

마이너스이온과 항산화력

-특히, 마이너스 이온이 인체에의 효과 검증에 대해서-

타자와켄지 (토야마 의약과대학 의학부 교수)

머리말

마이너스이온은 세포의 활성화를 재촉해, 자율 신경의 조정이나 혈액의 정화, 피로의 회복 등에 효과가 있으며, 한편, 플러스이온은 신체의 세포로부터 전자를 빼앗아, 세포를 산화와 대사이상을 초래하는 등 마이너스의 작용이 지적되고 있다. 최근 특히, 마이너스 이온의 효과를 노래한 상품이 시판되어, 그 종류도 해마다 증가하고 있다. 그렇지만, 마이너스 이온 효과에 대해서는 미해명의 부분도 많으며, 건강 촉진 효과에 대해서 의문시하는 연구자가 있는 것도 확실하다. 이번은, 토시바 카리아(주)와 세르미 의료기(주)가 공동 개발한 이온 발생 시스템을 사용해 인체에의 생리적인 작용을, 사모 그래프, 혈액 생화학적, 또 뇌파의 반응으로부터 검토해(검증(I)), 더욱, 크로스컨트리 스키 선수를 피험자로서 전술의 이온 발생 시스템으로부터 발생한 마이너스 이온을 수면 시간중 인가(印加)해 7일간 생체에 미치는 영향을 산화 스트레스에 대한 방어에 관점으로부터(검증(II)), 마이너스 이온의 생체에게 주는 항산화적 작용을 종합적으로 검토했다.

이번 검토에 이용한 마이너스 이온 발생 장치는 종래의 방전 주기가 길다, 전극간의 거리가 짧은 것과 달리, 방전 주기를 약 40%단축하는 것과 동시에 평판 전극으로 바꾸어, 그망목(網目) 상태에서 도전포의 전극을 채용한 것이다. 그 특징은, ① 방전 개소가 분산되어 전극 주변의 공간 전하의 영향을 받는 것이 적은 안정된 코로나 방전을 실현하고, ② 낮은 전압에서도 방전해, ③ 전극간의 거리를 종래의 약 3배와 길게 한 것이다. 장치보다 3 m 떨어진 공간에서의 마이너스 이온의 농도가 27,000/cc의 것을 사용했다.

먼저 검증(1)으로서 실내에 있어 윗부분에서 인가된 마이너스 이온을 흡인했을 때의 사람의 체표면온도 변화와 각종 혈액 생화학적 분석과 뇨 중

ORP(oxidation-reduction potential), 한층 더 뇌파에 있어서의 변화에서 검토했다. 다음에 검증(II)에서는, 일본 올림픽 선수를 포함한 크로스컨트리 스키 입산강화 합숙중의 선수를 피험자로서 마이너스 이온을 수면 시간 중에 인가해 생체에 미치는 7일간의 영향을 산화 스트레스에 대한 방어의 관점에서부터, 산화 손상에는 뇨 중 8-OHdG, 8-OHdG 생성 속도, 뇨 중 ISO 플러스 탄, ISO 플러스탄생성 속도, CoQ10 산화률, 혈청 LPO 등을, 혈액중의 산화전구인자는 철(Fe), 동(Cu), 후르크트사민, 콜레스테롤, 중성 지방, 수용성항산화물질에서는, 총항산화능(STAS), 비타민 C, 요산, 엽산, 비타민 B12를 측정했다. , 지용성항산화물질로서는 르테인+제아크산틴, β -클립트크산틴, 리코핀, α -카로텐, β -카로텐, 비타민 A, α -토코페롤, δ -트토코페롤, γ -토코페롤, 유비키놀, α -토코페롤/콜레스테롤을 측정해, 그 외의 항목으로서는 혈청 8-OHdG, 헤모글로빈, 유산값 등을 측정해 종합적으로 산화 스트레스에 대한 판정의 검사 항목으로 했다.

I. 마이너스 이온의 효능 검증(1)

마이너스 이온 발생 장치는 세르미 의료기(주)와 토시바 카리아(주)의 공동 개발한 것을 사용했다. 시험일, 시험장소, 피험자수, 시험 그룹 배분 방법, 시험 방법을 이하와 같이 했다.

1. 시험일 : 평성 15년 4월 7일 및 8일, 2. 시험장소 : 카가와현 사카이데시 이치카와쵸 3329번지 호리구치 의원, 3. 피험자수 : 건강한 10명, 4. 시험 그룹 배분 방법은 이중맹검법으로 했다. 5. 시험 방법은 이하와 같이 실시했다.

1) 기기 구성 : 송풍기로서 토시바 카리아제의 종래형태 공기 청정(CAF-03 B)을 이용해, 이온 발생 시스템이 되어 있는 5대, 이온 발생이 기능이 없는 것 5대를 사용했다. 2) 흡인 방법은, 병실내에서 침대상에 안정하게 모로 누워, 측방 1 m에 공기 청정기를 설치해, 얼굴을 향해 「강」에서 운전 인가했다. 6. 마이너스 이온 흡인 시간은 2시간으로 하고, 7. 분석 항목으로서는, 체표면온도, 혈액 pH, 임파구수, 유산값, 1.5-AG, 혈당값, 뇌파(α 2파)를 측정했다. 8. 통계학적 처리에는, Student 의 t검정을 이용했다.

II. 마이너스 이온의 효능 검증(1)에 있어서의 성적

1) 체표면온도의 변화에 대해서

인가 전부터 2 시간후의 변화에 대해서, 인가군에서는 모든 피험자에 있어, 서모그래피에 의해, 분명한 체표면의 온도 상승을 볼 수 있었다. 그러나 비인가군에서는, 모든 피험자에 있어, 체표면의 온도 상승을 확인할 수 없었다(사진 1).

