

Far infrared를 이용한 생체정보 인터페이스에 대한 연구

대구대학교 물리치료학과

박 래 준

대구대학교 대학원 재활과학과 물리치료전공

김 재 윤

Research of human body information interfacing with Far infrared and application to physical therapy

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

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

Kim, Jae Yoon, P.T.

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

< Abstract >

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(Far infrared; 60%), IR(Infrared; 20%), and UV(Ultra Violet; 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. In these days, with contemporary science FIR would be begun to clear up the implication in the human body and organic compound. 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 human body is composed of proteins which get easily changed by a thermal factor (about 42 $^{\circ}$ C over). FIR with low temperature can deeply penetrate on the human body composed things without troublesomes, since FIR has effectively operated on the human body at low temperature (35-40 $^{\circ}$ 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. To take the FIR which was a optimized wavelenght and strength, at first, we induced the characteristic algorithm and the computerized programing. Then we formed that the formular of optimized FIR with physical, mathematical logic and theory, especially, Plank, Kirchhoff, Wien, Stefan-Boltzmann's logic and law. In the long run, the formular was induced with integration mathematical, since we had to know the molecular wavelenght. Based on the induced formular as above, we programmed the optimized FIR radiating computerized program. In this research, we designed the eletronic circuit for interfacing with human body to diagnosis and treatment with FIR sensor which radiated FIR wavelenght optimized.

I . 서 론

원적외선(Far-infrared, 이하 FIR)은 생체에 대하여

가온효과, 혈행촉진, 대사기능증진, 발한촉진, 진통효과 및 그밖에 여러 생리생화학적, 그리고 유기화학적인 생리활성 메카니즘에 대한 연구가 최근 보고되고 있다.

* 본 논문은 2001학년도 대구대학교 연구비지원에 의한 논문임.

적외선은 1800년 Hershel이 가시광선보다 열효율이 좋고 온도를 상승시키는 효과가 있음을 처음으로 발견한 이래 1835년 Amper가 가시광선의 적색파장대보다 장파장의 성질을 갖는 빛을 적외선이라고 명명하였다. 이러한 적외선 중에서 반사의 성질을 갖는 것은 근적외선(Near infrared, 이하 NIR)이고, 흡수의 성질을 가지는 것은 복사선을 FIR, 또는 0.76에서 1000마이크로 사이의 파장영역을 FIR이라고 1835 Amper는 명명했다(백우현, 등 1998). 적외선과 원적외선 에너지를 산업적으로 처음 이용한 것은 1938년 미국 포드 승용차의 도장 건조에 사용한 것이 시초이다. 19세기 이후 신소재가 개발되었는데, 이것은 1960년대 미국 우주항공우주국(NASA)에서 = 최초로 개발하여, 우주선 및 우주복, 산업기기, 의료기기 및 생활용품의 소재로 다양하게 이용되고 있다(지철근, 2000). 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, 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 흡수 시킬 수 있기 때문이다.

Far-infrared의 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, 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; 山崎梅子, 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 생리학적인 변화를 일으킬 수 있다는 Grotthus Draper의 법칙에 의하여 뒷받침되어진다(박래준와 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 체내자유허동에너지에 가장 근접한 형태의 물리적인 요소일 것이다. 특히 인체가 가장 건강할 때 발생하는 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(山崎梅子, 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. 원적외선(이하 FIR)이 근적외선(이하 NIR)보다 인체에 침투력과 흡수력이 뛰어나다(山崎梅子, 1997; 지철근, 2001)고 연구결과가 발표되어지고 있고, 병리학적으로 유방종양치유기전에 치유효과가 있는 것으로 연구논문이 발표되어지고 있다(Udagawa Y, 등, 1999). 인체에 적용하는 의료분야에서 물리치료분야에서는 광선치료라하여 FIR을 적극적으로 환자에게 적용시킬 수 있는 분야가 있는데, 환자, 즉 인체에 적용하는 것이므로 FIR방사 기구에서부터 흡수체의 변화에 이르기까지 일련의 메카니즘에 대한 연구의 선행과 그에 따

라 얻을 수 있는 효과에 대한 원인이 명확하게 규명되어
 져야 하므로, 최적화된 원적외선의 방사율과 흡수율에
 대한 정확한 데이터 산출을 위한 다양한 연산방식, 즉 알
 고리즘을 개발하고, 이러한 연산과정의 전산화를 통한
 FIR방사율과 흡수율 수치의 산출 프로그래밍은 FIR을
 이용한 인체정보 인터페이스를 통하여 질병상태의 진단
 과 그에 대한 적절한 치료적 접근을 위한 연산방식과 산
 출방식 그리고 인체에 적절한 조사량을 계산하는데 있어
 서 중요한 토대가 되므로 본 연구에서는 수행되어졌고,
 특히 위의 얻어진 알고리즘과 논리방식 그리고 수치계산
 방식에 의하여 인체의 파장을 수신하고 적절한 FIR 파
 장을 송신할 수 있는 전자회로를 설계하는데 기초로 하
 여 바로 현장에서 응용할 수 있는 FIR 응용 인체정보 인
 터페이스 회로를 설계하였다. 특히 기존의 사용되어져
 왔던 전자재료와는 다른 FIR방사를 최대로 할 수 있는
 재료를 사용할 수 있도록 접근을 시도하였다.

II. 연구방법

1. 알고리즘을 기초로한 프로그래밍 재료 및 방법

Kirchhoff 법칙으로부터 시료의 분광복사율은 다음과
 같은데,

$$p\lambda = 1 - \epsilon\lambda$$

분광복사율을 프로그램할 기본적인 공식의 위의 식
 으로부터 유추하여, 시료의 적분복사강도는 분광복사강
 도를 파장구간에서 적분하여 다음과 같이 나타내는데,

$$E_b(\lambda_1 - \lambda_2) = \int_{\lambda_2}^{\lambda_1} E_b \lambda d\lambda : E(1 - 2) = \int_{\lambda_2}^{\lambda_1} E \lambda d\lambda$$

따라서 위의 식을 지금까지 나열한 식들과 같이 프
 그래밍 기초식을 바탕으로, 먼저 대상시료의 분광복사율
 을 얻은 다음과 같은 프로그램에 의하여 각각의 분광복
 사강도, 분광반사율을 얻을 수 있다. 또한 이용한 프로그
 래밍 언어는 자연과학에서 널리 쓰이는 BASIC 언어를
 사용하였으며, 이것을 바탕으로 하여 기초적인 흐름도에
 넣어 간략하게 정리하였다.

2. 인체에 대한 FIR 송신인터페이스 회로설계 방법 및 재료

Microtech 사의 Circuit viewer 프로그램을 바탕으로
 회로도를 작성하여 검증하였으며, 검증된 방법은 오실로
 스코프(시간축 해석), 주파수애널라이저(주파수축 해
 석), 디지털테스터를 이용하여 회로도를 작성, 검증하였
 고, 특히 시뮬레이터 기능으로 회로도의 설계에 의한 정
 확한 기능이 발휘될 수 있는지에 대한 충분한 검토가 이
 루어지도록 하였다. 일반적인 가전제품의 원리와 같이
 송신기는 각 기능에 대응하여 송신신호를 발생하는 회로
 와 그 신호를 전류 증폭하고 원적외선 발광소재를 이용
 한 부품을 구동하는 회로로 구성되게 하였다. 송신기 건
 강한 인체에서 많이 방출하고 있는 8-14μm의 파장이 나오
 도록 하였으며, 그 파장의 강약의 조절이 가능하도록 하
 였다. 송신 IC의 선택의 공통점은 휴지기간은 발진을 정
 지, 회로전류를 소비하지 않도록 한다. 조작기간 중에도
 코드열을 연구하여 작은 전류로 많은 코드열을 송신하고
 있다. 발진회로에 455kHz, 정도의 세라믹 발진자를 사
 용하고 IC내부에서 37.9kHz 정도의 반송주파수를 만들
 수 있도록 하였으며, μPD 1934G와 TC9132P를 이용
 하였다. 송신부 발광부 구동의 경우 FIR(원적외선)이
 많이 발생하도록 수광기측의 S/N을 좋게 하기 위하여
 일반적으로 발광부에 큰 펄스전류를 흘리는 회로설계를
 하도록 했다(0.3A~0.8A정도). 그러나 접합온도한계치
 를 넘지 않도록 하였다.

3. 인체방출 FIR 수신 인터페이스 회로설계방법 및 재료

One chip IC화 하여 수광회로의 설계 및 마이컴, 전
 용디코더 IC를 사용한 디코더회로의 설계를 위주로 설계를
 하였다. 이 FIR 수광기의 설계에서 중요한 항목은 다
 음과 같다고 설정하였다. 1. 광로의 확보, 2. 외란광의
 배제, 3. 회로이득의 적정화, 4. 대역특성의 적정화, 5.
 검파감도의 적정화, 6. 회로차폐

IC의 동작은 포토다이오드에서 수광한 광전류를 첫단
 의 앰프에서 60dB정도 증폭되고 처음의 공진회로에 출
 력된다. 이 공진회로의 Q는 각종외란광에 대하여 적정
 한 값으로 2-5항이 배제된다. 처음의 공진회로 출력은
 limit level shift 회로를 통하여 파크 검파회로에 가해지
 게끔 하였다. 무신호 때는 검파감도가 최대, 인터페이스
 신호를 입력하면 입력레벨에 따라 검파감도가 내려가게
 끔 하였으며, 또한 noise가 발생하지 않도록 하였다.

