Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society
Vol. 14, No. 12 pp. 6340-6345, 2013

http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2013.14.12.6340

고양이 치수에서 열 자극으로 유도된 신경병증 염증에서 치수 혈류량 변화

박민경[1*]
[1]경운대대학교 치위생학과

Change in Pulpal Blood Flow of Heat-induced Neurogenic Inflammation in Feline Dental Plup

Min-Kyoung Park[1*]
[1]**Department of Dental Hygiene, Kyungwoon University**

요 약 본 연구는 열 자극으로 유도된 신경성 염증 상태에서 혈류량의 변화와 histamine의 치수혈류 조절에 관해 유기적 관계를 연구함으로써 치수혈류 조절기전을 밝히고자 하였다. 연구방법은 열 마리의 고양이를 전신마취 하에 사용되었으며, 치수혈류의 변화는 레이저 도플러 측정계(Periflux 4001, Stockholm, Sweden)을 사용하여 측정 하였다. 레이저 도플러 측정하는 프로브는 하악 견치의 치면에 위치하였다. 열 자극은 입력/출력 장치와 열 자극 제어 스크립트 파일을 사용하여 치아에 적용하였다. 열(40-65℃)에 따라 치수 혈류량이 증가를 확인하였으며, 55℃에서 가장 큰 변화가 나타났다. 열 자극의 변화가 없는 45℃에서 Histamine(5㎍/kg/1ml)를 치아와 가까운 설 동맥으로 주입 시 열 자극만 처치한 그룹보다 현저한 증가가 나타났다. 본 연구는 열적 자극에 의해 발생된 신경성 염증상태에서 치수혈류 변화와 이에 히스타민의 기능적으로 관여함을 나타내주며, 치아 염증 상태의 기전을 밝힐 수 있는 가능성을 보여준다.

Abstract This study examined the involvement of histamine in heat-induced changes in pulpal blood flow(PBF) to determine the mechanism of neurogenic inflammation in feline dental pulp. The experiments were carried out in 10 felines anesthetized with sodium pentobartial and histamine injected into the dental pulp through the external carotid artery. The change in the pulpal PBF was measured using a laser Doppler flowmeter(Periflux 4001, Stockholm, Sweden). The probe of laser Doppler flowmeter was placed on the buccal surface of the ipsilateral canine teeth. Heat was applied to the tooth using a heat stimulator controlled script file with an input/output device. The application of heat (40-65°C) induced a significant increase in PBF. The application of histamine(5㎍/kg/1ml) followed by heat(45°C) resulted in an increase in PBF. Therefore, the results of the present study showed that heat and histaminearecapable of vasoconstrictioncaused by neurogenic inflammation in feline dental pulp. In addition, neurogenic inflammation plays an active role in modulating the microcirculation of the dental pulp.

Key Words : Heat, Histamine, Neurogenic Inflammation, Pulp Blood Flow

1. 서론

치아는 경조직과 연조직으로 구성되어 있으며, 연조직에 속하는 치수는 치근단공(apical foramen)을 통해 혈액을 공급 받는다. 이러한 치수(dental pulp) 속에는 삼차신경절(trigeminal ganglion)에서 이어지는 축삭(axon)이 존재한다고 알려져 있으며[1,2], 최근 흰쥐의 어금니 치수내에서 축삭 표지자인 peripherin 물질을 통해 치수 표층에 축삭이 분포하는 것을 확인하였다[3]. 축삭에서는 다양한 신경전달물(neuropeptide)인 Bradykinin, Serotonin,

*Corresponding Author : Min-Kyoung Park (Kyungwoon University)
Tel : +82-10-8528-2734 email: pmk@ikw.ac.kr
Received October 17, 2013 Revised (1st November 29, 2013, 2nd December 2, 2013) Accepted December 5, 2013

Substance P와 CGRP(calcitonin gene-reated peptide), Prostag-landin, Histamine 등을 가지고 있으며, 치아에 유해 자극이 가해지면 신경전달 물질들이 유리되고, 이로 인해 의해 치수의 모세 혈관의 압력(hydrostatic pressure)이 높아져 말초 신경에서 중추로 자극을 전달하는 신경의 민감도(sensitization)가 함께 상승하여 빠른 속도로 찌르는 것 같은 날카로운 통증으로 이어진다[4,5].이러한 통증반응은 축사반사에 의한 결과로 알려져 있으며, 축삭반응은 급성 염증(acute nflammation) 발생으로 이어지고 신경에 의해 유도되기 때문에 신경성 염증(neurogenic inflammation)이라고 한다[6]. 흔히 치수에서 발생되는 염증을 치수염(pulpitis)이라 한다.

