

원적외선이 흰쥐의 생존율에 미치는 영향

대구대학교 대학원 재활과학과 물리치료전공

김 재 윤

동신대학교 한방병원

박 승 규

대구대학교 재활과학대학 물리치료학과

김 진 상

대구대학교 재활과학대학 물리치료학과

박 래 준

The effect of Far-infrared on survival rate of mice

Kim, Jae Yoon, P.T.

Major in physical therapy, Graduate school of Taegu University

Park, Seung-Kyu, M.S., P.T.

Oriental medicine hospital of Dongsin University

Kim, Jin-Sang, D.V.M, Ph.D.

Dept. of Physical Therapy, College of Rehabilitation Science, Taegu University

Park, Rae Joon, Ph.D., P.T.

Dept. of physical therapy, College of Rehabilitation science, Taegu university

< Abstract >

IR classified by wavelength three parts NIR, MIR, FIR. There is FIR which is radiated from healthy human body the wave length is 8-14 μ m. The Sun's ray is composed of Infrared(49%), Visible light(40%) and Ultra violet(11%), however the ray getting to the earth is FIR(60%), IR(20%), and UV(20%). Human beings has utilized FIR already from time immemorial. Hershel found out Infrared for the first time, in the Industrial Revolution the Infrared and FIR had been begun to use making products. FIR with low temperature can deeply penetrate on the human body composed things without troublesome, since FIR has effectively operated on the human body at low temperature (35-40 $^{\circ}$ C). In this study, we experimented in the specific temperature FIR radiation intensity, water consumption rate, feed consumption rate, survival rate and mean of weight balance with FIR radiation instrument.

According to the results, the FIR radiation to the mice assisted to increase the survival rate.

I . 서 론

적외선은 1800년 Hershel은 가시광선보다 열효율이

종교 온도를 상승시키는 효과가 있음을 처음으로 발견한 이래 1835년 Amper는 가시광선의 적색파장대보다 장 파장의 성질을 갖는 빛을 적외선이라고 명명하였다. 적

외선 중에서 반사의 성질을 갖는 것은 근적외선(Near infrared, 이하 NIR)이고, 흡수의 성질을 가지는 것은 복사선을 원적외선(Far-infrared), 또는 0.76에서 1000마이크로 사이의 파장영역을 원적외선(Far-infrared)이라고 1835년 Amper는 명명했다(백우현, 등 1998). 원적외선(Far-infrared, 이하 FIR)은 생체에 대하여 가온효과, 혈행촉진, 대사기능증진, 발한촉진, 진통효과 및 그밖에 여러 생리생화학적, 그리고 유기화학적 생리활성 메카니즘에 대한 연구가 최근 보고되고 있다. FIR의 영역은 적외선파장 중에서 멀리 부분(Far)의 파장대를 말하는데, 태양광선 중에서 열에너지를 공급하는 것은 이 FIR로 지구상에 살고 있는 생물체는 직간접적으로 태양의 복사에너지를 받으면서 생명을 유지하면서 살고 있다. 열의 전달 방법 중에서 가장 효율적인 방법은 복사인데, FIR은 전도와 대류보다는 주로 중간 매개체를 필요로 하지 않고 열을 전달하는 복사방법을 사용하고 있다. 특히 공진할 수 있는 진동수를 가진 물질이 분자에 닿을 경우 그 분자에 공진을 일으켜서 활동을 활발하게 하여 내부에서 열을 내도록 하는 성질을 가지고 있기 때문에 인체의 파장과 같은 FIR은 인체의 분자들을 공진시켜 내부에서 열을 내도록 하게 한다(백우현, 1997; 山崎梅子, 1996, 1998; Ralph, 1993; 김재훈 외, 1993; 조순탁, 1992). 본 연구에서는 FIR이 생물에 미치는 영향을 관찰하기 위하여 FIR이 조사되는 조건하에 실험을 하였다. 또한 이 연구의 실험 방법은 삼성 전자연구소의 논문을 참고하여 실험했음을 밝힙니다.

