

尿道留置カテーテルの材質の差による 細菌付着と尿道炎発症の検討

旭中央病院泌尿器科 (部長: 村上信乃)

村上 信乃, 五十嵐辰男, 田中 方士

戸邊 豊総, 三上 和男

ADHERENCE OF BACTERIA TO VARIOUS URETHRAL CATHETERS AND OCCURRENCE OF CATHETER- INDUCED URETHRITIS

Shino Murakami Tatsuo Igarashi, Masashi Tanaka,

Toyohusa Tobe and Kazuo Mikami

From the Department of Urology, Asahi General Hospital

To prevent the occurrence of nosocomial urinary tract infections among patients with indwelling urinary catheters, we compared commercially available catheters for the degree of irritation to surrounding mucosa and bacterial adherence. The hydrogel-coated catheter was found to be superior to the teflon-coated or silicone-coated catheters, since it had the lowest degree of bacterial adherence and mucosal irritation among these products. These findings suggest that the incidence of catheter-induced urinary tract infection would be lowered by the use of hydrogel-coated catheter, and recommend their use for patients requiring long-term urinary catheterization.

(Acta Urol. Jpn. 39: 107-111, 1993)

Key words: Urinary catheter, Urinary tract infection, Urethritis

緒 言

尿道留置カテーテルを使用中に発生する尿路感染症は、その感染経路のほとんどがカテーテルまたは尿道での細菌増殖による上行感染とされており、その治療はカテーテルを抜去しないかぎりきわめて困難である。従ってカテーテルを留置する場合には、可及的にその上行感染の防止を心掛けなければならない。そのため、細菌が表面へ付着し難い材質のカテーテルが求められる。またカテーテル挿入の直接刺激により生ずる、尿道、粘膜の炎症も、細菌感染を生じやすくなるので、できるだけ局所刺激の少ない材質のカテーテルも必要であろう。今回そのようなカテーテルを求めて、現在使用されている3種類の尿道留置カテーテルの表面への、細菌の付着性について調べるとともに、実際にカテーテル留置中に局所刺激により生ずる尿道炎の発生率を、各カテーテル毎に調べたので報告する。

対象および方法

(1) カテーテル表面への細菌の付着性

前立腺癌の脊椎転移で神経因性膀胱となって、以前より長期間尿道にカテーテルが留置されている68歳の男性に (1)親水性素材で coating されたラテックス製 (以下親水性)、(2)テフロンで coating されたラテックス製 (テフロン)、(3) オールシリコン製 (シリコン)、以上3種類のバルンカテーテルをこの順番におのおの1日、3日、5日間留置して、抜去後の尿とカテーテルの培養を行い、さらにカテーテル表面への細菌の付着状況を走査電子顕微鏡で調べた。すなわち、バルンより末梢の尿道に接触する部分約5cmのカテーテル片を縦に2分割し、1片はよく生食水で洗浄した後、血液寒天培地の表面に直接塗布し細菌培養をおこなった。残りの一片は生食水で3回洗浄した後、3% glutaraldehyde で固定し、さらに蒸留水で3回洗浄し、そして10%から100%まで濃度を上げたアルコールで脱水した。その後臨界点乾燥をさせ、金でス

バッテリー被覆した後、走査型電子顕微鏡で観察した。観察法は各検体毎にカテーテルの内面と外面を各10視野ずつ、5,000倍拡大で付着している細菌数を数えた。なお本研究のためのカテーテル留置期間中には、一切の抗菌剤を使用していなかった。

(2) 尿道炎発生率

当科で前立腺肥大症に対してTURを行った者の術後の留置カテーテルを無作為に、テフロンと親水性の2群に分けた。各群とも一日に一回、外尿道口からの膿性分泌物の有無を観察した後、同部より綿棒を挿入し細菌培養の検体を採取した。そして同部をよく消毒した後、清潔なガーゼで覆った。

結 果

(1) 細菌の付着性

尿培養では全例毎回 *Pseudomonas aeruginosa* が 10^5 以上検出された。カテーテル培養ではテフロンでは3日目、シリコンでは3日目と5日目に *Pseudomonas* が20コ以上検出されたが、親水性では5日目までには何らの細菌も検出されなかった。

カテーテル内側表面への細菌の付着状況は、留置1日目にシリコンで10視野中3視野(30%)で計4コの細菌が認められたが、テフロンと親水性には細菌が付着していなかった。3日目には親水性が1視野で2