치수의 혈류(Pulpal blood flow, PBF) 변화에 관한 선행연구를 살펴보면, 고양이 치아의 치수와 근접한 동맥을 통해 Neuropeptide Y(NPY)의 길항제인 PP56을 투여 후 NPY에 의해 유도되는 치수 혈류 차단되는 것을 관찰하였다[7]. 고양이 치아에 혈관 수축제가 포함 된 국소마취가 와동 형성에 의해 발생되는 혈류량 증가를 유의하게 억제하였다. 또한 흰쥐의 중심앞니에 전기 자극 후 치수의 혈류가 감소하는 것을 확인하였다[8]. 이는 교감신경(Sympathetic nerve)이 혈관수축과 관련이 있는 것으로 사료된다. 그 외에도 열 자극과 관련이 깊은 몇몇의 선행연구들로는 열과 관련이 있는 TRPV1 receptor(Transient receptor potential vanilloid)가 치수의 신경섬유 안에 발현되는 것을 면역반응세포에서 확인되었으며[9], 치아의 근접 동맥에 TRPV1의 길항제인 5-iodoresin-iferatoxin (I-RTX)를 주입 시 열로 인한 치수 혈류량의 증가가 유의하게 억제 된 것을 확인하였다[10]. 치수로 인한 통증기전을 알아보기 위해 다양하게 연구되고 있지만 열 자극 시 분비되는 신경전달 물질과 치수 혈류량에 관한 유기적 관계에 관한 연구는 부족한 실정이다. 그래서 본 연구에서는 신경전달 물질 중 Histamine이 치수 혈류에 영향을 주는 것을 관찰하였다. Histamine은 염증 반응 시 유리 되는 대사산물로써 통증에 직접적인 영향을 주기도 하며, 세포들의 기능적 측면을 활성화 시키거나 억제하는 물질로 염증과정에서 중요한 매개체 알려져 있다. 주변 신경 섬유를 흥분시켜 통증 과민 현상을 야기하고 혈관을 확장시켜 혈관의 투과성을 증가시키는 물질로 알려져 있다[11].

치수 혈류량을 측정하기 위한 방법으로는 조직학적인 방법(Anstendig, Kronman)[12], 치수 조직 호흡률(pulp tissue respiration rate) 측정하는 방법(Hamersky) 등[13] 있다. 치수의 압력 변화 및 대사산물의 방출 등으로 치주 및 치수의 혈류량의 변화를 측정한다. 그러나 이들 방법은 각 치아에 대해 한 번 밖에 측정을 할 수 없다는 단점이 있다. 본 연구에서 사용한 laser Doppler flowmeter (Periflux 4001, Stockholm, Sweden)는 치수 혈류량을 측정 할 경우 반복으로 측정이 가능하다[12].

본 연구에서는 열 자극으로 치수의 염증성 통증을 유발시키고 열 자극 온도에 따른 치수 혈류량 변화와 신경성 염증 통증에 관여되는 물질 중 Histamine이 치수 혈류량의 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

