

원적외선의 인체작용메카니즘

대구대학교 대학원 재활과학과 물리치료전공

김 재 윤

국립 청주과학대학

박 영 한

극동정보대학

박 돈 목

대구대학교 물리치료학과

박 래 준

Mechanism of Far-infrared how to affect the human body

Kim, Jae -Yoon, P.T.

Major in Physical Therapy, Graduate school of Rehabilitation Science, Taegu University

Park, Young-Han, M.S., P.T.

Dept. of Physical Therapy, Chongju National College of Science and Technology

Park, Don-Mork, P.T., M.S.

Dept. of Physical Therapy, Keukdong College

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

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

< Abstract >

Until now, it has not been well known for Far-infrared(FIR) how to affect to the human body. We introduced and presumed the mechanism of FIR based on molecular biology in this study, as below. The human body is composed of proteins which get easily changed by a thermal factor (about 42 °C over). 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 °C). When FIR penetrated on the human body, it would inhibit the abnormal genes and cells expression, and then information of DNA and RNA would be reexpressed for arranging DNA and RNA abnormal state. As FIR's receptors in the body, it could be presumed that N-glycosyl linkage of purine and deoxyribose, RNA splicing process, and heat shock protein.

I . 서 론

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, ATP

수준유지, 정상세포미세구조유지 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 Far-infrared(이하 FIR)로 볼 수 있다. FIR이 외부에서 인체의 단백질을 변성시키지 않고 세포 깊숙히까지 흡수시킬 수 있

기 때문이다.

Far-infrared의 영역은 적외선파장 중에서 멀리 부분(Far)의 파장대를 말하는데, 태양광선 중에서 열 에너지를 공급하는 것은 이 FIR로 지구상에 살고 있는 생물체는 직간접적으로 태양의 복사에너지를 받으면서 생명을 유지하면서 살고 있다.

열의 전달 방법 중에서 가장 효율적인 방법은 복사인데, 그 이유는 FIR은 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; 山嶠梅子, 1996, 1998; Ralph, 1993; 김재훈 외, 1993; 조순탁, 1992).

위 설명한 바와 같이 FIR은 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 생리화학적인 변화를 일으킬 수 있다는 Grotthus Draper의 법칙에 의하여 뒷받침되어진다(박래준, 박찬의, 1997)

FIR은 특히 인체에서 유해인자에 의하여 잘못 발현되거나, 변화가 일어난 RNA와 DNA를 다시 원래의 정상적인 상태로 복원시키는 작용을 하는 것으로 연구되어지고 있는데, 이 열파열 반응이 일어나는 곳은 바로 N-glycosyl linkage이며, Hsp인자 생성에 영향, RNA Splicing 단계에 영향을 주는 것으로 추정되어지고 있다.

위의 여러 가지 자료들에 비추어 볼 때 FIR은 우리가 인체에서 느끼지 못하는 체내자유활동에너지에 가장 근접한 형태의 물리적인 요소일 것이다. 특히 인체가 가장 건강할 때 발생되는 빛의 파장이 바로 FIR이고 우리가 매일 받는 태양 빛의 반이상은 FIR로 특히 공해가 없는 나라에 FIR의 양이 UV(Ultra Violet)보다 많이 포함되어져 있는 것으로 볼 때 환경적인 요인과도 많은 관련이 있다(山嶠梅子, 1988).

그런데, 앞으로 FIR에 대한 정확한 인체 작용메카니즘을 밝혀내고, 증명하려면 위의 나열한 많은 과제, 즉 N-glycosyl linkage, RNA splicing, Hsp인자에 대한 반응이 실제적으로 많은 보고결과 나와야 함은

물론이거니와 이러한 메커니즘의 원리가 바탕이 되면, FIR이 인체에서 일어나는 방어시스템과 대사활동에 많은 긍정적인 영향을 주는 것은 물론이거니와 인간과 지구상의 생물이 지금까지 받고 있는 많은 외부의 유해요소로부터 도태되지 않고 살아남을 수 있게 한 요인이라 할 수 있을 것이다. 의학분야는 물론이거니와 많은 공해물질과 유해인자가 인체 DNA에 이상을 일으켜 예측불허의 질병이 양산되는 지금의 환경에서 이 분야는 많은 활용가치가 있다.

