

음(-)이온의 생리적 및 의학적 효과

이명호 (연세대학교 전기전자공학부 교수)

1 음이온의 생리적 효과

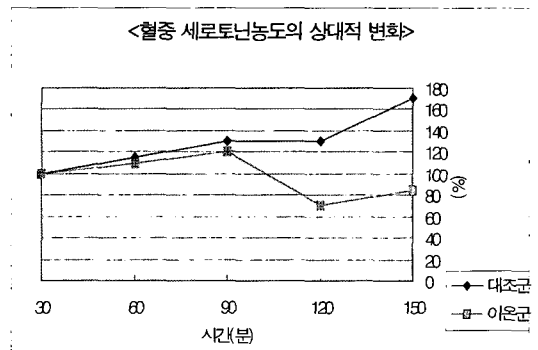
1.1 음이온과 세로토닌

세로토닌 - 필수아미노산인 트립토판으로부터 생합성된다. 트립토판은 장점막의 크롬친화성 세포나 뇌 속으로 받아들여 트립토판수산화효소 및 아미노산 탈탄산효소에 의하여 세로토닌으로 변환된다. 말초에서 세로토닌은 장이나 혈관 등의 평활근 및 자율신경에 작용한다. 예컨대 소화기계에서는 세로토닌이 장의 평활근이나 신경절을 자극하여 장관의 운동을 제어하고 있다. 또한 호흡기계에서는 세로토닌이 경동맥동(頸動脈洞)이나 대동맥의 화학수용기에 작용하여 호흡을 촉진시키거나 천식환자에서는 기관지근(氣管支筋)에 직접 작용하여 기관지를 수축시킨다. 나아가 심혈관계에서는 심장의 작용을 조절하고 있는 교감신경에 세로토닌이 직접 작용하여 심박수를 증가시키는 것으로 알려져 있다.

음이온과 세로토닌의 관계를 실험적으로 처음 밝힌 것은 Krueger와 Smith (1960)[2]이다. 이들은 음이온 노출 하에서 모르모트를 사육하고, 오줌 속의 5-하이드록시인돌아세트산(5-HIAA)을 정량한 결과, 통상의 환경 하에서 사육한 것보다도 증가한 것파 기관에 존재하는 세로토닌이 감소하였다고 보고하였다. 이 사실로부터 그들은 음이온이 세로토닌대사에 관계

하는 모노아민산화효소의 활성을 높여 세로토닌으로부터 5-HIAA로의 대사를 촉진시킨다고 결론지었다. 또한 실리콘처리한 사람의 정맥혈을 플러스이온에 노출하면 세로토닌이 통상의 정맥혈에 비교하여 피 속에서는 40[%], 혈장에서는 90[%], 적혈구에서는 50[%], 혈소판에서는 240[%]나 증가하였다. 한편 음이온에 노출되면 세로토닌이 피 속에서는 30[%], 혈장에서는 42.5[%], 적혈구에서는 41.7[%], 혈소판에서는 72.3[%]나 감소하였다.

또한 성인남자 10명을 대상으로 60분간 자전거 타기 운동(중등 정도의 부하)을 실시하고 회복과정의 혈중 세로토닌농도를 음이온 환경인 쪽이 비노출 환경인 쪽에 비교하여 세로토닌농도가 유의하게 낮다는 결과가 얻어졌다[3]. 이들 사실로부터 말초의 세로토닌이 음이온에 의하여 영향을 받는 것이 확실하다.



1.2 세포와 자율신경 활성화

음이온의 수많은 효능 가운데 하나로 자율신경을 컨트롤하는 힘이 있다.

자율신경이란 - 사람의 의지와는 관계없이 위나 장, 심장, 혈관, 기타 모든 내장 조직을 지배하고 그 기능을 조절하는 신경이다. 이 기능이 있으므로 비로소 인간은 살아갈 수 있다고 말해도 과장을 정도로 중요한 것이다.

그런데 우리들 가운데에는 자율신경실조증에 빠지는 사람이 적지 않다. 자율신경실조와 긴밀한 관계에 있는 것이 내분비샘과 조절기능의 쇠약이다. 여기에 음이온의 파워를 여실하게 나타내는 아주 훌륭한 임상자료가 있기 때문에 소개해 둔다. 「마이너스이온치료기」를 써서 환자치료를 임하고 있는 도쿄도내에 있는 어떤 전문병원의 데이터이다.

