

소아 Whitaker 검사시에 적절한 관류속도는?

경상대학교 의과대학 비뇨기과학교실

정 기현 · 이 경익

< 한 글 요약 >

목 적 : 폐색성 요로질환의 진단방법 중 하나인 Whitaker 검사는, 소아에서 신우내 관류액의 주입속도를 일반적으로 5 mL/min로 시행한다. 그러나 이러한 속도는 생리적이지 못할 뿐 아니라 급속한 신우내 압력의 상승으로 요일출, 신내역류 등의 합병증을 초래할 수 있다. 이에 저자들은 소아 Whitaker 검사시, 보다 낮은 관류속도에서 어떠한 신우내 압력의 변화가 오는가를 관찰하고 적절한 관류속도를 평가하고자 하였다.

방 법 : 이노성 신주사로 요로폐색의 진단이 모호했던 3명의 편측 수신증 환아를 대상으로 Whitaker 검사를 시행하였으며, 이때 신우내 관류속도를 1 mL/min로부터 시작하여 폐색의 진단기준인 신우내 압력이 22 cmH₂O 이상이 될 때까지 서서히 증가시켰다.

결 과 : 1례에서는 2 mL/min의 관류속도에서 신우내압력이 50 cmH₂O까지 상승하였고 다른 2례에서도 3 mL/min에서 양성의 결과를 얻을 수 있었다. 한편 검사 중, 요일출 등의 부작용은 발생하지 않았다.

결 론 : 소아 Whitaker 검사시 관류속도를 획일적으로 5 mL/min로 시행하기보다는 1 mL/min로부터 서서히 속도를 증가시킴으로써 요로폐색의 진단을 내릴 수 있을 뿐더러, 검사의 합병증을 예방할 수 있을 것으로 사료된다.

서 론

상부요로가 확장소견을 나타낼 때, 치료 방침을 결정하기 위하여는 폐색의 유무와 정도, 신기능 등을 정확히 평가할 수 있는 수단이 있어야 한다. 현재로서 가장 널리 사용되는 방법이 ^{99m}Tc DTPA를 이용한 이노성 신주사이다^{1,2)}. 그러나 신장의 기능이 많이 저하되어 있거나 심한 수신증 등, 이노성 신주사의 결과가 모호한 경우에는 이를 보완하기 위하여 Whitaker 검사를 시행하게 된다^{3,4)}. Whitaker 검사^{5,6)}는 신우내에 수액을 10 mL/min의 속도로 관류시킴으로써 발생하는 신우내 압력의 변화를 측정하여, 15 cmH₂O 이하는 비폐색, 15-22 cmH₂O은 폐색이 의심스러운 경우, 그리고 22 cmH₂O 이상은 폐색으로 정의하여 비폐색성과 폐색성 요로확장을 감별하고 있다. 소아에서는 5 mL/min의 관류속도를 많이 사용하고 있다. 그러나 이러한 관류속도는 생리적이지 못할 뿐더러, 갑자기 상승되는 높은 신우내 압력으로 말미암아 신내역류, 요일출, 감염 등의 합병증을 유발하기 쉽다^{6,12)}. 이에 저자들은 요로폐색이 의심되는 환아를 대상으로 관류

속도를 1 mL/min로부터 시작하여 순차적으로 높임으로써 급격한 신우내압의 상승을 피하여 상기 합병증을 줄이고, 어떠한 관류속도에서 의미있는 신우내 압력 변화가 오는가를 알아보고자 하였다

대상 및 방법

편측 수신증을 나타내는 3명의 환아를 대상으로 신우루를 통하여 조영제를 1:3으로 혼합한 생리식염수를 1 mL/min의 관류속도로 시작하여 점차 속도를 빠르게 하면서, 폐색을 의미하는 신우내 압력이 22 cmH₂O 이상의 압력상승이 있을 때까지 관류속도를 조절하였다. 신우내 압력측정은 미국 Life-Tech사의 방광내압 측정기를 이용하였고, 관류속도의 조절은 I-vac으로 하였으며, 직시하'방사투영에서 신우내 압력상승시 상부요로의 확장된 해부학적 정보를 파악하고 더불어 요일출, 요관의 연동운동, 요의 정체, 요의 배출이 원활하게 이루어지는 가를 감시하였다. 모든 환자에서 요도카테터를 유치하여 검사 중 방광내 요가 지속적으로 배출되도록 하였으며, 검사는 전신마취하에

시행하였으며 폐색이 확진시 교정술을 동시에 시행하였다.

