

녹용(鹿茸)의 Biophoton(생체광자) 방출 특성 연구

박완수^{1#}, 이창훈², 소광섭², 김호철³, 최호영³, 박성규^{3*}

1: 국군벽제병원 한방과 2: 서울대학교 물리학부 한의학물리 연구실 3: 경희대학교 한의과대학

A Study on the Biophoton Emission of Cervi Pantotrichum Cornu

Wan-Su Park^{1#}, Chang-Hoon Lee², Kwang-Sup Soh²
Hocheol Kim³, Ho-Young Choi³, and Seong Kyu Park^{3*}

1: Department of Korean Medicine, the Armed Forces Byukje Hospital, Goyang 412-510, Korea

2: Biomedical Physics Laboratory, School of Physics, Seoul National University, Seoul 151-747, Korea

3: College of Oriental Medicine, Kyung Hee University, Seoul 131-701, Korea

ABSTRACT

Objectives : The difference of delayed luminescence-biophoton emission was investigated in *Cervi Pantotrichum Cornu* selected randomly. *Cervi Pantotrichum Cornu* was used as a tonic in Korean medicine.

Methods : Randomly selected samples of *Cervi Pantotrichum Cornu* were radiated with 150 W metal halide lamp for 1 minute. After radiation, biophoton emissions of each sample were detected by electron multiplication(EM)-charge coupled device camera. The detected biophoton image was calculated with unit of counts per pixel.

Results : The average biophoton emissions of delayed luminescence with EM ratio of $\times 150$ and $\times 250$ were distinguished significantly. The maximum biophoton emissions of delayed luminescence with EM ratio of $\times 250$ were distinguished significantly.

Conclusion : These results suggest that biophoton imaging of *Cervi Pantotrichum Cornu* could become the meaningful method for the study of differentiation and classification of *Cervi Pantotrichum Cornu*.

Key words : *Cervi Pantotrichum Cornu*, biophoton, delayed luminescence, electron multiplication, charge coupled device camera

* 교신저자 : 박성규, 서울시 동대문구 회기동 1번지 경희대학교 한의과대학 처방제형학교실

· Tel: 02-961-0330, · E-mail: comskp@khu.ac.kr

제1저자 : 박완수, 국군벽제병원 한방과. (031) 963-6657.

· 접수 : 2006년 5월 10일 · 수정 : 2006년 5월 26일 · 채택 : 2006년 6월 26일

서 론

Biophoton¹⁾(생체광자)은 생명체의 세포수준에서 방출되는 아주 미약한 빛(ultra-weak photon emission)으로 파장영역은 자외선에서 가시광선에 이르는 200~800nm 정도이며, 빛의 세기는 single photon counting으로만 측정될 정도로 약하여 약 10^{-16} Wcm⁻²이다^{2),3),4)}. 생체에서 나오는 biophoton은 열적 방출과는 다르며 'coherence theory'에 의하여 자발광(spontaneous photon emission)과 지연발광(delayed luminescence)으로 구분되어 질 수 있다^{5),6),7),8)}. 이중에서 지연발광은 외부의 단색광 또는 백색광에 노출된 결과로 방출되며 자발광보다 대략 수백 배 정도의 강한 세기를 갖고 수초에서 수 시간에 걸쳐 hyperbolic decay를 보이는 것으로 보고 되었다^{9),10)}. Biophoton을 이용한 의학물리학적 연구가 최근에 활발하게 진행되어 암세포의 생체광자 방출현상¹¹⁾, 인체피부의 biophoton 방출조사¹²⁾ 등의 연구가 보고 되었다. 또한 환자와 정상인의 경우 biophoton 방출량의 차이가 나타남이 밝혀졌다¹³⁾.

한의학(韓醫學)에서 보익약(補益藥)으로 분류되는 녹용(鹿茸, *Cervi Pantotrichum Cornu*)¹⁴⁾은 사슴과(馬科, *Cervidae*)의 동물인 매화록(梅花鹿, *Cervus nippon* T.) 또는 마록(馬鹿, *Cervus elaphus* L.) 및 동속 근연동물(近緣動物)의 미골화(未骨化)된 유각(幼角)을 잘라 건조한 것으로 성미(性味)가 따뜻하고 무독(無毒)하며 간경(肝經), 신경(腎經)에 귀경(歸經)하여 온신장양(溫腎壯陽), 보기혈(補氣血), 익정수(益精髓), 강근골(強筋骨)하는 효능을 나타내며 신허양위(腎虛陽痿), 조설(早泄), 유정(遺精), 요술한냉(腰膝寒冷), 하지연약무력(下肢軟弱無力), 유뇨(遺尿)^{15),16)} 등의 증상을 치료하는 데 사용된다.

