

低コンプライアンス膀胱に関する検討

— 膀胱血流測定を試み —

近畿大学医学部泌尿器科学教室 (主任: 栗田 孝教授)

大西 規夫, 貴島 洋子, 橋本 潔, 際本 宏
江左 篤宣, 杉山 高秀, 朴 英哲, 栗田 孝

A NEW METHOD OF MEASUREMENT OF THE URINARY BLADDER BLOOD FLOW IN PATIENTS WITH LOW COMPLIANT BLADDER

Norio Ohnishi, Yoko Kishima, Kiyoshi Hashimoto,
Hiro Kiyamoto, Atsunobu Esa, Takahide Sugiyama,
Young-Chol Park and Takashi Kurita

From the Department of Urology, Kinki University School of Medicine

Laser-doppler blood flowmetry, a new instrument for measurement of tissue blood flow, was used to evaluate the changes occurring in the bladder blood flow and the intravesical pressure during bladder distension in 4 patients with normal detrusor function, 4 patients with neurogenic bladder dysfunction and one patient with non-neurogenic contracted bladder.

In patients with normal detrusor function and normal compliance, the bladder blood flow relatively decreased, but the intravesical pressure was not affected by the bladder distension. On the other hand, the bladder distension in patients with low compliant bladder caused a significant decrease of the bladder blood flow and marked increase of the intravesical pressure. These observations suggest that the reduction of the bladder compliance is related to the decrease of the bladder blood flow. Furthermore, the bladder over distension and the high intravesical pressure in patients with low compliant bladder are thought to induce deterioration of bladder compliance and upper urinary tract.

(Acta Urol. Jpn. 40: 663-667, 1994)

Key words: Urinary bladder, Blood flow, Low compliant bladder

緒 言

一般に、膀胱の過伸展は膀胱壁の虚血をきたし、炎症や線維化、ひいては上部尿路の拡張をもたらすといわれている¹⁾。しかし膀胱の伸展と膀胱血流量の変化に関する報告はわずかに過ぎず²⁻⁴⁾、その大半はラジオアイソトープを用いた正常動物実験で、侵襲性のためか、ヒト膀胱、特に病的膀胱に関しては皆無に等しい。

レーザードップラー血流計は汎用組織内血流計として生体組織の微小循環を連続的にモニタリングできるもので、近年医学、生物学の分野でも応用されつつある⁵⁻⁷⁾。そこでわれわれは正常膀胱機能ボランティアおよび神経因性膀胱患者、萎縮膀胱患者に対してレー

ザードップラー血流計を用いて種々の膀胱容量での膀胱内圧と膀胱血流量の測定を試みたので若干の考察を加えて報告する。

対 象

正常膀胱機能を有するボランティアは4名で、血流測定は同意をえたうえで、膀胱鏡検査時や体外衝撃波碎石術の内視鏡操作時に行った。神経因性膀胱患者は4名で、1名は直腸癌術後、2名は子宮癌術後の神経因性膀胱で、いずれも低コンプライアンス膀胱症例であった。残り1名の神経因性膀胱患者の病因は不明であったが、正常コンプライアンスを有していた。萎縮膀胱患者は1名で、萎縮膀胱の原因は小児期に急性骨髄性白血病に対して施行された化学療法の副作用によ

Table 1. Background of patients

正常膀胱ボランティア	
尿路結石症	2名
膀胱腫瘍	1名
膀胱瘤	1名
神経因性膀胱患者	
子宮癌術後	2名
直腸癌術後	1名
原因不明	1名
萎縮膀胱患者	1名

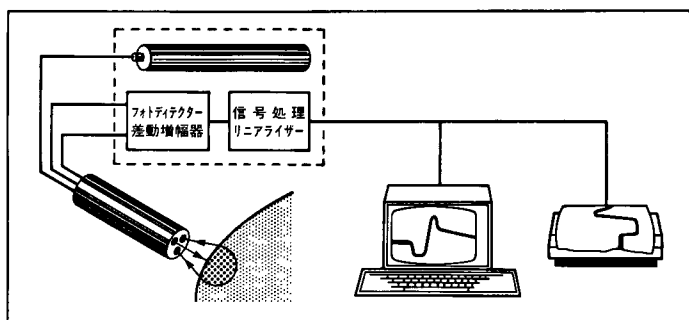
るものであった (Table 1).

