MPA 투여가 사슴뿔의 성장에 미치는 영향

김상우*·최순호*·상병돈*·김영근*·유충현*·서길웅**
농촌진흥청 축산연구소 *, 충남대학교 **

Effects of Medroxy Progesterone Acetate (MPA) Treatment on Growth of Velvet Antler in Sika Deer and Elk Deer

S. W. Kim*, S. H. Choi*, B. D. Sang*, Y. K. Kim*, C. H. Yoo* and K. W. Seo**
National Livestock Research Institute, R.D.A.*,
Department of Dairy Science, Chung Nam National University**

ABSTRACT

The study was conducted to determine the effects of hormone injection on casting day of antler, velvet antler yield, and blood hormone concentration in elk deer and Sika deer. The study revealed that the casting day of Elk and Sika deer at medroxy progesterone acetate (MPA) injection averaged 21 days after MPA injection, which was earlier 38 and 24 days, respectively, compared control ($P<0.01$). The regrowth of antler in both Sika deer and Elk occurred in the MPA injection and the duration of antler growth was 2 times longer than control. The total yield of velvet antler of Elk in the control and MPA injection was 7.31 and 10.11 kg and the that of sika deer was 1.00 and 1.41 kg, respectively. Blood testosterone concentration of Sika deer and Elk was less than 4.0 ng/ml for both at the casting and during the antler growing. Blood IGF-1 concentrations of Sika deer and Elk during the antler growing tended to increase with the same as growth curve of antler.
(**Key words** : Velvet antler, casting, MPA, Hormone, Yield)

Ⅰ. 서 론

사슴뿔의 성장주기는 광주기의 변화에 의해 결정된다는 것이 Jaczewski(1954)에 의해 이미 확립되었으며, 사슴뿔의 낙각은 일장의 길이가 길어지는 봄에 낙각이 이루어지고, 일장의 길이가 짧아지는 가을에 사슴뿔의 각질화가 촉진되며 웅성호르몬의 분비가 많아진다. 내분비적으로는 testosterone 수준이 낮아지면 낙각이 일어나며, 특히 progesterone 제제의 비경구 투여가 anti-androgen 작용이 있다. 실험적으로 Goss (1983)는 일장의 길이를 변화시켜, 1년에 3번의 뿔주기를 유도하였고, Bubenik(1987)는 그 원인을 여러 호르몬들의 분비변화에 있다고 밝혔다. 또한 melatonin을 사슴에 처리하면 정상적인 뿔주기를 변화시킬 수가 있다고 하였다 (Lincoln 등, 1985; Bubenik 등, 1982). Melatonin을 레드디어에 처리하여 녹용의 절각시기를 약 50일 정도 앞당길 수 있었으나 녹용의 무게, 녹용의 등급, 녹용의 가치에는 영향이 없었다고 보고하였다(Fisher 등, 1988). 합성 progesterone 제제인 MPA를 근육주사 후 3주내에 낙각이 되었다고 하였는데 이것은 MPA가 LH의 분비를 억제하여 일어난 결과라고 생각되며, 발정의

Corresponding author : S. W. Kim, Animal Genetic Resources Station, National Livestock Research Institute, R.D.A, Namwon, 590-830, Korea. E-mail: sikasw@rda.go.kr Tel : (063)620-3531

절정기에는 낙각이 되지 않는다고 하였다(Muir 등, 1987; Barrell 등, 1985). 한편 estrogen을 자라는 뿔을 가진 꽃사슴에 투여하면 녹용의 탈락을 촉진시키며 estrogen은 묵은 뿔의 낙각을 저해하거나 지연시킨다고 하였다(Goss, 1968). 100 mg의 estradiol-17β를 피하 주사 시에는 사슴뿔의 각질화가 일어났다고 보고 하였으며(Barrell 등, 1987), estradiol은 testosterone의 작용을 더욱 강력하게 한다고 하였다(Fletcher 등, 1978). 그러나 녹용 성장기에 항 estrogen의 투여는 골 외막의 발달을 지연시켜서 사슴뿔의 골화(calcification)를 억제한다고 하였다(Bubenik, 1987). 또한 흰꼬리사슴에 prolactin 과잉분비 억제제를 처리하면 GH 수준이 떨어지고 뿔 성장에는 효과가 없다고 하였다(Bubenik G, 1985). 이상과 같이 사슴뿔의 성장에는 여러 호르몬들이 관여를 하며 이들 호르몬을 유용하게만 이용할 수 있다면 녹용의 생산시기 조절과 녹용의 생산량 증대에 유용하게 응용할 수 있을 것이다. 따라서 본 연구는 progesterone 제제의 비경구 투여가 anti-androgen 작용이 있다는 점에 착안하여 꽃사슴과 엘크사슴에 합성 progesterone 제제인 medroxy progesterone acetate (MPA)를 주사하였을 때 사슴뿔의 성장과 낙각에 관여하는 testosterone과 IGF-I 농도에 어떤 영향을 미치는가를 조사함으로서 합성 progesterone 제제 주사에 의한 녹용의 생산시기 조절과 녹용 생산성 제고 가능성을 구명하여 국내 양록산업 발전에 기여하고자 수행하였다