수광기에 외란광이 직접조사되지 않도록하기 위하여

수광기 전면부에 특수필터, 즉 FIR 파장만이 잘 투과될 수 있는 필터를 끼우는 것이 중요하다. 마이콤을 사용한 디코더를 사용하였다.

4. 센서 및 FIR 조사 재료의 조건부여

인체에서 방출하는 FIR을 분석하는데 필요한 센서의 재료와 그리고 그 인체의 상태에 맞게 최적화 된 FIR을 방사하도록 하는 FIR 조사재료의 특성은 일반적인 센서

의 원리에 다음과 같은 사항이 추가되어진다.

1. 고효율, 2. 지향특성이 적정, 3. 광출력의 직선성이 좋고 큰 전류까지 사용 가능할 것, 4. 펄스순전압이 높을 것, 5. 순수 IR영역에서 FIR이 차지하는 영역의 파장이 많을 것, 6. 수광과 발광 소자의 스펙트럼이 일치하도록 했다.

Ⅲ. 연구결과

1. 알고리즘을 기초로 한 프로그래밍

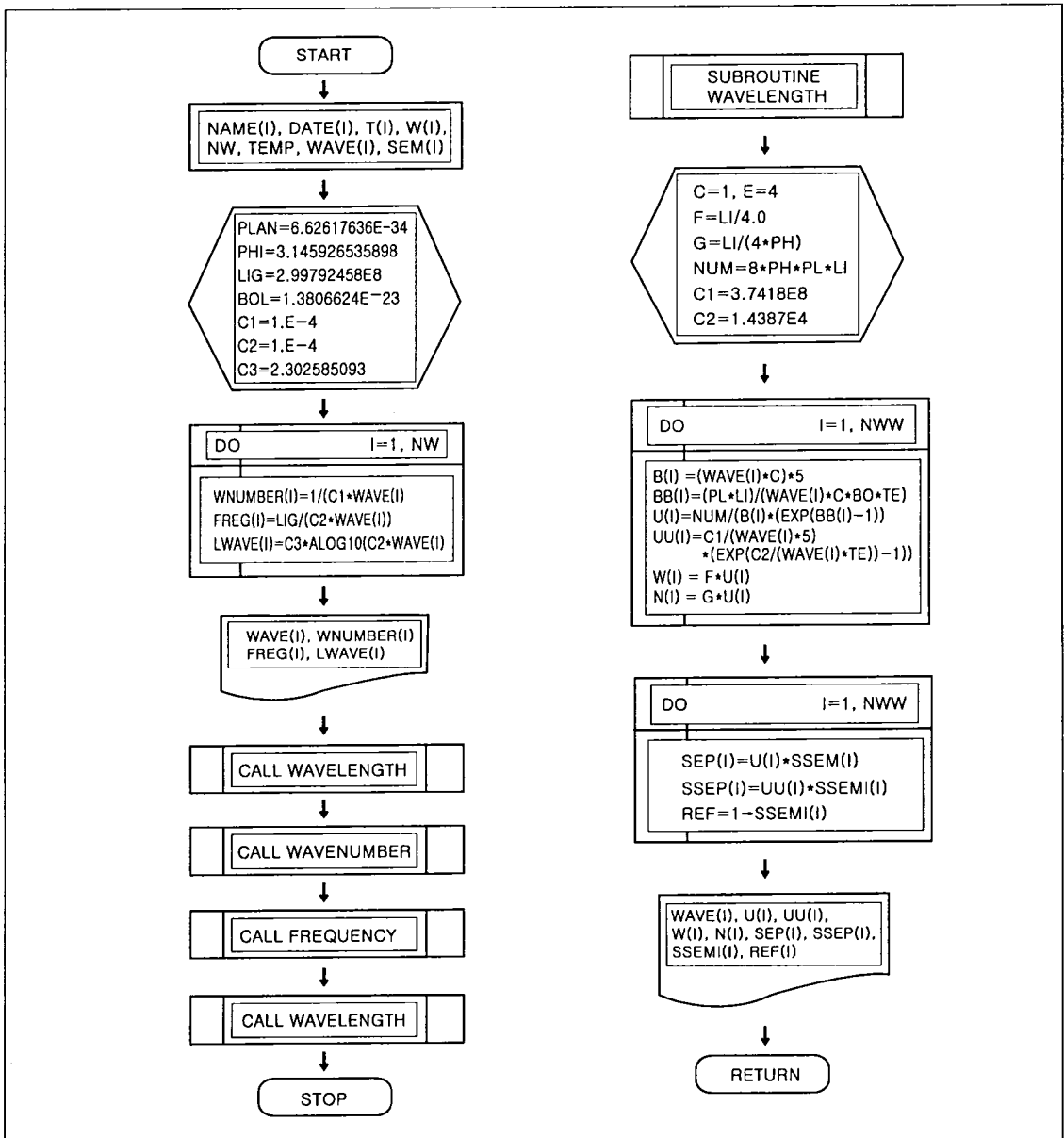


Fig 1. FLOW CHART AND PROGRAMMING OF FIR ALGORITHM A1

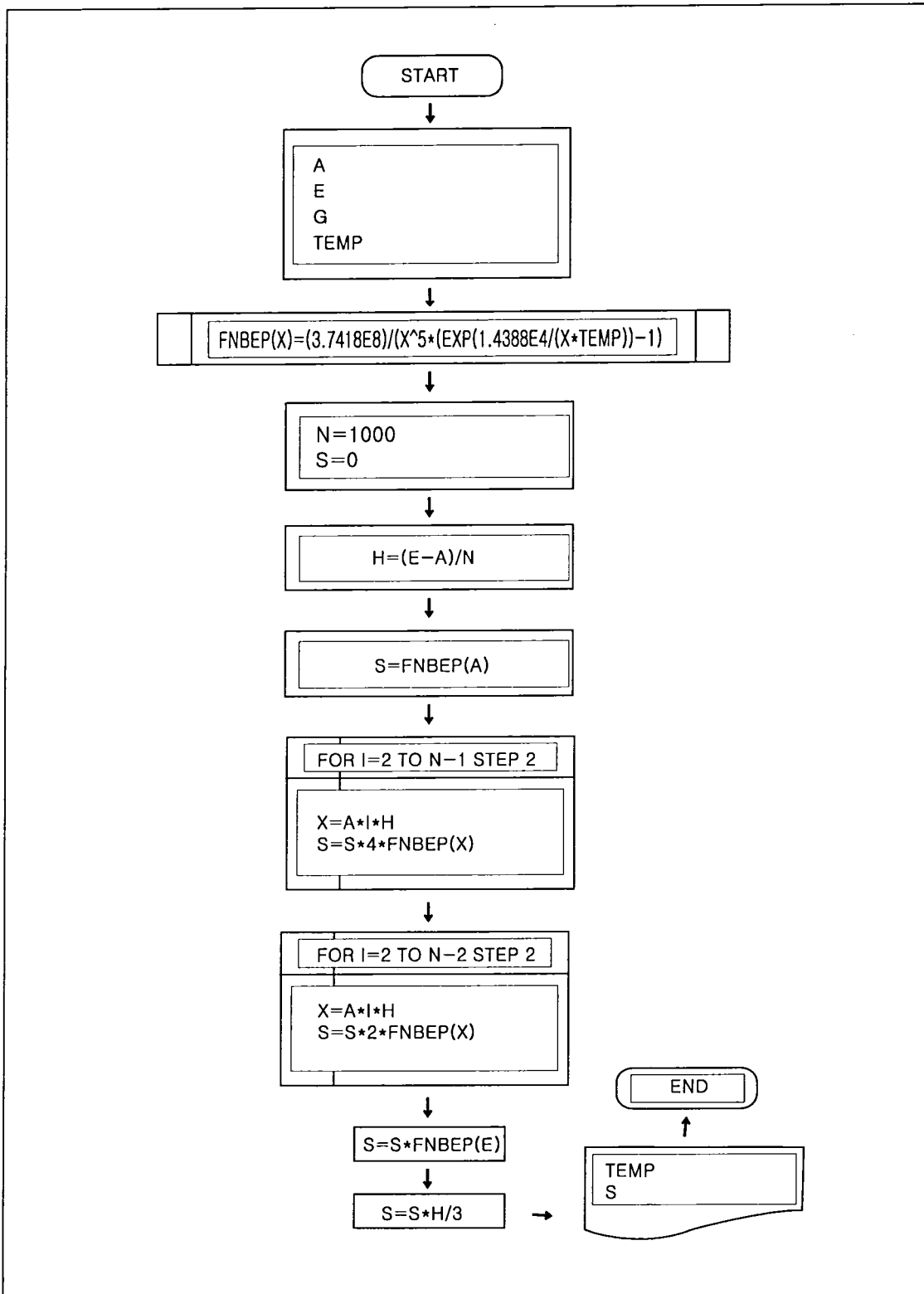


Fig 2. FLOW CHART AND PROGRAMMING OF FIR ALGORITHM A2

2. 인체에 대한 FIR 송신인터페이스 회로작성

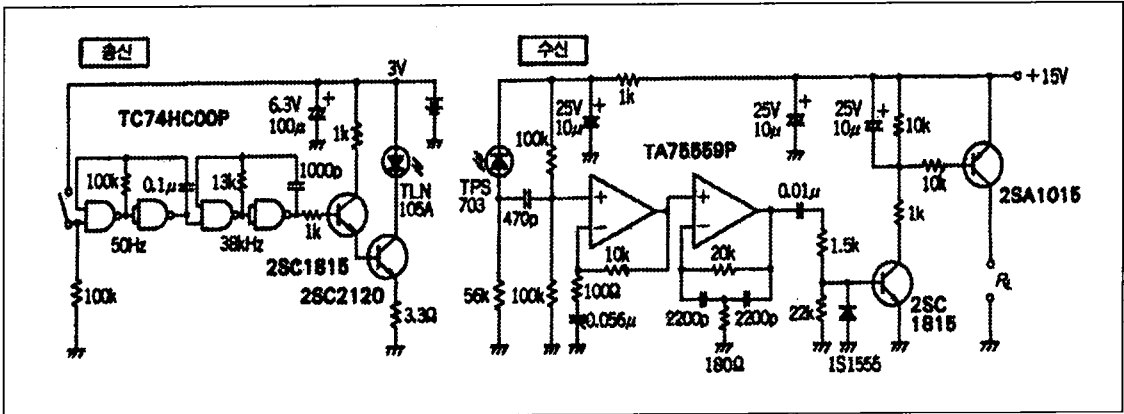


Fig 3. Electric Circuit of FIR interfacing system

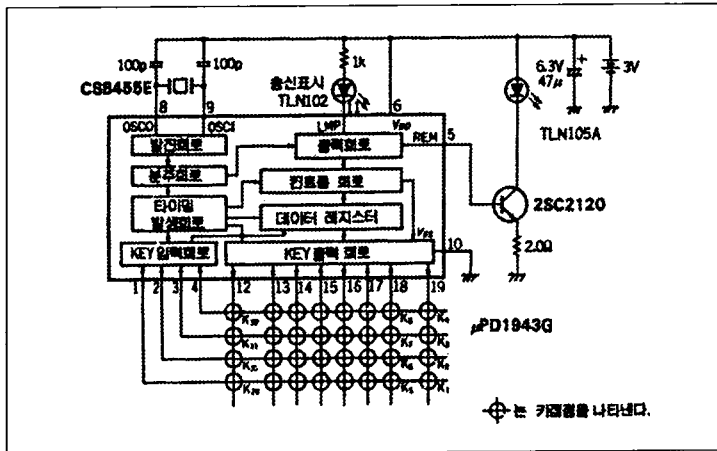


Fig 4. Transmitting Electric Circuit 1

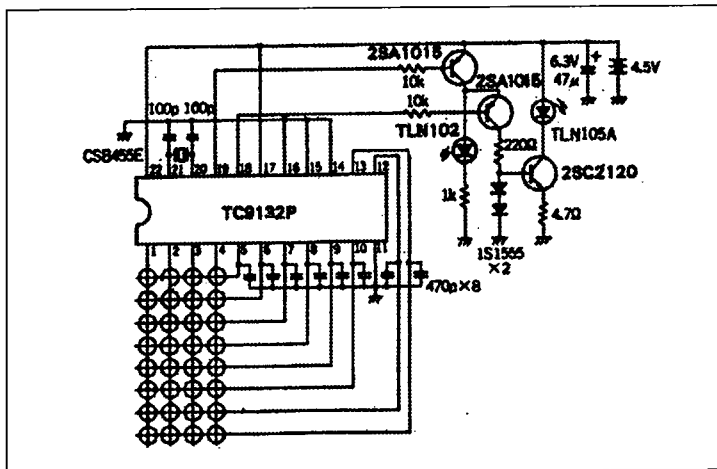


Fig 5. Transmitting Electric Circuit II

3. 인체방출 FIR 수신 인터페이스 회로

