

휴대전화기의 전자파가 Mouse의 뇌에서 Melatonin receptor의 발현에 미치는 영향

이정식¹ · 김경훈¹ · 정기윤^{1*}

Cellular Phone Electromagnetic Field Effect on the Melatonin Receptor Expression in the Mouse Brain

Jeong-Sik Lee¹, Kyung-Hun Kim¹ and Ki-yoon Jung^{1*}

요 약 포유동물에서는 두가지의 receptor가 보고되었다. 각 sample을 RNA extraction, RT-PCR, Realtime-PCR을 실시하여 melatonin 1A, 1B의 발현 양을 분석하였다. MT1A는 cerebellum에서는 3 hours에서 약 1/8배로 감소를 보이고 6 hours에서는 정상치 9 hours에서는 16배정도로 많은 양의 증가를 보였다. 나머지 hippocampus, thalamus, hypothalamus에서는 공통적으로 3 hours에서 많게는 10배에서, 적게는 대조군과 거의 비슷한 1.5배정도의 증가율을 보이고 있으며, 6 hours에서는 모두 감소하는 것을 알 수 있다. MT1B에서는 4 group 모두 3 hours, 6 hours에서 receptor의 양이 확연히 줄어들었다. 9 hours의 경우에는 4 group 모두에서 적게는 8배, 많게는 거의 1000배 가까이 발현 양의 차이가 나타났다.

Abstract Two mammalian receptors are reported (MT1A and MT1B). In this experiments, MT1A is expressed at a little enhanced level (about 8 times) in hypothalamus of the 9 hours exposed mice. In other part of the brain, the expression level of the MT1A and MT1B is elevated at nearly same level: 16 times in cerebellum, 128 times in hippocampus and in thalamus, respectively. But MT1B is expressed at very high level (about thousand times) in hypothalamus of the 9 hours exposed mice.

Key Words : Melatonin receptor, Cellular phone, Electromagnetic field, Mouse brain

1. 서 론

지금까지 전자파의 유해성에 대하여 많은 논란이 있어 왔다. 최근 각종 전자용품 및 이동통신기의 팔복할 만한 사용증가 및 특히 전자파 노출 환경에서의 근로와 거주 등으로 인해 전자파의 인체 영향에 대한 대중적인 관심이 증대되고 있다. 전자파는 주파수에 따라 인체에 미치는 영향에 큰 차이를 보인다. 300 MHz 이상의 고주파는 체내에서 발열작용을 일으켜 백내장, 생식유전의 이상, 내분비계, 신경계에 대한 영향 등 주로 급성피해를 나타내며, 0~1,000 Hz의 극저주파는 급성적인 영향보다는 백혈병,

뇌종양, 유방암, 전립선암, 임파선암 등 만성적인 영향을 나타낸다고 보고되고 있다[1-5].

이 논문은 순천대학교의 교내연구비 지원에 의하여 연구되었음.

¹순천대학교 유전공학과

*교신저자: 정기윤(kyj1003@hotmail.com)

전자파의 인체 영향에 관한 연구는 1979년 미국 콜로라도 덴버에서 낸시 워트하이머(Nancy Wertheimer) 박사와 에드 리퍼(Ed Leeper)박사가 어린이들에게서 발병하는 백혈병과 환경의 위험 요소 사이의 연관성을 찾기 시작한 이후, 각종 암과의 관련성에 대한 논란이 끊임없이 계속되고 있다[6].

워트하이머의 발견 이전에는 전자기장은 해가 없는 것으로 여겨졌었다.

덴버에서의 백혈병 연구는 몇 명의 과학자들에게 전자기장의 안전성에 대하여 의문을 갖게 하였다. 1979년 덴버 연구 이후, 전자파 노출과 관련된 각종 암과의 관련성을 규명한 다양한 역학적 연구[7-9]가 진행되어 오고 있으며, 이외에 melatonin(N-acetyl-5-methoxytryptamine) 분비량 조사[10-12], 뇌파검사, 청각검사, 심박동을 검사[13-14] 등의 임상적인 연구 사업이 진행되어 오고 있다.

