대한치과마취과학회지 : 2011; 11: 32～37

□ 증 례 □

정주진정 하에 매복치 발거 시 발생된 Pulsus Paradoxus (Severe Airway Obstruction) -증례보고-

단국대학교 치과대학 부속 치과병원 소아치과, *치과마취과

전새로미 · 김종수 · 김승오*

Abstract

Pulsus Paradoxus During Extraction of Impacted Tooth under Intravenous Sedation -A Case Report-

Saeromi Jun, Jong-Soo Kim, and **Seung-Oh Kim***

Department of Pediatric Dentistry and *Department of Anesthesiology,
Dental Hospital, Dankook University, Cheonan, Korea

Pulsus paradoxus has been defined as a decrease in systolic blood pressure (SBP) of 10 mmHg or more during inspiration. This report describes pulsus paradoxus detected by pulse oximetry during dental procedure.

Case: A 10 years old boy who had impacted mandibular premolar with malformation scheduled for extraction under intravenous sedation with Fentanyl and Propofol. The patient showed upper airway obstruction with stridor and pulsus paradoxus. Though pulsus paradoxus is generally critical condition, in this case, respiration and other vital sign was maintained comparatively well with care in administering oxygen and considerate monitoring of pulse oximetry and capnography.

Discussion: Noninvasive continuous monitoring of pulse oximetry allows recognition of pulsus paradoxus which can lead to serious problems. Clinicians should know very well about it and be able to manage of this kind of situation. **(JKDSA 2011; 11: 32～37)**

Key Words: Airway obstruction; Intravenous Sedation; Pulsus paradoxus; Sedation complication

극도의 불안을 나타내는 소아환자나 의사소통이 불가능한 유아의 경우 불량한 협조도에 의해 통상적인 행동 조절법을 모두 동원하여도 성공적인 치과치료가 불가능하다. 이러한 경우 약물 투여에 의한 진정요법이나 전신마취를 통한 치료가 이루어지게 된다. 진정요법은 환자 스스로가 기도를 유지하며 물리적인 자극이나 언어에 의한 지시사항에 대해 반응을 보일 수 있지만 심한 불안감이나 공포는 감소한 안정된 상태로 유도하여 내원 횟수의 감소와 양질의 치료 결과를 제공하는 장점이 있어 진료실에서 흔히 택하는 방법이다.

하지만 술자가 의도한 수준의 진정에서 벗어나 환아에게 호흡기능 저하와 방어반응 소실이 나타날 수 있으며 이 중에서도 상기도폐쇄와 이로 인한 저

원고접수일: 2011년 6월 10일, 최종심사일: 2011년 6월 17일
게재확정일: 2011년 6월 17일
책임저자 : 김승오, 천안시 동남구 신부동 산 7-1
단국대학교 치과대학 부속치과병원 치과마취과
우편번호: 330-716
Tel: +82-41-550-1863, Fax: +82-41-555-2329
E-mail: ksomd@dankook.ac.kr

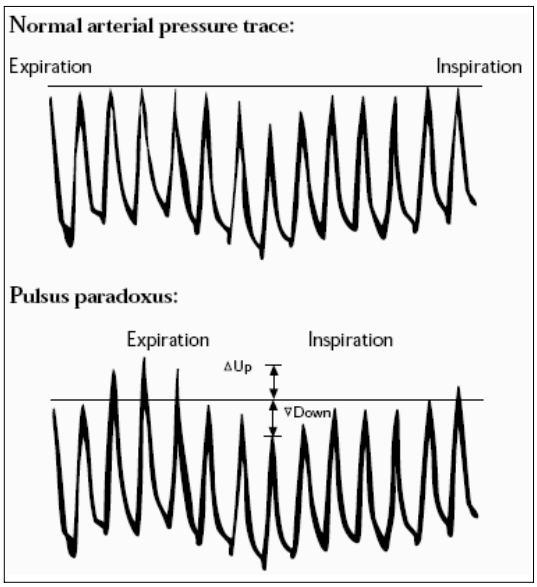

Fig. 1. Arterial pressure trace. PP의 발생은 흡기 시 맥압이 약해지고 호기 시 강하게 나타나며 주로 흡기 시에 유의하게 나타난다.