녹용의 효능과 주치, 진위 감별을 위한 유전자 검사 등에 대한 실험적 연구는 많이 이루어졌으나 녹용에 관한 biophoton 연구는 아직까지 보고 된 바 없다. 본 연구에서는 녹용에 관한 biophoton 방출에 관한 조사를 통하여 biophoton의 본초학적 활용가능성을 검토하였다.

재료 및 방법

1. 재료

실험에 사용한 녹용(鹿茸)은 마록(馬鹿, *Cervus elaphus* L.)에서 채취, 포제 후 절편, 가공된 것으로서 서울 경동시장에서 구입하여 기원의 진위(眞偽)와 품

질의 상태를 검정한 후 사용하였다.

2. Photodetection System

Biophoton을 측정하기 위한 측정시스템은 약한 빛을 검출하기 위한 Charge Coupled Device (CCD) camera와 이를 구동하기 위한 장치들, 주변의 빛을 차단하기 위한 암실과 암상자, 샘플에 빛을 비추어 Delayed Luminescence (DL: 지연발광) 측정을 하기 위한 램프와 광케이블, 셔터 등으로 구성되었다.

1) CCD Camera

보다 효율적인 low light imaging을 구현하기 위하여 photoelectron을 readout 하기 전에 중폭하는 기능을 가진 electron multiplication (EM) 방식의 CCD camera (Andor Technology, South Windsor, CT)를 사용하였다. 이 CCD는 UV Enhanced Sensor를 사용하여 250~800nm 파장대의 빛에 반응하며 650nm에서 50%의 최대양자효율을 갖는다.

2) 암실(Dark Room)과 암실(Dark Box)

지자기의 1/10 수준인 0.05 gauss의 magnetic shielding을 제공하는 암실(dark room)을 마련하고, 그 안에 CCD camera와 샘플이 위치할 암상자(dark box)를 놓아 외부에서 들어오는 빛을 차단할 수 있도록 하였고 그 밖의 모든 장비들은 암실 밖에 위치하도록 설계하였다. 내부 온도는 별도의 온도 조절 장치 없이 의기에 의해서 항상 20°C로 유지되도록 하였다.

3) Lens System

광전자증배(EM) 방식의 CCD camera에 최적화되도록 CVI Laser (Albuquerque, NM)에서 제작된 4개의 상용 Lens (PLCX-15.0-12.9-UV, PL CX-10.0-10.3-UV, BICC-19.1-20.9-UV, BICX-15.0-19.7-UV)로 구성하였으며, 재질은 모두 UV가 투과되는 fused silica이다. 모든 Lens를 antireflective coating하여 250nm~600nm의 영역에서 대략 0.5% 미만의 반사율을 가지게 하였다. 초점거리는 100mm이고 배율은 1/6이다.

4) Light Source, Optical Cable, and Shutter System

light source로 150 W metal halide lamp (OSRAM, Munich, Germany)를 사용하였다. 시료에

빛을 비출 때 특정한 부분에만 빛이 많이 조사되지 않는 uniform illumination을 위한 방법으로 수십 가지의 optical cable을 사용하였으며, 각각 8개의 optical cable로 구성된 4개의 bundle이 여러 방향에서 sample에 빛을 비추게 하였다. Shutter는 총 3개가 설치되었는데, CCD sensor를 보호하는 CCD camera에 자체 내장된 shutter 1, 샘플과 CCD camera 사이의 shutter 2, 그리고 램프 빛의 공급을 조절하는 shutter 3으로 구성되었다.