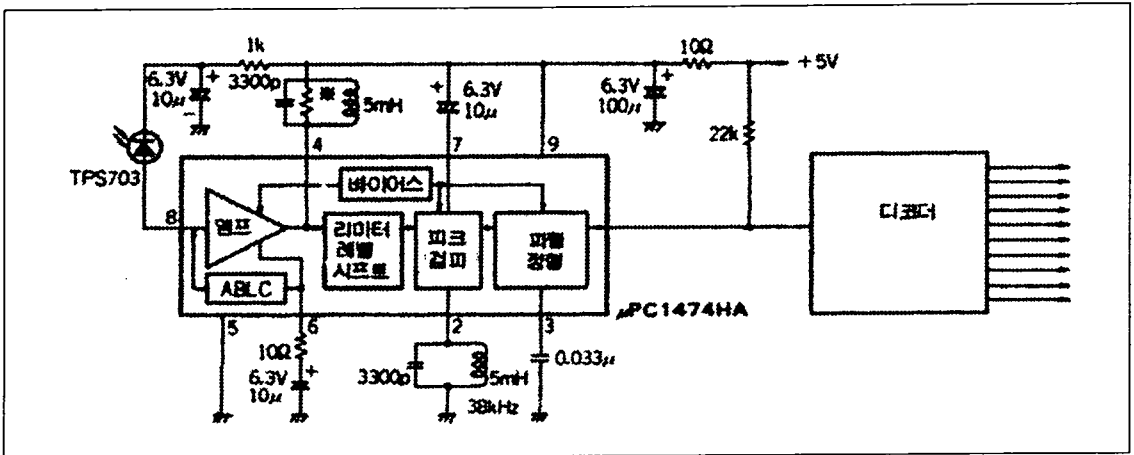


Fig 6. Receiving Circuit I

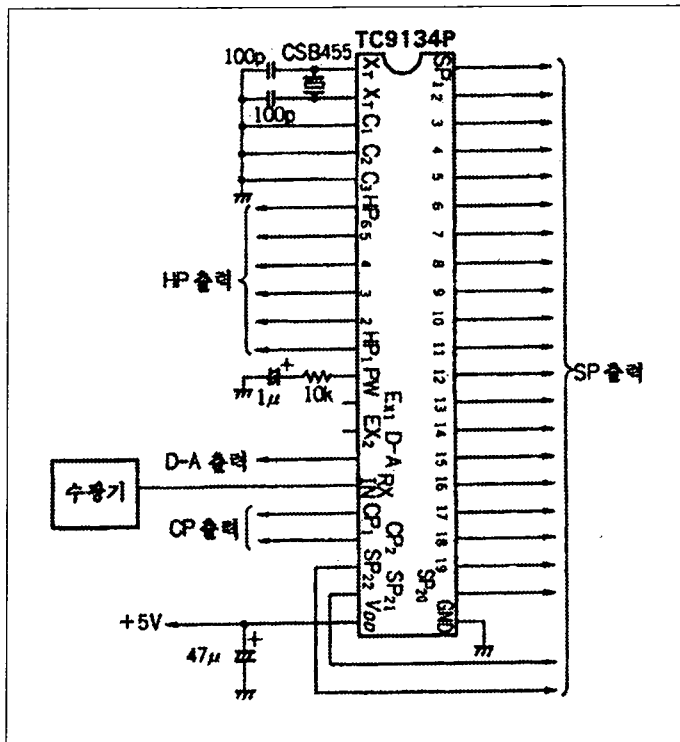


Fig 7. Receiving Circuit II

4. 물리치료적 접근방법

물리치료영역에서 FIR은 치료전 Pre-treatment 과

정, 또는 warm-up 과정으로 많이 사용되어져 왔고, 특히 다음에 열거하는 적응증에 사용되어질 수 있다는 것이 일반적이다. 신진대사증진, 노폐물배출증진, 모세혈

관확장, 근조직의효과, 식균작용, 등이 생리적인 반응이고, IR과 FIR의 통상적 임상적용의 효과는 동통완화, 근이완, 혈액순환증진, 노폐물제거, 적응증은 아급성외상, 염증, 관절염, 류마티즘, 신경염, 신경통, 등을 목적으로 사용되어지며, 전신치료에서는 신진대사나 순환증진에서 경미한 계통적인 열효과를 위하여 진정효과를 위하여 사용한다(박래준와 박찬의, 1996). 그러나 위의 적응증에 대해서도 지금까지 정확한 FIR의 강도와 그 시간적인 양적 개념의 수치적인 해석과 자료가 부족한 실정이었는데, 그러한 원인의 하나는 FIR적용에 대한 진단적 개념과 방법의 부재라고 할 수 있다. 그러나 최근에 발표되어지는 FIR의 생리적, 물리적, 화학적 특성들은 물리치료적 아이템 개발에 많은 도움을 주고 있다. 특히 위의 제시된 전자회로를 바탕으로 환부의 상태를 효율적 분석할 수 있고, 더구나 치료하는 환부에 대하여 그 치료적인 진행상황을 FIR응용전자회로를 기초로한 장비에서 스크린하는데 많은 도움을 줄 수 있다. FIR은 앞서 언급한 바와 같이 건강한 인체에서 가장 많이 방출되는 파장으로 환부나 기타 몸 전체의 상황을 판단하는데 있어서 그 파장의 성질과 밀도, 그리고 파장의 전파적인 특성이 많은 도움을 줄 것이다.