Ⅱ. 재료 및 방법

1. 공시동물 및 공시재료

본 시험의 공시동물로서는 엘크(*Cervus canadensis*) 수컷 5세(평균체중 : 340 kg) 8두와 꽃사슴(*Cervus nippon*) 수컷 5세 (평균체중 : 93 kg) 8두로 총 16두를 이용하였으며, 사슴뿔은 testosterone 수준이 낮아지면 낙각이 일어나며, 특히 progesterone 제제의 비경구 투여가 anti-androgen 작용이 있다는 점에 착안하여 합성 progesterone 제제인 MPA(medroxy progesterone acetate, sigma)를 사용하였다.

2. 시험장소 및 시험설계

본 시험의 기본시험은 2002년 1월부터 2002년 12월까지 총 12개월간 축산기술연구소 사슴사에서 실시하였고, 호르몬의 분석은 축산기술연구소 기술부 유전공학과 실험실에서 실시하였으며, 엘크 수컷 8두와 꽃사슴 수컷 8두로 총 16두를 공시하여 두 품종 공히 무처리구인 대조구와 MPA 투여구로 나누어 각 처리당 4두씩을 Table 1과 같이 배치하여 총 12월간 본 시험을 실시하였다.

3. 사양관리 및 사슴 마취

시험사료는 시험 1과 동일하며, 농후사료의 급여는 녹용생장기인 낙각시부터 절각시까지 엘크 및 꽃사슴은 두당 각각 4, 1 kg를 1일 2회로 나누어 급여하였으며, 절각을 한 후부터는 두당 각각 3 kg 및 0.7 kg를 급여하였으며 조사료는 본 시험이 끝날 때까지 전 기간 자유 채식시켰고, 물은 시험 전 기간 동안 자유 음수시켰다. 사슴의 마취는 xylazine 계통의 펜타진-10(뉴질랜드)을 사용하였으며, 엘크의 두당 마취용량은 2~3.5 ml를 사용하였으며, 주사방법은 입으로 불어서 사슴을 마취시기는 기구인 블루건(현대상사)를 사용하여 엉덩이에 근육 주사하여 마취를 시켰다. 마취사슴의 해독은 해독제인 콘트랄-H(뉴질랜드)를 마취용량의 2배

Table 1. Experimental Design

Item	Treatment	No. of stag	
		Sika deer	Elk deer
T1	Control	4	4
T2	MPA injuction	4	4

인 4~7 ml를 경정맥에 주사하여 해독을 시켰다. 꽃사슴의 두당 마취용량은 1 ml를 사용하였으며, 해독제는 마취용량의 2배인 2 ml를 엘크사슴과 동일한 방법으로 주사하였다.

4. MPA의 투여

마취가 된 사슴은 먼저 수건으로 눈을 가려 안정을 시킨 다음 머리를 엉덩이 보다 낮게 하여 무의식중에 나타나는 구토증상으로 인하여 발생하는 이물성 폐렴을 방지하였으며, MPA 1 g (medroxy progesterone acetate, sigma)을 95 % ethanol로 용해시킨 후 사슴의 생체중 kg당 0.9 mg을 기준용량으로 하여 1회용 주사기를 이용하여 근육주사 하였다. MPA의 투여시기는 낙각 예정일 40여일 전으로 엘크의 경우에는 1월 9일에 꽃사슴의 경우에는 3월 18일에 투여하였다.

