

해수에서 담수로 사육환경이 변화된 California Sea Lion의 혈액 및 혈청화학치

김양범 · 권수완 · 신남식*¹

에버랜드 동물원
*서울대학교 수의과대학

Hematology and Serum Chemistry Values of California Sea Lion (Zalophus californianus) in Captive Environmental Changes ; Sea-Water into Fresh-Water

Yang-beom Kim, Su-wan Kwon and Nam-shik Shin*¹

Everland zoological Gardens
*College of Veterinary Medicine, Seoul National University

Abstract : Hematology and serum chemistry data were collected over a 12-yr period for California sea lion (*Zalophus californianus*) in Everland zoological Gardens. The objective of this study was to determine hematology and serum chemistry values for the California sea lion lived in fresh-water captive environment, including a comparison between male and female. The results didn't show any difference between male and female in statistics. However, hyponatremia was shown in some case compared with reported blood data of California sea lion. That was supposed that it was associated with a fresh-water captive environment.

Key words : California sea lion, hematology, serum chemistry, fresh-water

서 론

캘리포니아 바다사자는 3과 18屬 34種으로 분류되어 있는 기각목(Pinnipedia)의 바다사자과에 속하며, 가장 흔히 사육되고 있는 해산 포유동물로서 전세계적으로 약 50,000마리가 서식하고 있는 것으로 추정되고 있다¹⁾. 체색은 암수 모두 초코렛 빛 갈색조이며, 주요 근육이 몸의 앞쪽에 집중되어 있고 경추와 흉추가 발달되어 있다. 수컷은 번식기간중에는 자신의 영역을 확보하고 5-20여 마리의 암컷을 불러 모으며, 암컷의 임신기간은 11.5-12개월이다. 먹이는 오징어와 문어를 주식으로 하며 청어, 정어리, 곤들메기와 같은 다양한 어류를 먹는다. 연안에서 생활하며, 해안으로부터 16 km 이상 되는 바다에서는 관찰되지 않는다. 수명은 사육상태에서 20-25년이다¹⁾.

에버랜드 동물원에서는 1986년부터, 캘리포니아 바다사자를 사육해오고 있으며, 1988년부터 매년 정기적인 건강체크를 위해, 혈액검사를 실시하고 있다. 국내의 여건상, 사육두수의 한정으로 신뢰할 만한 혈액학적 자료를 얻기 어려운 실정으로 대개, 외국의 혈액자료에 의존하여, 동물의 건강상태나 사육환경의 타당성여부를 결정하여 왔다. 따라서, 에버랜드

드 동물원에서 사육해 오던 캘리포니아 바다사자 중 육안적으로 건강하다고 판단되는 캘리포니아 바다사자의 혈액을 채취하여 수집한 12년간의 혈액학적 및 혈청화학적인 data를 정리하고, 성별간의 혈액, 혈청학적 차이점을 조사하고, 해수와 담수사육시 발생할 수 있는 차이를 조사하여, 임상적 기초자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

대상동물

에버랜드 동물원에서 사육중인 외견상으로 건강하다고 인정되는 캘리포니아 바다사자 성수 11두(암컷 4두, 수컷 7두)를 공시하여 지난 12년간(1988년~2000년) 매년 1회의 혈액검사를 실시하였다.

사육환경

사육장소의 크기는 2 m × 2 m × 3.7 m(H × W × L)로서 stainless fence로 둘러싸여 있으며, 콘크리트로 만든 pool (3,000 l; 1.5 m × 2 m × 2.1 m)과 목재 침상이 설치된 상판 (2 m × 2 m × 1.6 m)으로 구분되어 있어서 훈련 시간 이외에는 간이 pool에서 수영을 하거나 침상 위에서 휴식을 취했다. 배변과 배뇨는 주로 pool내에서 하였으며 분변으로 오염된 pool의 물(담수)은 수시로 교체해주었다. 먹이는 냉동 양미리, 콩치, 오징어를 소금물(2-3 g/사료kg)에 완전히 해동하

¹Corresponding author.
E-mail : ns shin@snu.ac.kr

본 연구는 서울대학교 부속 수의과학연구소 지원에 의해 수행되었음.

여 일일 4회로 나누어 급여했고, 급여량은 성수는 체중의 8-15%를 급여하였다. 음수는 pool내 혹은 배수후 급수시 급수관에서 나오는 물(담수)을 섭취하였다.

