

pH와 삼투압 변화가 정자운동성에 미치는 영향

중앙대학교 의과대학 비뇨기과학교실

김 현 우 · 김 세 철

Effect of pH and Osmolarity on the Sperm Motility

Hyun Woo Kim and Sae Chul Kim

Department of Urology, College of Medicine, Chung-Ang University, Seoul, Korea

= Abstract =

To maintain a good sperm motility is one of the key factors for the successful artificial insemination in retrograde ejaculation, and the sperm motility has been shown to be affected by various environmental factors, including change in pH and osmolarity. Herein we have analyzed the effect of change in pH and osmolarity in urine and normal saline on sperm motility by Sperm Quality Analyzer and Makler counting chamber. Semen, which sampled by masturbation from a 28 year old male and showed normal finding on semen analysis, was used for this study.

The results were as follows :

1. When osmolarity was fixed to 300mOsm, pH did not show a definite effect on the sperm motility. However, the motility was generally a bit better in alkaline urine and saline than in acid, particularly than in pH 5.0.
2. When pH was fixed to 7.5, sperm motility was best in urine and saline of 300mOsm. Hyperosmolarity had more adverse effect on the motility than hypoosmolarity.
3. The sperm motility was worse in the urine than in saline under the same pH and osmolarity.

In conclusion, osmolarity has a definite effect on sperm motility, where as pH has relatively little effect. And certain components of urine other than pH and osmolarity might affect the sperm motility.

서 론

사정은 정관, 정낭 및 전립선의 수축에 의한 사출(emission)과 끝이은 회음부 및 골반근육의 수축과 방광경부폐쇄의 복합과정에 의해 일어난다. 방광경부근육은 교감신경의 지배를 받고 있으므로 척수손상, 당뇨병, 다발성경화증 또는 후복막강입파선절제술등에 의한 교감신경병변이 있으며 방광경부폐쇄장애로 사정때 예외없이 정도의 차이는 있지만 역사정이 일어난다.

정액이 역사정에 의해 방광내로 들어가서 요와 접하게 되면 정자운동성이 떨어지게 되는데 이는 요의 산성도, 삼투압, 요성분, 감염세균등

이 관여하는 것으로 보고되 있지만 연구자마다 결과가 일치하지 않은 실정이다(Emmens, 1948; Blackshaw & Emmens, 1951; Chang & Thorsteinn, 1958; Makler et al., 1981; Linsenmeyer et al., 1989).

저자는 요의 산성도와 삼투압이 정자운동성에 미치는 영향을 보다 객관적이고 정확하게 조사하기 위하여 정액조건이 정상인 동일인의 정액을 대상으로 Sperm Quality Analyzer(SQA) (United medical system Inc., Santa Ana, CA)를 이용하여(Bartooove et al., 1991) 산성도와 삼투압의 변화에 따른 정자운동성의 변화를 관찰하였다.

대상 및 방법

1992년 2월부터 1992년 12월까지 성적으로 왕성하며 정상 정액검사 소견을 보인 28세 미혼 남자 1명을 대상으로 하였고, 정액은 72시간 금욕후 수음에 의해 얻었으며 30분간 37°C에서 액화후 시행하였다. 산성도(pH)는 HCl용액을 사용하여 pH meter(model 701A Orion Research, USA)로 산출하였고, 삼투압은 NaCl 용액으로 Osmometer(Model 5004 Precision systems Inc., USA)를 이용하여 측정하였다.

생리식염수에서 pH변화에 따른 정자운동성 관찰은 삼투압을 300mOsm로 고정된 상태에서 pH 5, 6, 7, 8, 9로 만든 용액을 각각 3ml씩 취한 후, 정액 0.5ml씩 가하여 잘 혼합한 다음 37°C에서 5분 경과 후 Sperm Quality Analyzer (SQA)를 이용하여 Sperm Motility Index(SMI)를 구하였고, Makler counting chamber를 이용하여 Grade를 구하여 pH변화에 따른 정자운동성 변화를 5회 반복 관찰하였다. 요에서 pH변화에 따른 정자운동성 관찰도 동일한 방법으로 5회 반복 시행하였다.

