

Pulse Oximeter를 이용한 치수생활력측정

구본경 · 이제호 · 이종갑

연세대학교 치과대학 소아치과학교실

국문초록

치수 생활력 검사시 전통적인 방법으로 전기치수검사나 온도변화검사 등이 있다.

EPT와 ice test 즉, 전기치수검사와 온도변화검사는 치아의 신경학적 반응에 의해 치아의 실활여부를 판단하는 방법으로 환자가 아동일때는 정확한 반응을 얻기가 어렵고, 환자의 주관적 반응을 판단해야 하므로 객관적이지 못하고, 소아 환자에게 좋지 못한 자극을 주어 행동 조절의 문제를 일으키며, 거짓 양성반응과 거짓 음성반응이 나올 수 있다는 등의 한계가 있다.

최근에는 전통적인 방법의 한계를 극복하려는 시도에서 혈관의 보전성을 평가하는 방법인 laser doppler flowmetry와 pulse oximeter를 이용하는 방법이 소개되고 있다.

Pulse oximeter의 원리는 두 가지 종류의 파장의 빛을 귀, 손가락등 생체의 말단에 투과시켜 발산된 빛과 감지된 빛간의 두 파장의 흡수비로 산소 포화 정도를 알아내는 것으로서 이에 착안하여 또 하나의 생체 말단인 치아에 이를 적용하여 치아의 실활 여부를 판단하는 것이다.

이 보고에서는 치수 생활력 검사시 pulse oximeter의 사용 가능성에 대해 검증하고 이의 임상적용에 대해 기초적 자료를 제공하고자 함을 목적으로 했는데 생활치에서는 평균 96.3%의 산소 포화도를 실험치에서는 평균 0.0%의 산소 포화도를 얻어냄으로서 pulse oximeter가 치아의 실활여부 판단에 있어 유용한 진단도구로서의 가치가 있다는 것이 밝혀졌다.

주요어 : 치수 생활력, Pulse oximeter

I. 서 론

적지 않은 수의 환자가 치아의 외상성 손상으로 치과에 내원하고 특히, 간질등 장애 환자의 경우나 운동을 좋아하는 아동의 경우 그 비율은 훨씬 높다. 치아 외상의 발생 시 무엇보다도 중요한 것은 치아의 실활여부의 정확한 진단을 바탕으로 한 적절한 치료이다.

치아 외상의 호발 부위는 상악 절치이고 호발 연령은 2~4세, 8~10세로써 막 걸음마를 시작할 때와 학령기를 시작할 때이다. 발생 빈도는 유치열기에서는 악안면외상의 30% 정도이고 영구치열에서는 악안면외상의 22% 정도를 차지하며 호발 양상은 유치열에서는 치주 조직의 외상으로서 진탕 또는 불완전 탈구가 호발 하고, 영구치열에서는 치아 경조직의 외상으로 서 법랑질과 상아질의 파절이 호발한다^{1,2)}.

진단을 위해서는 먼저 전신 병력과 치과 병력등의 문진 후 시진, 타진, 동요도 검사, 치수 생활력 검사 등을 시행한다. 마지

막으로 방사선 사진으로 최종 진단을 내리고 그에 따른 적절한 치료계획을 세우게 된다. 치수 침범이 명백하지 않은 경우 적절한 치수생활력 검사를 통해 치아의 실활 여부를 판단하여 그에 따른 치료를 하는 것은 외상 입은 치아의 예후에 많은 영향을 끼치게 된다.

외상을 입은 치아의 치수생활력에 영향을 주는 요인으로는 치근의 발육 정도, 외상의 종류등이 있는데 치근의 발육 정도가 미성숙 할수록 예후가 좋고 함입일 경우 가장 예후가 좋지 않은 것으로 알려져 있다(Table 1)¹⁾.

치수생활력 검사법에는 크게 신경학적 반응을 검사하는 방법과 혈관의 보전성을 검사하는 방법이 있다. 신경학적 반응을 검사하는 방법에는 기존에 많이 이용하고 있는 온도변화 검사, 전기치수 검사, 외동 형성 검사, 국소마취 검사등이 있으며 혈관의 보전성을 검사하는 방법에는 laser doppler flowmetry, dual wavelength spectrophotometry, pulse oximeter를 이용한 방법등이 있다³⁾.

