

방광요관 역류에서 요관하 Polydimethylsiloxane 주입술의 초기경험과 기술적 측면

The Early Experience and Technical Aspects of Endoscopic Subureteral Polydimethylsiloxane Injection for Vesicoureteral Reflux

Hyun-Chul Kim, Kang-Soo Shim, Du-Geon Moon

From the Department of Urology, Korea University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: We reviewed the operative outcome and the cause of failure for performing subureteral injection of polydimethylsiloxane (PDS, Macroplastique[®], Uroplasty Inc. Geleen, The Netherlands), when it is used as a bulking agent for the endoscopic treatment of vesicoureteral reflux (VUR) patients.

Materials and Methods: A total of 29 patients (a total of 37 ureters), with primary grades I to V VUR were treated with a single subureteral injection from 2001 to 2004; these patients were followed for an average of 21.5 months. Each patient underwent preoperative voiding cystourethrography, renal ultrasound, a dimercapto-succinic acid (DMSA) scan and urine culture. With the patient under general anesthesia, the PDS implant was injected transurethrally at the 6 o'clock position of the ureteral opening in the affected renal unit by a modified subureteral transurethral injection (STING) procedure. Renal ultrasound was done at 1 week and voiding cystourethrography was done at 3 months to rule out obstruction at the injection site and/or persistent reflux, respectively. Cure was defined as an absence of VUR on voiding cystourethrography at 3 months after injection. Statistical analyses were performed using the chi-square test.

Results: The grade of reflux was I, II, III, IV and V in 6, 4, 12, 9 and 6 ureteral units respectively. After a single injection, the VUR was cured in 30 ureteral units (81.1%). There were 7 (18.9%) patients who received a second injection after a failed single injection. In these patients, the injected PDS volume was not changed on ultrasound. On the other hand, cystoscopy showed mound displacement in 4 patients, no volcano appearance but rather a broad elevation in 2 patient, and distal ureteral fistula and mound extrusion in 1 patient.

Conclusions: These results suggest that endoscopic subureteral polydimethylsiloxane injection is an effective treatment of VUR. The efficacy of subureteral injection can be improved by using the correct injection technique. (Korean J Urol 2006;47:154-159)

Key Words: Vesicoureteral reflux, Polydimethylsiloxane, Injections

대한비뇨기과학회지
제 47 권 제 2 호 2006

고려대학교 의과대학 비뇨기과학교실

김현철 · 심강수 · 문두건

접수일자 : 2005년 7월 13일
채택일자 : 2005년 10월 5일

교신저자: 문두건
고려대학교 안산병원 비뇨기과
경기도 안산시 단원구 고잔1동
516
☎ 425-707
TEL: 031-412-5190
FAX: 031-412-5194
E-mail: dgmoon@korea.ac.kr

서 론

방광요관역류의 유병률은 소아에서 약 1%이며 요로감염, 신우신염, 고혈압 및 만성신부전의 가능성을 증가시키

는 것으로 알려져 있다.^{1,3} 방광요관역류의 전통적인 수술치료법인 개복수술은 역류등급 I-IV에서는 역류정도에 상관없이 95-99%의 높은 성공률을 보이고 있다. 방광요관역류의 비침습적인 치료법으로 1980년대에 Puri와 O'Donnell⁵이 요관하 주입법의 개념을 소개하였으며 polytetrafluorethane

(Polytef, Teflon)는 polytetrafluorourethylene 입자들이 glycerine에 50% 혼합되어 있는 현탁액으로서 85%의 높은 성공률을 보이지만, 입자의 크기가 5-100 micron으로 다양해 모세혈관으로 침투하여 먼 장기에 색전을 일으키는 부작용 때문에 미국에서 사용이 금지되었다.^{4,5} 콜라겐은 62-83%의 성공률을 보이지만 세포성 또는 체액성 면역을 일으키므로 피부반응검사를 해야 하는 번거로움이 있고 생체 내 분해(biodegradation)와 용적 감소(constriction)로 인해 높은 첫 성공률에 비해 재발률이 높다. 연골세포도 콜라겐과 마찬가지로 주입물질의 이동이나 용적 감소에 의한 역류 재발을 보였다. 1990년대에 보다 이상적인 polydimethylsiloxane (PDS, Macroplastique[®], Uroplasty Inc., Geleen, The Netherlands)과 dextranomer/hyaluronic acid (Dx/HA, Deflux[®], Q-Med, Uppsala, Sweden)가 개발되었으나 전통적인 개복수술과 비침습적인 내시경적 요관하 이물질 주입법에 대해서는 치료효과, 술자의 선호도 등으로 인해 여전히 많은 논란이 있다. 저자들은 2000년 이후 방광요관역류에 대한 개복수술보다는 PDS를 이용한 내시경적 치료법을 시도하여 치료효과를 알아보고 추적관찰을 통하여 방광요관역류가 재발하거나 소실되지 않은 경우에는 재주입술을 위한 방광내시경을 통해 술기상의 실패 원인에 대해 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