생리식염수에서 삼투압 변화에 따른 정자운동성 관찰은 pH를 7.5로 고정된 상태에서 삼투압 150, 300, 450, 600, 750, 900, 1050 mOsm 각각의 용액 3ml를 취하여 정액 0.5ml씩 가하고 잘 혼합한 다음 37°C에서 5분 경과 후 SMI와 Grade를 구하여 삼투압변화에 따른 정자운동성 변화를 5회 반복하여 관찰하였다. 요에서 삼투압변화에 따른 정자운동성 관찰도 동일한 방법으로 5회 반복 시행하였다.

SMI는 정액의 analog wave-like electrical 빈도에 따라 다르게 나타나는 optical density의 차이에 따라 0(무정자증 또는 완전 약정자증

Table 1. Effect of pH on sperm motility(SMI**) with constant osmolarity(300mOsm) in normal saline

pH \ Sample	1	2	3	4	5
5	50	32	10	44	38
6	72*	54	12	52	30
7	32	77*	12	66	48
8	56	28	4	80*	72*
9	64	32	14*	62	34

* pH with the best motility in each sample,
**SMI:Sperm Motility Index.

정액)부터 300까지 나타나고 정자운동성이 활발할수록 높은 값을 나타내며 poor(0-80), medium(80-160), good(160-300)으로 분류된다. Grade는 Amelar등(1973)의 분류에 의해 0: 운동성이 없는 것, 1: 체자리에서 움직이는 것, 2: 전진운동을 하나 그리 활발치 못한 것, 3: 전체가 대체로 활발한 것, 4: 운동성이 특별히 우수한 것 등으로 구분하였고 정상은 3이상이다.

결 과

정액검사 소견은 정액량; 6cc였으며 정자수; 7천만/ml, 정자운동성; 평균90%(Grade 4)이상, SMI: 평균 197이었다.

1. pH변화에 따른 정자운동성 변화

삼투압을 300mOsm로 고정된 상태의 생리식염수에서 SMI는 5회 시행중 pH 6, 7, 9에서 1회씩, pH 8에서 2회 가장 높은 값을 나타냈다(표 1). Grade는 Sample 1의 경우 pH 8에서 4, Sample 2는 pH 7, 8에서 각각 3, Sample 3은 pH 8, 9에서 각각 3-4, Sample 4는 pH 6, 7, 8, 9에서 각각 3-4, Sample 5는 pH 7, 8에서 각각 3-4로 가장 좋은 성적을 보였으나 pH에 관계없이 Sample 1, 3, 4, 5는 Grade 3-4을 보였으며 Sample 2는 Grade가 비교적 떨어지지만 역시 pH에 관계없이 2-3의 비슷한 Grade를 나타냈다.

삼투압을 300mOsm로 고정된 상태의 요에서 SMI는 5회 시행중 pH 6에서 2회, pH 7에서 1회, pH 8에서 2회의 가장 높은 운동성을 나타냈다(표 3). Grade는 Sample 1의 경우 pH 7, 9에서 각각 3, Sample 2는 pH 8에서 3-4, Sample 3은 pH 7에서 2, Sample 4는 pH 6에서 2-3, Sample 5는 pH 8에서 3으로 가장 좋은

Table 2. Effect of pH on sperm motility (Grade) with constant osmolarity(300mOsm) in normal saline

pH \ Sample	1	2	3	4	5
5	3-4	2	3	3	3
6	3-4	2-4	3	3-4*	2
7	3	3*	3	3-4*	3-4*
8	4*	3*	3-4*	3-4*	3-4*
9	3-4	2-3	3-4*	3-4*	3

*pH with the best motility in each sample.

Table 3. Effect of pH on sperm motility(SMI**) with constant osmolarity (300mOsm) in urine

pH	Sample				
	1	2	3	4	5
5	18	12	8	46	21
6	74*	28	26	48*	30
7	72	78	28*	26	42
8	42	106*	14	16	44*
9	48	38	2	4	31

* pH with the best motility in each sample,
**SMI:Sperm Motility Index.

Table 4. Effect of pH on sperm motility (Grade) with constant osmolarity(300mOsm) in urine

pH	Sample				
	1	2	3	4	5
5	1	2	1-2	1-2	1-2
6	2-3	1-2	1-2	2-3*	2
7	3*	2-3	2*	2	2-3
8	2-3	3-4*	1-2	1	3*
9	3*	3	1	1-2	2-3

*pH with the best motility in each sample.

