

제주 경주마의 영양성이차성 상피소체 기능항진증

김 준 규 · 최 희 인*

한국마사회 마필보건소 · 서울대학교 수의과대학*

서 론

영양성이차성 상피소체기능항진증(NSH)은 칼슘(Ca)과 인(P)의 섭취불균형 혹은 Ca의 흡수장애가 일어났을 때 상피소체호르몬(PTH)의 분비로 골조직내 Ca이 방출되어 골의 치밀도가 낮아지고 형태적인 변화가 일어나는 것이다.^{1,2,4,7,13,14,16-21,33,34,36} 특히 경주마에서는 운동과 주력향상을 추구하는 과정에서 운동기 질환이 빈발하기 때문에 이 대사성 장애는 중요한 질병이다.^{4,16,36}

NSH 진단은 골조직검사^{13,19,27,28,31,35,38}, 혈중 Ca 및 P 농도 측정^{7,10,18}, X-선 검사³¹ 혹은 피모중의 Ca, P 함유량측정³⁹ 등의 방법이 연구되어 왔다. 그러나 골조직검사는 NSH가 만성적으로 진행되어 골조직에 현저한 변화가 일어났을 때 진단이 가능하고, 혈중 Ca과 P 농도는 PTH의 작용으로 정상범위를 쉽게 벗어나지 않으며 X-선상으로는 골조직내 Ca이 30~60% 정도가 탈실되어야 확인되며 피모중의 Ca과 P 농도는 이들의 섭취량에 비례하지 않기 때문에 이들 모두는 진단적 가치가 희박하다. 그러나 혈액과 뇨중에서 Ca과 P의 농도 및 Creatinine 농도를 측정하여 Ca와 P에 대한 Fractional excretion(FECa & FEP)산출⁸을 근거로한 발전된 NSH 진단기준이 연구⁵되어 현재 이용되고 있다.

경주마에서의 운동기 질환과 관련된 보고에는 Caple 등⁶(1982)에 의하면 Thoroughbred 경주마에서 60%가 NSH에 이환되어 있었다고 하였고, Mason 등(1988)²²은 Thoroughbred 경주마의 골절사고 원인규명을 위한 조사과정에서 87.5%가 NSH에

이완되었다고 보고하면서 경주마들의 사양관리에 문제점이 있음을 지적하고, 예방과 치료를 목적으로 일정량의 탄산칼슘을 계속 투여하였던 바 NSH 이환마는 거의 볼 수 없었고, 경주중의 골절사고율도 투약전에 비해 35%가 감소되었다고 하였다.

우리나라 경주마에서 발생되고 있는 각종 질병중 운동기 질환이 차지하는 비율이 30% 정도이며 연간 도태되는 경주마 30%중 운동기 질환으로 도태되는 경우가 20% 정도이다.⁴² 한편 운동기 질환에 관련된 연구보고에는 金과 崔의 경주마의 退行性關節症에 관한 연구보고⁴⁰와 朴 등의 섬유성골이영양증 발생에 보고⁴¹가 있을 뿐이다. 이에 필자는 제주 경주마를 대상으로 하여 NSH의 이환실태와 이와 관련된 운동기 질환의 종류와 발생을 그리고 Ca제제의 투여에 따른 치료효과를 알아보고자 이 실험에 착수했다.

재료 및 방법

공시동물: 제주경주마 47두(평균체중 281.4kg, 평균년령 3.7세, 암 20두, 수 27두)를 임의로 선정하여 Caple 등⁵의 방법으로 NSH의 이환실태를 조사하였고, NSH 이환마 33두에 대해서는 임상검사 및 X-선 검사를 실시하였다. 그리고 임상증상을 보인 20두 중 골절이 확인된 3두를 제외한 17두에 대해서는 탄산칼슘 투여군(T₁)에 10두(일과성 파행:9두, 심한 운동장해:1두), 비타린칼 투여군(T₂)에 7두(일과성 파행:5두, 심한 운동장해:2두)를 각각 배치하였다.

혈액 및 뇨검사: 공시동물은 아침 사료급여 전에 정맥혈(정정맥)과 뇨를 각각 10ml씩 채취하여 Ca 농도는 OCPC법¹²⁾, P 농도는 Molybdenum blue법¹³⁾ 그리고 Creatinine 농도는 Jaffe법¹⁵⁾으로 각각 검사하였다.

그리고 Ca와 P에 대한 Fractional excretion(FE-Ca & FEP)을 산출⁸⁾ Caple 등⁹⁾의 기준치를 적용 NSH 이환여부와 그 정도를 조사하였다. 그리고 Ca제제의 투여에 의한 치료효과를 알아보기 위해서 투여전과 투여 40일후에 혈액과 뇨를 각각 10ml씩 채취하여 FECa와 FEP의 변동상들을 비교관찰하였다.

NSH 진단: 혈액 및 뇨중의 Ca, P과 Creatinine 농도의 측정에 의한 FECa와 FEP의 산출공식⁸⁾ 및 그 산출값에 의한 NSH 진단기준⁵⁾은 다음과 같다.

$$1) \text{ 산출공식: } \frac{\text{Urine Ca(P) concentration}}{\text{Serum Ca(P) concentration}} \times \frac{\text{Serum creatinine concentration}}{\text{Urine creatinine concentration}} \times 100$$

- 2) 진단기준
- 정상군 : FECa > 2.5% AND FEP < 4.0%
(adequate in Ca & P)
- NSH-DCa군 : FECa < 2.5% AND FEP < 4.0%
(deficient in Ca & adequate in P)
- NSH-EP군 : FECa > 2.5% AND FEP > 4.0%
(adequate in Ca & excessive in P)

임상증상 및 X-선 검사: 환마(33두)에 대해서는 임상관찰과 X-선 검사를 통해 운동기 장애의 종류와 정도를 조사하였고, Ca제제 투여군에 대해서는 Ca제제 투여효과를 알아보기 위해 약물투여 전과 후의 변화를 비교하였다. 임상관찰은 보행과 운동시의 파행, 외부적인 형태의 변화와 통증반응 및 열감의 유무 등을 조사하였으며, X-선 검사는 전지의 중수골과 지골 및 임상증상의 발증부위에 대해 골밀도와 골피질의 두께변화 및 골질의 유무 등을 확인하였다.

