

Na 이온 부하에 의한 흰쥐의 피부 전기저항의 변화

Changes in Electrical Resistance of Sodium Loaded Rat's Skin

서울대학교 의과대학 생리학교실

<指導 南 基 鏞 教授>

金 祐 謙

머 리 말

항 및 전기용량의 변화는 제 1 표, 제 2 표와 같았다.

피부에 있어서의 전기저항의 주체가 되는 것은 상피 세포층이다^{2,4,5}. 그러므로 피부전기저항의 변동은 상피 세포층의 전도도의 변화에 기인되는 것이다.

더욱이 정신발한이 있는 부위(한선분포가 많은)와 없는 부위(한선분포가 적거나 거의 없는)와는 그 변화의 기전을 달리하고 있다. 즉 전자에 있어서는 피부저항은 한선의 활동도에 따라서 결정되며 후자에 있어서는 상피세포자체의 조건에 따라서 좌우되는 것이다^{4,5}.

저자는 흰쥐에 Na 이온을 부하하여 한선이 존재하지 않는 피부의 전해질 분포의 변화에 의한 피부저항의 변동을 관찰하고 그 변동의 기전을 추시해 보았다.

실 험 방 법

실험 동물은 생후 4~5개월의 체중 120~190g 인 암 흰쥐 40 마리를 사용 하였다.

각각 세마리씩을 한군으로 해서 흰쥐를 12군으로 나누어 정맥내에 Na 이온을 부하하는 10군에 대해서는 각각 0, 1, 2, 3, ... 9%의 멸균 식염수를 체중 100g당 2cc씩 꼬리 정맥에 주사 하였고, 경구적으로 Na 이온을 부하하기 위하여 한군의 흰쥐에 생리적 식염수만을 음료수로 주고 이와 대조하기 위하여 한군을 완전히 절식 시켰다.

피부의 전기저항 및 전기용량을 측정하는데 Wheatstone Bridge 를 사용하고 1,000 사이클의 교류전기를 전원으로 했다.

전극은 넓이 1cm²의 가락지 모양의 은판 전극이며, 흰쥐의 꼬리에 두개의 은판 전극을 고정하여 측정하는 방식과 한개의 은판 전극을 피부 표면에 고정하고 다른 한개의 바늘 전극을 피하에 찔러서 측정하는 두가지 방법을 사용 하였다.

실 험 성 적

Na 이온 부하후의 각군에서 나타나는 피부의 전기저

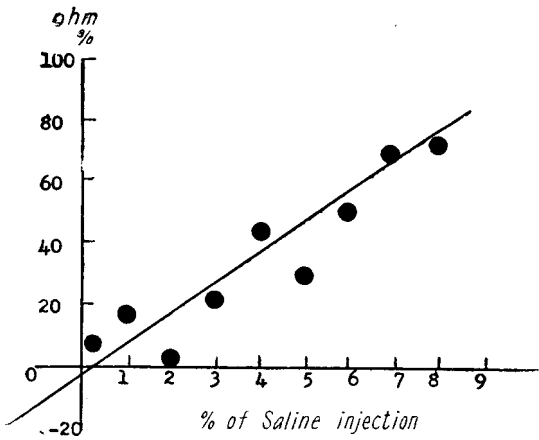
제1표, Na 이온 부하 후의 피부전기저항 전기용량의 변화

| 군 | 부하 식염수 농도 % | 대조 | 부하 후의 경과시간 | | | |
|----|----------------------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 1 | R: 10,100 | 11,000 (+9) | — | 10,900 (+8) | — |
| | | C: 0.004 | 0.004 | | 0.004 | |
| 2 | 2 | R: 12,400 | 14,200 (+15) | — | 14,400 (+16) | — |
| | | C: 0.003 | 0.002 | | 0.002 | |
| 3 | 3 | R: 14,000 | 13,900 (-1) | — | 14,200 (+1) | — |
| | | C: 0.003 | 0.003 | | 0.003 | |
| 4 | 4 | R: 13,300 | 17,000 (+29) | — | 16,200 (+21) | — |
| | | C: 0.003 | 0.003 | | 0.003 | |
| 5 | 5 | R: 16,100 | 27,800 (+73) | — | 23,000 (+43) | — |
| | | C: 0.003 | 0.003 | | 0.003 | |
| 6 | 6 | R: 15,800 | 15,900 (+1) | 15,200 (-4) | 20,400 (+29) | 27,100 (+72) |
| | | C: 0.003 | 0.003 | 0.004 | 0.003 | 0.002 |
| 7 | 7 | R: 7,500 | 8,600 (+15) | 10,350 (+32) | 11,900 (+57) | 11,200 (+50) |
| | | C: 0.006 | 0.004 | 0.004 | 0.003 | 0.003 |
| 8 | 8 | R: 9,200 | 12,800 (+89) | 14,700 (+60) | 15,400 (+68) | 12,700 (+38) |
| | | C: 0.004 | 0.003 | 0.005 | 0.006 | 0.005 |
| 9 | 9 | R: 5,900 | 6,500 (+10) | 8,600 (+46) | 10,100 (+71) | 8,400 (+42) |
| | | C: 0.007 | 0.007 | 0.007 | 0.006 | 0.01 |
| 10 | 0 | R: 16,100 | 13,100 (-19) | 8,200 (-38) | 12,500 (-22) | 8,300 (-32) |
| | | C: 0.005 | 0.008 | 0.007 | 0.005 | 0.007 |