II. 연구재료 및 방법

1. 실험장치

흰쥐를 대상으로 FIR의 효과를 측정하기 위하여 특별한 장치를 제작하였는데, FIR인 8-14 μ 파장이 방출되도록

설계된 장치를 실험용으로 제작하였으며, 대조군의 경우에는 외형적으로 같은 조건하에서 단지 FIR이 거의 방출되지 않도록 설계한 것을 이용하였다. 구체적으로 그 형태는 지름이 45cm인 원을 밀변으로 하고 높이는 35cm인 모양의 실험용 배양장치에서 최상부는 공기가 적절히 소통되어질 수 있도록 개방형태를 띠었다. 그리고 흰쥐들이 밖으로 도출되는 것을 방지하기 위하여 그 물을 최상부에 설치하였으며, 이 배양장치를 만들 때 쓰여진 재료와 FIR이 방출되도록 하는 원리는 모두 Hongik Yacdol Inc. 사의 설비와 기술을 빌어 만들었다. 그 외에 먹이를 주거나 하는 장치는 일반배양장치의 것을 그대로 이용할 수 있도록 하였다. 특히 FIR이 적정 수준온도에서 다량으로 흰쥐에게 방출되어질 수 있도록 하기 위하여 온도를 일정하게 유지시켜주는 온도제어장치를 달아 FIR이 실험자 원하는 만큼 적절하게 흰쥐에게 조사되어질 수 있도록 하였다.

그리고 흰쥐가 잘 생활할 수 있도록 다른 배양조건과 같이 갈짚으로 바닥을 덮었다. 온도제어판넬(배양장치외부)에서 실험자가 원하는 FIR의 방출량에 맞추어 온도를 설정할 수 있도록 하였다. 설정된 온도와 배양장치 안의 온도와의 차이는 $\pm 5\%$ 이다. 따라서 실험의 온도는 일반적으로 하루에 흰쥐가 2번(아침, 저녁) 30도씨로 유지된 FIR 방사강도로 10분정도 노출시켰고, 그외의 조사시간에는 일상적인 실내온도 25도씨를 유지하였다. 다른 대조군의 실험용 배양장치의 경우, 일반적인 실내온도로 적절하게 유지시켰고, FIR이 거의 방출되지 않도록 하는 재료를 선택하여 실시하였다. 원료의 제공과 제조기술은 Hongik Yacdol Inc. 사의 제공으로 이루어졌다.

실험장치에 가열하는 히터를 70도씨로 가열하면 실험대상인 흰쥐가 있게될 실험장치바닥의 온도는 25도씨가 되게 된다. 실험군과 대조군의 흰쥐가 각각 설치될 실험장치에서 방사되는 FIR의 방사강도를 일본 써머믹스사의 Infrared Multi Meter로 측정하였다(Table 1와 Table 2).

Table 1. Intensity of FIR radiation (8-14 μ m)

Surface heating 70 $^{\circ}$ C \rightarrow In the instrument 25 $^{\circ}$ C	FIR radiation intensity to mouse
Test group	1.59 * 10 ² w/cm ²
Control group	0.30 * 10 ² w/cm ²

Table 2. In the specific temperature FIR radiation intensity

Over 70℃, Black body' s FIR rad. intensity	3.44 * 10 ² w/cm ²
Over 25℃, Black body' s FIR rad. intensity	1.83 * 10 ² w/cm ²

측정한 결과를 이상흑체와 비교하여 계산하면 실험장치에서 FIR의 강도를 이상흑체의 방사강도와 비교하면 다음과 같다.

$$[1.59 \times 10^2 \text{ w/cm}^2 / (3.44 \times 10^2 \text{ w/cm}^2 - 1.83 \times 10^2 \text{ w/cm}^2)] \times 100 = 98.75\%$$

따라서, 실험군이 설치된 실험장치는 FIR 방사의 효율 면에서 이상흑체와 비교하여 보면, 매우 좋은 상태이다.