뇌의 중심 부분에 위치한 송과선(pineal gland)은 우리 몸에서 가장 빨리 형성되는 腺(gland)으로서, 임신

후 단지 3주일 만에도 분명히 알아볼 수 있다. 송과선이 melatonin이라 불리는 hormone을 생성한다.

Melatonin은 serotonin에서 NAT(N-acetyltransferase)와 HIOMT (hydroxyindole-O-methyl transferase)의 활동에 의해 생성된다[15]. 일반적으로 멜라토닌 분비량은 송과선과 순환하는 혈액 모두에 있어서 어둠(darkness)의 시간동안에 증가하여 인간에게 있어서 대략 02시와 04시 사이에 melatonin의 농도가 최대로 된다. 또한 시신경적 입력은 송과선에서 24시간 주기를 관장하는 melatonin의 중요한 조절자인 SCG(superior cervical ganglia)를 경유해서 일어난다. 충분한 세기의 빛은 많은 동물들에게 있어 melatonin 합성을 억제하는 효과가 있다[16]. 또한, 섭취된 alcohol, propranolol과 같은 β -아드레날린성 차단제, 그리고 스트레스 등은 송과선에서 melatonin 농도를 감소시킨다고 보고되었다.

분비된 melatonin은 혈류를 따라 각 조직과 기관으로 이동되고 각 부위에서는 melatonin receptor에 의해 melatonin을 감지하고, 조직과 기관들은 특이적 반응을 하게 된다.

포유동물의 melatonin receptor에는 MT1A/ MT1B의 두 가지가 있으며, G-protein coupled receptor superfamily에 속한다. Hormone에 대한 주기적 반응을 증계하는 subtype들의 상대적 중요성은 분명하게 밝혀지지 않았다. Mouse를 재료로 한 약학적 연구들은 MT1B는 24시간 주기 반응, MT1A는 SCN(supra chiasmatic nucleus) 신경세포 흥분에 melatonin의 acute suppressive effect를 증계한다고 알려져 있다.

본 실험에서는 mouse의 뇌 각 부분에서 melatonin receptor의 발현양이 cellular phone에서 발생하는 전자파에 의해 얼마만큼의 영향을 받고 있는지를 알아보는 것을 연구의 목적으로 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. Wave Exposer 제작 및 mouse의 사육

Cellular phone의 주파수를 인위적 환경에서 조절할 수 있는 wave box(Wave Exposer V201 model ATH900)를 특수 제작하여, frequency(MHz)와 전자파 인체 흡수율을 각각 915 MHz, 1.6 W/kg의 조건으로 설정하였다. 또한, melatonin의 발현양이 빛에 민감하므로, 09시부터 18시까지는 wave box 내에 설치한 백열등을 켜주어서 낮과 같은 효과를 주었으며, 야간시간에는 소등하여 밤의 조건을 갖추어 주었다.

본 실험에 사용한 mouse는 4주령된 암컷 ICR 8마리(대한바이오링크)를 사용하였으며, 전자파를 전혀 쬐이지 않은 대조군 mouse(wild type)와 3 hours, 6 hours, 9 hours

씩을 wave box안에서 쬐여주었던 mouse를 각각 두 마리씩 총 4 group으로 나누어 실험하였다. Wave box의 온도는 항상 상온으로 유지시켜 온도의 영향을 최소화시켜 주었다. 위와 같은 조건으로 총 12주간 사육하였다.

2.2. Mouse brain의 적출 및 부위별 분리

대조군을 포함한 총 8마리의 mouse로부터 해부를 통하여 mouse의 뇌를 분리하였다. 경추이탈로 희생시킨 mouse에서 두부를 절단하여 뇌를 적출하였다. 경추이탈 시점부터는 RNA의 변성을 최소화하기 위해 신속히 실험을 진행 하였다.

