

한우 종모우의 고환둘레와 정액생산 및 번식과의 관계

박노형*·이성수**·정 준** 원유석***·김내수****
농협중앙회 축산연구소*, 농협중앙회 가축개량사업소**,
농협중앙회 한우낙농부***, 충북대학교 축산학과****

Relationship Between Scrotal Circumference and Semen Production and Reproductive Performance in Hanwoo Bulls

N. H. Park*, S. S. Lee**, J. Jeong**, Y. S. Won*** and N. S. Kim****

Livestock Research Institute, NACF*, Cattle Genetic Improvement Center, NACF**,
Hanwoo & Dairy Department, NACF***
Dept. of Animal Science, Chungbuk National University****

ABSTRACT

Scrotal measurements and semen production records of 19,742 during 7 years from 63 Hanwoo breeding bulls(6~7 years of age) were used to determined the relationship between scrotal circumference(SC) and semen production including concentration and total number of sperm. The average of SC is 41.2±4.54cm; extreme ranges between a low of 34cm to a high of 48cm. Quantity of semen, concentration and total number of sperm are 5.47±0.89ml/ejaculation, 16.16±2.78×10⁸/ml and 88.47±15.24×10⁸/ejaculation, respectively. SC is positively correlated with semen production(0.14 with quantity of semen and 0.15 with total number of sperm). Reproduction data from 16 breeding bulls produced 1,289 offspring from spring 1993 to spring 2000 to examined relationship between SC and reproduction. Rate of fertility and delivery are 0.80±0.13 and 0.78±0.15, respectively. Also, SC is positively correlated with delivery rate(r=0.26) and favorably related to fertility rate(r=0.39). These results, that is, - SC correlates positively with semen production and with reproduction -, suggested that SC should be considered when selecting breeding bull.

(Key words : Hanwoo, Scrotal circumference, Semen, Fertility)

I. 서 론

고환은 정액을 생산하고 Testosterone과 같은
웅성 호르몬을 분비하는 기능을 가지고 있어,
종모우의 고환둘레 크기는 수소의 정액생산과
정액의 정상과 관련이 있기 때문에 수소의 잠
재적인 번식능력을 알아볼 수 있는 중요한 지
표가 된다.(Coulter and Foote, 1979). 고환둘레가
클수록 정액생산량은 많고 정자의 운동성이 좋

으며, 정상적인 정자수와 정자농도가 증가하는
반면에 비정상적인 정자수는 감소한다(Johnson
et al. 1995). 또한 고환둘레를 측정함으로써 체
중이나 나이보다 성 성숙을 더 정확하게 알 수
있다(Lunstra et al., 1978).

일반적으로 암소의 번식형질은 교배시기의
조절, 발정동기화 및 인공수정 등 환경에 많은
영향을 받기 때문에 유전력이 낮은데 반해 수
소의 고환둘레는 쉽게 측정할 수 있고 환경에

본 논문은 농림부에서 시행한 농림수산기술개발사업에 의한 연구결과입니다.

Corresponding author : Nae-Soo, Kim, Dept of Animal Science, Chungbuk Nat'l University, Kaesindong, Cheongju 361-763.

크게 영향을 받지 않아 고환둘레에 대한 유전력은 0.39~0.68로 높은 편이다(Smith et al., 1989; Latimer et al., 1982). 고환의 둘레는 정액 생산뿐 만 아니라 암송아지의 번식과도 관련이 있어 아버지의 고환의 둘레가 평균보다 1cm 증가할 때마다 암송아지의 성 성숙은 3.86일 빨리 온다(Brinks, 1984).

고환 발달에는 수소의 나이가 가장 큰 영향을 미치는데 육성기(6개월령에서 16개월령)에 가장 빠르게 성장하기 때문에 고환의 성장은 linear가 아니고 curvilinear를 나타낸다. 대부분의 품종에서 고환둘레는 1세에서 2세 사이에 2~3cm가 증가한다. 이러한 이유로 미국 등 대부분의 국가에서는 비육우와 유우 종모우들의 고환 둘레에 대한 유전적 평가를 하고 있고 (<http://www.angus.org/sireeval/scrotal.html>), society of Theriogenology에서 고환 발달의 표준을 제공하고 있다. 많은 품종에서 society of Theriogenology의 표준에 도달하지 못한 개체가 상당수 있다고 보고 되고 있으며 - 예를 들면 미국 Wagyu의 36%(Sosa et al. 2002), Brahman 23%(Chenoweth et al. 1996) -, Simmental은 협회의 표준보다 높게 규정을 정하여야 한다고 보고하고 있다(Gipson et al., 1985).

