

척수손상 환자에서의 진동 및 전기자극을 이용한 사정유도와 정액분석

연세대학교 의과대학 재활의학교실 및 재활의학연구소

박창일 · 신지철 · 박은숙 · 김덕용
조성래 · 김용욱 · 온석훈

= Abstract =

Ejaculatory Induction with Vibratory and Electrical Stimulation and Semen Analysis in Spinal Cord Injured Patients

Chang-il Park, M.D., Ji Cheol Shin, M.D., Eun Sook Park, M.D.
Deog Young Kim, M.D., Sung Rae Cho, M.D., Yong Wook Kim, M.D.
and Suk Hoon Ohn, M.D.

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

Objective: The purposes of this study were to compare the quality of semen obtained by vibratory and electrical stimulation according to the injury level and to investigate the changes of semen by repeated ejaculations in spinal cord injured patients.

Method: Seventeen spinal cord injured men had repeated ejaculations at least three times with vibratory (Ferticare[®]) and electrical stimulation (Seager[®]) at weekly interval.

Results: In patients with lesions above the T10 level, the response rate was 91.7% by the vibratory stimulation and 100.0% by the electrical stimulation. The percentage of adequate sperm quality (total count of motile sperm $\geq 5 \times 10^5$) was 81.8% by the vibratory stimulation and 66.7% by the electrical stimulation. In patients with lesions at and below the T10 level, all patients responded to the electrical stimulation, but not to the vibratory stimulation. The percentage of adequate sperm quality was 82.6% by the electrical stimulation. The quality of semen obtained by the vibratory stimulation was better than that of the electrical stimulation ($p < 0.05$). Sperm quality didn't improve through the repeated ejaculations.

Conclusion: The vibratory ejaculation may be more effective in obtaining the adequate sperm quality in patients with lesions above the T10 level. However, the electrical stimulation may be more effective in patients with lesions at and below the T10 level. Repeated ejaculations for a short period may be ineffective for a sperm quality improvement.

Key Words: Spinal cord injury, Fertility, Ejaculation, Semen analysis

접수일: 1999년 3월 15일, 게재승인일: 1999년 5월 17일
교신저자: 조성래

서 론

외상성 척수손상 환자는 교통수단의 발달과 급격한 산업화로 인하여 점차 증가하고 있으며, 이들 중 대부분의 젊은 남자 환자들은 사정능력 부전과 정액의 질 저하 등으로 인하여 불임증을 가지게 된다.^{8,25)} 척수손상 남자 환자의 약 85~90%에서 사정능력 부전을 보이는 것으로 알려져 있으며,^{3,4)} 또한 대부분에서 정액분석 검사상 정자의 운동성 및 활동성 정자수가 매우 떨어져 있어,¹³⁾ 사정 유도 및 인공 수정과 같은 보조적 수단없이 임신이 가능한 경우는 5%에도 지나지 않는다고 알려져 있다.¹⁹⁾ 이러한 정액의 질 저하는 고환의 온도조절 실조, 전립선액의 저류, 반복적인 요로 감염, 정세관을 손상시킬 수 있는 약물의 다량섭취, 도뇨관이나 비뇨기과적 수술에 의한 요로손상, 시상-뇌하수체-고환으로 이어지는 내분비계의 변화 및 장기간 방광내 압력의 증가 등이 그 원인으로 보고되고 있다.^{3,17)}

이와 같이 사정능력 부전이 있는 척수손상 남자 환자는 다른 방법의 사정유도가 필요하며, 현재 진동 자극 및 직장내 전기 자극법이 널리 이용되고 있다. 진동 자극은 전기 자극에 비하여 간편하고 안전하며 비침습적인 방법이나 사정 반응률이 떨어지며 손상 높이에 따라 사정 반응률이 다른 것으로 알려져 있다.²²⁾

이에 본 연구에서는 진동 자극 및 직장내 전기 자극법을 사용한 사정유도를 통하여 척수손상 남자 환자에게서 정액을 채취하여 임신 가능성 여부를 알아보고, 신경학적 손상 높이에 따라 어떤 자극방법이 더 효과적인지 알아보기 하였다. 또한 반복 자극 시 정액의 질이 개선되는지 알아보기 하였으며 환자의 신경학적 손상 높이, 손상 정도 및 경직 유무 등이 정액의 질에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 하였다.