2001년 4월부터 2004년 2월까지 내시경적 PDS 요관하 1회 주입으로 방광요관역류를 치료한 후 추적이 가능했던 29명 환자(남자 12명, 여자 17명)의 37역류요관을 대상으로 이들의 의무기록지를 후향적으로 분석하였다. 대상 환자들의 연령은 2세에서 65세 (평균연령 19.4세)였고 추적기간은 6개월에서 40개월 (평균 21.5개월)이었다. 저자들은 요로계 감염이 있거나 예방적 항생제 투여가 어려운 경우, 그리고

추적관찰 중 방광요관역류가 더 심해지는 경우에 수술을 시행하였으며, 역류 등급이 낮은 경우에도 부모가 약물 투여를 원하지 않고 수술을 원하는 경우에는 수술을 시행하였다. 모든 환자는 수술 전 복부초음파와 배뇨중방광요도조영술, dimercapto-succinic acid (DMSA) 스캔과 요배양검사를 시행하였으며 병변이 있는 신기능이 10% 이하일 경우는 자료에서 제외하였다. 시술은 수술실에서 전신마취하에 이루어졌으며 소아는 9Fr., 성인은 19Fr. 방광내시경을 이용하였고, 4Fr. PDS 주입용 주사바늘을 이용하여 방광요관역류가 있는 요관구의 6시 방향에 주입하였다. 시술 시 주사바늘을 방광점막에 2-3mm 깊이로 한 번에 찌른 후 뒤로 조금씩 후퇴하면서, 요관구를 중심으로 주위가 고르게 용기되어 화산 모양이 되도록 3-4회 정도 주입하였고, 여러 부위에 여러 번 주입 시 주입물질의 분출 가능성이 있기 때문에 주입 전 신증을 기하였고, 모든 환자에서 내시경적 주입법을 시행할 때 PDS 주입 전과 주입 후의 방광내시경 사진을 촬영하였다 (Fig. 2A, 2Ba). PDS 주입량은 요관에 따라 차이가 있으나 0.5-1.5 ml가 사용되었다. 술 후 항생제는 요검사 소견이 정상화될 때까지만 투여하였다. 모든 환자들은 수술 1주일 후에 신장 초음파를 시행하여 요로 폐색이 있는지 확인하였고, 수술 3개월 후에 배뇨중방광요도조영술과 방광 초음파를 시행하여 역류의 소실 여부와 주입된 PDS의 용적 감소 여부를 확인하였고 역류가 완전히 소실되었을 경우에만 완치로 판정하였다 (Fig. 1). 통계적 분석은 chi-square test를 이용하였다.

결 과

방광요관역류의 정도는 grade I이 6요관, grade II가 4요관, grade III가 12요관, grade IV가 9요관, grade V가 6요관이었고, 일측성이 21례 (좌측 11례, 우측 10례), 양측성이 8례였