Ca제제의 투여: 임상증상을 보인 17두중 T₁군

(10두)에는 탄산칼슘을 두당 34g 씩 그리고 T₂군(7두)에는 비타린칼을 두당 120g 씩 각각 매일 40일 동안 매 급식시에 첨가급여하였다.

Ca제제의 성분:

탄산칼슘: 철산화물: 100% CaCO₃

비타린칼: 한국바이엘화학(주): 1kg 중에 함유되어 있는 성분은 다음과 같다.

Ca: 73.7g P: 43.5g 비타민D₃: 30,000iu

비타민A: 150,000iu NaCl: 30g Na: 21.8g

Mg: 900mg Fe: 670mg K: 38mg Mn: 40mg

통계처리: 본 실험에서 얻어진 성적은 T검정을 통해 5% 수준에서 유의성을 확인하였다.

결 과

제주경주마에 대한 NSH 이환률과 이들에 대한 임상증상과 X-선 검사소견 그리고 임상형에 대한 Ca제제의 투여효과 등에 관한 성적은 다음과 같다.

NSH 이환실태: 47두에 대한 NSH 이환실태 성적은 Table 1과 같았다. 즉, 47두중 정상군에 속한 것은 14두(29.8%)였고, NSH 이환마는 33두(70.2%) 였는데 이중 Ca 결핍에 의한 경우(NSH-DCa)는 32(68.1%)두 였고, Ca는 적절하나 P의 과잉에 의한 경우(NSH-EP)는 1두(2.1%)였다. 그리고 정상군(14두)의 FECa와 FEP 평균치는 각각 5.35 ± 2.57%와 0.96 ± 1.15%였으며, NSH-DCa군(32두)의 FECa와 FEP 평균치는 각각 1.28 ± 0.55%와 0.33 ± 0.60%였고, NSH-EP군(1두)에서의 FECa와 FEP는 각각 3.6%와 4.1%였다. 즉, 공시동물 47두 중에서 32두(68.1%)가 Ca 결핍이 원인이었다.

Ca, P의 혈중농도: 조사대상마 47두에 대한 Ca과 P의 혈중농도는 Table 2에 제시한 바와 같다. 즉, 정상군(14두)에서의 혈중 Ca과 P 농도의 평균치는 각각 11.6 ± 1.46mg/100ml와 3.6 ± 0.55mg/100ml였다. 그리고 Ca 결핍에 의한 이환군(NSH-DCa) 32두에서의 Ca과 P 농도의 평균치는 각각 11.6 ± 1.23mg/100ml와 3.8 ± 0.67mg/100ml였고, Ca은 적절하나 P의 과잉에 의한 이환군(NSH-EP) 1두의 Ca와 P 혈중농도는 각각 15.1mg/100ml과 4.0mg/100ml였다. 각 군간의 혈중 Ca과 P 농도를 상호비교해 본 결과 Ca은 적절하나 P 과

Table 1. Mean Values of Fractional Excretions of Calcium and Phosphorus in 47 Cheju Ponies

(Means ± SD, %)

Group	No. of pony	FECa	FEP
Normal	14(29.8%)	5.35 ± 2.57	0.96 ± 1.15
<i>NSH-DCa</i>	32(68.1%)	1.28 ± 0.55	0.33 ± 0.60
<i>NSH-EP</i>	1(2.1%)	3.6	4.1

Normal: FECa > 2.5% & FEP < 4.0% (adequate in Ca & P).

NSH-DCa: FECa < 2.5% & FEP < 4.0% (deficient in Ca & adequate in P).

NSH-EP: FECa > 2.5% & FEP > 4.0% (deficient in Ca & excessive in P).

FECa: Fractional excretion of Calcium.

FEP: Fractional excretion of Phosphorus.

Table 2. Mean Values of Serum Calcium and phosphorus Levels of Normal and Nutritional Secondary Hyperparathyroidism Groups

(Means ± SD, mg/100ml)

Group	No. of pony	Calcium	Phosphorus
Normal	14	11.6 ± 1.46	3.6 ± 0.55
<i>NSH-DCa</i>	32	11.6 ± 1.23	3.8 ± 0.67
<i>NSH-EP</i>	1	15.1	4.0

Table 3. Clinical Signs of 33 Cheju Ponies with Nutritional Secondary Hyperparathyroidism

Clinical sign	No. of pony	Percentage (%)
Subclinical	13	39.4
Transient lameness	14	42.4
Definite lameness	6	18.2
Total	33	100.0

Table 4. Changes of Fractional Excretions of Calcium and Phosphorus after Calcium Supplementation for 40 Days

(Means ± SD, %)

Group	No. of pony	Before treatment	After treatment
T ₁	<i>FECa</i>	1.26 ± 0.659	1.92 ± 1.451 ^a
	<i>FEP</i>	0.31 ± 0.387	1.52 ± 2.291
T ₂	<i>FECa</i>	1.31 ± 0.440 ^b	13.16 ± 9.816 ^{A,B}
	<i>FEP</i>	0.04 ± 0.035	0.50 ± 0.238

* A; a, B; b; p < 0.05.

T₁: Caco3 34 g/day/pony/P.O. for 40 days.