혈액채취

주로 오후 5시경에 보정틀을 이용하여, 보정 후, 후지의 한쪽을 tourniquet 하여 혈관을 종대시킨후, 22G 주사침을 이용하여 채혈하였다. 혈액은 뒷지느러미 배부의 중간부위 지골사이에 있는 지골간 정맥(Interdigital vein)^{4,9}에서 채취하였다. 혈청학적 검사를 위해, 혈액을 실온에서 최소한 15분 이상 방치하여 혈액을 응고시킨후, 원심분리하여 혈청을 분리하고 -20°C 이하에서 냉동 보관하면서, 실험에 공하였다. 혈액학적인 검사를 위해, 채취혈액중 1 ml는 EDTA bottle에 분주, 실험에 공하였다. 혈액학적인 검사는 채혈후 24시간 이내에 모두 실시하였다.

혈액학적 검사

적혈구(RBC)수 및 백혈구(WBC)수는 보관중인 전혈을 혈구용 희석피펫(Red and White cell counting dilution pipette) 및 혈구계산판(Improved double neubauer rulling counting chamber)을 이용하여 적혈구는 1:200(전혈:생리식염수)으로 백혈구는 1:20(전혈:톨크액)의 비율로 희석하여 혈구수를 측정하였다. 적혈구 용적(Packed Cell Volume, Hematocrit)은 전혈을 모세관 내로 유입한 후 8,000 rpm 하에서 5분간 원심침전하여 측정하였다. Hb(Hemoglobin)은 전혈을 이용하여 자동혈액분석기(Kodak Ektachem DT 60 Analyzer, Estman Kodak Company, USA)로 분석측정하였다.

혈청화학적 검사

Albumin(ALB), Total protein(TP), Glucose(GLU), Cholesterol(CHOL), Blood urea nitrogen(BUN), Akalin phosphatase(ALKP), Calcium(Ca²⁺), Sodium(Na⁺), Potassium(K⁺), Chloride(Cl⁻), Phosphorus(PHOS), Total bilirubin(TBIL)의 측정은 냉동 보관된 혈청을 이용하여 자동혈액분석기 (Kodak Ektachem DT60 Analyzer Esman Kodak, USA)로 실시하였다.

통계처리

유의성 검증을 위하여, two-tailed Student's t-test (95% 신뢰구간)를 사용하였다.

결 과

혈액학적 검사

본 실험에서 혈액학치를 조사한 결과는 Table 1과 같았으며, PCV, WBC, RBC의 암, 수컷의 평균치는 각각, 50.67 ± 1.5%, 50.8 ± 6.7%와 6,615 ± 2,454/μl, 7,007 ± 3,526/μl 그리고 6.0 ± 1.9 × 10⁶/μl, 5.34 ± 1.6 × 10⁶/μl로 성별간의 차이는 인정되지 않았다. Hb치도 암수 각각 17.14 ± 2.0 g/dl, 16.9 ± 1.4 g/dl로 성별간의 차이는 인정되지 않았다.

혈청화학적 검사

캘리포니아 바다사자 성수, 수컷과 암컷의 지간정맥에서 채취한 혈액의 cholesterol(CHOL), glucose(GLU), albumin(ALB), alkanin phosphatase(ALKP), blood urea nitrogen(BUN), calcium(Ca²⁺), chloride(Cl⁻), potassium(K⁺), sodium(Na⁺), total bilirubin(TBIL), total protein(TP)치는 Table 2와 같으며, 성별간의 유의성은 없었다.

고 찰

해산 포유동물에서의 적혈구수는 그 동물의 잠수능력과 관계 깊으며, 심해에서 사는 동물과 잠수능력이 탁월한 종류에서 적혈구치가 높은 것으로 알려져 있다⁹. 야생상태의 캘리포니아 바다사자는 환경적인 요구에 의해서 사육환경에 있는 종류에 비해, 산소요구량이 많으므로, 적혈구의 용적(PCV)이 높게 나타난다고^{2,5} 보고되고 있으나, 본 실험치의 PCV값인 50.7 ± 1.5%, 50.8 ± 6.7%는 Jan Roletto⁷가 보고한 건강한 캘리포니아 바다사자에서의 PCV치인 46.0 ± 4.6% 보다는 높은 경향을 보였다. Jan Roletto⁷는 야생상태의 캘리포니아 바다사자의 혈액상도 포함시켰는 바, 사육환경 변화에 따른 PCV에 대해서는 좀더 많은 고찰이 필요하다고 사료된다. International Species Information System(이하 ISIS)¹⁰의 48.4 ± 5.1%, 50.4 ± 5.1%와는 유사하였다.

