

척수손상 환자에서 방광 및 요도 압력이 정액의 질에 미치는 영향

연세대학교 의과대학 재활의학교실 및 재활의학연구소

김용욱 · 신지철 · 박창일 · 이진우

The Effects of Detrusor and Urethral Pressure on Semen Quality in Patients with Spinal Cord Injury

Yong Wook Kim, M.D., Ji Cheol Shin, M.D., Chang Il Park, M.D. and Jin Woo Lee, M.D.

Department of Rehabilitation Medicine and Research Institute of Rehabilitation Medicine, Yonsei University College of Medicine

Objective: To evaluate the influences of detrusor and urethral pressure on the sperm quality in spinal cord injured male patients.

Method: 34 spinal cord injured male patients were participated in this study. We measured the maximal detrusor pressure, compliance of detrusor, involuntary detrusor reflex and urethral pressure by urodynamic study. And we induced ejaculatory stimulation by vibratory (Ferticare[®]) and electrical stimulation (Seager[®]) and analyzed the sperm volume, the concentration, the total sperm count, the motile sperm count and motility. Analysis of variance (ANOVA) and paired t-test were used to compare sperm quality among

groups of urodynamic parameters.

Results: Semen quality such as sperm concentration, sperm volume, motile sperm count was significantly ($p < 0.05$) better in patients with low maximal detrusor pressure, high detrusor compliance, normtonic urethral pressure than with high maximal detrusor pressure, low detrusor compliance, hypertonic urethral pressure, regardless of involuntary detrusor reflex.

Conclusion: The proper management of neurogenic bladder for improving semen quality in spinal cord injured male patients may be needed for better pregnant outcomes. (J Korean Acad Rehab Med 2003; 27: 875-879)

Key Words: Sperm quality, Neurogenic bladder, Urodynamic study

서 론

척수손상 이후에 많은 수의 남성들은 사정부전을 경험하게 되며, 이는 전체 척수손상 남자 환자의 85~90%라고 알려져 있다.⁴⁾ 또한 사정에 성공하였다고 하더라도 정액의 질의 저하가 관찰되는데 이 중 정액의 운동성 저하는 중요한 문제로 여겨지고 있다. 척수손상 환자에서 정액의 질 저하에 영향을 미치는 요인들로는 반복되는 요로 감염, 방광관리법, 고환의 온도상승, 전립선 액의 저류, 정자에 대한 이상 항체, 시상하부-뇌하수체-고환 축의 내분비계 이상, 장기간의 약물복용 등이 알려져 있어¹⁰⁾ 척수손상 환자의 치료 시 위에 언급한 요인들을 극복하고 보다 좋은 정액을 얻으려는 시도가 계속되어 왔다. Makler 등¹¹⁾은 검사 시에 방광 내 pH를 높여 정자의 운동성이 증가되었다고 보고하였고, 정액의 저류를 막기 위한 주기적 반복자극이 정자의 운동성 및 운동성 정자의 수를 증가시켰다는 연구도 있다.^{5,16,22)}

그러나 검사 시에 방광 내 pH를 높이기 위한 방광 내 알칼리화는 역행성 사정 시에만 영향을 줄 뿐 순행성 사정 시에는 영향을 주지 않으며, 반복자극에 의한 효과에 대해서는 연구자 사이에 많은 이견이 있는 상태이다.^{18,21)} 또한 방광 관리법에 따라 정액의 질에 영향을 줄 수 있다는 주장은 많은 학자들에 의해 보고되었는데^{15,17)} 이 중 도뇨관을 통한 간헐적 도뇨가 가장 좋은 방법으로 알려져 있다.¹⁷⁾ 하지만 방광의 여러 생리적 인자들과 정액의 질 사이에 어떤 연관성이 있는지, 적절한 방광관리를 통해 어느 인자들이 궁극적인 정액의 질 향상을 가져오는지에 대한 구체적인 연구는 없는 실정이다.