대상 및 방법

1) 연구 대상

1998년 3월부터 11월까지 연세대학교 의과대학 재활의학과에서 외래 통원 치료를 받고 있는 척수손상 남자 환자 17명을 대상으로 하였다. 이들은 사정유

도 및 정액분석 검사를 통하여 자녀를 갖고 싶어하거나, 자신의 생식 능력을 확인해 보기를 원하였다. 환자의 나이는 평균 28.9세(23~40세)이었고, 척수손상 후 기간은 평균 5.2년(6개월~12년)이었으며 완전 척수손상 환자는 9명이었고, 불완전 척수손상 환자는 8명이었다. 사정조절 중추가 제 12흉수에서 제 1요수 사이에 있고, 사정반사 조절이 제 10흉수에서 제 2요수 부위의 척수내에서 이루어진다는 Nehra 등의 보고¹⁸⁾를 참고로 하여, 대상환자들을 제 10흉수를 기준으로 이보다 상부에 병변이 있는 경우를 제 1군으로, 제 10흉수를 포함한 하부 병변의 경우를 제 2군으로 나누어 비교 분석하였다. 제 1군에 해당하는 환자는 총 9명이었으며, 제 2군에 해당하는 환자는 총 8명이었다.

2) 연구 방법

사정유도는 첫 번째 진동 자극에 반응이 있는 경우에는 1주일 간격으로 연속적인 3번의 반복자극을 시행후 직장내 전기 자극을 하였고, 첫번째 진동 자극에 반응이 없는 경우에는 바로 직장내 전기 자극을 하는 방법으로 총 61번의 사정유도 자극을 시행하였다. 제 1군의 환자는 총 30번의 사정유도를 시행하였으며, 제 2군은 총 31번 사정유도를 시행하였다.

사정유도 시행 전날 Sodium bicarbonate를 경구 복용하여 방광내 소변을 염기화시켰으며, 직장내 전기 자극 시행시에는 관장을 시행하였다. 시행 당일 자율신경 과반사증을 대비해 설하투여용 칼슘통로 차단제인 Adalat[®]를 준비한 후, 양와위 자세에서 혈압을 측정하였고 방광 세척 후, 30 ml Ham's F10 용액을 방광내 주입한 다음 각각의 자극을 이용하여 사정 유도를 시행하였다. 진동 자극은 Ferti Care[®] 진동 자극기(Multicept ApS, Denmark)를 사용하여 음경체(penile shaft) 및 음경소대(frenulum) 부위를 자극하여 사정반응 유무를 살펴보고(Fig. 1), 시술 직후 혈압을 측정하여 자율신경 과반사증시 나타날 수 있는 혈압 상승 여부를 확인하였으며, 즉시 방광내 도뇨를 통해 역행성 사정액을 채취하였다. 진동 자극의 주파수와 진동폭은 Sonksen 등²¹⁾이 가장 이상적이라고 보고한 100 Hz의 주파수 및 2.5 mm의 진동폭으로 하였다. 또한 3분 자극후 1분간 휴식을 취하는 방법으로 순행성 사정반응이 있거나 또는 반응이 없는 경우 총 3회까지 시행하였다.^{5,9)}

직장내 전기 자극은 측위위 자세에서 직장경으로 직장내 점막을 확인한 후, Seager[®] 전기자극기(G&S Instrument Co., U.S.A.)의 직장자(rectal probe)를 직장내에 삽입하여 전립선 및 정낭 부위를 자극하였다. 전기 자극의 강도는 5 volts로 시작하여 순행성 사정 반응이 없는 경우 자극강도가 최대 20 volts가 될 때 까지 강도를 5 volts씩 올렸다. 한번 전기 자극시 5 초 동안 자극하였으며, 이 때 직장 점막에 화상이 생기지 않도록 직장내 온도를 최대 39도가 넘지 않게 하였다(Fig. 2).⁵⁾

본 연구에서는 순행성 사정이 되거나 또는 소변내

에 역행성 사정액이 존재하는 경우 반응(response)이 있다고 정의하였으며,³⁾ 현재 자궁내 정자 주입법으로 임신이 가능하다고 알려져 있는 활동성 정자수가 5×10^5 개 이상인 경우 양질의 정액(adequate sperm quality)이라고 정의하여⁹⁾ 두 가지 자극방법에 의한 사정 반응률 및 순행성 사정률을 알아보았고, 사정 반응이 있었던 모든 환자에게서 정액검사를 실시하여 정액의 질이 임신에 적절한지 알아보았다. 또한 순행성과 역행성 사정, 손상 정도, 자극방법, 경직 유무 및 반복자극 등에 따른 정액분석 검사 결과의 차이를 SPSS-PC 7.0 for window version의 Mann-Whitney U test 및 ANOVA 통계방법을 이용하여 분석하였다.

결 과

1) 척수손상 높이에 따른 사정유도 결과 비교

진동 자극에 의한 사정 반응률은 총 32회의 자극 중, 제 10흉수 상부병변인 제 1군에서 총 24회의 진동 자극시 91.7%인 22회에서 사정반응이 있었으나, 제 10흉수와 그 하부병변인 제 2군에서는 총 8회 (100.0%)의 진동 자극시 모두 사정유도에 실패하였다. 한편 직장내 전기 자극에서는 제 1군 및 제 2군에서 척수손상 부위에 관계없이 총 29회(100.0%)의 자극 시행에 모두 사정반응이 있었다(Fig. 3).