測定原理と方法

レーザードップラー組織内血流システムの動作原理を述べる (Fig. 1). プローブより低出力のレーザー光が発せられ、そのレーザー光は組織内へ浸透、散乱、屈折を繰り返しながら吸収される。プローブより半径約 1mm 以内の赤血球と衝突したレーザー光はその周波数に変化をきたし、この散乱を受光ファイバーでピックアップし、フォトディテクターで電気信号

に変換後、リアライザーへ送られ出力表示されるというものである。つまり測定される血流量は膀胱粘膜血流量である。今回レーザー血流計は株式会社アドバンス製 ALF 21 と直径 1.8 mm の軟性内視鏡用プローブを使用し、膀胱鏡下に膀胱容量 (注入灌流液量) と膀胱内圧をモニターしながら、プローブを可能なかぎり膀胱壁と垂直となるように挿入し血流量の測定を各容量ごとに行った。

予備測定実験として、検者の手指を用いて繰り返し血流測定を行ったところある一定の法則性を見出した。Fig. 2 に検者手指での血流測定例を示す。プローブを手指に近づけていき、プローブが手指に接し圧迫されるとデジタル表示は最低値をとり、ついで徐々にプローブを手指より離していくにつれ血流表示は増加し、プローブが手指より離れる直前で最高値を示した後、以降激減していくことがわかり、また再現性も認められた。レーザードップラーの動作原理から考えてこの最高値がその部位での組織内血流量を反映するものと思われ、今回の検討ではプローブが軽く圧迫さ



Front page: micrograph of a hamster cheek pouch. By courtesy of E. Svensjo and M. Erlansson. Dept. of Pharmacology, AB DRACO, Lund, Sweden.

Fig. 1. Principle of laser doppler for measurement of tissue blood flow.

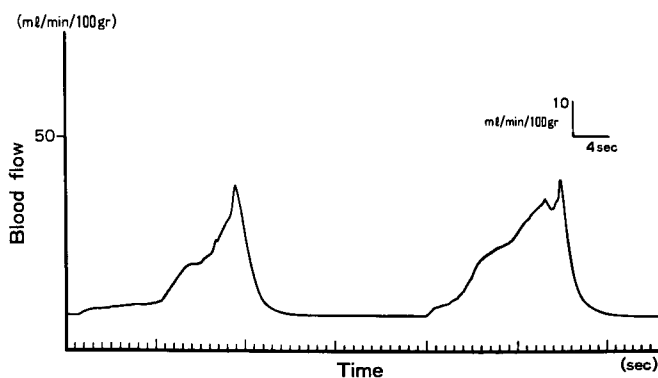


Fig. 2. An illustration of finger blood flow by laser blood flowmetry in a healthy individual.

れるように膀胱壁に当て、徐々にプローブを離していく、膀胱壁より離れる直前の最高値の測定を行った。

結 果

1) 正常膀胱機能ボランティアの膀胱血流測定

Fig. 3 に正常膀胱機能を有すボランティア4名の膀胱容量の変化に伴う膀胱血流量と膀胱内圧の変動を示す。膀胱容量が増すにつれ膀胱内圧の増加は緩徐で

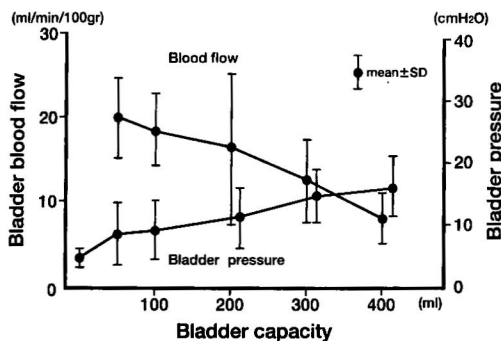


Fig. 3. Change of the bladder blood flow and the intravesical pressure during bladder distention in patients with normal detrusor function.

