

## 國內飼育 원숭이의 血液가스値에 관한 研究

윤상보<sup>1</sup> · 김덕환 · 서지민 · 신남식\* · 현병화\*\* · 김창순\*\*\* · 박배근 · 송희종\*\*\*\*

충남대학교 수의과대학, \*에버랜드동물원,

\*\*생명공학연구소, \*\*\*전주동물원,

\*\*\*\*전북대학교 수의과대학

## Studies on Blood Gas Values in Non-Human Primates Reared in Korea

Sang-bo Yoon<sup>1</sup>, Duck-hwan Kim, Jee-min Seo, Nam-sik Shin\*, Byung-hwa Hyun\*\*,  
Chang-soon Kim\*\*\* and Hee-gong Song\*\*\*\*

College of Veterinary Medicine, Chungnam National University

\*Everland Zoo

\*\*Korea Research Institute of Bioscience & Biotechnology, Taejeon, 305-600

\*\*\*Chon-ju Municipal Zoo

\*\*\*\*College of Veterinary Medicine, Chonbuk National University

**Abstract :** Blood gas values such as pO<sub>2</sub> and pCO<sub>2</sub> were studied in common marmosets, crab-eating macaques and Japanese macaques, rhesus macaques and celesbes macaque reared in Korea. Blood pH and blood gas values were evaluated in both arterial and venous blood. pH, pCO<sub>2</sub> and pO<sub>2</sub> of arterial blood in common marmosets were measured as 7.4±0.1, 29.2±3.6 mmHg and 81.5±8.9 mmHg, respectively. Corresponding values in one crab-eating macaques were 7.3, 41.3 mmHg and 46.5 mmHg, respectively. In case of venous blood, pH, pCO<sub>2</sub> and pO<sub>2</sub> in common marmosets were observed as 7.2±0.2, 64.9±18.3 mmHg and 23.5±5.4 mmHg, respectively. On the while, pH, pCO<sub>2</sub> and pO<sub>2</sub> of venous blood in crab-eating macaques showed 7.2±0.2, 49.9±8.0 mmHg and 38.3±8.8 mmHg, respectively. Venous pH, pCO<sub>2</sub> and pO<sub>2</sub> in Japanese macaques were 7.1±0.2, 56.4±5.3 mmHg and 40.1±9.3 mmHg, respectively. Those values in one rhesus macaque were 7.2, 61.1 mmHg and 24.9 mmHg, and in celesbes macaque were 7.1, 54.3 mmHg and 31.8 mmHg, respectively.

**Key words :** blood gas values, non-human primates, Korea

## 서 론

동물은 일반적으로 건강한 상태에서는 體液과 그 구성 성분을 일정한 범위 내에서 조절할 수 있지만, 질병상태에서는 이 조절기능이 장애를 받게되어 체내의 수분, 電解質 및 酸鹽基 평형에 이상이 초래된다<sup>4,10</sup>.

산-염기 평형의 이상에는 酸性症과 알카리증으로 대별되는데, 각각 대사성 및 호흡성으로 구분된다. 대사성산성증은 극심한 설사, 腎機能不全, 케톤증, 산성약제의 투여 및 중증의 감염병 등에 있어서와 같이 重碳酸鹽의 결핍에 기인되어 발생되고, 그리고 호흡성산성증은 肺炎, 肺氣腫, 肺水腫, 氣胸, 호흡근의 마비, 모르핀 중독, 바르비투르산 중독 및 呼吸氣道の 閉鎖 등에 있어서 호흡장애에 의한 혈액내 炭酸의 過剩에 기인되어 초래된다. 한편 대사성알카리증은 幽門部閉塞 또는 上部小腸閉塞 등에서 보는 바와 같은 심한 구토에 의한 과도한 산의 손실, K가 결핍된 용액의 장기간 투여 및 副腎皮質機能亢進症 등에서와 같은 K의 손실 및 알카리 요법 등에 기인된 重碳酸鹽의 과잉으로 발생한다. 또한 호흡성

알카리증은 발열, 산소부족, 호흡중추의 자극 등의 원인으로 호흡과다에 의한 炭酸의 결핍으로 발생한다<sup>4,10</sup>.