2) 혈액 pH의 변화에 대해서

(1) 인가 전부터 2 시간후의 변화에 대해서, 인가군에서는 유의하게 상승(알칼리화)하고($p < 0.05$), 비인가군에서는 유의하게 저하(산성화) 했다($p < 0.01$). (2) 인가전을 기준으로 한 2 시간후의 증감 변화양에 대해서는, 인가군에서는 비인가군보다 유의하게 상승했다($p < 0.001$) (그림 1).

3) 임파구의 변화에 대해서

(1) 인가 전부터 2 시간후의 변화에 대해서, 인가군에서는 유의하게 증가해 ($p < 0.01$), 비인가군에서는 유의하게 감소했다($p < 0.05$). (2) 인가전을 기준으로 한 2 시간후의 증감 변화양에 대해서는, 인가군에서는 비인가군보다 유의하게 증가했다($p < 0.001$) (그림 2).

4) 유산값의 변화에 대해서

(1) 인가 전부터 2 시간후의 변화에 대해서, 비인가군에서는 유의하게 증가했다($p < 0.05$) . (2) 인가전을 기준으로 한 2 시간후의 증감 변화양에 대해서는, 인가군에서는 비인가군보다 유의하게 감소했다($p < 0.05$) (그림 3).

5) 1.5-AG의 변화에 대해서

(1) 1.5-AG는 인가 전부터 2 시간후의 변화에 두고, 인가군에서는 비인가군보다 유의하게 증가했다($p < 0.05$). (2) 1.5 -AG는 인가전을 기준으로 한 2 시간후의 증감 변화양에 대해서는, 인가군에서는 비인가군보다 유의하게 증가했다($p < 0.01$)(그림 4).

6) 혈당값의 변화에 대해서

(1) 혈당값에 대해서는 2 시간후의 변화에 두고, 인가군에서는 전원이 감소하는 경향에 있었다. (2) 인가전을 기준으로 한 2 시간후의 증감 변화양에 두어, 인가군에서는 감소하는 경향에 있었다(그림 5).

7) 뇨 중 ORP의 변화에 대해서

(1) 뇨 중 ORP값의 변화는, 인가 전부터 2 시간후에 인가군에서는 유의하게 저하해($p < 0.01$), 비인가군에서는 유의하게 상승했다($p < 0.05$). (2) 인가전을 기준으로 한 2 시간후의 증감 변화양에서는, 인가군은 비인가군보다 유의하게 저하했다($p < 0.001$).

8) 뇌파에 있어서의 α_2 파의 변화에 대해서

(1) 인가 전부터 2 시간후의 변화양에 대해서, 인가군에서는 유의하게 증가했다($p < 0.05$).

(2) 인가전을 기준으로 한 2 시간후의 증감 변화양에 대해서는, 인가군에서는 비인가군보다 유의하게 증가했다($p < 0.01$)(그림 6).

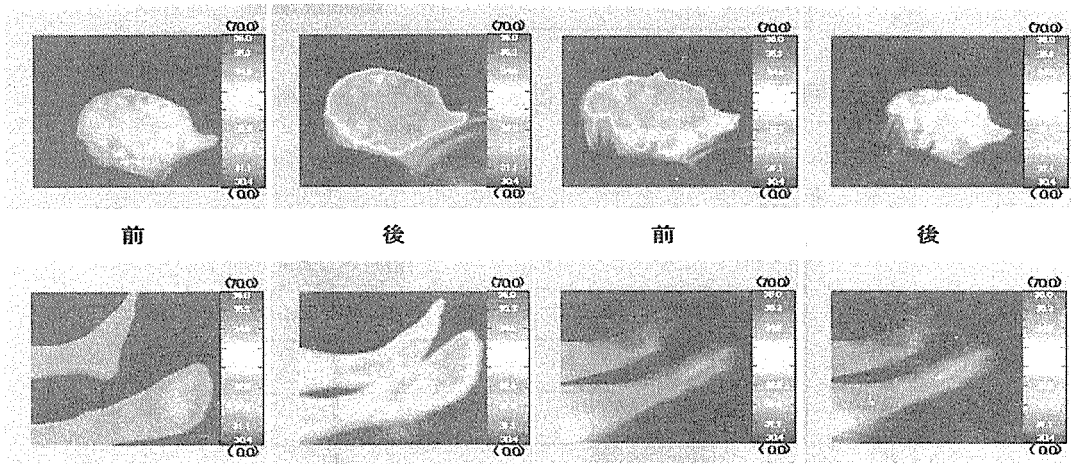
III. 마이너스 이온의 효능에 있어서의 고찰

이온 발생 시스템으로부터 발생하는 마이너스 이온을 흡인 인가하는 것으로 써, 이하의 결과를 얻을 수 있었다. 즉, (1) 체표면온도의 상승이 인정되어 부교감 신경을 개입시킨 모세혈관의 혈행 촉진이 생각된다. 혈액학적 검토로부터는(2) 혈액의 pH가 상승해 알칼리화하는 경향이 있어, 임파구수가 증가하는 등, 면역계에도 유효하게 작용하고 있을 가능성이 있다. 게다가(3) 혈중 유산값이 저하해 피로 회복에 효과적으로 작용하고 있다. (4) 혈당값이 저하해, 1.5-AG의 증가를 인정당대사에 유효하게 작용하고 있다. (5) 뇨 중 ORP값은 산화환원전위가 마이너스측으로 낮아진다. (6) 뇌파에 있어서의 α_2 파가 증가하고 있는 것으로부터 릴렉스 효과를 얻을 수 있을 가능성이 있다.

