

7개 경혈부위에서의 생물광자(Biophoton) 방출량 비교

김동훈¹⁾ · 신광문¹⁾ · 정현희²⁾ · 박상현²⁾ · 양준모²⁾ · 소경순³⁾ · 이성묵¹⁾ · 소광섭²⁾

¹⁾서울대학교 물리교육과 광학 연구실, ²⁾서울대학교 물리학과 한의학연구소

³⁾세명대학교 한의학과

Comparing Biophoton Emissions from Seven Acupuncture Points

Dong Hoon Kim,¹⁾ Kwang Moon Shin,¹⁾ Sang Hyun Park,²⁾

Joon Mo Yang,²⁾ Hyun Hee Jung,²⁾ Kyung-Soon Soh,³⁾

Sung Muk Lee¹⁾ & Kwang-Sup Soh²⁾

¹⁾Department of Physics Education, Seoul National University

²⁾School of Physics, Seoul National University

³⁾College of Oriental Medicine, Sea Myung University, Chung Book, Korea

Abstract

We measured biophoton emissions from seven acupuncture points of eight healthy subjects. The measured points are the Yintang, the Danchū, the Shinketsu, the left and right Rōkyū and the left and right Yaotongwue of hands. The photo multiplier tube (H-610805s, Hamamatsu, Japan) has spectral range between 300nm and 650nm. Significantly low emission rate was observed at the Shinketsu where the rate was 3.7 ± 1.8 cps. On the average the highest emission was from the Yaotongxue points where the rate was 11.3 ± 5.4 . The high correlation between the left and right hands, and the low correlation between different points are consistent with previous reports.

Key words : Biophoton, Photo Multiplier Tube, Yintang, Danchū, Shinketsu, Rōkyū, Yaotongxue.

* Corresponding author : Dong Hoon Kim, Dept. of Physics Education, Seoul National University
Tel : 82-2-880-7697, Fax : 82-2-880-7697, E-mail : lovephysics@korea.com

1. 서론

한의학 특히 침구 이론에서 경혈과 경맥은 핵심적인 위치를 점하고 있으며, 경혈과 경맥의 기능을 과학적으로 이해하려는 노력이 오랫동안 계속되어 왔다. 예를 들면 전기 전도의 특성, 열전달 특성, CO₂방출 특성 등이다. 최근에는 신체의 세포 수준에서 방출되는 생물광자(Biophoton)의 측정을 통하여 경혈의 기능을 측정하고 진단에 응용하려는 연구들이 진행되고 있다. 경혈/경락 부위에서 방출되는 생물광자의 양의 비교가 상관성을 조사하는 연구에는 아직 초기 단계로 앞으로 한의학계와 임상적 협력개발이 가능할 것이 기대하고 본 연구는 이러한 목적을 선택하여 생물광자의 방출량을 조사하였다. 이 연구는 건강한 사람을 대상으로 기초 자료를 준비하는 성격이며, 급후 환자를 대상으로 하는 임상적 연구의 개발이 되는데 의의를 두고 있다. 먼저 생물광자에 대한 간략한 소개로부터 시작하겠다.

살아있는 생명체의 세포와 조직에서 지극히 미약한 세기의 빛이 방출되며, 이 빛은 흑체의 적외선복사나 반딧불과는 그 발생기전과 빛의 특성이 매우 다르다. 이에 관한 연구는 러시아의 Gurwitsch [1]에 의해 1920년대에 처음 시작되었으나 광자 검출 기술이 부족하여 발전이 되지 못했었다.

1980년대부터 광증배관(Photo Multiplier Tube : PMT)의 발달로 본격적 연구가 재개되어 현재 전 세계적으로 활발히 연구가 진행되고 있다 [2-4]. 이 빛의 세기는 조직의 표면적당 매 초당 몇 개에서 수백 개의 photon/s/cm²이며, 스펙트럼은 260nm에서 800nm에 이르며, 이를 생물광자(biophoton)라 부른다. 이 생물광자의 중요한 물리적 특성은 양자결맞음을 보여주는 광자통계인 포아송 분포를 보여주는 점이다 [5].

또한 외부에서 빛을 쬐어준 후 생물이 지연발광을 보여주며 [6], 양자광의 압착상태(squeezed state)를 나타내는 현상을 보여 준다 [7]. 이런 현상은 생물광자를 방출하는 세포들의 상호간의 통신이 전자기 광학적임을 보여주는 것으로 해석되고 있으며, 생물학의 양자적 특성을 밝히는 증거로 보고 있다.