그러나 한우에 있어서는 고환둘레에 대한 연구가 전무한 실정이라서 한우 종모우 선발에 있어 이 형질을 첨가는 필요할 것으로 사료되고, 이를 위한 기초자료를 구하고자, 한우의 고환둘레와 정액생산 및 번식과의 관계를 구명하기 위하여 본 연구를 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시재료

고환둘레의 측정은 1997년에 농협중앙회 가축개량사업소 보유 보증종모우 63두를 하였고, 이들의 측정시 나이는 6~7세 이었다. 이들의 정액 성상은 1995년 봄부터 2001년 겨울까지 7년 동안 동사업소에서 채취한 19,742번의 정액 생산 기록(정액량, 정액농도 및 총정자수)을 이용하였다. 수태율 및 분만율은 1993년 봄부터

2000년 봄까지 총 1,289두의 자손을 생산한 종모우 16두의 번식자료를 이용하였다.

2. 조사항목

조사항목은 고환둘레, 정액량, 정액농도, 총정자수, 수태율 및 분만을 등이었다. 고환둘레는 고환둘레 측정자(Ideal Instrument, U.S.A)를 이용하여 고환의 가장 넓은 부위를 측정하였다. 정액채취는 1주일에 평균 3회 하였고 채취 당일에는 2회 채취하였다. 정액 농도는 ml당 정자수로 하였고, 총정자수는 정액량과 농도를 곱해서 얻었다. 수태율은 종모우의 정액을 인공수정한 수와 인공수정 후 60일내에 재수정이 없는 것의 비율로 정하였으며, 분만율은 인공수정한 수와 인공수정 후 280~290일 사이에 분만된 송아지 수의 비율로 정하였다.

3. 통계분석방법

고환둘레에 따른 정액량, 농도 및 총정자수 분석을 위하여 SAS(1985)의 General Linear Model Procedure를 활용하여 분석하였으며 모형은 아래와 같다.

$$Y_{ijkl} = \mu + SC_i + M_j + AS_k + EJ_l + BULL_m + E_{ijkln}$$

여기서,

Y_{ijkl}	= 측정치
μ	= 전체 평균
SC_i	= 고환둘레 효과
M_j	= 월별 효과
AS_k	= 생산 년도 효과
EJ_l	= 채취 순서 효과
$BULL_m$	= 개체효과
E_{ijkl}	= 임의오차

정액량, 농도 및 총정자수 사이의 상관관계는 위의 모형을 이용하여 각 효과를 제거한 잔차의 부분상관계수를 구하였고 정액량, 농도 및 총정자수와 종모우의 나이 및 고환둘레와의 상관관계는 단순상관계수를 구하였다. 단 이상치를 제거하기 위하여 표준편

차×3.5의 범위를 벗어나는 것은 분석에서 제외시켰다.

수태율 및 분만율과 고환둘레와의 상관관계는 단순상관계수를 구하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 고환 둘레와 정액량, 농도 및 총정자수 간의 상관

고환둘레의 범위는 34~48cm 이었고 평균은 41.2±4.54 cm이었다(Table 1). 이는 Society for Theriogenology에서 분류한 30개월령 이상의 평균 고환둘레(Table 3)를 적용해보면 모두 34cm를 초과해 good 이상의 판정을 받을 수 있는 것으로 나타나 현재 우리나라에서 사용 중인 종모우들의 고환 상태는 양호한 것으로 확인되었다. 미국의 Angus는 12개월령의 고환 둘레 보정값은 평균 36.3cm 이고 범위는 21~51.2cm 이었으며 이들의 표준 편차는 2.75cm 이었고(http://이하 생략), 브라질의 AI bull들의 61~84개월령의 고환 둘레는 40.7cm로 보고한 것(Brito et al, 2002)에 비추어 보아도 현재 우리나라에서 사용 중인 종모우들의 고환 상태는 양호한 것이라 사료된다.

정액량, 정자농도 및 총정자수는 모두 고환둘레 간에는 정의 관계를 나타내고 있다(Table 1). 고환 둘레와 1회 사정 정액량 간에는 0.14, 1ml 당 정자수 간에는 0.02, 1회 사정한 정자 총수와는 0.15의 정의 상관관계를 가지고 있어 고환 둘레와 정액량 간에 정의 상관을 가지고 있다는 보고들과 같은 경향을 보여주고 있다. 그러나 매일 정액 생산(daily sperm production)과 고환 둘레간에 0.42의 상관을 보였다는 Johnson 등(1995)의 보고에 비해서는 낮은 결과를 보여주고 있다. Holstein 종의 경우 정액 생산량과 고환 둘레의 상관이 0.72로 보고(Foote et al., 1977) 한 바 있어 한우의 경우 타 품종에 비해 상관이 낮게 추정되어 차후 보다 광범위한 재조사가 요구되고 있다.