사진 1 사모 그래프에 의한 체표면온도 변화

이온 발생 시스템 있음(대표예)

이온 발생 시스템 없음(대표예)



마이너스 이온 발생 시스템이 있는 전증례(全症例)에 있어서, 2 시간후에 체 표면(머리 부분 및 발부분)의 온도가 상승하고 있지만, 마이너스 이온 발생 시스템 없이는 변화가 없다. 체표면의 온도는 저하하고 있는 경향이 모든 증례(症例)에서 인정된 것으로부터 마이너스 이온을 흡인 인가에 의해 변화하다고 생각된다.

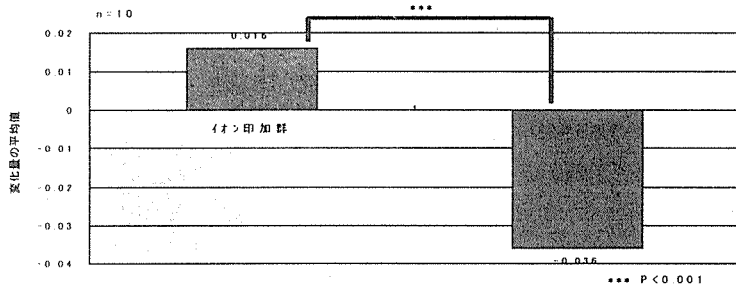


그림 1. 혈액 pH에 있어서 인가전을 기준으로 한 2 시간후의 변화양

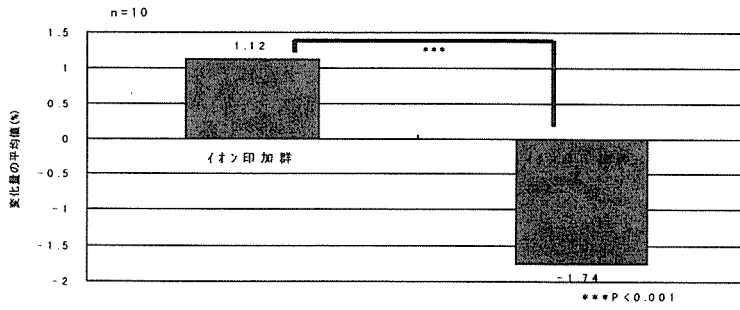


그림 2. 임파구수에 있어서 인가전을 기준으로 한 2 시간후의 변화양

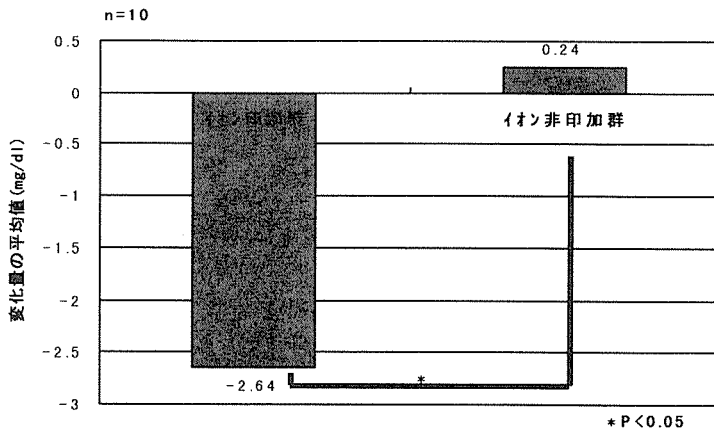


그림 3. 혈중 유산값에 있어서 인가전을 기준으로 한 2 시간후의 변화양

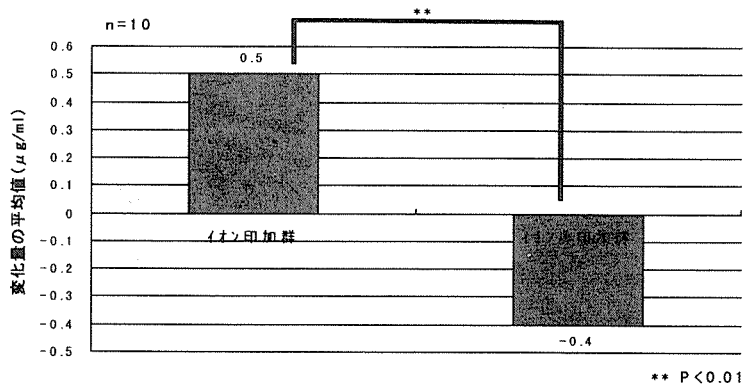


그림 4. 혈중 1.5-AG에 있어서 인가전을 기준으로 한 2 시간후의 변화양

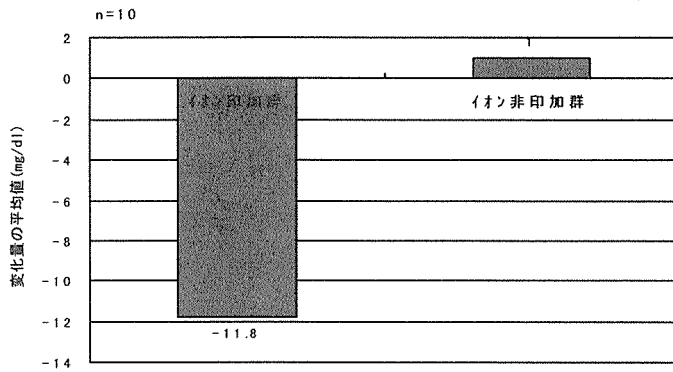


그림 5. 혈당치에 있어서 인가전을 기준으로 한 2 시간후의 변화양

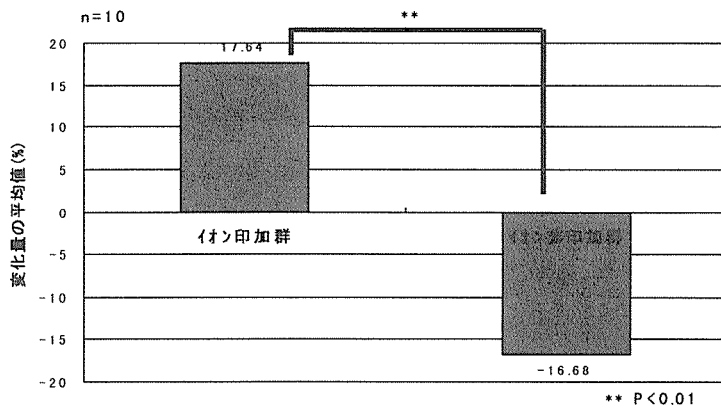


그림 6. 뇌파에 있어서의 $\alpha 2$ 파의 인가전을 기준으로 한 2 시간후의 변화양

표 1. 마이너스 이온 인가군의 실측값 n=5

검사 항목		평균치	표준 편차	표준 오차	
임파구분할	인가전	30.88	9.8968	4.4259	'**
	2 시간후	32	9.9277	4.4398	
호중구분할	인가전	58.18	9.9735	4.4603	'*
	2 시간후	56.94	10.4607	4.6782	
단구분할	인가전	6.54	0.7162	0.3203	
	2 시간후	6.8	1.0885	0.4868	
ph	인가전	7.36	0.0122	0.0054	'*
	2 시간후	7.376	0.0181	0.0081	
ORP	인가전	-55	8.3366	3.7282	'**
	2 시간후	-63.6	9.9146	4.4339	
유산	인가전	15.56	2.7727	1.24	
	2 시간후	12.92	3.9638	1.7726	
혈당치	인가전	168.6	111.9946	50.0855	
	2 시간후	156.8	97.5561	43.6284	
1.5-AG	인가전	7.06	5.7682	2.5796	
	2 시간후	7.56	6.1039	2.7297	
혈관년령	인가전	51.6	7.8612	3.5156	'**
	2 시간후	46.8	6.2609	2.8	
α2파	인가전	25.68	22.0411	9.857	'*
	2 시간후	43.32	17.0253	7.6139	
β파	인가전	9.34	9.0237	4.0355	
	2 시간후	2.32	3.6355	1.6258	
* P<0.01 ** P<0.01					

표 2. 마이너스 이온 비인가군의 실측값 n=5

검사 항목		평균치	표준 편차	표준 오차	
임파구분할	인가전	35.36	4.2382	1.8954	'*
