

정자의 운동특성이 인공수정 수태율에 미치는 영향

이성수 · 김덕임 · 박노형 · 원유석

축협중앙회 개량사업본부
(2000년 2월 7일 접수)

Effects of sperm motional characteristics on pregnancy rate in HanWoo(*Bos taurus coreane*)

Seoung-soo Lee, Duk-im Kim, No-hyoung Park, You-seog Won

Livestock Improvement Main Center, NLCF

(Received Feb 7, 2000)

Abstract : The ejaculates from 67 HanWoo prove bull, bred in Livestock Improvement Main center of NLCF, were used to determine the correlation between the sperm motional characteristics and the pregnancy rate of artificial insemination(AI). The motional characteristics of sperm were analysed by Computer-assisted sperm analyser(CASA), thereafter inseminated equally 1,255 heads of cow regarding to parity, age, and live weight. There were no significant difference($p>0.05$) in the pregnancy rate according to year from 1996 to 1998, but the LIN, ALH, STR, BCF, MAD, and WOB of sperm in the year 1997, were highest pregnancy rate, were higher than those of sperm in the year 1998, were lowest pregnancy rate($p<0.05$). The semen had no significant effect on pregnancy rate according to season($p>0.05$). However spring, had a little higher pregnancy rate than that of autumn, were higher than autumn in VSL, VAP, LIN, ALH, BCF, MAD and WOB, but in DNM. The pregnancy rates of spring in the year 1996 and 1997 were higher than that of autumn in the year 1998($p<0.05$). The spring in the year 1997, highest in pregnancy rate, were higher than the autumn in the year 1998 in VSL, VAP, LIN, STR, BCF, MAD and WOB, but in DNM($p<0.05$). There were no the motion characteristic of sperm that was significant correlate with pregnancy rate of AI as the semen were analysed before artificial insemination and those, had some degree characteristics in motility, viability and abnormality, were used to AI. However there were a tendency that the higher the VSL, VAP, ALH, LIN, STR, BCF, MAD and WOB and the lower the DNM were, the higher the pregnancy rate of AI were.

Key words : sperm motional characteristics, pregnancy rate, HanWoo.

서 론

정자 수정능력의 선행조건은 정자 자체의 수정능 획득(capacitation)과 침체반응(acrosome reaction)이다. 포유동물의 정자는 침체반응 및 난자와 수정할 수 있는 능력을 얻기 이전에 자정생식기관에서 수정능 획득이라는 일련의 생화학적 및 생물학적인 변화과정을 거쳐야만 난자와의 수정능력을 부여받게 된다^{1,2}. 정자운동성의 hyperactivation은 수정능 획득의 마지막 단계에서 일어나는 필수조건이며, 침체반응은 정자의 수정능 획득의 완료를 나타내는 신호이다^{1,3}.

그러나 일상적으로 시행하는 시각적인 정액검사로는 정자의 생식능력에 포함되는 수정능 획득을 반영하지는 못한다⁴. 수정능획득은 침체반응과는 달리 형태적인 변화를 보이지 않아 수정능 획득의 생물학적 검사법으로 zone free hamster ovum penetration test나 zone binding test를 사용하고 있으나^{5,6} 과정이 복잡하고 실험건의 변이 및 많은 비용과 시간 등의 문제점을 가지고 있어 일상적으로 사용하기는 어렵다.

이미 오래 전부터 정자의 운동성을 객관적으로 측정하고자하는 많은 시도가 있어 컴퓨터를 이용한 정액의 분석이 1970년대 부터 몇몇 연구자에 의해 시도되었으나^{7,8} 부정확성으로 인해 인정받지 못하였고, 1980년대 들어와 새로운 computerized image analysis system이 개발되어 실제화면에서 다른 이물질과 정자를 구분하여 인식할 수 있게 되므로써 객관적인 정자운동성 분석에 유용하게 사용하게 되어 정자기능 평가에 이용하려는 시도가 이루어지고 있다^{9,10}.

여러 연구자들이 이러한 computerized assisted sperm analyzer(CASA) system을 이용하여 정자의 곡선운동(curvilinear velocity; VCL), 선형운동(straight line velocity; STR), 평균경로 속도(average-path velocity; VAP), 곡선경로 선형도(linearity; LIN), 측두거리(amplitude of lateral head displacement; ALH), 평균경로 선형도(straightness; STR) 등 정자의 운동방향 및 속도에 따라 분석하였고 또한 정자의 운동형태(wobble; WOB, beat cross frequency; BCF, mean angular displacement; MAD, dance; DNC, dancemean; DNМ) 등 여러가지 운동성 척도 등을 분석하였으며 이러한 정자의 운동특성이 남성측 생식력 또는 정자의 수정능력과 관계가 있다고¹¹⁻¹⁷ 하였다. 정자의 운동양상이

진행성이 적고 진폭이 크고 힘찬 반복성의 편도의 과도운동을 관찰하였고 또한 이러한 현상은 *in vivo*에서 수정능 부여현상과 관련이 있다고 하였지만 아직 소에서의 인공수정 수태율과의 상관관계에 관한 보고는 거의 찾아볼 수 없다.