R: 저항 (Ω/cm^2) C: 용량 ($\mu F/cm^2$)
 괄호내 수자: 저항변동의 백분비

정맥내 Na 이온 부하에서 전기 저항의 변동이 가장 심한 부하 3시간 후의 각군의 변화를 제 1 도에 도시 했는데 제 1 군~제 2 군(1%~4% NaCl 용액 주사) 에서는 유의미한 변동이 없이 대조치의 범위 내에 있었다. 제 5

군~제 7군(5%~7% NaCl 용액 주사)에서는 점차적으로 저항은 증가하고 용량은 감소하고 있었다. 제 8군, 제 9군(8%, 9% NaCl 용액 주사)에서는 정상치에 비하



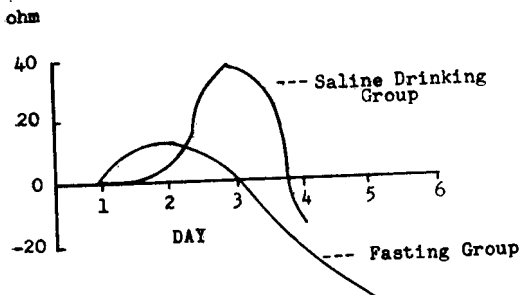
제 1도

제 2표 Na 이온의 경구적 부하, 완전기아 후의 피부 전기저항 전기용량의 변화

| 군 | 부 하 식염농도 (%) | 대 조 | 부하 후의 경과 일수 | | | | |
|----|--------------|-----------------------|--------------|-------------|-------------|----|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 11 | 0.9 (음료수) | R: 4,800 C: 0.008 | 5,000 (+4) | 6,600 (+37) | 4,000 (-17) | 사망 | |
| | | | 0.007 | 0.007 | 0.013 | | |
| 12 | 기 아 | R: 10,900 C: 0.008 | 12,000 (+10) | 10,900 (+0) | 8,400 (-23) | 사망 | |
| | | | 0.007 | 0.007 | 0.008 | | |

R: 저항 · C: 용량
괄호내 수자: 저항변동의 백분비

여 전기 저항이 40%~100%로 현저히 증가 하였고, 용량은 감소 하였다. 특히 제 7군~제 9군에서는 주사후 4시간에 주사량의 3~4배에 이르는 대량의 뇨 배설이 있었다. 제 10군(증류수 주사)에서는 상술한 바와 반대로 정상치에 비하여 20%~50%의 저항의 감소를 보이며 용량은 증가 하였다. 이때 저장 용액 주사로 인한 다량의 혈뇨를 볼 수 있었고 경도의 부종이 있었다.



제 2도

생리적 식염수만을 음료수로 주고 절식시킨 제 11군에서는 부하후 제 6일을 전후하여 사망 하였는데 제 4일까지는 점차적으로 저항의 증가를 보이는 것이 사망 전 일에는 모두 정상치 이하로 급격히 감소 하였었다.

제 12군(완전기아)에서는 제 5일에 이르기까지 큰 변동이 없던 것이 사망 전일인 제 6, 7일에는 모두 저항의 감소와 용량의 증가를 보여 주었다(제 2도).

제 1, 제 2표에서 볼 수 있는 바 전기저항과 용량을 서로 역비례하며 변화하는 상관관계를 보였다.

고 찰

본 실험에서 전기 저항과 전기 용량과의 역 비례 관계로 보아서 저항의 변동이 용량의 변동과 밀접한 관계가 있음을 알 수 있다.

피부에 있어서의 유효 용량이 분극에 의한 원형질 막을 사이에 둔 전해질 이중층의 분극용량 인지 혹은 전기적 부도체인 표피를 전매질로 하고 양도체인 전극 금속판과 발아층 이하의 내부 조직을 두장의 축전판으로 하는 정전 용량인지는 아직 실험적 근거가 불충분 하다.

제 1군~제 9군에서 Na 이온 부하에 의해서 일과성으로 세포 외액의 전해질 농도가 높아지면 정상시에 있어서보다 전해질 이중층의 분극에 의한 양층의 농도의 변화가 더욱 확대되어 저항이 증가 하리라 생각된다.