	2 시간후	33.86	4.5357	2.0284	
호중구분할	인가전	53.78	4.4403	1.9857	'**
	2 시간후	55.82	4.4042	1.9696	
단구분할	인가전	7.12	1.2477	0.558	
	2 시간후	6.7	1.063	0.4753	
ph	인가전	7.39	0.0353	0.0158	'**
	2 시간후	7.354	0.0357	0.016	
ORP	인가전	-58.6	10.0399	4.4899	'*
	2 시간후	-54.4	11.1489	4.9859	
유산	인가전	16.1	4.5205	2.0216	'*
	2 시간후	16.34	4.4534	1.9916	
혈당치	인가전	101.8	28.9775	12.9591	
	2 시간후	102.8	28.2524	12.6348	
1.5-AG	인가전	22.78	9.9089	4.4314	
	2 시간후	22.38	9.8074	4.386	
혈관년령	인가전	47.8	7.2249	3.231	
	2 시간후	48.8	6.6483	2.9732	
α 2파	인가전	36.34	30.9947	13.8612	
	2 시간후	19.66	19.8185	8.8631	
β 파	인가전	6.34	7.5115	3.3592	
	2 시간후	9.68	20.7078	9.2608	

* P<0.01 ** P<0.01

IV. 마이너스 이온의 효능 검증(II)

일본 스키 연맹 주최의 솔트레이크 겨울올림픽 선수를 포함한 크로스컨트리 스키 입산 강화 합숙에 있어서, 선수를 피험자로 하고 이온 발생 시스템에서 발생한 마이너스 이온을 수면 시간내에 인가해 생체에 미치는 7일간의 영향을 산화 스트레스에 대한 방어에 관점으로, 마이너스 이온이 생체에게 주는 항산화적 작용을 종합적으로 검증하기 위해 다음과 같은 일정으로 실시되었다.

1. 시험일 평성 15년 5월 21일부터 5월 27일,
2. 시험장소 토야마현 나카니카와군 타테야마마치 텡구헤이야마(天句平山) 산장(표고 2300 m),

3. 피험자수 17명,
4. 시험 그룹 배분 방법은 이중맹검법으로 했다.
5. 시험 방법은 이하와 같이 실시했다.
 - 1) 기기 구성 토시바 카리아제의 종래형태 공기 청정 장치(CAF-03 B)를 이용해, 이온 발생 시스템이 장치된 것과 장치되지 않는 것을 사용했다. 2) 흡인 방법은, 각 실내에서 이불의 머리 부분 측에, 공기 청정기를 설치해, 얼굴을 향해 「미약」에서 운전 인가했다. 방 마다 이온 발생 시스템이 장치된 것과 장치되지 않는 것을 사용했지만 시험 종료까지는 전혀 불명으로, 시험 종료후 컨트롤러에 의해 밝혀지는 방법을 취했다. 6. 마이너스 이온 흡인 시간은, 전원이 거의 입면시간에서 기상시까지 정하고, 기상시에 채뇨, 채혈을 실시했다.
7. 마이너스 이온 흡인 인가 피험자수와 조건은 이하와 같이 되었다.
 - (1) 운동 피험자는, 이온 발생 시스템 있어 5명, 이온 발생 시스템 없음 6명이고,
 - (2) 비운동피험자에서는 이온 발생 시스템 있어 3명, 이온 발생 시스템 없음이 3명이 되어, 합계 17명이다.
8. 채혈·채뇨의 일시는 5월 21일, 24일, 27일의 기상 직후에 3회 실시했다.
9. 피험자수 및 관계자수의 내역은 표 3에 나타냈다.