이에 본 연구에서는 척수손상 환자의 신경인성 방광에서 방광의 생리적 인자인 방광의 순응도, 최대 배뇨근 내압, 불수의적 배뇨근 반사와 요도압력 등과 정액의 질 사이에 어떠한 연관성이 있는지를 알아보려고 하였다.

연구대상 및 방법

1) 연구대상

1998년 3월부터 2002년 7월까지 연세대학교 의과대학 재활병원에서 입원 및 통원치료를 받은 34명의 척수손상 환자를 대상으로 하였다. 환자의 평균 나이는 29.8세(22~40

접수일: 2003년 7월 21일, 게재승인일: 2003년 10월 25일
교신저자: 이진우, 서울시 서대문구 신촌동 134
☎ 120-752, 연세의료원 재활병원 재활의학과
Tel: 02-361-7588, Fax: 02-363-2795
E-mail: harty1004@hanmail.net

세)로, 척수 손상 후 6개월 이상 지난 만성 척수 손상 환자로 수상 후 기간은 평균 4.1년(6개월~16년)이었다. 이중 완전 척수 손상 환자는 21명(62%)였고, 불완전 척수 손상 환자는 13명(38%)이었다. 손상위치는 사정조절 중추가 제12흉수에서 제1요수 사이에 있고, 사정반사 조절이 제10흉수에서 제2요수 부위의 척수 내에서 이루어진다는 Nehra 등¹³⁾의 보고를 참고로 하여 흉수 9번 상부와 흉수 10번 하부로 나누었는데 각각 18명(53%)와 16명(47%)이었다.

2) 연구방법

(1) 사정 유도: 사정유도는 이전부터 본 기관에서 시행한 protocol을 사용하여²⁾ 진동 자극법과 직장 내 전기 자극법을 이용하여 총 134회를 시행하였는데 진동 자극을 시행하여 반응이 있는 경우 주기적이고 반복적인 진동 자극을 시행하였고, 진동 자극에 반응이 없는 경우에는 직장 내 전기 자극을 시행하여 사정을 유도하였다. 또한 사정 유도 시 자율신경 과반사증을 대비해 설하용 칼슘통로 차단제인 Adalat[®]를 준비하여 필요한 경우 설하투여를 실시하였다.

진동자극은 Ferti Care[®] 진동자극기(Multicept ApS, Denmark)로 음경체 및 음경소대 부위를 자극하여 사정을 유도하였다. 진동자극의 주파수 및 진동폭은 Sonksen 등²⁰⁾이 가장 이상적이라고 보고한 100 Hz 및 2.5 mm로 하였고 자극은 3분간 시행한 후 1분간 쉬는 방법으로 총 3회까지 시행하였다.^{23,24)} 직장 내 전기 자극은 자극 전달 관장을 시행하였으며 자극은 측와위 자세에서 직장경으로 직장 내 점막을 확인한 후 Seager[®] 전기자극기(G&S Instrument Co., U.S.A.)의 직장자(rectal probe)를 직장 내 전립선 및 정낭 부위까지 삽입시켜 자극하였다. 전기 자극의 강도는 5 volts로 시작하여 최대 20 volts가 될 때까지 강도를 5 volts 간격으로 증가시켜 사정을 유도하였다. 또한 일회의 전기 자극은, 직장 점막에 화상이 생기지 않도록, 직장 내 온도를 최대 39도가 넘지 않도록 한 상태에서 5초 동안 하였다.

본 연구에서는 순행성 사정이 일어난 경우를 반응이 있다고 정의하였으며, 사정 반응이 있었던 모든 환자에게서 정액검사를 실시하여 정액의 질을 평가하였다.