2. 연구방법

2.1 동물수술

실험동물은 고양이(2.7-3.5kg)를 사용하였고, 견치가 완전히 맹출한 10마리를 실험하였다. 실험동물 처치방법은 김의[7] 선행연구를 참조하여 진행하였다. 실험동물의 치아 치근단 부분의 상태와 치아의 상태를 확인하기 위해 치근단 방사선을 찍어 치수의 상태를 확인하였다. Sodium pentobarbital(35mg/Kg)을 복강 내에 주사하여 유도 마취하고 대퇴동맥과 정맥을 삽관하여 각각 전신혈압의 측정을 하였다. 상악 동맥 내로 약제를 주입하기 위해 설 동맥을 삽관하였으며, 기도에 기도 관을 삽입하여 기도를 확보하였다. 동물용 전기담요를 사용하여 체온을 37-38℃를 유지하였다. 머리의 움직임으로 인한 오차를 최소화하기 위해 쇠막대와 경석고를 이용하여 머리를 고정하였다. 본 연구에서 사용한 동물은 의식이 있는 동물의 실험에 관한 통증연구학회의 윤리적 규정을 준수하였다.

2.2 약제투여

약제의 투여는 약제를 치아 근접 동맥 내로 주입하기 위해 설 동맥을 튜브를 삽관하였다. Histamine (Sigma, Saint Louis, MO, USA) (5μg/Kg/1ml)를 주입하였으며, 주입 시 압력에 대한 오차를 최소화하기 위해 약제가 1ml/min로 들어가게 하기 위해 Pneumatic pump module (BH2 system, Harvard Apparatus, USA)를 사용하였다.

2.3 치수혈류측정

치수 혈류측정을 하기 위해 견치의 치경부 1/3의 법랑질을 치과용 bar 를 사용하여 상아질이 노출시켰다. 동물에 대한 처치가 치수 혈류를 측정에 영향을 미치지 않게 하기 위해서 bar로 치아를 삭제 후 1시간 뒤에 안정된 혈류 상태를 확인하고 측정하고 시행하였다. 실험이 진행되는 동안 삭제한 치면이 건조되지 않도록 생리 식염수를 처치하였다. 혈류의 측정은 laser Doppler flowmeter

(PF416, Perimed, Stockholm, Sweden)의 Probe가 상아질 면에 수직이 되도록 유지시켰다(Fig. 1). Gould 2400S 기록계(Gould, Cleveland, Ohio, U.S.A)를 이용하여 전신혈압(mmHg)과 치수 혈류(perfusion unit)를 지속적으로 측정하였다. 측정된 자료는 Axoscope(Axon Instruments, CA, USA) 프로그램을 이용하여 분석하였다.

2.4 열 자극

치아에 가해지는 열 자극은 박[15]의 선행연구를 참조하여 진행하였다. 치면을 삭제한 부위에서 2mm 떨어진 곳에 중앙이 뚫려 있는 구형 모형의 Probe를 장착하고, input/output 장치인 열 자극기(CED1401, Cambridge Electronic Devices, Cambridge, England)와 열 자극 제어 스크립트 파일을 사용하여 치아에 적용하였다. output 신호를 통해 열 자극(40-65℃)을 Probe에 열을 전송하고 이는 통해 온도에 따른 열 조절을 하였다.

2.5 통계분석

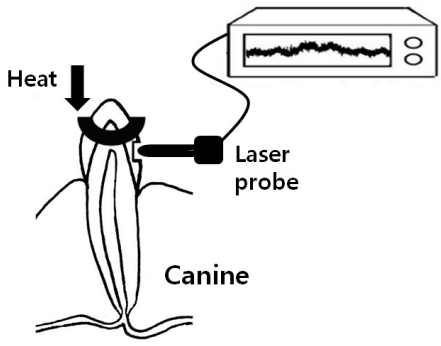
통계 분석은 대조군에 대한 변화를 백분율로 나타내었으며, 그룹간의 평균값을 비교하기 위하여 Student's T-test와 One-way ANOVA를 실시하였다. 통계적인 비교를 위해 통계적 유의성의 표준값은 $p<0.05$로 설정하였다. 모든 결과는 평균 ±표준 오차(SEM)로 표시하였다.

3. 연구결과

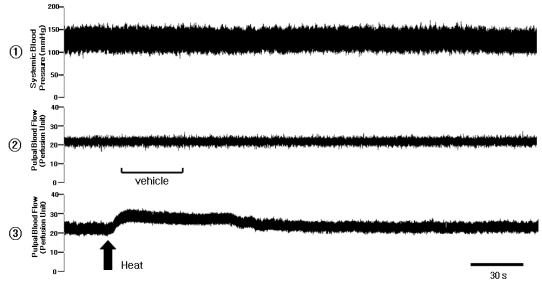
3.1 치수혈류 측정

치아 표면에 와동 형성 후 전신 혈압과 치수혈류의 다채널 차트 기록은 그림 2와 같다.