백혈구치를 비교해볼 때, ISIS의 6.9 ± 2.7 × 10³/μl, 9.0 ± 2.7 × 10³/μl와는 비슷한 값을 나타내었으나, Jan Roletto의 결과치(12.3 ± 2.9 × 10³/μl)보다는 낮게 나타났다. 백혈구치는 각 동물마다, 각 개체별로 아주 변화가 심하게 나타나기 때문에 각 동물별, 개체별로 정상치를 측정할 필요가 있다¹³. 캘리포니아 바다사자에서의 생리적 백혈구 증가는 주로 스트레스에 의한 것으로 알려져 있다⁷. 성향을 보면, 호중구가

Table 1. Heamatological Values of California sea lion

Measure	Male n=7			Female n=4		
	Mean	SD	Range	Mean	SD	Range
RBC (× 10 ⁶ /μl)	6.03	1.9	3.46~9.85	5.34	1.6	3.69~7.21
Hb (g/dl)	17.1	2.0	14.6~20	16.9	1.4	14.5~18.9
PCV (%)	50.7	1.5	49~52	50.8	6.7	39~60
WBC (× 10 ³ /μl)	6.62	2.5	4.25~12.2	7.01	3.53	2.35~12.7

Table 2. Serum Chemical Values of California sea lion

Measure	Male n = 7			Female n = 4		
	Mean	SD	Ranges	Mean	SD	Ranges
ALB (g/dl)	3.7	0.2	3.6~3.8	3.7	0.05	3.47~4.11
ALKP (IU/l)	104.7	25.1	81~131	152.7	66.9	82~295
BUN (mg/dl)	27.6	8.4	18~40	28.7	14.0	12~65.4
Ca ²⁺ (mg/dl)	8.7	1.0	7.61~10.6	9.8	1.8	6.9~12.9
CHOL (mg/dl)	241.9	55.1	145~334	218.6	64.8	121~341
Cl ⁻ (mmol/l)	107.6	17.1	82~133	104.8	13.5	110~116
GLU (mg/dl)	70.0	22.2	33.6~108	89.4	49.0	22.8~233
K ⁺ (mmol/l)	5.0	1.4	4~6	4.3	1.6	1.1~5.7
Na ⁺ (mmol/l)	141.8	10.9	126~151	142.6	18.4	120~171
TBIL (mg/dl)	2.1	1.2	0.5~3.7	1.6	1.2	0.4~4.7
TP (g/dl)	8.9	1.4	6.1~10.5	8.9	1.6	3.8~12

두배로 증가하며, 임파구가 70% 감소되고, 호산구도 감소된다고 한다. 즉, 캘리포니아 바다사자에서는 질병이 발생시 호중구가 주로 반응을 하는 것으로 알려져 있다⁸. 백혈구치를 비교해볼때, 에버랜드 동물원의 캘리포니아 바다사자는 건강관리를 위해서 사육사와 지속적인 유대관계를 형성하기 때문에 채혈시의 스트레스를 적게 받으며, 지속적인 건강관리에 의해, 야생상태에 있는 캘리포니아 바다사자의 혈액상을 조사한, Jan Roletto의 결과치보다 낮게 나왔다고 사료된다. 그러나, 혈액학적 data 중 백혈구 감별진단을 실시하지 못했기 때문에 보다 정확한 비교 data를 산출할 수 없었다.

혈장내 전해질은 동물의 탈수정도를 판별하는 중요한 지표가 되며, 특히 Na⁺ 값은 캘리포니아 바다사자에서 여러 가지 상태를 진단하는데 도움이 된다. 캘리포니아 바다사자에서 절식을 장기간 시키게 되면, 혈액이 농축되고, 순환 Na⁺의 농도가 180 mmol/l까지 상승한다¹³. 기각류에서 hyponatremia는 주로 담수에서 사육되는 환경에서 나타난다고 보고되고 있다. 이것은 환경적인 스트레스와 관련있으며, 순환 Na⁺치의 값이 147 mmol/l이하로 떨어지며, 더불어 Cl⁻치도 떨어진다고 보고되고 있다^{6,12}. 본 실험 data에서도 순환 Na⁺치의 값이 141.8±10.9 mmol/l로 ISIS의 151±8.9 mmol/l와 비교시, 평균값만으로 유의수준을 산출할 수 없었지만, 실험치가 비교적 낮고, 개체간의 차이가 많아, 순환 Na⁺치가 147 mmol/l이하로 나타나는 개체가 관찰되었지만, Cl⁻치는 별다른 차이가 없었다. 이것은 담수에 장기간 사육되어 발생된 것으로 사료되며, 사료를 통해 지속적으로 NaCl을 공급해 주고 있으므로 이로 인한 임상증상은 관찰되지 않았다.

Jan Roletto⁷의 실험결과와 ISIS¹⁰에서의 결과치를 검토해 본 결과, Raw data가 없는 관계로 본 결과치와의 정확한 유의수준을 검정할 수는 없었다. Jan Roletto의 data는 질병의 유무에 따라 구분하였고, ISIS에서는 1년생 이상과 이하의 암,수로 구분하여 data를 정리하였는바, 본 실험결과와 약간의 유의성을 배제할 수는 없을 것으로 사료된다.