(2) 방광의 특성 분석: 대상 환자는 Duet[®] 요류 동태 검사기(Dantec, Denmark)를 이용하여 요류 역동 검사를 시행하였다. 실온의 생리식염수를 30 ml/min의 주입률로 이중 내강 도관(double lumen catheter)을 이용하여 방광 내로 주입하여 저장기 동안 방광의 최대 배뇨근 내압(maximal detrusor pressure), 순응도(compliance), 불수의적 배뇨근 반사(involuntary detrusor reflex), 요도 압력(urethral pressure)을 측정하였다. 최대 배뇨근 내압은 요류 역동 검사 중 방광이 수축할 때의 최대 압력을 뜻하며 정상은 40~60 cmH₂O으로,¹⁾ 압력이 40 cmH₂O 미만, 40~60 cmH₂O, 61 cmH₂O 이상의 세 군으로 나누었다. 방광 순응도는 요류 역동 검사 동안 배뇨근 압력이 급격히 상승할 때 방광 용적의 변화를 배뇨

근 내압의 변화로 나누어 계산하며 정상은 20 ml/cmH₂O 이상으로,³⁾ 저순응도와 정상 순응도의 방광을 20 ml/cmH₂O 미만과 20 ml/cmH₂O 이상으로 분류하였다.¹²⁾ 불수의적 배뇨근 반사는 저장기 동안 불수의적 방광의 수축과 함께 방광압이 15 ml/cmH₂O 이상 증가하는 것으로,¹⁹⁾ 불수의적 배뇨근 반사가 있는 군과 없는 군으로 나누었다. 또한 요도 압력은 요도의 최대 압력을 측정하여 80 cmH₂O 미만을 정상으로 하며, 80 cmH₂O 미만과 80 cmH₂O 이상의 두 군으로 분류하였다.

3) 통계 처리

통계적 분석은 SPSS 10.0 for window version을 사용하였다. 방광의 최대 배뇨근 내압에 따라 나누어진 세 군을 ANOVA test를 이용하여 각각 정액분석 결과를 비교하였다. 또한 순응도의 정상 유무 및 불수의적 배뇨근 반사 여부, 요도 압력의 정상 유무에 따라 정액분석 결과를 비교하고자 paired t-test를 시행하였다.

결 과

1) 최대 배뇨근 내압과 사정 유도 정액 분석과의 비교

최대 배뇨근 내압을 40 cmH₂O 미만, 40~60 cmH₂O, 61 cmH₂O 이상의 세 군으로 나누었을 때, 최대 배뇨근 내압이 40 cmH₂O 미만인 군에서 40~60 cmH₂O 또는 61 cmH₂O 이상인 군보다 정액의 농도 및 총 정자수, 활동성 정자수, 정자의 운동성 등에서 큰 값을 보였으며, 정액 농도의 경우 40 cmH₂O 미만인 군이 다른 두 군보다 통계학적으로 의미 있게 높았다($p < 0.05$). 또한 총 정자수는 40 cmH₂O 미만인 군이 40~60 cmH₂O인 군보다 통계학적으로 의미 있게 많았다($p < 0.05$)(Table 1).

2) 방광의 순응도와 사정 유도 정액 분석과의 비교

방광의 순응도를 20 ml/cmH₂O 미만과 20 ml/cmH₂O 이상의 두 군으로 나누었을 때, 20 ml/cmH₂O 이상의 방광 군이 정액의 농도, 총 정자수 그리고 활동성 정자수에서 20 ml/cmH₂O 미만의 방광군보다 통계학적으로 의미 있게 많았다($p < 0.05$)(Table 2).

3) 방광의 불수의적 배뇨근 반사 여부와 사정 유도 정액 분석과의 비교

방광의 반사성을 불수의적 방광 수축이 있는 군과 없는 군으로 구분하였는데, 불수의적 방광 수축이 없는 군이 불수의적 방광 수축이 있는 군보다 정액의 농도, 총정자수, 활동성 정자수, 운동성 등에서 높은 경향을 보였으나 통계학적으로 유의한 차이는 없었다(Table 3).

