대한소아치과학회지 : Vo. 23, No. 4, 1996

생징후감시를 위한 Pluse oximetry에 대한 임상적 고찰

부산대학교 치과대학 소아치과학교실

김 신 · 정태성 · 박용현

Abstract

A CONSIDERATION ON THE PULSE OXIMETRY FOR VITAL SIGN MONITORING

Shin Kim, Tae Sung Chung, Yong Hyun Park

Dept. of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Pusan National University

For the purpose of assessing the utility and cautionary aspects of pulse oximetry of which use is rapidly increased, it was applied to the maladaptive child patients with sedative drugs and evaluated the results.

When pulse oximeter was used alone for vital sign monitoring, it was thought impossible to exclude the false alarm or false silence by various causes. To minimize or remove these misunderstanding, operators should have a extensive knowledge not only on the factors affecting the operation of this apparatus but also on the potential of misoperation.

To review the present status of increasing risk of hypoxia during the sedation, it was thought unreasonable to solely depend upon this apparatus for vital sign monitoring. By combining with more accurate and auxiliary monitoring devices, pulse oximetry will be of greater value and can meet the clinical needs and conveniences.

I. 서 론

어린이를 위한 치과임상에서 진정요법의 활용도가 증가함에 따라 생징후감시의 필요성도 함께 증가하고 있다. 생징후감시란 생리적 기능의 상태를 평가하기 위해 특별한 organ system data의 지속적인 관찰로 정의될 수 있다. 생징후감시의 목적은 정상에서 어떤 변이가 있는지를 인지하고 병적상태가 계속 일어나기 전에 corrective therapy가 수행될 수 있도록 하는 것이다. 이상적인 생징후의 측정은 지속적으로 진행되고, 신속 정확히 인지될 뿐 아

니라, 믿을 만하고 편리하여야 한다[1,2].

소아진정요법중에 감시가 필요한 주요기관은 중추신경계, 심혈관계, 순환계이다. 이들 중 소아환자를 위한 감시중 가장 중요한 것이 순환계에 대한 생징후 감시이다. 진정요법중의 생징후감시를 위해서 지금까지 사용된 방법으로는 심전도(ECG), 흉부청진음(precordial stethoscope), 자동혈압계(automatic sphygmomanometer), 맥박산소분압계(pulse oximeter) 등을 들 수 있다. 그러나, 이들 방법중 현실적인 측면을 이유로 가장 선호되는 것은 말초의 산소분압을 측정하는 Pulse oximetry라 할 수 있다[1-3].

Pulse oximeter의 작용기전은 말초동맥혈관내의 포화헤모글로빈(saturated hemoglobin)과 불포화헤모글로빈(desaturated hemoglobin)이 빛을 흡수할 때 나타나는 포화도의 상대적 차이를 감지함으로써, 말초혈류의 산소분압을 측정하고 저산소상태를 조기에 알려준다[4].

이 계기의 장점은 사용이 간편하고, 이동이 용이하며, 시술중에도 술자가 환자의 상태를 직접 확인할 수 있을 뿐 아니라 미리 입력된 기준치에 부합되지 않을 경우에는 경고를 통하여 술자가 그에 따른 즉각적인 조치를 취할 수 있도록 도와준다[1]. 그러나, 이러한 경고기능의 작동시 종종 오작동이 일어나므로 이에 대한 세심한 주의가 필요하다. 경고기능에 있어서 오작동 (false alarm / false silence)이 일어나는 이유로는 환자의 움직임, 저체온증, 주변의 불빛, 혈류내 헤모글로빈치의 이상, 피부의 반점, nail varnish나 acrylic nails, 국소적인 혈류이상 등과 관련된 생리적 요인 등이 있다[5-8].

따라서 본 연구는 활용도가 점증하고 있는 Pulse oximeter를 실제 임상적용시 주의해야 할 사항과 운용상의 문제점들을 검토할 목적으로 치과적 행동에 문제를 보이는 일부 아동에게 진정요법과 함께 이를 적용한 결과 다소의 지견을 얻게 되었다.

Beeby 와 Thurlow[5]는 motion artifact로 인해서 치과치료를 받은 30명의 아동중 4명에서 Pulse oximeter의 사용이 유용하지 않다고 보고하였다. 그래서, 이 장치와 함께 ECG analysis를 병용하는 것이 이러한 문제를 해결할 수 있다고 제시하였다.