5. 조사항목 및 방법

(1) 낙각시기 및 녹용 생산량

사슴뿔의 낙각시기는 각좌부위의 전년도 사슴뿔 그루터기가 떨어진 최초의 날을 낙각월일로 조사하였으며, 녹용의 절각일자는 낙각이 되고 난 후 엘크는 85일차에 꽃사슴은 65일차에 1차 절각을 하였으며, MPA 처리구에서 발생한 재생 뿔의 절각은 녹용의 하대부분이 외관상으로 각질화가 시작되는 시점에 절각을 하여 조사를 하였다. 녹용의 생산량 조사는 절각 후 사슴뿔의 혈액이 밖으로 새지 않게 절단부위가 위로 향하게 세워 놓아두었다가 절각부위의 지혈이 완료된 후 녹용을 실험실로 운반하여 전자저울을 이용하여 생녹용 상태에서 녹용의 무게를 측정하였다.

(2) 채혈 및 혈청분리

사슴뿔의 성장단계별 혈중 호르몬 농도를 조사하기 위하여 시험개시 직전과 절각 시까지 매 10일 간격으로 혈액을 채취하였으며, 혈액의 채취는 사슴의 경정맥으로 부터 혈액 20 ml를 채취한 후 sodium heparin이 첨가된 진공관과 혈액응고 방지제가 첨가되지 않은 진공관에 각각 10 ml씩 나누어 넣었다. 채취한 진공관에 넣은 혈액을 실온에서 응고시킨 후에 4℃ 냉장고에 24시간 보관한 다음 3,000 rpm에서 15분간 원심분리하여 혈청을 분리하였으며 다음 검사에 이용할 때까지 −70℃의 초 저온 냉동고에 보관하였다.

(3) 호르몬 분석

Testosterone의 분석을 위하여 먼저 total, NSB (nonspecific binding-zero base), standard(A to F) control 시료 순으로 튜브에 번호를 기재한 다음 각각 2회 반복씩 희석시키기 위해 증류수를 A는 1 ml, B to F, control은 0.5 ml를 넣은 다음 standard, control에 시료(사슴 혈청)를 각각 50 ㎕씩을 첨가하고, NSB 튜브에는 standard(A)를 150 ㎕로 첨가하였다. 다음 방사선 동위원소 I(125) 용액을 전 튜브에 500 ㎕ 첨가하고 total, NSB를 제외한 모든 튜브에 항혈청 100 ㎕를 첨가 후 모든 튜브를 voltex한 후 호일을 씌운 뒤 37℃에 70분 배양하였다. Total을 제외한 모든 튜브에 침전 시약을 진탕 후 1,000 ㎕씩 첨가하였다. Voltex 후 실온에서 15분간 배양한 뒤 total 튜브를 제외한 모든 튜브를 3,000 rpm에서 20분간 원심 분리시킨 후 상층액을 제거하였다. 건조 후에는 네오딘(주)에 의뢰하여 γ-counter로 측정하였다. testosterone은 coat-acount, USA) kit를 사용하여 RIA법에 의해 측정하였다. IGF-Ⅰ의 추출 및 분석은 Diagnostic system laboratories (DSL-5600, USA)의 immuno radio metric assay(IRMA)법으로 반응시킨 다음 kit를 이용하여 혈청내의 IGF-Ⅰ binding protein을 추출하여 분석하였다. 즉 표준용액 (0, 5, 20, 60, 200, 600 ng/100 ㎕ buffer)과 각 혈청으로부터 추출된 시료 50 ㎕ TLr을 1차 항체(anti-IGF-Ⅰ)와 코팅된 시험관에 첨가 후 2차 항체인 항-IGF-Ⅰ을 200 ㎕씩 (70,000~80,000 cpm) 각각 첨가하여 혼합한 다음 실온에서 1,800 rpm으로 진탕하여 3시간 배양하였다. 배양 후 상층액을 제거하고 증류수로 3회 정도 세척하여 비결합된 항-IGF-$Ⅰ^{125}$을 완전히 제거한 다음 48시간 이내에 γ-counter에 측정하여 계산하였다.