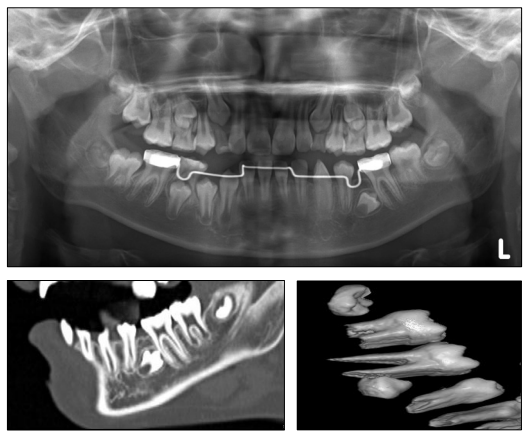

Fig. 2. 환자의 방사선 사진(파노라마, CT, 3D CT). 좌측 하악 제2소구치 치배가 저형성되어 있으며 맹출 된 제1대구치 근심치근을 향하고 있다.

산소증은 가장 빈번히 나타나는 부작용이다(Litman, 2002). 어린이는 특히 큰 두부와 작은 하악골, 작은 직경의 기도와 유연한 후두덮개, 큰 혀로 인해 기도 폐쇄의 위험성이 크다. 또한 산소보유량은 적기 때문에 호흡기적 문제로 인한 심장마비도 성인에 비해 빈번하다(Allen, 1992).

순환기에 있어서 호흡의 영향은 중요하게 인식되어 왔으며 호흡과 관련한 흉곽 내 압력의 변화에 의한 혈압의 저하는 1924년에 Gauchat과 Katz에 의해 처음으로 보고되었다(Gauchat and Katz, 1924). 정상적인 상태에서 동맥과 정맥의 혈압은 호흡주기에 따라 흡기에는 하강하고 호기에는 상승하는 형태로 변화한다. 하지만 호흡이 적절히 이루어지지 않아 호흡과 관련된 흉막의 압력이 변화하면 다른 흉곽 내 장기는 그 기능에 영향을 받지 않지만 흉곽에 들어오는 정맥과 나가는 동맥의 혈압 및 혈액의 양에 변화를 가져온다. 이 때 흡입 시 맥압이 약해지고 호기 시 강하게 나타나는데 이와 같은 증상을 pulsus paradoxus (PP)라 한다. 정상적인 상태에서는 흡기 시 수축기 동맥압은 10 mmHg 이내로 하강하고 정맥압의 하강을 동반하는데 비해 PP에서는 두 가지 차이점을 보인다. 첫째로, 동맥압이 10 mmHg 이상 감소되고, 둘째로, 흡기의 정맥압은 정체되거나 증가한다(Fig. 1). 이러한 변화는 무리한 호흡, Heart failure, pericardial tamponade, 심한 천식, 혈류량 저하, 기계적 환기에서 나타난다(Barach, 2000).

PP의 존재 혹은 부재는 진단적, 치료적으로 중요한 함축적 의미를 갖는다. 예를 들어, PP는 급성 천식환자에게 기도 폐쇄의 심각한 정도에 대한 객관적이고 비침습적인 지표이다. 게다가 PP는 pericardial tamponade와 급속한 혈류 저하의 발생을 예측할 수 있으며 심부전이나 혈류량 저하, 쇼크를 포함한 다른 상태와도 연관될 수 있어 임상적으로 매우 중요하다(Hamid, 2009).

저자들은 치과에서 발생이 드물던 PP가 최근 정주 진정 하에 매복치 발거 시 발생한 증례가 있어 이를 문헌 고찰과 함께 보고하는 바이다.

증 례

몸무게 39 kg, 신장 150 cm의 만 10세 4개월의 남자 환아의 하악 좌측 소구치가 형성 부전 및 맹출 장애로 인해 보존이 불가하여 발거가 계획되었다(Fig. 2). 환아의 협조도가 불량하여 정주 진정 하에 수술을 시행하기로 결정하였다.

환아의 활력징후는 정상범위였으며, 특기할만한 의과적 병력은 가지고 있지 않았다. 입원 당시에

Table 1. Vital Sign of Patient

	pre -OP	During OP (min)						
		5	10	15	20	25	30	35
H.R (BPM)	71	69	77	77	80	77	76	83
SBP	100	98	97	85	87	88	86	102
DBP	60	59	58	40	38	40	32	60
SpO_2 (mmHg)	99	99	99	99	97	96	97	99
$ETCO_2$ (mmHg)	38	33	46	37	31	53	48	41
R.R (bpm)	11	14	14	24	16	19	25	22

* H.R: Heart rate, SBP: Systolic blood pressure, DBP: Diastolic blood pressure, R.R: Respiratory rate, BPM: Beats per minute, bpm: breathes per minute.