Wilson 등[9]은 10명의 아동에서 40mg/kg chloral hydrate 와 2mg/kg hydroxyzine으로 진정요법을 시행한 경우 감지된 불포화의 경고음의 약 90%는 진정요법중의 환자의 움직임 때문이라고 보고하였다. 이의 상관관계는 술자와는 무관하게 환자의 상태를 관찰하는 관찰자에 의한 생징후 감시에 의해서 결정되었다.

Langton 등[10]은 venous occlusion과 cold-induced peripheral vasoconstriction에 대해서 4종류의 pulse oximeter를 비교하여 보고하였다. 저산소증을 감지하는 시간의 현저한 증가가 보였을 뿐, 기계간의 측정시간의 차이는 없었다. 그래서, 현재 연구되고 있는 대부분의 pulse oximeter는 믿을 수 있으며, 정확하게 기능을 한다고 보고하였다.

Andrew 등[8]은 수술시에 무영등의 불빛이 sensor에 영향을 주게 되면 임상적으로 청색증이 있음에도 불구하고, Pulse oximeter는 100%의 포화도를 나타낸다고 보고하였다. 이것을 일으킬 수 있는 불빛은 일반적인 불빛이 아니라 진동의 성향을 지니고 있는 강한 불빛이 이러한 오작동을 나타낸다고 보고하였다. 그래서, 진정요법중 직접 환자를 관찰하는 것이 중요하다고 강조했다.

Cofe 등[7]은 각각 다른 색깔의 nail polish가 산소포화도의 측정에 미치는 영향에 대해 보고하였는데, 푸른색, 초록색은 산소포화도의 상당한 감소를 보였고, 검은색은 중간정도의 감소를 보였으며, 빨간색 혹은 자주색은 약간의 감소를 보이거나 거의 감소를 보이지 않는다고 보고하였다. 그러나, 일반적으로는 nail polish는 생징후감시전에 제거되어야 한다고 하였다.

John 과 Michael[3]은 이 계기에 대한 저혈압과 혈관수축시의 영향에 대해 다음 5가지를 보고하였다. 첫째, 이 장치는 민감하여 혈압이 너무 낮아 적절한 조직혈류를 공급할 수 없을 때에도 맥박을 감지할 수 있으며, 두번째로 SPO_2의

감소는 낮은 혈압이나 혈관 수축시의 맥박은 있으나 흐르지 않는 동맥혈의 산소를 손가락이 소모함으로 인하여 나타날 수있으며 세번째, 혈관수축은 oximeter의 저혈압 역치를 증가시키는데 중요하게 작용한다. 네번째로 oximeter의 실패는 맥압이 낮을 때, 높은 수축기 혈압에서 일어나며 다섯번째는 심한 저혈압이나 혈관수축시의 포화도를 얻기 위해 oximeter의 민감도를 증가시키려는 노력은 반대의 결과를 가져올 수도 있는데, 이것은 종종 동맥산소 포화도를 낮춘 자료를 산출할 수 있기 때문이다.

Goodson 과 Moore[11]는 진정요법으로 인한 생명 위협적인 여러 경우를 소아치과학회에 발표했는데, 이것이 비록 과량의 약물에 의해 morbidity와 mortality가 야기되지만 정밀조사 결과 저산소증을 야기하는 호흡곤란이 죽음이나 치명적 결과를 초래하는 일반적인 요인임을 보고했다.

Moore 등[6]은 60mg/kg chloral hydrate와 50 % N_2O/O_2로 진정된 아동의 25%에서 명확한 조절이 불가능함을 보고하였으며 Houpt 등[12]은 50mg/kg chloral hydrate와 50% N_2O/O_2를 포함한 일부의 진정요법으로 시술도중 부분적인 기도폐쇄와 함께 일시적인 호흡감소가 나타남을 보고했다.

Mueller 등[13]은 진정요법을 시행한 소아치과 환자에서의 oxygenation을 평가하였다. alphaprodine이나 chloral hydrate와 50% N_2O/O_2로 진정된 아동의 대부분이 생리학적으로 수용가능한 수준보다 낮은 oxyhemoglobin을 함유하고 있다는 것이 보고되었다. 이 사실은 충분한 O_2 mixture가 보충될 경우에도 아동은 저산소증에 빠지 수 있다는 사실을 암시할 뿐 아니라 생징후나 mucosal color의 변화를 인지할 수 없을 경우에도 저산소증이 진행될 수 있으므로 매우 중요하다고 보고하였다.