다라서 본 연구에서는 인공수정에 공시되기 전에 정액의 운동특성을 정액자동분석기로 분석하여 운동특성과 인공수정 수태율간의 상관관계를 살펴보고자 실시하였다.

재료 및 방법

공시동물 : 축협중앙회 개량사업본부 한우개량부에 사육중인 후보종모우로 1996-1998년도에 인공수정에 공시되어진 67두의 정액을 이용하였으며 번우는 1,256두를 연령, 산차 및 체중 등을 고려하여 후보종모우별로 균등 교배시켰다.

실험방법 :

정액생산 : 종모우로부터 정액을 채취하여 정액성상 검사를 통하여 원정액의 정액성상이 활력 60% 이상, 생존율 80% 이상 및 기형을 15% 이하 이내인 정액만을 이용하여 냉동정액을 생산하였으며 생산된 정액을 용해후 정액성상을 검사하여 활력 60% 이상, 생존율 80% 이상 및 기형을 15% 이하 이내인 정액만을 교배정액으로 이용하였다.

정자운동특성 분석 : 정자의 운동특성은 sperm image analysis system(SIAS, Medical supply Co. Korea)로 분석하였으며 분석시 대물렌즈의 배율은 10×로, CCD 카메라

Table 1. Parameter settings used with semen analysis imaging system

System parameter	Value
Image sampling frequency(frame/s)	30
Duration of image capture(s)	1
Minimum motile speed(μm/s)	VSL * 10
Maximum motile speed(μm/s)	VSL * 250
Maximum countable number(sperm)	400
Maximum countable frame	10

* VSL: straight-line velocity.

의 렌즈는 3.3×로 하였으며 Markler's counting chamber (Sefi medical, Israel) 상의 0.01mm²의 정사각형을 프로그램상의 크기 기준에 일치시켜 계산되는 모든 수치의 기준으로 설정하였다. 본 실험에 사용된 SIAS 기종의 초기 설정치는 Table 1과 같으며 분석시 38℃로 가온된 Markler's counting chamber에 정액(5μl)을 넣은 후 시야당 1초씩 5~10개의 시야를 선택하여 이물질이 정자로 오인되는 것을 방지하기 위하여 화면상에서 실제정자의 영상과 이진영상을 반복 비교하여 이진영상의 밝기와 대비를 조절하여 영상을 시스템에 입력하여 1시야가 1초 노출되는 동안 30 frame을 분석하여 평균치를 측정하였다. 정자 각각의 운동특성은 정자의 실제 이동경로에 따른 이동속도인 곡선경로속도(VCL, μm/s), 곡선이동경로

에 대한 평균 이동을 나타내는 평균 경로속도(VAP, μm/s), 단위시간당 시점에서 종점까지의 속도를 나타내는 직선경로속도(VSL, μm/s), 평균이동경로와 실제이동경로와의 측방거리차인 측두거리(ALH, μm), 정자 두부의 이동시 회전각의 절대값(MAD, degree) 및 실제 이동경로가 평균이동경로와 만나는 횟수의 시간당 비율(BCF, Hz) 등을 측정하였으며 위의 측정된 운동특성들을 바탕으로 곡선경로 선형도(LIN, %), 평균경로 선형도(STR, %), 곡선전진율 값으로 WOB(%), 정자운동 모양의 값으로 DNC 및 DNM(m)를 그리고 80μm/sec 이상의 VCL, 6.5 μm 이상의 ALH 및 65% 이하의 LIN이 정의되는 고활력 정자(hyperactivated sperm, %) 등을 분석하였다.