진동 자극에 의한 순행성 사정 반응률은 제 1군에



Fig. 1. This is Ferti Care[®] vibrator which is applied to penile shaft and ventral aspect of penis in frenular area. It is possible to control the frequency and amplitude of vibratory stimulation.

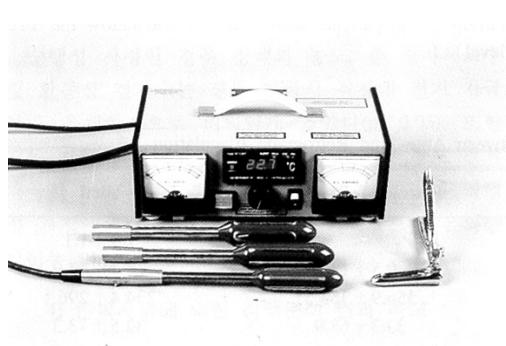


Fig. 2. These are Seager[®] electroejaculator, rectal probe and rectal speculum. The electroejaculator contains temperature monitor to prevent the complication such as rectal burn.

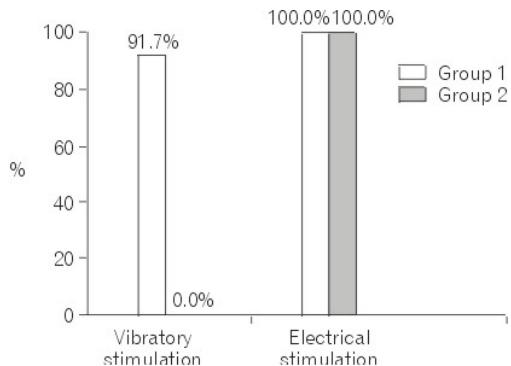


Fig. 3. Response rate according to stimulation methods. Response: presence of antegrade or retrograde ejaculate. Group 1: patients with lesion above the T10 level Group 2: patients with lesion at and below the T10 level

서 사정에 성공한 22회 중 95.5%인 21회에서 순행성 사정반응이 있었고, 직장내 전기 자극에서는 제1군에서 83.3%였고, 제2군에서는 23회(100.0%) 모두 순행성 사정에 성공하여 제1군에 비하여 제2군에서 순행성 사정반응률이 높았다. 그러나 진동 자극시 제2군에서는 8명 모두 사정유도에 실패하여 순행성 사정 여부는 측정할 수 없었다(Fig. 4).

진동 자극에 의한 양질의 정액 사정률은 제1군에서 81.8%인 18회에서 양질의 정액을 얻을 수 있었고, 직장내 전기 자극에서는 제1군에서 66.7%이고, 제2군에서는 23회 중 19회인 82.6%로 제2군에서 제1군에 비하여 양질의 정액 사정률이 높았다. 그

러나 진동 자극시 제2군에서는 8명 모두 사정유도에 실패하여 양질의 정액 반응 여부는 측정할 수 없었다(Fig. 5).

2) 순행성 및 역행성 사정간의 정액분석 결과 비교

총 정자세포수는 역행성 사정인 경우 순행성 사정보다 통계학적으로 의의있게 많았으나($p<0.05$), 정액의 농도 및 정자의 운동성은 순행성 사정인 경우 각각 역행성 사정보다 통계학적으로 의의있게 높았다($p<0.05$). 활동성 정자수는 순행성 및 역행성 사정액간에 통계학적으로 유의한 차이가 없었고($p>$

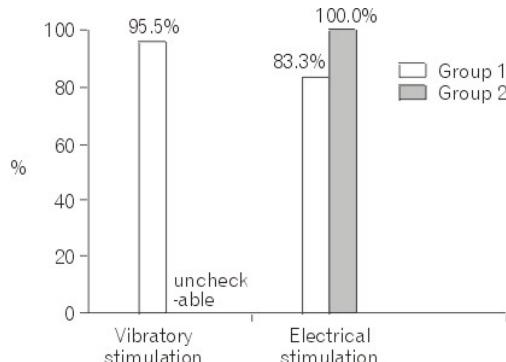


Fig. 4. Antegrade response rate according to stimulation methods antegrade response: presence of antegrade ejaculate.

Group 1: patients with lesion above the T10 level
Group 2: patients with lesion at and below the T10 level

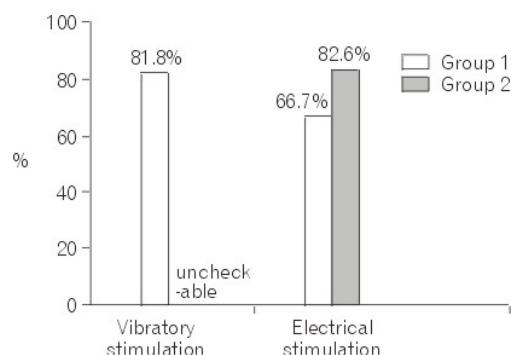


Fig. 5. The rate of adequate sperm quality according to stimulation methods adequate sperm quality: total count of motile sperm $\geq 0.5 \times 10^6$.