3. Biophoton 측정

무작위로 선택된 시료들을 stage에 놓고 0.1초 동안 빛을 비추는 상태에서 reflectance image(reference image)를 촬영했다. 그리고 30분간의 암적응 시간을 갖은 후 DL image를 얻기 위하여 다음과 같은 과정을 실시하였다. 우선 Shutter 3을 열어 1분 동안 sample에 빛을 비추며 이 때 shutter 2는 닫혀 있어서 위쪽 광학계가 빛에 노출되는 것을 막는다. 1분 후 shutter 3이 닫히면 자동으로 shutter 2가 열리게 되며 곧 shutter 1이 열리면서 측정이 시작된다. 측정 노출시간은 1초로 하였다. 측정 시 CCD sensor의 온도는 -70°C로 유지하며 EM ratio는 ×150, ×250 두 가지로 설정하였다. 각 sample마다 동일한 면적으로 부터의 biophoton 방출 평균량(mean value)과 최대량(maximum value)을 구하여 비교하였다.

4. 통계분석

결과에 대한 통계적 분석을 위해서 통계프로그램인 SPSS 11.0 for window를 사용하였다. 실험 성적은 평균±표준편차(mean±SD)로 나타내었고, one-way ANOVA로 통계 검정하여 p -value<0.05일 때 유의한 차이가 있는 것으로 판정하였다.

결과

1. 녹용 절편 단면의 reflectance image

녹용절편(n=5)을 stage에 놓은 후 0.1초 동안 빛을 비추는 상태에서 reflectance image를 촬영하여 reference image로 설정하였다.

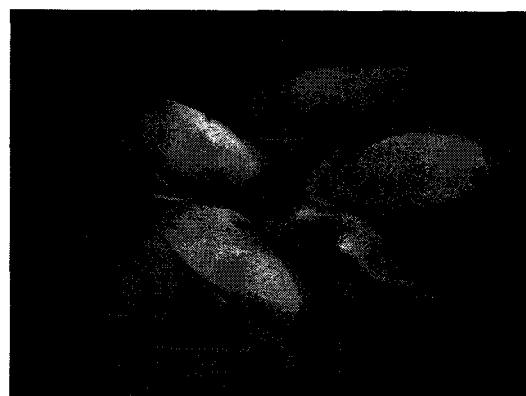


Fig. 1. Reflectance image of Cervi Pantotrichum Cornu

2. EM ratio ×150에서의 녹용 절편 단면 biophoton 평균 방출량 비교

EM ratio(광전자증배 비율)를 150배로 하여 녹용 절편 단면(n=5)의 biophoton 평균 방출량을 counts per pixel 단위로 측정한 결과 각각 0.700 ± 0.238 , 0.666 ± 0.265 , 1.149 ± 0.263 , 0.735 ± 0.289 , 1.207 ± 0.301 의 방출량을 나타내었으며 통계학적인 유의성($p<0.05$)이 판찰되었다(Fig.2).

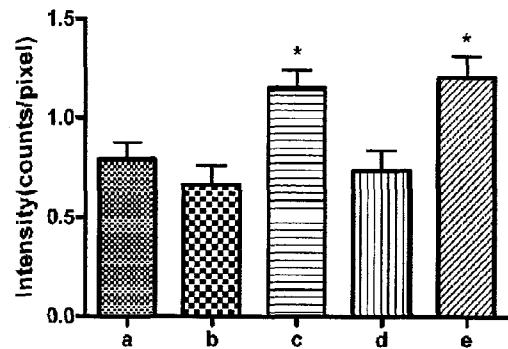


Figure 2. Result of biophoton analyses for average delayed luminescence from Cervi Pantotrichum Cornu with electron multiplication ratio of $\times 150$. Labeling of 'a' · 'b' · 'c' · 'd' · 'e' was randomized. *, $p<0.05$.

3. EM ratio ×250에서의 녹용 절편 단면 biophoton 평균 방출량 비교

EM ratio(광전자증배 비율)를 250배로 하여 녹용 절편 단면(n=5)의 biophoton 평균 방출량을 counts per pixel 단위로 측정한 결과 각각 3.471 ± 2.942 ,

7.985 ± 3.843 , 4.335 ± 3.305 , 19.273 ± 16.198 , 18.753 ± 23.548 로 나타났으며 통계학적인 유의성($p < 0.05$)이 관찰되었다(Fig.3).