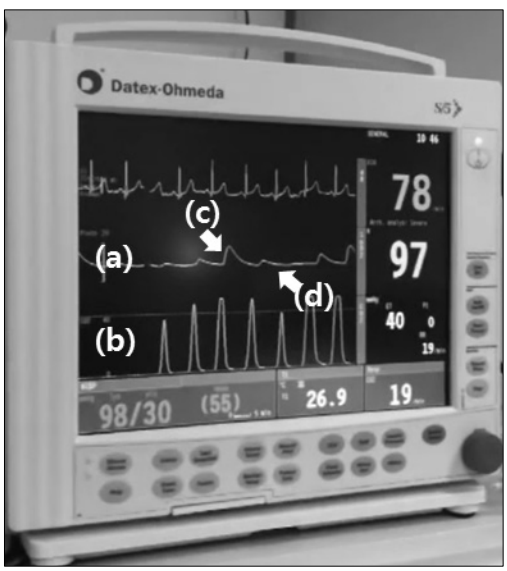

Fig. 3. Pulse oximetry. (a) pulse oximetry, (b) capnography, (c) 호기의 정상적 PS (d) 흡기의 감소하는 PS. 호흡주기에 따른 pulse strength (PS)의 현저한 크기변화가 관찰되어 PP가 발생했음을 알 수 있다.

시행한 혈액 검사 및 chest PA 사진에서도 이상이 없었으며 정상 범주내의 전신 상태와 구강상태를 나타냈다.

정주 진정에 관한 충분한 설명이 이루어진 후 서면으로 보호자의 동의서를 받았다. 환아는 수술 당일 금식 후 치료실에 도착하여 의료진이 치과시술의자에 눕힌 후 초기 진정을 위해 N_2O 50%를 흡입시킴으로써 안전하게 정맥로 확보를 실시하였다. 정맥로 확보 후 Fentanyl 25 μg을 500cc DW 용액에 희석하여 서서히 정맥주입하였고 Propofol을 Target Control Infusion (TCI)를 사용하여 혈중 농도가 2.5 μg/ml가 되도록 유지하였다. 진정 중 Nasal prong을 사용하여 산소를 추가투여하였고 pulse oximetry, capnography를 통한 신중한 관찰이 동반되었다.

투약 후 5분 후부터 환아는 Stridor과 함께 기이한 흉곽의 움직임을 보였고 치료 종료시까지 간헐적인 PP의 발생이 관찰되었다. 이는 혈압이 유지되는 한 지속적 감지가 되어야 하는 pulse oxymetry 상의 pulse strength (PS)로 탐지되었는데, 흡기 시 PS가 현저히 감소되고 호기 시 정상적으로 나타나는 분명한 형태의 호흡주기에 따른 혈역학적 변동으로 나타났다(Fig. 3).

술 중 생체 활력징후는 Table 1과 같이 나타났으며 SpO_2는 96−99 mmHg 범위에서 비교적 안정적으로 나타났다.

총 수술 시간은 35분이었고 환아는 9분 후 의식을 회복하였으며 1시간 후 특별한 문제없이 퇴원하였다.

고 찰

PP는 호흡 중 흡기 시 맥박의 비정상적인 변화를 일컬으며 흡입 시 맥박이 약해지고 호기 시 강하게 나타난다. PP의 생리적인 기전은 좌심실의 일회 심박출량의 변화와 호흡 주기 동안의 후부하와 관련있다. 흡기동안 흉부가 신장되어 흉곽 내 압력이 저하되고 우심방으로 돌아오는 정맥혈이 증가한다. 반대로 폐가 확장되어 폐의 맥관구조의 용량이 증

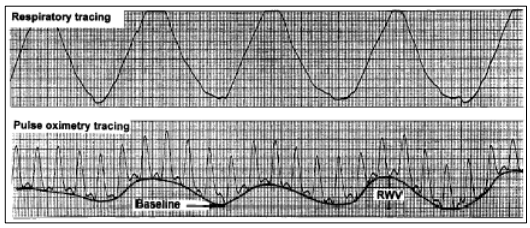

Fig. 4. Pulse oximetry tracing. 각 격자는 1 mm 간격이고 Base line을 연결하여 관찰되는 RWV의 6 mm의 넓이는 맥압의 10 mmHg의 차이에 근사하므로 RWV가 6 mm 이상의 수치를 보일 때 PP로 진단될 수 있다.