Group 1: the patients with lesion above the T10 level
Group 2: the patients with lesion at and below the T10 level

Table 1. Comparison of Semen Analysis between Ante- and Retrograde Ejaculation

Semen	Antegrade (n ¹ =61)	Retrograde (n=61)	Total
Volume (ml)	1.9±1.1	-	1.9±1.1
Conc. ²⁾ ($\times 10^6$ /ml)	59.8±73.4*	9.5±13.2	34.4±57.9
Cell count ($\times 10^6$)	109.4±141.1	356.9±353.5*	234.4±296.1
Motile cell ($\times 10^6$)	31.7±78.2	33.3±68.9	32.5±73.3
Motility (%)	15.4±20.7*	6.3±10.9	10.8±17.0

* $p<0.05$

Values are mean±standard deviation.

1. n: number of stimulation procedure, 2. Conc.: concentration

Table 2. Comparison of Semen Analysis between Vibratory and Electrical Stimulation

Semen	Antegrade ejaculation		Retrograde ejaculation	
	Vibratory (n ¹ =32)	Electrical (n=29)	Vibratory (n=32)	Electrical (n=29)
Volume (ml)	2.1±1.3	1.8±1.0	-	-
Conc. ²⁾ ($\times 10^6/\text{ml}$)	100.4±96.4*	29.3±21.1	11.1±18.8	8.4±6.9
Cell count ($\times 10^6$)	178.0±186.7*	57.9±56.5	339.1±443.7	369.8±278.5
Motile cell ($\times 10^6$)	67.0±110.9*	5.2±8.4	42.5±88.4	26.6±51.2
Motility (%)	23.6±28.0	9.3±9.4	6.0±11.8	6.5±10.5

*p<0.05

Values are mean±standard deviation.

1. n: no. of stimulation procedure, 2. Conc.: concentration

Table 3. Comparison of Semen Analysis According to Repeated Ejaculations

Semen	1st trial (n ¹ =17)	2nd trial (n=17)	3rd trial (n=15)
Volume (ml)	1.8±1.2	2.0±1.1	2.1±1.1
Conc. ²⁾ ($\times 10^6/\text{ml}$)	34.3±66.9	27.3±40.2	27.9±38.2
Cell count ($\times 10^6$)	250.1±283.9	181.5±233.9	210.3±267.1
Motile cell ($\times 10^6$)	37.4±71.1	24.8±71.7	17.9±32.1
Motility (%)	10.4±14.1	8.1±12.0	9.5±13.9

p>0.05

Values are mean±standard deviation.

1. n: no. of stimulation procedure, 2. Conc.: concentration

0.05), 역행성 사정인 경우 정액의 양은 소변과 섞여 있기 때문에 본 연구에서는 측정할 수 없었다(Table 1).

3) 자극방법에 따른 정액분석 결과 비교

순행성 사정인 경우 정액의 농도, 총 정자세포수 및 활동성 정자수는 진동 자극시 직장내 전기 자극보다 통계학적으로 의의있게 높았다(p<0.05). 또한 진동 자극시 정액의 양 및 정자의 운동성 등도 전기 자극시 보다 모두 높은 경향을 보였다. 그러나 역행성 사정액에서는 두 방법간에 통계학적으로 유의한 차이는 없었다(Table 2).

4) 반복자극에 의한 정액분석 결과 비교

1주일 간격의 3번 반복자극에 의한 정액분석 결과에서 정자의 운동성은 첫 번째 자극유도시 평균 10.4%, 두 번째 자극유도시 평균 8.1%, 세 번째 자극유도시 평균 9.5%로 서로간에 통계학적으로 유의

한 상관관계는 없었고 정액의 양 및 농도, 총 정자세포수, 활동성 정자수 등도 3번의 반복자극에 의한 정액분석상 유의한 차이를 발견할 수 없었다 (Table 3).

5) 손상 정도에 따른 정액분석 결과 비교

불완전 척수손상 환자에서 순행성 사정의 활동성 정자수는 평균 36.6×10^6 개로 완전 척수손상 환자에서의 평균 27.3×10^6 개보다 통계학적으로 의의있게 높았으며, 정액의 농도 및 정자의 운동성도 불완전 척수손상 환자에서 완전 척수손상 환자에 비하여 통계학적으로 의의있게 높았다(p<0.05). 또한 총 정자세포수도 불완전 척수손상 환자에서 더 높은 경향을 보였다. 역행성 사정인 경우 손상 정도에 따른 정액분석 결과는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다 (Table 4).