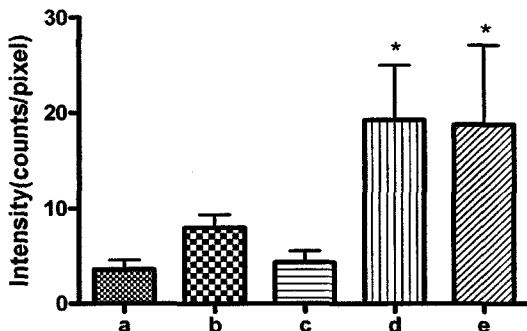


Figure 3. Result of biophoton analyses for average delayed luminescence from *Cervi Pantotrichum Cornu* with electron multiplication ratio of $\times 250$. Labeling of 'a · b · c · d · e' was randomized. *, $p < 0.05$.

4. EM ratio는 $\times 150$ 에서의 녹용 절편 단면 biophoton 최대 방출량 비교

EM ratio(광전자증배 비율)를 150배로 하여 녹용 절편 단면($n=5$)의 biophoton 최대 방출량을 counts per pixel 단위로 측정하여 비교한 결과 $p < 0.05$ 에서의 유의한 차이가 나타나지 않았다(data not shown).

5. EM ratio는 $\times 250$ 에서의 녹용 절편 단면 biophoton 방출 최대량 비교

EM ratio(광전자증배 비율)를 150배로 하여 녹용 절편 단면($n=5$)의 biophoton 최대 방출량을 counts per pixel 단위로 측정하여 비교한 결과 각각 571.5 ± 222.7 , 1890.0 ± 451.1 , 1122.0 ± 166.9 , 11661.0 ± 813.2 , 13155.0 ± 1182.3 로 나타났으며 통계학적인 유의성($p < 0.05$)이 관찰되었다(Fig.4).

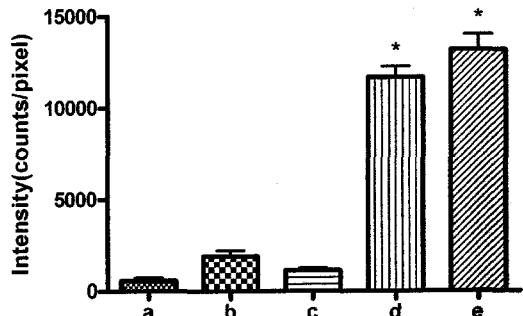


Figure 4. Result of biophoton analyses for maximum delayed luminescence from *Cervi Pantotrichum Cornu* with electron multiplication ratio of $\times 250$. Labeling of 'a · b · c · d · e' was randomized. *, $p < 0.05$.

고찰 및 결론

녹용(鹿茸)의 효능과 주치에 대하여 神農本草經서에는 “味甘酸溫，主漏下惡血，寒熱，驚癇，益氣強志，生齒不老”라고 하였고¹⁷⁾，本草綱目에서는 “鹿處處山林中有之 馬身羊尾 頭側而長 高脚而行速 牝者有角 夏至則解 大如小馬 黃質白斑 俗稱馬鹿 牝者無角 小而無斑 毛雜黃白色 俗稱鹿鹿 孕六月而生子 鹿性淫 一牡常交數牝 謂之聚鹿 性喜食龜 能別良草 食則相呼 行則同旅居則環角外向以防害 臥則口朝尾間 以通督脈 殷仲堪云鹿以白色爲正 述異記云 鹿千歲爲蒼 又五百歲爲白 又五百歲爲玄 玄鹿骨亦黑 爲脯食之 可長生也 墓雅云 鹿乃仙獸 自能樂性 六十年必懷瑞于角下 斑痕紫色 紫色如點 行則有涎 不復急走 故曰鹿戴玉而角斑 魚懷珠而鱗紫 沈存中筆談云 北狄有駝鹿 極大而色蒼黃 無斑 角大而有文 堅瑩如玉 茸亦可用 名苑云 鹿之大者曰麈 羣鹿隨之 視其尾爲準其尾 能辟塵 拂氳則不蠹 置茜帛中歲久紅色不黯也 按澹療方云 昔西蜀藥市中 試有一道人貨斑龍丸 一名茸珠丹 每大醉高歌曰 尾間不禁滄海竭 九轉靈丹都慢說 惟有斑龍頂上珠 能補玉堂關下穴 朝野遍傳之 其方蓋用鹿茸 鹿角膠 鹿角霜也 又戴原禮 證治要訣 治頭眩運 甚則屋轉眼黑 或如物飛 或見一爲二 用茸珠丹甚效 或用鹿茸半兩 無灰酒三盞 煎一盞 入麝香少許 溫服亦效 云茸生于頭 類之相從也”라고 하였으며¹⁸⁾，本草求真에서는 “溫補真陽以通督，溫補腎水以助血，能于右腎補其精氣不足 大爲補精暖血之劑 凡腰腎虛冷遺精崩帶等證，能入于左腎補其血液不足 補命門 補精補氣 養陽 能補督脈之真陽 能補督脈陰中之陽 不外填補精髓 堅強筋骨 長養氣血 而爲補肝滋腎之要藥也”라고 하였다¹⁹⁾。