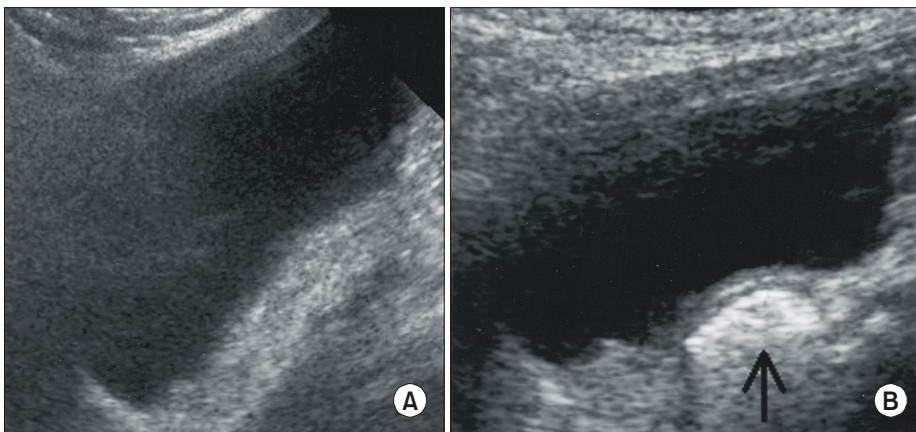


Fig. 1. Urinary bladder sonography. (A) Preoperative bladder sonography shows no specific echogenic shadow at the right ureteral orifice. (B) Postoperative bladder sonography shows an echogenic nodule (arrow) of injected polydimethylsiloxane (PDS).

으며 이 중 중복요관에서 발생한 경우는 1례였다. 주입된 PDS의 평균 용적은 0.8ml이고 평균수술 시간은 약 20분이었다.

전체 21역류요관 중 17요관 (81.1%), 29명의 환자 중 26명 (79.3%)에서 역류가 소실되었다. 역류의 정도에 따른 결과

Table 1. Results of endoscopic subureteral polydimethylsiloxane injection for vesicoureteral reflux patients

Reflux grade	No. of reflux ureteral units	No. of improved ureters (%)*	No. of unchanged ureters (%)
I	6	5 (83.3)	1 (16.7)
II	4	3 (75.0)	1 (25.0)
III	12	9 (75.0)	3 (25.0)
IV	9	8 (88.9)	1 (11.1)
V	6	5 (83.3)	1 (16.7)
Total	37	30 (81.1)	7 (18.9)

*no statistical difference in improved rates between each vesicoureteral reflux grade

는 grade I은 6요관 중 5요관, grade II는 4요관 중 3요관, grade III은 12요관 중 9요관, grade IV는 9요관 중 8요관, grade V는 6요관 중 5요관에서 역류가 소실되었다. 또한 ‘역류의 등급이 낮을수록 그 성공률이 증가할 것’이라는 가설로서 chi-square test을 이용하여 분석하였을 때 p값이 0.759로 통계적으로 유의하지는 않았고, 시술 후 1례에서 좌측복통과 함께 새로운 수신증이 관찰되었으나 완치 판정을 받은 환자 중에서 추적관찰 기간 중 역류가 다시 재발된 경우는 없었다 (Table 1).

내시경적 요관점막하 PDS 주입법을 시행한 후 바람직한 요관구의 모양은 요관구가 주입된 물질로 인해 고르게 융기되어 있는 화산 모양이라 할 수 있다 (Fig. 2Bb). 역류소실이 없었던 7례의 방광경검사상 4례에서 처음의 주입 위치 (요관구 4-6mm 지점의 거리, 요관점막하공간에서 6시 위치, 요관구 가장자리에서 내하방)가 아닌 다른 부위에 주입된 물질이 남아 있는 것이 확인되었다 (Fig. 2Bc). 다른 2례에서는 요관구 주변이 전체적으로 융기는 되어 있었으나 요관구의 화산형 융기나 요관구 폐쇄는 관찰할 수 없었으며 초음파상 주입물질은 거의 남아 있지 않았다. 이는 주입 위치는 정상적이었으나 주입물질을 너무 깊이 주입한 결과