II. 본 론

1. FIR의 유래와 그 파장의 특성

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 질환치료와 방제에 사용하였고(김영훈 원해, 1997),

그리고 지구상에 생물체가 살기 시작한 태초부터 직간접적으로 태양의 복사에너지를 받아 움직이고 생명을 유지하였다.

200여년전 태양광선 속에 사람 눈에 보이는 일곱가지 색의 광선과 자외선 이외에 적외선(불가시광선)을 발견하게 되었고, 태양광선 중에 열에너지를 공급하는 것도 바로 이 FIR이라는 것도 알게되었는데, 특히 물리적으로는 고전물리에서 현대물리로 가는 흐름에서 빛의 파동설(영, 1800년대)에서 빛의 입자설이 아인슈타인에 의하여 실험적으로 증명되면서 FIR의 원리 증명에 많은 과학적인 토대를 마련해 주고 있다.

특히 아인슈타인의 1905 발표한 에너지 양자가설은 진동수 ν 를 가진 빛은 광자입자의 모임이고, 일정한 에너지를 포함한 광양자가 흡수 또는 방출 되는 광전효과를 실험적으로 증명하여 FIR 뿐만 아니라 다른 빛의 성질 전반에 걸쳐 성질을 밝히는데 많은 도움을 주었다.

FIR이 포함되어져 있는 IR의 파장의 구분은 이것을 이용하는 사람에 따라서 다르게 정의하고, 쓰고 있으나근적외선, 중적외선, 원적외선으로 나누어 사용상에서 구별하고 있지만 이것은 사용자의 입장에 따라 여러 가지로 생각할 수 있다.

CIE(국제조명용어집 제3판)과 Smithe 등, 그리고 Hudson 등이 분류한 파장대를 통합하여 평균을 내어 다음과 같이 FIR의 영역을 구분 짓기도 한다(김재윤, 2001)(Fig.1).

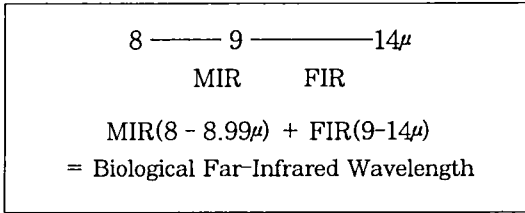


Fig 1. Biological FIR Wavelength Model

열의 전달방법 중에는 전도, 대류, 그리고 복사의 세 가지 방법이 있으며, 이 가운데 열전달효율이 가장 뛰어난 것은 복사인데, 그것은 대류와는 달리 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 침투력이라하며, 침투력은 이론적으로 파장의 Square Root에 비례한다. 그러므로 파장을 4배 길게하면, 투과력은 2배, 파장을 9배로 길게하면, 투과력은 3배가 된다(山崎梅子, 1996)(Fig. 2).

$$\text{Penetration} = \sqrt{\text{wavelength}}$$

Fig 2. Penetration being Correlated to wavelength

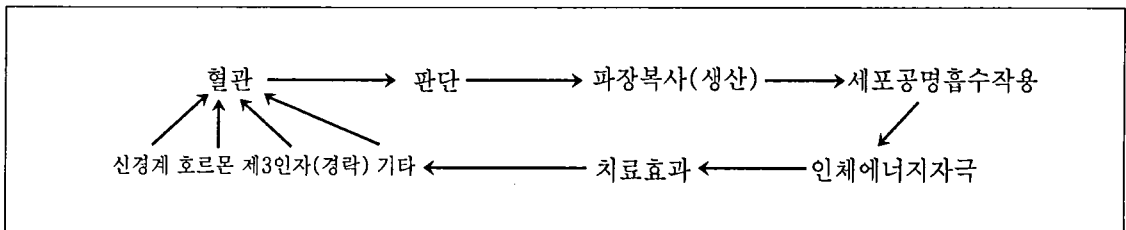


Fig 3. Far Infrared를 이용한 치료메카니즘 도식화

2. FIR의 공명흡수작용

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 주파수를 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)(Fig.4)