T₂: VITA-RINKAL 120 g/day/pony/P.O. for 40 days.

FECa: Fractional excretion of Calcium.

FEP: Fractional excretion of Phosphorus.

잉에 의한 경우(NSH-EP)에서는 Ca과 P의 농도 모두가 다른 두 군에 비해 높았으나 이들 성적 모

두가 정상범위에 있었고 유의차는 없었다(p < 0.05). 임상증상 및 X-선 검사소견: NSH 이환마 33

Table 5. Recovery Rate of Ponines from Nutritional Secondary Hyperparathroidism after Treatment with Calcium Supplementation for 40 Days

Group	No. of poney	FECa/FEP	Clinical sigh
		Recovering	Return to normal
T ₁	10	2(20.0%)	6(60.0%)
T ₂	7	7(100.0%)	5(71.4%)

두에 대한 임상증상과 X-선 검사결과는 Table 3과 같다. 즉, 33두중 임상증상을 보이지 않은 경우는 13두(39.4%)였고, 임상증상을 보인 경우는 20두(60.6%)였다. 이들중 일과성 파행을 보인 경우는 14두 였는데 모두가 전지 또는 후지에서 가벼운 파행이 인정되었으나 외관상으로는 관절, 인대와 건 부착부 주위의 부종, 통증반응 및 열감 등이 관찰되지 않아 파행의 원발부위는 확인되지 않았다. 그리고 나머지 6두는 심한 운동기 장애를 보였는데 이들 모두는 파행의 정도가 심했고, 이중 2두는 중수골 전면이 국소적으로 종창, 열감 및 통증반응을 보였다(Fig. 1). 지골의 인대부착부에 열감 및 통증반응을 보인 것이 1두 였다. 그리고 나머지 3두는 완관절, 구절 및 제관절 주위에 부종, 열감 및 통증반응을 보였다.

X-선 검사상에서는 일과성 파행을 보인 14두에서는 골밀도와 골피질의 소견이 정상마의 것에 비교하여 차이가 없었으며 심한 운동기 장애를 보인 6두중 1두는 골피질의 두께가 정상마의 것에 비하여 현저히 얇고 전반적으로 골밀도가 낮은 상태였고(Fig. 5), 중수골 앞부분이 종창되고 열감 및 통증반응을 보인 2두의 종창된 부위는 골막이 증식된 병변이 있었다(Fig. 7). 그리고 나머지 3두는 완골(Fig. 2), 주상골(Fig. 3) 및 종자골(Fig. 4)이 골절되었는데 이들의 골밀도와 골피질의 두께는 정상마와 비교하여 차이는 없었다.

칼슘제제 투여효과 : Ca제제 투여전과 후의 FECa와 FEP의 변동은 Table 4와 같았다. 즉, 탄산칼슘 투여군(T₁, 10두)에서 FECa 평균치는 투여전 1.26±0.659%에서 투여후 1.92±1.451%로 약간 증가되었으나 정상치에는 이르지 못하였고 이중 2두에서는 정상수준으로 회복되었다. 그리고 FEP의 평균치는 투여

전 0.31±0.387%에서 투여후는 1.52±2.291%로서 정상수준에 있었다.

비타민칼 투여군(T₂, 7두)의 경우는 FECa의 평균치가 투여전 1.31±0.440%에서 투여후에는 13.16±9,816%로 현저하게 상승되어 7두 모두가 정상치로 회복되었다(p<0.05). 그리고 FEP의 평균치는 투여전과 후에 각각 0.04±0.035%와 0.50±0.238%로서 정상범주였다.

임상증상의 변화는 탄산칼슘 투여군(10두)에서는 투여후 30일 경부터 파행이 완화되기 시작하여 40일 후에는 6두에서 파행이 소실되었는데 일과성 파행을 보였던 9두중 3두와 심한 운동장애를 보였던 1두에서는 증상이 완화되었으나 파행은 지속되었다. 그리고 비타민칼 투여군(7두)에서는 투여 20일 경부터 파행이 완화되기 시작하여 투여 40일 후에는 일과성 파행을 보였던 5두 모두는 파행이 소실되었고 중수골 전면에 종창, 열감 및 통증반응을 보였던 2두는 발증부위의 열감, 통증반응 등의 증상은 소실되었고, 중수골 전면의 국소적 종창은 감소되었지만 파행은 지속했다.

X-선 검사상에서는 일과성 파행을 보였던 14두에서는 두군 모두에서 투여전과 후에 육안적 차이는 없었으나 탄산칼슘 투여군 중 지골과 중수골의 골밀도 감소와 골피질의 두께가 얇았던 1두는 투여후 골밀도와 골피질의 두께가 정상수준으로 회복되었다(Fig. 6). 그리고 비타민칼 투여군중 중수골 전면의 골막 증식을 보였던 2두는 투여후 증식되었던 중수골 전면이 골화되었고, 골밀도와 골피질의 두께가 정상수준으로 회복되었다(Fig. 8). 그리고 탄산칼슘 투여군과 비타민칼 투여군에서의 X-선상의 차이는 인정되지 않았다.