Table 4. Comparison of Semen Analysis between Complete and Incomplete Lesion

Semen	Antegrade ejaculation		Retrograde ejaculation	
	Complete (n ¹⁾ =32)	Incomplete (n=29)	Complete (n=32)	Incomplete (n=29)
Volume (ml)	2.0±1.0	1.8±1.3	-	-
Conc. ²⁾ ($\times 10^6$ /ml)	42.6±61.4	79.3±81.9*	11.5±16.5	7.4±8.1
Cell count ($\times 10^6$)	79.6±100.6	143.1±172.5	385.0±379.9	326.5±327.7
Motile cell ($\times 10^6$)	27.3±88.3	36.6±66.7*	26.9±56.0	40.2±81.4
Motility (%)	13.0±23.2	18.1±17.6*	4.9±8.5	7.8±13.1

*p<0.05

Values are mean±standard deviation.

1. n: no. of stimulation procedure, 2. Conc.: concentration

Table 5. Comparison of Semen Analysis According to Spasticity

Semen	Antegrade ejaculation		Retrograde ejaculation	
	Spasticity (n ¹⁾ =42)	No spasticity (n=19)	Spasticity (n=42)	No spasticity (n=19)
Volume (ml)	1.8±1.2	2.0±1.0	-	-
Conc. ²⁾ ($\times 10^6$ /ml)	73.6±81.9*	25.4±23.6	9.7±14.9	9.1±7.3
Cell count ($\times 10^6$)	134.1±158.5*	47.7±46.3	350.6±372.8	373.3±310.5
Motile cell ($\times 10^6$)	42.6±90.6	4.3±4.0	37.9±79.9	22.3±22.8
Motility (%)	17.1±23.6	11.1±10.1	5.7±10.8	7.8±11.6

*p<0.05

Values are mean±standard deviation.

1. n: no. of stimulation procedure, 2. Conc.: concentration

6) 경직 유무에 따른 정액분석 결과 비교

Ashworth 경직척도상 하지의 경직이 있는 환자에서 진동 및 전기 자극에 의한 사정유도 시행시 고관절 굴곡반사 또는 복부근 수축반사 등이 나타났으며, 사정반응률은 경직이 있는 경우 제 1군에서 96.2%, 제 2군에서 75.0%였고, 경직이 없는 경우 제 1군에서 75.0%, 제 2군에서 73.7%으로 나타나 경직이 있는 경우 경직이 없는 환자군에 비하여 사정반응률이 높은 경향을 보였으나 통계학적으로 유의한 차이는 없었다.

그러나 순행성 사정인 경우 정액의 농도 및 총 정자세포수는 경직이 있는 환자에서 경직이 없는 환자보다 통계학적으로 의의있게 높았다(p<0.05). 또한 활동성 정자수 및 정자의 운동성 등도 경직이 있는 환자에서 높은 경향을 보였다. 역행성 사정인 경우

경직유무에 따른 정액분석 결과는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(Table 5).

고 찰

젊은 성인에게서 사고에 따른 척수손상이 많이 발생함에도 불구하고, 한국의 전통적인 사상이나 관습 때문인지, 아직 국내에서는 젊은 척수손상 남자 환자들에 대한 사정능력 부전, 정액의 질 저하와 불임 등의 성기능 부전 및 이와 관련된 포괄적인 성재활이 그리 활발하게 다루어지지 않고 있는 실정이다. 사정능력 부전이 있는 척수손상 남자 환자에서의 사정유도 방법은 진동 자극, 직장내 전기 자극, 수막내 neostigmine투여, 고환생검에 의한 정자채취법 등 많은 방법이 있으나,^{9,22)} 수막내 neostigmine투여 또는 physostigmine 피하주사법은 두통, 구토, 자율신경과

반사증 등의 부작용이 많고,¹⁾ 직접적인 고환생검에 의한 정자체취법은 시술이 어렵고 복잡하여 다른 여러 방법에 실패하였을 때 최후의 수단으로 이용할 수 있는 것으로 보고되고 있다.⁹⁾

진동 자극 및 직장내 전기 자극을 이용한 사정유도 방법은 임상적으로 이용하기 편리하여 현재 많이 사용되고 있는 인공 사정유도법이다. 진동 자극은 1970년 Comarr 등¹⁰⁾이 척수손상 환자에서 처음으로 시도하여 임신 성공 사례까지 보고하였고, 이후 Sonksen 등²¹⁾은 진동 자극법이 간편하고 안전하여 가정에서도 사용할 수 있는 방법으로 널리 이용될 수 있다고 하였다.

한편, 전기 자극은 1948년 Horne 등¹⁴⁾이 척수손상 환자에게 처음으로 시도하여 사정유도가 가능함을 보고하였고, 이후 Brindley⁷⁾는 총 154명의 척수손상 환자에게 직장내 전기 자극을 시행하여 63%인 97명에서 사정에 성공하였고, Stien²²⁾은 이 방법으로 70~80%의 사정반응률을 보고하였다. 또한 1975년 Thomas 등²³⁾은 전기 자극에 의한 사정유도로 첫 임신 성공 사례를 보고하였고, 1978년 Francois 등¹²⁾은 처음으로 출산에 성공하였다. 이와 같은 국외의 보고에 비하여, 우리나라에서는 척수손상 환자에서 인공사정을 통한 임신 및 출산에 성공한 사례가 매우 드문데, 1994년 정등¹⁾은 4명의 완전마비 척수손상 환자에게서 직장내 전기 자극 및 자궁내 정자삽입술을 이용하여 임신을 유도하였고, 이를 중 두 부부에서 건강한 아이를 출산하였다고 보고하였으며, 1995년 최등²⁾도 시험관내 인공수정에 의한 임신 성공 사례를 보고하였다.