생물광자는 생리현상의 기본적 기작에 관련되어 있는바, 세포분열 [1], 성장 [8], 상처와 치유 [9] 및 발생학 [10]등과 관계가 있다. 생물광자의 방출원은 두 가지인데 하나는 활성산소로서 생물의 에너지대사와 관련된 과정에서 나오며[11], 다른 하나는 DNA의 형태 변화로 추정된다. 이에 대한 근거로는 EB(ethidium bromide)가 DNA의 염기사이에 들어갈 때 DNA의 꼬임의 정도가 달라지는데, 이러한 변화에 비례하여 생물광자가 방출됨이 측정되었기 때문이다 [12]. 생물광자의 이러한 특성 때문에 많은 의학적 응용이 예상되며, 특히 암과 관련된 연구가 큰 관심을 끌고 있다 [13, 14].

인체 피부에서의 생물광자의 방출 연구도 최근 많은 관심을 끌고 있다 [15]. 피험자의 심리적 상태와 생물광자 방출량을 비교하여 조사한 연구가 있으며 [16] 신체 각 부위에서의 방출량 비교 연구는 Cohen 과 Popp가 처음 시도했고 [15], 또한 장기간에 걸친 방출량의 주기적 특성에 관한 연구도 하였다. [17]. 서양 의학적 관점에서 건강지표에 관한 연구를 수행한 것은 van Wijk 등 [18]이 있다. 한의학적 관점에서 중풍환자들의 좌우 손에서 나오는 빛의 통계적 분석[19]과 좌우대칭성 분석도 행해진 바가 있으며 [20] 이러한 관점에서 연구가 활발해지고 있다.

이 연구에서는 한의학적 관점에서 신체의 기능을 나타내는 중요한 부위인 인당(Yintang), 단중(Danchū), 신결(Shinketsu), 양손의 노궁(Rōkyū)과 양손의 Yaotongxue⁷⁶)에서 광자 방출량을 측정 조사하였다. 한의학에서는 좌우상

하의 기능의 상호균형 또는 조화가 중요한 개념인데, 이에 대한 객관적이고 정량적인 측정 방법이 부족한 것이 문제로 지적되어 왔다. 생물광자는 생물의 세포기능 뿐만 아니라 전자기파를 이용한 이들의 상호통신과 상호조절에 관련된다는 점에서 생물체의 전반적 기능과 연관되었다는 작업가설을 세울 수 있다. 이 가설 하에서 한의학적 기능의 균형 측정에 응용될 가능성을 탐색하는 작업이 계속되고 있다[21]. 본 연구도 이러한 관점에서 손의 중요혈인 좌우 손바닥 중심에 위치한 노궁과 손등의 Yaotongxue에서 생물광자의 방출량을 측정하여 좌우균형을 조사하였다. 그리고 상하의비교를 위하여 인당, 단중 그리고 배꼽(신궐)의 방출량을 비교하였다.

본 연구에서 배꼽(신궐)에서 가장 적은 생물광자가 측정되었으며, 손바닥(노궁)과 손등(Yaotongxue)에서 가장 많이 측정되었다. 그리고 양 손바닥과 손등(Yaotongxue)이 각각 상관관계가 높게 나왔다. 이러한 사실은 추후 건강진단의 기초 자료로써 매우 유용하게 쓰일 것이다. 예로 어떤 사람이 제중에서 노궁보다 많은 생물광자 방출이 있거나, 또는 노궁에서 생물광자의 방출량이 정상인보다 적게 방출된다면 이를 생리적 기능의 이상으로 볼 수 있기 때문이다. 신체 각 부위 또는 중요혈의 생물광자 방출량의 정상범위가 알려진다면 이러한 자료를 바탕으로 건강지표를 유추해낼 수 있을 것이다. 본 연구는 8명의 정상인을 상대로 측정한 것이지만 추후 더 많은 측정 자료의 수집을 할 필요성을 제시하였다는 점에서 의의가 있다.