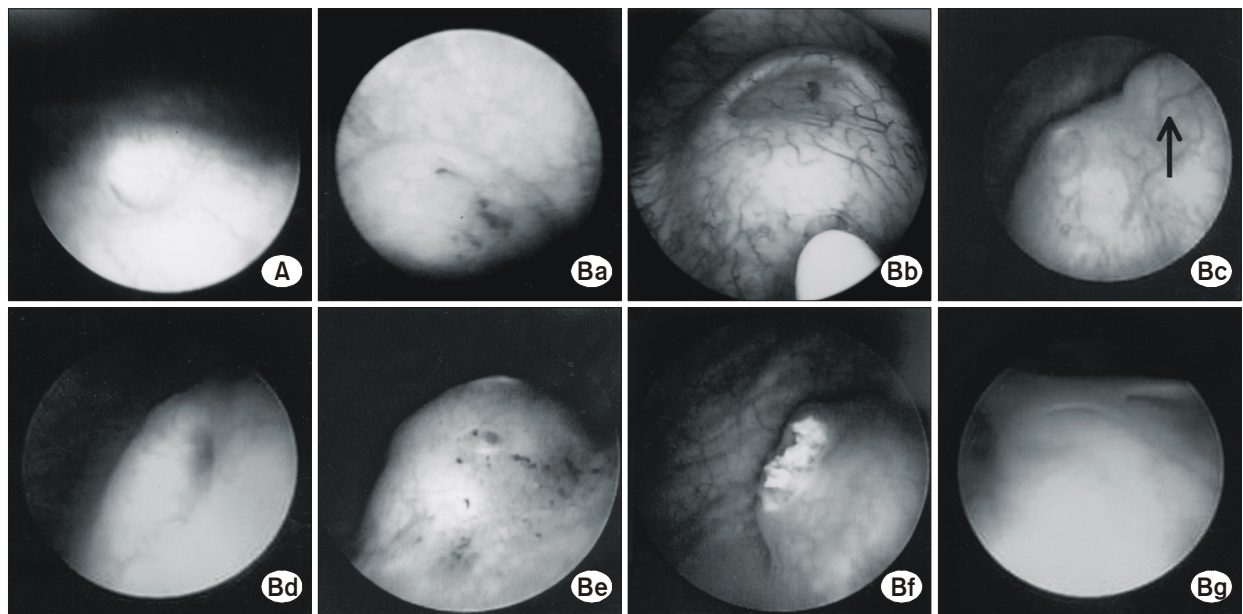


Fig. 2. Cystoscopic findings. (A) Preoperative cystoscopy shows a “golf hole” appearance of the right ureteral orifice in a Gr III vesicoureteral reflux (VUR) patient. (B) Postoperative cystoscopy. (a) Competent ureteral orifice on the top of a “volcano” after the cystoscopic submucosal injection of polydimethylsiloxane (PDS). (b) Competent ureteral orifice on the top of a “volcano” after injection of PDS for Gr II VUR. (c) Incompetent ureteral orifice; a main mound (arrow) is seen above the ureteral orifice. (d) Incompetent ureteral orifice; a mound is still poorly seen around ureteral orifice at 5-7 o'clock. (e) Left ureteral orifice is barely seen at the top of mound due to overcorrection (cystoscopy at 1st operation). (f) Extrusion of PDS is seen due to mucosal necrosis after overcorrection. (g) Ureteral fistula near the Rt. ureteral orifice is seen. It might be the result of complete extrusion of PDS after overcorrection.

로 추정된다 (Fig. 2Bd). 또 다른 1례는 양측성 역류 환자로 수술 당시 주입물질을 너무 많이 투입한 결과 (Fig. 2Be), 좌측요관은 점막이 파열되어 주입물질이 밖으로 드러나 있었으며 (Fig. 2Bf), 우측요관은 정상요관구 측면에 누공이 형성되었고 주입물질이 발견되지 않았던 점으로 미루어 이는 주입량이 많고 주입부위가 표면에 너무 가까워 수술 후 주입물질이 누출된 것으로 추정된다 (Fig. 2Bg). 재발한 7례는 2차 주입술을 시행한 후 추적관찰 결과 역류는 소실되었으며, 주입물질의 노출과 요관구 누공 형성을 보인 양측성 역류환자는 modified STING (subureteral transurethral injection)²⁰의 술기를 이용하였다.