동물의 혈액 pH 및 혈액 가스치에 대하여 조사된 보고를 살펴보면, 소<sup>7</sup>, 말<sup>3</sup>, 개<sup>8</sup> 등의 동물에 대하여 조사된 바 있고, 또한 원숭이에 대하여도 개코원숭이<sup>5</sup>, 라이온타마린 원숭이<sup>1</sup> 및 다람쥐 원숭이<sup>6</sup>를 대상으로 혈액의 pH 및 혈액 가스치에 대하여 검토된 바 있다. 그러나 국내에서 사육 중인 원숭이를 대상으로한 조사 보고는 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 국내에서 사육 중인 원숭이의 생리적 기초자료를 확립할 목적으로 커먼마모셋, 필리핀 원숭이, 일본 원숭이, 히말라야 원숭이 및 검둥이 원숭이를 대상으로 동맥혈 및 정맥혈의 pH와 가스 (pO<sub>2</sub> 및 pCO<sub>2</sub>)치에 대하여 조사하였던 바 그 결과를 보고한다.

## 재료 및 방법

### 공시 원숭이

혈액가스 분석에 이용한 供試원숭이는 표 1에 나타낸 바와 같다. 생명공학연구소, 에버랜드동물원 및 전주동물원에서 각각 사육 중인 커먼마모셋(common marmoset; *Callithrix jacus*, 2년) 6두와 필리핀원숭이(crab-eating macaque,

<sup>1</sup>Corresponding author.

E-mail : dhkim@cnu.ac.kr

Table 1. Blood pH, pCO<sub>2</sub> and pO<sub>2</sub> values in Non-human primates

Common name(Species name)	No. (Heads)	Age (Yrs)	Sex		Location
			♀	♂	
Common marmoset( <i>Callithrix jacus</i> )	5	2	3	2	KRIBB*
Crab-eating macaque( <i>Macaca fascicularis</i> )	5	4~5	2	3	
Japanese macaque( <i>Macaca fuscata</i> )	4	3~6	2	2	Everland Zoo
	4	5~12	3	1	Chon-ju Municipal Zoo
Rhesus macaque( <i>Macaca mulatta</i> )	2	10	1	1	Chon-ju Municipal Zoo
Celebes macaque( <i>Macaca nigra</i> )	1	7	-	1	
Total	21		11	10	

\*Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology

*Macaca fascicularis*, 4년) 1두, 총 7두의 동맥혈을 채취하였고, 커먼마모셋(2년) 5두, 필리핀원숭이(4년-5년) 5두, 일본원숭이(Japanese macaque; *Macaca fuscata*, 3년-12년) 8두, 히말라야원숭이(rhesus macaque; *Macaca mulatta*, 10년) 2두 및 검둥이원숭이(celebes macaque; *Macaca nigra*, 7년) 1두, 총 21두의 정맥혈을 채취하여 분석하였다. 실험에 사용된 원숭이는 사료채취 1개월 전부터 지속적으로 관찰을 통하여 임상적으로 건강하다고 판단되고 있는 동물을 대상으로 시료를 채취하였다.

#### 실험기간

2000년 3월부터 2000년 8월까지 6개월간 수행하였다.

#### 사양관리

**생명공학연구소** : 원숭이 전용사료인 PMI monkey diet (#5038, Purina Mills Inc., USA)를 하루에 원숭이 체중 1 kg당 50-70 Kcal가 필요한 것으로 고려하여 1일 소요량을 산출하고 그 총량을 1일 2회(아침 및 저녁)에 걸쳐 공급하였다. 아침에는 사과 1개를 8등분하여 평균 4조각씩 공급하였다. 사육환경은 필리핀원숭이(crab-eating macaque; *Macaca fascicularis*)는 한 마리당 하나의 케이지에서 사육하였고 케이지는 번식 또는 기타 연구목적으로 습합하는 경우 사용이 편리하도록 상호간에 통하도록 하였고 평상시에는 차단막이 있어 서로 통할 수 없게 하였다. 커먼마모셋(common marmoset; *Callithrix jacus*)은 성숙한 개체의 경우 모체로부터 분리하여 짝을 정하여 케이지당 한 쌍씩 사육하였고, 짝이 없는 경우나 분리하여 관찰을 요하는 개체는 한 마리씩 사육하였다. 물은 自由飲水 하도록 하였고 실내온도는 자연 상태를 유지하였다.