적출한 뇌를 Mouse brain atlas를 참고하여, Bregma Zero를 기준으로 slicing을 실시하였다. Slicing은 VIBRATOME® Series 1000을 사용하여 400 nm의 두께로 진행되었으며, 저속도에서 많은 진동을 주어 최적 조건을 잡아주었다. Buffer로는 aCSF buffer(artificial cerebrospinal fluid buffer)를 사용하여 뇌가 slicing되는 동안 buffer안에 완전히 잠긴 상태에서 진행되게 하여, RNA의 변성을 최소화하였다. 그 후, 400 nm 씩으로 slicing된 뇌의 절편에서 각각 소뇌(cerebellum), 해마(hippocampus), 시상(thalamus), 시상하부(hypothalamus)를 분리하였다.

2.3. RNA extraction and Reverse transcription PCR

준비한 4 group의 sample을 clean bench로 옮겨 RNA extraction을 하였다. Clean Bench와 실험에 사용되는 모든 물품은 0.1% DEPC(diethyl pyrocarbonate)처리를 하여, RNase에 의한 RNA의 변성을 최소화 하였다. RNA extraction은 RNAqueous-4PCR KIT (Ambion)을 사용하였다. 분리된 RNA 2 μ l와 random hexamer (Applied Biosystem)를 RT-premix(Bioneer)에 첨가하여 DEPC로 total volume을 20 μ l로 맞추었다. cDNA 합성은 일반적인 protocol에 따라 PCR machine(MJ research)으로 42°C에서 60분을 반응시켰다.

2.4. Realtime-PCR(Quantitative)

Realtime-PCR은 표 1과 같은 protocol에 따라 수행되었다. DNA engine opticon2(MJ Research)를 사용하여 진행되었으며, primer는 NCBI 검색 및 primer 제작 tool(primer3)을 통해 표 1의 a) b) c)와 같이 design하였다. Fluorescence로는 SYBR green1을 사용하였다. Master mix로 premix(DyNAmo™ HS SYBR® Green qPCR Kit, FINNZYMES)를 구입하여 사용하였다.

대조군과 전자파를 3 hours, 6 hours, 9 hours 씩 처리한 쥐의 cerebellum, hippocampus, thalamus, hypothalamus

II 1. Realtime-PCR 조건 및 사용된 primer

1. 95°C, 15 min	7. 95°C, 10 min
2. 94°C, 30 sec	8. 30°C, 5 min
3. 60°C, 30 sec	9. Melting curve 65°C~95°C, per 1sec
4. 72°C, 30 sec	10. 25°C, 5 min
5. Plate read	11. END
6. 2 for 44 more(45 Cycle)	

a) Melatonin receptor 1A primers

```
No mispriming library specified
Using 1-based sequence positions
OLIGO      start  len  tm  gc%  any  3' seq
LEFT PRIMER 503   20  59.99 55.00 4.00 2.00 ccggaacactccagtagcat
RIGHT PRIMER 652   20  60.01 55.00 5.00 0.00 ggaccaggaccatatacctt
SEQUENCE SIZE: 1503
INCLUDED REGION SIZE: 1503
```

b) Melatonin receptor 1B primers

```
No mispriming library specified
Using 1-based sequence positions
OLIGO      start  len  tm  gc%  any  3' seq
LEFT PRIMER 3      20  59.96 55.00 4.00 0.00 gectgagaacagctccaatcc
RIGHT PRIMER 205   20  59.99 60.00 4.00 1.00 ggtcctcgagcactgagagg
SEQUENCE SIZE: 1095
INCLUDED REGION SIZE: 1095
```

c) GAPDH receptor primers

```
No mispriming library specified
Using 1-based sequence positions
OLIGO      start  len  tm  gc%  any  3' seq
LEFT PRIMER 542   20  59.97 45.00 3.00 1.00 aactttggcattgtggaagg
RIGHT PRIMER 764   20  60.09 50.00 3.00 0.00 acacattgggggttaggaaca
SEQUENCE SIZE: 1292
INCLUDED REGION SIZE: 1292
```