결 과

증 례 1

7개월된 여아로 출생시 청색증과 위장관 출혈로 검사 중 우연히 우측 수신증이 관찰되어 신우요관이행부 폐색으로 추적관찰하던 중 요로감염증이 간헐적으로 발병하였다. 배뇨중 방광요도조영술상에서 역류는 관찰되지 않았고, 배설성 요로조영술상에서 상부 요로가 지연되고 확장된 수신증이 관찰되었다. DMSA 상 환축신기능이 22%로 저하되었으며, 이노성 신주사상 폐색의 확진이 모호하였던 환자였다. 요로감염증이 있어 보조적 항생적 치료 후 Whitaker 검사를 시행하였다. 관류속도 1 mL/min에서 18 cmH₂O, 3 mL/min에서 26 cmH₂O로 증가되는 소견을 보여 신우요관이행부 폐색의 진단하에 신우성형술을 시행하였다(Fig. 1).

증 례 2

출생시 우측 다낭성이형성신이 의심되는 무기능신으로 진단받고, 추적 관찰하던 중 초음파상 좌측 신장에 수신증이 관찰되어 전과되었던 7개월된 남아로서 혈중 크레아틴은 정상이었다. 배뇨중 요도조영술상에서 역류는 없었으며, 배설성 요로조영술상에서 수신증과 함께, 초음파에서는 관찰되지 않았던 확장된 일부 요관이 관찰되었다. 이노성 신주사상 T₁₂ max가 20분 이상이었지만, 폐색의 부위가 모호하여 선행성 요로조영의 목적과 함께 Whitaker 검사를 시행하였다. 직시하 방사투영상 확장된 신배, 신우와 함께 요관이

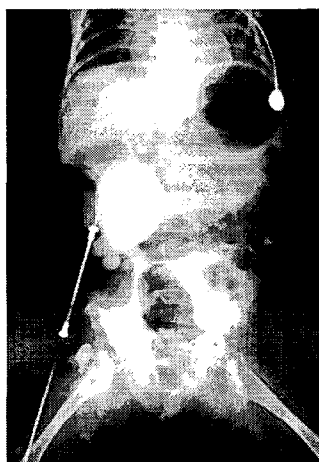
확장되어 관찰되었으나 요관의 연동운동은 거의 보이지 않았고 요관방광이행부 이하로는 조영제가 관찰되지 않았다. 관류속도 2 mL/min에서 신우내 압력이 50 cmH₂O로 증가되었고, 4 mL/min에서 70 cmH₂O까지 증가되었다. 환이는 요관방광이행부 폐색의 진단하에 요관방광문합술을 시행하였다 (Fig. 2).

증 례 3

26개월된 남아로 내원 7개월 전 복부팽창으로 타 병원에서 좌측 신우요관이행부 폐색으로 진단되어 경피적 신우루카테터 유치하고 지내다가, 내원 3개월 전 신우성형술을 시행받았으나 술후 3개월에도 지속적인 수신증과 폐색의 소견을 보여 본원으로 전원되었다. DMSA 상 환축의 신기능이 22%로 탐지되었으며 이노성 신주사에서 폐색의 여부가 모호하여 기왕의 경피적 신우루카테터를 통하여 압력관류검사를 시행하였다. 검사 중 조영제의 요관으로의 이행이 관찰되지 않았으며, 관류속도 3 mL/min에서 신우내 압력은 80 cmH₂O까지 증가되었다. 이상의 결과로 신우요관이행부의 술후 재폐색의 진단하에 재수술을 시행하였다 (Fig. 3).