인공수정 : 냉동정액을 37~38℃에서 20~25초간 용해

Table 2. Sperm motional characteristics and pregnancy rate according to year

Characteristics*	Group	p	1996	1997	1998
			n = 18	n = 41	n = 8
Motility(%)		0.12	59.6 ± 2.86 ^a	53.4 ± 1.89 ^a	49.9 ± 4.95 ^a
VCL(μm/s)		0.32	68.3 ± 3.11 ^a	68.6 ± 2.07 ^a	59.9 ± 5.40 ^a
VSL(μm/s)		0.19	30.0 ± 2.81 ^a	29.7 ± 1.86 ^a	20.4 ± 4.87 ^a
VAP(μm/s)		0.22	38.4 ± 3.14 ^a	40.1 ± 2.08 ^a	29.9 ± 5.43 ^a
LIN		<0.05	42.0 ± 2.79 ^a	41.6 ± 1.85 ^b	28.6 ± 4.83 ^b
ALH(μm)		<0.01	5.3 ± 0.25 ^a	5.5 ± 0.14 ^b	4.8 ± 0.09 ^a
HYP(%)		<0.05	7.1 ± 0.83 ^a	4.5 ± 0.56 ^{ab}	4.0 ± 1.45 ^b
STR		<0.10	75.4 ± 1.75 ^a	71.8 ± 1.16 ^a	65.5 ± 3.04 ^b
BCF(Hz)		<0.01	11.8 ± 0.70 ^{ab}	14.2 ± 0.46 ^a	11.6 ± 1.2 ^b
MAD(Degree)		<0.05	6.6 ± 1.23 ^{ab}	8.4 ± 0.82 ^a	2.6 ± 2.14 ^b
WOB		0.14	54.6 ± 2.67 ^{ab}	57.3 ± 1.77 ^a	47.5 ± 4.63 ^b
DNC		0.19	386.2 ± 22.76 ^a	337.9 ± 15.08 ^a	332.2 ± 39.42 ^a
DNM(μm)		<0.10	14.0 ± 1.22 ^a	13.3 ± 0.81 ^a	18.6 ± 2.11 ^b
VIA(%)		0.70	67.3 ± 2.14 ^a	66.6 ± 1.42 ^a	63.7 ± 3.71 ^a
ABN(%)		0.53	7.8 ± 0.84 ^a	6.9 ± 0.56 ^a	8.3 ± 1.45 ^b
Pregnancy rate(%)		0.27	77.0 ± 2.34 ^a	79.2 ± 1.55 ^a	73.2 ± 3.50 ^a

* VCL : curvilinear velocity, VSL : straight-line velocity, VAP : average path velocity, LIN : linearity, ALH : amplitude of lateral head displacement, HYP : hyperactivated sperm, STR : straightness, BCF : beat-cross frequency, MAD : mean angular displacement, WOB : wobble, DNC : dance, DNM : dance mean, VIA : viability, ABN : abnormality.

^{a,b} Different superscripts within each row are different (p<0.05).

하여 2~3명의 인공수정사가 임의의 빈우에 수정하였으며 수정후 60~90일 사이에 직장검사로 임신여부를 조사하였다.

통계분석 : 정액성상 및 인공수정 수태율은 SAS¹⁸의 일반선형모델(General Linear Model)을 이용하여 분석하였으며 model식은

$$Y_{ij} = \mu + B_i + e_{ij} \text{ 이고}$$

Y_{ij} = 각 정액성상 및 인공수정 수태율에 대한 측정치,

μ = 각 시험구의 정액성상 및 인공수정 수태율에 대한 평균치,

B_i = 연도 혹은 계절에 대한 효과($i = 1, 2, 3$).

그리고 e_{ij} 는 임의의 오차이고

정자운동특성과 인공수정 수태율간의 상관관계는 Pear-

son correlation법으로 분석하였다.

결 과

연도별 정자운동특성에서 1996년과 1997년에 인공수정에 공시된 정액의 정자운동특성은 ALH를 제외하고는 차이를 나타내지 않았으며 1996년도와 1997년도의 정자운동특성이 1998년도 보다 LIN, HYP, STR에서 높았고 DNM에서는 낮았다($p < 0.05$). 그리고 1997년의 정자운동특성은 1998년도 LIN, STR, BCF, MAD, WOB에서 높았고 ALH, DNM에서 낮았다($p < 0.05$). 인공수정 수태율은 1996년, 1997년 그리고 1998년 각각 77.0%, 79.2% 및 73.2%로 서로간에 유의적인 차이를 나타내지 않았지만 $p > (0.05)$ 1997년, 1996