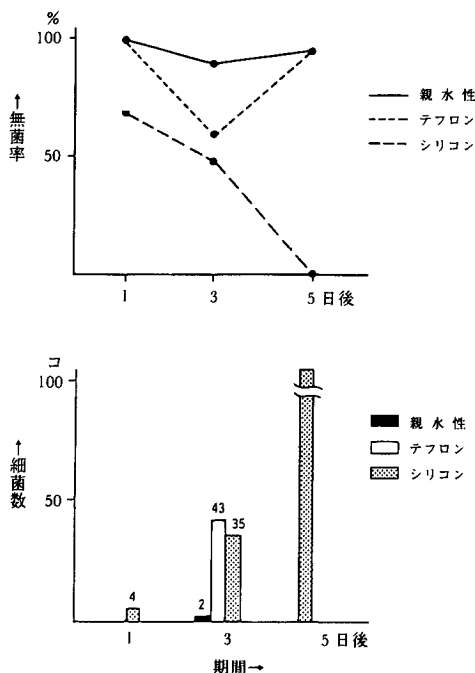


Fig. 1. カテーテル細菌付着 (内側)

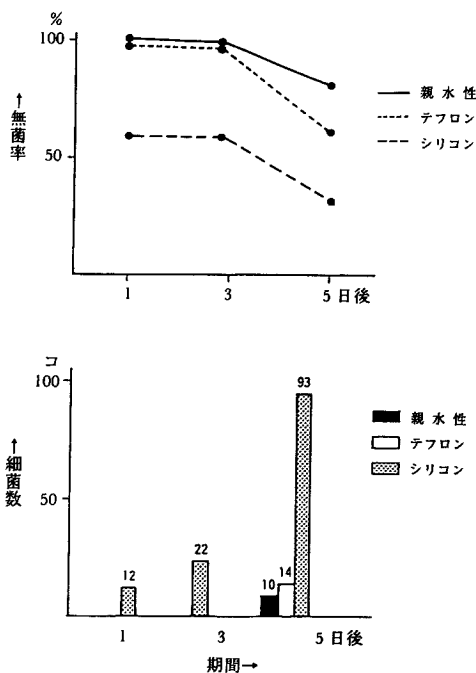


Fig. 2. カテーテル細菌付着 (外側)

コ、テフロンで4視野に計43コ、シリコンで5視野に35コの細菌の付着が認められた。5日目にはシリコンで全視野に100コ以上の細菌を認めたが、他の2種類のカテーテルにはまったく細菌が付着していなかった (Fig. 1)。一方カテーテル外側での付着状況は、1日目と3日目にシリコンでおのおの4視野で12コと22コの細菌が認められたが、他のカテーテルでは細菌の付着を認めなかった。5日目には親水性で2視野に10コ、テフロンで4視野に14コ、シリコンで7視野に93コの細菌の付着を認めた (Fig. 2)。以上の成績よりカテーテル表面への細菌の付着は、シリコンが最も強いのに対し、親水性ではもっとも少なく、その中間がテフロンであることが判明した。実際の走査電子顕微鏡像の内、留置3日目のおのおのカテーテルの外表面像と (Fig. 3)、一面にびっしりと細菌の発育したシリコン5日目の内表面像とを提示する (Fig. 4)。

(2) 尿道炎発生率 (Table 1)

TUR 術後の各カテーテル別の尿道炎発生状況を調べた症例の内、(1)留置前には無菌尿で、かつ(2)術後5日目にカテーテル抜去が可能であったため本研究の対象となった者は、テフロン19例、親水性13例であった。これら両群の平均年齢と前立腺切除重量には差がなかった。5日間の留置期間中に外尿道口より膿性分泌物を認めた者は、テフロン17例 (84.3%)、親水性

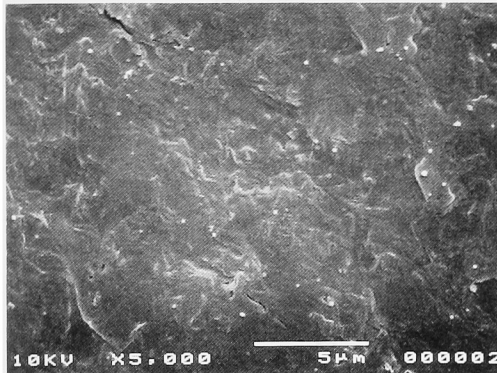
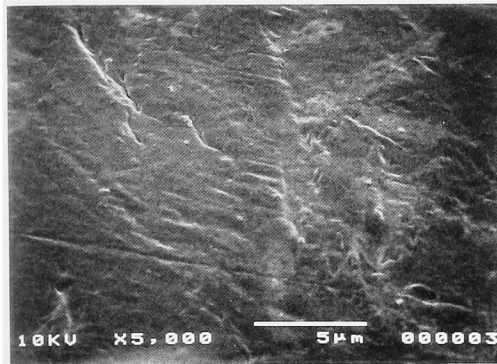