표 3. 피험자수 및 관계자수의 내역

분류		내역	인원	소계	합계
피험자	운동피험자	전일본스키연맹강화선수	11	17	25
	비운동피험자	전일본스키연맹코치	2		
		토야마대학 석사	1		
		세루미 의료기	1		
		토시바 카리아	2		
주된시험자	토야마의과약과대학	4			
시험관계자	관계자	세루미의료기	1	8	
		토시바 카리아	3		

10. 산화 스트레스 판정 검사 항목의 산화 손상에서는, 뇨중 8-OHdG, 8-OHdG 생성 속도, 뇨중 이소플러스탄, 이소플러스탄 생성 속도, CoQ10 산화률, 혈청 LPO,

산화전구인자로서는, 철(Fe), 동(Cu), 후르크토사민, 콜레스테롤, 중성 지방으로 하고, 수용성항산화물질에서는 총항산화능(STAS), 비타민 C, 요산, 엽산, 비타민 B12으로 했다. 지용성항산화물질로서는, 르테인+제아키산틴, β-클립트키산틴, 리코핀, α-카로텐, β-카로텐, 비타민 A, α-토코페롤, δ-토코페롤, γ-토코페롤, 유비키놀, α-토코페롤/콜레스테롤 등으로 하고, 기타 혈청 8-OHdG, 헤모글로빈, 혈중 유산값 등을 측정 항목으로 했다.

11. 통계학적 처리에는 Student의 t검정을 이용했다.

V. 마이너스 이온의 효능 검증(II)에 있어서의 성적

산화 스트레스의 판정을 위해서(때문에) 검토된 항목 중, 특히 유의 검정에서 유의차가 있던 항목 및 경향이 있던 항목에 대해서 다음에서 말하지만, 측정값 및 변화양에 대해서는 표 4로부터 표 10까지 나타냈다.

1) 8-OHdG 생성 속도(산화 손상)에 대해서

(1) 마이너스 이온 인가군에 있어서, 인가 전부터 6일 후의 변화양에 있어서 유의한 저하가 보여지고($p < 0.05$), 특히, 3일 후부터 6일 후의 변화양의 감소가 마이너스 이온 인가군에서 현저했다.

2) 이소플러스탄 생성 속도(산화 손상)에 대해서

(1) 마이너스 이온 인가군에 있어서, 인가 전부터 6일 후의 변화양에서는, 저하가 보여지고($p = 0.089$), 특히, 3일 후부터 6일 후의 변화양이 마이너스 이온 인가군에 두고 현저하지만 유의함은 없었다.

5) 혈청 LPO(산화 손상)에 대해서

(1) 마이너스 이온 인가 전부터 6일 후의 변화양에 있어서, 마이너스 이온비 인가군에서 증가했지만($p = 0.21$), 마이너스 이온 인가군에서는 변화가 거의 볼 수 없었다.

6) 철(산화 선구 인자)에 대해서

(1) 마이너스 이온 인가군에 있어서, 인가 전부터 6일 후에, 유의한 감소가 보여졌다($p < 0.05$). (2) 특히, 3일 후부터 6일 후의 변화양의 감소가 마이너스 이온 인가군에서 현저했다.

7) 중성 지방(산화 선구 인자)에 대해서

- (1) 마이너스 이온 인가군에 있어서, 인가 전부터 3일 후에, 유의한 감소가 보여졌다($p < 0.01$). 인가 전부터 6일 후에는 양군도 증가하고 있었다.
- 8) 비타민 C(수용성항산화물질)에 대해서
- (1) 마이너스 이온 인가군에 있어서, 인가 전부터 3일 후와 인가 전부터 6일 후에 유의한증가가 보여졌다($p < 0.01$). (2) 마이너스 이온 인가 전부터 6일 후의 마이너스 이온 인가군과 비인가군의 증가 사이에 유의함이 있다 ($p < 0.05$). (3) 특히, 인가 전부터 3일 후의 변화량의 증가가 마이너스 이온 인가군에서 현저했다.
- 9) 요산(수용성항산화물질)에 대해서
- (1) 마이너스 이온 인가군 및 비인가군에 두고, 인가 전부터 3일 후에 유의한 증가가 보여졌다($p < 0.05$).
- 10) 엽산(수용성항산화물질)에 대해서
- (1) 마이너스 이온 인가군에 있어서, 인가 전부터 3일 후에 유의한 증가가 보여졌다($p < 0.01$).
- 11) 유비키놀(지용성항산화물질)에 대해서
- (1) 마이너스 이온 인가 전부터 3일 후, 6일 후에, 마이너스 이온 인가군은 증가를 나타냈는데 대해, 마이너스 이온비인가군은, 반대로 감소가 보여져 양자간에 반대의 경향이 인정($p = 0.29$). (2) 마이너스 이온비인가군의 인가 전부터 6일 후의 감소는 유의차를 인정했다($p < 0.05$).