고 찰

방광요관역류를 교정하는 데에 있어 내시경적 주입법은 최소 침습적이고 입원과 회복기간이 빠르다는 장점을 가지고 있다. 개복수술에 비해 낮은 성공률과 등급 IV, V의 고도 역류에서는 효과가 떨어지며, 초기 술기 습득의 어려움 및 이상적인 연부조직 보충물질 부재 등의 단점들도 보고되어 왔지만 현재 많은 연구가 진행되어 상당히 개선되었다. Polydimethylsiloxane (PDS, Macroplastique[®], Uroplasty Inc., Geleen, The Netherlands)는 배출성 운반체-겔 (bio-excretable polyvinyl-pyrrolidone carrier hydrogel)과 고형의 실리콘 탄성체로 이루어진 혼합현탁고형물로서 평균적으로 입자크기가 209 μ m로 매우 크고, 구조가 매우 조밀하여 체내에서 분해나 이동이 잘 되지 않고 염증반응이 적으며 생체 적합성이 높아 1992년부터 방광요관역류의 치료에 이용되고 있다.⁶ PDS는 입자의 평균 직경이 약 200 μ m로 일단 주입이 되면 운반체-겔이 흡수되어 반응성 누출액으로 변화하며 조직 내의 거대세포, 섬유모세포와 함께 아교질이 침착되어 피막화되면서 주입부위에 크고 단단한 형태로 자리잡게 되어 다른 부위로 이동하지 않는 특성이 있다.^{7,8} 본 연구에서도 수술 후 1주일째와 3개월째 시행한 초음파 검사상에서 주위 조직과 감별이 되는 주입물질을 관찰할 수 있었다.

1995년에 Sternberg와 Lackgren⁹이 dextranomer microsphere와 hyaluronic acid로 구성된 새로운 bioimplant인 dextranomer/hyaluronic acid copolymer (Deflux[®], 80-120 μ m)를 개발하여 주입물질로 사용하였으며, Macroplastique과 Deflux의 1년 추적관찰 결과를 비교하였을 때 그 성공률이 각각 80.9%와 67.6%였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. Macroplastique은 자가면역반응을 일으킬 위험이 있고 동물실험에서 증명된 결과 장기적으로는 암을 일으킬 가능성이 있는 반면에 Deflux는 체내에서 이동이 잘 되지 않으면서도 면역반응을 일으키지 않는 물질로서 섬유모세포의 증식과

콜라겐의 생성으로 인해 용적 감소가 거의 되지 않는 이상적인 주입물질의 조건을 갖추고 있다. 또한 Macroplastique은 주입 시 고압을 견딜 수 있는 주사총 (administration gun)이 필요하지만 Deflux는 간단한 주입세트만으로 가능하다.¹⁰

PDS는 초기 주입물질과 달리 방광요관역류에 대한 치료로서 사용되어 안전하고 높은 성공률을 보여왔다. Herz 등¹¹은 112개의 역류 요관에서 1회 주입으로 81%, 2회 주입 시에는 90%의 성공률을 보였으며, Ozyavuz 등¹²은 30개의 역류요관에서 1회 주입 시 26요관, 2회 주입 시 28요관에서 역류가 소실되었으며, 방광요관역류의 교정에 있어서 PDS가 Polytef나 collagen과 같은 다른 물질에 비하여 훨씬 더 좋은 결과를 보였다.^{10,15,16} 국내에서도 Cho 등¹³은 총 17개의 역류요관 중 14요관 (82.4%)에서 역류가 소실되는 좋은 결과를 보였다. 저자들의 경험에서도 전체 37개의 역류요관 중 30요관 (81.1%), 29명의 환자 중 23명 (79.3%)에서 역류가 소실되었다. 한편, Chertin 등¹⁴은 고도 역류 환자에서 시행한 STING의 장기치료효과에 관한 연구에서 IV등급 430명, V등급 96명 등 총 526명 역류 환자의 717요관 중에서 Polytef를 주입한 후 평균 11년간 관찰한 결과 1회 주입 시 420요관 (58%), 2회 주입 시 185요관 (26%)에서 역류가 소실되었고 112요관 (15%)에서는 역류등급이 I-II로 전환되어 더 이상의 처치가 필요없었으며 7요관 (0.9%)은 개복수술로 전환하였기에 약 99%의 치료효과를 보였고, 전 예에서 Polytef의 부작용은 관찰할 수 없었다고 하였다.