**에버랜드동물원** : 습합한 상태에서 야채, 카스테라, 삶은 계란, 땅콩, 바나나 및 사과 등을 급여하였다.

**전주동물원** : 사과, 바나나, 삶은 계란, 고구마 찌개를 주식으로 급여하고 간식으로 멸치나 땅콩을 급여하였다.

#### 보정

필리핀원숭이와 일본원숭이, 히말라야원숭이, 검둥이원숭이의 경우, 한 사람은 보호용 장갑을 착용하고 원숭이의 머리

를 왼손으로 잡고 오른손으로는 원숭이의 양쪽 팔을 뒤로하여 모은 후 잡았고 다른 보정자는 왼손으로 두 다리를 잡아서 保定한 후 오른손으로는 채혈을 실시하였다. 커먼마모셋의 경우는 크기가 작기 때문에 한 사람은 보호용 장갑을 착용하고 원숭이의 背部를 잡아 仰臥位로 눕히고 다른 보정자는 왼손으로 두 다리를 잡아서 保定한 후 오른손으로는 채혈을 실시하였다. 保定을 위해 원숭이를 捕獲하는 과정에서 생길 수 있는 스트레스를 최소화하기 위하여 되도록 원숭이를 흥분시키지 않으려 했으며 시험목적으로 보정된 원숭이에게는 麻酔劑나 鎮靜劑를 사용하지 않았다.

#### 채혈

保定한 원숭이의 大腿動脈과 大腿靜脈에서 heparin으로 처리한 1 ml 주사기를 이용하여 동맥혈 및 정맥혈을 각각 0.5 ml씩 채혈하였다. 채혈은 供試한 원숭이가 空腹상태에서 주로 오전 9시-11시 사이에 실시하였다.

#### 혈액가스 분석

채혈한 혈액은 즉시 혈액가스분석기(AVL Scientific Corp., USA)를 이용하여 동맥혈과 정맥혈의 pH, pCO<sub>2</sub> 및 pO<sub>2</sub>치를 측정하였다.

## 결 과

생명공학연구소, 에버랜드동물원 및 전주 동물원에서 각각 사육 중인 커먼마모셋(common marmoset; *Callithrix jacus*, 2년) 6두와 필리핀원숭이(crab-eating macaque, *Macaca fascicularis*, 4년) 1두 총 7두의 동맥혈과, 커먼마모셋(2년) 5두, 필리핀원숭이(4년-5년) 5두, 일본원숭이(Japanese macaque; *Macaca fuscata*, 3년-12년) 8두, 히말라야원숭이(rhesus macaque; *Macaca mulatta*, 10년) 2두 및 검둥이원숭이(celebes macaque; *Macaca nigra*,)1두, 총 21두의 정맥혈을 대상으로 혈액가스분석기를 이용하여 pH, pCO<sub>2</sub>(mmHg) 및 pO<sub>2</sub>(mmHg)치를 측정된 결과는 다음과 같았다.

#### 동맥혈가스 분석

**커먼마모셋** : 커먼마모셋의 동맥혈 pH, pCO<sub>2</sub> 및 pO<sub>2</sub>치를

**Table 2.** Arterial blood pH, pCO<sub>2</sub> and pO<sub>2</sub> values of common marmosets reared in Korea

No.	Sex	Age (Yrs)	pH	pCO <sub>2</sub> (mmHg)	pO <sub>2</sub> (mmHg)
1	♀	2	7.3	27.9	75.5
2	♀	2	7.3	3.45	69.1
3	♂	2	7.5	29.6	76.5
4	♂	2	7.4	24.4	90.9
5	♂	2	7.5	26.9	88.3
6	♀	2	7.2	31.6	88.4
Mean±S.D. (Range)			7.4±0.1 (7.2-7.5)	29.2±3.6 (24.4-34.5)	81.5±8.9 (69.1-90.9)

