等がほぼ同数にあると述べ、遠隔時には大多数が機能改善を示しているが、しかし完全閉鎖には到っていないという。又大島は手術的侵襲が理想的であった1例に内尿道口部の抑制をみている。著者も実験例Ⅲに内尿道口部における造影剤の抑制をみた。これは Davis のいう内括約筋が拡張された程度で萎縮に陥っていなかったこと、及び手術的侵襲によりこの部の閉鎖筋線維が損傷されなかったためと考えられる。

内、外括約筋は完全に独立したものではなく機能的にも協働作用を営んでいるが、排尿調節の主役を演ずるのは外括約筋である。即ち著明な外括約筋障害がない限り尿失禁はみられない。即ち前立腺摘出術において外括約筋部の閉鎖筋線維は手術的侵襲による損傷がなく、従ってこの部において造影剤の抑制がなされるのが通常で、実験例Ⅳの如き不完全造影剤失禁をみるのは例外といえる。

過緊張性膀胱を呈した実験例Ⅲ及び尿失禁を招来した実験例Ⅳを除き、術前の如き膀胱の横径短縮、縦径延長等の強い収縮はなく、均等に縮小し排尿が進行する。即ち腺腫摘出により内尿道口の抵抗が除かれたため、膀胱は術前の如き強い収縮をしなくてもよいことを示す。これは内尿道口部が術前に比し全例において著明に拡張していることと併せ考えると興味深い。

前立腺窩は田村によると術後短期間のものは、通常不整形橢円形の栗実大前後の拡張像として認めその辺縁は不規則鋸歯状を呈し、日数

とともに次第に正常尿道像に近づくと報告している。牛田は術後大体6カ月で棒状となりその後次第に細くなり、大体1年6カ月で消失するという。即ちその形態は手術後日数により異なり、著者実験例は術後20日並びに26日であるが不整形で辺縁は鋸歯状又は円滑であった。実験例Ⅰ及びⅢにおいては排尿開始より最盛期にかけて前立腺窩の造影剤充満による軽度拡張を示し、終末期流動力学的に造影剤が排除され僅かに縮小したが、実験例Ⅱ及びⅣでは拡張、収縮を示さなかった。全例とも前立腺窩に造影剤は排尿後も残存し、術後感染の治療に前立腺窩を常に念頭におくべきことを示唆した。

結 語

我々はシネリックス法によるX線映画を前立腺肥大症症例に応用し、その排尿運動を術前、術後に撮影し形態的、機能的推移を観察した。又前立腺肥大症の排尿機構を正常膀胱例と比較し検討を加えた。

1. 正常膀胱例

排尿を命ずると横径の短縮及び縦径の延長等膀胱の収縮が起り、底部は下降し次いで内尿道口を認める。その後内尿道口は漸次拡大し且下方に延長し尿線をみるようになる。

膀胱は始め橢円形弛緩性であるが、排尿を命ずると次第に緊張し円形となり、下部三稜線も消失し尿線を認める。その後膀胱は均等に縮小してゆく。

膀胱底部の下降及び内尿道口の拡大は、排尿中間期前まで続きその後は一定する。排尿終末期に底部はやや上昇し排尿を終了する。

2. 前立腺肥大症例

a) 術前：正常例に比し膀胱底部の運動は不十分で、残尿の多いもの程その下降は少いか又は欠如する。同様内尿道口の下降制限及び拡張低下が著しい。

残尿 400cc 以上の実験例Ⅲ及びⅣでは膀胱筋の機能不全を来し、弛緩性無力性で排尿努力によっても膀胱の形態に変化をみない。造影剤の抑制部位は凡て内尿道口部である。

b) 術後：術前に比し膀胱の横径短縮、縦径延長等の強い収縮はなく均等に縮小し排尿が進

むが、術前弛緩性無力性膀胱を呈した実験例Ⅲ及びⅣでは膀胱筋の収縮を認めるようになった。

内尿道口は全例とも腺腫除去により著明に拡大するが、膀胱底部の運動性は増加することが多いが必ずしも一定しない。内尿道口は開放された状態の場合が多く、従って静止時既に前立腺窩及び膀胱底との接続部管腔が造影され、造影剤の抑制部位は外括約筋部に存在する。しかし実験例Ⅲの如く内尿道口部に造影剤の抑制をみる場合もある。

前立腺窩は排尿最盛期に造影剤充満による軽度拡張を示し、終末期に僅かに縮小するものもあるが何れにしても極く軽微である。しかし全例とも前立腺窩に排尿終了後も造影剤の残存を認めた。

(稿を終るに当り終始御教示・御援助を賜った前院長河石九二夫名誉教授、並びに懇切な御指導・御校閲を賜った恩師加藤篤二教授に深甚なる感謝の意を表する。

本論文の要旨は第51回日本泌尿器科学会総会で発表した。)

参 考 文 献

- 1) Boeminghaus: Z. Urol. Chir., 6: 92, 1921.
- 2) Davis : J. Urol., 65 : 93, 1951.
- 3) Fagestrom : J. Urol., 49 : 357, 1943.
- 4) Hinman : Radiol., 62 : 713, 1954.
- 5) 兵頭：診療, 15 : 588, 1962.
- 6) 稲田：日泌尿会誌, 48 : 450, 1957.
- 7) 伊東：臨床放射線, 8 : 276, 1963.

- 8) Janker: Dtsch. Zschr. Chir., 44: 52, 1933.
- 9) Janker: Fortschr. Roentgenstr., 88: 377, 1958.
- 10) 河石：グレンツゲビート, 10 : 1411, 1936.
- 11) Kawaishi : Am. J. Roentgenol., 40: 913, 1938.
- 12) 河石：広島医学, 17 : 99, 1964.
- 13) 河村：日医放誌, 21 : 300, 1961.
- 14) Kazan : Am. J. Roentgenol., 79 : 709, 1958.
- 15) Lichtenberg : Münch. Med. Wschr., 29: 1467, 1909.
- 16) 三矢：日泌尿会誌, 25 : 441, 1936.
- 17) 三矢：皮と泌, 19 : 117, 1957.
- 18) Morales & Romanus : J. Urol., 73 : 162, 1955.
- 19) Muellner : J. Urol., 65 : 805, 1951.
- 20) 村上：名古屋医会誌, 55 : 37, 1941.
- 21) 村山：日医放誌, 18 : 1339, 1954.
- 22) 西島・平野：臨床放射線, 4 : 76, 1959.
- 23) 岡：日泌尿会誌, 46 : 537, 1955.
- 24) 岡：泌尿紀要, 3 : 3, 1957.
- 25) Oosterkamp : Brit. J. Radiol., 31 : 507, 1958.
- 26) 大島：日泌尿会誌, 53 : 65, 1962.
- 27) Reynolds : Am. J. Roentgenol., 33 : 522, 1935.
- 28) 高安他：日泌尿会誌, 45 : 159, 1954.
- 29) 田村：泌尿紀要, 3 : 752, 1958.
- 30) 田坂：医学のあゆみ, 30 : 642, 1959.
- 31) 牛田：日泌尿会誌, 51 : 229, 1960.
- 32) 山本：日泌尿会誌, 50 : 555, 1959.

(1966年1月11日受付)