사정은 음부감각신경을 타고 사정조절 중추(T12-L1)를 거쳐 교감신경(T10-L2)에 의하여 조절되는 사출(emission) 및 방광목 폐쇄와 부교감신경(S2-S4)에 의하여 조절되는 요도 및 골반근육의 수축에 의한 사정(ejaculation)으로 이루어진다.^{3,18)} 따라서 이러한 사정반사 통로에 손상이 있는 경우 사정능력 부전이 생기며, 척수손상이 제 10흉수를 포함한 하부병변인 경우 진동자극에 반응이 없을 가능성성이 많기 때문에, 본 연구에서는 신경학적 부위가 제 10흉수 상부 병변을 제 1군, 제 10흉수를 포함한 하부병변을 제 2군으로 나누어 진동 및 전기 자극을 시행하였다.

본 연구 결과, 진동 자극에 의한 사정유도는 Beckerman 등³⁾과 Chapelain 등⁹⁾이 각각 60% 및 67%의 사

정 반응률을 보고한 데 비하여, 제 1군에서 이보다 더 높은 91.7%의 반응률을 보였는데, 그 이유는 Sonksen 등²¹⁾이 진동 자극시 96%에서 사정을 유도할 수 있었던 주파수 100 Hz, 진동폭 2.5 mm의 자극 방법을 본 연구에서 사용하였고, 또한 환자를 분류할 때 엄격하게 제 10흉수 병변도 제 1군에 포함시키지 않았기 때문인 것으로 생각된다.

한편, 본 연구에서 직장내 전기 자극시에는 Brindley⁷⁾가 보고한 63%의 사정 반응률보다 높았고, 최근 Nehra 등¹⁴⁾이 보고한 94%의 사정 반응률과 비슷하게 모든 환자에서 사정에 성공하였는데, Brindley^{6,7)}는 모든 환자에게서 역행성 사정액을 검사하지 않았고 사정기관에 손상이나 질병이 있는 환자들을 제외하지 않았으며, 본 연구에서 사용한 전기 자극기는 Boone 등⁵⁾이 보고한 바와 같이 사정반사를 이용하기 보다는 사정기관인 정관팽대, 정낭 및 전립선과 구해면체 평활근 등을 동시에 직접적으로 자극하여 정액을 배출시키기 때문인 것으로 생각된다.³⁾

Chapelain 등⁹⁾은 자궁내 정자 주입법으로 임신이 가능하다고 알려져 있는 활동성 정자수가 5×10^5 개 이상인 경우를 양질의 정액이라고 정의하였는데, 본 연구에서는 진동 및 전기 자극시 제 1군에서 사정에 성공한 환자중 각각 81.8% 및 66.7%에서 양질의 정액이 사정되어, 이들에게서 전기 자극에 비하여 진동 자극시 보다 양질의 정액이 나오는 것을 알 수 있었다.

진동 및 전기 자극의 두 가지 방법을 비교한 연구를 살펴보면, Nehra 등¹⁸⁾은 78명의 환자에게 진동 자극을 먼저 시행하고, 이후 34명의 환자에게 전기 자극을 시행하여 두 가지 방법을 비교하였는데, 정액의 양 및 농도와 정자의 운동성 등이 모두 통계학적으로 유의한 차이가 없다고 하였으나, Chapelain 등⁹⁾은 각각 10명의 환자에게 진동 및 전기 자극을 시행하여 정액의 양 및 정자의 운동성이 진동 자극에서 전기 자극보다 통계학적으로 의의있게 높다고 하였고, Boone 등⁵⁾도 직장내 전기 자극보다는 진동 자극법에 의한 사정유도시 정액의 질이 더 좋다고 하였다. 그러나 위의 연구들은 후향적 보고이거나, 대부분 진동 자극에 실패한 환자에게 전기 자극을 시행하였으므로 통계학적으로 정확한 비교는 아니라고 생각된다. 본 저자들은 전향적 연구를 시행하였으며 그 결과, 진동 자극 시행시 정액의 양, 농도, 총 정자세포수, 활동성 정자수 및 정자의 운동성 등의 모

든 성분이 전기 자극시에 비해 높았는데, 이것은 Chapelain 등⁹⁾이 보고한 바와 같이 진동 자극에 의한 사정이 더 생리적이고 정상 사정기전에 가깝고, 직장내 전기 자극시 강한 전류가 정자세포에 해로운 영향을 줄 수 있기 때문이라고 생각된다. 또한, 통계학적인 의미는 없었지만 역행성 사정인 경우 전기 자극시 총 정자세포수가 진동 자극시보다 많은 것으로 보아, 전기 자극시 역행성 사정이 더 많이 발생하는 것을 알 수 있었다.