전신 혈압이 일정하게 유지 되고 있으며, 열적 자극이 가해져도 혈압은 일정하게 유지되는 것을 볼 수 있다(Fig 2-①). 이는 치아의 자극에 따라 혈압의 변화에 영향을 주지 않는 것을 나타난다. 일정 기간 동아 설동맥으로 Saline을 투여 후에도 치수혈류의 변화가 없음을 나타내고 있다(Fig 2-②). 열적 자극을 주기 전에는 일정한 치수혈류를 나타내지만, 열적 자극 후에는 치수혈류의 증가를 나타내고 있으며, 완전히 회복하는데 15분 이상이 소요되었다(Fig 2-③).



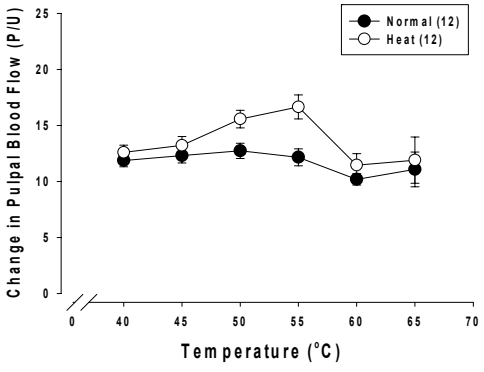
[Fig. 1] The experiment of the change in pulpal blood flow



[Fig. 2] Polygraph recording of pulpal blood flow.

3.2 열적 자극에 의한 치수혈류 변화

열적 자극에 의한 치수 혈류 변화는 Fig.3에 나타나 있다. 열적 자극(40-65℃)을 하였을 때 대조군에 비해 치수혈류가 증가 되는 것을 보여주고 있으며, 유의한 차이는 나지 않았다($p<0.05$). 55℃ 로 열적 자극을 주었을 때 대조군과 비교하여 치수 혈류의 변화가 현저히 증가되었다.



[Fig. 3] Change in pulpal flow in response to the heat

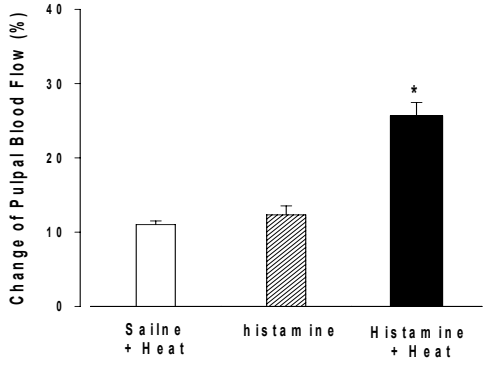
3.3 열적 자극에 의해 유도된 혈관 확장에 대한 Histamine의 영향

Histamine (5㎍/Kg/1ml)투여에 따른 치수 혈류의 변화는 Table 1과 Fig. 4에 나타났다. 열적 자극에 치수혈류량의 변화 없던 45℃에서 Saline을 주입 후 45℃열 자극이 주었을 때 치수 혈류량은 변화가 없었지만, Histamine를 투여 후 열 자극(45℃)을 주었을 때 치수혈류량이 증가하였으며, 유의한 차이가 나타났다($p<0.05$).

[Table 1] Effects saline, heat, histamine on the change of pulpal blood flow.(*$p<0.05$).

	n	Change of pulpal boold flow
Saline + heat	10	11 ± 0.5%
Histamine	10	12.33 ± 1.2%
Histamine + heat	10	25.66 ± 1.8%*

(*$p<0.05$).



[Fig. 4] Histamine fllowed by heat on PBF(*$p<0.05$).