**Table 3.** Arterial blood pH, pCO<sub>2</sub> and pO<sub>2</sub> values of crab-eating macaque reared in Korea

No.	Sex	Age (Yrs)	pH	pCO <sub>2</sub> (mmHg)	pO <sub>2</sub> (mmHg)
1	♂	4	7.3	41.3	46.5

**Table 4.** Venous blood pH, pCO<sub>2</sub> and pO<sub>2</sub> values of common marmosets reared in Korea

No.	Sex	Age (Yrs)	pH	pCO <sub>2</sub>	pO <sub>2</sub>
1	♀	2	7.1	77.3	21.7
2	♂	2	7.1	79.8	17.0
3	♀	2	7.2	69.2	21.2
4	♂	2	7.2	64.1	30.8
5	♀	2	7.5	34.1	26.8
Mean±S.D. (Range)			7.2±0.2(7.1-7.5)	64.9±18.3 (34.1-79.8)	23.5±5.4(17.0-30.8)

**Table 5.** Venous blood pH, pCO<sub>2</sub> and pO<sub>2</sub> values of crab-eating macaques reared in Korea

No.	Sex	Age (Yrs)	pH	pCO <sub>2</sub>	pO <sub>2</sub>
1	M	4	7.2	47.0	44.8
2	M	4	7.2	43.2	45.3
3	F	5	7.2	52.3	42.2
4	F	5	7.1	62.7	34.6
5	M	4	7.3	44.1	24.6
Mean±S.D. (Range)			7.2±0.1(7.1-7.3)	49.9±8.0(43.2-62.7)	38.3±8.8(24.6-45.3)

측정한 결과는 표 2에 나타난 바와 같이, 각각 평균 7.4±0.1(7.2-7.5), 29.2±3.6(24.4-34.5) mmHg 및 81.5±8.9(69.1-90.9) mmHg이었다.

**필리핀원숭이 :** 필리핀원숭이의 동맥혈 pH, pCO<sub>2</sub> 및 pO<sub>2</sub>치를 측정한 결과는 표 3에 나타난 바와 같이 각각 7.3, 41.3 mmHg 및 46.5 mmHg이었다.

**정맥혈가스 분석**

**커먼마모셋 :** 커먼마모셋의 정맥혈 pH, pCO<sub>2</sub> 및 pO<sub>2</sub>치를 측정한 결과는 표 4에 나타난 바와 같이 각각 평균 7.2±0.2(7.1-7.5), 64.9±18.3(34.1-79.8) mmHg 및 23.5±5.4(17.0-30.8) mmHg이었다.

**필리핀원숭이 :** 필리핀원숭이의 정맥혈 pH, pCO<sub>2</sub> 및 pO<sub>2</sub>치를 측정한 결과는 표 5와 같이 각각 평균 7.2±0.1(7.1-7.3), 49.9±8.0(43.2-62.7) mmHg 및 38.3±8.8(24.6-45.3)

mmHg이었다.

**일본원숭이 :** 일본원숭이의 정맥혈 pH, pCO<sub>2</sub> 및 pO<sub>2</sub>치를 측정한 결과는 표 6과 같이 각각 평균 7.1±0.2(6.8-7.3), 56.4±5.3(49.9-65.2) mmHg 및 40.1±9.3(29.2-56.4) mmHg이었다.

**히말라야원숭이 및 검둥이원숭이 :** 히말라야원숭이와 검둥이원숭이 정맥혈의 pH, pCO<sub>2</sub> 및 pO<sub>2</sub>치를 측정한 결과는 표 7과 같이 각각 7.2, 61.1 mmHg 및 24.9 mmHg이었다. 또한 검둥이원숭이 정맥혈의 pH, pCO<sub>2</sub> 및 pO<sub>2</sub>치는 각각 7.1, 54.3 mmHg 및 31.8 mmHg이었다.