상악 절치부의 혈액 공급은 위치조상악 동맥의 앞가지가 각 치아의 치수강내로 들어가 capillary plexus를 이루게 된다. 이 plexus는 arterio-venous shunt로서, 혈류의 흐름을 조절하는 기능을 한다. Plexus를 순환한 혈액은 pterygoid plexus로 이어진다^{4,5)}.

신경 섬유는 기본적으로 혈관과 같다. 삼차 신경이 상악 가지로 갈라진 후 앞위치조 신경이 상악 절치부를 지배한다. 치아에는 혈관 수축과 혈관 확장을 담당하는 무수 신경과 통증 자극을 담당하는 유수 신경의 두 가지 신경이 함께 존재한다^{4,5)}.

통상의 방법인 신경학적 반응을 검사하는 방법에는 몇가지 한계점이 있는데 온도 변화 검사시 생활력 있는 인접치의 반응에 의해 그리고, 전기 치수 검사시 전류가 치은 조직이나 치주 인대로 흘러 거짓 양성반응이 일어날 수 있다는 점이 있고 석회화 변성 치아나 외상을 입은 치아 그리고 미성숙 치아에서 거짓 음성반응이 일어날 수 있다. 또한 전기 자극등의 좋지 못한 자극으로 인해 소아 환자 등에서 행동 조절에 문제를 일으킬 수 있고 환자의 주관적 반응에 의지해야 하므로 객관적이지 못하다^{3,6)}.

1973년 Bhasker와 Rappaport는 외상 후 건전한 신경의 흐름 없이도 혈류공급이 정상적인 치아에 대해 보고한 바 있고⁷⁾, Goho 등도 직접적인 치수강내 혈류 순환의 측정만이 진정한 치수 생활력을 판단할 수 있는 기준이라고 발표한 바 있다⁸⁾.

최근에는 치수 생활력 검사에 혈관의 보전성을 측정하는 방법들이 소개되고 있다. Laser Doppler flowmetry를 사용하는 방법의 원리는 치아에 조사된 파장 즉, 빛이 적혈구와 닿아서 Doppler shift를 일으킨 후 산란될 때 그것을 인지해 혈류의 흐름을 알아내는 것이다. 그러나 단점으로 고가와 재현성의 부족, 그리고 측정 기구 자체가 움직임에 민감하다는 점등을 들 수 있다^{8,9)}. Dual wavelength spectrophotometry의 원리는 기본적으로 pulse oximeter의 원리와 같으나 아직 실험실 상에서만 연구되고 있다^{3,10)}.

Pulse oximeter는 의식 하 진정을 시행하는 병원이나 전신 마취 하에 수술을 하는 병원에서는 환자의 생징후를 관찰하기 위해 기본적으로 필요한 장비로서 비교적 사용방법도 간편하다.

Pulse oximeter의 원리는 660nm의 파장을 가진 붉은색 가시광선과 940nm의 파장을 가진 적외선, 두가지 빛을 이용한다. Oxyhemoglobin은 deoxyhemoglobin에 비해 붉은색의 가시광선을 덜 흡수하고 반대로 deoxyhemoglobin은 oxyhemo-

globin에 비해 적외선을 덜 흡수하는 성질을 가진다. 심장의 수축기에는 동맥에서 조직으로의 혈류의 흐름이 있는데 그 양이 점점 많아지므로 oxyhemoglobin과 deoxyhemoglobin의 양 또한 많아지게 된다. 따라서 붉은색 가시광선과 적외선의 흡수량 또한 최고조에 달하게 된다. 그 반대로 심장의 이완기에는 대부분의 혈액이 정맥, 또는 조직에 남아있게 되어 두 빛의 흡수량은 줄어들 뿐만 아니라 동맥이 아닌 정맥, 조직, pigmentation 등 주위 환경으로부터 빛을 흡수하게 된다. 산소포화도는 붉은색 가시광선과 적외선의 흡수비로부터 계산해 내는데 이 수축기와 이완기, 두 시기의 차이가 이를 가능하게 한다^{11,12)}.