국내 여건과는 달리 2001년 9월 Dextranomer/Hyaluronic acid (Dx/HA)가 소아역류 II-IV에 대한 일차치료법으로 미국 The Food and Drug Administration (FDA)의 허가를 받음에 따라 Dx/HA를 이용한 STING은 유럽에서 시작되어 현재는 미국에서도 방광요관역류의 일차치료법으로 시도되고 있다. 그러나 내시경적 주입법의 정확한 기전은 아직 명확하게 밝혀진 바는 없다. 제안된 기전들을 보면, 첫째는 방광삼각부에 대한 요관의 강화된 고정력이고, 둘째는 주입물질에 의한 방광요관이행부의 개선된 지지기능이며, 셋째는 주입물질에 의한 용기로 인한 요관 내경의 감소가 그것이다.¹⁷ 따라서, 내시경적 주입법의 성공률을 증진시키고 합병증을 줄이기 위해서는 정확하고 정교한 술식이 필요한데, 기술된 방법들에 의하면 바늘을 방광점막하 2-3mm의 깊이, 요관구로부터 6시 방향에 주입하여야 하고, 주입부위의 왜곡을 방지하고 출혈을 감소시키기 위해서는 여러 군데에 천자하는 것을 피하는 것이 중요하다.¹⁰ Herz 등⁸과 Vereecken 등¹⁸은 PDS 주입 후 실패한 예에서 요관의 세로축에서 내측 혹은 외측에 용기가 잘못 위치된 소견이 관찰되었고, 초음파상에서 용기가 관찰되지 않을 경우 주입물질을 덮고 있는 점막의 미란이나 배뇨 시에 주입물질의 배출로 인한

것으로 가정하였다. 따라서 이러한 실패의 원인으로 Dewan 등¹⁹은 Polytef에 의한 용기가 요관구에 대하여 잘못 위치된 것으로 생각하였고, David 등¹⁷은 내시경적 주입법에 있어 해부학적인 소견에 기초하여 발생가능한 기술적인 문제가 실패의 가장 중요한 원인이라고 주장하였으며, 비정상적인 방광기능에 의한 방광수축도 실패의 한 원인으로 생각하였다. 저자들의 경우, 2번째 재주입 수술을 위해 시행한 방광 내시경 상에서 발견된 소견들로 미루어 볼 때, PDS의 잘못된 주입법은 첫째, 요관의 세로축의 외측에 주입물질이 남아 있는 경우, 둘째, 점막하 주입위치가 너무 깊어서 수술 시에는 요관구 주변이 전체적으로 용기되고 요관구가 폐쇄되었으나 추적관찰시 전체적인 용기는 소실되고 요관의 세로축 외부에 용기가 남아 있는 경우, 셋째, 점막하 주입위치가 너무 얕거나 주입물질의 양이 많아서 점막과사에 따른 물질의 누출과 요관누공형성이 실패의 원인으로 생각되었다. 이는 환자에 따라 용이한 요관구의 주입위치 확보의 어려움과 방광의 섬유화로 인한 탄성부족 등이 가장 큰 원인으로 추정된다.

Kirsch 등²⁰은 1회 주사 시 76%의 성공률을 보였으나 주입을 용이하게 하기 위하여 요관을 관류액으로 확장한 후 요관내의 점막하에 Dx/HA를 주사하여 방광근육 내의 요관 터널을 전체적으로 폐쇄시키는 변형된 주입술기(modified STING)을 이용한 결과 1회 성공률이 89%로 증가하였다고 보고하면서 술기의 중요성을 강조하였다.

결론적으로 방광요관역류의 치료로 내시경적 요관점막하 PDS 주입법의 결과는 전통적인 개복수술보다는 그 성공률이 낮은 것으로 인식되어 왔으나 최근의 연구결과에 의하면 대등한 치료효과를 보일 뿐만 아니라 비침습적이라는 측면에서 일차적인 치료로 개복수술을 대체할 수 있다고 생각된다. 본 연구결과에서와 같이 STING 치료법 실패의 가장 큰 원인은 잘못된 주입술기로 생각된다. 이러한 실패를 줄이기 위해서는 주입물질을 정확한 위치에, 그리고 가능한한 용기에 필요한 최소량만을 주입하는 것이 중요하다고 판단된다. 따라서 비뇨기과 의사의 숙련된 경험이 더욱 필요하다고 생각하고, 또한 비정상적인 방광수축이 주입물질의 탈출에도 영향을 미칠 수 있으므로 수술 전후 요역동학적 검사 등에 대한 연구와 함께 장기적인 추적 관찰도 필요할 것이다.