**고 찰**

본 실험에서 국내사육 원숭이의 동맥혈과 정맥혈의 pH, pCO<sub>2</sub> 및 pO<sub>2</sub> 검사결과 pH와 pO<sub>2</sub>치는 동맥혈이 높았고

**Table 6.** Venous blood pH, pCO<sub>2</sub> and pO<sub>2</sub> values of Japanese macaques reared in Korea

No.	Sex	Age (Yrs)	pH	pCO <sub>2</sub>	pO <sub>2</sub>
1	♀	5	7.1	65.2	35.8
2	♀	3	7.2	59.3	44.0
3	♂	3	7.2	58.3	31.9
4	♂	6	7.3	51.2	29.2
5	♂	6	7.1	58.4	37.8
6	♀	5	6.8	57.8	35.5
7	♀	12	7.2	49.9	56.4
8	♀	10	6.9	50.8	49.8
Mean±S.D. (Range)			7.1±0.2(6.8-7.3)	56.4±5.3(49.9-65.2)	40.1±9.3(29.2-56.4)

**Table 7.** Venous blood pH, pCO<sub>2</sub> and pO<sub>2</sub> values of rhesus macaques and celebes macaque reared in Korea

Common name (Species name)	No.	Sex	Age (Yrs)	pH	pCO <sub>2</sub>	pO <sub>2</sub>
Rhesus macaque	1	♀	5	7.1	65.2	35.8
Celebes macaque	2	♀	3	7.2	59.3	44.0

pCO<sub>2</sub>치는 정맥혈이 높은 결과를 나타내었는데 이는 소, 개, 말 등 여러 다른 동물<sup>3,7-9</sup>에서와 같은 경향을 나타내었다. Hainsey 등<sup>8</sup>은 5세-16세, 개코원숭이(Papio hamadryas) 수컷 44두와 암컷 44두를 대상으로 체중 kg당 약 10mg의 ketamine hydrochloride를 근육주사하여 마취시킨 후 大腿動脈血의 pH를 조사한 결과, 수컷이 7.37±0.05(7.32~7.42), 암컷이 7.35±0.08(7.27~7.43)이었고, pCO<sub>2</sub>치는 수컷이 38±8(30-46) mmHg, 암컷이 35±7(28-42) mmHg였으며, pO<sub>2</sub>치는 수컷이 72±27(45-99) mmHg, 암컷이 76±23(53-99) mmHg이었다고 보고하였다.

본 시험에 이용한 커먼마모셋 및 필리핀원숭이의 동맥혈 pH는 Hainsey 등(1993)이 조사한 긴꼬리원숭이과에 속하는 개코 원숭이의 동맥혈 pH와 유사하였으나 pO<sub>2</sub> 및 pCO<sub>2</sub>치는 다소 차이를 나타내었다. Bush 등<sup>1</sup>은 생후 수일령-14세 까지의 마모셋과에 속하는 라이온타마린(golden lion tamarin, Leontopithecus rosalia) 원숭이 104두에 대하여 해파린 처리한 주사기를 이용하여 마취 없이 동맥혈의 pH 및 pCO<sub>2</sub>치를 보정시 흥분하며 버둥거리는 원숭이군과 흥분하지 않고 가만히 있거나 덜 버둥거리는 원숭이군간에 비교한 결과, 흥분한 원숭이군이 흥분하지 않은 원숭이군에 비하여 pH, pCO<sub>2</sub>치는 낮았고 pO<sub>2</sub>치는 높았다고 하였다. 그리고 Bush 등<sup>2</sup>은 손으로 원숭이를 보정했을 때 대사성산증을 유발하며 극도로 흥분한 원숭이는 pH가 6.8 이하라고 하였다. 또한 Manning 등<sup>6</sup>은 꼬리감기원숭이과에 속하는 다람쥐원숭이(squirrel monkey, Saimiri sciureus)에게 鎮靜劑를 투여하지 않았을 때와 투여했을때의 동맥혈 pH는 각각 7.24±0.06 및 7.36±0.04이었고, pCO<sub>2</sub>치는 각각 24±3.3 mmHg 및 31±2.3 mmHg이었으며 그리고 pO<sub>2</sub>치는 각각 85±4.6 mmHg 및 76±4.3 mmHg이라고 하여 鎮靜劑 투여 여부에 따라 데이터의 차이가 있음을 보고하였다.

따라서 본 연구는 鎮靜劑를 투여하지 않고 보정한 후 채

혈하여 분석한 성적으로서 여러 보고자<sup>5,6</sup>들의 성적과 직접 비교 검토할 수 없지만 보정시의 흥분정도, 癲醉劑의 사용 유무 등에 기인되어 차이는 것으로 추정된다.