II. 연구재료 및 방법

본 연구는 1996년 7월 부터 1996년 9월까지 부산대학교 병원 소아치과에 내원한 4세 이상 7세 이하의 전신상태가 양호하며 치과적 행동에 문제가 있는 아동 20명을 대상으로 하였다. 약물요법(Pocral / Ucerax), N_2O 진정요법 및 양자의 병용요법을 사용하여 효과적으로 진정상태가 유도된 아동에게 국소마취후 러버댐으로 시술부에 대한 방습을 한 상태로 구강내 우식부위에 대하여 보존처치를 시행하였다. 시술중 생징후를 측정하기 위하여 우측인지 말단부에 Pulse oximeter (Microspan, BCI international)의 감지기를 부착하고, 말초동맥내의 산소분압에 대한 최저 수준을 95%로 정하여 그 이하가 될 경우 경고음이 울리도록 설정하였다.

III. 연구결과

대상아동 중 16명(80%)에서 시술 중 1회 이상의 경고음이 울렸으며, 예상가능한 원인으로는 환자의 갑작스런 움직임으로 생각되는 경우가 12명으로 가장 많았으며, 이외에 3명에서는 시술도중 러버댐의 파열로 구강내로 물이 들어가 호흡곤란 내지는 잠재적인 공포로 인해 신체를 비틀며 약간씩 움직인 경우로 판단되었으며, 실제 비강내 문제로 인한 구호흡 환자로 판명된 1명은 러버댐 시술로 인한 기도폐쇄로 저산소증이 나타났다. 그러나 시술중 자주 움직이거나 동통을 호소한 아동에서는 대부분의 경우 시술도중 수시로 경고음이 울려 시술시간이 지연되었다(표 1).

경고음이 나타나지 않은 4명의 아동중 2명은 시술도중 잠이 들었으며 나머지 2명은 치료에 매우 협조적인 아동이었다.

표 1. Pulse oxymetry 측정결과

경고음	인원수 (명)
0	4
1-5 회	13
5 회 이상	3

IV. 총괄 및 고찰

원래 pulse oximeter는 전신마취중의 생징후

관찰을 목적으로 의학분야에서 처음 사용되기 시작하였다. 그 외에도 6 개월 미만의 유아는 major desaturation event로 인한 사고율이 높으므로 저산소증을 조기에 발견할 목적으로 사용되며, 집중치료실이나 회복실 등에서 중환자나 술후회복중인 환자, 심혈관계 질환자 등에 대한 여러가지 유용한 정보를 얻는데 이용되고 있다[5,6,13,14].

치과임상에서는 1985년 Mueller 등[13]이 어린이를 진정요법으로 치료시 생징후를 관찰할 목적으로 처음으로 도입한 이후, 현재까지 소아마취나 장애아의 진료시 혈중 산소농도를 측정하기 위해 널리 사용되고 있다.

보통 소아치과에서는 술자 혼자 진정요법을 시행할 뿐 아니라 치과처치도 함께 시행하는 경우가 대부분이다. 이 경우 나타날 수 있는 문제점으로는 환자의 상태에 대한 지속적이고도 세심한 평가가 이루어지기 힘들다. 계속적인 주의를 하더라도 의복, 신체속박장치 때문에 진정된 아동의 미세한 신체 변화를 인지하기는 어렵다. 따라서 이러한 환자의 상태를 평가하기 위해서는 보조자가 필요하다.

아동에서 N_2O 진정요법하에서 시술시 산소포화도와 관련된 생리적 기전으로는 N_2O투여가 중단된 상태에서, 흡수된 N_2O가 혈액을 빠져나가 alveolar space까지 확산되면 혈액내 저산소증이 발생한다. N_2가 N_2O보다 혈액에 덜 용해되기 때문에 혈액내로의 N_2유입은 N_2O의 배출보다 천천히 나타나게 된다. 이것은 폐포내부의 산소농도를 희석시켜 동맥혈내의 산소포화도를 낮춘다. N_2O의 최대배출은 투여중지로부터 3-5분후에 발생한다. 통상적으로 임상에서는 이 시기의 확산성 저산소증(diffusion hypoxia)을 예방하기 위해서 일정시간 동안 100 % 의 O_2를 공급한다[2,4,15].