고 찰

골조직에는 체내 Ca의 99%와 P의 75% 정도가 hydroxyapatite 결정체의 형태로 저장되어 있고 그 성분비는 Ca와 P가 2:1이며 collagen으로 강하게 결합되어 있다.^{4,7,14,26,29)} 사료중의 Ca, P 및 비타민 D의 절대량 부족 또는 인의 과잉과 수산이 다량 함유된 목초를 섭취할 때는 소장에서 Ca의 흡수가 억제되어 혈중 Ca 농도의 유지를 위한 항상성 기전에 의한 PTH의 분비로 장내에서 Ca의 흡수율이 증가됨과 동시에 골저장 Ca이 혈중으로 유출되며, 신장에서의 Ca 배설량이 감소되는 것이 NSH 이다.^{7, 18, 20, 21, 23-25, 27, 31, 33, 34, 36, 37)}

이러한 상태가 지속되어 임계정도를 넘어섰을 때 성장기 어린동물에서는 골조직의 성장장애가 일어난다. 그리고 성숙한 동물에서는 골조직의 밀도가 감소되어 골연화증 상태가 되면서 골조직내 Ca이 빠져나간 자리에 섬유성결합조직이 형성되어 소위 섬유성골이영양증이 된다.^{3, 9, 18, -21, 25, 27, 28, 31, 38)} 그리고 심할경우 말에서는 안면골 또는 하악골에 대칭으로 섬유성 결합조직이 증식하여 소위 거대두(big head)가 되기도 한다.^{13, 17, 18, 24, 25, 28, 35, 38)}

Schryver 등³²⁾은 NSH 이환마에서는 뇨중 Ca 배설량이 감소되고 P의 배설량이 증가하는 것에 근거하여 뇨를 통한 Ca과 P의 배설량 측정으로 NSH 진단의 가능성을 제시하였고, Caple(1982) 등⁵⁾은 이를 근거로한 경주마의 NSH 연구에서 정상마는 FECa는 2.5% 이상 FEP는 4.0% 미만, Ca이 결핍된 말은 FECa가 2.5% 미만, P 과잉 말은 FEP가 4.0% 이상이라고 하였다. 그리고 Lane(1983)⁸⁾과 Morris(1984)²⁵⁾ 등도 이 기준의 진단적 가치를 인정하였다.

경주마에서의 NSH 이환률은 Caple(1975) 등⁶⁾은 Thoroughbred 경주마 90두 중 47두(52%), 139두 조사에서는 87두(60%)였다고 하였다. 한편 Mason 등³²⁾의 경우는 40두의 경주마 중 35두(87.5%)가 NSH에 이환되었음을 보고하면서 사양관리상의 문제점을 지적하였다. 본 실험에서의 제주경주마에서도 47두중 33두(70.2%)의 이환률을 나타내어 외국의 경우와 비슷한 발생율을 나타내었다.

원인별로는 Ca량은 정상이나 P의 과잉에 의한 경우 Caple(1975) 등⁶⁾은 90두의 경주마 중 12두(13%) 그리고 139두에서는 28두(20%)였다고 했는

데 본 실험에서는 47두중 단 1두(2.1%)만이 P과잉에 의한 것으로 나타났다. 한편 Ca 결핍에 의한 경우로는 Caple(1975) 등⁶⁾은 경주마 90두에서 19두(21%) 그리고 139두에서는 22두(16%)였다고 하였다. 본 실험에서는 47두 중 32두(68.1%)에서 Ca 결핍에 의한 것으로서 외국의 16%~21% 수준에 비해 현저히 높았다.

그리고 Ca 결핍과 P 과잉에 의한 경우는 Caple(1975) 등⁶⁾은 90두의 경주마 중 16두(18%), 139두에서는 33두(24%)였다고 했는데 본 실험에서는 47두중 이에 해당되는 경우는 없었다. Ca 결핍에 의한 경우와 Ca 결핍과 P의 과잉에 의한 경우를 합하면, Caple(1975) 등⁶⁾의 보고에서는 90두 중 35두(39%)또는 139두 중 55두(40%)였다고 했는데 본 실험에서는 47두 중 32두(68.1%)로서 외국의 경우보다는 훨씬 높은 편이었다.

이상을 비교해보면 외국의 경우는 Ca 결핍이 원인인 경우와 Ca 결핍에 P 과잉에 의한 경우가 각각 16~20%와 18~24%인데 반해 제주경주마에서는 거의 대부분이 Ca 결핍에 기인된 것임을 알 수 있었다. 이에 대한 원인은 본 실험에서는 해석이 불가능하며 앞으로 추구할 중요한 과제이다.

Ca과 P의 혈중농도 변화는 급여비율을 달리 하더라도 변화가 없으며^{4,10,32,36)}, 임상증상과 골조직의 변화가 현저한 경우에도 정상범위내에서 약간의 증감이 있을 뿐이다.^{3,10,16)} 다만 이 경우에 뇨를 통한 Ca의 배설량은 달라진다.^{4,16)} 그리고 Denny¹⁰⁾도 Ca과 P이 불균형인 경우 혈중 Ca와 P 농도의 변동을 경시적으로 조사한 결과 Ca 농도가 상승하고, P의 농도는 감소하지만 정상범위를 벗어나지 않는다고 하였다. 본 실험에서도 정상군과 NSH군에 있어서 혈중 Ca과 P 농도는 정상군과 Ca 결핍군간의 차이는 없었다.

NSH의 경과중에 나타나는 초기증상은 일과성 파행, 관절부위를 압진했을 때 민감한 반응을 보이거나, 보행시의 균형상실 등이 나타나는데 이는 파골세포에 의한 외측주위박막(剝膜)의 골조직이 흡수되어 건의 부착점이 느슨해지고 관절연골을 지지하는 골주가 약화된 상태에서 체중과 운동에 의한 압박으로 관절연골의 파괴에 기인한다.^{4,16,21)} NSH가 만성적으로 진행된 말에서의 지골에 대한 X-선상은 전반적인 골밀도 감소와 얼룩무늬형성(mottling) 및 종자골의 불명료함이 특징이다.³⁾ NSH 이환

마에서의 임상증상 발현율에 대한 보고에는 차이를 접할 수가 없었다.