Fig. 3. 留置3日目外表面像 (×5,000) 上から親水性, テフロン, シリコン, 上の2種には細菌を認めないが, シリコンには細菌の付着を認める

9例(67.2%)と両者に有意差を認めなかった。しかし留置後初めて尿道より排膿を認めるまでの日数を, 留置中に排膿を認めなかった者は6日目に出現したと仮定して, 各群での平均値を計算すると, テフロン3.21日に対し, 親水製4.33日と前者の方が有意に短い結果であった。一方留置中に尿道培養で, グラム陰性の桿菌では10コ以上, グラム陽性球菌では100コ以上が検出された例はテフロンで18例(94.7%), 親水性

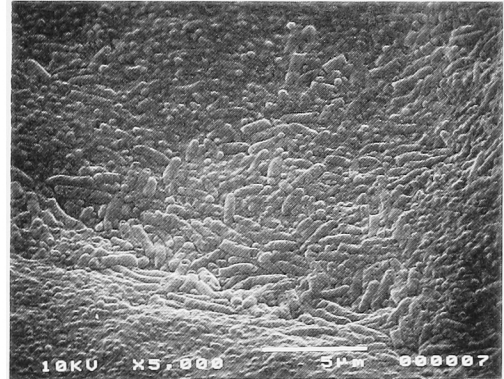


Fig. 4. シリコン5日目の内表面像 (×5000) 一面にびしりと発育した細菌を認める

Table 1. TUR 術後尿道炎発生率

	テフロン	親水性
例数	19	13
年齢(歳)*	67.3±7.6	72.1±7.6
切除重量(g)*	20.6±14.5	18.1±12.7
膿性分泌物		
陽性例*	17(84.5%)	9(67.2%)
同出現日**	3.21±1.54	4.33±1.87
尿道培養		
陽性例*	18(94.7%)	10(76.9%)
同出現日***	2.05±1.35	3.67±1.87

* N.S. ** P<0.05 *** P<0.01

で10例(76.9%)とほとんどに認められ, 両者間に有意差がなかった。しかし留置後より初めて培養陽性となるまでの日数を, 排膿の場合と同じように計算して比較すると, 2.05対3.67と, やはりテフロンでは有意に短期間で細菌が検出される結果であった。つまり親水性の方が尿道炎になりにくいことが示された。

考 察

留置カテーテルに伴う尿路感染は, 回路の閉鎖性を保った蓄尿バッグの使用により, その発生率は急激に減少した¹⁻³⁾。しかしいかに厳重に回路の閉鎖性を保っても, カテーテル外側を通過の上行性の感染は避けられないので⁴⁾, 留置期間が長くなると尿路感染は必発である。このカテーテル外側からの感染を, 細菌が付着しにくいカテーテルを使用することにより, ある程度減少させることは可能と考えられる。またこの外側からの感染はカテーテルの尿道粘膜に対する機械的, 化学的刺激により炎症を起こし細菌が付着しやすくなることにより一層増強されるので⁵⁾, 局所刺激の少ない材質を使いその炎症を防ぐことも, 尿路感染予防