본 보고에서는 몇가지 증례와 문헌 고찰을 통해 제시된 치수 생활력 검사시 pulse oximeter의 사용 가능성에 대해 검증하고 이의 임상적용에 대해 기초적 자료를 제공하고자 한다.

II. 실험재료 및 방법

근관 치료 경험이 없는 25~30세의 성인 10명의 완전히 성숙된 상악 우측 중절치와 근관 치료 경험이 있는 26~28세 성인의 실험된 상악 우측 중절치를 실험 대상 치아로 했다. 치아 선택의 기준은 색 변화가 없고, 동요도도 없으며 우식증이 없는 치아로서 치근단 방사선 사진을 통해 근관치료의 유무를 확인하였다. 단, 근관 치료가 되어 있는 치아는 PFM이나 PFG등 metal crown으로 수복되지 않고 composite resin으로 근관 입구만 충전되어 있는 치아 중 선택하였다.

각각의 치아에 대해 전기 치수 검사, 온도 변화 검사, 동요도 검사, 타진 검사를 시행 후 pulse oximeter로 산소 포화도를 측정하였고 대조군으로서 피실험자의 손가락과 귀로부터 전신적인 산소포화도를 측정하여 기록하였다.

Pulse oximeter는 Nellcore사의 Symphony N-2000을 사용했고 치아의 산소 포화도 측정은 ear probe를 이용하였다 (Fig. 1, 2, 3).

III. 결 과

생활치군은 모든 피실험치에서 전기 치수 검사, 온도 변화 검사는 양성 반응을, 동요도 검사와 타진 반응에서는 음성 반응을 보였으며 평균 산소 포화도는 96.3%를 보였다. 실험치군은 모든 피실험치에서 전기 치수 검사, 온도 변화 검사, 동요도 검사 및 타진 반응 모두에서 음성 반응을 보였고 평균 산소 포화도는

Table 1. Prevalence of pulp necrosis according to the type of luxation of permanent teeth.

Type of luxation	No. of teeth	No. with pulp necrosis
Concussion	178	5 (3%)
Subluxation	223	14 (6%)
Extrusive luxation	53	14 (26%)
Lateral luxation	122	71 (58%)
Intrusive luxation	61	52 (85%)

from ANDREASEN & VESTERGAARD PEDERSEN(163) 1985

Table 2.

	생활치군(n=10)	실험치군(n=3)
전기 치수 검사	all +	all -
온도 변화 검사	all +	all -
동요도 검사	all -	all -
타진 검사	all -	all -
산소포화도(치아)(mean)	96.3 %	0.0 %
산소포화도(손가락/귀)(mean)	97.4 %	99.9 %



Fig. 1. Nellcore사의 Symphony N-2000.

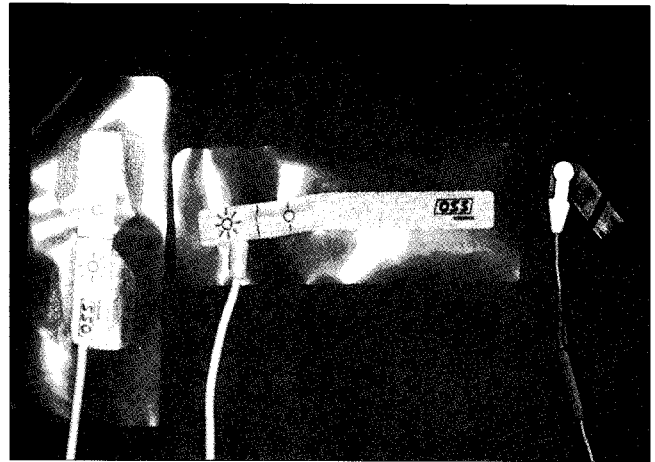


Fig. 2. 여러 종류의 pulse oximeter probe (본 연구에서는 오른쪽 끝의 ear probe 이용).



Fig. 3. pulse oximeter로 치아의 산소 포화도를 측정하는 모습.

0.0%였다(Table 2).

IV. 총괄 및 고찰

외상 입은 치아의 치료시 치수 생활력의 판단은 그 치아의 치료에 있어 가장 중요한 요소이다.