Table 1. Comparison of Semen Analysis according to Maximal Detrusor Pressure

Semen analysis	Maximal detrusor pressure		
	<40 cmH ₂ O (n=53)	40~60 cmH ₂ O (n=39)	>61 cmH ₂ O (n=42)
Volume (ml)	1.4±0.9	2.0±3.2	2.3±2.2
Concentration (×10 ⁶ /ml)	52.8±62.7* [†]	27.6±25.3	30.9±27.2
Total sperm count (×10 ⁶)	99.1±143.0*	43.2±54.5	63.5±68.7
Motile sperm count (×10 ⁶)	32.1±77.6	9.8±14.4	16.2±28.4
Motility (%)	22.5±18.5	21.4±20.8	21.8±23.5

Values are mean±standard deviation.

n: numbers of stimulation procedure

*p<0.05 compared to 40~60 cmH₂O, [†]p<0.05 compared to >61 cmH₂O

Table 2. Comparison of Semen Analysis according to Detrusor Compliance

Semen analysis	Detrusor compliance	
	<20 ml/cmH ₂ O (n=70) ¹⁾	≥20 ml/cmH ₂ O (n=64) ¹⁾
Volume (ml)	1.9±2.5	1.8±1.1
Concentration (×10 ⁶ /ml)	28.6±25.5	66.9±71.8*
Total sperm count (×10 ⁶)	52.1±72.1	126.3±152.5*
Motile sperm count (×10 ⁶)	16.1±12.3	32.9±15.3*
Motility (%)	23.8±20.8	16.7±19.4

Values are mean±standard deviation.

1. n: Numbers of stimulation procedure

*p<0.05

Table 4. Comparison of Semen Analysis according to Urethral Pressure

Semen analysis	Urethral pressure	
	<80 cmH ₂ O (n=19) ¹⁾	≥80 cmH ₂ O (n=49) ¹⁾
Volume (ml)	2.2±3.3*	1.2±0.7
Concentration (×10 ⁶ /ml)	50.4±30.3	27.2±24.3
Total sperm count (×10 ⁶)	105.7±120.2*	34.4±37.3
Motile sperm count (×10 ⁶)	39.1±87.0*	12.2±21.6
Motility (%)	26.1±21.6	27.1±20.9

Values are mean±standard deviation.

1. n: Numbers of stimulation procedure

*p<0.05

Table 3. Comparison of Semen Analysis according to Involuntary Detrusor Reflex

Semen analysis	Involuntary detrusor reflex ¹⁾	
	No (n=48) ²⁾	Yes (n=86) ²⁾
Volume (ml)	1.6±1.0	2.0±2.6
Concentration (×10 ⁶ /ml)	45.0±41.6	34.9±47.5
Total sperm count (×10 ⁶)	98.0±143.8	56.7±70.1
Motile sperm count (×10 ⁶)	29.1±75.0	15.7±33.7
Motility (%)	22.0±17.1	21.9±22.5

Values are mean±standard deviation.

1. Involuntary detrusor reflex: Involuntary contraction with an increase of more than 15 cmH₂O in detrusor pressure, 2. n: Numbers of stimulation procedure

4) 요도 압력과 사정 유도 정액 분석과의 비교

34명의 환자 중 16명의 환자에서 요도 압력을 측정하였으며 총 68회의 사정 유도 결과를 이용하여 통계적 분석을 실시하였다. 요도 압력이 80 cmH₂O 미만인 군이 80 cmH₂O 이상인 군보다 정액의 양 및 총정자수, 활동성 정자수에서 통계학적으로 의미 있게 높았으며(p<0.05), 정액의 농도는 통계학적인 차이는 없으나 80 cmH₂O 미만인 군이 80 cmH₂O 이상인 군보다 높은 경향을 보였다(Table 4).

고 찰

척수 손상으로 인한 많은 남성 환자들에서 사정능력의 감소와 정액의 질 저하가 발생하게 되며 이로 인한 낮은 임신율을 극복하고 양질의 정액을 얻기 위한 많은 연구들이 시행되어 왔다. Wolff 등²³⁾은 반복적인 요로감염으로 인하여 염증성 정자(leukocytospermia)가 발생하고 이는 정자