VI. 마이너스 이온의 효능 검증(II)에 있어서의 종합 평가

이온 발생 시스템으로부터 발생하는 마이너스 이온을 흡인 인가하는 것으로 써, (1) 활성 산소에 의한 산화 손상으로서의 8-OHdG 생성 속도(ng/kg/hr)는, 인가 전부터 6일 후의 변화양에서 유의한 저하가 보여져 특히, 3일 후부터 6일 후의 변화양의 감소가 현저한 것으로, 마이너스 이온 인가 후 차례차례, 활성 산소에 의한 DNA 손상이 경미가 되어 뇨 중에 배설되는 8-OHdG의 감소로 연결된 것으로 생각된다. (2) 이소플러스탄(8-iso-Prostaglandin F₂ α) 생성 속도(ng/kg/hr)에서도, 8-OHdG 생성 속도와 같은 경향이 인정되어 인가 전부터 6일 후의 변화양에서 유의한 저하가 보여지는 것으로 마이너스 이온 인가에 의해, 활성 산소에 의한 세포막, 또는 LDL의 아라키존산의 상해 정

도가 감소했다고 생각된다. (3) 혈청 LPO의 마이너스 이온 인가 전부터 6일 후의 변화양에서, 마이너스 이온비인가군에 두고 증가하고 있는데, 같은 생활 환경에 있는 마이너스 이온 인가군에서는 변화가 거의 볼 수 없는 것으로, 마이너스 이온에 의해 신체중의 지방질의 산화가 거의 진행하지 않았던 것을 나타내고 있다. (4) 철에 대해서 보면 마이너스 이온 인가군은, 인가 전부터 6일 후에 유의한 감소가 보여졌다. 철은 과잉인 상태에서는 몸 안에서 철이온의 상태로 존재해, 산화를 촉진하는 것으로 대단히 건강한 선수에 있어 산화 선구 인자 가 될 수 있으므로 감소는 산화 스트레스 방어로부터는 플러스의 요인으로 판정 할 수 있다. 철은 혈액의 질을 높은 스트레스나 병에 대한 저항력을 강하게 하는 기능이 있으므로 정상단계보다 낮은 경우는 주의하지 않으면 안 되는 인자이다. (5) 산화 선구 인자인 중성 지방은 마이너스 이온 인가군에서 인가 전부터 3일 후에 유의한 감소가 보여졌다. 그러나, 6일 후에는 양군도 증가하고 있으므로 마이너스 이온의 영향은 적다고 생각한다. 수용성의 항산화물질 중에서 가장 강한 항산화능을 가지는 비타민 C는 마이너스 이온 인가군에 인가 전부터 3일 후와 인가 전부터 6일 후에 의해 유의한 증가가 보여졌다. 따라서 세포의 산화 방지에 간접적으로 마이너스 이온이 도움이 되고 있는 것을 나타내고 있다. (6) 요산은 활성 산소를 제거하는 항산화물질이며 마이너스 이온 인가군에 서도, 인가 전부터 3일 후에 유의한 증가가 보여졌다. (7) 에너지와 적혈구의 합성과 세포핵의 합성에 필요한 엽산은 마이너스 이온 인가군에서, 인가 전부터 3일 후에 유의한 증가가 보여졌다. (8) 유비키놀는 마이너스 이온 인가 전부터 3일 후, 6일 후에, 마이너스 이온 인가군에서 증가를 나타내, 비인가군에서 반대로 감소가 보여졌다. 생체막 혹은 혈장, 혈청중에 존재해, 활성 산소를 소거하는 기능을 가지는 유비키놀은 항산화제로서 활동하며 체내의 산화 밸런스를 조절하고 있는 것으로 마이너스 이온 인가는 산화 스트레스에 유효하게 작용하고 있다고 생각된다.

VII. 마이너스 이온 인가에 있어서 평가의 정리

이상의 성적과 결과에 의해 검증 시험(I)에 있어서 마이너스 이온 흡인 인가에 서는, 체표면온도의 상승에 의한 부교감 신경을 개입시킨 모세혈관의 혈행 촉진, 혈액의 알칼리화, 유산치의 저하에 의한 피로 회복, 혈당치의 저하와 1.5-AG의 증가로부터 당대사의 개선, 임파구수의 증가등에서 면역계에도 유효하게 작용하고 있는 것이 시사되었다. 또, 뇌파의 α 2파의 증가는 릴렉스 효과를 나타내고 있다.

그 다음으로 검증 시험(II)에 있어서, 항산화 스트레스의 분석 판정에 사용되어 있는 산화 손상 인자 4 항목, 산화 선구 인자 5 항목, 수용성항산화물 5 항목, 지용성항산화물 11 항목, 그 외 3 항목의 합계 28 항목의 검토를 고지(高地) 트레이닝에서 올림픽 크로스컨트리 스키 선수를 대상으로 실시했더니, 8 항목에서 유의한 결과를 얻을 수 있었다. 즉, 마이너스 이온 흡인 인가에 의해 8-OHdG와 이소플러스탄 등의 산화 손상과 산화 손상 촉진 인자에는 억제적으로 작용해, 또 항산화물질에 의한 활성 산소 보충능의 향상에 대해서도 유효하게 일하고 있는 것이 시사되었다. 이것은, 마이너스 이온이 활성 산소 소거에 유효하게 작용했다고 판정 된다.

참고 문헌

- 1) 오가와 俊雄, 호리구치 노보루 : 마이너스 이온 조사에 의한 혈액의 환원 효과. 전국 마이너스 이온 의학회지 3(1) : 17?23, 1998
- 2) 이와세 禎章 : 마이너스 이온 요법과 혈중 과산화지방질 농도. 전국 마이너스 이온 의학회지 1(1) : 48?51, 1997
- 3) 타자와켄지 : 활성 산소와 마이너스 이온의 연구의 걸음-그(2). 전국 마이너스 이온 의학회지 3(1) : 33-45, 1998
- 4) 호리구치 노보루 : 뇨 중 8-OHdG (8-히드로키시데오키시그아노신) 측정에 의한 마이너스 이온 요법의 체내 활성 산소 소거 효과의 검토. 전국 마이너스 이온 의학회지 4(1) : 89?94, 1999
- 5) 공기 마이너스 이온의 과학과 응용. 이온 정보 센터편, 오사카, 2004
- 6) 생체 물리 자극과 생체 반응. 오모리 토요아케 감수, 후지 테크노 시스템, 도쿄, 2004
- 7) 오가와 俊雄 : 마이너스 이온-건강 효과와 원리. SLI 출판, 高知, 2002