4. 고찰 및 결론

본 연구는 치수에 열 자극을 유도하여 신경성 염증을 유발시켜 열 자극(40-65℃)에 따른 치수 혈류량을 변화를 측정하였다. 온도에 따라 유의한 변화가 관찰 되었다. 신경성 염증에 관여 되는 물질 중 Histamin를 치수 혈류량의 변화가 없던 45℃에서 설 동맥으로 주입 시 치수 혈류량의 유의하게 증가된 것 확인하였다($p<0.05$). 이러한 실험결과 치수에서의 신경성 염증성 통증에 Histamine이 관여 하는 것으로 보인다.

전신적 신경성 염증에 관한 통증의 발생에 대한 연구는 다양하게 진행 중이지만 악안면 영역 중 치아의 치수에서 발생되는 신경성 염증의 기전에 대한 연구는 부족한 실정이다. 본 연구에 사용한 건강한 고양이 견치는 충치나 치주 조직의 염증 상태가 없기 때문에 열 자극을 통한 인위적인 염증 상태를 만들어주었다. 염증의 반응의 하나로 치수의 혈류량의 변화를 관찰 할 수 있었다[3,7].

열 자극과 치수혈류량의 변화에 관하여 TRPV1 receptor와 관련된 선행 논문이 있으며, TRPV1 receptor는 열 자극에 의해 통호가 열리면서 캡사이신이라는 물질로 활성화되어 통증과 열을 전달하는 통로로 알려져 있으며, 보통 45℃에 이르면 통각 감수기에 의한 열 통각을 느낀다고 보고되고 있다[16,17]. 또한 열 자극이 가해지면 교감 신경의 억제로 혈관이 확장되어 혈류량이 증가되고 치수 강 내압도 증가하여 맥동성 통증이 야기된다고 알려져 있다[18,19]. 고양이 치아의 설 동맥으로 TRPV1의 길항제인 I-RTX를 주입 시 열 자극으로 인한 치수 혈류량의 증가가 유의하게 억제 된 것을 확인하였다[15,19]. 열 자극으로 인한 치수 혈류량 증가에 TRPV1 수용체가 관여하고 있음을 알 수가 있다. 본 연구에서도 40℃, 45℃, 50℃, 55℃, 60℃, 65℃에서 열적 자극을 주었을 때 생리식염수만 처치한 그룹에 비해 온도마다 혈류량의 차이가 나타났다. 일반적으로 통각 감수기가 활성화가 시작되는 45℃보다는 치수에서는 55℃에서 치수 혈류량의 변화를 확인 하였다. 일정한 열 자극을 반복적으로 처치하였을 때 PBF의 변화가 일정하게 유지가 되도록 영향을 주는지 알아보았다. 비교적 PBF의 변화량은 일정하게 유지 되었으나, 다시 안정시까지의 시간은 온도가 올라갈수록 시간이 많이 걸리는 것으로 나타났다. 회복시간은 15분에서 길게는 20분 넘어갔다. 이는 고온에서의 혈관 확장은 치수에 큰 손상으로 이어지고 결국에는 PBF가 측정이 되지 않았다. 이는 임상에서도 치아에 고온의 물질이 지속적으로 자극이 되면 치수의 생활력에 문제가 생길 수 있다는 것으로 사료 된다[20,21].

이러한 열적 자극이 발생하면 통각 감수기 말단에서는 신경전달물질을 유리하게 된다[9]. 이들 중에 혈관을 확장시켜 혈관의 투과성을 증가시키는 Histamine이 PBF에 미치는 영향을 알아보았다. Histamine은 인체 많은 조직에서 발견되는 것으로 인근 세포들의 기능을 활성 시키거나 억제하는 것으로 알려져 있으며, 상처 부위에서 감염된 조직으로 이동할 수 있도록 혈관을 확장시켜 혈관벽의 투과성을 증가시키는 작용이 있다[11]. Histamine으로 인한 혈관 확장에 TRPV1 receptor가 관여하는 한다는 보고가 있으나[22], 치수에서 관찰한 실험이 없기에 본 연구에서 Histamine을 사용하였다. 치수 주변의 신경 섬유를 흥분시켜 통증과민과 혈관 확장에 어떠한 영향을 줄 수 있을지 확인하고자 하였다. Histamine 약물의 농도