의 질 저하를 유발한다고 하였고, Ohl 등¹⁵⁾은 반복적인 요로 감염이 정액의 질 저하와 낮은 임신율을 일으키는데, 요로 감염의 예방을 위한 지속적 항생제의 투여는 효과가 없으나 단기간의 사용은 고려해 볼 수 있다고 보고하였다. 또한 Makler 등¹¹⁾은 척수손상 환자에서 정액이나 소변의 pH와 삼투압의 변화가 정자의 운동성에 영향을 끼칠 수 있으며, 요 내 pH를 정상화시키고 등장성 삼투압을 유지하는 것이 중요하고 이를 위하여 정액 채취 전에 충분한 수분의 섭취를 권장하였고 반복적인 사정 자극이 정액의 저류를 방지함으로써 정액의 질을 향상시킬 수 있다고 하였으나, 이에 대해 Sarkarati 등¹⁸⁾은 반복 사정 자극이 정액의 질에 큰 영향을 주지 않는다고 하였고, Wang 등²²⁾은 일주일에 한번씩의 반복 사정 자극 시 총정자수의 증가를 가져왔으나, 정액의 질은 오히려 감소되었다고 하였다. 이 밖에도 여러 연구에서 다양한 방법이 제시되어 왔는데 그중 방광 자체의 이상과 방광 관리법에 대한 연구들이 대부분을 차지하였다.

Rutkowski 등¹⁷⁾은 70명의 척수손상 환자의 연구에서 신경인성 방광 관리법은 활동성 정자에 대하여 중요한 영향을 끼치는데 간헐적 무균도뇨법이나 치골상부도뇨법 등의 방광관리법이 반사를 이용한 방법, 복압을 이용한 방법보다 더 의미 있게 정액 질의 향상을 가져왔다고 보고하였다. 그 이유로는 반사 또는 복압을 이용한 방광관리법이 배뇨근 내압을 증가시켜 생식로 쪽으로 소변의 역류를 유발하기 때문이므로 척수 손상 환자에서 배뇨 방법의 적극적인 관리가 수정 성공률을 결정하는 중요한 인자라고 하였다. 또한 Ohl 등¹⁴⁾은 척수손상 환자에서 비디오 요류동태 검사를 통하여 반사 배뇨나 Crede 법이 배뇨근 내압을 상승시켜 소변의 역류가 사정관, 정낭, 정관 쪽으로 일어남을 보고하였다. 본 연구에서 최대 배뇨근 내압이 적은 40 cmH₂O 미만의 방광군이 40~60 cmH₂O, 61 cmH₂O 이상의 방광군보다 정액의 농도 및 총정자수, 활동성 정자수, 정자의 운동성 등의 모든 항목에서 높았는데 이는 이전에 보고되었던 결과인 배뇨근 내압이 낮을수록 정액 성분의 향상을 가져온다는 주장과 부합된다고 할 수 있다. 그러므로 척수손상 환자에서 신경인성 방광의 배뇨근 내압을 적절하게 조절하면 사정 유도 시 정액 성분의 향상을 가져올 수 있다고 기대된다.

본 연구에서 방광의 순응도는 정상 순응도의 방광군이 저 순응도의 방광군보다 정액의 농도 및 총정자수, 활동성 정자수에서 모두 높은 값을 보였다. 방광의 순응도는 방광 내 압력, 최대 방광 용적 등과 관련하여 방광 관리의 중요한 지표로 사용되며 신경인성 방광의 순응도가 클수록 방광 관리가 잘 되었다고 할 수 있다.^{8,19)} 즉, 방광 관리가 잘 되어 순응도가 정상인 경우 정액의 양 및 질의 향상을 가져올 수 있음을 증명할 수 있었다.

본 연구에서 불수의적 방광 수축이 있는 군과 없는 군을 비교하였을 때 두 군 간의 통계학적인 차이는 없었는데, 이는 척수 손상 환자에서 방광의 반사성 자체가 정액의 질에

는 큰 영향이 없음을 보여준다.