IV. 고 찰

지구상에 살고 있는 생물체는 직접적으로, 간접적으로 태양의 복사에너지를 받아서 움직이고 생명을 유지할 수 있다. 인간은 지금으로부터 약190여년전에 이 태양광선 속에 사람눈에 보이는 일곱가지색의 광선과 자외선 이외에 적외선이라는 눈에 보이지 않는 또 다른 신비의 광선이 있다는 것을 발견하게 되었다. 또 태양광선 가운데 대부분이 열에너지를 공급한다는 것도 바로 이 IR이라는 것을 알게 되었으며 일단 적외선의 존재가 알려진 후 과학기술의 급진적인 발달로 전파분광계, 적외선 온도계, 적외선 흡수작용 분광계 등이 개발되었고, 이에 따라

NIR, MIR, FIR의 특징이 점점 알려지게 되었으며, 이들이 인간생활에 유의한지를 인식하게 되었다(박래준와 김재운, 2001). 동의보감에서는 按摩와 導引의 법과 養生의 要訣편에 옛부터 스스로 물리치료를 자기몸에 적용시켜 평소에 몸을 보하고 보익하는 것으로 수록되어져 있고, 또한 이러한 작용의 과정에서 인체의 FIR을 적극적으로 끌어 내어 사용하는 방법이 나와 있음은 놀라운 일이다. 물론 그 당시에는 이러한 것들이 원적외선을 방출시키는 방법이라는 것을 몰랐을 것이지만, 최근에 와서 측정 장비로 측정하여 본 결과 원적외선이라는 것이 밝혀지고 있다. 배꼽을 찌는 경우와 배꼽을 따듯하게 하는 경우로 기술되어 각각의 내과적인 질병에 또는 질병方劑를 위하여 사용되어진 것으로 기록되어 있다. 탈항의 경우에도 사용되어진 기록이 있는데, '여인이 脫肛되어 쌀뜨물로 肛門을 씻고, 기왓장을 불에 적당히 따듯하게 구운 뒤, 靑布를 그 위에 깔고 앉게 하였다더니 肛이 스스로 들어갔다.'는 것은 우리 조상들이 옛부터 부지불식간에 FIR을 이용하고 있었다는 기록이 남아있다. 자연의 FIR근원을 이용하는 방법도 기술하고 있는데, FIR 방사매개체로주사, 운모, 활석 등을 주로 이용하였다(東醫寶鑑, 허준 원저, 1997).

IE 국제조명용어집(3rd Edit)에 의하면 NIR은 0.74-1.4 마이크로, MIR은 1.4-3마이크로, FIR은 3-1000마이크로로 되어있다. Smith등은 NIR은0.75-1.5 마이크로, MIR은 1.5-15마이크로, FIR은 15-1000마이크로, PIR(극적외선)은 100-1000으로 분류하였으며, Hudson등은 NIR은 0.75-3마이크로, MIR은 3-6 마이크로, FIR은 6-15마이크로, PIR은 15-1000마이크로로 구분하고 있으며, 박래준, 박찬의는 NIR은 0.77-1.5마이크로, FIR은 1.5- 15마이크로로 구분하고 있다. 8-14마이크로 파장의 FIR은 정상적인 인체로부터 방사하는 전방사에너지의 46%를 점유하고 있다(山崎梅子 1987; 정구영 1998; 백우현 1998; 지철근 2001 등).

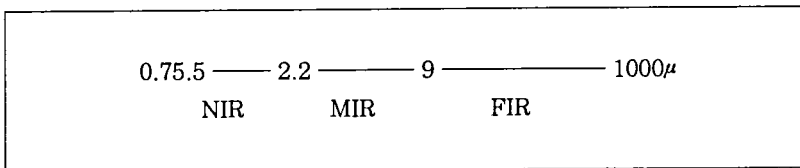


Fig 8. IR파장대의 복합모델

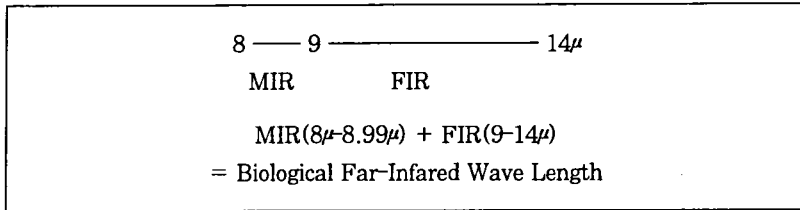


Fig 9. Biological FIR Wave length Model

지구상에 유기화합물은 20만종도인데 이러한 유기화합물의 에너지흡수 파장대는 6-12 마이크로대에 집약되

어져 있다. 이것은 인체에서 방사되는 원적외선의 파장이고, 인체가 잘 흡수하는 파장의 흡수대이기도 하다.

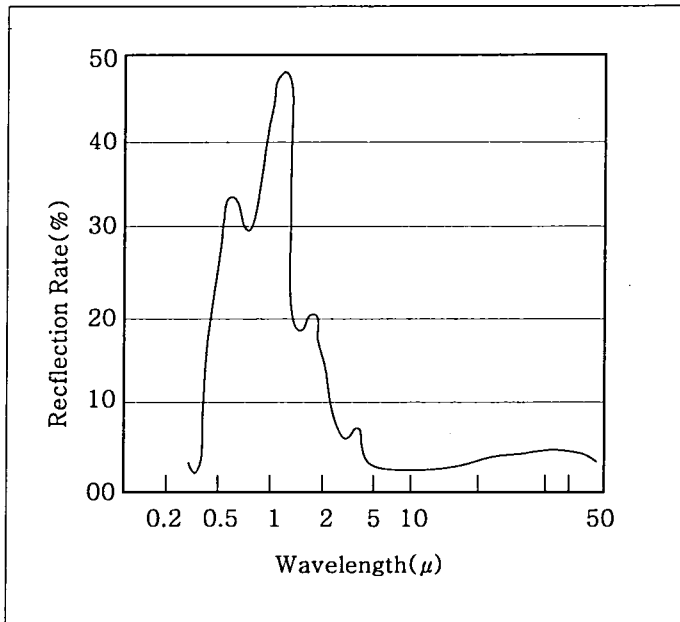


Fig 10. Spectrum Reflection Rate of Skin

진화론적으로 지구상에 도달하는 파장대는 7-14마이크로이므로 오랜세월 유기체들은 이 파장영역에 대하여 감수성이 높은 것은 당연하다(지철근, 2001).

인체 피부로부터 방사되는 IR의 파장은 3-50마이크로이며, 이 중에서 8-14마이크로의 파장의 IR이 인체로부터 방사되는 전방사에너지의 46%를 차지한다. 인체의 피부는 3.0마이크로, 6.0마이크로, 10.0마이크로, 12마이크로 이상의 FIR 영역에 있는 전자파에너지를 잘 흡수하며, 이러한 파장대의 전자파는 반사되지 않는다. 그렇지만 예외적으로 가시광선은 피부에서 반사한다 (Fig. 10)

인체에 대한 침투력은 파장의 평방근으로써 아래의 식

과 같다.

$$\text{Penetration} = \sqrt{\text{Wave length}}$$

즉, 조사되는 방사에너지의 파장이 4배가되면, 침투력은 2배로 되어 인체에 깊이 들어간다.

그러므로 파장이 짧은 NIR(근적외선)은 파장이 긴 FIR(원적외선)에 비하여 침투력이 떨어진다(지철근, 서울대, 2000). 그런데 유기체인 인체는 체온이 평균 36.5도씨인 일종의 천연열원으로, 천연의 생물학적 적외선 방사원이다. 인체의 피부로부터 방사되는 IR의 파장은 3-50 마이크로이며, 특히 8-14마이크로의 파장대

를 많이 방사하고 있다(일본전열협회 1991: 정구영와 백우현, 1998; 지철근, 2001).

첫째, 빛을 내는 복사체 (luminous radiator)로 고온이며 열등이라 한다. 이것은 IR 과 FIR 이외에 가시광선이 포함되어진다. 둘째, 빛을 내지 않는 복사체 (nonluminous radiator)로 순수한 IR 및 FIR 복사체이다.

위 기구들의 예로는 열등, Baker, 전기광선욕, 석영적외선램프로 신체에 조사하는데, 이러한 기구로 신체에 생리적인 효과를 주어 치료효과를 얻기 위하여 사용되어진다. 신진대사증진, 노폐물배출증진, 모세혈관확장, 근조직의효과, 식균작용, 등이 생리적인 반응이고, IR과 FIR의 통상적 임상적용의 효과는 동통완화, 근이완, 혈액순환증진, 노폐물제거, 적응증은 아급성외상, 염증, 관절염, 류마티즘, 신경염, 신경통, 등을 목적으로 사용되어지며, 전신치료에서는 신진대사나 순환증진에서 경미한 계통적인 열효과를 위하여 진정효과를 위하여 사용한다(박래준와 박찬의, 1996). 다른 FIR 방사열 응용사례는 일상생활용품, FIR조사치료기, FIR전신치료기, FIR방사 Sauna 기기세트 등으로 변화되어가고 있다.

200여년전 태양광선 속에 사람눈에 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 의

하여 실험적으로 증명되면서 FIR의 원리 증명에 많은 과학적인 토대를 마련해 주고 있다.

특히 아인슈타인의 1905 발표한 에너지 양자설은 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. 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 분자속에서 공진을 일으켜 활동이 활발하게 하게 일어나게 함으로써 물질 내부에 열을 내도록 하는 성질을 갖고 있다(백우현, 1997; 高度廣夫, 1998). 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.11).