Table 3. Sperm motional characteristics and pregnancy rate according to season

Characteristics*	Group	P		
		1	Spring n = 34	Autumn n = 33
Motility(%)		0.95	54.7 ± 2.14	54.9 ± 2.34
VCL($\mu\text{m}/\text{s}$)		<0.10	70.6 ± 2.23	64.6 ± 2.34
VSL($\mu\text{m}/\text{s}$)		<0.01	33.3 ± 1.92	24.1 ± 2.02
VAP($\mu\text{m}/\text{s}$)		<0.01	44.2 ± 2.10	32.7 ± 2.20
LIN		<0.01	45.5 ± 1.91	35.0 ± 2.00
ALH(μm)		<0.05	5.3 ± 0.12	4.9 ± 0.11
HYP(%)		0.35	4.8 ± 0.64	5.7 ± 0.67
STR		<0.10	73.9 ± 1.31	70.3 ± 1.37
BCF(Hz)		<0.01	14.8 ± 0.47	11.6 ± 0.50
MAD(Degree)		<0.01	9.7 ± 0.83	4.7 ± 0.87
WOB		<0.01	61.3 ± 1.71	49.3 ± 1.79
DNC		0.99	350.8 ± 16.87	350.6 ± 17.67
DNM(μm)		<0.01	11.8 ± 0.82	16.4 ± 0.86
VIA(%)		0.52	6.6 ± 1.54	65.4 ± 1.70
ABN(%)		0.16	6.7 ± 0.60	7.9 ± 0.63
Pregnancy rate(%)		<0.10	80.0 ± 1.68	75.6 ± 1.70

* VCL : curvilinear velocity, VSL : straight-line velocity, VAP : average path velocity, LIN : linearity, ALH : amplitude of lateral head displacement, HYP : hyperactivated sperm, STR : straightness, BCF : beat-cross frequency, MAD : mean angular displacement, WOB : wobble, DNC : dance, DNM : dancemean, VIA : viability, ABN : abnormality.

년 그리고 1998년 순이었다(Table 2).

계절에 따른 인공수정 수태율은 봄, 가을 각각 80.0%, 75.6%로 봄의 수태율이 높은 경향을 나타내었으며(p<0.10) 정자운동특성에서는 봄이 VSL(p<0.01), VAP(p<0.01),

LIN(p<0.01), ALH(p<0.05), STR(p<0.10), BCF(p<0.01), MAD(p<0.01) 및 WOB(p<0.01)가 가을보다 높았고 DNM은 낮았다(p<0.01) (Table 3).

연도 및 계절에 따른 인공수태율은 1996년과 1997년

Table 4. Sperm motional characteristics and pregnancy rate according to year and season

Characteristics*	p	1996		1997		1998	
		Spring	Autumn	Spring	Autumn	Spring	Autumn
		n = 9	n = 9	n = 21	n = 20	n = 4	n = 4
Motility(%)	<0.01	48.4±3.26 ^a	70.9±3.26 ^b	58.7±2.14 ^a	48.0±2.19 ^a	48.4±4.90 ^a	52.8±6.92 ^a
VCL(μm/s)	<0.01	62.7±3.83 ^{ab}	73.9±3.83 ^{ab}	76.2±2.51 ^a	60.7±2.57 ^b	59.0±5.74 ^b	61.7±8.12 ^{ab}
VSL(μm/s)	<0.01	25.5±2.98 ^{bc}	34.6±2.98 ^{ab}	39.0±1.95 ^a	20.0±2.00 ^c	21.1±4.46 ^c	18.8±6.31 ^c
VAP(μm/s)	<0.01	33.4±3.10 ^{bc}	43.4±3.10 ^{ab}	51.4±2.03 ^a	28.3±2.08 ^c	30.4±4.65 ^c	28.8±6.57 ^c
LIN	<0.01	39.2±2.94 ^{bc}	44.8±2.94 ^{ab}	51.1±1.93 ^a	31.6±1.97 ^{ca}	30.6±4.41 ^{ci}	24.6±6.24 ^d
ALH(μm)	<0.01	5.3±0.28 ^{ab}	4.9±0.13 ^a	6.0±0.19 ^b	5.1±0.19 ^a	5.4±0.40 ^{ab}	4.8±0.12 ^a
HYP(%)	<0.01	2.9±0.85 ^a	11.4±0.85 ^b	5.8±0.56 ^a	3.2±0.57 ^a	3.6±1.28 ^a	4.7±1.81 ^a
STR	<0.01	73.6±2.29 ^{bc}	77.1±2.29 ^a	75.5±1.50 ^{ab}	67.9±1.54 ^{bca}	66.4±3.43 ^{ci}	63.7±4.86 ^d
BCF(Hz)	<0.01	10.9±0.54 ^d	12.7±0.54 ^a	17.1±0.35 ^b	11.1±0.36 ^a	11.4±0.81 ^a	11.9±1.14 ^a
MAD(Degree)	<0.01	3.6±0.74 ^a	9.6±0.74 ^b	13.7±0.49 ^c	2.7±0.50 ^a	2.5±1.11 ^a	2.8±1.57 ^a
WOB	<0.01	52.0±2.44 ^{bc}	57.1±2.44 ^b	67.8±1.60 ^a	46.4±1.64 ^c	48.3±3.67 ^{bc}	46.0±5.18 ^c
DNC	<0.01	318.9±29.27 ^a	453.5±29.27 ^b	368.8±19.16 ^{ab}	305.4±19.64 ^a	328.1±43.91 ^a	340.4±62.10 ^a
DNM(μm)	<0.01	14.6±1.35 ^{ab}	13.4±1.35 ^{bc}	9.4±0.88 ^c	17.5±0.91 ^{ab}	18.2±2.02 ^{ab}	19.5±2.86 ^a
VIA(%)	<0.01	59.9±2.36 ^a	74.7±2.36 ^c	71.9±1.55 ^{bc}	61.2±1.58 ^a	62.8±3.54 ^a	65.5±5.01 ^{ab}
ABN(%)	<0.05	9.3±1.09 ^d	6.2±1.09 ^a	5.3±0.71 ^a	8.6±0.73 ^a	8.0±1.63 ^a	9.0±2.31 ^a
Pregnancy rate(%)	0.23	80.0±3.27 ^a	73.9±3.27 ^{ab}	80.5±2.14 ^a	77.8±2.19 ^{ab}	78.0±4.90 ^{ab}	68.5±4.90 ^b