를 10㎍/Kg/1ml 주입이 되면, 전신적 혈압이 불안정하게 유지 되었다. 이는 국소적 뿐만 아니라 전신적 영향을 주는 것으로 사료 되어 Histamine만 투여 시 치수 혈류와 전신적 혈압에 영향을 주지 않는 5㎍/Kg/1ml를 처치하였다. 치아와 근접한 설 동맥에 Histamine을 주입하고 열적 자극(45℃)을 주었을 때 전신적 혈압은 안정 상태를 유지하였고, 유의하게 치수혈류가 증가되는 것을 확인하였다 ($p<0.05$). 이는 열 자극에 인한 치수 혈류량 증가에 Histamine이 기능적으로 관여함을 나타내준다. 결과을 뒷받침해주기 위해 Histamine의 길항제의 사용하여 열적 자극에 의해 증가된 PBF가 감소되는 것을 확인하였으면, 지금의 결과를 뒷받침 해 줄 수 있었겠지만 실험동물의 상태가 일정하게 유지 되지 않아서 Histamine의 길항제의 사용의 효과를 확인할 수 없었다. 추후 치수 혈류에 영향을 연구하고자 할 때 Histamine의 길항제의 사용과 다양한 신경전달물질을 투여함으로써 이들의 유기적 관계에 대한 연구되어야 진행되어야 할 것으로 생각된다. 이상의 연구결과를 요약하면, 고양이 치수에서 열적 자극으로 인한 혈류량의 증가를 확인하였으며, Histamine이 열 자극에 유도성 치수 혈류량 증가에 관여함을 확인 할 수 있었다. 이러한 결과는 향 후 치아의 염증 상태의 기전을 명확히 밝힐 수 있는 가능성을 보여준다.

References

[1] K. W. Bueltmann, U. L. Karlsson, J. Edie, Quantitative ultrastructure of intradental nerve fibres in marmosets, *Arch Oral Biol*, Vol.17, No.4, pp.645-660, 1972
DOI: http://dx.doi.org/10.1016/0003-9969(72)90191-4

[2] J. P. Naftel, J. M. Bernanke, X. B. Qian, Quantitative study of the apical nerve fibers of adult and juvenile rat molars, *Anat Rec* Vol.238, No14, pp.507-16, 1994
DOI: http://dx.doi.org/10.1002/ar.1092380410

[3] T. H. Kim, Y. C. Bae, E. S. Yang, Distribution of Peripherin Immunoreactive Axons in Rat Molar Pulp. *Korean J Phys Anthropol* Vol.26, No.1, pp.33-40, 2013
DOI: http://dx.doi.org/10.11637/kjpa.2013.26.1.33

[4] K. Markowitz, S. K. Kim, Hypersensitive teeth. Experimental studies of dentinal desensitizing agents. *Dent Clin North Am* Vol.34, No.3, pp.491-501, 1990

[5] M. V. Narhi, Dentin sensitivity: a review, *J Biol Buccale* Vol.13, No.2, pp.75-96, 1985

[6] M. Kress, P. W. Reeh, Chemical excitation and sensitization in nociceptors. In: Belmonte C, Cervero F, Neurobiology of nociceptors. 1st ed. Oxford, *Oxford University Press,* pp.258-297, 1996

[7] S. K. Kim, Testing of Neuropeptide Y Involvement in Blood Flow Regulation in the Feline Dental Pulp using D-myo-inositol-1,2,6-trispho-sp hate. *J Korean Acad Conserv Dent,* Vol.21, No1, pp.366-374, 1996

[8] W. S. Chu, S. H. Park, D. K. Ahn, S. K. Kim: Effect of local anesthesia on pulpal blood flow in mechanically stimulated teeth, *J Korean Acad Conserv Dent,* Vol.31, No.4, pp.257-262, 2006
DOI: http://dx.doi.org/10.5395/JKACD.2006.31.4.257