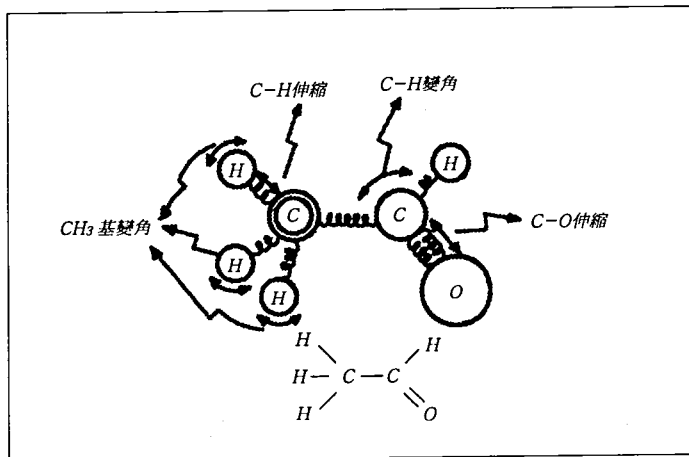


Fig 11. FIR 공명공진효과

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. 이와같은 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 심달력에 의하여 4cm-5cm까지 도달한다. 인체에는 2종류의 유도성유전자가 있는데, 열충격유전자와 스테로이드성 유전자가 있다. 그런데 열의 상승과 다른 환경적인 변화에 영향을 보이는 것은 열충격단백질이다(Robert, 1991). 예들들면 임파구에서 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 TATA 상자로 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 것들이 그 예이다(Leninger, 1993). 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, DNA염기손실에 의한 인자신호의 자극은

세포가 손상된 DNA염기수복에 필요한 수복효소 및 성분의 조달을 위하여 왕성한 신진대사의 활동상태가 되도록 하므로, 이러한 과정에 의하여 성장촉진효과, 신진대사활성화 및 혈액순환등이 일어난다. 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 활성성의 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 세포 형태를 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, 소수성결합 작용 등 20개이상의 결합능력에 의하여 특이적 상호결합 작용으로 이루어진다.

지금까지 알려진 열충격유전자에 의하여 생성되는 열충격단백질의 세포보호작용기전은 유해인자로부터 단백질보호, ATP 수준유지, 정상세포 미세구조유지 및 산화적 손상매개체에 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 발병시킬 확률이 높은 세포는 열에 약하다는 것을 보여주고 있다. 그러므로 RNA splicing과정(Fig.12)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 열파열 반응에 의하여 N-Glycosyl linkage가 파열되어 스스로 열독성에 의하여 사멸되거나, 생산된 방어단백질에 의하여 사멸되는 것으로 메카니즘을 규정할 수 있다.

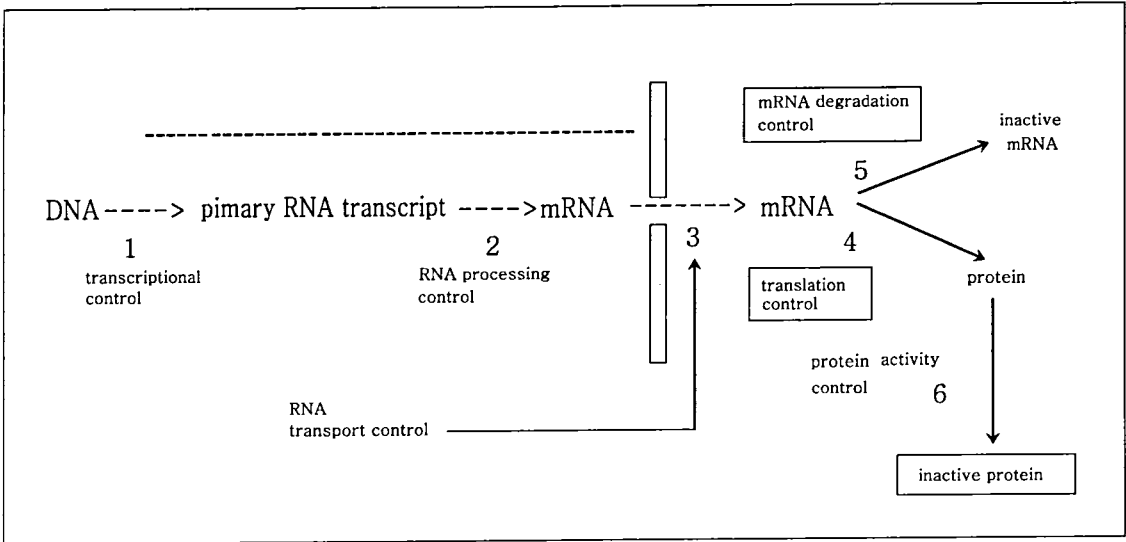


Fig 12. Genetic six steps

FIR은 비발광성 빛으로 고전물리의 근간을 이루고 있는 빛의 파동성의 특징을 내포하고 있다.

빛의 파동성은 호이겐스가 빛은 파동의 성질을 가진 것이라고 하였으나, 이에 대한 충분한 증거로 19세기 초 영국의 과학자 T.Young이 파동성의 근거를 처음으로 제시하여, 빛의 간섭, 회절, 편광의 특징을 증명하였다 (노현모, 1993).

FIR의 특징과 가장 유사성이 큰 빛의 성질은 빛 입자성으로 뉴턴이 가정하여 많은 수학적인 방법으로 빛의 입자가 불규칙한 표면에 부딪혀서 반사되는 각도를 산출하여 증명하려 하였으나 뉴턴의 설명은 불충분하였다. 그 후 현대물리의 기준이 되는 아인슈타인이 플랑크가 주장한 에너지 양자가설을 확장하여 광양자설로 광전효과를 설명하였다(노현모 1993, 박완서 1992).

이 광전효과는 FIR이 어떠한 원리에 의하여 발생되는지를 가장 잘 설명하고 뒷받침할 수 있는 이론으로 이 이론을 바탕으로 지구상에 존재하는 물질마다의 각각의 독특한 파장이 존재하여 산출되어 물질파를 이룬다(박완서 1992).

광자의 운동량에서 보면 에너지가 $h\nu$ 이고, 운동량이 $h\nu/c$ 인 광선의 광자를 정지한 전자에 충돌시켰을 경우, 전자의 속도는 ν 로 되고, 산란된 광선의 광자 진동수가 ν' 로 되었다면 산란된 광자의 에너지는 $h\nu'$ 가 되고, 운동량은 $h\nu'/c$ 가 된다. 이때 ν' 가 ν 보다 작아지므로 파장이 길어진다.

따라서 일반적인 가시광선이 지구상에 도달하여 물체에 닿게되면 가시광선보다 파장이 긴 파장대의 전자파로 바뀌어진다. 충돌전후에 있어서 광자와 전자 사이에 에너지 보존법칙과 운동량 보존법칙의 성립에 의하여 진동수 ν' 를 구할 수 있다.

위의 현상으로 산란되어져 나오는 광자의 진동수가 작아지고, 파장이 길어지는 현상을 콤프턴효과라 한다. 진동수가 ν 이고, 파장이 λ 인 광자는 $\lambda = c / \nu$ 이므로, 광자의 운동량 p 는 다음과 같다.

$$p = h\nu / c \text{ 또는 } p = h / \lambda$$

위의 식을 근거로 하여 일반적으로 태양광에서 지구상에 도달하는 적외선중 FIR의 입사한 광자와 산란된 광자의 파장을 비교하면 다음과 같다.

전자의 질량을 m , 충돌후의 속력을 ν 라고 하면 에너지 보존법칙에 의하여

$$h\nu = 1/2 m\nu^2 + h\nu' \text{ ----- (a)}$$

운동량 보존법칙은 $h\nu/c = m\nu - h\nu'/c \text{ ----- (b) 이다.}$

b의 식에 $c = \nu\lambda$ 의 관계를 대입하여 ν 에 대하여 계산하면

$$\nu = 1/m(h/\lambda + h/\lambda') \text{ ————— (c) 이고,}$$

위의 식을 다시 a 식에 대입하면

$$2mc(h/\lambda - h/\lambda') = (h/\lambda + h/\lambda')^2 \text{ — (d)}$$

이 된다.

파장의 변화가 작아서 $\lambda + \lambda' \approx 2\lambda$, $\lambda\lambda' \approx \lambda^2$ 로 할 수 있으므로, d 식에서 $\lambda' - \lambda \approx 2h/mc$ 이다.

물질은 온도가 상승하면, 구성하고 있는 분자가 원자가 불안정한 상태, 즉 여기 상태로 된다. 따라서 안정한 상태로 돌아가려고 한다. 이때에 방출되는 에너지는 전자파로 방출되어진다(지철근, 2001, 백우현 1997). 이러한 현상을 열방사라고하며, 분자상태에서 여기의 발생이 진행되어진다. 원자는 양전하외에 원자핵을 중심으로, 몇 개의 정해진 궤도를 돌고 있으며, 한 궤도에 수용되는 전자의 수는 Pauli의 배타율에 따라 정해지는데, 전자의 궤도, 즉 Shell은 원자핵에 가까운 안쪽으로부터 바깥쪽으로 향하여 각각 K, L, M ... 이라 부르는데, K를 n=1, L을 n=2, ...하면, n=i 차례의 쉘에 수용될 수 있는 전자의 최대수는 $2i^2$ 개이다. 쉘의 에너지는 K<L<M으로 커지며, n 번째의 쉘의 에너지는 W_i 는 $W_i = -2\pi^2me^4 / i^2h^2$ (단, m:전자의 질량, e:전자의 전하, h:플랑크의 정수) 이다(Fessenden, 1993).

따라서 전자(electron)는 이와 같은 조건에 의하여 에너지가 낮은 궤도로부터 순차적으로 채워진다.

정상상태에 있는 원자에, 가열, 방전, 전자파조사 등의 방법으로 외부에너지를 주면, 원자의 전자가 보자 에너지가 높은 바깥쪽의 궤도로 전위하여 원자는 일시 높은 에너지의 불안정한 상태에 놓이는 여기상태로 된다.