제 1군~제 4군에서 식염수 농도가 비교적 낮을 때에는 콩팥을 통하여 혈액 전해질 농도가 쉬 조절되어 막 용량을 크게 감소시키지 않으므로 저항에 큰 변동이 없던 듯 하며 제 5군~제 9군에서는 콩팥 기능으로 조절할 수 있는 범위 외에 있기 때문에 부하 식염 농도에 비례하여 막 용량이 감소 하고 따라서 저항이 증가 하는 듯 하다.

제 10군에서 증류수 주사로 세포 내액 및 세포 외액이 희석되면 이중층의 분극성이 감퇴되어 분극 용량이 커지며 저항이 하강하게 되는 듯 하다. 이러한 의미에서 Ebbecke의 유효 피부 저항을 결정하는 두 요소는 피부의 분극성과 투과성이라는 전제는 그 의의가 크다⁷⁾. 피부의 분극성 및 투과성에 관련하여 생각할 첫째는 피부 모세관의 상태 변화이다. 본 실험에서는 피부 발적 창백등을 볼 수 없었으므로¹⁾ 진피 부분의 모세관은 저항의 변동과 큰 관계가 없는 듯 하다. 둘째로 조직의 기계적 장력이 영향할 것인가가 문제이다. 증류수 부하 때에 나타나는 피하 조직의 부종도(장력의 감소) 20~50%의 저항의 감소를 가져왔고 고농도 식염수 부하 때에도 50~100%의 감소가 있었는데 후자에서는 조직 세포의 탈수로 인한 조직 장력의 감소가 있다고 생각 되므로 조직 장력과 전기 저항 사이의 관계는 무

어라 말할 수 없다⁴⁾.

제11군에서는 Na 이온이 체내에 축적됨에 따라서 점차적으로 저항이 증가되고 용량이 감소되는데 그 기전은 제 5군~제 9군과 같은 것이다.

제11군 및 제12군에서 사망전에 급격히 저항이 감소되는 원인에 대해서는 앞으로의 검토가 필요 할 것이다.

총괄

흰쥐에 정맥내로 혹은 경구적으로 Na 이온을 부하하여 피부 전기저항의 변화를 보았다.

1. 4%이하의 식염수(주사)부하로는 피부전기저항의 변동을 볼 수 없었다. 식염수 농도가 5%~7%일때에 10%~60%의 저항의 증가가 있고 8%~9% 식염수 부하 후에는 40%~100%의 저항의 증가와 분극용량의 감소를 보았다.

2. 증류수 주사에서는 피부저항이 2%~40% 감소되고 분극용량의 증가를 보았다.

3. 생리적 식염수를 음료수로서 투여하여 Na 이온을 부하한 동물에서는 시일이 경과 함에 따라 점차적으로 저항이 증가하였으나 사망전에는 완전 기아동물에서와 같이 저항이 급격히 감소 하였었다.

ABSTRACT

Changes in Electrical Resistance of Sodium Loaded Rat's Skin

Woo Gyum, Kim, M. D.

Department of Physiology, College of Medicine, Seoul National University, Seoul, Korea

(Director: Prof. Kee Young, Nam, M.D.)

Electrical impedences were measured by Wheatstone bridge on the skin of Na ion loaded albino rat's tails.

Rats were divided in-to 12 groups, 0, 1, 2, 3, ... 9% of saline solution were injected intravenously to

the first ten groups, respectively. One group was administered with normal saline as drinking water, and the rest was fasted completely.

When 1% to 4% of salines were injected, there were not any significant changes. When 5% to 9% of salines were injected, there were marked increases of electrical resistance (20%~50%) and decreases of electrical capacity, with severe urination.

On the contrary, when distilled water was injected, there were moderate decreases of resistance (20%~50%) and increases of capacity.

The group which was loaded with normal saline as drinking water revealed progressive increases in electrical resistance till 4th day, but suddenly decreased in the day before death.

The fasted group showed no changes for the time being but later showed large decrease in resistance on the day before death.

REFERENCES

- 1) Aveling, F. and Medowall, R.T.S.: *J. Physiol.* 60: 316, 1925
- 2) Lewis, T. and Zotterman, Y.: *J. Physiol.* 62:280, 1927
- 3) Wells, H.M.: *Quart. J. Exper. Physiol.* 18:33 1928
- 4) Densham, H.B. and Wells, H.M.: *Quart. J. Exper. Physiol.* 18:175, 1928
- 5) Curt, P. R.: *Amer. J. Physiol.* 88:596, 1929
- 6) Chester, W.D.: *Amer. J. Physiol.* 88:219, 1929
- 7) Schaefer, H.: *Elektrophysiologie, Wien, Bd. I.7-37, 1640*
- 8) Bokuzawa Susumu: *Nippon Seirigaku Koza. Vol. 2, 1, A2. 1. 3, 1-27*