산성의 정도는 보통 피 속 젖산농도로 측정하는데, 그 검사 데이터에 의한 음이온 치료를 15분 동안 받은 사람과 받지 않은 사람의 젖산 농도의 평균값은 아래 표와 같다.

젖산 농도 평균값

(단위 : 밀리몰)

	음이온치료 받은 사람	치료 받지 않은 사람
치료 시작전(A)	2.71	2.32
치료후 15분 경과(B)	1.75	2.36
(B - A)	-0.96	+0.04

※ 출처 : “해로운 공기, 이로운 공기”

이 데이터는 음이온이 젖산 등의 산화억제에 효과가 있음을 명확하게 나타내는 것이다.

젖산 값이 높으면 피돌기가 나빠져 영양수송이나 산소수송이 지체되고, 또 자율신경을 지탱하고 있는 피부표면의 말단 신경세포에 영양을 주고 있는 모세혈관의 순환도 매우 나빠진다. 그 결과 말단 신경세포

는 영양부족 때문에 말단신경세포로부터 자율신경 전체에 주는 피드백이 나빠지기도 하고 흐트러지기도 하거나, 느려지거나 거꾸로 과잉이 되거나 하여 자율신경 실조증을 일으키게 하고 있다고 설명할 수 있다.

1.3 음이온과 활성산소

Kosenko팀(1997)[4]은 랫트의 적혈구에 120만 개/[cc]의 음이온에 노출시키면 약 2배나 SOD활성이 증가(1,191±39U/[ml]에서 2,330±212U/[ml])하는 사실을 보고하고 있다. 그들은 음이온이 활성산소 그 자체라고 생각하고 있고, 음이온 노출에 의한 SOD활성의 향진은 음이온인 활성산소를 분해하여 없애기 때문이라고 보고하고 있다. 또한 SOD활성의 향진은 적혈구 속의 H₂O₂가 증가하기 때문이라고 설명하고 있지만, H₂O₂의 증가가 왜 SOD활성을 향진시켰을까에 관하여는 명확하게 설명하지 않았다.

Temnov팀[5]은 음이온으로 전처리한 용매에 호모지네이트(homogenate)시킨 간조직을 넣으면 분산되어 있던 간장의 미토콘드리아가 재빠르게 응집되는 사실, 또 음이온에 노출시키면서 식히면 2, 3시간에 큰 미토콘드리아덩어리로 되는 사실을 보고하고 있다. 그들은 음이온의 생리효과 발현에는 미토콘드리아가 관여하는 것과 미토콘드리아의 응집에는 O₂⁻로부터 생성되었던 H₂O₂가 관여한다고 서술하고 있다.

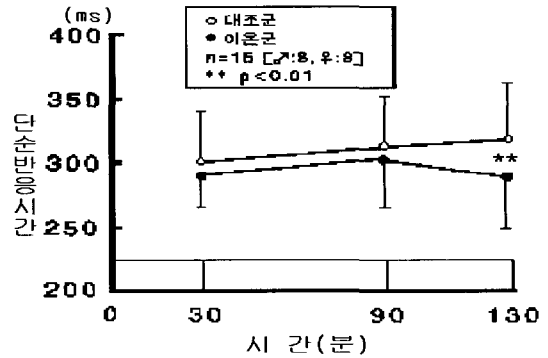
Goldstein과 Arshavskaya(1997)[6]는 포유동물에 대한 이온결핍 영향을 관찰하였다. 마이너스와 플러스이온이 각각 0개/[cc], 77±18개/[cc]인 아크릴제 장 속에서 사육한 마우스(21.0±1.6[g]부터 사육) 및 랫트(173.5±7.3[g]부터 사육)는 마이너스 및 플러스이온이 각각 482±128개/cc, 660±148개/[cc]인 석영유리 장 속에서 사용한 것에 비교하여 빨리 죽었다(이온결핍 마우스와 랫트의 수명은 각각 16.2±0.9일과 23.0±1.1일). 또 빨리 죽은 랫트 및 마우스의 하수체선부(腺部)와 후엽의 신경성 부분에

전현(電顯)레벨(electron microscopy)에서의 병리적 변성이 인지되었다. 이러한 사실들로부터 그들은 공기이온 상실과 동반하는 신경전달물질의 농도변화 및 하수체부전(不全)이 동물의 죽음을 결정하는 사실, 또 음이온 노출에 의하여 생기는 활성산소가 유아의 발육에 극히 중요하다고 서술하고 있다. 그렇지만 음이온과 활성산소에 관한 연구는 시작일 뿐으로 앞으로 더욱 검토가 필요하다고 생각된다.