에서 각각 MT1A, MT1B의 C(t)value를 얻기위해 각 group마다 같은 조건으로 2마리를 사용하였으며, C(t) 값의 평균을 구하여, gapdh 발현량으로 일반화시킨 후 $\Delta\Delta Ct$ 방법으로 대조군과 실험군에서 각 유전자들의 발현량을 비교 분석하였다.

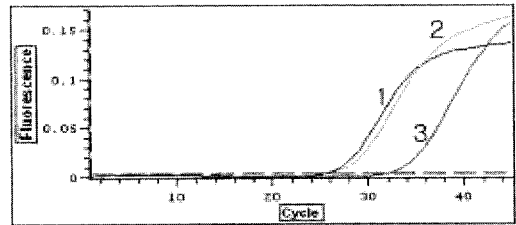
3. 결 과

3.1. Cerebellum에서 Melatonin receptor의 발현량

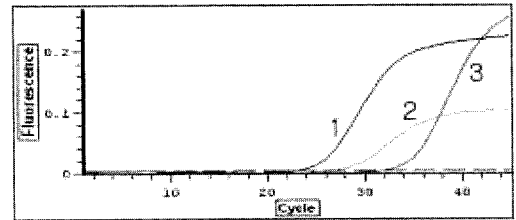
소뇌에서 melatonin receptor의(MT) 발현량에 의해 C(t) value를 나타내는 graph중 하나를 그림 1에 나타내었다.

Cerebellum에서의 결과는 그림 2에서 보듯이 MT1A의 발현량이 대조군에 비해 3 hours 처리 군에서는 1/10 감소하고, 6 hours 처리 군에서는 1.10배, 9 hours 처리 군에서는 21배로 증가 한 것으로 나타났다. MT1B의 발현량은 대조군에 비해 대조군에 비해 3 hours 처리 군에서는 1/20, 6 hours 처리 군에서는 3/100으로 감소, 9 hours 처리 군에서는 19배로 나타났다.

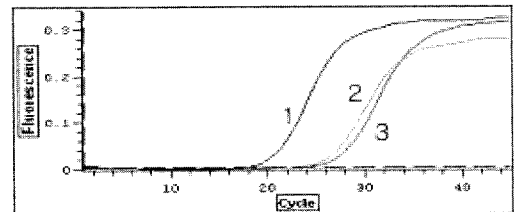
MT1A의 경우 cerebellum에서 3 hours 처리 군에서



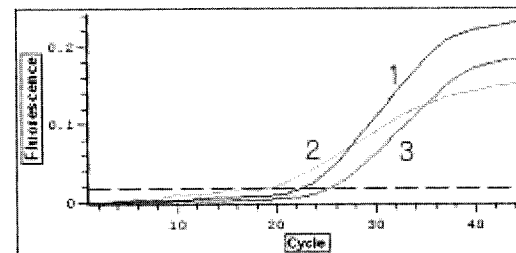
a) Control group.



b) 3 Hours/day treated.



c) 6 Hours/day treated.



d) 9 Hours/day treated.

그림 1. Real-Time PCR 결과 나타난 Melatonin receptor들의 발현 곡선(1: GAPDH 발현 곡선, 2: MT1B 발현 곡선, 3: MT1A 발현 곡선)

는 발현량이 줄었지만 6 hours 처리 군, 9 hours 처리 군으로 갈수록 대조군에 비해 발현량이 많아졌다. MT1B의 경우는 6 hours 처리 군은 발현량이 감소하지만, 9 hours 처리 군 경우 19배정도 발현량이 증가하는 결과를 보였다.