본 실험에서의 NSH 이환마 중 임상증상을 보인 것은 47두 중 20두로서 60.6%였다. 이들중 14두는 일과성 파행을 보였고, 심한 운동기 장애를 보인 것은 6두였는데 이중 2두는 외관상 중수골 전면의 종창, 열감 및 통증반응을 보였고, 1두는 지골주위의 건과 인대의 부착부에 열감 및 통증반응을 보였으며, 3두는 전지의 완관절, 구관절 및 제관절 주위에 부종과 열감, 통증반응을 보였다.

X-선 검사상에서 일과성 파행을 보인 14두에서는 골밀도와 골피질의 소견이 정상마의 것과 비교 시 육안적 차이가 없었다. 이는 골밀도가 30~60% 정도 감소되어야 X-선상으로 확인이 가능하므로³⁾ 실제로는 골조직내 Ca의 상당량이 감소되었으나 X-선상으로는 관찰되지 않은 것으로 믿어진다. 심한 운동기 장애를 보인 6두중 전지 지골의 인대와 건부착지점에 열감 및 통증반응을 보였던 1두는 골피질의 두께가 정상마의 것에 비하여 현저히 얇고 전반적으로 골밀도가 낮은 상태였다. 그리고 중수골 앞면이 종창되고 열감 및 통증반응을 보인 2두에서는 발증부위 주위의 골막이 증식된 병변이 관찰되었다. 따라서 이들은 다른 말에 비해 NSH의 이환기간이 길었던 것으로 추측된다. 그리고 완골과 주상골 및 종자골이 골절된 3두는 X-선상으로는 골밀도와 골피질의 두께가 정상마에 비해 차이가 관찰되지 않았다. 이는 준임상형의 NSH 이환마에 있어서는 파행증상이나 다른 운동기 장애가 나타나지 않았는데 실제적으로는 골밀도가 정상에 비해 감소된 상태였던 것으로 믿어진다.

NSH 이환마에 대한 Ca제제 투여효과에 대한 보고에는 Mason²⁰⁾의 경우 NSH로 진단된 27두에 매일 탄산칼슘 56g 씩을 투여하였던 바 1개월 후 모두에서 FEP가 정상수준으로 회복되었으며, 35%의 골절에 방효과가 있었다고 하였다. 그리고 Joseph¹⁶⁾는 밀기울의 다량급여에 의한 NSH 이환마에 탄산칼슘 300g 씩을 매일 급여한 결과 NSH의 치료효과가 높았다고 하였다. 한편 McKenzie³¹⁾는 당밀첨가로 탄산칼슘 섭취의 기호성을 높였던 바 치료효과가 더 좋았다고 하였다.

본 실험에서 Ca제제를 40일동안 투여했을 때 NSH의 회복효과는 FECa가 정상수준으로 회복된 경우는 탄산칼슘 투여군에서는 10두 중 2두, 비타

린칼 투여군에서는 7두 모두에서 정상치로 회복되므로써 비타린칼 투여군의 FECa의 정상회복률이 탄산칼슘 투여군에 비해 높았다. 이는 탄산칼슘과 비타린칼의 1일 급여량이 각각 34g과 120g 이지만 각각의 Ca 함량은 같으나 비타린칼에는 Ca 흡수를 촉진시키는 비타민 D₃와 다른 비타민과 미량원소 및 기호성을 높이는 부형제가 첨가되었기 때문인 것으로 사료된다.

Ca제제 투여에 의한 임상증상의 회복에 대하여 Capen⁴⁾은 경주마에 탄산칼슘을 1~2개월간 투여하였던 바 파행증상이 소실되었다고 하였고, Joyce 등¹⁷⁾도 같은 효과를 얻었다고 하였다. 그리고 Capen⁴⁾과 Mason 등²⁰⁾은 Ca를 NRC 사양표준량의 5배까지 Ca를 늘려 급여했는데도 부작용은 없었다고 하였다. 한편 Schryver 등²¹⁾은 말은 매일 2.5g/kg(b.w)씩의 Ca이 자연손실 되므로 통상적인 흡수율 50%를 산정하여 5g/day/100kg(b.w)의 투여가 필수적이라고 하였다. 그리고 Brook³⁾는 골밀도의 감소가 현저한 6세 Pony에 탄산칼슘 14g과 Clover hay(Ca:P=5:1)를 매일 6개월간 급여한 후 X-선 촬영을 하였던 바 골밀도가 정상으로 회복되었음을 보고한 바 있다.

본 실험에서의 임상증상의 회복율은 탄산칼슘 투여군(10두)에서는 일과성 파행을 보였던 9두 중 6두에서 파행이 소실되었고, 일과성 파행을 보였던 3두와 심한 운동장애를 보였던 1두는 파행을 지속했는데 심한 운동장애를 보였던 1두는 투여후 구절부의 통증반응과 열감이 소실되었고, 파행도 투여전에 비해 가벼워졌다. 그리고 비타린칼 투여군(7두)에서는 일과성 파행을 보였던 5두 모두 파행이 소실되었고, 심한 운동장애를 보였던 2두에서는 중수골 전면의 국소적 종창 및 열감, 통증반응이 소실되었고, 파행정도가 완화되었지만 가벼운 파행은 지속했다. 이로보아 임상증상의 회복효과 역시 비타린칼이 탄산칼슘보다 더 좋은 것으로 나타났다.

X-선 검사상으로는 두군에서 공히 일과성파행을 보였던 14두 모두에서 투여전과 후의 골밀도의 차이는 관찰되지 않았다. 탄산칼슘 투여군 중 심한 운동기 장애를 보였던 1두는 투여후 중수골과 제 1지골의 골밀도와 골피질의 두께가 정상수준으로 회복되었다. 그리고 비타린칼 투여군 중 심한 운동장애를 보였던 2두에서도 국소적 골막증식반응을 보

었던 중수골 전면부위에서 골밀도와 골피질의 두께가 정상으로 회복되었다. 그러나 X-선상으로는 탄산칼슘과 비타린칼의 투여효과 차이는 인정되지 않았다.