1.4 음이온과 작업능력

음이온과 작업능력에 관한 연구가 많지만, 작업능력의 지표로써 psychomotor tasks(심리운동과제)를 쓰고 있다. 예컨대 Hawkins와 Barker(1978) [7]는 성인남자 45명을 마이너스, 플러스 및 통상환경의 세 그룹으로 나누고, 각각의 환경 하에서 행한 경면묘사(鏡面描寫)테스트, 추종동작테스트, 시각반응시간 등으로의 영향을 관찰하였다. 그들은 음이온 하에서는 그들의 모든 능력이 통상환경하에서 비교하여 유의하게 향상하였지만, 플러스이온 하에서는 아무런 효과도 인지되지 않았다고 보고하고 있다. 그렇지만 Tom뎀(1981)[8]은 음이온이 반응시간이나 무드에는 효과 있었지만, 추종동작테스트에는 효과가 없었다고 보고하고 있다.

성인남녀 16명을 대상으로 60분간의 자전거타기 운동(중등 정도의 부하)을 실시시키고, 회복과정의 반응시간을 음이온 환경하와 비노출 환경 하에서 비교하였던 연구에서는 음이온 환경 하에서 반응시간 쪽이 유의하게 빨리 안정수준으로 돌아간다는 결과를 얻었다[9]. 일반적으로 지속적 운동후의 반응시간은 피로가 원인으로 연장되는 것이 알려져 있지만, 이 결과는 음이온이 반응시간의 구성요소인 중추 및 말초신경에 무엇인가 좋은 효과를 갖고 있음을 시사하고 있다. 반응시간에 대한 음이온의 회복효과는 스포츠 경기에서 성적 향상에 작용하는지도 모른다.



2. 음이온의 의학적 효과

2.1 음이온과 정신신경질환

스트레스에 대한 저항력은 신체적 반응을 조절하는 시스템, 즉 “시상하부 - 하수체 - 부신계”에 의하여 조절되고 있다. 생체가 스트레스를 받으면 시상하부로부터 코르티코트로핀방출인자(CRF, *corticotropin release hormone<factor>)가 분비된다. 이것을 받아서 뇌하수체로부터는 부신피질 자극호르몬(ACTH)이 분비되고, 나아가 혈액으로 운반되어온 ACTH에 의하여 부신은 코르티졸(cortisol) (*hydrocortison, 스테로이드호르몬)을 분비한다. 코르티졸은 우리들의 몸을 “투쟁”이나 “도주”로 반응시키는 물질이다. 그 때문에 식욕이나 성욕은 억제되지만, 집중력이나 긴장상태는 높아지고 수면장애를 동반하는 과긴장상태로 만든다.

Livanova뎀(1999)[10]은 랫트를 좁은 아크릴제 관에 1시간 가두고 혈압 및 체성감각-운동아의 코하쿠산 탈수소효소를 측정하였다. 그 결과 음이온에 노출시키서 가둔 쥐는 비노출하에서 가둔 쥐에 비하여 혈압의 상승이 인지되지 않고, 더구나 호박산 탈수소효소 농도도 증가하지 않았다. 이 결과는 음이온이 구속스트레스를 완화하는 효과를 갖고 있음을 시사하고 있다. 우리들은 음이온 노출 하에서 8주간 사육한 랫트의 시상하부에서 신경전달물질농도를 통상의 환경