저산소증은 일반적으로 마취중 생명에 중대한 위협을 가할 수 있는 주요원인이다. 저산소증이란 혈중 산소의 분압이 낮아진 상태를 말하며, 산소 공급결핍, 폐질환, 심혈관계 질환, 저환기, 무호흡, 기도폐쇄 등에 의해 야기될 수 있다. 저산소증은 소아환자에서 치과치료중 deep sedation동안 급속하게 나타날 수 있다. 특히 치과진정이나 성인 마취에서 죽음에 이르는 주요 원인임이 밝혀졌다. 동맥혈내 산소분압이 100에서 60mmHg로 감소할 경우 동맥혈내의 산소포화도는 96 % 에서 90 % 로 변화된다. 그러나, 소량의 산소포화도 변화마저도 어린 아동의 생리적 특성상 매우 위험한 신체적 상황을 야기할 수 있다[16].

소아치과 환자에서 저산소증의 발생은 거의 대부분 술자가 깨닫기전에 잠행성으로 진행되는 경우가 많아 이러한 위험성에 효율적으로 대처하기 위하여 Pulse oximeter와 함께 ECG analysis를 적용하는 것이 도움을 줄 수 있다. 또한 오작동의 가능성을 줄이기 위해 capnography와 병용하는 것이 도움을 줄 수 있는데 이를 이용하여 호흡기에 대한 지속적 관찰 결과 2가지 중요한 사실을 발견할 수 있다[17]. 첫째, 지속적인 CO_2농도에 대한 관찰로 호흡간의 공기흐름 여부를 알 수 있고, 기도폐쇄나 질식 등에 대한 정보를 알 수 있다. 둘째로 호흡말기의 이산화탄소 분압($P_{et}\ CO_2$)은 호흡의 깊이나 적절한 호흡을 평가할 수 있는 지표로서 작용한다. 이런 변화들을 호흡을 통하여 즉시 인지할 수 있는 capnography의 사용은 진정요법중에 나타날 수 있는 산소대사과정의 진행 이전에 미세한 변화까지도 인지하여 위험한 상황을 조기에 예방할 수 있다[17,18].

본 증례에서 Pulse oximetry는 말초동맥혈의 산소분압이 95 % 이하로 떨어질 경우 경고음을 발하도록 설정한 결과, 시술 중 1회 이상 경고음이 울린 경우는 환자의 갑작스런 움직임으로 인하여 발생한 것으로 생각되는 경우가 가장 많았으며, 이외에 시술도중 러버댐의 파열로 구강내로 물이 들어가 호흡곤란 내지는 잠재적인 공포로 인해 신체를 비틀며 약간씩 움직인 경우가 있었고, 실제 비강내 문제로 인한 구호흡환자로 판명된 1명은 러버댐 시술로 인한 기도폐쇄로 저산소증이 나타났다. 시술중 자주 움직이거나 동통을 호소한 아동에서는 시술도중 수시로 경고음이 울렸으나 러버댐으로 호흡곤란이 야기된 저산소증으로 생각된 한명의 아동을 제외하면 측정장치의 오작동에 기인 한 것으로 생각되었다. 또한 경고음이 나타나지

않은 아동은 시술도중 잠이들었거나 치료에 매우 협조적인 아동으로 나타났는데 이 경우에는 저산소증으로 인한 경고음이 나타나지 않은 것으로 보아 측정부위를 관절 등의 움직임이 없는 다른 부위를 이용하거나 측정부위에서 계기가 신체의 움직임에 영향이 적도록 고정을 할 수 있는 방법적인 연구가 더욱 필요할 것으로 생각되었다.

그러나, 대부분 경고음은 시술중 환자의 갑작스런 움직임등으로 인한 오작동으로 판단되었다. 또한 생각해 볼 수 있는 다른 원인으로서는 긴장에 의한 과환기를 들 수 있다. 그러나, 과환기의 경우 직접적인 호흡중추억제로 인한 호흡장애 등의 증상이 나타날 수 있으나, 본 증례들에서는 이러한 증상들을 관찰할 수 없었다.