지금까지 위에 나열된 것은 일반적인 빛의 물리적인 성질을 나타내는 공식들에 FIR의 특성을 적용시켜 우리가 실질적으로 많이 접하고 있는 FIR 발생의 원리를 물리적으로 풀어보았다. 그런데 좀더 정확한 FIR에 직접적으로 적용되어지는 FIR방사 기초원리는 Plank 법칙외에 많은 제법칙이 FIR 방사원리를 뒷받침하고 한다(지철근, 2001, 백우현, 1999).

Amper에 의하면 IR은 전자파이므로 입자적성질과 파동적 성질의 양면성을 가지며, 그 에너지는

$$E = h\nu \text{ 로 표시된다.}$$

IR은 분자의 진동운동 에너지에 해당하므로 분자가 에너지를 흡수하여 기저상태(ν)에서 여기상태($\nu+1$)의

로전이가 일어날 때 진동운동 에너지 변화는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\Delta E_{vib} = E_{\nu+1} - E_{\nu} = h\nu$$

(h : Plank constant, ν : frequency)

일정온도에서 동일파장의 방사선에 대한 물질의 흡수능력과 방사능력의 비는 물질의 성질과는 무관하고 온도에만 의존하여 일정한 값을 가진다는 Kirchhoff 법칙으로 입사된 모든 광선을 완전히 흡수하는 이상적인 물체, 즉 흑체(이하 BD)라는 개념을 도입하면 파장에서의 방사강도, 최대 방사파장, 절대온도와의 관계 및 전방사 에너지 밀도에 관하여 다음과 같은 제법칙들이 관려되어진다(지철근 2001). Plank 방사법칙, Wien의 변위법칙, Stefan-Boltzmann의 법칙, Kirchhoff 법칙이 FIR의 방사에 대하여 많은 관련성을 가진다.

실제 물체에서 임의의 파장 λ 에 대한 방사율을 E_{λ} 라 하고 E_{λ} 를 전파장 영역에서 평균한 값을 ϵ 라 하면실제 물체의 방사에너지는 다음과 같다.

$$\epsilon T : E_{\lambda R} / E_{\lambda b}$$

$$E_{\lambda} : E_{\lambda R} / E_{\lambda b} \longrightarrow E_{\lambda} : \epsilon T E_{\lambda b} = \epsilon \sigma T^4$$

($E_{\lambda R}$: 실제물체의 방사강도

E_{λ} : 실제물체의 전방사 에너지 밀도)

위의 열거된 제법칙을 좀 더 자세히 보면 다음과 같다.

Kirchhoff 법칙은 물질의 성질에 관계없이 온도에만 의존하여 일정한 값을 갖는다는 법칙으로 즉 동일온도, 동일파장에서는 다음과 같은 식이 성립된다.

$$\begin{aligned} & \text{물체의 방사발산도 / 물체의 흡수율} \\ & = \text{BD의 방사발산도 / BD의 흡수율} \end{aligned}$$

BD의 흡수율은 1이므로, 이것을 변형하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} & \text{물체의 방사발산도 / BD의 방사발산도} \\ & = \text{물체의 흡수율} \end{aligned}$$

그 물체의 방사율이므로 동일물체에 대하여 방사율(ϵ) = 흡수율(α) 로 된다.

따라서 어느 파장의 FIR을 잘 흡수하는 물질은 동시에

그 파장의 FIR을 잘 방사하는 물질인 것을 알 수 있다.

Stefan - Boltzman의 법칙에서 빛이 전자파라는 것을 바탕으로, 이상적인 방사체가 방사하는 전체에너지

S는 절대온도 T의 4제곱에 비례한다는 법칙을 유도하여 다음과 같은 공식이 된다.

$$S = aT^4 (W \cdot m^2)$$

위에 제시된 상수 a는 S-B Stefan-Boltzman 상수로 $a = (5.6697 \pm 0.0029) \times 10^{-8} (W \cdot m^2 \cdot K^{-4})$ 따라서 위의 공식에 의하여 온도가 높아질수록, 가속적으로 에너지가 방출한다는 것을 알 수 있다.

Wien's displacement 법칙에서 온도에 의하여 에너지의 중심파장이 어떻게 변화하는가를 알 수 있는데, 따라서 이 법칙으로 최대강도 방사의 파장 λ_m 은, 절대온도에 반비례한다는 것으로 식은 다음과 같다.

$$\lambda_m = 2897/T$$

그러므로, 온도가 낮을 때는 눈에 느끼지 않는 FIR의 방사가 주체로 되고, 온도가 높아 짐에 따라 가시광선으로 방사의 중심이 이동하여 가는 것이다.

Planck's Radiation 법칙에 의하여 FIR의 에너지 분포상태를 알 수 있는데, 이것은 이상적인 BD의 온도방사에서부터 분광방사가 온도와 같이 변화함을 나타내는데, 파장 λ 의 분광방사의 발산도 S_λ 는 온도T(K)에서

$$S_\lambda = C_1 \lambda^{-5} / e^{(C_2/\lambda T)} - 1$$

(단, $C_1 = 3.7418 \times 10^{22} (W \cdot \mu m^2)$,
 $C_2 = 1.4388 \times 10^2 (m \cdot K)$)

이다. 위의 식을 0에서 ∞ 까지 적분하면 Stefan - Boltzman의 법칙이 되고, 미분하여 0으로 되는 값을 구하면 Wien's displacement 법칙이 되어진다.

위의 식을 0에서 ∞ 까지 적분하면 Stefan - Boltzman의 법칙이 되고, 미분하여 0으로 되는 값을 구하면 Wien's displacement 법칙이 되어지는데, 제법칙들을 바탕으로 다음과 같이 FIR복사의 알고리즘을 유도할 수 있다.

절대온도 T하의 이상기체에서 복사되는 광에너지의 분포(분광복사발산)는 Planck 식에 의하여,

A. 파장중심으로 보면: $\lambda, \mu m$

$$M = C_1 \lambda^{-5} / \exp(C_2/\lambda T) - 1 \text{ ————— (a)}$$

(단, $C_1 = 3.7418 \times 10^{22} W \cdot m^2 \cdot \mu m^4$

$C_2 = 1.4388 \times 10^4 \mu m \cdot K$ (진공중의 광속도)

$h = 6.6261 \times 10^{-34} w \cdot sec^2$ (plank 상수)

$k = 1.3807 \times 10^{-23} w \cdot sec \cdot K^{-1}$ (Boltzmann 상수))

B. 파장중심으로 보면: $M(\lambda) = M \cdot \epsilon(\lambda)$ ——— (b)

따라서 위의 식을 기준으로 절대온도 T에서 BD로부터 방사된 파장기준의 적분복사발산도는 (a)를 적분하면 다음과 같다.

$$E_b = \int INT M d\lambda = 5.6703 \times 10^{12} \cdot T^4 (W/cm^2) \text{ ————— (c)}$$

FIR 방사체 에너지 밀도 표현: 분광밀도복사: U 를 파장 단위로 보면 다음과 같이 표현할 수 있는데(백우현, 1992),

$$U = 8\pi hc / \lambda^5 (e^{hc/\lambda T} - 1)$$

위의 식의 산출과정은 h는 Planck 상수로 빛에 요건에 알맞은 조건을 충족시켜주고, c는 진공 속의 빛의 속도 상수($2.99 \times 10^8 ms^{-1}$)로 비이상기체전의 상태를 나타내었고, k는 Boltzmann 상수($1.38 \times 10^{-23} JK^{-1}$) 이고 T는 절대온도를 나타낸다.

에너지 복사하는 속도를 분광복사방사라 하는데, 이것은 분광방사밀도에 c/4를 곱하여 구할 수 있다.

그리고 복사할 때의 세기를 분광복사세기라 한다(백우현, 1992). 이것은 분광복사밀도에 c/4 π 를 곱하여 구할 수 있는데, 파장 단위로 나타낸 분광복사밀도를 분광복사방사 및 분광복사세기로 전환하여 FIR의 면적당 인체에 조사되는 강도를 산출할 수 있는데, 그 식은 다음과 같다.

$$W = c / 4 \times U \text{ — (FIR분광복사방사),}$$

$$N = c / 4\pi \times U \text{ — (FIR 분광복사세기)}$$

측정하고자 하는 시료의 FIR분광복사강도는 대조군의 FIR분광복사강도에 FIR분광복사율을 곱하여 얻을 수 있고, 복사선이 시료의 표면에 충돌하여 반사, 흡수,

투과되어 각 부분의 입사에너지에 대한 비율에 따른 분광반사율, 분광흡수율, 분광투과율로 정의할 때 위의 세 요건은 모두 합하면 1로 표시할 수 있고, 앞서 제시한 Kirchhoff 법칙으로부터 시료의 분광복사율은 다음과 같은데,

$$\rho\lambda = 1 - \epsilon\lambda$$

즉 분광복사율을 프로그래밍할 기본적인 공식의 위의 식으로부터 유추할 수 있으며, 시료의 적분복사강도는 분광복사강도를 파장구간에서 적분하여 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} E_b(\lambda_1 - \lambda_2) &= \int_{\lambda_2}^{\lambda_1} E_b \lambda d\lambda : E(1 - 2) \\ &= \int_{\lambda_2}^{\lambda_1} E \lambda d\lambda \end{aligned}$$

따라서 위의 식을 지금까지 나열한 FIR 알고리즘 방식과 프로그래밍 기초식을 적용하여 대상시료의 분광복사율을 얻어서 해당프로그램 작성에 의하여 각각의 분광복사강도, 분광반사율을 얻을 수 있다.