하에서 사육한 랫트와 비교하였다. γ -아미노낙산(GABA) 및 아스파라긴산은 음이온 하에서 사육한 랫트의 쪽이 통상 환경하에서 사육한 것보다도 증가하였다. 억제계의 신경전달물질인 GABA가 음이온 하에서 사육한 랫트에서 증가하였다는[11] 사실은 음이온이 CRF의 분비를 억제하는 가능성을 시사한다. 또한 아스파라긴산의 증가는 발달기의 동물에서 학습이나 기억, 신경의 발달 및 신경회로의 형성촉진에 관계가 있다고 말하고 있다. 이 GABA 및 아스파라긴산의 결과는 미로실험에서 음이온 하에서 사육한 랫트 쪽이 통상환경하에서의 것과 비교하여 뇌에 다른 시간이 빠르다는 결과나 음이온이 스트레스를 완화한다는 결과를 지지하는 것이다[12].

Misiaszek팀(1984)[13]은 8명의 躁病 환자를 대상으로 음이온이 증상에 개선 효과가 있는지 여부를 임상실험으로 조사하였다. 음이온 노출 전에 회화장애, 불안흥분, 주의산만, 양양감, 수면장애 및 과대망상 등의 증상을 인지한 8명의 환자 가운데 7명이 1시간에서 1시간반 동안 음이온 노출에 의하여 졸림을 느끼거나 진정된 상태나 집중할 수 있는 상태로 회복되었다. 그 진정된 상태는 노출 후 1시간 지속되었다고 보고하고 있다.

Terman부부(1995)[14]는 계절성 정서장애(winter depression)인 환자 25명을 음이온 소량노출군(10,000개/(cc))과 대량노출군(270만개/(cc))으로 나누어 20일간에 걸쳐 이른 아침 30분간씩 음이온에 노출시켰다. 증상의 빈도나 강도가 반으로 경감된 상태를 효과가 있다고 할 때, 대량노출군에서는 환자의 58(%), 소량노출군에서는 15(%가 항우울 효과가 인지되었다.

Terman팀(1988)[15]은 158명의 계절성 정서장애환자를 대상으로 bright light (1만 룩스, 30분/일)와 음이온 노출(27만개/(cc), 30분/일)의 치료 효과 비교를 실시하였다. 우울증의 개선에 대하여 광노출은 저녁보다도 이른 아침 쪽이 효과적이었다. 음

이온 노출은 이른 아침 광노출과 같은 정도의 효과가 있었다. 일반적으로 기상시의 광노출은 대뇌에서 송과체로부터의 멜라토닌 분비를 촉진하고 생체시계를 조절하는 작용을 갖고 있다. 또 멜라토닌은 세로토닌으로부터 합성되는 물질이고, 시교차상핵(視交叉上核)에서 유래하는 각성신호를 억제하여 수면을 이루게 한다고 생각된다. 이와 같은 사실로부터 계절성 정서장애환자에 대한 음이온이나 이른 아침 광노출의 항우울 효과는 뇌내 세로토닌이나 멜라토닌농도의 변화에 의한 것이라고 생각된다.

3. 음이온과 양이온의 생리효과

3.1 이온이 몸에 미치는 영향

음이온이 많은 공기	양이온이 많은 공기	
1. 면역력 향상	1. 현기증과 구토	
2. 정신적 안정	2. 두통과 견통	
3. 신체의 기능 향상	3. 갑갑증	4. 불면증
4. 노폐물 배출	5. 천식	6. 동맥경화
5. 호흡기 기능 향상	7. 알레르기	8. 암
6. 피로감 경감	9. 치매	10. 노화

※ 출처 : "이온 체내혁명"(노보루 야마노야 박사 지음, 김병관 박사 옮김)

3.2 음이온과 양이온이 인체에 미치는 영향에 관한 연구

임상항목	양이온 공기	음이온 공기
혈 관	수 축	정 상
혈 압	상 승	정 상
혈 액	산 성	약 알 카 리 성
혈 당	증 가	감 소
심 장 활 동	활 동 둔 화	활 동 강 화
호 흡	곤 란	정 상
뼈	발 육 저 하	발 육 강 화
신 장	활 동 둔 화	활 동 강 화
내 분 비 선	부 진	조 화
자 율 신 경	부 조 화	조 절
교 감 신 경	흥 분	조 절