본 연구에서 요도압력이 80 cmH₂O 미만인 군이 80 cmH₂O 이상인 군보다 통계학적으로 유의 있게 정액의 양이 많고 총정자수, 활동성 정자수가 많았다. 이전의 연구에서 요도압력과 정액의 질에 관한 보고는 없었지만, Lim 등⁹⁾은 요도압력의 증가가 역행성 사정을 유발할 가능성이 많으며 이는 방광 내 소변 또는 산성상태 등에 의해 정자의 운동성이 떨어진다고 보고하였고, Crich 과 Jequier⁶⁾은 소변에 5분 노출 시 정자의 운동성이 50% 이상 감소된다고 보고하였으며, Yokoyama 등²⁴⁾은 요도압력의 증가가 배뇨근 내압을 증가시키며 이는 결국 신장기능의 감소를 야기하므로 방광기능 유지를 위해 요도압력을 조절할 것을 주장하였다. 그러므로 역행성 사정을 막고 순행성 사정을 유도하며 방광의 기능 보존을 위해서는 요도압력의 적절한 관리가 반드시 필요하다고 할 수 있다.

본 연구에서는 방광관리방법과 정액 질의 연관성에 관한 비교가 없었는데 이는 이전의 여러 연구^{15,18)}에서 사정유도 정액분석의 결과와 방광 관리법을 비교 분석하였을 때 간헐적 무균도뇨법을 사용한 환자 군에서 다른 방법을 사용한 환자 군보다 정액의 질 및 임신율이 높았다고 보고하였기에 시행하지 않았다. 그러나 본 연구에서 환자들이 복용하고 있는 약물, 요로감염의 정도 및 횟수, 신기능의 평가 등이 정확히 이루어지지 않은 점은 본 연구의 제한점이라 할 수 있겠다.

척수 손상 후 신경인성 방광 관리는 삶의 질을 향상시키기 위해 중요하다. 이는 실금, 요로 감염, 방광-요관 역류, 신장의 기능 저하 등과 같은 요로기계 합병증의 발생을 예방할 수 있으며,⁷⁾ 출산을 희망하는 남성 척수 손상 환자에게 있어서는 양질의 정액을 얻을 수 있기 때문으로 생각된다. 이에 본 연구는 적절한 신경인성 방광 관리 및 정상 요도압력의 유지 등이 남성 척수 손상 환자들에게 정액의 질의 향상을 가져오며 이는 서로 밀접한 관련이 있음을 보여주었다.

결 론

본 연구는 34명의 척수손상 남자 환자를 대상으로 사정유도를 하여 얻은 정액의 분석과 요류 동태 검사기를 통한 방광의 특성을 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

최대 배뇨근 내압이 낮은 군, 방광의 순응도가 정상인 군, 그리고 요도압력이 낮은 군에서 정액 질의 향상을 보이며, 정액의 질 평가의 지표로 사용한 정액의 양 및 농도, 총정자수, 활동성 정자수, 그리고 정자의 운동성 등의 증가를 보였다. 방광의 불수의적 배뇨근 반사 여부가 정액의 질에 영향을 주지 않았다.

본 결과로 척수손상 환자에서 신경인성 방광의 상태는 정액의 질에 영향을 주며, 이의 적극적인 관리를 통하여 보

다 질 좋은 정액을 얻을 수 있을 뿐만 아니라 임신 성공률의 증가를 가져올 수 있으리라 생각된다.