고 찰

최근 산전 초음파검사가 보편화되면서 태생기 전후로 이미 상부요로계 확장소견이 발견되는 경우가 점차 증가하고 있으며, 신장의 해부학적, 기능적 발달 과정에 대한 지식이 점차 알려지면서 이 시기에 나타나는 요로계 확장 소견이 모두 폐색을 의미하는 것이 아니라는 인식을 가지게 되었다^{3,13,14}. 따라서 폐색의



pressure (cmH₂O)

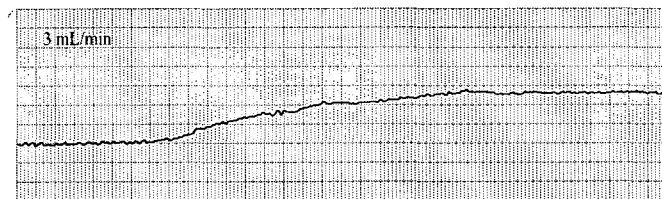
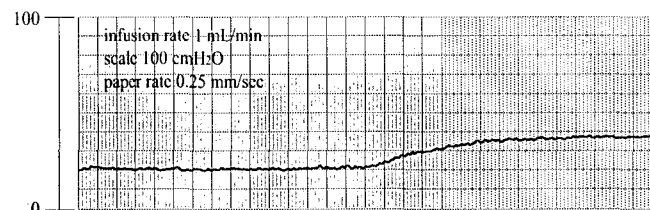


Fig. 1. AGP and Whitaker test show hydronephrosis and increased renal pelvic pressure, 26 cmH₂O at 3 mL/min infusion rate.

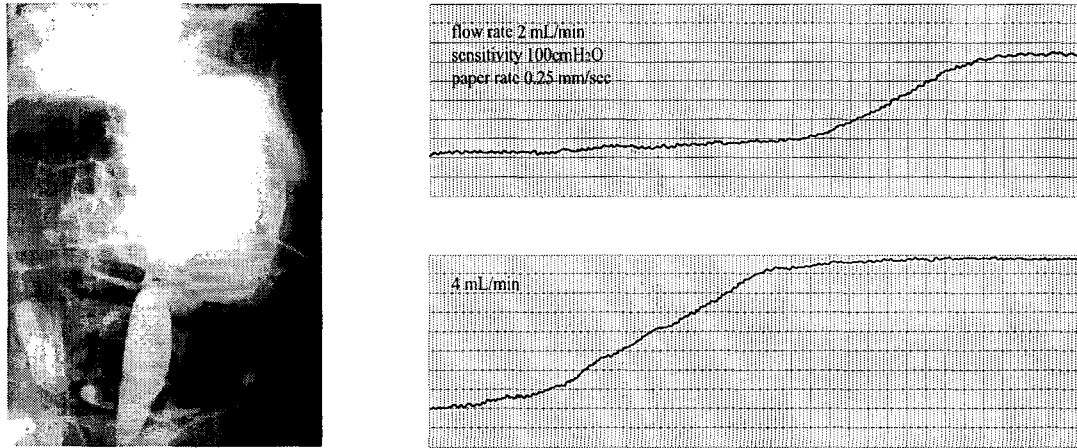


Fig. 2. AGP and Whitaker test show hydrone phroureterosis due to ureterovesical junction obstruction and increased renal pelvic pressure, 50 cmH₂O and 70 cmH₂O at 2 mL/min and 4 mL/min infusion rate, respectively.