많은 치과사들이 통상적으로 치아의 생활력을 혈류의 흐름이 아닌 신경 섬유에 의한 건전함을 판단 기준으로 해왔으나 Bhasker와 Rappaport⁷⁾, Goho⁶⁾ 등은 그의 부당성에 대해 보고한 바 있다.

본 증례에서는 생활치와 실패치간의 산소 포화도의 차이를 살핌으로서 혈류의 흐름을 판단해 pulse oximeter를 치아 생활력 판단의 진단 도구로서 사용할 수 있음을 밝히려고 했다. 생활치의 실험에서는 통상의 치아 생활력 판단 방법인 전기 치수 검사, 온도 변화 검사등 신경학적 방법에서 양성 반응을 보여 치아가 생활력이 있다는 것은 물론, 산소 포화도의 측정에서도 평균 96.3%의 산소 포화도를 나타내 pulse oximeter가 생활력이 있는 치아에서 혈류의 흐름을 정상적으로 인지함을 보여

주었다. 반대로 실패치의 실험에서는 전기 치수 검사, 온도 변화 검사는 음성 반응을 보여주었고 산소 포화도도 0.0%를 나타내었다.

피실험자의 손가락과 귀에서 측정된 전신적인 산소 포화도(대조군)는 생활치군에서 97.4%, 실패치군에서 99.9%를 보여 생활치에서 측정된 산소 포화도와는 다른 높은 값을 보였는데 그 이유에는 여러 가지가 제시된 바 있는데 다음과 같다. Cutt Goho는 범랑질 prism과 상아질에 의해 생기는 적외선의 회절때문에 산소 포화도가 떨어지게 얻어진다고 보고한 바 있고⁶⁾, Fein 등은 빛이 치은을 통과하며 산란되어 치아에서 더 적은 값의 산소 포화도가 얻어진다고 보고했다¹³⁾. Schnettler 등은 xenon arc lamp하에서 측정 시 그 빛을 완전히 차단하지 않으면 측정치에 오류가 생길 수 있다고 하였고 또, 흡연자에서 보이는 혈중 carbon dioxide도 측정치에 오류를 발생시킨다고 보고했다³⁾. 그 외에도 본 연구에서는 ear probe를 이용했으나 치아에 맞게 변형된 probe를 사용하지 않았기 때문에 probe의 확실한 고정이 문제가 되어 위와 같은 결과가 나왔을 것이라고 예상할 수 있다.

통상의 치아 생활력 검사 방법인 신경학적 검사방법의 한계에는 서론에서 서술했듯이 거짓 양성 반응, 거짓 음성 반응, 행동 조절의 문제, 객관성이 결여 됐다는 점등이 있다. 반면에 pulse oximeter를 사용한 치수생활력의 검사는 불유쾌한 자극도 없고 환자의 주관적 판단을 제외하고 객관적인 수치를 사용해 판단한다는 점등에서 이점이 있다. 피사에 있어 신경 섬유와 혈관중 어느 것이 더 저항성이 높은가 하는 문제에는 의견이 분분하나 Fuss등은 치수의 신경 섬유가 혈관에 비해 피사에 좀더 저항성이 큰데 이는 외상입은 치아에서 거짓 양성 반응을 나타낸다고 하였다¹⁴⁾.

Pulse oximeter는 빛을 이용해 산소포화도를 측정한다. 따라서, 진단하고자하는 치아가 만약 PFM, PFG등으로 씌워져 있다면 빛이 금등 금속을 투과하지 못하므로 이러한 치아에 대해서는 pulse oximeter로 치아 생활력 검사가 불가능하다.

본 연구에서는 이미 확인된 생활치와 실패치에 있어서 pulse

oximeter의 검증 능력을 평가해 보았다. 향후 치아의 생활력 측정에 적합하도록 고안된 probe의 개발과 함께 외상입은 치아의 장기적인 추적검사, 치아 성숙단계에 따른 측정치에 대한 연구 등 많은 연구가 행해진다면 pulse oximeter를 사용해 치아 생활력을 판단할 수 있는 표준화된 기준이 개발될 수 있을 것이다.