순행성과 역행성 사정액을 비교해 보면, 방광내 산성 상태를 중화시키기 위해 Ham's F-10 용액을 사용했음에도 불구하고, 역행성 사정액에서 총 정자세포수는 통계학적으로 유의하게 많았으나, 정액의 농도 및 정자의 운동성은 매우 떨어진 소견을 보였다. 이것으로 사정반사 신경조절이 손상된 척수손상 환자에서는 사정시 방광목 폐쇄 등의 기능부전이 있으므로 순행성보다는 역행성으로 더 많이 사정되는 것을 알 수 있었고, Lim 등¹⁶⁾이 보고한 바와 같이 역행성 사정액은 방광내 산성상태나 소변 등에 의해 정자의 운동성이 떨어지는 것을 알 수 있었다.

Siossteen 등²⁰⁾은 4~6개월 동안 계속적으로 반복자극시 일반적으로 오랫동안 사정을 하지 않았던 척수손상 환자에서 퇴화된 정자가 빠져나가고 새로 생성된 정자가 나오게 되므로 운동성이 좋아진다고 보고하였으나, 본 연구에서는 3번의 반복자극에 의해서는 정액의 질이 향상되지 않았다. 또한, Engh 등¹¹⁾은 본 연구의 결과와 비슷하게 짧은 기간 동안의 반복자극은 정액의 질에 큰 영향을 주지 않는다고 하였고, 1주일 간격보다는 1주일에 2번의 반복자극시 정자의 운동성이 더 향상된다고 보고하였다. 따라서 향후 오랜 기간동안 자극시행 간격을 조절해 가며 반복자극시 정액분석 결과의 차이를 비교해 볼 필요도 있다고 생각된다.

불완전 척수손상인 경우 완전손상에 비하여 순행성 사정액에서 정액의 농도, 활동성 정자수 및 정자의 운동성 등이 모두 통계학적으로 유의하게 높았고, 역행성 사정액에서는 완전 척수손상인 경우 총 정자세포수가 더 많은 경향을 보였다. 이는 불완전 손상시 사정반사 신경조절과 대뇌 사정증후에서의 연결이 좀 더 남아 있으므로, 역행성 사정액이 적게 되어 이로 인하여 정액의 성분이 좋은 것으로 생각된다. 그러나 완전 또는 불완전 척수손상시 정액분

석 결과와의 상관관계에 대한 정확한 보고가 없으므로 이에 대한 기전은 더 연구해 보아야 할 것으로 사료된다.

한편, Ashworth 경직 척도상 하지의 경직 및 사정유도 자극시 고관절 굽곡반사 또는 복부근 수축반사 등이 있는 경우 사정반응률과 대부분의 정액분석 성분이 높은 것을 관찰할 수 있었다. 따라서 이러한 경직 및 반사가 있는 경우 사정반응이 잘 일어날 수 있으며 정액의 질이 좋을 것이라는 예측인자가 될 수 있을 것으로 생각된다.^{3,7)}

본 연구는 아직 대상자의 수 및 반복자극의 횟수가 적어 통계학적인 의의를 구하기가 어려웠던 것으로 생각되며, 사정유도 시행 전, 후에 요검사와 요균배양 검사를 통해 소변의 pH, 삼투압 농도 및 요로감염 여부 등을 확인하지 않았던 제한점이 있어, 향후 척수손상 환자에게 사정유도에 대한 연구시 이러한 제한점을 보다 적극적으로 해결한다면 의의 있는 결과를 도출해 낼 수 있을 것으로 생각되며, 본 연구를 토대로 자녀를 갖고 싶어하는 척수손상 환자에게서 시험관내 인공수정(*In vitro* fertilization, IVF) 및 난자내 정자삽입법(*Intracytoplasmic sperm injection*, ICSI) 등을 통해 임신 성공 사례도 유도할 수 있을 것으로 기대한다.^{15,24)}

결 론

본원 재활의학과에서는 1998년 3월부터 11월까지 17명의 척수손상 남자환자를 대상으로 총 61번의 사정유도를 시행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 진동자극에 의한 사정유도에서는 신경학적 부위가 제 10흉수 상부병변인 군에서 사정반응률이 91.7%이었고, 이중 순행성 사정률은 95.5%이었으며, 활동성 정자수가 5×10^5 개 이상인 경우가 81.8%이었다. 또한 신경학적 부위가 제 10흉수를 포함한 하부병변인 군에서는 모두 반응이 없었다.