본 연구에서는 조사대상두수가 충분하지 않았지만 앞으로 더욱 많은 두수를 대상으로 하여 계절적인 변화, 환경에 따른 차이, 체혈전 鎮靜劑의 투여 유무에 따른 차이의 구명 등을 포함한 더욱 자세한 검토가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

## 결 론

생명공학연구소, 에버랜드동물원 및 전주동물원에서 사육 중인 커먼마모셋(6두, 2년)와 필리핀원숭이(1두, 4년) 총 7두의 동맥혈과 커먼마모셋(5두, 2년), 필리핀원숭이(5두, 4년-5년), 일본원숭이(8두, 3년-12년), 히말라야원숭이(2두, 10년) 및 검둥이원숭이(1두, 7년) 총 21두의 정맥혈을 대상으로 하여 혈액가스분석기를 이용하여 pH, pCO<sub>2</sub> 및 pO<sub>2</sub>치를 각각 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 동맥혈의 pH, pCO<sub>2</sub> 및 pO<sub>2</sub>치는 커먼마모셋이 각각 평균 7.4±0.1(7.2-7.5), 29.2±3.6(24.4-34.5) mmHg 및 81.5±8.9(69.1-90.9) mmHg이었다. 필리핀원숭이는 각각 7.3, 41.3 mmHg 및 46.5 mmHg이었다.

2. 정맥혈의 pH, pCO<sub>2</sub> 및 pO<sub>2</sub>치는 커먼마모셋이 각각 평균 7.2±0.2(7.1-7.5), 64.9±18.3(34.1-79.8) mmHg 및 23.5±5.4(17.0-30.8) mmHg이었다. 필리핀원숭이는 각각 7.2±0.1(7.1-7.3), 49.9±8.0(43.2-62.7) mmHg 및 38.3±8.8(24.6-45.3) mmHg이었으며, 일본원숭이는 각각 7.1±0.2(6.8-7.3), 56.4±5.3(49.9-65.2) mmHg 및 40.1±9.3(29.2-56.4) mmHg이었다. 그리고 히말라야원숭이는 각각 7.2, 61.1 mmHg, 24.9 mmHg이었으며, 검둥이원숭이는 7.1, 54.3 mmHg, 31.8 mmHg이었다.

## 참 고 문 헌

1. Bush M, Custer RS, Whitla JC, Smiyh EE. Hematologic values of captive golden lion tamarins(*Leontopithecus rosalia*): variations with sex, age, and health status. *Lab Anim Sci* 1982; 32: 294-297.
2. Bush M, Custer R, Smeller J, Bush LM. Physiologic measures of nonhuman primates during physical restraint and chemical immobilization. *J Am Vet Med Assoc* 1977; 171: 866-869.
3. Cantaro A, Singer RB. Acid-base balance, vertebrates. In: *Handbook of biological data*, WADC Technical report. 1956: 56-273.
4. George JW. Water, electrolytes, and acid base. In: *Veterinary laboratory medicine*, 2nd ed. Ames: Iowa State University Press. 1986: 87-103.
5. Hainsey BM, Hubbard GB, Leland MM. Clinical parameters of the normal baboons(*Papio hamadryas*) and Chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Lab Anim Sci* 1993; 43: 236-243.
6. Manning PJ, Lehner ND, Feldner MA, Bullock BC. Selected hematologic, serum chemical, and arterial blood gas characteristics of squirrel monkeys(*Saimiri sciureus*). *Lab Anim Sci* 1969; 19: 831-837.
7. Mcshery BJ, Grinyer I. The pH values, carbon dioxide content, and the levels of sodium, potassium, calcium, chloride, and inorganic phosphorus in the blood serum of normal cattle. *Am J Vet Res* 1954; 15: 509-510.
8. Tenney SM. Respiration in mammals. In: *Duke's physiology of domestic animals*, 9th ed. Ithaca: Cornell University press. 1977; 175-202.
9. Tasker JB. Clinical enzymology. In: *Clinical biochemistry of domestic animals*, 3rd ed. New York: Academic Press. 1980: 435.
10. 강정부, 권오덕, 김덕환 등. *수의임상병리*. 서울: 기전연구소. 1999: 229-250.