Table 5. Effect of osmolarity on sperm motility (SMI**) with constant pH(7.5) in normal saline

Osmolarity	Sample				
	1	2	3	4	5
150	10	38	54	2	12
300	48	56*	66*	34*	49*
450	56*	30	62	14	35
600	8	2	2	4	4
750	4	0	0	2	0
900	2	0	0	0	0
1050	0	0	0	0	0

* Osmolarity with the best motility in each sample,
**SMI:Sperm Motility Index.

성적을 보였으나 pH 5의 강산성의 경우가 아니면 생리식염수에서 처럼 pH에 큰 영향을 받지 않았다. 요에서 정자 운동성은 생리식염수에서 보다 전반적으로 떨어졌다(표 4).

2. 삼투압 변화에 따른 정자운동성 변화

pH를 7.5로 고정한 상태의 생리식염수에서 SMI는 300mOsm에서 4회, 450mOsm에서 1회

Table 6. Effect of osmolarity on sperm motility (Grade) with constant pH(7.5) in normal saline

Osmolarity	Sample				
	1	2	3	4	5
150	1-2	1-2	2	2	1-2
300	3-4*	3-4*	3-4*	3-4*	3-4*
450	3	2	2	1-2	2
600	2	0-1	0-1	0	0-1
750	0-1	0	0	0	0
900	0	0	0	0	0
1050	0	0	0	0	0

*Osmolarity with the best motility in each sample.

Table 7. Effect of osmolarity on sperm motility (SMI**) with constant pH(7.5) in urine

Osmolarity	Sample				
	1	2	3	4	5
150	28	76*	48	36	24
300	34*	34	76*	50*	28*
450	18	12	30	20	16
600	12	10	8	4	2
750	6	0	2	0	0
900	6	8	0	0	0
1050	0	0	0	0	0

* Osmolarity with the best motility in each sample.
**SMI:Sperm Motility Index.

Table 8. Effect of osmolarity on sperm motility (Grade) with constant pH(7.5) in urine

Osmolarity	Sample				
	1	2	3	4	5
150	1	3*	2	2	2-3*
300	2*	2	3*	2-3*	2-3*
450	0-1	0-1	1	1	1
600	0-1	0	1	0-1	0
750	0	0	0	0	0
900	0	0	0	0	0
1050	0	0	0	0	0

*Osmolarity with the best motility in each sample.

가장 높은 정자운동성을 보였다(표 5). Grade는 300mOsm에서 5회 모두 가장 좋은 운동성을 나타냈다(표 6). pH를 7.5로 고정한 상태의 요에서 SMI는 150mOsm에서 1회, 300mOsm에

서 4회 가장 좋은 정자운동성을 나타냈다(표 7). Grade는 150mOsm에서 1회, 300mOsm에서 4회 가장 좋은 정자운동성을 나타냈다(표 8). 이상과 같이 삼투압 변화에 따른 정자운동성은 300mOsm에서 가장 좋은 성적을 나타냈고, 저장성과 고장성 모두에서 정자운동성 감소를 관찰할 수 있었으나 고장성이 정자운동성에 더욱 나쁜 영향을 미치며, 750mOsm 이상시 정자는 운동성을 소실하였다. 삼투압에서도 pH에서도 마찬가지로 생리식염수에서 보다 요에서의 정자운동성이 전반적으로 떨어졌다.

고 안

역행성 사정은 남성불임증의 중요한 원인의 하나로 골반 및 생식기 질환에 대한 수술의 증가와 내분비질환, 척추손상 그리고 약물의 부작용 등에 의해 증가하는 추세이다(Kapetanakis et al., 1978). 역행성 사정 환자에서 방광내로 들어간 정자가 요와 접하게 되는 것은 필연적이며 요와 접한 정자는 수분내 운동성 감소가 나타난다(Schram, 1976). 정자운동성은 수태력을 결정하는 가장 중요한 단일 요소이고(Blasco, 1984; Dohlberg, 1988), 요의 pH와 삼투압에 의해 영향을 받는 것으로 알려져 있다. pH와 삼투압이 정자운동성에 미치는 영향에 대한 연구는 과거 동물의 정액을 대상으로 주관적 방법에 의해 이루어졌으나(Emmens, 1948; Blackshaw & Emmens, 1951; Chang & Thorsteinn, 1958), 근자에는 보다 객관적인 정자운동성의 측정에 의해 여러기구가 개발 소개되었으나 이들 대부분이 고가이며 긴 정보처리를 요구하는 단점이 있다(Makler et al., 1981; Linsenmeyer et al., 1989). 최근에는 Sperm Quality Analyzer를 이용한 SMI의 측정으로 정자의 운동성과 질을 객관적이며 신속, 간편, 저렴하게 알아보고 있다(김 등, 1992).