Table 1. Least square means and residual correlation between scrotal circumference and semen production

Traits	Mean ± SD	correlation to Sc ^{a)}
Scrotal Circumference (cm)	41.2 ± 4.54	-
Quantity of semen (ml/ejaculation)	5.47 ± 0.89	0.14*
Concentration (10 ⁸ /ml)	16.16 ± 2.78	0.02 ^{NS}
No. of sperm (10 ⁸ /ejaculation)	88.47 ± 15.24	0.15*

^{a)} Scrotal circumference.

* P < 0.05 for Rho = 0.

^{NS} P > 0.05 for Rho = 0.

Table 2. Least square means and correlation between scrotal circumference and rate of fertility and delivery

Traits	Mean ± SD	correlation to Sc ^{a)}
Scrotal Circumference (cm)	41.2 ± 4.54	-
Rate of fertility	0.80 ± 0.13	0.39**
Rate of delivery	0.78 ± 0.15	0.26**

^{a)} Scrotal circumference.

** P < 0.01 for Rho = 0.

Table 3. Average of scrotal circumference by age classified by Society for Theriogenology (from Ball et al. 1983)

Age (Months)	Scrotal circumference (Cm)	Classification
12~14	> 34	Very Good
	30~34	Good
	< 30	Fair~Poor
15~20	> 36	Very Good
	31~36	Good
	< 31	Fair~Poor
Over 30 Months	> 39	Very Good
	34~39	Good
	< 34	Fair~Poor

2. 수태율과 분만율 분석

수태율과 분만율의 최소자승평균은 각각 80 ± 13 , $78 \pm 15\%$ 이었다. 수태율의 범위는 $55.3 \pm 0.14 \sim 90.9 \pm 0.15\%$ 이었고 분만율의 범위는 $50.6 \pm 0.14 \sim 90.8 \pm 0.13\%$ 로 나타났다(Table 2). 수태율과 분만율 모두 종모우의 고환둘레와 정의 상관관계를 보여주고 있다. 종모우의 고환둘레와 수태율 간에는 0.39, 분만율과는 0.26의 비교적 높은 정의 상관관계를 나타내고 있다. 고환둘레가 클수록 정액 생산량은 많고 정자의 운동성이 좋으며, 정상적인 정자수와 정자농도가 증가하는 반면에 비정상적인 정자수는 감소한다(Johnson et al. 1995)고 한바 있어 이와 같이 종모우의 고환 둘레는 번식과도 상관관계가 있는 것으로 사료되어 종모우 선발시 2차적 자료로서 종모우의 고환둘레를 고려함이 타당할 것으로 사료된다.

Evans et al.(1999)은 다변량으로 분석한 결과 고환 둘레와 초임우의 임신 간에는 0.002의 상가적 유전 상관을 나타낸다고 보고 한바 있으며, 고환 둘레와 초임우의 출기 발동기(puberty) 간에도 정의 상관관계를 가지고 있다는 보고들(Brinks et al. 1978, Smith et al. 1989)로 보아 종모우의 고환 둘레는 낭우들의 번식과도 상관관계가 있는 것으로 사료된다.

3. 정액 생산에 관한 환경효과

정액량, 정액 농도와 총 정자수에 관한 정액채취년도, 정액채취월, 정액 채취 순서 모

두 고도의 유의한 효과를 나타내고 있다(Table 4). 또한 종모우 개체 간에도 유의한 결과를 보여주고 있다. 월별 1회 사정당 정액 생산량은 5.11~5.68ml로 9월과 10월에 각각 5.58, 5.68ml이었고 12월에는 5.11ml로 외부 환경에 따라 정액 생산량에 차이가 있음을 보여주고 있다. 정액의 농도(정자수/ml)는 15.65×10^8 (10월)~ 17.48×10^8 (8월)로서 1회 사정당 정액 생산량이 많으면 농도는 다소 낮은 결과를 보여주고 있다. 사정당 총 정자수도 82.81×10^8 (3월)~ 96.31×10^8 (7월)의 범위에 있고 월별로 유의적인 차이를 보여주고 있다.