이 운동이 생기면 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. 이와 같은 진동에는 항상 열에너지의 출입이 이루어지는데 대부분의 유기물 분자는 2 -25 μ 파장을 가진 에너지를 쉽게 흡수하여 열에너지를 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).

그러므로 인체에 기분 좋고, 거부감 없이 안락함을 주는 파장은 FIR이다. FIR의 공명흡수현상에 의한 침달력에 의하여 4cm-5cm까지 도달한다. 따라서 인체에 이로움을 주는 FIR의 파장대(8-14 μ)를 조사하면 공명흡수에 의하여 인체에너지 자극을 통하여 치료효과가 나타나는 메카니즘을 도식화 하면 다음과 같다(Fig.3).

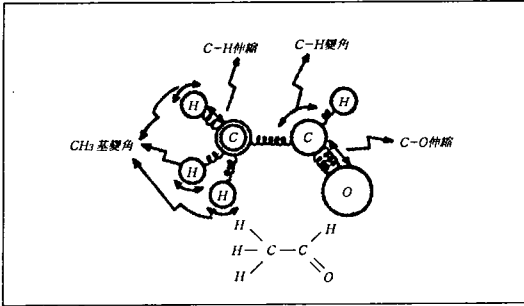


Fig 4. FIR 공명공진효과

3. FIR이 DNA 자가정보유지 기능에 주는 영향

인체에는 2종류의 유도성유전자가 있는데, 열충격유전자와 스테로이드성 유전자가 있다. 그런데 열의 상승과 다른 환경적인 변화에 영향을 보이는 것은 열충격단백질이다(Robert, 1991). 예를들면 입파구에서 적은 온도변화 발생에 의하여 Hsp70이 빨리 유도된다. 이것은 발열반응이 열충격단백질의 상대적 저온역치 때문에 반응을 일으킨 것이다(Stanley, 1994). Hsp의 조절부위는 열충격인자가 결합하여 RNA 중합효소에 의한 전사를 자극하는 열충격요소와 TATA상자로 이루어져 있으므로 FIR이 RNA Splicing 과정에 관여를 하게 된다고 볼 수 있다. 그런데 인체에 대한 많은 유해요소가 존재하는데 그러한 환경에 의한 변화 외에도 자연적으로 인체의 DNA는 매일 약 5,000개가 탈퓨린의 반응으로 N-

glycosyl linkage가 열에 의하여 파열되어 소멸되고, 또한 탈아미노기 반응으로 많은 DNA가 변화를 일으키게 되는데, 일상생활 속에서 많은 유해인자(Geoffrey, 1997)에 의하여 염기의 배열상태가 인체를 병적인 상태로 만들기를 시도하는데, 이러한

예로는 DNA 퓨린과 피리미딘에서의 알킬화 또는 산화된 염기, 개방된 링의 염기, 염기의 이중탄소결합이 단일결합으로 전환되는 것등이 그 예이다(Leninger, 1993). 자외선에 의하여 DNA의 구조가 변화를 일으키게 되는데, 2개의 이웃 피리미딘 사이에서 공유결합을 이루어 피리미딘 중합체의 생성을 촉진시킨다(Leninger, 1993). 위의 나열한 DNA 변화요소들 외에 많은 변화요소에 의하여 DNA구조가 변화를 일으키므로 DNA 스스로 전사과정에서 '1 error / 109염기전사'가 발생한다. 이러한 많은 변화 요소에도 불구하고 DNA 배열순서, 즉 인체정보를 안전하게 저장유지할 수 있는 것은 많은 DNA수복효소들이 계속적으로 작용하여, 손상된 염기와 Nucleotide를 수복치환시키기 때문인데(Hoeijmers, 1993). 손상된 세포는 DNA가 반응하여 원상회복을 위하여 DNA수복효소를 만들고, DNA염기 손실에 의한 인지신호의 자극은 세포가 손상된 DNA염기수복에 필요한 수복효소 및 성분의 조달을 위하여 왕성한 신진대사의 활동상태가 되도록 하므로, 이러한 과정에 의하여 성장촉진효과, 신진대사활성화 및 혈액순환등이 일어난다.