정상인 정액의 pH는 7.2-8.2로 평균 7.65이다(Makler et al., 1981). 정자는 pH 7-8에서 가장 좋은 운동성을 보이며 알카리성 보다는 산성이 정자운동성에 더욱 나쁜 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. Emmens(1948)는 토끼정액을 이용한 실험에서 정자는 알카리성 보다는 산성에 더욱 민감하며 pH 5.8이하시 정자는 운동성을 잃고 죽게되나 pH 9.5-10.0에서는 운동성을 유지한다고 하였다. Blackshaw등(1951)은 수양, 황소, 사람의 정액 실험에서 수양과

황소는 pH 7에서, 사람은 pH 8.5에서 가장 좋은 운동성을 나타내었고 pH 9.3-9.7에서 정자운동성의 감소를 관찰할 수 없다고 하였으며, Zavos등(1984)은 정자운동성은 알카리성에서 더욱 잘 유지되지만 pH 9이상에서 정자는 죽게되고 pH 6이하시 정자는 운동성을 소실한다고 하였다. Makler등(1981)은 Multiple Exposure Photography(MEP)를 이용하여 사람에서 pH변화에 의한 정자운동성을 보고하면서 산성에서 운동성은 감소하며 pH 5.5이하시 정자는 운동성을 소실한다고 하였고 또한 pH 6.7의 산성요를 pH 7.6으로 교정후 정자운동성 검사시 pH가 교정된 요에서 정자운동성 향상을 볼 수 없었다고 하였다. 임상적으로도 역행성 사정환자에서 인공수정을 위해 방광요에서 정자를 채취하고자 할 때 사정전에 sodium bicarbonate를 투여함으로써 요를 알카리화 시켜 정자운동성 감소를 최소화 시키는 시도를 한다. 그러나 Linsenmeyer등(1989)은 MEP를 이용한 정자운동성 측정에서 pH 4-8까지 운동성의 차이는 없다고 보고하였다. 저자의 관찰에서 pH의 변화는 정자운동성에 결정적 영향을 미치지 않았으나 산성 특히 pH 5의 강산성에서 보다 알카리성에서 운동성이 대체로 좋게 나타났다.

정상인 정액의 삼투압은 300-380mOsm이고 삼투압은 정자운동성에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Makler et al., 1981). Emmens(1948)는 토끼정액의 실험에서 pH 5.8-6.6의 산성의 경우 저장성에서 운동성 감소가 관찰되고, pH 9.6-9.8의 알카리성의 경우 고장성에서 운동성 감소가 나타난다고 하였다. Blackshaw등(1951)은 저장성이 정자운동성을 더욱 감소시킨다 하였고, Chang등(1958)은 토끼정액의 실험에서 고장성의 요에서 정자운동성은 감소한다고 하였다. Crich등(1978)은 pH urea, 삼투압이 정자운동성에 미치는 영향에 대한 보고에서 요 자체가 정자운동성을 치명적으로 감소시키며 요와 접촉후 5분안에 정자운동성은 감소한다고 보고하면서 pH와 urea보다는 삼투압에 의해 정자운동성 감소가 더욱 영향을 받으며 저장성 요에서 심한 운동성 감소가 관찰된다고 하였다. Makler등(1981)은 38개의 요검체를 이용하여 pH와 삼투압을 측정된 실험에서 요는 일반적으로 600-950mOsm의 고장액이었고 810mOsm 이상에서 정자는 죽으며 정자운동성은 저장성에서 잘 보존된다고 하였다. Braude등(1987)은 저장액속의 정자는 초기에 작은 공모양의

수포가 정자꼬리 말단에 발생하여 후에 정자꼬리를 머리핀 모양으로 구부러지게 하고 이러한 비가역적인 정자꼬리 변화가 280mOsm 이하에서 정자의 전진운동을 방해한다고 하였다. Linsenmeyer 등(1989)은 MEP를 이용하여 삼투압 변화에 대한 운동성을 측정하면서 253mOsm에서 정자는 가장 좋은 운동성을 나타내었고 152mOsm이나 946mOsm에서 정자운동성은 감소하지만 운동성의 소실은 볼 수 없었다고 보고하였다. 또한 이 실험을 통해 요에서 운동성 저하의 주된 원인은 pH가 아니라 삼투압이라고 하였다. 임상적으로도 역행성 사정환자에서 인공수정을 위해 방광에서 정자를 채취하고자 할때 요삼투압을 미리 측정해보고 높으면 삼투압을 가능한한 300mOsm에 맞추기 위해 사정 1시간 30분전에 400ml 물을 섭취시킨다.