정액 채취 순서에 따른 차이는 보다 명료하다. 첫 번째 채취한 정액이 량과 농도, 총정자수에서 2번째 채취한 것에 비해 월등히 높다. 첫 번째 채취한 정액이 량과 농도 총정자수는 5.61ml, 18.60×10^8 , 104.28×10^8 인데 비해 2회 채취한 것은 각각 5.15, 14.91×10^8 , 75.19×10^8 이다. 현재 한우 보증 종모우의 정액 생산 능력은 Brito 등(2002)이 보고한 정액량 6.2~7.8ml, 정액 농도 13~15($\times 10^8$ /ml), 총 정자수 82~113($\times 10^8$ /ml)의 범위 내에 있어 정상적인 것으로 사료된다.

4. 종합고찰 및 결론

종모우의 고환 둘레는 이들의 번식 능력 평가의 한 척도로서 널리 이용되고 있다(Ball et al. 1983). 고환 둘레의 유전력은 측정시점에 따라 0.18~0.77(Quirino & Bergmann, 1998) 및 0.78(Evans et al. 1999)등 높게 평가되고 있으

Table 4. Analysis of variances of semen production by various effects

Source	DF	Quantity (ml)		Concentration (10^8 /ml)		No. of Sperm (10^8 /Ejaculation)	
		Mean Square	Pr > F	Mean Squar	Pr > F	Mean Square	Pr > F
Year	6	78.0	0.0001	8,694.4	0.0001	298,031.0	0.0001
Month	11	63.1	0.0001	644.6	0.0001	33,739.5	0.0001
No of ejaculation	1	1,158.6	0.0001	74,792.3	0.0001	4,631,143.9	0.0001
SIRE	62	269.9	0.0001	2,471.0	0.0001	73,738.0	0.0001
Error	21,805	2.5		23.9		1,548.9	

Table 5. Least square means and standard errors of semen production traits by months, orders of ejaculation and year

Month	Quantity(ml)		Concentration(10^8 /ml)		No. of Sperm(10^8 /Ejaculation)	
	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE
1	5.18	0.05	17.06	0.15	87.75	1.23
2	5.29	0.05	16.40	0.15	86.56	1.21
3	5.12	0.05	16.26	0.14	82.81	1.13
4	5.23	0.04	16.38	0.14	84.97	1.11
5	5.51	0.05	16.75	0.14	92.48	1.16
6	5.56	0.05	17.08	0.15	94.37	1.20
7	5.43	0.05	17.72	0.15	96.31	1.19
8	5.43	0.05	17.48	0.16	95.23	1.29
9	5.58	0.05	16.50	0.15	91.73	1.20
10	5.68	0.05	15.65	0.15	87.94	1.23
11	5.40	0.05	16.36	0.15	87.37	1.24
12	5.11	0.05	17.42	0.16	89.31	1.33
Order of Ejaculation						
1st	5.61	0.03	18.60	0.11	104.28	0.86
2nd	5.15	0.03	14.91	0.11	75.19	0.86
Year						
1995	5.64	0.05	13.160	0.15	73.31	1.11
1996	5.37	0.05	17.13	0.15	91.83	1.21
1997	5.60	0.05	16.97	0.15	96.22	1.21
1998	5.48	0.05	17.18	0.15	94.29	1.21
1999	5.02	0.05	17.45	0.15	87.91	1.19
2000	5.05	0.05	18.18	0.15	90.56	1.21
2001	4.10	0.05	18.28	0.15	75.82	1.13

며, 고환 둘레는 체중과도 0.33~0.68로 높은 정의 유전 상관관계를 가지고 있어(Quirino & Bergmann, 1998) 종모우 선발에서 추정되어야 할 형질이라고 사료된다. 미국에서 사육되고 있는 와규(和牛)의 연령에 따라 25~46%가 표준 이하라 보고 된 바 있고(Sosa et al., 2002) 이는 성숙시 체중이 타 품종에 비해 작는데 원인이 있는 것으로 추정한 바, 한우도 와규와 체형이 비슷하므로 좀더 광범위한 조사가 필요

할 것으로 사료된다.

IV. 요약

한우의 고환둘레와 정액 생산 및 번식과의 관계를 구명하기 위하여, 농협중앙회 가축개량 사업소 보유 종모우 63두의 고환둘레와, 이들의 19,742번의 정액 생산기록(정액량, 농도/ml 및 총정자수) 및 이중 16두가 생산한 1,289두

의 자손기록을 이용하였다. 정액량, 정액 농도와 총 정자수 모두 정액채취년도, 정액채취월, 정액 채취 순서에 따라 영향을 받았다($P < 0.001$). 고환 둘레의 평균은 $41.2 \pm 4.54\text{cm}$ 이었고, 1회 평균 사정량은 $5.47 \pm 0.89\text{ml}$ 이었으며, 정액 농도는 $16.2 \pm 2.78 (\times 10^8/\text{ml})$, 사정당 총정자수는 $88.47 \pm 15.24 (\times 10^8)$ 이었다. 고환둘레와 정액량 및 총 정자수 간에는 0.14 및 0.15의 정의상관을 나타내었으며, 임신율과는 0.39, 출산율과는 0.26의 상관을 나타내었다.