위의 과정은 모두 계측기기를 사용한 측정 데이터와 이론적인 이상흑체와의 비교를 통하여 실험장치의 효율성을 나타낸 것인데, 이 방사가 실제로 어느 정도인가를 양적 개념으로 예측하기 위해서는 자연상태에서 태양에 의하여 방사되는 FIR의 양과 비교하는 과정이 필요하여, 비교하여 보면, 해발영에서 천정각이 60도이고 습도가 약 50%인 조건에서 전체 태양에너지는 $7.4 \times 10^2 \text{ w/cm}^2 \times 3.5\% = 0.26 \times 10^2 \text{ w/cm}^2$ 가 된다. 따라서 이러한 실험결과치를 실험장치의 FIR 방사강도와 비교하면, $1.59 \times 10^2 \text{ w/cm}^2 / 0.26 \times 10^2 \text{ w/cm}^2 = 6.1$ 배이다. 이 실험에서 사용된 FIR 방사세라믹스는 산화규소, 산화알루미늄을 주성분으로 하는 금속산화물계 세라믹스이다. FIR이 흰쥐에 미치는 영향을 관찰하기 위하여 실험장치 내 온도는 $25 \pm 2^\circ\text{C}$, 습도는 $45 \pm 5\%$ 로 맞추었으며, 낮과 밤과 같은 환경을 제공하기 위하여 명기와 암기를 12

시간씩으로 조절하였다. 이 때 명기의 밝기는 60Lux가 되도록 하였다. 또한 하루에 집중 조사시간을 두어 하루 두 번 10분씩 $30 \pm 2^\circ\text{C}$ 가 되도록 하였다.

2. 실험방법

흰쥐의 종류는 ICR로 일반적으로 생리 및 독성 실험용으로 가장 많이 사용되는 종으로 성장과 생식면에서 우수한 종으로 알려져 있어서 사용하였다. 실험은 4주령까지 성장한 흰쥐를 실험군과 대조군용 실험장치에서 암컷 12마리, 수컷 12마리씩 암컷과 수컷을 분리하여 넣고 7주령이 될 때까지 키웠다. 이 기간동안 먹이와 물의 소모량을 측정하면서 몸무게의 증가를 일주일 간격으로 측정하였고, 성장상태 및 생존능력 실험도 비교실험하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 먹이 및 물소모량

하루 평균 개체당 먹이 소모량의 실험군과 대조군의 차이는 0.1g이고 물소모량의 차이는 0.75ml이었다 (Table 3, Table 4).

Table 3. Feed consumption rate (from 4 years to 7 years)

	Sub-Total feed consumption	Mean of feed cons. each mouse per day
Test group	1605.5g	2.38g
Control group	1548.6g	2.30g
Balance	56.9g	0.08g

Table 4. Water consumption rate (from 4 years to 7 years)

	Sub- Total water consumption	Mean of feed cons. each mouse per day
Test group	3045 ml	4.53 ml
Control group	2645 ml	3.94 ml
Balance	400 ml	0.59 ml

위의 표에서 보는 바와 같이 유의성 있는 변화는 나타나지 않았다. 따라서 FIR이 조사되어도 자연상태의 물의 섭취활동과 비교하였을 때 유의성 있는 변화가 발생

하지 않았다.

2. 체중의 변화

Table 5. Mean of Weight balance

		4 years(g)	5 years(g)	6 years(g)	7 years(g)
Female	Test group	22.5	23.8	24.9	25.8
	Controlgroup	22.6	24.4	25	25.8
	Balance	-0.1	-0.6	-0.1	0
male	Test group	24.4	26.3	27.5	29.2
	Control group	23.9	25.3	26.6	27.4
	Balance	0.5	1.0	0.9	1.8

위의 표의 자료에 의하여 실험군과 대조군의 몸무게이 있어서 유의성 있는 변화가 나타나지 않았다. 따라서 FIR이 정상적인 흰쥐의 생활 리듬에 변화를 주지 않는

다고 추정할 수 있다.