II. 방법과 절차

1. 생물광자 측정 실험실과 실험장치

피부에서 방출되는 생물광자를 측정하기 위해 통제실과 측정실로 이루어진 암실에서 실험하였다. Figure 1 과 같이 암실(Dark Room)은 피험자와 광증배관(PMT)이 들어있는 더욱 완전한 암실인 측정실(Dark Chamber)과 실험자(operator)와 컴퓨터 전원등이 들어있는 통제실로 구성되어있다. 실험은 측정실에서는 피험자가 광증배관으로 피부에서 방출되는 생물광자를 측정하고, 통제실에서는 전체 실험진행을 통제하며, 광증배관에서 읽은 신호를 처리하여 출력, 저장한다. 측정실은 검은 천과 합성비닐 천으로 빛이 통과하지 않도록 이중차단 하였고, 암실은 에어컨과 제습기에 의해서 온도는 $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$, 습도는 $35 \pm 2\%$ 로 일정하게 유지된다.

2. 측정 장치

피부에서 방출되는 생물광자를 검출하기 위한 측정기로는 광증배관(PMT)을 사용하였다. 그림 Figure 2의 PMT에서 피부의 측정점에는

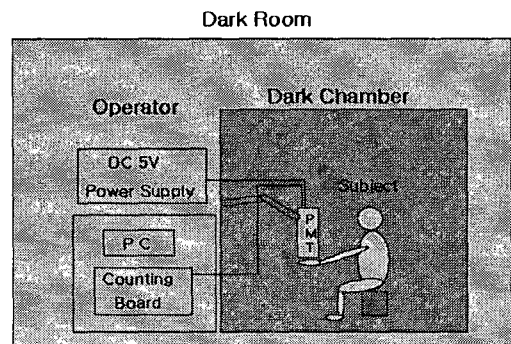


Figure 1. The scheme of Biophoton measurement system

76) On the dorsum of hand, midway between the transverse wrist crease and metacarpophalangeal joint, between the 2nd and 3rd metacarpal bones.

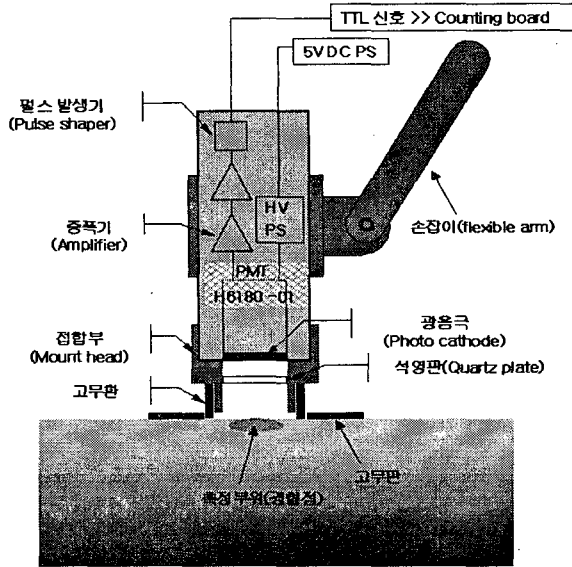


Figure 2. PMT 와 실험 개념도 (PMT & experiment scheme)

열전달의 방지 및 산란광이 들어오는 것을 막기 위한 고무링(rubber ring)을 PMT의 금속부착부위(mount head)에 부착시켰다. 석영판(Quartz plate)은 PMT의 보호 목적으로 부착되었다. 측정점을 암실에서 정확히 위치시키기 위하여 측정부위 피부에 고무판(rubber pad)을 붙였다. 이 PMT는 신축성 있는 손잡이를 이용하여 측정위치를 조정하도록 하였다. 본 실험에 사용된 광증배관은 일본의 Hamamatsu사의 모델명 H618005s를 사용하였으며, 광증배관은 300~650nm의 파장대의 빛을 측정한다. 빛을 받는 입구는 직경이 15mm이다. 이 광증배관에서 나오는 신호는 3V, 9ns의 TTL 신호이며, 전압신호를 수치적으로 처리하는 인터페이스카드(Photon Counting Board : M 8784, Hamamatsu, Japan)를 통해 변환되어 컴퓨터의 Lab-view 프로그램을 통해 출력, 저장된다.