* VCL: curvilinear velocity, VSL: straight-line velocity, VAP: average-path velocity, LIN: linearity, ALH: amplitude of lateral head displacement, HYP: hyperactivated sperm, STR: straightness, BCF: beat-cross frequency, MAD: mean angular displacement, WOB: wobble, DNC: dance, DNM: dancemean, VIA: viability, ABN: abnormality.
^{a,b,c,d}: Different superscripts within each row are different(p<0.05).

Table 5. Simple correlation coefficients between sperm motional characteristics and pregnancy rate of artificial insemination

Characteristics*	Motility	VCL	VSL	VAP	LIN	ALH	HYP	STR	BCF	MAD	WOB	DNC	DNM
Pregnancy rate	0.06	0.11	0.09	0.09	0.02	0.13	-0.05	0.02	0.16	0.12	0.04	0.02	-0.04
P	0.65	0.39	0.47	0.48	0.86	0.32	0.71	0.85	0.02	0.36	0.74	0.88	0.75

* VCL: Curvilinear velocity, VSL: Straight-line velocity, VAP: Average-path velocity, LIN: linearity, ALH: Amplitude of lateral head displacement, HYP: hyperactivated, STR: Straightness, BCF: Beat-cross frequency, MAD: Mean angular displacement, WOB: Wobble, DNC: Dance, DNM: Dancemean.

봄이 1998년 가을보다 유의성 있게 높았고($p<0.05$) 다른 연도 및 계절에 있어서는 뚜렷한 차이를 나타내지는 않았다($p>0.05$).

그리고 정자운동특성에서도 수태율이 가장 높았던 1997년 봄의 VSL, VAP, ALH, LIN, STR, BCF, MAD 및 WOB가 수태율이 가장 낮았던 1998년 가을보다 높았으며($p<0.05$) DNМ은 낮게 나타났고($p<0.05$) 1996년도 봄도 1998년도 가을보다 LIN과 STR이 높게($p<0.05$) 나타났다(Table 4).

정자운동특성과 인공수정 수태율간의 상관관계에서는 상관지수가 $-0.05\sim-0.16$ 으로 매우 낮았으며 유의적인 상관관계를 나타내는 정자특성은 없는 것으로 나타났다(Table 5).

고 찰

정액자동분석기의 개발은 정액검사에 있어 기존의 방법보다 객관성 및 재현성을 향상시켰을 뿐만 아니라 짧은 시간내에 정자의 기능성 검사를 할 수 있게 되어 비용과 시간에 있어 경제적인 가치를 지니고 있다.

정액자동분석기가 개발된 이후 사람의 정자 운동특성을 분석한 후 체외수정에 이용시 운동특성과 수태율과 상관성이 있다는 보고가 많이 이루어졌다. 정자를 swim-up 기법으로 분리한 정자의 ALH는 체외수정율과 유의적인 관련이 있으며 HYP, 활력, 전진운동 및 VAP와 상관관계가 있고¹⁹ 활력은 수태능력에 직접 또는 간접적으로 영향을 미치는 것으로 알려져 있다^{20,21}. 남성에서 ALH의 값이 낮거나 비정상적인 침체를 가진 정자는 체외수정에 있어서 수태성적이 낮을 수 있고²² ALH는 *in vivo* 에서 자궁경에 있는 정액 통과실험시 통과능력과 관련이 있다²³⁻²⁵. 채취된 남성 정자를 적절한 배지에서 배양하여도 VCL^{26,27}과 VSL^{16,28,29}이 감소하였고 VCL과 ALH는 사람의 정자에서 수정능과 상관관계가 있다³⁰. 남성의 정액은 동결전후에 VSL, VCL 및 ALH가 현저하게 감소한다³¹. Paston *et al*³²은 불임군과 가임군으로 나누어 분석한 결과 VSL, VCL, ALH 및 MAD가 두 군간에 차이가 나타났다고 하였다.