인터페이스(Interface)는 Inter와 Face의 복합어이며, 중간면, 경계면, 마주보는면 등의 의미가 있고, 복수장치간에 유기적인 결합을 가능케 하기 위한 장치 상호간의 전기적, 기계적 및 이론적인 경계조건, 그리고 그 조건을 만족하는 기능부분이라고 한다(Morita, 1993; Ogawa, 1992). 예를들면 마이크로컴퓨터(Microcomputer)에서 나오는 출력신호의 전압은 5V이며, 미약한 전류의 디지털신호이기 때문에 직접 액추에이터 등의 외부기기를 작동시킬 수 없다. 또한 입력 신호로도 5V로서 미약한 전류의 디지털신호로 밖에 받을 수 없다. 그러므로 마이크로컴퓨터에서 나오는 출력신호를 외부기기를 작동시킬 수 있는 전기신호로 변환하거나, 센서등의 입력기기로 부터 나오는 신호를 마이크로컴퓨터가 받아들일 수 있는 신호로 변환하는 일이 필요하며, 이 일을 하는 것이 인터페이스의 역할이다(Morita, 1993; Kieras, 1988; Reiser, 1981). 특히 인체의 경우 CPU 보다 더 미세한 전압과 전류를 방출하고, 또한 지금 우리가 분석하고자 하는 FIR의 미세한 파장을 검출하고 그 차이를 분석하기 위해서는 위에 정의한 인터페이스의 역할이 중요하다. 우리가 분석하는 FIR의 특성을 알고 그에 대한 이해하고, 진단을 내

리고, 또한 치료적인 파장을 인체에 송신해주기까지 많은 연산의 과정이 필요한데 이 과정의 중심이 되는 것이 마이크로컴퓨터이다(Brown, 1988). 따라서 지금 이 실험에서 다루고자 하는 것은 마이크로컴퓨터와 생체정보신호간의 교류를 위한 인터페이스장치 개발을 위한 회로도 개발을 위한 알고리즘개발과 그에 따른 프로그래밍, 그리고 이러한 것을 바탕으로 인터페이스 전자회로를 설계하고자 함이다. 마이크로컴퓨터가 데이터를 입출력하는 경우의 조건에는 다음과 같다. LSI(고밀도집적회로): 8255 병렬 입출력 포트의 경우, 제1조건은 디지털 신호이며, 1의 신호값은 전압이 아니라 허용값이라고 해도 좋을 것이다. 입력신호의 조건에는 "1"의 신호 전압 2.0 ~ 5.0(V) 전류±10(μA), "0"의 신호 전압 -0.5 ~ 0.8(V), 전류±10(μA)이고, 출력신호의 조건은 "1"의 신호 전압 2.4 ~ 5.0(V) 전류 -200(μA), "0"의 신호 전압 0 ~ 0.45(V), 전류 1.7(mA)이다(Morita와 Amano, 1993). 입력신호용 인터페이스의 주된 역할은 우리가 다루고자 하는 FIR의 영역에서는 광센서를 이용하여 인체에서 조사되는 FIR의 정보를 인지하여 아날로그 신호를 디지털신호로 바꿔주고, 파형을 정형화(정확한 디지털 신호의 파형으로 만드는 과정)하고, 전압을 조정하여 신호의 전압을 1 또는 0의 허용범위로 수정하는 회로를 거쳐 기타 관련된 노이즈를 제거하여 마이크로컴퓨터에 입력이 되도록 한다. 입력용의 경우, 어떤 자료의 변화에 의한 전기량의 변화를 직선적으로 하지 않으면 연산처리가 많이 힘들므로 자료 입력에 의한 전기량의 변화를 직선화 한다. 그러한 회로의 예로는 직렬저항을 넣어 온도의 변화에 따른 출력전압의 변화를 직선화하는 방법이 있고, 브리지회로를 만들고, 그 기준값에 대하여 자료가 변화했을 때의 전기량을 검출하는 방식이 있다(Mories와 Mario, 1993; Brown, 1988). 증폭회로의 경우, 과부하를 막기 위하여 입력전압을 낮게 하고, 검출회로로부터 나오는 출력신호는 측정 최저온도와외의 전압차로 되기 때문에 매우 낮은 전압으로 출력된다. 그리고 전압을 증폭하여 다루기 쉬운 신호로 변환한다. 아날로그 신호의 증폭에는 주로 IC나, 트랜지스터를 사용한다. 아날로그, 디지털 변환회로는 검출회로나 증폭회로로부터 출력된 신호는 주로 아날로그 신호로 이 신호는 마이크로컴퓨터에 입력이 불가능하여, 아날로그 신호를 디지털 신호로

변환하는 회로가 A.D 변환회로이다.

그 원리는 다음과 같다. '1. 측정범위를 최소단위로 분할한다. 2. 분할된 최소단위 마다 16진수를 할당하여 디지털 신호화 한다.' 는 것이다(Morita와 Amano, 1993). 출력신호용 인터페이스의 경우, 매우 약한 전기이므로 이 신호서 전동기나 전자 밸브 등을 작동시키기 위해서는 각각의 기기에 필요한 세기나 파형을 가진 전기로 만들지 않으면 안된다. 출력신호를 필요한 조건의 전기로 만드는 것이 출력신호용 인터페이스인데, 출력신호용 인터페이스의 주요한 일은 다음과 같다. 디지털 신호를 아날로그로 바꿔주고, 기기를 작동하는 데 필요한 전기로 만들고, 마이크로컴퓨터로 가는 노이즈 등의 역류를 방지하는 역할 등을 하고 있다. 출력용 인터페이스의 D.A(디지털, 아날로그 신호 변환회로)의 원리는 다

음과 같은데, 일반적으로 저항을 사다리형으로 결선하는 방법이 있다. 4비트 디지털신호를 아날로그 신호로 변환하는 사다리형 회로는 3비트 입력단자에 1의 신호가 입력되면, 전압 V_i 가 인가되는데, 다른 입력단자에는 0의 신호로 하면 0V가 되며, D점과 그라운드간의 합성저항을 계산하면 $2r$ 의 병렬저항이므로 점과 그라운드간의 저항 RD는 $2r * 2r / 2r + 2r = 4r^2 / 4r = r$, C점과 H.I점간의 합성저항은 $r + r = 2r$ 로 되며, C점과 그라운드간의 저항 $R_c=r$ 로 된다. 출력전압 V_o 는 A점의 전압과 동일하기 때문에 A점의 전압을 생각해 보면, A점과 그라운드 간의 합성저항은 $2r$ 이 된다. 또한 3비트 입력단자와 그라운드 사이의 합성저항은 $2r+2r=4r$ 이 된다. 따라서 $V_o = 2r / 4r$, $V_i = 1/2V_i$ 가 된다 (Fig.13).

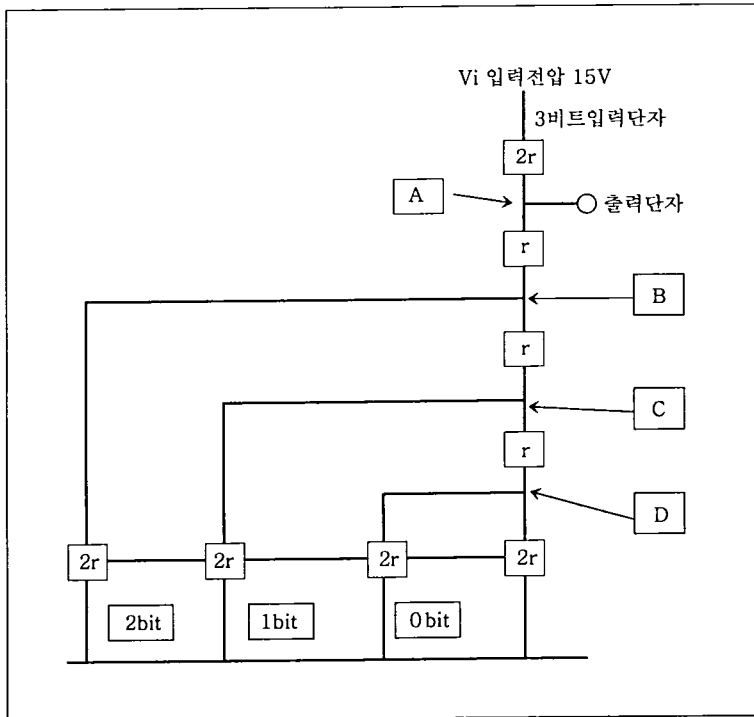


Fig 13. Concept of 3 bit input code circuit

V. 결 론

Fig.1과 Fig.2는 제반공식을 기초로 하여 FIR의 최적화된 과정을 방출하도록 하는 CPU 및 마이크로칩제어용 프로그램을 작성한 것이다. Fig.3는 대략적인 FIR

인터페이스회로도로 전체적인 개념을 이해할 수 있다. 특히 송신부와 수신부사이에는 인체의 환부가 해당되어 송신부에서는 치료적 파장이 나오고, 수신부에서 치료과정에 따른 진행과정을 알 수 있도록 분석하여 준다. 그 과정에서 다시 피드백이 이루어져서 송

신부에서 적절한 FIR 파장과 강도로 인체에 조사할 수 있도록 조절하여 준다. Fig.4과 Fig.5은 서로 다른 IC를 기준으로 적절한 전자회로도를 구성한 것이다. Fig.6와 Fig.7도 마찬가지로 서로다른 성질의 IC를 기준으로 수신부의 회로도를 구성한 것이다. 위의 회로도에서 중요한 것은 회로도 자체도 중요하지만 회로도에서 파장을 감지하는 센서 종류의 선택이 가장 중요하다 할 것이다.