3.2. Hippocampus에서 Melatonin receptor의 발현량

Hippocampus에서의 결과는 그림 3에서 보듯이 MT1A의 발현량이 대조군에 비해 3 hours 처리 군에서는 5배

Expression of melatonin receptor in cerebellum

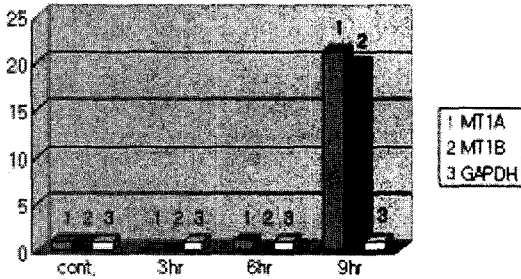


그림 2. Cerebellum에서 MT1A, MT1B의 상대적인 발현량. (GAPDH 발현량으로 일반화 하였으며, 대조군의 발현량에 대한 상대적인 양으로 표시. Con t: 대조군 3hr : 3시간/day 처리군, 6 hr : 6시간/day 처리군, 9 hr : 9시간/day 처리군).

Expression of melatonin receptor in Thalamus

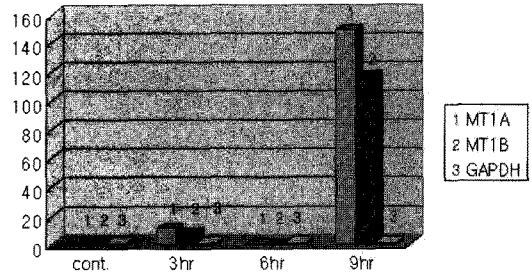


그림 4. Thalamus에서 MT1A, MT1B의 상대적인 발현량(GAPDH 발현량으로 일반화 하였으며, 대조군의 발현량에 대한 상대적인 양으로 표시. Con t: 대조군 3 hr : 3시간/day 처리군, 6 hr : 6시간/day 처리군, 9 hr : 9시간/day 처리군).

로 증가하였고, 6 hours 처리 군에서는 1배로 동일하였으며, 9 hours 처리 군에서는 210배로 상당히 많이 증가하였다.

MT1B의 발현양은 대조군에 비해 3 hours처리 군에서는 1/5로 감소하였으며 6 hours 처리 군에서는 1배로 wild type과 동일하였다. 9 hours 처리 군에서는 229배로 Cerebellum의 결과에서처럼 상당히 많이 발현되었다. 각 data에 대한 발현양의 차이를 graph로 표현하였다.

3.3. Thalamus에서 Melatonin receptor의 발현량

Thalamus에서의 결과는 그림 4에서 보듯이 MT1A의 발현양이 대조군에 비해 3 hours 처리 군에서는 11배로 증가하였으며, 6 hours 처리 군에서는 1/2로 감소하였고, 9 hours 처리 군에서는 149배로 증가하였다.

MT1B의 발현양은 대조군에 비해 3 hours 처리 군에서는 7배로 증가 되었으며, 6 hours의 발현양은 대조군에 비해 1/10로 감소하였다. 반면 9 hours의 발현양은 대조군에 비해 3 hours 처리 군에서는 117배로 증가하였다. 위의 결과로 보아 Thalamus의 경우 MT1A는 3 hours 처리 군에서는 발현양이 증가하다가 6 hours 처리 군에서 발현양이 약 1/2정도로 감소한 것을 알 수 있다. 9 hours 처리 군은 149배로 증가하여 앞에서의 hippocampus에서의 결과와 공통점을 볼 수 있었다. MT1B의 경우에는 3 hours 처리 군, 6 hours 처리 군에서 감소되었다가 조금씩 대조군과 같아지는 경향이 보였으나. 9 hours 처리 군에서는 역시 cerebellum과 hippocampus의 결과와 동일하게 상당히 많은 양이 발현되는 현상이 나타났다.