[9] P. Chaudhary, M. E. Martenson, T. K. Baumann, Vanilloid receptor expression and capsaicin exitation of rat dental primary afferent neurons, *J Dent Res*, Vol.80, No.1, pp.1518-1523, 2001
DOI: http://dx.doi.org/10.1177/00220345010800060801

[10] D. H. Wang, The vanilloid receptor and hypertension, *Acta Pharmacol Sin,* Vol.26, No3, pp.286-294, 2005
DOI: http://dx.doi.org/10.1111/j.1745-7254.2005.00057.x

[11] J. C. Schwartz, H. Pollard, T. T. Quach, Histamine as a neurotransmitter in mammalian brain:neuro chemical evidence, *J Neurochem,* Vol.35, No.1, pp.26-33, 1980
DOI: http://dx.doi.org/10.1111/j.1471-4159.1980.tb12485.x

[12] H. S. Anstendig, J. H. Kronman, A histologic study of pulpal reaction to orthodontic tooth movement in dogs, *Angle Orthod,* Vol.42, No.1, pp.50-55, 1972

[13] P. A. Hamersky, A. D. Weimer, J. F. Weimer, The effect of orthodontic force application on the pulpal tissue respiration rate in the human premolar, *Am J Orthod,* Vol.77, No.4, pp.368-378, 1980
DOI: http://dx.doi.org/10.1016/0002-9416(80)90103-7

[14] M. Ikawa, H. Komatsu, K. Ikawa, H. Mayanagi, H. Shimauchi, Age-related changes in the human pulpal blood flow measured by laser Doppler flowmetry. *Dent Traumatol* Vol.19, No1, pp.36-40, 2003
DOI: http://dx.doi.org/10.1034/j.1600-9657.2003.00120.x

[15] S. S. Park, Involvement of TRPV1 in the Heat-induced Vasodilation in Feline Dental Pulp, *Graduate school kyungpook national university,* 2008

[16] M. J. Caterina, M. A. Schumacher, M. Tominaga, T. A. Rosen, Levine JD, Julius D. The capsaicin receptor:a heat-activated ion channel in the pain pathway, *Nature* Vol.398, pp.816-824, 1997

[17] M. J. Caterina, D. Julius, The vanilloid receptor:a molecular gateway to the pain pathway, *Annu Rev Neurosci* Vol.24, pp.487-517, 2001
DOI: http://dx.doi.org/10.1146/annurev.neuro.24.1.487

[18] S. Tanaka, K. W. Barron, M. J. Chandler, B.

Linderoth, R. D. Foreman, Low intensity spinal cord stimulation may induce cutaneous vasodilation via CGRP release, *Brain Res*. Vol.896, No1, pp.183-187, 2001
DOI: http://dx.doi.org/10.1016/S0006-8993(01)02144-8

[19] J. H. Woo, Involvement of TRPV1 in the Capsaicin-induced Vasodilation in Feline Dental Pulp, *Graduate school kyungpook national university*. 2006.

[20] M. L. Ahlquist, O. G. Franzén, Inflammation and dental pain in man, *Endod Dent Traumatol,* Vol.10, No.5, pp.201-209, 1994
DOI: http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-9657.1994.tb00070.x

[21] P. Kemppainen, H. Leppänen, E. Jyväsjärvi, A. Pertovaara, Blood flow increase in the orofacial area of humans induced by painful stimulation, *Brain Res Bul*l, Vol.33, No.6, pp.655-662, 1994
DOI: http://dx.doi.org/10.1016/0361-9230(94)90229-1

[22] G. Yosipovitch, K. Fast, J. D. Bernhard, Noxious heat and scratching decrease histamine-induced itch and skin blood flow. *J Invest Dermatol,* Vol.125, pp.1268-1272, 2005
DOI: http://dx.doi.org/10.1111/j.0022-202X.2005.23942.x

박 민 경(Min-Kyoung Park) **[정회원]**

- 2009년 2월 : 경남대학교 일반대학원 교육학과 (교육학석사)
- 2011년 2월 : 경북대학교 치의학전문대학원 치의학과 (치의학박사수료)
- 2012년 3월 ~ 현재 : 경운대학교 치위생학과 교수

<관심분야>
구강생물학