2) 전기자극에 의한 사정유도에서는 두 군에서 모두 사정반응이 있었으나, 활동성 정자수가 5×10^5 개 이상인 경우는 제 10흉수 상부병변인 군에서 66.7%이었고, 제 10흉수를 포함한 하부병변인 군에서는 82.6%이었다.

3) 두 가지 자극방법에 따른 정액분석 결과는 순행성 사정인 경우 진동자극에 의한 사정유도시 전기

자극에 비해 정액의 농도, 총 정자세포수 및 활동성 정자수 등이 통계학적으로 의의있게 높았으며($p < 0.05$), 정액의 양 및 정자의 운동성도 높은 경향을 보였다.

4) 총 3번의 반복자극에 의한 정액분석 결과는 통계학적으로 유의한 상관관계가 없었다.

참 고 문 헌

- 1) 정현직, 마상열: 사정불능 환자에서의 전기사정법과 자궁내 인공수정에 의한 임신경험. 대한비뇨기과학회지 1994; 35: 878-882
- 2) 최호철, 박원희, 심홍방: 약물 유도사정에 실패한 사정 불능 척수손상 환자에서의 전기자극 인공사정 경험. 대한비뇨기과학회지 1995; 36: 206-211
- 3) Beckerman H, Becher J, Lankhorst GJ: The effectiveness of vibratory stimulation in anejaculatory men with spinal cord injury. Review article. Paraplegia 1993; 31: 689-699
- 4) Bennett CJ, Seager SW, Vasher EA, McGuire EJ: Sexual dysfunction and electroejaculation in men with spinal cord injury: Review. J Urol 1988; 139: 453-457
- 5) Boone TB, Kim ED, Kim YH, Lipshultz LI: Advances in rehabilitation technology: Advances in impotence and fertility technology for neurologically disabled men, 1st ed, Phy Med Reh. Philadelphia: Hanley & Belfus Inc, 1997, pp161-176
- 6) Brindley GS: Electroejaculation: its technique, neurological implications and uses. J Neurol Neurosurg Psychiatry 1981; 44: 9-18
- 7) Brindley GS: The fertility of men with spinal injuries. Paraplegia 1984; 22: 337-348
- 8) Buch JP, Zorn BH: Evaluation and treatment of infertility in spinal cord injured men through rectal probe electroejaculation. J Urol 1993; 149: 1350-1354
- 9) Chapelain LL, Tam NV, Dehail P, Berjon JJ, Barat M, Mazaux JM, Joseph PA: Ejaculatory stimulation, quality of semen and reproductive aspects in spinal cord injured men. Spinal Cord 1998; 36: 132-136
- 10) Comarr AE: Sexual function among patients with spinal cord injury. Urol International 1970; 23: 134-168
- 11) Engh E, Clausen OPF, Purvis K, Stien R: Sperm quality assessed by flow cytometry and accessory sex gland function in spinal cord injured men after repeated vibration-induced ejaculation. Paraplegia 1993; 31: 3-12
- 12) Francois N, Maury M, Jouannet D, David G, Vacant J: Electroejaculation of a complete paraplegic followed by pregnancy. Paraplegia 1978; 16: 248-251
- 13) Hirsch IH, Jeyendran RS, Sedor J, Rosecrans RR, Staas WE: Biochemical analysis of electroejaculates in spinal cord injured men: comparison to normal ejaculates. J Urol 1991; 145: 73-76
- 14) Horne HW, Paull DP, Munro D: Fertility studies in human male with traumatic injuries of the spinal cord and cauda equina 1948; 239: 959-961
- 15) Huhtling C, Levi R, Garoff L, Nylund L, Rosenborg L, Sjoblom P, Hillensjo T: Assisted ejaculation combined with in vitro fertilization: an effective technique treating male infertility due to spinal cord injury. Paraplegia 1994; 32: 463-467
- 16) 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
- 17) Linsenmeyer T, Wilmot C, Anderson RU: The effects of the electroejaculation procedure on sperm motility. Paraplegia 1989; 27: 465-469
- 18) 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
- 19) 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
- 20) Siosteen A, Forssman L, Steen Y, Sullivan L, Wickstrom I: Quality of semen after repeated ejaculation treatment in spinal cord injury men. Paraplegia 1990; 28: 96-104
- 21) 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 1994; 32: 651-660
- 22) Stien R: Sexual dysfunctions in the spinal cord injured. Paraplegia 1992; 30: 54-57
- 23) Thomas RJS, McLeish G, McDonald IA: Electroejaculation of the paraplegic male followed by pregnancy. Med J Austr 1975; 2: 798-799
- 24) Yamamoto M, Momose H, Yamada K: Fathering of a child with the assistance of electroejaculation in conjunction with intracytoplasmic sperm injection: case report. Spinal Cord 1997; 35: 179-180
- 25) Yarkony GM, Chen D: Sexuality and disability: Sexuality in patients with spinal cord injury, 1st ed, Phy Med Reh. Philadelphia: Hanley & Belfus Inc, 1997, pp325-344