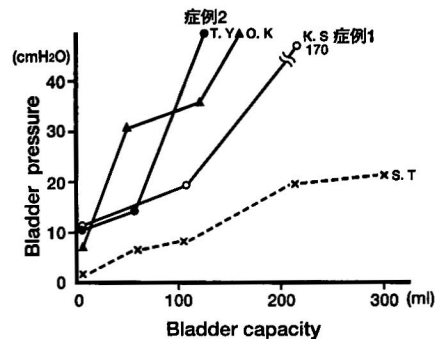
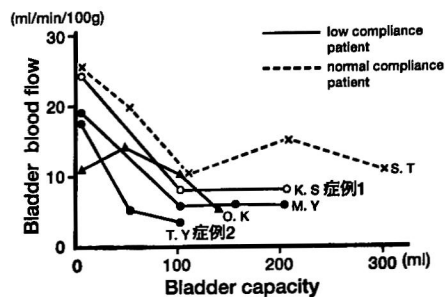


Fig. 4. Change of the bladder blood flow and the intravesical pressure during bladder distention in patients with detrusor dysfunction.

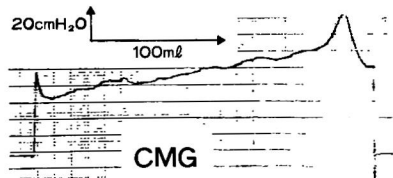
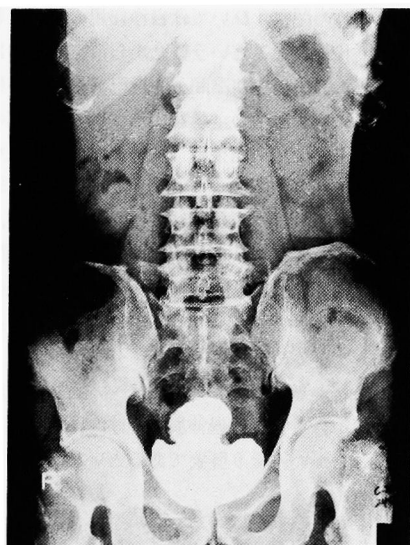


Fig. 5. Case 1. Cystography and cystometry.

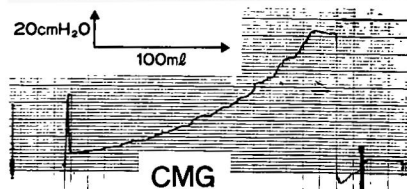
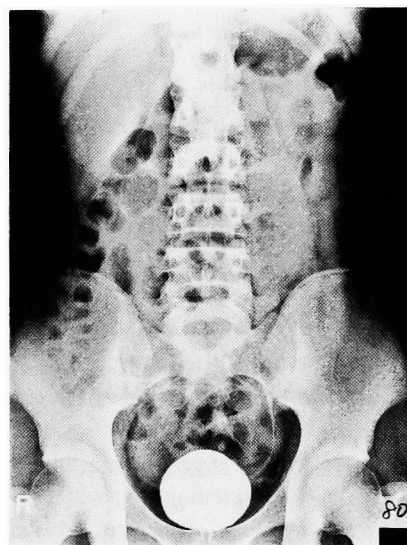


Fig. 6. Case 2. Cystography and cystometry.