3. 측정과정

측정을 하기 전에 피험자는 측정부위를 비누로 씻고 다시 알코올로 닦았다. 피험자는 암실

내의 측정실에서 암적응을 위하여 10분간 대기한다. 암적응이 된 후 먼저 캡을 씌운 상태로 30초간 PMT 자체의 잡신호(dark-count)를 측정한다. 그 후 피험자는 눈썹과 눈썹사이의 이마(인당), 유두와 유두 사이의 가슴(단중), 배꼽(신결), 오른손 바닥(노궁), 오른손 노궁과 대칭이 되는 손등(Yaotongxue), 왼손 바닥(노궁), 왼손 노궁과 대칭이 되는 손등(Yaotongxue)을 순서로 2회 측정을 하였다. 측정 전후에 PMT 잡신호를 측정하여 광증배관의 상태와 실험 데이터의 기준으로 사용하였다. 측정은 각각 30초씩 측정을 하였다. 측정이 끝난 후에 피험자의 체온과 혈압, 맥박, 체중을 측정하여 신체의 상태를 알려주는 기준으로 삼았다.

4. 피험자

피험자는 17세에서 35세까지의 남자 6명, 여자 2명이며, 특별한 질환의 병력이 없는 정상인이다. 실험 전에 햇빛에 의한 지연발광 효과를 없애기 위하여 1시간 이상 실내 생활을 하도록 하였다.

측정은 2003년 4월 2일부터 7월 26일까지 수
행하였다.

III. 결 과

8명의 피험자 피부 표면상의 7부위를 측정하
고 각각의 위치에서 PMT 잡신호를 뺀 값 측정
결과로 하여 Table I과 같다. 단위는 cps
(counts per second, 초당 방출개수)이다.

가장 두드러진 특징은 신궤부위가 가장 적게
나온다는 점이다. 그리고 손 부위가 가장 많이
방출되고, 일반적으로 양손바닥(노궁), 양손 등
(Yaotongxue)은 사람에 따라서 방출량의 차이
는 개인적인 지표를 나타낸다. 이마(인당), 가슴
(단중), 배꼽(신궤) 순으로 방출량이 줄어든다.
이는 건강한 사람의 특징으로 볼 수 있으며, 이
에 많이 벗어난 사람은 한의학적 균형에서 벗
어난 것으로 판단할 수 있을 것이다.

Table 1에서 생물광자 방출량의 각 부위별

측정값에서 PMT 잡신호를 뺀 그래프를 그리면
Figure 3 와 같다. 이 평균에서 보듯이 노궁과
Yaotongxue에서 생물광자 방출량이 높고, 신궤
에서 가장 적다. 인당, 단중 그리고 신궤 측정
에서는 인당, 단중, 신궤로 위에서 아래로 내려
올수록 방출량이 적음을 볼 수 있다.

인체의 각 부위별 생물광자 방출의 상관성을
조사하는 것은 건강 진단의 기초 자료로서 매
우 중요한 의미가 있으며, 기존의 연구도 이 방
면의 조사가 여러 편 있다[15, 18, 20, 21]. 피험
자 8명의 각 경혈에 대한 상관관계를 조사하여,
Table 2 에 제시하였다. 상관계수가 가장 높은
것은 좌우손바닥(노궁)과, 좌우손등(Yaotongxue)
이었다. Figure 4에 이들의 상관관계를 보여주
는 방출량 분포가 주어졌으며, 상관계수는 다음
과 같다.

좌우 손바닥(노궁)의 상관계수 :

$$C(\text{노궁}(R), \text{노궁}(L)) = 0.96$$

좌우 손등(Yaotongxue)의 상관계수 :

$$C(\text{손등}(R), \text{손등}(L)) = 0.89$$

Table 1. The Biophoton emission from seven acupuncture points
of eight healthy subjects. (unit : counts per second)