Expression of melatonin receptor in Hippocampus

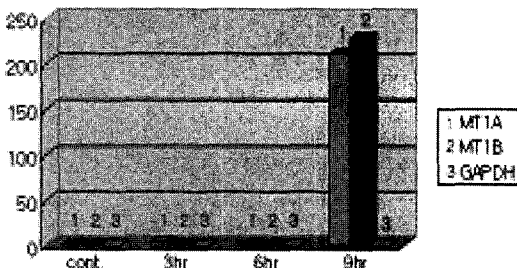


그림 3. Hippocampus에서 MT1A, MT1B의 상대적인 발현량. (GAPDH 발현량으로 일반화 하였으며, 대조군의 발현량에 대한 상대적인 양으로 표시. Cont : 대조군 3 hr : 3시간/day 처리군, 6 hr : 6시간/day 처리군, 9 hr : 9시간/day 처리군)

3.4. Hypothalamus에서 Melatonin receptor의 발현량

Hypothalamus에서의 결과는 그림 5에서 보듯이 MT1A의 발현양이 대조군에 비해 3 hours 처리 군에서는 1배로 거의 비슷하였고 6 hours처리 군에서는 1/100로 그 발현양이 현저히 감소하였다. 9 hours 처리 군에서는 7배로 증가하였다. MT1B의 발현양은 대조군에 비해 3 hours 처리 군에서는 2.8배로 증가하였으며, 6 hours 처리 군에서는 1/50으로 감소하였다. 9 hours 처리 군의 경우에는 다른 9 hours 처리 군 결과와 비해 955배로 가장 큰폭의 증가를 보였다.

4. 결론 및 고찰

위 실험에서 MT1A은 cerebellum에서는 3 hours 처리 군에서 약 1/8로 감소를 보이고 6hours 처리 군에서

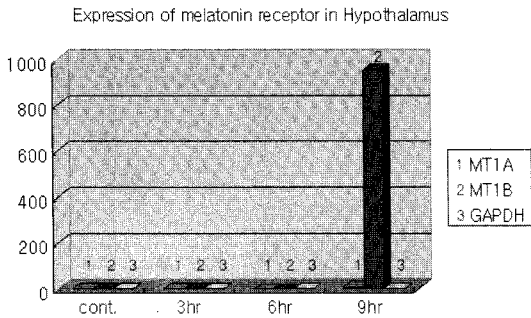


그림 5. Hypothalamus에서 MT1A, MT1B의 상대적인 발현량. (GAPDH 발현량으로 일반화 하였으며, 대조군의 발현량에 대한 상대적인 양으로 표시. Cont : 대조군 3hr : 3시간/day 처리군, 6 hr : 6시간/day 처리군, 9 hr : 9시간/day 처리군)

는 정상치 9hours 처리 군에서는 21배정도로 많은 양의 증가율이 보이고 있다. 나머지 hippocampus, thalamus, hypothalamus에서는 공통적으로 3 hours 처리 군에서 많게는 11배에서 적게는 대조군과 거의 비슷한 1.5배 정도의 증가율을 보이고 있으며, 6 hours 처리 군에서는 모두 감소하는 것을 알 수 있다. 특히 6 hours 처리 군의 hypothalamus부위에서는 1/100 수준으로 감소하였다. 9 hours 처리 군에서는 4 group 모두 상당히 많은 양의 증가가 있음을 알 수 있다. MT1B의 경우에는 4 group 모두 6 hours 처리 군에서 receptor의 양이 확연히 줄어들었다. 단 hippocampus에서의 6 hours 처리군 MT1B는 1배로 대조군과 비슷한 발현 양을 나타내었다. 9 hours 처리 군의 경우에는 4 group 모두에서 적게는 8배, 많게는 거의 1000배 가까이 발현 양의 차이가 나타났다.