또한, Jan Roletto는 캘리포니아 해안에서 두루 분포하는

야생상태의 개체의 혈액상도 포함하고 있기 때문에 야생상태와 사육상태의 차이도 감안하여야 할 것으로 사료된다. 또한, 대상동물을 성숙년령인 6살을 전후로 성숙과 미성숙 개체로 나누어¹⁴, 혈액 및 혈청화학치를 검사하고자 하였으나, 미성숙개체의 개체수가 적은 관계로 본 자료에서는 제외하였다.

혈청내 효소치를 측정할 때는 효소가 기관별 특이성을 가지며, 혈액채취 때의 개체간의 스트레스와 혈액채취 후 취급시의 숙련도에 영향을 받기 쉬우므로¹³, 특히 스트레스에 민감한 야생동물에 있어서는 정확한 실험결과를 위해 채혈과 취급시에 고도로 숙련된 테크닉이 필요할 것으로 사료된다.

결론

에버랜드 동물원에서는 1988년부터 캘리포니아 바다사자의 건강관리를 위해 매년 1회 정기적인 혈액검사를 실시하고 있다. 지난 12년간 수집된 캘리포니아 바다사자의 혈액 및 혈청화학치중 성숙개체 11두 (암 4두, 수 7두)의 혈액 및 혈청화학치의 평균치를 산출하고 통계학적인 유의성을 검정하고, 담수사육에 대한 혈액 및 혈청화학치의 비교고찰을 통해 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 캘리포니아 바다사자의 담수사육에 의한 저 Na⁺ 값을 보이는 개체가 관찰되었으며, 그밖의 혈액, 혈청화학적 변동사항은 관찰할 수 없었다.
2. 캘리포니아 바다사자 암컷과 수컷의 혈액, 혈청화학적 비교결과 성별의 차이는 인정되지 않았다.

참고 문헌

1. Costa DP, Ortiz CL. Blood chemistry homeostasis during prolonged fasting in the northern elephant seal. *Am J Physiol* 1982; 242: 591-595.
2. Engelhart FR. Hematology and plasma chemistry of captive pinnipeds and cetaceans. *Aquat. Mamm.* 1979; 7: 11-20.

3. Geraci JR. Marine mammals(Cetacea, Pinnipedia and Sirena). In: Fowler ME. (ed.). Zoo and Wild Animal Medicine. W. B. Saunders Co., Philadelphia, Pennsylvania. 1978; 554-610.
4. Harrison RJ, Kooyman GL. The behavior and physiology of pinnipeds. In: Harrison RJ, Hubbard RC, Peterson RS, Rice CE, Schusterman RJ.(eds.). General Physiology of Pinnipedia. NewYork: Appleton-Century-Crofts. 1968.
5. Hubbard RC. Husbandry and laboratory care of pinnipeds. In: Harrison RJ, Hubbard RC, Peterson RS. Rice CE, Schusterman RJ(eds.). The behavior and Physiology of Pinnipeds. Appleton-Century-Crofts, New York, New York. 1968; 299-358.
6. Irving L, Fisher KC, McIntosh FC. The water balance of a marine mammal. the seal J Cell Comp Physiol. 1935; 6: 387.
7. Jan Roletto MA. Hematology and serum chemistry values for clinically healthy and sick pinnipeds. J Zoo Wildl Med. 1993; 24(2); 145-157.
8. Jay CS. Blood Sampling and Other Collection Techniques in Marine Mammals. In: Fowler ME. (ed) : Zoo & Wild Animal Medicine, Current Therapy 3. 1993; 425-428.
9. Lenfant C. Physiological properties of blood in marine mammals. In: Andersen, H. T. (ed). The Biology of Maine Mammals. Academic Press. New York, New York. 1969; 95-116.
10. Nathan RF. Normal Physiological Data. vol. 2(mammals). Animal Health Department of International Species Information System. 1989; 607.
11. Nowak RM, Paradiso JL. Walker's Mammals of the World, 4th ed. Baltimore and London: The Johns Hopkins University Press. 1983; 1101-1102.
12. Sweeney JC. Procedures for clinical management of pinnipeds. J Am Vet Med Assoc 1974; 165: 811-814.
13. Wallach JD. Boever WJ. Diseases of exotic animals: Philadelphia:WB Saunders Co. 1986; 366, 556,729,750.
14. Wallach JD, Boever WJ. Diseases of exotic animals: Philadelphia:WB Saunders Co. 1983; 754.