	Yintang	Danchū	Shinketsu	Rōkyū(R)	Yaotong xue(R)	Rōkyū(L)	Yaotong xue(L)
S1	7.6	6.1	3.8	12.1	5.3	9.3	9.3
	6.1	4.7	4.0	9.6	5.7	7.2	3.7
S2	6.9	4.9	1.9	5.4	6.3	7.8	5.3
	7.0	5.9	2.6	7.7	5.6	6.3	4.8
S3	6.7	5.4	1.2	18.4	4.8	17.1	6.1
	7.7	4.9	3.4	19.3	8.4	19.7	10.5
S4	11.5	6.5	2.4	15	10.0	14.3	10.4
	13.3	4.7	4.4	16.5	9.9	16.1	11.6
S5	3.7	7.0	8.3	9.4	21.3	9.0	21.2
	4.7	5.5	4.9	8.2	15.5	8.6	17.9
S6	4.8	8.8	2.8	6.8	16.6	7.1	16.4
	6.0	10.8	5.4	9.6	15.8	9.8	20.1
S7	4.9	2.8	1.8	5.0	6.1	4.6	10.6
	6.6	5.7	4.1	7.2	7.2	6.4	14.4
S8	8.2	6.7	4.2	7.5	12.5	5.1	10.1
	4.2	4.2	1.4	6.1	6.6	4.0	7.6
AVE	6.9	6.0	3.5	10.2	9.9	9.5	11.3
STD	±2.5	±1.9	±1.8	±4.6	±5.0	±4.7	±5.4

이 값들은 기존의 연구들과 매우 유사하다 [18,21]. 이외에 보인 것은 상관계수가 0.70 이상 인 경우는 손등과 단중, 신궤이 있다. 왜 손등

과 단중, 손등과 신궤의 상관계수가 높은가는 아직 이해되지 않는 바이다. 통계자료를 더 모 으면 의미 있는 해석이 나올 수 있다고 본다.

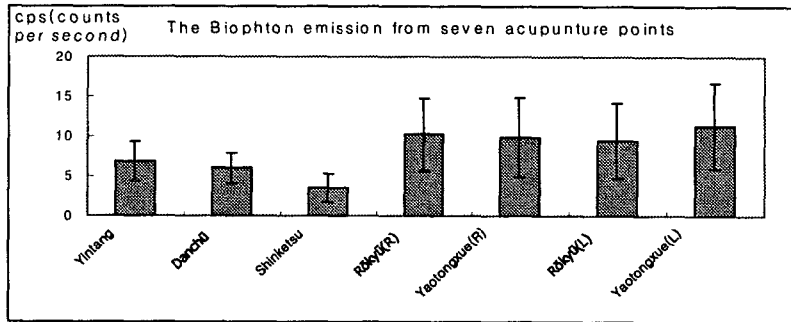


Figure 3. The average biophoton emission from seven acupuncture points

Table 2. The correlation of seven acupuncture points

	Yintang	Danchū	Shinketsu	Rōkyū(R)	Yaotong xue(R)	Rōkyū(L)	Yaotong xue(L)
Yintang		-0.19	0.01	0.57	-0.21	0.55	-0.23
Danchū			0.49	-0.05	0.72	-0.01	0.67
Shinketsu				0.01	0.78	0.02	0.75
Rōkyū(R)					-0.10	0.96	-0.07
Yaotong xue(R)						-0.01	0.89
Rōkyū(L)							0.03
Yaotong xue(L)							

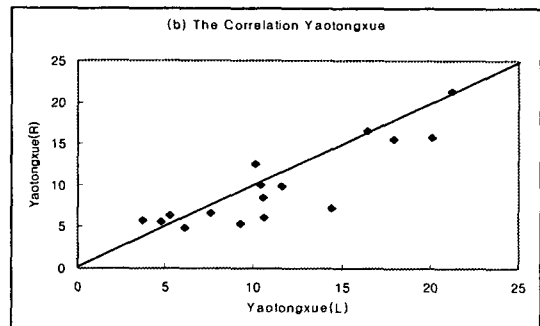
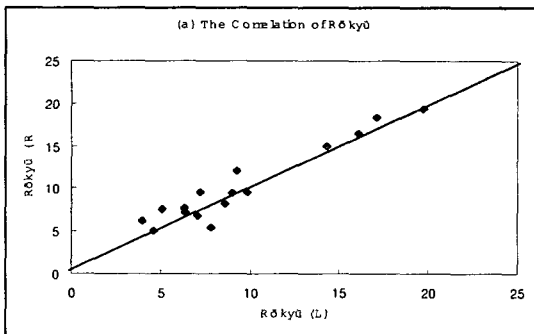


Figure 4. The correlation of biophoton emission between (a) the left and right Rōkyū, and (b) the left and right Yaotongxue

IV. 토 론

신체 표면의 생물광자 방출량을 처음 측정 한 것이 Cohen과 Popp이 었으며 [15], 이후 여러 사람에게 의한 측정이 행해졌다 [18-21]. 특히 한 의학적 관점에서 손바닥과 손등에서 나오는 생물광자의 방출량 측정은 진단에 응용될 가능성이 있기 때문에 기대되고 있다. 경혈에서의 방출량 측정은 중국의 Yan[22]이 처음 시도했으며 질병과의 관련연구도 수행한 바 있으나 PMT의 성능이 떨어져 실험데이터의 신뢰성이 부족한 편이었다.