내시경적 항역류 수술 후 새로 발생한 수신증에 대하여 Aboutaleb 등²¹은 개복수술보다 그 발생률이 현저히 낮으며 보존적으로 관찰하는 것만으로 충분하다고 보고하였다. 마찬가지로 저자들의 경우에서도 1례에서 좌측복통을 동반한 수신증이 발생하였지만 보존적인 관찰만으로도 호전되었다.

또한, 중복요관에서 발생한 방광요관역류(등급 I-III)에 대한 치료로 개복수술에서 98%의 성공률을 보인 것에 비해 내시경적 PDS 주입법을 시행하였을 때에는 1회 주입 시 68%, 2회 주입 시 82%의 성공률을 보여 중복요관에서도 최소 침습성이라는 측면을 고려할 때 개복수술에 대한 대체적인 방법으로 추천된다.²²

이와 같이 STING의 시도가 증가되고 주입술기가 발달함에 따라 복잡성(complicated) 역류요관에도 시도되고 있는데 Perez-Brayfield 등²³은 개복수술에 실패한 경우, 신경인성 방광, 방광경부의 이소성 요관, 방광계실, 요관절주(ureteral stump), 요관계실, prune belly syndrome, 후부요도판막 등 93 요관에 Dx/HA를 이용한 STING으로 1회 주입 후 68%의 성공률을 보여 복잡한 개복수술이 예상되는 환자에서도 일차 치료법으로 시도할 가치가 있다고 하였다. 한편, Ji 등²⁴은 성인 여자에서 43역류요관을 대상으로 내시경적 PDS 주입법을 시행하였을 때 37요관(86.0%)에서 역류가 소실되었다고 보고하였다. 저자들의 경우에서는 10역류요관(성인 여자 8명, 성인 남자 1명) 중에서 9개의 요관에서 역류가 소실되었다. 이는 성인에서도 STING이 효과적인 치료법이 될 수 있다는 것을 의미한다.

결 론

내시경적 요관점막하 PDS 주입법은 21역류요관 중 17요관(81%)에서 역류가 소실되어 1회 주입으로도 비교적 높은 성공률을 보였다. 역류가 소실된 환자에서는 초음파검사상 PDS의 용적 변화가 없었던 것에 반하여 역류소실이 없었던 환자는 모두 방광경검사에서 잘못된 주입방법이 실패의 원인으로 판명되었다. 내시경적 방법이 방광요관역류의 일차적 치료로 선택되기 위해서는 더 장기적인 추적관찰이 필요하겠지만, 술자의 경험과 술기가 가장 중요한 부분이라고 생각한다.

REFERENCES

1. Smellie JM, Barratt TM, Chantler C, Gordon I, Prescod NP, Ransley PG, et al. Medical versus surgical treatment in children with severe bilateral vesicoureteric reflux and bilateral nephropathy: a randomised trial. *Lancet* 2001;357:1329-33
2. Jacobson SH, Hansson S, Jakobsson B. Vesico-ureteric reflux: occurrence and long-term risks. *Acta Paediatr* 1999;88(Suppl): 22-30
3. Cooper CS, Chung BI, Kirsch AJ, Canning DA, Snyder HM 3rd. The outcome of stopping prophylactic antibiotics in older children with vesicoureteral reflux. *J Urol* 2000;163:269-72
4. Malizia AA Jr, Reiman HM, Myers RP, Sande JR, Barham