녹용(鹿茸)의 현재까지 알려진 약리작용은 발육

촉진작용, 조혈작용 등이 있고²⁰⁾, 골다공증에 유의한 영향을 미치며^{21),22)}, 생식세포에 대한 항산화효과를 보이고²³⁾, 정자생성에 중요한 역할을 하는 단백질인 cAMP-Responsive Element Modulator (CREM)의 rat testes 내의 발현을 증가²⁴⁾시키는 것으로 보고 되었다. 또한 불임 및 성기능 개선²⁵⁾, 성장촉진²⁶⁾, 항산화 효과²⁸⁾, 체력증진²⁹⁾, 관절염 개선³⁰⁾, 강심작용³¹⁾ 등에 관한 연구가 보고 되었다.

녹용(鹿茸)의 알려진 함유성분으로는 lysophosphatidylcholine (LPC), uracil, hypoxanthine, urea, uridine, niacin, aminbenzoyl aldehyde, spermine, spermidine, putrescine, chondroitin sulfate A, gangliosides, androgen, estradiol 등이³²⁾ 있다.

현재 임상한의학에서는 녹용(鹿茸)을 품종별, 산지별로 우열(優劣)을 구분하거나 상·중·하대(上中·下帶)의 위치별로 효능을 구분하여 사용하고 있으며 이에 대한 연구가 계속 진행되고 있다.

Biophoton을 이용한 생물학적 연구가 활발히 진행되고 있으며 최근에는 암세포의 감별이나 경락(經絡)의 유주(流注), 인간의 의식 활동, 식물체의 성장 등의 주제에 대한 다학제적 연구의 중요성이 강조되고 있다.

본초학 연구에 biophoton imaging method를 활용하는 시도로서 녹용(鹿茸) 절단면에 대하여 자연 발광(delayed luminescence)되는 biophoton의 방출 특성을 탐색하는 것이 녹용(鹿茸)의 품종별, 부위별 감별이나 효능의 차이를 규명하는 데 도움을 줄 수 있을 것으로 예상되어 마록(馬鹿)으로부터 무작위로 채택된 5개의 녹용(鹿茸) 절단면으로부터 자연 발광되는 biophoton을 측정하고 통계학적으로 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 녹용 절단면에 대한 electron multiplication ratio (광전자증배 비율) 150배의 biophoton 측정 분석 결과 평균 방출량 비교에서 F값 6.764, p값 0.000의 유의한 차이가 나타났으나, 최대 방출량 비교에서는 F값 0.540, p값 0.715로 유의한 차이가 나타나지 않았다.
2. 녹용 절단면에 대한 electron multiplication ratio (광전자증배 비율) 250배의 biophoton 측정 분석 결과 평균 방출량 비교에서 F값 2.801, p값 0.041의 유의한 차이가 나타났으며 최대 방출량 비교에서는 F값 163.336, p값 0.000의 유의한 차이가 나타났다.