본 연구는 신체표면의 경혈 중 일곱 부위(인당, 단중, 신궐, 양손바닥 노궁, 양손 등(Yaotongxue))를 선택하였는데, 한의학에서는 좌우 균형과 상하관계를 중요시한다는 점에서 양손을 측정하고, 인당, 단중, 신궐을 측정하게 되었다.

배꼽(신궐) 부위의 방출량은 한 명의 피험자만이 이마(인당)와 가슴(단중)보다 방출량이 많았고, 그것을 제외하면 모든 경우에서 배꼽(신궐)이 가장 적게 나왔다. 특별한 질병이 없는 일반인에게서 생물광자의 방출량이 신궐에서 가장 적게 나왔으므로 이것은 인체의 생물광자 방출량에서 기준이 될 수 있는 중요한 지표가 될 것이다.

이마(인당), 가슴(단중), 배꼽(신궐)을 측정하여 상하의 차이를 조사하였다. 선행연구[23]에서는 손과 발의 차이로 상하의 차이를 보았는데, 발보다 손에서 방출량이 많은 것을 확인했다. 본 실험에는 인당, 단중, 신궐에서는 위에서 아래로 내려올수록 생물광자의 방출량이 적었다. 이것 또한 건강한 사람들의 일반적인 경향성을 나타내는 것으로 신궐에서 적게 나온다는 것과 함께 인간의 몸에서 방출하는 생물광자 방출량을 건강진단의 기초 자료로써 쓰일 가능성이 있다.

본 연구에서 좌우의 측정점을 잡은 것은 좌우경맥의 기능의 균형이 한의학에서 매우 중요한 건강지표가 되기 때문이다. 생물광자 방출량의 좌우 균형이 건강상태에 관한 지표가 된다는 연구보고가 여러 편 있었다[15, 18, 20, 21]. 건강한 사람의 양손바닥 노궁의 상관계수 0.96, 양 손등(Yaotongxue)의 상관계수가 0.89로 높은 상관관계를 보였고, 신궐에서 생물광자의 방출량이 적게 나온다는 것은 앞으로 다른 연구들의 비교 준거가 될 것으로 보인다. 한편 중풍 환자등과 관한 선행연구 [20]에서 좌우 생물광자 방출량의 불균형과 낮은 상관성으로 보아 환자의 경우 좌우 상관성을 조사해보거나 손바닥과 손등의 방출량 비교를 통하여 진단기로서의 유용성을 고려할 수 있을 것이다.

Acknowledgement

이 연구는 한국과학재단(R01-2001-000-00023-0) 지원을 받았으며 감사드립니다.

Reference

- [1] Gschurwi A.A, A historiclra review of the problem of mitogenetic radiation, Experimentia, 44 : 545-550, 1988
- [2] Devaraj B,Usa M. and Inaba H., Biophotons : ultraweak light emission from living systems, Current Opinion in Solid State and Materials Science, 2 : 188-193, 1997
- [3] Popp F.A., Biophotons- Background, experimental results, theoretical approach and applications, Research Advances in Photomistry and photobiology, 1 : 31-41, 2000