3. 생존능력실험

Table 6. Survival rate

Experiments	Mean of survival rate		Test / Control (%)
	Test group	Control	
1st.	6 hrs. 50 min.	4 hrs. 49 min.	137%
2nd.	7 hrs. 45 min.	6 hrs. 48 min.	114%
3rd.	6 hrs. 42 min.	5 hrs. 23 min.	124%
Mean of Sub-total	7 hrs. 9min.	5 hrs. 38 min.	125%

생존능력실험은 벽면이 미끄러운 물통에 빠뜨려 놓고 헤엄을 치게하여 살아있을 때까지의 시간을 측정하여 실험군과 대조군을 비교하는 것으로, 4주령에서 7주령이 될 때까지 실험군과 대조군의 실험장치에서 각각 사육한 후 일주일 간격으로 생존능력실험을 실시하였으며, 한번 실험에서 실험군과 대조군에서 각각 4마리씩 무작위로 선정하여 각각 3차까지 실험하였다.

Table 6.에서 나타내듯이 FIR이 조사되는 환경에서 3주이상 사육되었던 쥐들은 대조군의 쥐들보다 125%나 오래 생존할 수 있었던 것으로 나타났다. 1st.에는 137%, 2nd에는 114% 그리고 3rd.에는 124% 정도 대조군 보다 FIR 배양장치내에서 생활한 것이 더 생존률이 높다는 것을 나타내고 있다.

Ⅳ. 고 찰

우리 몸속에 존재하면서 인체의 기능을 조절하고, 외부의 유해인자로부터 보호 및 외부 유해환경에 적절하게 적응하고 대응할 수 있도록 하는 정보를 가지고 있는 것이 바로 DNA이다. 이런 DNA에 의하여 발현되는 단백질 가운데 Hsp(Heat Shock Protein)이 있는데, 이것은 세포보호작용, 단백질보호, ATP수준유지, 정상세포 미세구조유지 및 산화적손상 매개체에 의한 손상을 받은 세포제거등에 필요한 요건이 된다(Leninger, 1993,; Hoeijmers, 1993). 이러한 Hsp를 생성시키는 요건은 외부 및 내부 온도조건인데, 이러한 단백질을 생성시키는데 필요한 유전자를 자극하는 가장 적당한 매체로 원격외선(Far-infrared)으로 볼 수 있다.

FIR이 외부에서 인체의 단백질을 변성시키지 않고 세포 깊숙히까지 흡수시킬 수 있기 때문이다.

원적외선(Far-infrared)의 영역은 적외선파장 중에서 멀리 부분(Far)의 파장대를 말하는데, 태양광선 중에서 열에너지를 공급하는 것은 이 FIR로 지구상에 살고 있는 생물체는 직간접적으로 태양의 복사에너지로 받으면서 생명을 유지하면서 살고 있다.

열의 전달 방법 중에서 가장 효율적인 방법은 복사인데, 그 이유는 원적외선(Far-infrared)은 전도와 대류보다는 주로 중간 매개체를 필요로 하지 않고 열을 전달하기 때문이다. 특히 공진할 수 있는 진동수를 가진 물질이 분자에 닿을 경우 그 분자에 공진을 일으켜서 활동을 활발하게 하여 내부에서 열을 내도록 하는 성질을 가지고 있기 때문에 인체의 파장과 같은 FIR은 인체의 분자들을 공진시켜 내부에서 열을 내도록 하게 한다(백우현, 1997; 山嶼梅子, 1996, 1998; Ralph, 1993; 김재훈 외, 1993; 조순탁, 1992). 위 설명한 바와 같이 원적외선(Far-infrared)은 인체에 같은 파장대를 가지고 있어서 공명흡수작용으로 인하여 인체 깊숙히 침투할 뿐만 아니라 세포형성하는 분자에 흡수되어 생리, 화학적인 변화를 일으키게 한다. 위의 이러한 원리는 인체에 흡수된 파장과 빛 만이 생리화학적 변화를 일으킬 수 있다는 Grotthus Draper의 법칙에 의하여 뒷받침되어진다(박래준와 박찬희, 1997) 오랜 전통을 가지고 있는 침구학은 지금까지 우리 일상생활에 유아무야로 공존하고 있다. 그러나 침구학 이전에 이미 율법이라 하여 달구어진 돌을 가지고 환부에 적용하여 치료하던 방법이 있었고(조한구와 엄기양, 1997), 동의보감에는 내과적인 질환 치료와 방제에 사용하였고(김영훈 원해, 1997),