참 고 문 헌

- 1) 박창일: 신경인성 방광의 요류동태검사. 대한재활의학회지 1991; 15: 139-142
- 2) 박창일, 신지철, 박은숙, 김덕용, 조성래, 김용욱, 온석훈: 척수 손상 환자에서의 진동 및 전기자극을 이용한 사정유도와 정액 분석. 대한재활의학회지 1999; 23: 777-785
- 3) 신지철, 박창일, 배하석, 이병호, 김정은, 나동욱: 척수 손상 환자의 방광 요관 역류에서 보존적 치료의 효과. 대한재활의학회지 2002; 26: 299-305
- 4) Beckerman H, Becher J, Lankhorst GJ: The effectiveness of vibratory stimulation in anejaculatory men with spinal cord injury. Paraplegia 1993; 31: 689-699
- 5) Beretta G, Chelo E, Zanollo A: Reproductive aspects in spinal cord injured males. Paraplegia 1989; 27: 113-118
- 6) Crich JP, Jequier AM: Infertility in men with retrograde ejaculation: the action of urine on sperm motility, and a simple method for achieving anterograde ejaculation. Fertil Steril 1978; 30: 572-576
- 7) Gallien P, Nicolas B, Robineau S, Le Bot MP, Durufle A, Brissort R: Influence of urinary management on urologic complications in a cohort of spinal cord injury patients. Arch Phys Med Rehabil 1998; 79: 1206-1209
- 8) Hackler RH, Hall MK, Zampieri TA: Bladder hypocompliance in the spinal cord injury population. J Urol 1989; 141: 1390-1393
- 9) Lim TC, Mallidis C, Hill ST, Skinner DJ, Carter PD, Brown DJ, Baker HWG: A simple technique to prevent retrograde ejaculation during assisted ejaculation. Paraplegia 1994; 32: 142-149
- 10) Linsenmeyer T, Wilmot C, Anderson RU: The effect of the electroejaculation procedure on sperm motility. Paraplegia 1989; 27: 465-469
- 11) Makler A, David R, Blumenfeld Z, Better OS: Factors affecting sperm motility. VII. Sperm viability as affected by change of pH and osmolarity of semen and urine specimens. Fertil Steril 1981; 36: 507-511
- 12) Stohrer M, Goepel M, Kondo A, Kramer G, Madersbacher H, Millard R, Rossier A, Wyndaele JJ: The standardization of terminology in neurogenic lower urinary tract dysfunction with suggestions for diagnostic procedures. NeuroUrol Urodyn 1999; 18: 139-158
- 13) Nehra A, Werner MA, Bastuba M, Title C, Oates RD: Vibratory stimulation and rectal probe electroejaculation as therapy for patients with spinal cord injury: semen parameters and pregnancy rates. J Urol 1996; 155: 554-559
- 14) Ohl DA, Bennett CJ, McCabe M, Menge AC, McGuire EJ: Predictors of success in electroejaculation of spinal cord injured men. J Urol 1989; 142: 1483-1486
- 15) Ohl DA, Denil J, Fitzgerald-Shelton K, McCabe M, McGuire EJ, Menge AC, Randolph JF: Fertility of spinal cord injured males: effect of genitourinary infection and bladder management on results of electroejaculation. J Am Paraplegia Soc 1992; 15: 53-59
- 16) Perkash I, Martin DE, Warner H, Blank MS, Collins DC: Reproductive biology of paraplegics: results of semen collection, testicular biopsy and serum hormone evaluation. J Urol 1985; 134: 284-288
- 17) Rutkowski SB, Middleton JW, Truman G, Hagen DL, Ryan JP: The influence of bladder management on fertility in spinal cord injured males. Paraplegia 1995; 33: 263-266
- 18) Sarkarati M, Rossier AB, Fam BA: Experience on vibratory and electro-ejaculation techniques in spinal cord injury patients: a preliminary report. J Urol 1987; 138: 59-62
- 19) Shin JC, Park CI, Kim HJ, Lee IY: Significance of low compliance bladder in cauda equina injury. Spinal Cord 2002; 40: 650-655
- 20) Sonksen J, Biering-Sorensen F, Kristensen JK: Ejaculation induced by penile vibratory stimulation in men with spinal cord injuries. The importance of the vibratory amplitude. Paraplegia 1990; 28: 96-104
- 21) Sonksen J, Ohl DA, Giwerzman A, Sorensen FB, Kristensen JK: Effect of repeated ejaculation on semen quality in spinal cord injured men. J Urol 1999; 161: 1163-1165
- 22) Wang YH, Chiang HS, Wu CH, Lien IN: Electroejaculation in spinal cord injured males. J Formos Med Assoc 1992; 91: 413-418
- 23) Wolff H, Politch JA, Martinez A, Haimovici F, Hill JA, Anderson DJ: Leukocytospermia is associated with poor semen quality. Fertil Steril 1990; 53: 528-536
- 24) Yokoyama O, Hasegawa T, Ishiura Y, Ohkawa M, Sugiyama Y, Izumida S: Morphological and functional factors predicting bladder deterioration after spinal cord injury. J Urol 1996; 155: 271-275