이상의 실험성적을 종합비교하면 제주경주마에서의 NSH 이환률은 외국의 경우와 비슷한 수준이나 발생원인이 외국의 경우와는 달리 거의 모두가 Ca 결핍에 기인되어 있었다. 그리고 탄산칼슘 투여군에서는 FECa와 임상증상 회복률이 비타린칼 투여군에 비해 낮았는데 X-선상으로는 두 군 모두에서 심한 운동장애를 보였던 말의 골피질 두께의 증가와 골밀도 회복정도가 같은 것으로 미루어 보아 탄산칼슘의 기호성을 높이거나 치료기간을 더 연장했다면 회복률은 더 높았을 것으로 믿어진다. 따라서 제주경주마에 대해서는 Ca제제의 지속적인 투여로 NSH를 치료 예방함으로써 이와 관련된 운동기 질환의 발생률을 줄일 수 있다고 하겠다.

결 론

제주경주마를 대상으로하여 운동기 질환이 잘 일어나게 되는 원인중 Ca과 P의 불균형에 따른 영양성이차성 상피소체기능항진증(NSH)의 이환율과 이와 관련된 운동기 질환을 조사하였다. 그리고 NSH 이환마중 임상증상을 나타낸 17두에 대해서는 탄산칼슘(34g)과 비타린칼(120g)을 각각 40일간 투여하여 그 효과를 알아보았던 바 다음과 같은 성적을 얻었다.

NSH 이환률은 47두 중 33두였으며, 원인은 Ca

결핍에 의한 경우가 32두였다. 그리고 Ca는 정상이나 P의 과잉에 의한 경우는 1두였고, Ca 결핍에 P의 과잉인 경우는 관찰되지 않았다. 33두의 NSH 이환마 중 13두는 준임상형, 20두는 임상형이었는데 이중 6두는 심한 운동기 장애, 14두는 일과성 파행을 보였다.

X-선상에서는 일과성파행을 보인 경우에는 정상마의 골밀도에 비해 차이가 없었으나 심한 운동기 장애를 보인 6두 중 2두는 골막주위에 증식반응이 있었고, 1두에서는 지골과 중수골의 골밀도가 낮았으며 골피질의 두께가 얇았다. 그리고 완골, 주상골 및 종자골이 골절된 것이 3두였다.

Ca제제 투여후의 FECa와 FEP는 탄산칼슘 투여군은 10두 중 2두, 비타린칼 투여군은 7두 모두가 정상치로 회복되었으나 임상증상은 탄산칼슘 투여군 10두 중 6두와 비타린칼 투여군 7두 중 5두가 회복되어 비타린칼 투여군의 회복율이 더 높았다. 그리고 X-선상에서는 일과성 파행을 보였던 14두 모두에서 투약전과 후의 골밀도와 골피질의 두께차이는 없었고, 증상이 심했던 3두는 골밀도와 골피질의 두께가 정상으로 회복되었으며 두 군간의 정도차는 인정되지 않았다.

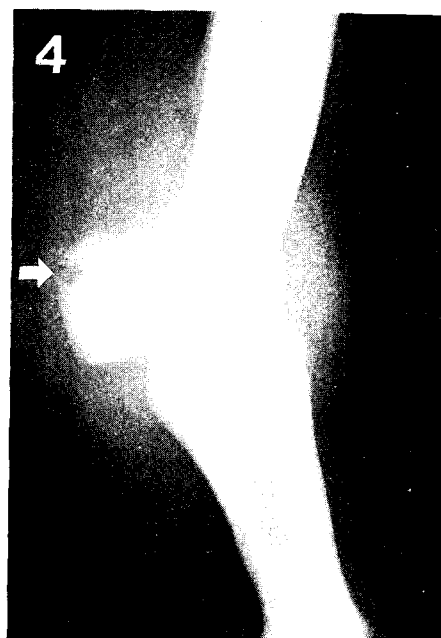
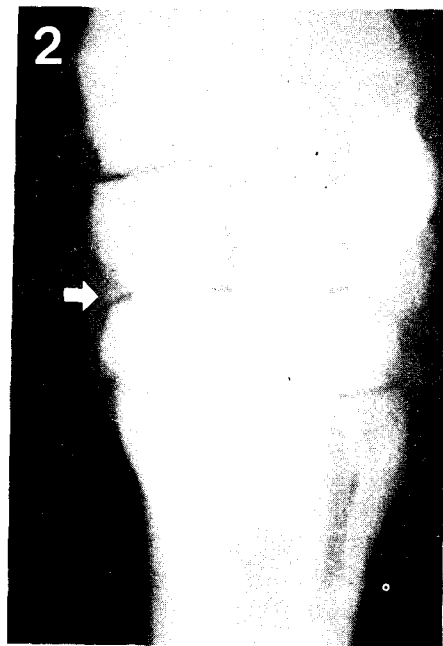
이상으로 제주경주마에서는 NSH 이환률이 비교적 높은 편이며, 근본원인이 Ca 결핍이 절대적이었음이 파악되었다. 따라서 NSH의 치료와 예방 및 이와 관련된 운동기 장애의 발생을 줄이기 위해서는 일정량의 적당한 Ca제제를 지속적으로 투여함이 요망된다 하겠다.