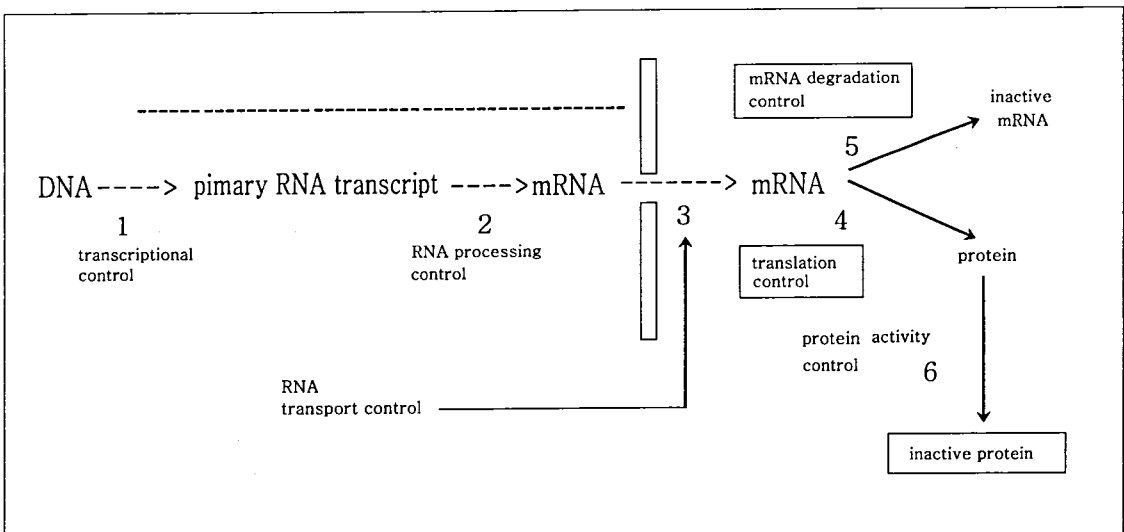


Fig 5. Genetic six steps

4. 손상된 DNA 수복

예를들면 손상된 DNA를 가진 세포는 세포분열점점 지점(G1 Phase, G2 Phase)에서 세포분열에 들어가지 못하게 되어 S-phase에 들어가지 못하게 되어 P53 단백질이 손상된 DNA에 의하여 세포내 축적되는데, P53 단백질은 DNA와 결합하여 다른 유전자를 유도하여, 부분적으로 만들어진 21KD 생성물이 세포주기중에 작용하는 subunit으로 작용하여, RNA polymerase II를 인산화 시키기 위하여 Cdk2와 결합하는 G1 cyclin과 결합하므로 세포가 DNA 복제과정인 S-phase에 진입하지 못하게 되어 세포조절계의 작동이 중지되게 된다(Cox, 1996). 결국 손상된 DNA를 가진 세포에 의한 P53단백질의 세포내 증가는 세포분열주기중의 G1 Phase를 지연시키거나 세포사멸에 의하여 손상된 DNA를 가진 세포는 죽는다. 따라서 손상된 DNA를 가진 세포는 SOS 응답기능을 할 수 없어 결국 P53유전자돌연변이는 인간에게 암이나 기타 다른 질병을 유발시키는 인자가 된다. 그러므로 위의 손상된 DNA를 수복시키는데는 DNA수복효소와 DNA합성효소 및 DNA결합효소 등을 통하여 2가지 경로가 있는데 그것은 염기절제수복과 뉴클레오타이드 절제수복방법이다(Leninger, 1993). 핵에서 RNA splicing과정전에 RNA전사체의 분자량중 95%가 Splicing 과정중에 살아지는데, 이중에 살아지는 것의 대부분은 intron인데, 이때 세포가 열에 의하여 최적온도 상태에서 5, 10, 15도 정도 상승시킬 때, 일반적인 활동성의 단백질의 생성은 중지되고, 새로운 열충격단백질이 생성된다는 것이다. 이것은 DNA와 RNA의 재발현을 의미하는 것이고, 핵속의 intron과 exon로 된 mRNA가 외부의 유해인자에 대한 또 다른 요소에 대한 적당한 시기에 적당한 세포형태를 만들기 위한 필요한 유전정보전사에 사용된다고 보여진다. 그러므로 위기 상황에서 세포의 생존을 보호유지한다(Leninger, 1993). 또한 유전자조절단백질은 DNA의 염기배열순서를 인지하므로, 인지표면은 DNA의 2중나선구조의 특별한 표면에 대하여 단백질의 표면이 상호보완적이므로 단백질과 DNA사이 상호접촉면에는 개별적으로 약하지만 수소결합, 이온결합, 소수성결합작용 등 20개이상의 결합능력에 의하여 특이적 상호결합 작용으로 이루어진다.