(4) 통계분석

통계 분석은 SAS program(version 6.12)을 이용해 실시하였고, 처리구간의 유의성 검정은 Duncan's multiple range test(Duncan, 1955)를 이용하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 낙각시기

사슴뿔의 낙각시기를 조절하기 위하여 엘크와 꽃사슴에 합성 프로게스테론 제제인 MPA (medroxy progesterone acetate, sigma)를 체중 kg당 0.9 mg의 용량으로 근육주사 한 후 낙각시기를 조사한 결과는 Table 2와 같다. 1월 11일에 MPA를 투여한 엘크사슴의 낙각시기는 2월 1일 ± 4로 처리 후 평균 21일에 낙각이 되었으며, 대조구는 3월 9일에 낙각이 되어 MPA 처리구가 대조구보다 37일이나 낙각시기가 빨랐다(P<0.01). 꽃사슴은 3월 8일에 MPA를 투여하였으며 MPA 투여구의 낙각 시기는 평균 3월 29일 ± 4일로 처리 후 평균 21일에 낙각이 되었으며, 꽃사슴 대조구의 낙각시기는 4월 22일로 MPA투여구가 대조구보다 평균 23일이나 빨랐다(P<0.01). 이 결과는 사슴뿔의 낙각 기전이 사슴의 혈중 testosteron의 수준의 하락에 기인하는 점에 비추어 볼 때 근육 주사한 MPA가 항-안드로겐 작용을 하여 LH의 분비를 억제하고 그 결과 혈중 testosterone의 수준이 낮아져 낙각이 유도된 것으로 생각된다. 이 결과는 레드디어 시험에서 녹용의 낙각시기를 약 50일 정도 앞당길 수 있었다((Lincoln 등 1982; Bubenik 등, 1983)는 결과와 유사하며, MPA를 근육 주사한 후 3주안에 낙각이 되었다는(Muir 등 1982; Barrell 등, 1985)의 결과와 일치하며, 꽃사슴에 steroid 호르몬인 MPA를 150 mg 투여하였을 때 낙각시기는 투여 후 23 ± 2일이었다는(陳, 1998)의 보고와도 유사한 경향을 보였다.

2. 녹용 생산량

녹용의 생산량은 Table 3에서 보는 바와 같이 엘크(*Cervus canadensis*) 사슴의 경우 낙각 후 85일에 절각 하였을 때 대조구는 7,317 g이며 MPA 투여구는 6,967 g으로 MPA 투여구가 다소 적었으며, 대조구에서는 재생뿔의 발생이 일어나지 않았으나 MPA 투여구는 절각 후 20여일 후부터 재생뿔이 발생하여 2차로 재생뿔을 절각할 수 있었으며 재생뿔의 생산량은 평균 3,145 g으로 총 녹용생산량에서는 MPA 처리구가 10,110 g을 생산하여 대조구인 7,317 g보다 38%나 더 생산되었다(P<0.01). 꽃사슴에서도 낙각 후 65일에 절각하였는데 대조구는 1,004 g, MPA 투여구는 1,002 g으로 차이가 없었으며, 대조구에서는 재생뿔이 발생하여 2차로 재생뿔을 절각할 수 있었으며 재생뿔의 생산량은 평균 416 g으로 총 녹용생산량에서는 MPA 처리구가 1,418 g을 생산하여 대조구인 1,002 g보다 약 41 %의 녹용을 더 생산하였다(P<0.05). 이 결과는 뿔 성장에 필요한 호르몬의 분비에 의하여 나타난 결과와 낙각시기가 앞당겨 짐에 따라 외부환경인 일장의 영향이 작용했을 것으로 생각된다. 이 결과는 꽃사슴에서 150 mg의 MPA를 투여했을 때에 대조구 370 g, MPA 처리구 437 g으로 처리구가 18% 더 많았다(陳, 1998)는 결과와 비교적 일치하는 경향이었다.

Table 2. The casting days by MPA treatment in sika and elk deer

Breed	Treatment	Injection date	Casting date	Note
Elk deer	Control	−	March 10±9[a]	
	MPA injection	January 11	February 1±4[b]	After 21days
Sika deer	Control	−	April 22±10[a]	
	MPA injection	March 8	March 29±4[b]	After 21days

[a, b] Means with different superscripts in the same column are significantly different(P<0.01).

Table 3. The velvet antler yields and length by MPA treatment in sika and elk deer

Item	Treatment	Velvet antler yields (g)			Velvet antler length (cm)
		First growth	Regenerated antler	Total	
Elk deer	Control	7,317± 993	−	7,317*[a]	73±4
	MPA injection	6,965±1,149	3,145±585	10,110*[b]	76±4
Sika deer	Control	1,004± 301	−	1,004[a]	31±5
	MPA injection	1,002± 326	416±143	1,418[b]	33±5

*[a,] *[b] Means with different superscripts in the same column are significantly different (P<0.01).
[a, b] Means with different superscripts in the same column are significantly different (P<0.05).