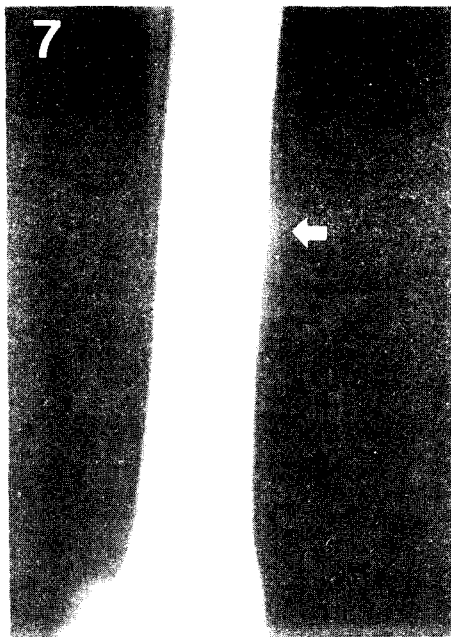
Legend for Figures

- Fig. 1. Lateral photograph of lame foreleg showing localized swelling on dorsal surface of metacarpal region.
- Fig. 2. Dorsopalmar radiograph of lame foreleg showing fracture of the radiocarpal bone.
- Fig. 3. Dorsopalmar radiograph of lame foreleg showing fracture of the navicular bone.
- Fig. 4. Lateral radiograph of lame foreleg showing a fracture of the proximal sesamoid bone.
- Fig. 5. Lateral radiograph of lame foreleg showing generalized lack of bone density and thin cortex of metacarpal bone and phalanges.
- Fig. 6. Lateral radiograph of lame foreleg 40 days after treatment(calcium carbonate). Bone density and thickness of cortex of metacarpal bone and phalanges are normal in appearance

Fig. 7. Lateral radiograph of lame foreleg showing generalized lack of bone density and hyperplasia on periosteum of metacarpal bone.

Fig. 8. Lateral radiograph of lame foreleg 40 days after treatment(Vita-rinkal). Bone density and thickness of cortex of metacarpal bone are normal in appearance.





참 고 문 헌

1. Argenzio, R.A., Lowe, J.E., Hintz, H.F. and Schryver, H.F. : Calcium and Phosphorus homeostasis in horss. *J. Nutr.*(1974) 104(1) : 18~27.
2. Bennet, D. : Nutrition and bone disease in the dog and cat. *Vet. Rec.*(1976) 7(1) : 313~320.
3. Brook, D. : Osteoporosis in a six year old pony. *Equine. Vet. J.*(1975) 7(1) : 46~48.
4. Capen, C.C. : Nutritional sencondary hyperparathyroidism. *Current therapy in equine medicine.* Saunder.(1983) : 160~163,
5. Caple, I.W., Doake, P.A. and Ellis, P.G. : Assessment of the Calcium and Phosphorus nutrition in horses by analysis of urine. *Aust. Vet. J.*(1982) 58 : 125~131.
6. Caple, I.W., Bourke, J.M. and Ellis, P.G. : An Examination of the Calcium and Phosphorus nutrition of thoroughbred racehorses. *Aust. Vet. J.*(1982) 58(4) : 132~135.
7. Coffman, J. : Calcium and Phosphorus physiology and pathophysiology. *Vet. Med. Small. Anim. Clin.*(1980) 75(1) : 93~96.
8. Coffman, J. : Percent creatinine clearance ratios. *Vet. Med. Small. Anim. Clin.*(1980) 75(4) : 671~676.
9. Debra, D.M. : Thomas J.D. and Robert H.W. : Renal clearance and fractional excretion of electorlytes over a 24-hour period in horses. *Am. J. Vet. Res.* 45(11) : 2431~2435.
10. Denny, J.E.F.M. : Equine blood serum Calcium and Phosphorus concentrations in progressive nutritional hyperparathyroidism. *Equine practice.*(1986) (7) : 34~35, 37~38.
11. Fiske, C.H. and Subbarow, Y. : The colorimetric determination of phosphorus. *J. Biol. Chem.*(1925) 66 : 375~400.
12. Fraser, D., Jones, G. et al. : *Fundamentals of clinical chemistry.* 3rd ed. Saunders Co.(1987) 705~728.
13. Groenendyk, S. and Seawright A.A. : Osteodystrophia fibrosa in horses grazing Stearia Sphacelata. *Aust. Vet. J.*(1974) 50 : 131~132.
14. Harold, F.H. : *Horse nutrition(a practical guide).* Prentice hall press.(1988) 39~47.
15. Hawk, P.B., Oser, B.L. and Summerson, W.H. : *Practical physiological chemistry.* 13rd ed. Blakiston.(1954).
16. Joseph, J.B. : Nutritional secondary hyperparathyroidism. *Equine Medicine and surgery.* Lea and febiger.(1991) 119~122.
17. Joyce, J.R., Pierce, K.R., Romane, W.M. and Baker, J.M. : Clinical study of nutritional secondary hyperparathyroidism in Horses. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*(1971) 158(12) : 2033~2042.
18. Kassirer, J.P. : Hyperphosphatemia, hyperparathyroidism and bighead. *N. Engl. J. Med.*(1973) 289(25) : 1367~1368.
19. Krook, L. and Barrett, R.B. : Simian bone disease- a secondary hyperparathyroidism. *Cornell. Vet.*(1962) 52 : 459.
20. Krook, L., Barrett, R.B., Usui, K. and Wolke, R.E. : Nutritional secondary hyperparathyroidism in the cat. *Cornell. Vet.*(1963) 53 : 224.
21. Krook, L., Barrett, R.B. Usui, K. and Wolke, R.E. : Nutritional secondary hyperparathyroidism in the cat. *Clin. Orthop.*(1969) 42(15) : 155~167.
22. Mason, D.K., Watkins, K.L. and McNie, J.T. : Diagnosis, treatment and prevention of nutritional secondary hyperparathyroidism in thoroughbred racehorses in Hong Kong. *Equine practice.*(1988) 10(3) : 10~17.
23. McKenzie, R.A., Blaney, B.J. and Gartner, R.J.W. : The effect of dietary oxalate on calcium, phosphorus and magnesium balances in horses. *J. Agr. Sci.*(1981) 97(pt.1) : 67~74.
24. McKenzie, R.A., Gartner, R.J.W., Blaney, B.J. and Glanville, R.J. : Control of nutritional secondary hyperparathyroidism in grazing horses with calcium plus phosphrus supplementation. *Aust. Vet. J.*(1981) 57(12) : 554~557.