5. FIR이 영향을 주는 열충격유전자와 열충격 단백질의 생성과 역할

지금까지 알려진 열충격유전자에 의하여 생성되는 열충격단백질의 세포보호작용기전은 유해인자로부터 단백질보호, ATP 수준유지, 정상세포 미세구조유지 및 산화적 손상대개체에 의한 손상 받은 세포의 사멸 등 세포가 생명을 유지하는데, 필요한 작용을 하며, 역동적인 상태유지에 기여하게 되고, 고열요법에서도 암치료는 이러한 Hsp 기전과 유사한 방법으로, 체내에 있는 암들과 종양, 그리고 체외배양세포실험에서 형질변형이 안된 세포가 열독성효과에 더욱 민감하게 나타내므로 이것은 변형된 DNA를 가진, 즉 병원성 질환으로 발병 시킬 확률이 높은 세포는 열에 약하다는 것을 보여주고 있다. 그러므로 RNA splicing과정(Fig.5)에서 열 및 기타외부의 스트레스에 의하여 Hsp가 생성되어 일반적인 단백질의 발현이 중단되고, 세포질과, 핵, 인과 이들 사이에 위치한 세포골격 상호간에 변화와 외부의 환경의 정보를 RNA 전사에 도입하여 방어시스템 구축과 DNA손상을 복원하기 위한 조절유전자를 재발현 시켜서 대사를 활발히 해주고 또한 비정상적인 세포는 열과열 반응에 의하여 N-Glycosyl linkage가 파열되어 스스로 열독성에 의하여 사멸되거나, 생산된 방어단백질에 의하여 사멸되는 것으로 메카니즘을 규정할 수 있다.

6. 인체에서 FIR 및 자유활동에너지 조절기관

Limbic system은 정서중추라고도 하며, 인체에서 FIR의 조절중추(에너지의 조절)하는 가장 유력한 기관이다. 그것은 바로 정서적인 안정을 통하여 교감신경의 작용으로 안정과 부교감신경의 작용으로 상대적인 기능향진현상과 호흡을 통하여 흡기는 능동적인 기능이고 동시에 교감신경계의 항진 수반, 호기는 수동적이고 부교감신경계의 상대적 항진효과를 근거(Papez, 1961; Davidson, 1972; Forhman, 1971; Dicara, 1975)를 기본으로 하여 심호흡을 통하여 인체의 항상성이 조절되는 것이 유력하고, 따라서 이러한 안정된 호흡으로 항상성이 증가되면 당연히 인체가 정상적으로 되어 건강한 신체에서 많이 발산되는 FIR이 인체에서 더 많이 방출되어진다(정구영, 1998; 지철근, 2001).