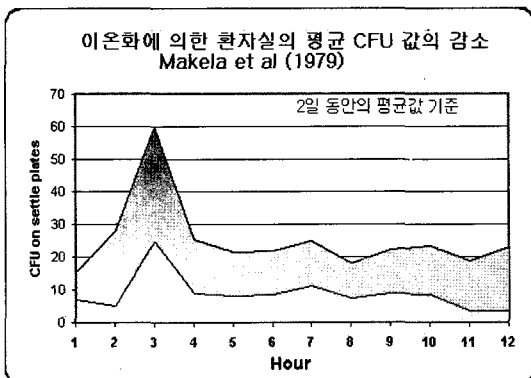
특집 : 음(-)이온

임상항목	양이온 공기	음이온 공기
스트레스	누적	해소
피로	누적	회복
저항력	감소	증가
세포	노화	활동 촉진
주의력	산만	집중

3.3 음이온이 미생물에 미치는 영향

공기를 음이온화 함으로서 먼지 입자나 생물학적 에어로졸과 같은 미생물을 운반하는 물질이 이온화하여 이들이 더 빨리 침전하게 하여 공기중의 미생물의 개체수를 감소시킬 수 있다. 침전은 수평면위로 일어나며, 특히 금속표면과 이온화기기 부근에 일반적으로 침전이 잘 된다. 이온화는 작은 입자들이 뭉쳐져 큰 입자가 되도록 촉진하는 경향이 있으며, 이러한 경향은 침전속도를 증가시키게 됩니다. 이온화는 또 바닥면과 이온화된 입자 사이에 인력이 작용하도록 한다.

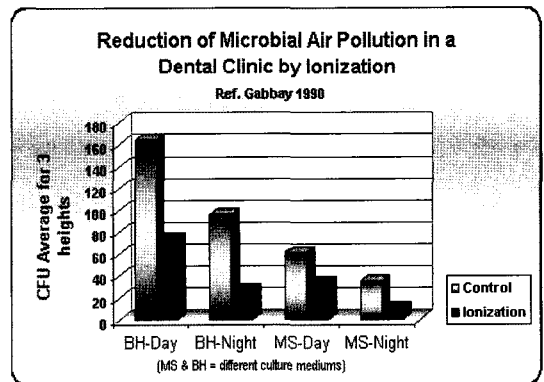
1) 아래 그림은 화상 및 성형외과 병동의 환자실의 박테리아 에어로졸이 공기의 이온화에 의하여 감소될 수 있음을 발견한 연구결과를 그래프로 나타낸 것이다. (Makelaetal 1979). 박테리아 개체수의 변동은 침대교체 및 다른 방에서의 활동과 관련이 있다. 방안의 습도가 낮은 것이 이온화의 효과를 증대시켰을 것으로 여겨진다.



<출처 : 미국 펜실베이니아 주립대학교(Pennsylvania State University)의 공중생물공학(aerobiological engineering)>

- ※ 참고 1 : CFU(Colony Forming Units, 집락형성단위) : 일반세균수를 나타내는 단위. 표준화된 기간 동안 배양 후 확인된 특정형통의 세균의 개체 수.
- ※ 참고 2 : 중생물공학(aerobiological engineering) : 실내 환경에서 병원균의 제어와 호흡기를 통한 전염병 감염의 감소를 위한 시스템 및 건축물 설계 기술과학으로, 상업용 건물, 병원 및 주택 등을 포함합니다.
- ※ 참고 3 : 공중생물학(aerobiology) : 사람의 건강에 치명적일 수 있는 바이러스, 박테리아 및 균류 같은 공기중의 미생물을 연구하는 학문입니다.

2) 먼지가 미생물을 운반하는 환경에서는 공기를 음이온화하는 것이 감염을 줄이는 경제적인 방법이 될 수 있다. 이 방법은 양계장에서 뉴캐슬 병(Newcastle Disease Virus)의 발생을 줄이는 경제적인 방법으로 사용되어 왔다. (Mitchell 1994).



4. 음이온의 4대 효과

* 혈액을 정화시킨다.

- 세포활성화에 의해서 신진대사가 활발하게 되면 혈액은 정화된 상태를 유지한다. 또한 음이온은 동맥경화 등의 성인병을 유발시키는 혈청콜레스테롤을 억제하는 등 직접적으로 작용하는 것이 확인되고 있다. 혈액중의 세균을 감싸 살균하는

물질생성을 활성화에 의해 면역계를 높이는 효과도 있다.