표 4. 마이너스 이온 인가전

검사항목	단위	인가군		비인가군	
		평균치	표준편차	평균치	표준편차
뇨중8-OHdG	ng/ml	15.8	2.2	13.1	6.3
8-OHdG 생성속도	ng/kg/hr	13.5	1.5	12.6	5.8
뇨중 이소플러스탄	ng/kg/hr	3.13	1.64	2.99	1.95
이소플러스탄 생성속도	ng/kg/hr	2.68	1.54	2.29	1.08
CoQ10산화율	%	3	0.5	3.2	0.6
혈청LPO	μM	0.94	0.43	0.53	0.2
철(Fe)	μg/dl	121.9	24.9	105.6	35.6
동(Cu)	μg/dl	102	9	90	13
후르크토사민	μgM	236	20	239	15
콜레스토롤	mg/dl	182	29	185	16
중성지방	mg/dl	98	18	80	29
총항산화능(STAS)	μM	1508	98	1443	90
비타민C	μg/ml	11.5	4	14.4	4.9
뇨수	mg/dl	5.1	1.5	4.6	1.1
엽산	ng/ml	9.58	4.7	11.03	2.35
비타민B12	pg/ml	637	211	375	101
르테인+제아키산틴	μg/dl	91.6	27.7	110.6	35.7
β-클립트 키산틴	μg/dl	34.3	10.1	31.8	23.9
리코핀	μg/dl	12	6.1	14.4	8.1
α-카로텐	μg/dl	12.9	4.9	17.3	10.6
β-카로텐	μg/dl	48.7	27.1	65.7	51.5
비타민 A	μg/dl	57.1	26	58.3	17.5
α-토코페롤	μg/dl	1038.5	266.4	981.6	215.7
δ-토코페롤	μg/dl	11	6.2	8.7	2.9
γ-토코페롤	μg/dl	166.8	78.9	135	52.7
α토코페롤/콜레스테롤	***	5.74	1.35	5.29	0.98
유비키놀	nM	795	214	676	173
혈청8-OHdG	ng/ml	0.191	0.039	0.96	0.094
헤모글로빈	g/dl	14.38	1.69	15.13	2.63
유산	mg/dl	1.54	0.31	1.55	0.2

표 5. 마이너스 이온 인가 3일 후

검사항목	단위	인가군		비인가군	
		평균치	표준편차	평균치	표준편차
뇨중8-OHdG	ng/ml	21.5	7.3	13.1	11.2
8-OHdG 생성속도	ng/kg/hr	12.9	2.8	9.7	2.7
뇨중 이소플러스탄	ng/kg/hr	4.33	2.08	2.34	2.77
이소플러스탄 생성속도	ng/kg/hr	2.55	0.84	1.54	0.9
CoQ10산화율	%	3.8	0.7	4.7	1.9
혈청LPO	μM	0.61	0.16	0.47	0.16
철(Fe)	μg/dl	134.9	55.3	107.2	32.4
동(Cu)	μg/dl	102	6	96	13
후르크토사민	μM	236	14	241	19
콜레스테롤	mg/dl	188	29	188	31
중성지방	mg/dl	66	12	65	27
총항산화능(STAS)	μM	1572	178	1422	105
비타민C	μg/ml	17.9	6.6	17	4.8
뇨수	mg/dl	5.7	1.8	5.4	1.4
엽산	ng/ml	11.51	4.66	12.12	3.97
비타민B12	pg/ml	638	240	395	115
르테인+제아카산틴	μg/dl	81.6	13.9	121.7	40.2
β-클립트 키산틴	μg/dl	32.3	9.1	38.8	30.1
리코핀	μg/dl	11.7	4.2	19.7	11.5
α-카로텐	μg/dl	14.3	5.2	20.9	15
β-카로텐	μg/dl	45.3	29.4	73.6	61.6
비타민 A	μg/dl	48	12.7	75.1	32
α-토코페롤	μg/dl	928.8	103.4	1136.4	302.9
δ-토코페롤	μg/dl	6.8	2.2	9.2	3.6
γ-토코페롤	μg/dl	122.7	38.4	156.5	67.8
α토코페롤/콜레스테롤	***	4.98	0.42	6	1.1
유비키놀	nM	834	200	649	147
혈청8-OHdG	ng/ml	0.107	0.041	0.131	0.05
헤모글로빈	g/dl	14.46	1.37	14.87	2.09
유산	mg/dl	1.58	0.33	1.55	0.38

표 6. 마이너스 이온 인가 6일 후

검사항목	단위	인가군		비인가군	
		평균치	표준편차	평균치	표준편차
노중8-OHdG	ng/ml	11.3	7.5	5.6	3.7
8-OHdG 생성속도	ng/kg/hr	7.6	3.7	10.2	9.3
노중 이소플러스탄	ng/kg/hr	1.23	0.76	0.79	0.61
이소플러스탄 생성속도	ng/kg/hr	0.83	0.24	1.19	0.7
CoQ10산화율	%	3.7	0.7	3.2	1
혈청LPO	μM	1.4	1.33	3.3	5.45
철(Fe)	μg/dl	77.1	27	78.6	53.1
동(Cu)	μg/dl	99	7	95	11
후르크토사민	μM	236	10	242	19
콜레스토롤	mg/dl	206	24	184	24
중성지방	mg/dl	136	89	128	134
총항산화능(STAS)	μM	1476	188	1409	68
비타민C	μg/ml	21.2	7.8	15.8	2.6
뇨수	mg/dl	5.5	1.6	5	1.4
엽산	ng/ml	10.83	6.47	13.45	5.92
비타민B12	pg/ml	678	215	377	138
르테인+제아키산틴	μg/dl	96.5	12.7	108	40.3
β-클립트 키산틴	μg/dl	34.1	16.8	31.7	11.1
리코핀	μg/dl	14.7	5.1	11.7	6.3
α-카로텐	μg/dl	18.8	8.1	15.4	8.2
β-카로텐	μg/dl	52.6	34.3	56.5	33.9
비타민 A	μg/dl	53.6	17.4	58.3	31.8
α-토코페롤	μg/dl	979	52.2	1019.6	332.8
δ-토코페롤	μg/dl	11.4	4.6	10.1	5.1
γ-토코페롤	μg/dl	193.4	59	185.8	89.9
α토코페롤/콜레스테롤	***	4.79	0.42	5.48	1.47
유비키놀	nM	901	154	668	262
혈청8-OHdG	ng/ml	0.101	0.059	0.103	0.055
헤모글로빈	g/dl	12.83	0.15	13.9	2.03
유산	mg/dl	1.15	0.06	1.45	0.35