- SS, Benson RC Jr, et al. Migration and granulomatous reaction after periurethral injection of polytef (Teflon). *JAMA* 1984; 251:3277-81
5. Puri P, O'Donnell B. Correction of experimentally produced vesicoureteric reflux in the piglet by intravesical injection of Teflon. *Br Med J (Clin Res Ed)* 1984;289:5-7
6. Park JW, Kim KS. An experience of endoscopic polydimethylsiloxane injection for the treatment of vesicoureteral reflux in children. *Korean J Urol* 2003;44:150-4
7. Smith DP, Kaplan WE, Oyasu R. Evaluation of polydimethylsiloxane as an alternative in the endoscopic treatment of vesicoureteral reflux. *J Urol* 1994;152:1221-4
8. Herz D, Hafez A, Bagli D, Capolicchio G, McLorie G, Khoury A. Efficacy of endoscopic subureteral polydimethylsiloxane injection for treatment of vesicoureteral reflux in children: a North American clinical report. *J Urol* 2001;166:1880-6
9. Sternberg A, Lackgren G. A new bioimplant for the endoscopic treatment of vesicoureteral reflux: experimental and short-term clinical results. *J Urol* 1995;154:800-3
10. Oswald J, Riccabona M, Lusuadi L, Bartsch G, Radmayr C. Prospective comparison and 1-year follow-up of a single endoscopic subureteral polydimethylsiloxane versus dextranomer/hyaluronic acid copolymer injection for treatment of vesicoureteral reflux in children. *Urology* 2002;60:894-7
11. Puri P, Granata C. Multicenter survey of endoscopic treatment of vesicoureteral reflux using polytetrafluoroethylene. *J Urol* 1998;160:1007-11
12. Ozyavuz R, Ozgur GK, Yuzuncu AK. Subureteric polydimethylsiloxane injection in the treatment of vesico-ureteric reflux. *Int Urol Nephrol* 1998;30:123-6
13. Cho KS, Yun JM, Jeong H, Jung JY, Kim KM. Ureteral submucosal macropastique injection in the treatment of vesicoureteral reflux. *J Korean Continence Soc* 1999;3:51-9
14. Chertin B, De Caluwe D, Puri P. Endoscopic treatment of primary grades IV and V vesicoureteral reflux in children with subureteral injection of polytetrafluoroethylene. *J Urol* 2003; 169:1847-9
15. Frankenschmidt A, Katzenwadel A, Zimmerhackl LB, Sommerkamp H. Endoscopic treatment of reflux by subureteric collagen injection: critical review of 5 years' experience. *J Endourol* 1997;11:343-8
16. Leonard MP, Decter A, Mix LW, Johnson HW, Coleman GU. Endoscopic treatment of vesicoureteral reflux with collagen: preliminary report and cost analysis. *J Urol* 1996;155:1716-20
17. Diamond DA, Caldamone AA, Bauer SB, Retik AB. Mechanisms of failure of endoscopic treatment of vesicoureteral reflux based on endoscopic anatomy. *J Urol* 2003;170:1556-8
18. Vereecken RL, Proesmans W. Results of endoscopic treatment of vesico-ureteral reflux. *Eur Urol* 1995;27:76-9
19. Dewan PA, Higgs MJ. Correlation of the endoscopic appearance with clinical outcome for submucous Polytef paste injection in vesico-ureteric reflux. *Aust N Z J Surg* 1995;65:642-4
20. Kirsch AJ, Perez-Brayfield M, Smith EA, Scherz HC. The modified sting procedure to correct vesicoureteral reflux: improved results with submucosal implantation within the intramural ureter. *J Urol* 2004;171:2413-6
21. Aboutaleb H, Bolduc S, Upadhyay J, Farhat W, Bagli DJ, Khoury AE. Subureteral polydimethylsiloxane injection versus extravesical reimplantation for primary low grade vesicoureteral reflux in children: a comparative study. *J Urol* 2003;169: 313-6
22. Aboutaleb H, Bolduc S, Khoury AE, Upadhyay J, Bagli DJ, Farhat W. Polydimethylsiloxane injection versus open surgery for the treatment of vesicoureteral reflux in complete duplex systems. *J Urol* 2003;170:1563-5
23. Perez-Brayfield M, Kirsch AJ, Hensle TW, Koyle MA, Furness P, Scherz HC. Endoscopic treatment with dextranomer/hyaluronic acid for complex cases of vesicoureteral reflux. *J Urol* 2004;172:1614-6
24. Ji YH, Kim HS, Choo MS. Effect of subureteral injection of polydimethylsiloxane in women with vesicoureteral reflux. *Korean J Urol* 2002;43:1014-8