소 정자도 배양시간 경과에 따라 ALH치가 감소하며²⁶ ALH는 활력 및 HYP와도 깊은 관련이 있고^{33,34} 동결용해 정액의 수태지수(competitive fertility index)와도 관련이 있다³.

본 연구에서 인공수정 실시연도별 정자의 운동특성에서 1997년에 공시된 정액의 정자운동특성에서 ALH가 $5.5\ \mu\text{m}$ 로 1998년의 $4.8\ \mu\text{m}$ 보다 긴 것으로 나타났다($p<0.05$). 그러나 인공수정 수태율은 1996년, 1997년 그리고 1998년 각각 77.0%, 79.2% 및 73.2%로 나타나 ALH와 유의적인 상관관계는 나타내지 않았지만 인공수정을 순위와 ALH의 순위가 일치하는 결과를 나타내었다(Table 2).

각 연도별 봄과 가을에만 인공수정하여 일정기간 동안의 동기우를 생산하여 능력검정을 통한 종축의 선발을 목적으로 하는 교배에 이용되는 번식을 공시번호로 표시하여 본 연구가 이루어졌다. 이의 각 연도별 인공수정 수태율에 미치는 계절적 효과를 배제하기 위하여 연도 및 계절을 구분하여 인공수정 수태율을 기준으로 정자운동특성만의 효과를 살펴보면 계절에 따른 인공수정 수태율은 봄과 가을이 각각 80.0%, 75.6%로 나타나 봄에 인공수정 수태율이 높은 경향을 나타내었다($p<0.10$). 정자운동특성에서는 봄이 VSL, VAP, ALH, BCF, MAD 및 WOB가 가을보다 높았고($p<0.05$) DNМ은 낮았다($p<0.05$) (Table 3).

연도 및 계절에 따른 인공수태율은 1996년과 1997년 봄이 1998년 가을보다 유의성 있게 높았고($p<0.05$) 다른 연도 및 계절에 있어서는 뚜렷한 차이를 나타내지는 않았다. 그리고 정자운동특성에서도 수태율이 가장 높았던 1997년 봄이 VSL, VAP, ALH, LIN, STR, BCF, MAD 및 WOB가 수태율이 가장 낮았던 1998년 가을보다 높았으며($p<0.05$) DNМ은 낮게 나타났고($p<0.05$) 1996년 봄도 1998년 가을보다 LIN과 STR이 높게($p<0.05$) 나타났다(Table 4).

이러한 결과들은 이 등³⁵이 한우의 동결용해정액의 운동특성 중 motility($R^2=0.159$), VCL($R^2=0.162$), VSL($R^2=0.159$), VAP($R^2=0.156$), ALH($R^2=0.175$), BCF($R^2=0.218$) 및 MAD($R^2=0.227$)는 체외수정시 분할율과 유의적인 상관관계를 보여($p<0.05$) 동결정액 제조 및 정액의 질적 평가시 수태율 예측의 주요기준으로 이용할 수 있을 것이라는 보고와 유사한 결과를 나타내었다.

정자 시료간에 활력이 현격한 차이가 있을 경우 수태율에 영향을 미치며³⁶ 동결정액이 동해로 인해 정자가 해를 입을 경우에 활력이 낮아져 이는 수태율에 영향을 미칠 수 있다^{31,37,38}. 그러나 본 연구에서는 교배에 공시된 정액을 채취직후와 동결용해후 정액검사를 통하여 활력, 생존율 및 기형율이 일정기준 이상인 정액만을 인

공수정에 공시한 까닭에 수태율과 정자운동특성간의 상관관계에서도 상관지수가 -0.05~0.16으로 낮게 나타났고 유의적인 상관관계를 나타내는 특정 정자특성은 없는 것으로 나타났다($p>0.05$, Table 5).

하지만 본 연구를 통해 정자운동특성이 인공수정 수태율과 상관관계가 있는 경향을 나타내어 정자운동특성을 수태율 예측의 지표로 이용할 수 있을 것으로 사료된다.