V. 사 사

본 연구는 농림부 농림기술개발사업의 지원에 의해 이루어진 것임.

This Study was supported by technology Development Program for Agriculture and Forestry, Ministry of Agriculture and Forestry, Republic of Korea.

VI. 인 용 문 헌

- Ball L., Ott, R. S., Mortimer, R. G. and Simons, J. C. 1983. Manual for breeding soundness of bulls. Society for Teriogenealogy. Hastings. USA.
 - Brinks, J. S., McInerney, M. J. and Chenoweth, P. J. 1978. Relationship of age at puberty in heifers to reproductive traits in young bulls. Proc. West. Sect. Am. Soc. Anim. Sci. 29:28-30.
 - Brinks, J. S. 1984. Genetics aspects of reproduction in cattle. In: Proc. of Ann. Conf. on A.I. and E.T. in Beef Cattle.
 - Brito, L. F. C., Silva, A. E. D. F., Rodrigues, L. H., Vieira, F. V., Deragon, L. A. G. and Kastelic, J. P. 2002. Effect of age and genetic group on characteristics of the scrotum, testes testicular vascular cones, and on sperm production and semen quality in AI bulls in Brazil. Theriogenology. 58:1175-1186.
 - Chenoweth, P. J., Chase, Jr. C. C., Thacher, M-J. D., Wilcox, C. J. and Larsen, R. E. 1996. Breed and other effects on reproductive traits and breeding soundness categorization in young beef bulls in Florida. Theriogenology. 46:1159.
 - Coulter, G. H. and Foote, R. H. 1979. Bovine testicular measurements as indicators of reproductive performance and their relationship to productive traits in cattle: A review. Theriogenology. 11:297-311.
 - Evans J. L., Golden, B. L., Bourdon, R. M. and Long, K. L. 1999. Additive genetic relationships between heifer pregnancy and scrotal circumference in Hereford cattle. J. Anim. Sci. 77:2621-2628.
 - Foote R. H., Siedel, G. E., Berndtson, W. E. and Coulter, G. H. 1977. Seminal quality, spermatozoal output, and testicular changes in growing Holstein bulls. J. Dairy Sci. 60:85-88.
 - Gipson, T. A., Vogt, D. W., Massey, J. W. and Ellersieck, M. R. 1985 Associations of scrotal circumference with semen traits in young beef bulls. Theriogenology. 24:217-225.
<http://www.angus.org/sireeval/scrotal.html>
 - Johnson, W. H., Thompson, J. A., Kumi-Diaka, J., Wilton, J. W. and Mandell, I. B. 1995. The determination and correlation of reproductive parameters of performance tested Hereford and Simmental bulls. Theriogenology 44:973-982.
 - Latimer, F. G., Wilson, L. L. and Cain, M. F. 1982. Scrotal measurements in beef bull; Heritability estimates, breed and test station effects. J. Anim. Sci. 54:473-479.
 - Lunstra, D. D., Ford, J. J. and Echterkamp, S. E. 1978. Puberty in beef cattle: Hormone concentrations, growth, testicular development, sperm production and sexual aggressiveness in bulls of different breeds. J. Anim. Sci. 46:1054-1062.
 - Quirino C. R. and Bergmann, J. A. G. 1998. Heritability of scrotal circumference adjusted and unadjusted for body eweight in Nellore bulls, using univariate and bivariate animal model. Theriogenology. 49:1389-1396.
 - Smith, B. A., Brinks, J. S. and Richardson, G. V. 1989. Relationships of sire scrotal circumference to offspring reproduction and growth. J. Anim. Sci. 67:2881-2885.
 - SAS. 1985. SAS/STAT Gide for personal computers. (6th ed.). SAS institute Inc. Cary. North Carolina. USA.
 - Sosa J. M., Sengerand, P. L. and Reeves, J. J. 2002. Evaluation of American Wagyu sires for scrotal circumference by age and weight. j. anim. sci. 80:19-22.
- (접수일자 : 2003. 3. 4. / 채택일자 : 2003. 5. 19.)