그리고 지구상에 생물체가 살기 시작한 태초부터 직간접적으로 태양의 복사에너지를 받아 움직이고 생명을 유지하였다. 위의 적용된 방법은 모두 원적외선(Far-infrared)을 인지하고 사용한 것은 아니지만, 오늘 날 측정 장비로 측정해 보니 모두 원적외선(Far-infrared)파장을 이용한 것으로 나타나고 있다. 200여년전 태양광선 속에 사람눈에 보이는 일곱가지색의 광선과 자외선 이외에 적외선(불가시광선)을 발견하게 되었고, 태양광선 중에 열에너지를 공급하는 것도 바로 이 원적외선(Far-infrared)이라는 것도 알게되었는데, 특히 물리적으로는 고전물리에서 현대물리로 가는 흐름에서 빛의 파동설(영, 1800년대)에서 빛의 입자설이 아인슈타인에 의하여 실험적으로 증명되면서 원적외선(Far-infrared)

의 원리 증명에 많은 과학적인 토대를 마련해 주고 있다.

특히 아인슈타인의 1905 발표한 에너지 양자가설은 진동수 ν 를 가진 빛은 광자입자의 모임이고, 일정한 에너지를 포함한 광자가 흡수 또는 방출되는 광전효과를 실험적으로 증명하여 원적외선(Far-infrared) 뿐만 아니라 다른 빛의 성질 전반에 걸쳐 성질을 밝히는데 많은 도움을 주었다.

원적외선(Far-infrared)이 포함되어져 있는 적외선(IR)의 파장의 구분은 이것을 이용하는 사람에 따라서 다르게 정의하고, 쓰고 있으나 근적외선, 중적외선, 원적외선으로 나누어 사용상에서 구별하고 있지만 이것은 사용자의 입장에 따라 여러가지로 생각할 수 있다.

CIE(국제조명용어집 제3판)과 Smith 등, 그리고 Hudson 등이 분류한 파장대를 통합하여 평균을 내어 다음과 같이 원적외선(Far-infrared)의 영역을 구분 짓기도 한다(김재운, 2001).

$$\begin{array}{c}
 8 \text{-----} 9 \text{-----} 14\mu \\
 \text{MIR} \qquad \qquad \text{FIR} \\
 \text{MIR}(8 - 8.99\mu) + \text{FIR}(9-14\mu) \\
 = \text{Biological Far-Infrared Wavelength}
 \end{array}$$

열의 전달방법 중에는 전도, 대류, 그리고 복사의 세 가지 방법이 있으며, 이 가운데 열전달효율이 가장 뛰어난 것은 복사인데, 그것은 대류와는 달리 중간 매체를 필요로 하지 않고 열을 직접전달하여 복사열을 내어서, 이 복사열은 중간에 공기층과는 관계없이 피조사물에 직진하여 열을 발생하게 하기 때문이다.

특히 FIR의 경우, 공진할 수 있는 진동수를 가진 물질이 분자에 닿을 경우 그 분자 속에서 공진을 일으켜 활동이 활발하게 하게 일어나게 함으로써 물질 내부에 열을 내도록 하는 성질을 갖고 있다(백우현, 1997; 高度廣夫, 1998). FIR은 물체에 흡수되고, 물체 내부에 도달하여 분자 수준에서 활성화 하게 하는데, 이것을 침투력이라 하며, 침투력은 이론적으로 파장의 Square Root에 비례한다. 그러므로 파장을 4배 길게하면, 투과력은 2배, 파장을 9배로 길게하면, 투과력은 3배가 된다(山嶼梅子, 1996).