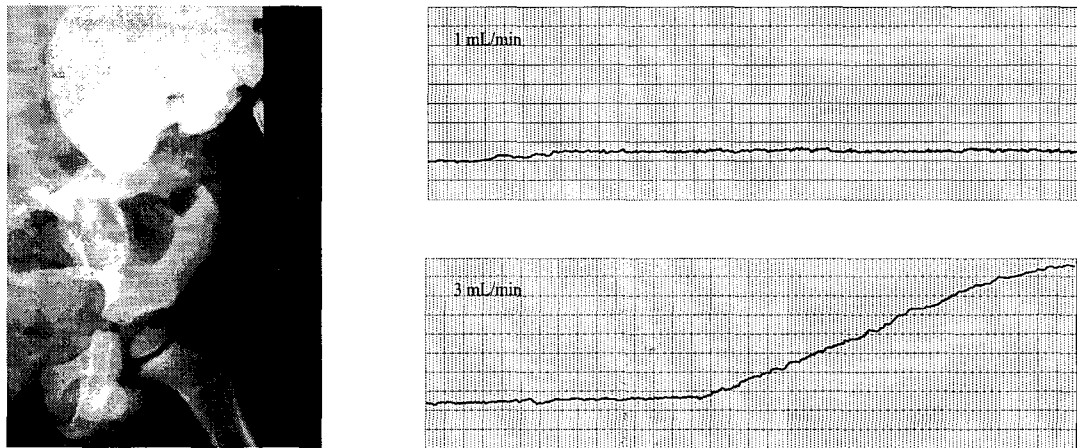


Fig. 3. AGP and Whitaker test show hydronephrosis due to ureteropelvic junction obstruction and increased renal pelvic pressure, 80 cmH₂O at 3 mL/min infusion rate.

유무를 밝히는 것은 치료방침을 결정하는데 중요하다.

현재로서 이를 가장 신속하고 객관적으로 평가할 수 있는 방법이 ^{99m}Tc DTPA를 이용한 이뇨성 신주사이다. DTPA는 사구체여과로 바로 배설되고 신세뇨관에서 배설되거나 흡수되지 않기 때문에 신기능을 용이하게 측정할 수 있고 이뇨제를 이용하여 요배설을 촉진시킴으로써 폐색의 정도를 객관적으로 평가할 수 있는 장점이 있다^{1,3,7-9)}. 그러나 이뇨성 신주사는 신장의 미성숙, 신기능의 저하, 심한 수신증, 요관방광 역류의 유무, 수분의 공급상태, 이뇨제의 량, 이뇨제 주입시간 등에 따라 얼마든지 T_{1/2} max이 위양성으로

지연될 수 있고, 설령 이러한 상황들을 정확히 알고 시행했다고 하더라도 T_{1/2} max이 폐색이 의심스러운 시간대에 있을 때를 흔히 접할 수 있다^{4,6)}.

따라서 침습적인 검사로 인해 임상에서 시행하는 것이 극히 제한된 Whitaker 검사를 시행해 볼 수 있다. Whitaker 검사의 장점은 첫째, 신장 자체에서 요생산이 저하되어 있다 하더라도 폐색여부를 확인할 수 있다. 즉 신기능이 저하되어 있을 때 이뇨성 DTPA 신주사의 단점을 보완할 수 있다. 둘째, 관류시 희석한 조영제를 사용하여 직시하 방사투영상에서 상부요로의 모습과 신우내 압력관계를 직접 확인할 수 있으며,

요도를 통한 카테터가 방광내에서 요배출이 효과적인가를 확인할 수 있고, 폐색의 위치를 알 수 있다. 셋째, 수술을 당장 시행할 수 없는 상황에서 보조적으로 일시 요로전환을 할 경우, 검사후 경피적 신우루 카테터를 유치할 수도 있다. 단점으로는 방사선에 노출될 수 있으며, 소아의 경우 마취를 시행해야 하고, 폐색이 있을 때라도 집뇨계가 완전히 채워지지 않을 경우 신우내 압력이 증가하지 않으며, 집뇨계에 요일출이 있을 때에는 신우내 관류액이 다 채워지기 전에 검사가 종결되었을 때 잘못된 낮은 신우내 압력을 나타낼 수 있다. 또한 성인의 경우 10 mL/min 이하의 관류속도에서는 신우내 압력이 서서히 증가하지만 10 mL/min를 초과할 때 비정상적으로 신우내 압력이 증가하는 것으로 알려져 있어 잘못된 결과를 초래할 수 있다. 관류된 수액량 이외에 알 수 없는 신장 자체의 요생산이 합쳐지기 때문에 신장의 요생산 능력을 반드시 고려하여야 한다. 즉, 신장의 과도한 요생산 능력은 잘못된 위양성반응이 나올 수 있기 때문이다. 또한, 요도를 통한 카테터가 방광내 요배출에 효과적이지 못할 경우 상부요로의 요배출을 방해하기 때문에 신우내 압력이 높게 나타날 수 있다. 이러한 모든 점을 고려하여 검사의 오류가 없다고 할 때 폐색은 22 cmH₂O 이상, 폐색이 의심스러운 경우는 15-22 cmH₂O, 15 cmH₂O 이하는 비폐색을 의미한다^{7,9,15,16}.