이상의 결과로부터 녹용(鹿茸) 절단면들로부터 자연발광(DM)되어 나타나는 biophoton 방출에는 유의한 차별성이 있음을 알 수 있었다. 따라서 앞으로 효과적이면서도 비용이 적게 드는 녹용(鹿茸)의 품종별, 부위별 감별과 효능비교에 biophoton 측정 분석을 응용하기 위하여 더욱 많은 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Dicke R. H., Coherence in spontaneous radiation processes. Phys. Rev. 1954;93:99-110.
2. Bajpai R.P., Coherent Nature of the Radiation Emitted in Delayed Luminescence of Leaves. J. Theor. Biol. 1997;198:287-299.
3. Marriott G., Clegg R. M., Arndt-Jovin D. J., Jovin T. M. Time resolved imaging microscopy: Phosphorescence and delayed fluorescence imaging. Biophysical Journal. 1991;60:1374-1387.
4. Marriott G., Heidecker M., Diamandis E. P., Yan-Marriott Y. Time-resolved delayed luminescence image microscopy using an Europium ion chelate complex. Biophysical Journal. 1994;67:957-965.
5. Popp F. A., Yan Y. Delayed luminescence of biological systems in terms of coherent states. Physics Letters A. 2002;293:93-97.
6. Gu Q., Popp F. A., Nonlinear response of biophoton emission to external perturbations, Experientia. 1992;48:1069-1082.
7. Popp F. A., Li K. H., Gu Q.(eds). Recent advances in biophoton research and its applications. Singapore. World Scientific. 1992.
8. Brizhik L., Scordino A., Triglia A., Musumeci F. Delayed luminescence of biological systems arising from correlated many-soliton states. Physical Review E. 2001;64:031902.
9. Popp F. A., Li K. H., Mei W. P., Galle M., Neurohr R. Physical aspects of biophotons. Experientia. 1998;44:576-585.
10. 임재관, 김정대, 성백경, 최준호, 소광섭. 광전자증관을 이용한 나뭇잎의 자연발광의 특성연구. Sae Mulli(The Korean Physical Society). 2003;47:133-138.
11. 백구연, 천병수, 임재관, 이승호, 소광섭

- Biophoton에 의한 생체 세포수준에서의 항산화 작용에 대한 척도. *한국생물공학회지*. 2003;18: 170-173.
12. 양준모, 정현희, 우원명, 이승호, 양종수, 소광섭. 생물광자의 좌우 및 손바닥과 손등의 상관성 조사. *한국광학회지*. 2004;15:355-360.
13. Jung H. H., Woo W. M., Yang J. M., Choi C., Lee J. H., Yoon G., Yang J. S., Lee S. M., and Soh K. S. Left-right asymmetry of biophoton emission from hemiparesis patients. *Indian Journal of Experimental Biology*. 2003;41:452-456.
14. 全國韓醫科大學 本草學共同教材 編纂委員會. 本草學. 서울:永林社. 2004:591-5.
15. 이민형, 서영배. 鹿茸의 造血作用에 對한 實驗研究. *대한본초학회지*. 2001;16(1):91-109.
16. 변부형, 서부일. 유전독성시험에 의한 녹용약침의 안전성 연구. *대한본초학회지*. 2005;20(2):1-6.
17. 中國醫藥學院. 神農本草經. 中國:自由出版社. 1969:283-4.
18. 李時珍. 本草綱目. 中國:高文社. 1987:17-20.
19. 黃宮綉, 本草求眞, 中國:自由出版社. 1991:33.
20. 지형준, 이상인. 대한약전외 한약(생약)규격집 주 해서. 서울:한국메디칼인덱스사. 1988:99-103.
21. 안덕균, 심상도. 녹용이 난소적출로 유발된 흰쥐의 골다공증에 미치는 영향. *대한본초학회지*. 1998;13(1):1-23.
22. 서부일, 안덕균. 녹각이 흰쥐의 난소적출로 유발한 골다공증에 미치는 영향. *대한본초학회지*. 1998;13(2):45-56.
23. 박정렬. 鹿茸의 GC-1 spg Cell에 대한 항산화 효과. 경희대 대학원 석사학위논문. 2006.
24. 권오선. Effects of Cervi Parvum Cornu on Serum Testosterone and on cAMP-Responsive Element Modulator (CREM) Expression in Rat Testes. 경희대학교 대학원 박사학위논문. 2006.
25. Zheng Z. J Tradit Chin Med. 1997;17(3):190-3,
26. Conaglen H.M., Suttie J.M., Conaglen J.V. Arch Sex Behav. 2003;32(3):271-8.
27. Susan J., Hemmings, C. Biochemistry and Physiology. 2004;13PartC:105-112.
28. Chen X. Zhongguo Zhong Yao Za Zhi. 1992;17(2):107-10.
29. Sleivert G. Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2003;13(3):251-65.
30. Allen M. Biol Res Nurs. 2003;3(3):111-8.
31. 이상인, 안덕균, 신민교. 漢藥臨床應用. 서울:永林社. 1986:331-3.
32. 김호철. 한약약리학. 서울:집문당. 2001:441-442.