생리식염수와 요에서 pH와 삼투압에 따른 정자운동성의 변화는 비슷하였으나 요에서 전반적으로 운동성이 감소한 것으로 보아 요에서 pH와 삼투압 이외의 다른 물리화학적 성분이 정자운동성에 영향을 미칠 것으로 생각된다.

결 론

정액조건이 정상인 28세의 동일 남성에서 채취한 정액을 대상으로 하여 Sperm Quality Analyzer와 Makler counting chamber를 이용하여 pH와 삼투압이 정자운동성에 미치는 영향을 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

pH는 정자운동성에 결정적 역할을 하지 않았으나 산성 특히 pH 5의 강산성에서보다 알칼리성에서 운동성이 더 좋았으며, 삼투압은 300mOsm에서 정자운동성이 가장 좋았고 저장성보다 고장성이 정자운동성에 더욱 치명적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 생리식염수와 요에서 pH와 삼투압에 따른 정자운동성 변화는 비슷하였으나 요에서 운동성이 전반적으로 더 감소한 것으로 보아 요에서 pH와 삼투압 이외의 다른 성분이 정자운동성에 영향을 미칠 것으로 생각된다.

인 용 문 헌

- Amelar RD, Dubin L, Schoenfeld C: Semen Analysis. *Urology* 1973, 2, 605-610.
- Bartoove B, Sneider M, Ben-Barak J, Yogev L, Mayevsky A, Lightman A: A new parameter for human sperm evaluation. *Fertil Steril* 1991, 56, 108-112.
- Blackshaw AW, Emmens CW: The interaction of pH, osmotic pressure and electrolyte concentration on the motility of ram, bull and human spermatozoa. *J Physiol* 1951, 114, 16-26.
- Blasco L: Clinical tests of sperm fertilizing ability. *Fertil Steril* 1984, 41, 177-182.
- Braude PR, Ross L, Bolton VN, Ockenden K: Retrograde ejaculation: a systematic approach to non-invasive recovery of spermatozoa from post-ejaculatory urine for artificial insemination. *Br J Obstet Gynaecol* 1987, 94, 76-82.
- Chang MC, Thorsteinn T: Effects of osmotic pressure and hydrogen-ion concentration on the motility and fertilizing capacity of rabbit spermatozoa. *Fertil Steril* 1958, 9, 510-520.
- Crich JP, Jequier AM: Infertility in men with retrograde ejaculation: The action of urine in sperm motility, and a simple method for achieving antegrade ejaculation. *Fertil Steril* 1978, 30, 572-576.
- Dohlberg B: Sperm motility in fertile men and males in infertile units: in vitro test. *Arch Androl* 1988, 20, 509-513.
- Emmens CW: The effects of variations in osmotic pressure and electrolyte concentration on the motility of rabbit spermatozoa at different hydrogen-ion concentrations. *J Physiol* 1948, 107, 129-140.
- Kapetanakis E, Rao R, Dmowski WP, Scomegna A: Conception following insemination with a freeze-preserved retrograde ejaculation. *Fertil Steril* 1978, 29, 360-363.
- 김현우, 오충환, 김세철: Sperm quality analyzer와 Makler counting chamber를 이용한 정자운동성의 비교. 대한남성과학회지 1992, 10, 109-113.
- Linsenmeyer T, Wilmot C, Anderson RU: The effects of the electroejaculation procedure on sperm motility. *Paraplegia* 1989, 27, 465-469.
- 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, 32, 507-511.

Schram JD: Retrograde ejaculation: A new approach to therapy. *Fertil Steril* 1976, 27,

1216-1218.

Zavos PM, Wilson EA: Retrograde ejaculation: Etiology and treatment via the use of a new non-invasive method. *Fertil Steril* 1984, 42, 627-632.