Whitaker 검사시 관류속도는 성인의 경우 10 mL/min, 소아에서는 5 mL/min의 속도를 많이 이용하는데 이러한 관류속도는 특히 소아에서는 생리적이 아닐뿐 아니라 급작스러운 신우내 압력증가를 유발할 수 있어 이로 말미암아 신내역류, 요일출, 감염 등의 합병증을 유발하기 쉽다.

이에 저자들은 이뇨성 신주사에서 폐색이 모호했던 증례의 환자들에서 양성의 Whitaker 검사를 얻을 때까지 1 mL/min 부터 시작하여 점차로 관류속도를 증가시켰다. 그 결과, 한례에서는 1 mL/min, 3 mL/min 에서 이미 각각 18 cmH₂O, 26 cmH₂O의 압력증가를 관찰할 수 있었으며, 또 다른 예에서는 2 mL/min, 4 mL/min에서 각각 50 cmH₂O, 70 cmH₂O로 압력이 증가하였다. 기왕에 신우성형술을 시행하였던 환아로 술후 재폐색이 의심되었던 예에서도 3 mL/min에서 80 cmH₂O로 증가되는 소견을 나타냈다. 즉, 3례 모두에서 5 mL/min 보다 낮은 관류속도에서 22 cmH₂O 이상의 압력변화를 확인할 수 있었다. 물론, 이러한 낮은 관류속도에 의한 신우내 압력변화치를 5 mL/min의 관류속도에 의한 기존의 기준치로 적용해도 타당한 것인

가에 대해서는 좀더 많은 연구가 진행되어야 할 것이다.

이와 같이 기존의 관류속도보다 낮은 속도라도 충분히 신우내 압력변화를 얻을 수 있으며, 아울러 높은 관류속도로 인하여 생길 수 있는 합병증도 줄일 수 있으므로, 소아의 경우 Whitaker 검사시에 낮은 관류속도에서 부터 속도를 조절하는 것이 훨씬 생리적이고 효과적인 방법으로 사료된다.

결 론

상부요로의 확장된 소견이 폐색에 의한 것인가를 판단하는 것은 매우 중요하다. 대부분 방사선 검사와 이뇨성 신주사로 진단이 가능하지만, 이들 방법으로도 폐색의 여부를 평가하기 모호한 경우에는 Whitaker 검사를 시행하게 된다. 이때 관류속도를 소아에서는 기존의 5mL/min의 일정한 속도보다는 낮은 속도에서 부터 서서히 속도를 올리는 방법이 충분히 신우내 압력의 변화를 인지할 수 있으며, 높은 관류속도에 의한 합병증도 줄일 수 있는 훨씬 생리적인 방법이라고 사료된다. 향후 소아의 Whitaker 검사시 적절한 유속에 대해서 더 많은 검사와 연구가 진행되어야 하겠다.