이 중 주목할 만한 사실은 MT1A/MT1B가 가장 많이 있다고 밝혀진 hypothalamus 부위의 발현량이다. 9 hours의 경우 MT1A/ MT1B의 발현량이 증가된 정도가 cerebellum 20배, hippocampus 200배, thalamus 120배로 MT1A/MT1B 모두 증가폭이 거의 비슷 했다. 하지만 receptor의 양이 가장 많이 존재하는 hypothalamus에서 MT1A의 경우는 8배정도의 증가로 다른 부위에 비해 적은양의 증가율을 보였고, MT1B의 경우에는 1,000배 정도의 많은 증가율을 보이고 있다는 것이다. 이 부분에 대하여 우리는 melatonin receptor의 subunits들의 상대적 역할에 관한 좀 더 깊은 연구가 요구된다.

Melatonin 호르몬이 줄었을 경우는 사람의 24시간 주기에 관장하는 역할이 둔해지기 때문에 발암 및 뇌 질환의 가능성이 상당히 높아진다. 반대로 9 hours의 모든 경우처럼 상대적으로 melatonin의 양이 상당히 많이 발현 되었을 때, 학계에서 정확히 밝혀진 부작용은 없

지만 남성의 성적 능력, 출산력, 관상동맥에서의 혈관수축, 성호르몬의 감소가 나타난다고 NIH Workshop, Czeisler Cathy, Mahle등에서 보고 되었다[17]. Melatonin에 관하여 학계에서 널리 인정되고 있는 것은 뇌의 중심부에 위치한 송과선으로부터 이 호르몬이 야간의 어두운 기간 동안에만 생산된다는 것과, 이것이 24시간 주기의 장치(suprachiasmatic nucleus, SCN; 상교차핵)와 그것에 연결되어 생기는 여러 조화 균형들이 영향을 받게 된다는 것이다. 사실상 뇌 안에 있는 SCN의 24시간 주기의 시간 계산은 melatonin의 혈액 내 순환량으로 측정된다. 동물이나 인간에게 있어서 밝음과 어두움의 주기 변화로 인한 melatonin 생산단계 이동 변경은 24시간 주기의 조화 균형 등에 영향을 미치며 PRC(phaseseponse curve, 상 반응 곡선)로 잘 기술될 수 있다 [17]. Melatonin PRC는 여러 가지 치료적 목적들, 예를 들면, 시간 생물학적 수면 장애, 정서적 질환 등의 치료 또는 야간 근무자나 비행기 여행자들의 시차에 의한 수면을 적응시키는데 큰 도움을 줄 수 있다는 이론적 근거를 제공할 수 있다. 현재 melatonin이 갖는 잠재적 효능에 대하여 여러 분야에서-암, 심장질환, 노인성 치매, 당뇨병, 면역증강제, 에이즈, 우울증 등 많은 질병과 노화방지 등-활발한 연구가 진행되고 있다[15-16].이제까지 발견된 인류의 건강에 이바지한 많은 약들이 생체 내에서 존재하는 자연적인 물질(예를 들면 인슐린, 부신히르몬 등)이 라는 면을 생각할 때 비스테로이드 계통의 호르몬인 melatonin이 우리들의 관심과 주목을 받기에 충분하다고 생각된다.

참고문헌

- [1] Blask D. E., "The emerging role of the pineal gland and melatonin in concogenesis", In : Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields. : The Question of Cancer, 319-335, 1990.
- [2] Barcelo S. E., Coscorral S., Mediavilla M. D., "Influence of pineal gland function on the initiation and growth of hormone dependent breast tumors", Possible mechanisms. In : The Pineal Gland and Cancer. Brain Research Promotion, London, 295-306, 1998.
- [3] Wilson B. W. et al, "Evidence for an effect of ELF electromagnetic fields on human pineal gland function" J. pineal RES 9, 259-269, 1990.
- [4] Buzzell G. R., H. M. Amerongen, Toma J. G., "Melatonin and growth of the Dunning R 3327 rat prostatic adenocarcinoma", In : The Pineal Gland and Cancer. Brain Research Promotion, London, 295-306, 1998.
- [5] Stevens R. G., "Electric power use and breast cancer",

A hypothesis. American J. of Epidemiology, 125, 556-561, 1987.