결 론

본 연구에서는 인공수정에 공시되기 전에 정액의 운동특성을 정액자동분석기로 분석하여 운동특성과 인공수정 수태율간의 상관관계를 살펴보고자 1996~1998년에 축협중앙회 개량사업본부에서 사육중인 후보종모우 67두의 정액을 Computer-assisted sperm analyser를 이용하여 정자의 운동특성을 분석한 후 빈우 1,256두에 산자, 연령 및 체중 등을 고려하여 난등 교배시켰다.

1996~1998년 3년간 연도별 인공수정 수태율간의 유의적인 차이를 나타내지 않았고($p>0.05$) 인공수정에 공시되어진 정액의 정자 운동특성에서 수태율이 가장 높았던 1997년이 LIN, ALH, STR, BCF, MAD 및 WOB가 수태율이 가장 낮았던 1998년보다 높았으며($p<0.05$) DNM은 낮았다($p<0.05$). 또한 봄과 가을에 실시된 인공수정의 수태율은 계절에 따른 차이는 나타나지 않았으나($p>0.05$) 정자 운동특성에서는 수태율이 다소 높은 봄에 VSL, VAP, LIN, ALH, BCF, MAD 및 WOB가 가을보다 높았고($p<0.05$) DNM은 낮았다($p<0.05$). 연도 및 계절별 인공수정 수태율에 있어서는 1996년 및 1997년 봄이 '98년 가을보다 유의성 있게 높았으며($p<0.05$) 정자운동특성에서도 수태율이 가장 높았던 1997년 봄이 VSL, VAP, LIN, STR, BCF, MAD 및 WOB가 수태율이 가장 낮았던 1998년 가을보다 높았으며($p<0.05$) DNM은 낮게 나타났다($p<0.05$). 정자운동특성과 인공수정 수태율간의 유의적인 상관관계를 나타내는 운동특성은 없는 것으로 나타났는데 이는 교배에 이용된 정액이 정액검사를 통하여 일정기준 이상인 정액만을 인공수정에 이용한 때문인 것으로 사료된다.

그러나 정액운동특성중 VSL, VAP, ALH, LIN, STR, BCF, MAD 및 WOB이 높을수록 DNM이 낮을수록 인공수정 수태율이 높은 경향을 나타내었다.

참 고 문 헌

1. Bedford JM. Sperm capacitation and fertilization in mammals. *Biol Reprod(Suppl)* , 2:128, 1970.
2. Chang MC. The meaning of capacitation : a historical perspective. *J Androl* , 5:45-50, 1984.
3. Yanagimachi R. Mammalian fertilization. In *The Physiology of Reproduction* , Edited by E Knobil, J Neill. NewYork, Raven Press, Ltd., 1988. p131~188.
4. Budworth PR, Amann RP, Chapman PL. Relationships between computerized measurements of motion of frozen-thawed bull spermatozoa and fertility. *J Androl* , 9: 41-54. 1988.
5. Yanagimachi R. Zona-free hamster eggs : Their use in assessing fertility capacity and examining chromosomes of human spermatozoa. *Gamete Res* , 5:323-344, 1984.
6. Overstreet JW, Gould JE, Katz DF, et al. In vitro capacitation of human spermatozoa after passage through a column of cervical mucus. *Fertil Steril* , 34:604-606, 1980.
7. Techt EW, Russso JJ. A system for the quantitative analysis of human sperm motility. *Andrologie* , 5:25-221, 1973.
8. Liu YT, Warne PK. Computerized evaluations of sperm cell motility. *Comp Biomed Res* , 10:127-128, 1977.
9. Katz DF, Davis RO. Automatic analysis of human sperm motion. *J Androl* , 8:170-181, 1987.
10. Ginsburg KA, Moghissi KS, Abel EL. Computer-assisted human semen analysis sampling errors and reproducibility. *J Androl* , 9:82-90. 1988.
11. Burkman LJ. Characterization of hyperactivated motility by human spermatozoa during capacitation : comparison of fertile and oligospermic sperm populations. *Arch Androl* , 13:153-165, 1984.
12. Burkman LJ. Discrimination between nonhyperactivated and classical hyperactivated motility patterns in human spermatozoa using computerized analysis. *Fertil Steril* , 59:363-371, 1991.
13. Mortimer D, Courtot AM, Giovangrandi Y, et al. Hu-