25. McKenzie, R.A. : Purple pigeon grass(*Setaria incassata*) : a potential cause of nutritional secondary hyperparathyroidism of grazing horses. *Aust. Vet. J.*(1988) 65(10) : 329~330.
26. Nutrient requirements of horses(fifth revised edition) National academy press.(1989) : 10~12.
27. Niels, C.P. : Nutritional secondary hyperparathyroidism in a cattery associated with the feeding of a fad diet containing horsemeat. *Feline practice.*(1983) 13(6) : 19~26.
28. Robert, E.B. : Osteomalacia in Horses(1. Nutrition as an Etiologic Factor). *J.A.V.M.A.*(1959) : 72~76.
29. Robert, H.W. : Dukes' physiology of domestic animals(10th ed). Cornell University Press.(1984) : 467~483.
30. Roussel, A.J., Lin, Y.C., Strait, J.R. and Modransky, P.D. : Radioimmunoassay for parathyroid hormone in equids.*Am. J. Vet. Res.*(1987) 48(4) : 586~589.
31. Saville, P.D., Krook, L., Gustafsson, P.O., Marshall, J.L. and Figard, F. : Nutritional secondary hyperparathyroidism in a dog(Morphologic and radioisotope studies with treatment) *Cornell. Vet.*(1969) : 59 : 155~167.
32. Schryver, H.F., Craig, P.H. and Hintz, H.F. : Calcium metabolism in ponies fed varying levels of Calcium. *J. Nutr.* 100 : 955~964.
33. Schryver, H.F., Hintz, H.F. and Craig, P.H. : Phosphorus metabolism in ponies fed varying levels of Phosphorus. *J. Nutr.* 101 : 1257~1264.
34. Schryver, H.F., Hinze, H.F. and Lowe, J.E. : Calcium metabolism, body Composition and sweat losses of exercised horses. *Am. J. Vet. Res.*(1978) 39(2) : 245~248.
35. Sven, R. and Krook, L. : Etiology and pathogenesis of so-called mucoid degeneration of the nasal conchae in the horse. *Acta. Vet. Scand.*(1968) 9(3) : 253~267.
36. Ted, S.S. : Adam's lameness in horses(4th ed). Lea & Febiger.(1987) : 284~286.
37. Teeter, S.M., Stillions, M.C. and Nelson, W.E. : Maintenance levels of Calcium and Phosphorus in horses. *J.A.V.M.A.* 151(12) : 1625~1628.
38. Walthall, J.C. and McKenzie, R.A. : Osteodystrophia fibrosa in horses at pasture in Queensland field and laboratory observations. *Aust. Vet. J.*(1976) 52 : 11~16.
39. Wysocki, A.A. and Klett, R.H. : Hair as an indicator of the Calcium and Phosphorus status of ponies. *J. Ani. Sci.* 32(1) : 74~78.
40. 金秉先, 崔喜仁 : 馬匹의 退行性 關節症에 대한 Sodium hyaluronate와 Polysulfated glycosaminoglycan의 關節腔內 投與效果. *韓國臨床獸醫學會誌*(1991) 8(1) : 11~25.
41. 朴應腹, 鄭昌國, 韓正熙, 張泳大 : 濟州馬의 纖維性骨異營養症(Osteodystrophia Fibrosa)의 一例. *韓國臨床獸醫學會誌*(1985) 2(1) : 77~79.
42. 성용욱 : 馬事年鑑. *한국마사회*(1993) : 238~272.

Nutritional Secondary Hyperparathyroidism in Cheju Pony Racehorses

Joon-Gyu Kim, D.V.M., M.S. and Hee-In Choi*, D.V.M., Ph.D.

Equine Health Department of Korea Racing Association
College of Veterinary Medicine, Seoul National University*

Abstract

This study was performed to investigate the morbidity of nutritional secondary hyperparathyroidism (NSH) caused by imbalance of Ca and P, and related athletic disease in Cheju pony racehorse. The seventeen horses with clinical signs among 33 NSH affected, administered CaCO_3 (34 g) and Vita-rinkal (120 g) respectively for 40 days.

The results were as follows;

Morbidity of NSH was 33 among 47 horses, and it was caused by the deficiency of Ca in 32 horses. In a case, level of Ca was normal although P was high. There was no case of Ca deficiency with P excess. Among 33 NSH affected horses, 13 were subclinical and 20 were clinical types with severe lameness in 6 and transient lameness in 14.

Although there was no difference in bone density between transient lameness and normal horses on radiography, among six horses with severe lameness two showed hyperplasia at periosteum, one had low density of phalanges and metacarpal bones, and thin cortex. and there with fracture at carpus, nivicular bone and proximal sesamoids.

The levels of FECa and FEP were recovered after CaCO_3 administration in 2 horses among ten, and after Vita-rinkal in all of seven. The clinical signs were disappeared in six horses among ten CaCO_3 treated, and in five among seven Vita-rinkal treated. There were no differences on radiography in bone density and thickness of cortex on 14 horses with transient lameness. Three horses with severe signs were recovered to normal bone density and thickness of cortex, and there was no significant difference between two groups.

In summary, the morbidity of NSH in Cheju pony racehorses was relatively high because of deficiency of Ca. Constant administration of Ca supplements is desirable to treat and prevent athletic disease development in Cheju racehorses.