FIR의 특성 중 가장 중요한 것은 공명흡수작용인데, 각종 물질을 구성하는 여러 가지 분자의 구조는 그 분자를 구성하는 원자와 원자의 질량, 결합의 상태, 배열상태에 따라 다른데, 그에 따른 특유의 진동과 회전 주파수

를 가지게 된다. 예를들면 신축, 변각, 회전운동 등이 그것이다. 이러한 것의 일정한 진동을 진동수라 하는데, 이것은 분자에 따라 다르므로 분자가 가진 진동수와 같은 진동수의 FIR을 복사하면 원자 및 원자단에 흡수되어 공명현상을 일으킨다. 이것을 공진운동이라 한다 (Fessenden, 1993; 조순탁 외, 1992).

위의 분자 운동이 발생되면 분자내에 큰 에너지가 발생하고 그 대부분은 에너지로 변하여 분자를 활성화 시킨다. 그러므로 모든 물체는 각각의 분자가 모여 이루어져 있으며 이 분자를 구성하는 것 중의 하나가 원자인데, 원자는 가는 스프링 끝에 구슬을 매달은 모양을 하고 있고 끊임없이 진동하는데, 그 진동수는 물질에 따라 다르고 또 온도에 따라 진동수가 변한다. 이와같은 진동에는 항상 열에너지의 출입이 이루어지는데 대부분의 유기물 분자는 2-25 μ 파장을 가진 에너지를 쉽게 흡수하여 열 에너지를 발산한다. 그러므로 0.76-1.5 μ 의 파장을 가진 근적외선은 유기물에 흡착되지 않고 통과해 버리나, 5.6 μ 이상의 FIR은 유기물에 흡수되어 그 분자와 공진작용을 일으켜 분자운동을 활발하게 함으로써 열을 발생하게 한다(지철근, 2001). 원적외선(Far-infrared)의 공명흡수현상에 의한 심달력에 의하여 4cm-5cm까지 도달한다. 따라서 인체에 이로운 효과를 주는 FIR의 파장대(8-14 μ)를 조사하면 공명흡수에 의하여 인체에너지 자극을 통하여 치료효과가 나타난다.

물리치료영역에서 원적외선은 치료전 Pre-treatment 과정, 또는 warm-up 과정으로 많이 사용되어져 왔고, 특히 다음에 열거하는 적응증에 사용되어질 수 있다는 것이 일반적이다. 신진대사증진, 노폐물배출증진, 모세혈관확장, 근조직의효과, 식균작용, 등이 생리적인 반응이고, 적외선(IR)과 원적외선(Far-infrared)의 통상적 임상적용의 효과는 동통완화, 근이완, 혈액순환증진, 노폐물제거, 적응증은 아급성외상, 염증, 관절염, 류마티즘, 신경염, 신경통, 등을 목적으로 사용되어지며, 진신 치료에서는 신진대사나 순환증진에서 경미한 계통적인 열효과를 위하여 진정효과를 위하여 사용한다(박래준와 박찬의, 1996). 본 실험에서는 위에 열거한 자료들을 토대로 하여 FIR이 병적인 치료효과외에 일반적인 상황에서 체력을 증진시키거나 강인함을 길러 주는지에 대한 공급증과, 포유류의 한 종류인 흰쥐의 일상생활에 급격한 변화를 주는지에 대하여 알아 보았으며, 원적외선이 발생하는 장치에서 배양된 흰쥐의 경우 위기 상황의 일종인 익사 직전에 생존능력이 높다는 것을 알 수 있었다.

따라서 물리치료적으로 우리는 원적외선(이하 FIR)을 치료적 목적이외에 건강관리 차원에서 원적외선을 응용하는 것을 적극 고려해야 할 필요가 있고, 관련된 의료 장비 및 장치의 개발과 생산이 절실히 요구되어진다.