[6] Wertheimer N, and Leeper E., "Electric-al wiring configurations and childhood cancer", American. J. of Epidemiology, 109, 273-284, 1979.

[7] Lovely R. H., Buschbom R. L., Slavich A. L., Anderson L. E., Hansen N. H., Wilson B. W., "Adult Leukemia risk and personal appliances use : A preliminary study" American J. of Epidemiology, 140, 510-517, 1994.

[8] Verreault R., Weiss N. S., Hollenbach K. A., Strader C. H., Daling J. R., "Use of Elec-tric Blankets and Risk of Testicular Cancer" American. J. of Epidemiology, 133(5), 759-762, 1990.

[9] Wertheimer N, and Leeper E., "Possible effects of electric blankets and heated wa-terbeds on fetal development" Bioelectro magnetics, 7, 13-22, 1986.

[10] Wilson B.W. et al, "Evidence for an effect of ELF electromagnetic fields on hu-man pineal gland function" J. pineal RES 9: 259-269, 1990.

[11] Graham C., Cook M. R., Riffle D. W. et al. "Nocturnal melatonin levels in human volunteers exposed to intermittent 60Hz magnetic fields" Bioelectromagnetic 17, 263-273, 1996.

[12] Wilson B. W. et al. "Neuroendocrine-mediated effects of electromagnetic field exposure : Possible role of the pineal gland" Life Science, 45, 1319-1332, 1989.

[13] Ptitsyna N., Villoresi G, Kopytenko Y. A. et al. "Coronary Heart Diseases : Assessment of Risk Associated with Work Exposure to Ultrlow-Frequency Mag-

netic Fields" Biocromagnetics, 17, 436-444, 1996.

[14] Graham C., Sastre A., Cook M. R., et al. "Variation in magnetic field frequency : effects on heart rate variability" Present-ed 20th Bio-electromagnetics Society, 1998.

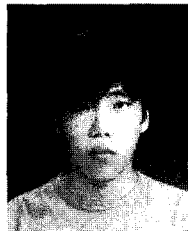
[15] Deguchi T, and Axelrod J., "Control of circadian change of serotonin N-acetyltransferase in the pineal organ by the β -ader-energic receptor" Prc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 69: 2547-2550, 1972

[16] Moore R. Y., Heller R., Bhatnager R. K., Wurtman F.J., Axelrod J., "Central co-ntrol of the pineal gland : Visual pathways. Arch" Neurol, 18: 208-218, 1968.

[17] Czeisler Cathy., Mahle., "Melatonin Potentially Useful but Safety, Efficacy Remain Uncertain" Medical News & Perspectives, October, 2, 1996.

김 경 훈(Kyung-Hun Kim)

[준회원]



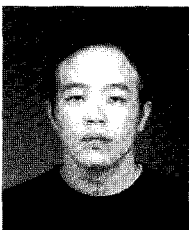
• 2002년 3월~현재 : 순천향대학교
유전공학과 재학

<관심분야>

Molecular biology, Gene expression

이 정 식(Jeong-Sik Lee)

[준회원]



• 1999년 3월!~현재 : 순천향대학교
유전공학과 재학

<관심분야>

Gene expression, Neuroscience

정 기 윤(Ki-yoon Jung)

[정회원]



• 1980년 2월 : 경북대학교 자연과학대
생물학과 (학사)
• 1982년 8월 : 경북대학교 자연과학대
생물학과 세포생물학 (이학석사)
• 1991년 5월 : 루이 파스퇴르 세포유
전학 전공(이학박사)
• 1992년 3월~현재 : 순천향대학교
유전공학과 정교수

<관심분야>

Cytogenetics, Cell biology