최근 KFPA(한국식품의약품안전청)은 FIR을 온열효과를 내는 파장대의 전자파 그리고 빛으로 정의하고 온열치료의 영역에 포함시키고 있다(KFPA, 2001). FIR의 효과는 이미 태고적부터 부지불식간에 인간의 생활과 밀접한 관계를 가지고 있는 빛으로 인간과 생물들이 외부의 많은 유해인자로부터 돌연변이나 도태하지 않고 생존할 수 있도록 하는 중요한 인자 중의 하나였고, 우리 조상님들의 온돌장치, 장독, 기와, 그리고 의료분야에 있어서도 율법이라 하여 침과 뜸이 나오기 이전에 FIR을 사용하고 있었다. 현재 FIR의 산업적인 응용분야는 매우 다양하고, 또한 단순히 FIR만 사용되어지는 것이 아니라, 여러기술과 접목되어져 사용되어지고 있기 때문에 많은 제품 생산과정에 중요한 공정처리로 인식되어지고 있다. 특히 자동차, 반도체, 식품, 조선공업, 난방, 농업 등 우리일상생활에 부지불식간에 가장 많이 사용되고 있는 유익한 전자파중의 하나이다. 중요한 것은 단순히 FIR을 인체나 대상물에 적용시켜서 날 수도 있지만, 좀더 효과적으로 응용하기 위해서는 인체의 파장과 같은 FIR의 파장대를 전자파와 같이 변조하여 인체에 동조시키는 기술을 개발하는 것이 더욱 좋은데, 이것은 바로 인체의 DNA, 즉 생체보유정보가 외부의 FIR을 통하여 잘못된 정보의 오류인식과 수정을 가할 수 있는 매개체가 될 수 있다는 것이다. 그러한 실례로 라디오를 들수 있는데, 라디오파의 경우 FM과 AM 변조를 통하여 음성을 실어서 공중에 날려보내면 라디오수신장치가 그 전자파를 받아 다시 음성으로 되돌리듯이 FIR 또한 인체의 정보와 자유자재로 교신할 수 있는 무궁무진한 전자파이며 빛이다. 이러한 방식으로 진단과 치료적인 목적으로 FIR을 응용하기 위해서는 인체에서 방출되어지는 FIR의 알고리즘을 규명하고 알 필요가 있으며, 특히 위에서 앞서 열거한 체반 물리, 수학적인 이론들을 바탕으로 인체에서 방출되는 FIR의 파장으로 인체의 상태를 논리적으로 분석할 수 있고, 또한 그러한 논리적인 자료들을 바탕으로 진단된 결과에 맞는, 대상자에게 적절한 파장과 강도로 FIR을 인체에 조사시켜 줄 수 있는데, 특히 빛이

입자성과 파동성을 띠고 있는 물리적인 성질을 감안하여, 광자가 물질에 조사되었을 때, 운동량보존법칙과 에너지 보존법칙에 의하여 물질의 원자가 빛의 파장보다 길게 방출하는 효과를 이용한 파장의 분석과 적절한 파장의 인체조사에 대하여 시도할 수 있는 회로도를 위의 결과에 도출하였다. 또한 지금까지 FIR의 조사량과 그 질적 수준을 판가름하고 조절할 수 없었던 것들을 위의 체반 알고리즘과 프로그래밍을 바탕으로 설계한 전기회로도에 의하여 각각 인체의 조건에 맞는 FIR의 파장과 강도가 조절되리라 본다. 위의 식들은 앞으로 실질적으로 산업적으로나, 의학적으로 사용되기 위해서는 많은 실험을 통하여 수정과 첨삭이 필요하고, 특히 재료선택에 따른 실험적, 그리고 실질적으로 사용하는 과정에서 나오는 자료값의 차이를 극복하는 것이 관건이라 할 것이다.

체외로부터 조사받은 복사선 중에서 FIR은 저에너지도 매우 효율적인데, 분자의 공명흡수를 통한 심달력에 의하여 세포내의 온도가 적당히 증가하게 되어 DNA에서부터 단백질의 활동성까지 영향을 주는 것으로 추정되고 있다. 저에너지 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 원천이 되는 잘못된 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 protain: 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 이끌어 내는 것이 중요하다고 할 것이고, 특히 회로도 개발에 따른 관련장비 개발의 디

자인의 문제, 그리고 장비의 활용에 따른 적절한 사용방법의 개발, 그리고 치료의학적 임상전문가들과 협의를 통한 장비를 이용한 진단방법의 개발, 그리고 임상적용의 방법을 개발하는 것이 중요한 관건이라 할 것이다.

〈 참고 문 헌 〉

김부길: 들뜸이 요법, 좋은글, 2001.
 김재운: 원적외선의 발전과 물리치료적용례, 대한물리치료학회, 제13권 제1호, 2001.
 김재운: 원적외선의 최적화 방사유도 알고리즘과 프로그래밍, 대한물리치료학회, 제13권 제2호, 2001.
 김재운: 원적외선의 인체작용메카니즘, 대한물리치료학회, 제13권 제2호, 2001.
 김재훈 외: 원적외선의 응용, 국제산업정보연구원, 1993.
 노현모: 바이오브라운관 효과검증에 관한 연구, 일본원적외선응용연구회, 1993.
 박래준, 박찬의: 광선치료, 대학서림, 1996
 박완서: 원적외선과 물, 서암소재연구소, 1992
 백우현: 원적외선복사체의 분광학적 특성, 국립요업연구원, 1995.
 백우현: 천연소재를 이용한 원적외선 응용기술, FIR응용기술연구회, 1998.
 양중식: FIR 방사세라믹스 재료와 응용, 재료과학기술연구소, 1992.
 정구영: 백우현, Far-infrared이 Cell metabolism에 미치는 영향, 원적외선협회보, 1997.
 조순탁, 박봉상 외 공저: 기초물리학, 범한서적, 1992.
 정구영: FIR의 효과와 향후과제, 한국건자재시험연구원, 1998.
 지철근: 원적외선의 특징과 응용, 원적외선협회, 2001.
 김영훈 원해: 허 준 원저, 東醫寶鑑, 보광사, 1997.
 高嶋廣夫: 遠赤外線工学, 人間史社, 1988.
 高嶋廣夫: 遠赤外線加熱の理論と實際: 日本電熱協會編, 1991.
 高嶋廣夫著: 技術圖書版 遠赤外線セラミックスの放射特性と作用效果, Far-infrared Association, Japan, 1991.
 高嶋廣夫: “赤外線放射用 Ceramics”, 工業技術, No.25., 霜緑社, 1991.

河本康太郎: 材料科學, 翰社, 1977.
 遠赤外線放射 フ ラチナ電磁波のヒト白血球機能及び過酸化脂質: 形成反應への影響: 丹羽 二: 炎症, Vol11, No.12, 1991.
 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, 人間史社, 1988.
 Allyn and Bacon: Molecular Spectroscopy” McGraw-Hill book Company, IRA N.LEVINE” QUANTUM CHEMISTRY”, 1988.
 Brown, C.: “ Human-computer interface design guidelines”, Albex, Norwood, 1988.
 Cox: Molecular cell biology 3rd., Prentice-Hall, 1996.
 Davidson, J. M., Levine, S.: Endocrine regulation of behavior, Ann. Rev., 1996.
 Dicara, L.: Limbic and Autonomic nervous system, Research, New York Plenum, Publishing, Cooperation, 1975.
 Forhman, L. A.: The Hypothalamus and metabolic control, Phathbiol, Ann., 1:371, 1971.
 Hoeijmers, T. H.: Nucleotide excision repair I from E. coli to yeast. Trends. Genet., 1993.
 Geoffrey M couper: The cell, Sinauer Associates Inc., 1997.
 Hiroshi Nagasawa, Yoko Udagawa and Shin Kiyokawa: Evidence that irradiation of Far-infrared rays inhibits mammary tumor growth in SHN mice, ANTICANCER RESEARCH, 1999.
 Kieras D. E.: “ Towards a practical GOMS model methodology for user interface design”, Handbook of human-computer interaction, ed. Helander, M., Elsevier, Amsterdam, pp.135-158, 1988.
 Katsumi Morita, Kazumi Amano: Introduction of development electric circuit, Ohmsha, 1993.
 Lehninger, Nelson, Cox: Principles of biochemistry, 2nd, Prentice-Hall, 1993.
 Morita, H., Hashimoto S. and Ohteru S.: “a computer music system that follows a human conductor”, IEEE Computer, 24, 7, pp.44-53.

- 1991.
- Ogawa K.: "An evaluation method of computer usability based on human to computer information transmission model". *Ergonomics*, 35, 5/6, pp.577-590, 1992.
- Papez, J. W: *Comparative Neurology*. Hanfer, 1961.
- Ralph J.Fessenden, Joan S. Fessenden: *Organic Chemistry*, 3rd. John Wiley & Sons, 1993.
- Reisner P.: "Formal grammar and human factors design of an interactive graphics system", *IEEE Trans.*, SE-7, 2, pp. 229-240, 1981.
- ROBERT S.ROTH, JENNIFER R.DENNIS and HOWAREF. MCCMURIDE.: "Phase 5. Jack D. Graybeal" Stanley R. Maloy: *Microbial genetic*, 2nd edit, Jones & Bartlett, 1994.
- Yoko Udagawa, Hiroshi Nagasawa, Shin Kiyokawa: Inhibition by whole-body hyperthermia with Far-infrared rays of the growth of spontaneous mammary tumors in mice, *ANTICANCER RESEARCH*, 1999.