표 7. 인가전을 기준으로한 3일 후의 증감치

검사항목	단위	인가군			비인가군		
		평균치	표준편차	표준오차	평균치	표준편차	표준초차
8-OHdG 생성속도	ng/kg/hr	-0.52	3.59	1.60	-2.90	7.19	2.94
이소플러스탄 생성속도	ng/kg/hr	-0.13	0.93	0.42	-0.76	1.47	0.60
혈청LPO	μM	-0.34	0.47	0.21	-0.06	0.09	0.04
유키놀	nM	38.80	133.80	59.84	-27.33	155.37	63.43
철(Fe)	μg/dl	13.02	53.69	24.01	1.55	53.21	21.72
중성지방	mg/dl	-32.4**	15.37	6.88	-14.17	29.79	12.16
비타민C	ng/ml	6.42**	2.82	1.26	2.55	4.10	1.68
뇨수	ng/ml	0.58*	0.45	0.20	0.8**	0.47	0.19
엽수	pg/ml	1.93**	0.68	0.30	1.10	2.85	1.17

*P<0.05 **P<0.01

표 8. 인가전을 기준으로한 6일 후의 증감치

검사항목	단위	인가군			비인가군		
		평균치	표준편차	표준오차	평균치	표준편차	표준초차
8-OHdG 생성속도	ng/kg/hr	-5.8*	3.45	1.72	-2.30	3.79	1.89
이소플러스탄 생성속도	ng/kg/hr	-1.95	1.97	0.99	-0.62	0.63	0.31
혈청LPO	μM	0.44	1.73	0.87	2.77	5.25	2.62
유키놀	nM	92.75	165.08	82.54	-19.25*	99.19	49.59
철(Fe)	μg/dl	-48.6*	45.04	22.52	-38.20	87.51	43.76
중성지방	mg/dl	34.00	71.40	35.70	54.50	119.96	59.98
비타민C	ng/ml	9.3**	3.56	1.78	3.53*	1.77	0.89
뇨수	ng/ml	0.10	0.38	0.19	0.45	0.42	0.21
엽수	pg/ml	0.68	2.20	1.10	2.46	3.76	1.88

*P<0.05 **P<0.01

표 9. 3일 후를 기준으로 한 6일 후의 증감 변화량

검사항목	단위	인가군			비인가군		
		평균치	표준편차	표준오차	평균치	표준편차	표준초차
8-OHdG 생성속도	ng/kg/hr	-5.23	4.76	2.38	0.83	11.51	5.75
이소플러스탄 생성속도	ng/kg/hr	-1.62	1.11	0.56	-0.35	1.37	0.68
혈청LPO	μM	0.85	1.35	0.67	2.81	5.29	2.65
유키놀	nM	40.75	110.34	55.17	19.75	165.00	82.50
철(Fe)	μg/dl	-65.25	86.21	43.10	-33.95	46.92	23.46
중성지방	mg/dl	64.75	86.97	43.48	76.75	117.59	58.79
비타민C	ng/ml	2.93	0.83	0.41	1.65	3.50	1.75
뇨수	ng/ml	-0.53	0.46	0.23	-0.35	0.13	0.06
엽수	pg/ml	-1.40	2.34	1.18	0.24	4.91	2.46

*P<0.05 **P<0.01

표10. 인가전을 기준으로 했을 경우 3일 후의 증감 변화량표

검사항목	3일후	
	인가군	비인가군
8-OHdG 생성속도	인가군	-0.52
	비인가군	-2.90
이소플러스탄 생성속도	인가군	-0.13
	비인가군	-0.76
혈청LPO	인가군	-0.34
	비인가군	-0.06
철(Fe)	인가군	13.02
	비인가군	1.55
중성지방	인가군	-32.40
	비인가군	-14.17
비타민C	인가군	6.42
	비인가군	2.55
뇨수	인가군	0.58
	비인가군	0.80
엽수	인가군	1.93
	비인가군	1.10
유키놀	인가군	38.80
	비인가군	-27.33

표11. 인가전을 기준으로 했을 경우 6일 후의 증감 변화량

검사항목	3일후	
	인가군	비인가군
8-OHdG 생성속도	인가군	-5.98
	비인가군	-3.30
이소플러스탄 생성속도	인가군	-1.95
	비인가군	-0.62
혈청LPO	인가군	0.44
	비인가군	2.77
철(Fe)	인가군	-48.60
	비인가군	-38.20
중성지방	인가군	34.00
	비인가군	54.50
비타민C	인가군	9.30
	비인가군	3.53
뇨수	인가군	0.10
	비인가군	0.45
엽수	인가군	0.68
	비인가군	2.46
유키놀	인가군	92.75
	비인가군	-19.25