3. 녹용 성장일수

녹용의 성장일수는 대조구에서 엘크는 낙각 후 85일에 절각을 하면 재생뿔의 발생이 없으며, 꽃사슴도 낙각 후 65일에 절각했을 때에는 재생뿔의 발생은 없었다. 그러나 MPA 투여구는 절각 후 20여일 후부터 재생 뿔의 발생이 있어서 녹용의 총 성장일수는 엘크가 167일 이였으며, 꽃사슴은 144일 이였다. 이것은 녹용의 각질화가 testosterone 농도의 상승 때문에 일어나지만, MPA 투여구는 testosterone 농도의 상승이 억제되어 재생뿔의 성장이 계속된 것으로 생각된다. 이 결과는 陳(1998)이 보고한 녹용의 성장일수가 200일 이었다는 결과보다는 짧지만 MPA 투여로 녹용의 성장일수가 길어진다는 것을 알 수 있다.

4. 혈중 testosterone 농도

꽃사슴의 낙각전 4월 3일 대조구의 혈중 testosterone 농도는 317 ± 109 ng/ml 이였으며, MPA 투여구는 4.0 ± 0.6 ng/ml으로 낙각이 될 때의 혈중 testosterone 농도는 4.0 ng/ml 이하로 사슴뿔이 성장 중에도 그 이하를 나타내었다. 또한 절각시의 혈중 testosterone 농도는 대조구와 MPA 투여구가 각각 3.29 ± 0.37 ng/ml 및 2.55 ± 0.73 ng/ml으로 두 처리 모두 4 ng/ml 이하였으며, 절각 후 20일 후의 혈중 testosterone 농도는 대조구가 40 ng/ml 이였으나 MPA 투여구는 4.0 ng/ml 이하였다. 이 결과로 미루어 보아 꽃사슴의 낙각은 혈중 testosterone 농도가 4.0 ng/ml 이하로 내려가야 낙각이 되는 것을 알 수가 있으며, 사슴뿔 절각 후에도 MPA 투여구는 testosterone 수준의 증가가 대조구보다 완만한 것을 알 수 있었다. 이 결과는 사슴뿔의 완전한 낙각을 위한 혈중 testosterone 농도는 레드디어의 경우 5 ng/ml 이하였다(Suttie, 1992)는 보고와 비슷하였으며, 낙각후 부터 6~8주 동안 레드디어의 혈중 testosterone 농도는 1.6 ng/ml 이었다(Suttie, 1992)는 보고보다는 꽃사슴에서 낙각 후부터 절각할 때까지의 혈중농도가 평균 3.0 n/ml으로 조금 높았다. 엘크사슴에서는 낙각 전인 4월 4일 대조구의 혈중 testosterone 농도는 32.7 ± 25 ng/ml 이였으며, MPA 투여구는 2.44 ± 0.3 ng/ml으로 낙각이 될 때의 혈중 testosterone 농도는 3 ng/ml 이하였으며, 사슴뿔이 성장중에

Table 4. The periods of velvet antler growth by MPA treatment in sika and elk deer

Item	Period of velvet antler growth (days)					
	First growth		Regeneration		Total	
	Elk	Sika	Elk	Sika	Elk	Sika
Control	85	65	−	−	85	
MPA injection	85	65	82	79	167일	144

도 그 이하를 나타내었다. 또한 절각시의 혈중 testosterone 농도는 두 처리 모두 4 ng/ml 이하였으며, 절각 후 20일 후의 혈중 testosterone 농도는 대조구가 50 ng/ml 이였으나 MPA 투여구는 28 ng/ml을 나타내었다. 이 결과로 미루어 보아 엘크 사슴의 낙각은 혈중 testosterone 농도가 3.0 ng/ml 이하로 내려가야 낙각이 되는 것을 알 수가 있었다. 그러나 절각 후 20일경의 혈중 testosterone 농도가 대조구 및 MPA 투여구에서 각각 50 ng/ml 및 28 ng/ml으로 나타난 것은 분석의 오차로 생각된다. 이 결과도 사슴뿔의 완전한 녹각화를 위한 혈중 testosterone 농도는 레드디어의 경우 5 ng/ml 이상이었다는 보고와 유사하였으며, 낙각 후부터 6~8주 동안 레드디어의 혈중 testosterone 농도는 1.6 ng/ml 였다(Suttie, 1992)는 보고 보다는 엘크에서 낙각 후부터 절각할 때 까지의 혈중농도가 평균 2.6 ng/ml으로 레드디어 보다 조금 높았다.