* 자율신경을 안정시킨다.

- 사람 몸의 장기는 그 활동을 활발하게 하는 교감신경과 그 활동을 억제시키는 부교감신경이라고 하는 자율신경에 의해 지배되고 있다. 이 2가지의 신경밸런스가 무너지면 여러 가지 장기에 장애현상이 발생한다. 음이온 이와 같은 자율신경에 작용하여 그 활동을 안정화시키는 효과가 있다.

* 세포를 활성화시킨다.

- 인간의 세포는 세포막으로 둘러 쌓여 있다. 이 막 속에는 나트륨, 칼륨-ATP 아제 라고 하는 산소가 존재한다. 이 산소가 세포 속의 칼륨이온과 세포 표면에 있는 나트륨이온을 서로 교환시켜서 세포에 영양과 산소가 공급 및 흡수되고 이산화탄소와 노폐물이 배출된다. 체내 흡수된 음이온은 세포막에 작용하고 이와 같은 세포의 이온교환을 돕는 일을 한다.

* 면역력을 높인다.

- 음이온은 자율신경계의 활동을 안정화시키고, 전신의 세포를 활성화시킨다. 그 결과 면역력, 적어도 병에 대하여 싸워 이길 수 있도록 해 준다.

ions on the recovery of physiological responses after moderate endurance exercise. *Int. J. Biometeorol.* 41: 132~136, 1998.

- [4] Kosenko EA, Yu G, et al: The stimulatory effect of negative air ions and hydrogen peroxide on the activity of superoxide dismutase. *FEBS Letters* 410: 309~312, 1997.
- [5] Temnov AV, Sirota TV, et al: Effect of superoxide in air on structural organization and phosphorylating respiration of mitochondria. *Biochem.* 62:1089~1095, 1997.
- [6] Goldstein N, Arshavskaya TV: Is atmospheric superoxide vitally necessary? Accelerated death of animals in a Quasi-Neutral electric atmosphere. *Z. Naturforsch.* 52: 396-404, 1997.
- [7] Hawkins LH, Barker T: Air ions and human performance. *Ergonomics* 21: 273~278, 1978.
- [8] Tom G, Poole MF, et al: The influence of negative air ions on human performance and mood. *Human Factors* 23: 633~636, 1981.
- [9] 琉子友男, 浜光太郎, 他: 運動後の負イオン曝露が反応時間に及ぼす影響. *臨床環境醫學*6:123, 1997.
- [10] Livanova LM, Levshina IP, et al: The protective effects of negative air ions in acute stress in rats with different typological behavioral characteristics. *Neurosci. Behav. Physiol.* 29: 393~395, 1999.
- [11] 琉子友男, 大塚由有子, 他: 負イオンが脳波、自律神経系および脳内神経伝達物質濃度に及ぼす影響. *臨床環境醫學*7:121, 1998.
- [12] Duffee RA, Koontz RH: Behavioral effects of ionized air on rats. *Psychophysiology* 1: 347~359, 1965.
- [13] Misiaszek J, Gray F, et al: The exposure of manic patients to negative air ions. Annual meeting, Academy of psychosomatic medicine, Denver, Colorado, 1984.
- [14] Terman M, Terman JU: Treatment of seasonal affective disorder with a high-output negative ionizer. *J. Alt. Com. Med.* 1: 87~92, 1995.
- [15] Terman M, Terman JU, et al: A controlled trial of timed bright light and negative air ionization for treatment of winter depression. *Arch. Gen. Psychiatry*, 55: 875~882, 1998.

참 고 문 헌

- [1] Valenzuela MA: Significacion biologica y terapeutica de los iones atmosfericos. *Academia Nacional de Medicina* 100: 635~668, 1983.
- [2] Krueger AP, Smith RF: The biological mechanisms of air ion action: Negative air ion effects on the concentration and metabolism of 5-hydroxytryptamine in the mammalian respiratory tract. *J. Gen. Physiol.* 44: 269~276, 1960.
- [3] Ryushi T, Kita I, et al: The effect of exposure to negative air