참 고 문 헌

1. Kass EJ, Majd M: Evaluation and management of upper urinary tract obstruction in infancy and childhood. *Urol Clin North Am* 1:133-41, 1985
2. Kass EJ, Majd M, Belman AB: Comparison of the diuretic renogram and the pressure perfusion study in children. *J Urol* 134:92-6, 1985
3. King LR: Hydronephrosis: When is obstruction not obstruction?. *Urol Clin North Am* 22:31-42, 1995
4. Kletter K, Nurnberger N: Diagnostic potential of diuresis renography: limitations by the severity of hydronephrosis and by impairment of renal function. *Nucl Med Commun* 10:51-61, 1989
5. Chung S, Majd M, Rushton HG, Belman AB: Diuretic renography in the evaluation of neonatal Hydronephrosis: Is it reliable?. *J Urol* 150:765-8, 1993
6. Poulsen EU, Frokjaer J, Taagehoj-Jensen F, Jorgensen TM, Norgaard JP, Hedegaard M, Djurhuus JC: Diuresis renography and simultaneous renal pelvic

- pressure in hydronephrosis. *J Urol* 138:272-5, 1987
7. Whitaker RH: The Whitaker test. *Urol Clin Nor Am* 6:529-39, 1979
 8. Jaffe RB, Middleton AW: Whitaker test: Differentiation of obstructive from nonobstructive uropathy. *AJR* 134:9-15, 1980
 9. Ripley SH, Somerville JJ: Whitaker revisited. *Brit J Urol* 54:594-8, 1982
 10. Lupton EW, Holden D, George NJR, Barnard RJ, Rickards D: Pressure changes in the dilated upper urinary tract on perfusion at varying flow rates. *Brit J Urol* 57:622-4, 1985
 11. Lupton EW, Richards D, Testa HJ, Gilpin SA, Gosling JA, Barnard RJ: A comparison of diuresis renography, the Whitaker test and renal pelvic morphology in idiopathic hydronephrosis. *Brit J Urol* 57:119-23, 1985
 12. Pfister RC, Newhouse JH, Yoder IC, Hendren WH, Kim SH, Donahoe PK, Herrin JT: Complications of pediatric percutaneous renal procedures: Incidence and observations. *Urol Clin North Am* 10:563-71, 1983
 13. Homsy YL, Saad F, Laberge I, Williot P, Pison C: Transitional hydronephrosis of the newborn and infant. *J Urol* 144: 579-83, 1990
 14. Koff SA, Campbell K: Nonoperative management of unilateral neonatal hydronephrosis. *J urol* 148:525-31, 1992
 15. Woodbury PW, Mitchell ME, Scheidler DM, Adams MC, Rink RC, McNulty A: Constant pressure perfusion: A method to determine obstruction in the upper urinary tract. *J Urol* 142:632-5, 1989
 16. Pope JC, Showalter PR, Milam DF, Block JW: Intrapelvic pressure monitoring in the partially obstructed porcine kidney. *Urology* 44:565-71, 1994

= Abstract =

What is the Appropriate Infusion Rate during Whitaker Test in Children ?

Ky Hyun Chung and Gyeong Ik Lee.

Department of Urology, Gyeongsang National University, College of Medicine, Chinju, Korea

Purpose : The conventional Whitaker test assesses the renal pelvic pressure response to a constant infusion rate of 10 mL/min in adult and 5 mL/min in children. We evaluated whether the infusion rate, 5 mL/min is appropriate during Whitaker test in children.

Materials and Methods : The study included 3 children with unilateral hydronephrosis, whose diuretic renography results were equivocal to define the presence of urinary obstruction. The kidneys were perfused at increasing flow rates from 1 mL/min.

Results : There were intrapelvic pressure increases 26 cmH₂O at 3 mL/min, 50 cmH₂O at 2 mL/min and 80 cmH₂O at 3 mL/min infusion rate, respectively. There was no need to increase the infusion rate over 4 mL/min to get a positive Whitaker test.

Conclusion : Our experience with Whitaker test at variable low flow rates (1-5 mL/min) confirmed its usefulness in differentiating obstructive from nonobstructive uropathy. We recommend the increasing infusion rate from 1 mL/min during Whitaker test in children.

Key words : Whitaker test, Infusion rate