Fig. 1. Changes of blood testosterone concentration by MPA treatment in Sika deer.

Fig. 2. Changes of blood testosterone concentration by MPA treatment in Elk deer.

5. 혈중 IGF-Ⅰ 농도

꽃사슴의 혈중 IGF-Ⅰ의 농도는 대조구에서는 5월 중순에 1,366 ng/ml로 최고치를 나타내었으나, MPA 투여구는 9월 중순에 1,390 ng/ml로 최고치를 나타내었으며, 사슴뿔의 성장곡선과 같이 IGF-Ⅰ의 농도도 증가하는 경향을 나타내었다. 그러나 본 시험에서 IGF-1 농도는 대조구가 MPA 투여구보다 높아 MPA 처리로 IGF-Ⅰ 농도는 증가하지 않았다. 성장중에 있는 뿔의 말단에 IGF-Ⅰ의 수용체가 존재하며 GH의 수용체는 존재하지 않으므로서 IGF-Ⅰ이 뿔 성장을 자극하는 호르몬이라고 하였으며(Corson, 1985), *In-vitro* 시험으로 testosterone 농도의 높은 수준은 IGF-I의 결합을 감소시키고(Elliott, 1993) 테스토스테론은 세포 분열에 있어서 IGF-I의 자극을 방해하여 뿔 성장을 억제시킨다(Bubenik, 1966)고 한 것과 같이 본 시험에서는 MPA 투여로 인하여 testosterone 농도가 낮아져서 IGF-I이 뿔 성장을 자극하여 재생뿔이 발생한 것으로 생각되며, 뿔 성장 기간중 IGF-I의 분비는 사슴뿔의 성장곡선과 같이 정의 상관관계를 나타내었다. 엘크의 혈중 IGF-Ⅰ 농도는 Fig. 4와 같이 녹용의 성장과 함께 증가하는 경향을 나타내며 MPA 투여구가 대조구보다 높은 농도를 나타내었으며, IGF-Ⅰ 농도의 최고치는 대조구가 4월말인 녹용성장 초기에 945 ng/ml를 보였으며, MPA 투여구는 5월중순에 1,200 ng/ ml를 보였다, 이것은 꽃사슴과는 반대

Fig. 3. Changes of blood IGF-Ⅰ concentration by MPA treatment in Sika deer.

Fig. 4. Changes of blood IGF-Ⅰconcentration by MPA treatment in Elk deer.

의 경향을 보였으나, 엘크에서도 MPA 투여로 인하여 testosterone 농도가 낮아져서 IGF-I이 뿔 성장을 자극하여 재생뿔이 발생한 것으로 생각되며, IGF-Ⅰ분비의 곡선은 사슴뿔의 성장곡선과 같이 정의 상관관계를 나타내었다.

Ⅳ. 요 약

낙각시기는 MPA을 투여 하였을때 엘크 및 꽃사슴에서 처리 후 평균 21일에 낙각이 되었으며, 대조구에 비하여 엘크는 평균 37일 꽃사슴은 24일 낙각시기가 빨랐다($P<0.01$).

MPA 투여구에서는 꽃사슴과 엘크 모두 절각 후 재생뿔이 발생되었으며, 뿔 성장기간은 두 품종 모두 대조구보다 MPA 투여구가 2배정도 길었다.

녹용 총 생산량은 엘크의 경우 대조구 및 MPA 투여구가 각각 7.31, 10.11 kg 이였고, 꽃사슴은 1.00, 1.41 kg으로 MPA 투여구가 유의적으로 많았다.

꽃사슴과 엘크사슴의 낙각이 될때의 혈중 testosterone 농도는 4.0 ng/ml 이하였으며, 사슴뿔의 성장기간 동안에도 4.0 ng/ml 이하를 나타내었다.

녹용 성장기의 꽃사슴과 엘크 사슴의 혈중 IGF-Ⅰ 농도는 사슴뿔의 성장곡선과 같이 IGF-Ⅰ의 농도도 증가하는 경향을 나타내었다.