V. 결 론

활용도가 점증하고 있는 Pulse oximeter를 실제 임상적용시 주의해야 할 사항과 운용상의 문제점들을 검토할 목적으로 치과적 행동에 문제를 보이는 일부 아동에게 약물을 이용한 진정요법과 함께 이를 적용한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

진정요법 시행중 Pulse oximeter 단독으로 생징후를 측정할 경우에는 여러 가지 원인에 의한 오작동(false alarm / false silence)의 가능성을 배제 할 수 없었다. 이러한 오류를 줄이기 위해서 Pulse oximeter의 오작동 가능성에 대한 인식 뿐 아니라 다른 생징후감시 계기의 병용 및 진정요법중에 Pulse oximeter에 영향을 주는 요인들에 대한 술자의 정확한 지식이 요구된다. 그러나, 치과임상에서 일반적으로 사용되는 진정요법이나 마취 등의 시술과정에서 술자는 시술중인 아동의 전신상태에 대한 평가시에 전문성이 결여된 상태로 시술을 하는 경우가 많다. 따라서 감시소홀로 인한 저산소증에 기인한 사고가 다발하고 있는 현실에서 볼 때, 이 계기를 단독으로 진정하의 소아에 대한 생징후 측정에 사용하는데는 다소의 문제점이 있다고 생각되었다. 그러나 다른 보조적 생징후 감시계기를 동시에 사용하여 정확성을 향상시킨다면 임상에서 진정요법하에서 소아에 대한 처치시, 간편하면서 객관적인 생징후의 감시목적을 충분히 달성할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

1. John W. Sveringhaus, Joseph F. Kelleber : Recent developments in pulse oximetry. Anesthesiology 76 : 1018-1038, 1992.
2. Jay A. Anderson, William F. Vann : Respiratory monitoring during pediatric sedation : pulse oxymetry and capnography. Pediatr. Dent. 10(2) : 94-101, 1988.
3. John W Severinghaus, Michel J. Spellman : Pulse oximeter failure thresholds in hypotention and vasoconstriction Anesthesiology 73 : 532-537, 1990.
4. Tamara Dunn-Russel, et al. : Oxygen saturation and diffusion hypoxia in children following nitrous oxide sedation. Pediatr. Dent. 16(2) : 88-92, 1993.
5. Beeby C., Thurlow A. C. : Pulse oximetry during general anesthesia for dental extractions. Br. dent. J. 160 : 123-25, 1986.
6. Moore D. A., et al. : Sedation in pediatric dentistry : a practical assessment procedure. J. Am. Dent. Assoc. 109 : 564-69, 1984.
7. Cote C. J., et al. : The effect of nail polish on pulse oximetry. Anesth Analg 67 : 683-686, 1988.
8. Andrew B., et al. : Falsely normal saturation reading with the pulse oximeter. Anesthesiology 67 : 830-831, 1987.
9. Wilson S. : Conscious sedation and pulse oximetry : false alarm ? Pediatr. Dent. 12 : 228, 1990.
10. Langton K., et al. : Comparison of four pulse oximeters : Effects of venous occlusion and cold-induced peripheral vasocon-

and cold-induced peripheral vasoconstriction. Br. J. Anaes. 65 : 245-247, 1990.
11. Goodson J. M., Moore D. A. : Life-threatening reation after pedodontic sedation : an assessment of narcotic, local anesthetic, and antiemetic drug interaction. J. Am. Dent. Assoc. 107 : 239-245, 1983.
12. Houpt M. I., et al. : Comparison of chloral hydrate with and without promethazine in the sedation of young children. Pediatr. Dent. 7 : 41-46, 1985.
13. Mueller W. A., et al. : Pulse oximetry monitoring of sedated pediatric dental patients. Anesth. Prog. 32 : 237-240, 1985.
14. Andrew L. Ries, et al. : Skin color and ear oximetry. Chest 96 : 287-290, 1989.
15. Tim M. Verwest, et al. : Variables influencing hemoglobin oxygen desaturation in children during routine restorative dentistry. Pediatr. Dent. 15(1) : 25-29, 1993.
16. Daniel E. Becker : The respiratory effects of drugs used for conscious sedation and general anesthesia. J. Am. Dent. Assoc. 119 : 153-156, 1989.
17. Keener T., Phillips B. : Assessment of airflow in sleep. studies by oronasal CO_2 detection. Chest 88 : 316, 1985.
18. Charles J. Cote, et al. : A single-blind study of combined pulse oxymetry and capnography in children. Anesthesiology 74 : 980-987, 1991.