- man sperm motility after migration into, and incubation in, synthetic media. *Gamete Res*, 9:131, 1984.
14. Morales P, Katz DF, Overstreet JW, *et al.* The relationship between the motility and morphology of spermatozoa in semen. *J Androl*, 9:241-247, 1988.
 15. Robertson L, Wolf DP, Tash JS. Temporal changes in motility parameters related to acrosomal status: identification and characterization of populations of hyperactivated human sperm. *Biol Reprod*, 39:797-805, 1988.
 16. Mortimer ST, Mortimer D. Kinematics of human spermatozoa incubated under capacitating conditions. *J Androl*, 11:195-203, 1990.
 17. Grunert JH, DeGeyter C, Nieschlag E. Objective identification of hyperactivated motility patterns in human spermatozoa using computerized analysis. *Fertil Steril*, 55:363-371, 1991.
 18. SAS/STAT User's guide(release 6.03 edition) SAS institute Inc, Cary NC USA, 1988.
 19. Chan SY, Wang C, Song BL, *et al.* Computer-assisted image analysis of sperm concentration in human semen before and after swim-up separation: comparison with assessment by haemocytometer. *Int J Androl*, 12:339-345, 1989.
 20. Aitken RJ, Best FSM, Richardson DW, *et al.* An analysis of sperm function in cases of unexplained infertility: conventional criteria movement characteristics and fertilizing capacity. *Fertil Steril*, 38:212-221, 1982.
 21. Ginsburg KA, Sacco AG, Moghissi KS, *et al.* Variation of movement characteristics with washing and capacitation of spermatozoa. I. Univariate statistical analysis and detection of sperm hyperactivation. *Fertil Steril*, 51:869-873, 1989.
 22. Jeulin C, Fexeux D, Serres C, *et al.* Sperm factors related to failure of human *in vitro* fertilization. *Reprod Fertil*, 76:735-744, 1986.
 23. Aitken RJ, Warner P, Reid C. Factors influencing the success of sperm-cervical mucus interaction in patients exhibiting unexplained infertility. *J Androl*, 7:3-10, 1986.
 24. Irvine DS, Aitken RJ. Predictive value of *in vitro* sperm function tests in the context of an AID services. *Human Reproduction*, 8:539-545, 1986.
 25. Macleod IC, Irvine DS. The predictive value of computer-assisted semen analysis in the context of a donor insemination programme. *Human Reproduction*, 10:580-586, 1995.
 26. Iqbal N, Hunter AG. Effect of various capacitation systems on bovine sperm motion characteristics, acrosome integrity, and induction of hyperactivation. *J Dairy Sci*, 78:91-102, 1995.
 27. Wang C, Leung A, Tsoi WL, *et al.* Computer-assisted assessment of human sperm morphology: usefulness in predicting fertilizing capacity of human spermatozoa. *Fertil Steril*, 55:989-993, 1991.
 28. Grunert JH, DeGeyter C, Nieschlag E. Objective identification of hyperactivated human spermatozoa by computerized sperm motion analysis with the Hamilton-Thorn sperm motility analyser. *Human Reproduction*, 5:593-599, 1990.
 29. Mack SO, Tash JS, Wolf DP. Effect of measurement conditions on quantification of hyperactivated human sperm subpopulations by digital image analysis. *Biol Reprod*, 40:1162-1169, 1989.
 30. Liu DY, Clarke GN, Baker HW. Relationship between sperm motility assessed with the Hamilton-Thorn motility analyzer and fertilization rates *in vitro*. *J Androl*, 12:231-239, 1991.
 31. Davis RO, Rothmann SA, Overstreet JW. Accuracy and precision of computer aided sperm analysis in multicentric studies. *Fertil Steril*, 57:648-653, 1992.
 32. Paston MJ, Sarkar S, Oates KP, *et al.* Computer aided semen analysis variables as predictors of male fertility potential. *Archives of Andrology*, 33:93-99, 1994.
 33. Ijaz A, Hunter AG. Induction of bovine sperm capacitation by TEST-yolk semen extender. *J Dairy Sci*, 72:2683-2690, 1989.
 34. Ijaz A, Hunter AG. Evaluation of a TEST-yolk sperm capacitation system for use in bovine *in vitro* fertilization. *J Dairy Sci*, 75:393-398, 1992.
 35. 이강남, 이병천, 황우석. 한우에서 Computer aided semen analysis(CASA) 기법을 이용한 수태율 예측에 관한 연구. *대한수의학회지*, 38(4):882-897, 1998.

36. Davis RO, Drobnis EZ, Overstreet JW. Application of multivariate cluster, discriminate function, and step-wise regression analyses to variable selection and predictive modeling of sperm cryosurvival. *Fertil Steril*, 63:1051-1057, 1995.
37. Wang C, Steven Y, Chan W, *et al.* Diagnostic value of sperm function tests and routine semen analysis in fertile and infertile men, *J Androl*, 9:384-389, 1988.
38. 백재승, 이진행, 김청미. 동결방법, 해빙온도 및 해빙후 희석/세척이 인간정자의 운동성과 형태변화에 미치는 영향. *대한비뇨기과학회지*, 36:1188-1197, 1995.