あるのに対し、膀胱血流量は 200 ml を越えると急激に減少する傾向を示した。

2) 膀胱機能障害患者の膀胱血流測定

Fig. 4 に膀胱機能障害患者膀胱容量の変化に伴う膀胱血流量および膀胱内圧の変動を示す。低コンプライアンス膀胱症例では神経因性、筋原性障害ともに正常膀胱に比べ膀胱血流量の低下と膀胱内圧の上昇が著しかった。一方、神経因性膀胱症例でも良好にコンプライアンスの保たれている 1 例は膀胱の伸展によっても正常膀胱機能患者と同等の血流量を示した。ここで膀胱機能障害を有する患者の症例を呈示する。

症例 1：直腸癌術後 5 年の 75 歳男性。膀胱造影では膀胱容量の減少と高度の変形を、膀胱内圧測定では低コンプライアンス膀胱を示す (Fig. 5)。膀胱血流測定では膀胱容量わずか 100 ml で血流量は激減し、膀胱容量が 100 ml 以上になると膀胱の柔軟性は失われ、急激な膀胱内圧の上昇を示した (Fig. 4)。

症例 2：5 歳時および 13 歳時に急性骨髄性白血病に対し施行された化学療法の副作用と考えられる 17 歳、男性の萎縮膀胱患者で、膀胱コンプライアンスは低下し、最大膀胱容量はわずか 100 ml しかなかった (Fig. 6)。膀胱血流測定では膀胱容量 50 ml で血流量はすでに低値を示し、膀胱内圧の急速な上昇を認めた (Fig. 4)。

考 察

膀胱の過伸展は膀胱壁の虚血をもたらすということは半ば周知の事実とされているが、しかし前述のごとく膀胱壁の伸展と膀胱血流量の変化に関する報告は以外と少なく²⁻⁴⁾、その大半がラジオアイソトープを用いた動物実験に関するもので、ヒト膀胱については皆無に等しい。

レーザードップラー流速計は 1964 年 Yeh ら⁸⁾ によって発表され、その後 Nilsson ら⁹⁾ によって組織内血流計測システムとして開発され、内科領域ではおもに糖尿病性末梢血行障害や冠血流計測、レーノー病、内視鏡下での消化管の粘膜血流測定などに、皮膚・形成外科領域では皮弁や移植片の血流測定やパッチテストの客観的評価などに、そのほか耳鼻科、整形外科、麻酔科領域など臨床分野での応用も拡大しつつある⁵⁻⁷⁾。

当初正常膀胱機能ボランティアに対してレーザードップラー血流測定を始めたところ、プローブの圧迫の程度や、同一症例であっても発赤部や血管走行部など測定部位により血流量にかなり差を認めた。このように膀胱血流測定に際してはある程度練達を必要とし、測定法に関しては今後さらに検討を要す問題と思われ

る。

レーザードップラー血流計で測定された血流量は膀胱粘膜血流量であるが、Nemeth ら¹⁰⁾ はラジオアイソトープを使った犬の実験で、筋層の血流量は粘膜層に比し、膀胱壁の弛緩、伸展にかかわらず低値で、弛緩時は 13 分の 1、伸展時は 4.7 分の 1 で、持続伸展により 2.3 分の 1 まで低下したと報告している。また膀胱三角部と頂部の血流量を比較し、血流量には差がなかったと報告している。Finkbeiner ら¹¹⁾ も同様に犬の実験を行い、膀胱伸展時の血流減少率は弛緩時に比べ、粘膜層 27%、筋層 31% で、ほぼ同等であったと報告している。今回われわれが測定したのは膀胱粘膜血流量であるが、これらのことより粘膜の血流量を測定することは筋層の血流量を反映するものと思われる。症例数は少ないが今回の膀胱血流測定の結果、正常膀胱でも膀胱壁の伸展、圧迫に伴い膀胱内圧の増加に比べ予想以上に膀胱血流量の減少は著しかった。低コンプライアンス膀胱症例では原疾患に関係なく膀胱伸展による膀胱血流量の減少がさらに著しく、他方、神経因性膀胱症例でもコンプライアンスの良好な症例は正常例と同等の膀胱血流量を有しており、膀胱壁の柔軟性と膀胱血流量との関係がうかがわれる。Lapides ら^{8,10)} は膀胱の過伸展は膀胱内圧の増加、膀胱血流量の減少、毛細血管内腔の閉塞、ひいては自浄作用の低下をきたし、易感染状態となるという概念から清潔間欠的自己導尿法を導入し、現在清潔間欠的自己導尿法は排尿障害に対する尿路管理法の主幹を成している。今回の膀胱壁の伸展と血流量の結果も Lapides らの概念を支持するものであった。低コンプライアンス膀胱患者では正常コンプライアンス症例以上に膀胱の過伸展、高圧化となりやすく、しかも持続的なことから、膀胱壁の血流低下が顕著であり、尿路感染の発生、線維化の助長をきたし、さらにコンプライアンスの低下を招く危惧を有している。