に有効と考えられる。以上の点を考慮して、現在一般に使われている各種のカテーテルの材質の差による、細菌の付着性と尿道炎の発生率を比較した。まず前立腺癌脊椎転移による神経因性膀胱のため長期カテーテルを留置して、尿細菌培養では毎回 *Pseudomonas* が検出される患者を対象に、現在使用されている3種類のカテーテルへの細菌の付着性を検討した。十分洗浄した後のカテーテル培養の結果で、テフロンやシリコンでは3日目にすでに *Pseudomonas* が検出されたのに、親水性は5日以内には何らの細菌も培養されず、同カテーテルに対する細菌の付着性が少ないことが示唆された。さらに直接、走査電子顕微鏡で各カテーテルの表面を調べた結果でも Fig. 1, 2 のごとく、親水性への細菌の付着性が少ないことが示された。ただしこの Fig. 1, 2 より直ちに細菌の付着数の定量的結論をくだすことには問題が残ろう。すなわち、現在電子顕微鏡での細菌数を定量的にカウントする方法はまだ確立されていないので、今回われわれが試みた、10視野ずつ各視野で付着している細菌数をカウントして定量化する方法の妥当性が問題となる。しかしたとえばシリコンは内外側共、留置した翌日よりすでに少数の細菌が認められ、3日後には中等量となり、それがさらに5日後には無数の細菌が一部 biofilm に包まれる像が認められるなど、時間の経過に一致した細菌数の変化が認められたので、この方法での定量化もある程度の妥当性を有するものといえよう。なおこの biofilm は細菌由来の成分と尿路上皮からの debris や fibrin から形成されていて⁹⁾、抗菌剤に対して細菌を保護しているため、カテーテル留置例への化学療法が困難で、たとえ一時無菌尿となしえても容易に再燃する原因とされている⁷⁻⁹⁾。一方テフロンと親水性は内側では3日後に、外側では5日後に細菌が認められたが、その数はシリコンと比べると少なかった。とくに親水性では電子顕微鏡で認められた細菌数が少なく、同カテーテルへの細菌の付着性が、他と比べてきわめて小さいことが示された。この原因の一つに *Pseudomonas* などの尿路感染起炎菌の大部分が疎水性の性質を持っているため、親水性の物質の表面に付着し難いことが考えられている¹⁰⁾。この他に親水性に細菌が付着しがたい原因として、親水性のカテーテルの摩擦係数が他の材質のカテーテルより少ないことも考えられる¹¹⁾。すなわち摩擦係数が少ないことは、カテーテル挿入時や長期留置時のカテーテルと尿道粘膜の間の摩擦による刺激が少なくなり、局所の炎症反応が抑えられ細菌が付着しがたくなるためである。このことは実際に前立腺肥大症の術後の留置カテーテルを、

従来から広く使用されているテフロンと親水性の2種類のカテーテルで、局所刺激の結果生ずる尿道炎の発生率を比較した成績からも裏付けられた。すなわち、年齢や切除重量などはほぼ同じような対象であったのに、留置してから初めて尿道炎の徴である外尿道口に膿性分泌物が現れるまでの期間や、尿道から細菌が検出されるまでの期間が、有意に親水性の方が遅かったことは、同カテーテルの局所刺激の少ないことを示すものと考えられる。以上の結果よりカテーテル留置に伴う尿路感染症を予防するには、局所刺激が少なく、細菌も付着しがたい親水性素材で coating したカテーテルが有効であると思われた。

結 語

各種カテーテルを実際に患者に使用して、その表面への細菌の付着性と、尿道粘膜への刺激性を比較した。その結果、親水性素材で coating したカテーテルが従来から使われているテフロンやシリコン製と比べて、最も細菌が付着しがたく、局所刺激も少ないことが判明した。

文 献

- 1) Kunin CM and McCormack RC: Prevention of catheter-induced urinary tract infection by sterile closed drainage. *N Engl J Med* 274: 1156-1161, 1966
- 2) 村上信乃, 藤田道夫, 田村欣一: 下部尿路術後の留置カテーテル管理について. *臨 泌* 31: 715-720, 1977
- 3) Platt R, Polk F, Mubdock B, et al.: Prevention of catheter-associated urinary tract infection: A cost-benefit analysis. *Infect Control Hosp Epidemiol* 10: 60-64, 1989
- 4) Nickel JC, Grant SK and Costerton JW: Catheter-associated bacteriuria: An experimental study. *Urology* 26: 369-375, 1985
- 5) Wilksch J, Vernon-Boherts B, Garrett R, et al.: The role of catheter surface morphology and extractable cytotoxic material in tissue reactions to urethral catheters. *Br J Urol* 55: 48-52, 1983
- 6) Ohkawa M, Sugata T, Sawaki M, et al.: Bacterial and crystal adherence to the surface of indwelling urethral catheters. *J Urol* 143: 717-721, 1990
- 7) 公文裕巳: カテーテル留置複雑性尿路感染症の病態と治療学. *化学療法の領域* 6: 267-273, 1990
- 8) Ramsay JWA, Garnham AJ, Mulhall AB, et al.: Biofilms, bacteria and bladder catheters: A clinical study. *Br J Urol* 64: 395-398, 1989
- 9) Stickler D, Dolman J, Rolfe S, et al.: Activ-

- ity of antiseptics against *Escherichia coli* growing as biofilms on silicone surfaces. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* **8**: 974-978, 1989
- 10) Roberts JA, Fussel EN and Kaack MB: Bacterial adherences to urethral catheters. *J Urol* **144**: 264-269, 1990
- 11) Khoury AE, Olson ME, Villari F, et al.: Determination of the coefficient of kinetic friction of urinary catheter material. *J Urol* **145**: 610-612, 1991
- (Received on July 17, 1992)
(Accepted on October 5, 1992)
(迅速掲載)