V. 요약

Pulse oximeter를 사용한 치수 생활력 검사에서 생활치는 평균 96.3%의 산소 포화도를, 실활치는 모두 0.0%의 산소 포화도를 나타내었다. 이상의 결과를 보았을 때 pulse oximeter는 생활치와 실활치의 판별이 가능한 진단 도구로서의 유용성이 있다.

앞으로 적절한 치과용 probe의 개발과 함께 임상연구가 이루어진다면 치수 생활력 검사시 통상의 신경학 적 검사에 따른 방법보다 더 객관적이고 정확한 결과를 얻을 수 있을 것이다.

참고문헌

1. Andreasen JO, Andreasen FM : Textbook and Color Atlas of Traumatic Injuries to the Teeth (3rd edi.) : 151-155, 171-175, 351
2. 대한소아치과학회 : 소아·청소년 치과학 : 441-446
3. Schnettler JM, Wallace JM : Pulse Oximetry sa a Diagnostic Tool of Pulpal Vitality. J of Endodontics 17:488-490, 1991
4. Ingle JM : Endodontics : 253-261
5. 정인혁 : 사람해부학 : 222, 227
6. Goho G : Pulse oximetry evaluation of vitality in primary and immature permanent teeth. Pediatric

- Dentistry 21(2):125-127, 1999
7. Chamber IG : The role and methods of pulp testing in oral diagnosis:a review. International Endodontic Journal 15:1-14, 1982
8. Ramsay DS, Artun J, Martinen SS : Reliability of Pulpal Blood-flow Measurments Utilizing Laser Doppler Flowmetry. J of Dental Reserch 70(11):1427-1430, 1991
9. Rowe AHR, Pittford TR : The assessment of pulpal vitality. International Endodontic Journal 23:77-83, 1990
10. Nissan R, Trope M, Zhang CD, Chance B : Dual wavelength spectrophotometry as a diagnostic test of the pulp chamber contents. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 74:508-14, 1992
11. Alexander CM, Teller LE, Gross JB : Principle of Pulse Oximetry:Theoretical and Practical Considerations. International Anesthesia Reserech Society 68:368-376, 1989
12. Noblett WC, Wilcox LR, Scamman F, Johnson WT, Ana Diaz-Arnold : Detection of Pulpal Circulation In Vitro by Pulse Oximetry. The American Association of Endodontists 22:1-5, 1996
13. Fein M, Gluskin A. Goon W : Evaluation of optical methods of detecting pulp vitality. J Biomed OPTics 2:58-73, 1997
14. Fuss Z. Trowbridge H. Bender I : Assessment of reliability of electrical and thermal pulp testing agents. J Endodontics 12:3011-305, 1986

Abstract

**PULSE OXIMETER
AS A DIAGNOSTIC TEST OF PULP VITALITY**

Bon-Kyung Koo, D.D.S., Jae-Ho Lee, D.D.S., Ph.D., Jong-Gap Lee, D.D.S., Ph.D.

Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Yonsei University

Traditionally, EPT and thermal tests were used as diagnostic methods for pulp vitality test.

The thermal and electrical stimulation tests are the methods to determine the vitality of a tooth based on its neuronal response. These have certain limitations, one of them is the difficulty of approaching the correct result in case of treatment of children. The reason is management problem caused by the unpleasant stimulation. Also, the response from patients are not objective, and false positive or false negative could be happened.

Recently, laser doppler flowmetry and pulse oximeter which evaluate vascular integrity are introduced in an effort of overcoming to limitation of traditional methods.

The principle of pulse oximeter is to find out level of oxygen saturation by ratio of the two pulses between emitted light and detected light penetrating them to the termination of body, such as ears or fingers. From this point of view, it can be applied to a tooth to determine its vitality.

The objective of this study lies mainly on varifying pulse oximeter as a method of determining tooth vitality and providing basic data of its clinical implementation.

The result of the research showed that level of oxygen saturation in vital teeth was average of 96.3% and 0.0% in pulpless teeth. As a comprehensive result, pulse oximeter could be an useful diagnostic equipment in determining of tooth vitality.

Key words : Pulp vitality, Pulse oximeter