以上のことから、低コンプライアンス膀胱では膀胱血流量の面からも膀胱の過伸展を避け、高圧膀胱の減圧を計ることがいっそう肝要であるといえる。

結 語

1. 新しい組織内血流計測システムであるレーザードップラー血流計を用いて、正常膀胱機能ボランティア、神経因性膀胱患者および非神経因性の萎縮膀胱患者に対して膀胱伸展に伴う膀胱内圧と膀胱血流量の変化の測定を行った。
2. 膀胱血流量は正常膀胱であっても、膀胱壁の伸展につれ、膀胱内圧の増加以上にその減少が著しかった。

3. 神経因性膀胱患者でも膀胱コンプライアンスの良好な症例は正常膀胱と同等の膀胱血流量を示した。一方, 神経因性, 非神経因性を問わず, 低コンプライアンス膀胱症例では正常膀胱に比し, 著しい膀胱血流量の減少を示した。

4. 以上より, 膀胱壁の柔軟性の欠如と膀胱血流量との関係が示唆された。

文 献

- 1) 斉藤政彦, 加藤隆範, 近藤厚生, ほか: ヒト神経因性膀胱の薬理学的特徴. Calbachol, ATP, Cacl に対する反応. 日泌尿会誌 82: 1947-1953, 1991
- 2) Nemeth CJ, Khan RM, Kirchner P, et al.: Changes in canine bladder perfusion with distension. Invest Urol 15: 149-150, 1979
- 3) Finkbeiner A and Lapides J: Effect of distension on blood flow in dog's urinary bladder. Invest Urol 12: 210-212, 1974
- 4) Dunn M: A study of the bladder blood flow during distension in rabbits. Br J Urol 46: 67-72, 1974
- 5) Nilsson GE, Tenland T and Oberg PA:

Evaluation of a laser doppler flow-meter for measurement of tissue blood flow. IEEE Trans Biomed Eng BME 27: 12-19, 1980

- 6) Lunde OC, Kvernbo K and Larsen S: Evaluation of endoscopic laser doppler flowmetry for measurement of human gastric blood flow. Methodologic aspects. Scand J Gastroenterol 23: 1072-1078, 1988
- 7) Cesarone MR, Laurora G, Smith G, et al.: Laser - Doppler flowmetry in the assessment of "mild" Raynaud's phenomenon and its treatment. Panminerva Med 32: 151-154, 1990
- 8) Yeh Y and Cummins HZ: Localized fluid flow measurement with He-Ne laser spectrometer. Appl Phys Lett 4: 176-179, 1964
- 9) Lapides J, Diokno A, Silber SJ, et al.: Clean, intermittent self-catheterization in the treatment of urinary tract disease. J Urol 107: 458-461, 1972
- 10) Lapides J: Mechanisms of urinary tract infection. Urology 14: 217-225, 1979

(Received on November 1, 1993)
(Accepted on April 3, 1994)