Ⅲ. 결 론

〈참고 문헌〉

체의로부터 조사받은 복사선 중에서 FIR은 저온에서도 매우 효율적인데, 분자의 공명흡수를 통한 심달력에 의하여 세포내의 온도가 적당히 증가하게 되어 DNA에서부터 단백질의 활동성까지 영향을 주는 것으로 추정되고 있다. 저온에서 효율적인 것이 중요한데, 이것은 바로 인체가 단백질로 형성되어져 있기 때문에 FIR은 인체 구성물질들을 변형시키지 않고 심부에 도달하여 생리적인 효과를 가져올 수 있기 때문이다.

그러므로 FIR에 대한 위의 열거한 작용에 의하여 비정상적인 세포의 계속적인 발현을 정지시키고, 다시 DNA 및 RNA의 올바른 정보로 다시 재발현 하게끔 하여 비정상세포의 비정상활동 원인이 되는 잘 못된 DNA 배열 및 RNA 배열을 정상화시켜 병적상태에 있는 부위를 정상적으로 만들어 주는 것이다. 이러한 FIR의 작용으로 세포의 수명과 신진대사 활성화등을 통하여 현대생활에 부지불식간에 접촉하게 되는 유해한 음식물과 산업화에 따른 공해물질과 중금속 및 각종전자파에 따른 DNA손상 등으로부터 인체를 보호하는데 많은 역할을 한다고 볼 수 있다. 인체에서 추정되는 FIR의 수용체 작용 부위는 DNA의 퓨린과 데옥시리보스 사이의 N-glycosyl linkage, RNA splicing, 그리고 Hsp(heat shock protein; 열충격단백질)이 유력하다.

그러므로 N-glycosyl linkage 파열반응이 일어나는 FIR의 파장범위와 열량, RNA splicing이 일어나는 FIR의 파장범위와 열용량, Hsp 종류와 FIR 온도와 파장과 그 변화의 상관관계를 연구, 증명하는 과정 중에 있다.

앞으로 위의 기술을 이용한 의학적 치료방법의 도출은 물론 진단방법, 그리고 제약산업에 많은 기폭제 역할을 할 것으로 기대된다.

- 김재운, 원격외선의 발전과 물리치료적응례, 대한물리치료학회, 2001.
- 김재훈 외, FIR의 응용, 국제산업정보연구원, 1993.
- 조순탁, 박봉상 외 공저, 기초물리학, 1992.
- 백우현, 원격외선복사체의 분광학적 특성, 국립요업연구원, 1995.
- 백우현, 천연소재를 이용한 원격외선 응용기술, FIR응용기술연구회, 1998.
- 정구영, FIR의 효과와 향후과제, 한국건자제시험연구원, 1998.
- 지철근, 원격외선의 특징과 응용, FIR ASSOCIATION, 2001
- 山崎梅子, 遠赤外線療法科學, 人間史社, 1987
- 山崎梅子, 遠赤外線療法, 1988
- 高嶋廣夫, 遠赤外線工學, 1988
- Cox, Molecular cell biology 3rd., 1996
- Davidson, J. M., Levine, S., Endocrine regulation of behavior, Ann. Rev.
- Dicara, L. Limbic and Autonomic nervous system, Research, New York Plenum, Publishing, Corperation, 1975.
- Forthman, L. A. The Hypothalamus and metabolic control, Phathbiol, Ann., 1:353, 1971
- Hoeijmers, T. H. Nucleotide excision repair I from E. coli to yeast. Trends. Genet., 1993
- Geoffrey M couper, The cell, 1997
- Lehninger, Nelson, Cox, Principles of biochemistry, 2nd, 1993
- Papez, J. W., Comparative Neurology, Hanfer, 1961.
- Ralph J.Fessenden, Joan S. Fessenden, Organic Chemistry, 3rd. 1993
- Stanley R. Maloy, Microbial genetic, 2nd edit, 1994.