V. 결 론

FIR인 8-14 μ 파장이 방출되도록 설계된 장치를 실험용으로 제작하였으며, 대조군의 경우에는 외형적으로 같은 조건하에서 단지 FIR이 거의 방출되지 않도록 설계한 것을 이용하였다. FIR이 적정 수준온도에서 다량으로 흰쥐에게 방출되어질 수 있도록 하기 위하여 온도를 일정하게 유지시켜주는 온도제어장치를 달아 FIR이 실험자 원하는 만큼 적절하게 흰쥐에게 조사되어질 수 있도록 하였다. 실험의 온도는 일반적으로 하루에 흰쥐가 2번(아침, 저녁) 30도씨로 유지된 FIR 방사강도로 10분정도 노출시켰고, 그외의 조사시간에는 일상적인 실내 온도 25도씨를 유지하였다. 다른 대조군의 실험용 배양 장치의 경우, 일반적인 실내온도로 적절하게 유지시켰고, FIR이 거의 방출되지 않도록 하는 재료를 선택하였으며, 실험은 4주령까지 성장한 흰쥐를 실험군과 대조군용 실험장치에서 암컷 12마리, 수컷 12마리씩 암컷과 수컷을 분리하여 넣고 7주령이 될 때까지 키웠다. 이 기간동안 먹이와 물의 소모량을 측정하면서 몸무게의 증가를 일주일 간격으로 측정하였고, 성장상태 및 생존능력 실험도 비교실험 한 결과 다음과 같았다.

1. 하루 평균 개체당 먹이 소모량의 실험군과 대조군의 차이는 0.1g이고 물소모량의 차이는 0.75ml이었다

FIR이 조사되어도 자연상태의 물의 섭취활동과 비교하였을 때 유의성 있는 변화가 발생하지 않았다.

2. 실험군과 대조군의 몸무게가 있어서 유의성 있는 변화가 나타나지 않았다. 따라서 FIR이 정상적인 흰쥐의 생활 리듬에 변화를 주지 않는다고 추정할 수 있다.

3. FIR이 조사되는 환경에서 3주이상 사육되었던 쥐들은 대조군의 흰쥐들보다 125%나 오래 생존할 수 있었던 것으로 나타났다.

FIR 분야는 지금까지 막연하게 생체에 좋은 영향을 주고 있다는 감각적인 사실이 예전부터 많은 사람에게 알려져 있음에도 불구하고 이러한 영향에 대한 통계적 자료가 부족하여 차별화된 영향이 발생하는 원인에 대한 과학적 규명을 위한 시도가 최근에야 이루어지기 시작하

었는데, 위의 결과들을 종합하여 보면 FIR이 적절하게 조사되는 환경에서 사육된 흰쥐가 자연상태의 흰쥐보다 오히려 체력이나 지구력이 증강된다는 사실을 알 수 있었고, 치료적 목적 이외에 FIR은 일상적 생활에서 인체에 무리한 변화와 급격한 변화 없이 체력증진에 적절한 작용할 수 있을거라 사료된다.

〈 참고 문 헌 〉

김영훈 : 동의보감, 허준 원저, 보광사, 1997.

김재윤 : 원적외선의 발전과 물리치료적용례, 대한물리치료학회, 제13권 제1호, 2001.

김재훈 외 : 원적외선의 응용, 국제산업정보연구원, 1993.

김현수 : 원적외선의 생물학적 해석의 접근, 삼성전자연구소, 1995.

박래준, 박찬의 : 광선치료, 대학서림, 1996.

백우현 : 원적외선복사체의 분광학적 특성, 국립요업연구원, 1997.

백우현 : 천연소재를 이용한 원적외선 응용기술, 원적외선응용기술연구회, 1998.

조순탁, 박봉상 외 공저 : 기초물리학, 범한서적, 1992.

조한구, 엄기양 : 침구학, 명문당, 1997.

지철근 : 원적외선의 특징과 응용, 원적외선협회, 2001.

山嶋梅子 : 遠赤外線療法科學, 人間史社, 1996.

山嶋梅子 : 遠赤外線療法, 人間史社, 1998.

Hoeijmers, T. H. : Nucleotide excision repair I from *E. coli* to yeast. Trends. Genet., 1993.

Lehninger, Nelson, Cox : Principles of biochemistry, 2nd, Prentice-Hall, 1993.

Ralph J.Fessenden, Joan S. Fessenden : Organic Chemistry, 3rd. John Wiley & Sons, 1993.