- [4] Bajpai R.P., Coherent Nature of the Radiation Emitted in Delayed Luminescence of Leaves, *Journal of Theoretical Biology*, 198 : 287-299, 1999
- [5] Shen X., Liu F. and Li X.Y., Experimental study on photocount statistics of the ultraweak photon emission from some living organisms, *Experientia*, 49 : 291-295, 1993
- [6] Li K.H. and Popp F.A., Non-exponential decay law of radiation systems with coherent rescattering, *Physics Letters*, 93A : 262-266, 1983 : Popp F.A. and Li K.H., Hyperbolic relaxation as a sufficient condition of a fully coherent ergodic field, *International Journal of Theoretical Physics*, 32 : 1573-1583, 1993
- [7] F.A.Popp, J.J.Chang, A.Herzog, Z.Yan and Y.Yan, Evidence of non-classical (squeezed) light in biological systems, *Phys Lett A*, 293 (2002) 98
- [8] Drinovec L., Jerman I. and Lahajnar G., The Influence of Growth Stage and Stress on Kinetics of Delayed Ultraweak Bioluminescence of *Picea abies* seedlings. In Belousov et.al., eds. *Biophotonics and Coherent Systems. Proceeding of the 2nd Alexander Gurwitsch Conference, Moscow, Moscow Univ. Press, 439-445, 2000*
- [9] Inaba H., Ultraweak Biophoton Imaging and Information Characterization, In Sueta T. and Okoshi T., eds. *Ultrafast and Ultra-parallel Optoelectronics, Tokyo, John Wiley and Sons, 632-642, 1995*
- [10] Belousov L.V. and Louchinskaia, Biophoton emission from developing eggs and embryos : Nonlinearity, wholistic properties and indications of energy transfer, In Chang J.J., Fisch J., and Popp F.A. eds. *Biophotons, London, Kluwer Academic Publishers, 121-142, 1998*
- [11] Wantanabe H, Nagoshi T, Suzuki S, Kobayashi M, Usa M, Inaba H, Chemiluminescence in the crude extracts of soybean seedlings. Postulated mechanism on the formation of hydroperoxide intermediates, *BBA-Bionergetics* 1117 : 107-113, 1992
- [12] Popp F.A., Nagl W., Li K.H., Scholz W., Weigartner O., and Wolf R., Biophoton Emission. New Evidence for Coherence and DNA as Source, *Cell Biophysics*, 6 : 33-52, 1984 : Vanwijk R., Regulation of DNA synthesis in cultured rat hepatoma cells, *International Review of Cytology*, 85 : 63-107, 1983
- [13] Amano T., Kobayashi M., Devaraj B., Usa M. and Inaba H., Ultraweak biophoton emission imaging of transplanted bladder cancer, *Urological Research*, 23 : 315-318, 1995
- Kobayashi M. et. al., In vivo imaging of spontaneous ultraweak photon emission from a rat's brain correlated with cerebral energy metabolism and oxidative stress, *Neuroscience Research*, 34:103-113, 1999
- [14] J.D.Kim et al., Measurements of spontaneous photon emission and delayed luminescence from human cancer tissues, international Conference on Biophotons and Biophotonics(ICBB, Beijing 2003), proceeding.
- [15] S. Cohen and Popp F. A., Whole-body counting of biophotons and its relation to biological rhythms, in *Bio-photons*, edited by J.J. chang, J. fisch and F. A.

- Popp(Kluwer Academic Publishers, Dordtcht) 186, 1999
- [16] Wallace E. Acute alteration of biophoton emission by intention, California Institute Of Human Science, 1999
- Chevalley C. and Vekaria M., Biophoton emission by intention, personal communication, 2001
- [17] S. Cohen and Popp F.A., Biophoton emission of the human body, J Photochem Photobiol B Biol, 40 : 187, 1997
- [18] R. van Wijk and E. van Wijk, Proceedings of International Conference on Biophotons and Biophotonics,
- [19] Hyun-Hee Jung, Won-Nyung Woo, Joon-Mo Yang, Chunho Choi, Jonhan Lee, Gilwon Yoon, Jong S. Yang and Kwang-Sup Soh, Photon counting statistics analysis of biophotons from hands, Indian Journal of Experimental Biology, 41 : 446-451, 2003
- [20] Hyun-Hee Jung, Won-Nyung Woo, Joon-Mo Yang, Chunho Choi, Jonhan Lee, Gilwon Yoon, Jong S. Yang, Sungmuk Lee and Kwang-Sup Soh, Left-ring asymmetry of biophoton emission from hemiparesis patients, Indian Journal of Experimental Biology, 41 : 446-451, 2003
- [21] 양준모, 정현희, 우원명, 이승호, 양종수, 소광섭, 생물광자 방출량의 좌우 상관성 연구, 한국광학회지, 2004
- [22] Yan Z., A study on the pathological illuminating signal point. Investigation of 300 Subjects, Journal of Traditional Medicine, 3 : 37-40, 1983
- [23] C.H.Lee et al, Comparison of biophoton emission rates from various acupoints for health index, BBE submitted