Ⅴ. 인 용 문 헌

1. Barrell. G. R. and Muir. P. D. 1985. Artificial manipulation of antler casting and antler growth in red deer. proceedings NZVA deer branch course 2:64-71.
2. Barrell. G. R., Lengoc, C. M. and Muir. P. D. 1987. Receptors for estradiol in growing antlers of red deer stags. Abstr. of the 18. Congress of I.U.G.B., Krakow, Poland. 17-18.
3. Bubenik, G. A. 1982. Endocrine regulation of the antler cycle, pp. 73-107. In : R. D. Brown(ed), Antler development in cervidae. Caesar Kleberg Wildl. Res. Inst., Kingsville, TX.
4. Bubenik, G. A. and Bubenik, A. B. 1985. Seasonal variations in hair pigment ation of White-tailed deer and their relationship to sexual activity and plasma testosterone. J. Exp. Zool. 235:387-395.
5. Bubenik, G. A. and Pomerantz, D. K., et al. 1987. The role of androstenedione and testosterone in the reproduction and antler growth of a male white-tailed deer. Acta. Endocrinol. 114(1):147-152.
6. Bubenik, G. A., Schams, D. and Coenen, G. 1987. The effect of artificial photoperiodicity and antiandrogen treatment on the antler growth and plasma levels of LH, FSH, testosterone, prolactin and alkaline phosphatase in the male white-tailed deer. Comp. Biochem. Physiol. 87A(3):551-559.
7. Coson, I. D., Suttie, J. M., Gluckman, P. D., Butler, J. H., Fennessy, P. F. and Laas, F. J. 1985. Endocrinology. No. 2. 116:846-847.
8. Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F test. Biometerics. 11:142.
9. Elliott, J. L., Oldham, J. M., Ambler, G. R., Molan, P. C., Spencer, G. S., Hodgkinson, S. C., Breier, B. H., Gluckman, P. D., Suttie, J. M., Bass, J. J. and Endocrinol, J. 1993. Aug. 138(2): 233-242 Receptors for insulin-like growth factor-II in the growing tip of the deer antler. Department of Biological Sciences, University of Waikato, Hamilton, New Zealand.
10. Fisher, M. W., Fennessy, P. F. and Milne, J. D. 1988. Effects of melatonin on seasonal physiology

of red deer. Proc. NZ Soc. Anim. Prod. 48:113-116.
11. Goss, R. J. 1968. Inhibition of growth and shedding of antlers by sex hormones. Nature 220: 83-85.
12. Goss, R. J. 1983. Deer antlers. regeneration, function, and evolution. Academic Press Inc., Orlando FL (ISBN 0-12-293080-0), 336p.
13. Jaczewski, Z. 1954. The effect of altered daylight on the growth of antler in deer (*Cervus elaphus* L) folia Biologica : 133-143.
14. Lincoln, G. A., Fraser, H. M. and Fletcher. T. J. 1982. Antler growth in male deer (*Cervus elaphus*) after active immunization against LH-RH. J. Reprod Fertil. 66:703-708.
15. Lincoln, G. A. 1985. Seasonal breeding in deer. Biology of Deer Production. Wellington, Royal Soc. NZ.
16. Muir, P. D., Barrell, G. K. and Sykes, A. R. 1982. Modification of antler growth in Red deer stags by use of a synthetic progesteagen. Proc. N.Z. Soc. Anim. Prod. 42:145-147.
17. Muir, P. D., Sykes, A. R. and Barrell, G. K. 1987. Calcium metabolism in red deer (*Cervus elaphus*) offered herbages during antlerogenesis: kinetic and stable balance studies. J. Agric. Sci. 109:357-364.
18. Suttie, J. M., Fennessy, P. F. et al. 1992. Seasonal patton of luteinizing hormone and testosterone pulstie secretion in young adult Red deer stags (*Cervus elaphus*) and its association with the antler cycle. J. Report. Fert. 95:925-933.
19. 陳俊吉, 林武霆 漢根, 揚錫坤. 1998. The effect of steroids ang dopaminergic antagonist on velvet antler production of Sika deer, 中國畜牧學會會誌 第27卷 第3期 : 384-398.

(접수일자 : 2005. 8. 29. / 채택일자 : 2005. 10. 7.)