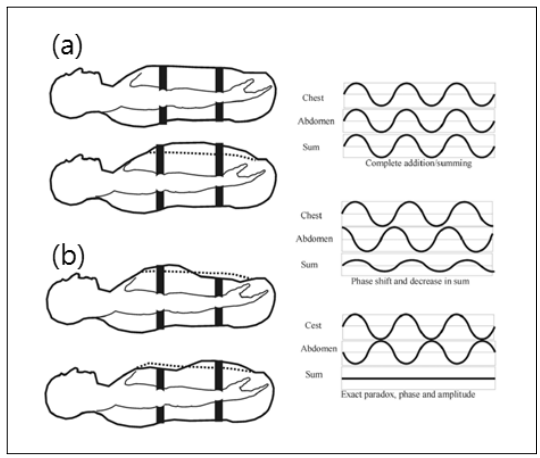

Fig. 5. Thoraco-Abdomenal Asynchrony (TAA). (a) normal, (b) TAA, 상기도 폐쇄로 인한 음압의 발생으로 흉곽과 복부의 기이한 움직을 보인다. 본 증례에서 (b)와 같은 움직임이 간헐적으로 나타났다.

가하고 따라서 혈액량도 증가한다. 이론적으로 우심방이 많은 양의 systemic venous blood를 받아들일 동안 폐정맥을 통해 좌측 심장으로 가는 정맥 혈량은 감소한다. 그러므로 이완기 말기 심실 내 중격은 왼쪽으로 변위되고 좌심실의 부피는 감소하여 그 결과로 심박출량이 급격히 저하된다(Shabetai, 1965).

PP는 1924년에 처음으로 정상적인 호흡에서 나타나는 율동적인 맥박이 그 크기를 잃는 것이 촉진으로 탐지되는 것으로 정의되었다. 당시에는 혈압을 기록할 수 있는 방법이 없었기 때문에 진단은 sphygmogram에 의해 이루어졌다(Gauchat and Katz, 1924). PP의 측정은 어려우며 특히 어린이에서 그러하다. 상기도 폐쇄를 측정하기 위한 표준 방법은 인두, 후두를 포함한 흉강 내 압력을 측정하는 것이다. 하지만 이 방법은 catheter와 ballon을 상기도와 식도 내에 위치시켜야 하기 때문에 침습적이고 쉽게 적용하기 힘들다(Ronald, 2002). Echocardiogram은 고가의 장비이고 전문적인 해석이 필요하며 시기 적절하게 적용되기 힘들다. 따라서 단순하고 쉽게 준비 가능하며 경제적이고 비 침습적인 방법으로 환자의 혈역학적 상태를 분석하는 방법이 선호되고 있다. Pulse oximetry의 파형을 이용한 분석은 쉽게 해석 가능하고 pulsus paradoxus를 탐지에 있어 신뢰도 높은 방법으로 평가된다(Tamburro, 2002) Pulse oxymeter는 적색의 빛을 내는 탐지기를 환자의 말단에 장착시 2개의 파장의 빛을 사용하여 말단부 hemoglobin의 산소 포화도를 측정한다. plethysmograph 파형은 교류(AC, alternating current)로 나타내어지는 pulsatile arterial blood volume에 의해 형성된다. 또한 말단의 관류를 반영하여 맥박 측정이 가능하다(Frey, 1998; Tina, 1999). pulse oximetry를 이용하여 호흡 파형을 비침습적이고 계속적으로 monitoring함으로써 기도 폐쇄와 관련해서 PP를 계속적으로 간단하게 인식할 수 있다. 이로 인해 임상가는 쉽게 얻을 수 없던 심각한 기도 폐쇄 환자의 객관적인 데이터를 얻을 수 있다(Fig. 4) (Arnold, 2010).

PP는 호흡기 질환과 관련하여 특징적으로 나타나며 이를 평가하는 중요한 임상적 지표가 된다. PP는 천식을 가진 환자에서 흔히 나타나는데 과거에는 이들에게서 PP는 순환의 비정상을 나타내는 것이 아니라 흉곽 내 음압을 나타낸다고 생각되었으며 어떤 면에서는 중요하다고 생각되지 않았다. 하지만 최근에 PP는 천식의 심각성의 척도로 여겨지고 있다(Martin, 1981). Croup의 증상과 징후를 가지는 아이들은 그렇지 않은 아이들과 비교했을 때 명백하게 더 높은 비율의 PP를 보였다(Dale, 1998).

본 증례에서 환아는 기이한 흉곽의 움직임을 보였다. 상기도 폐쇄가 발생하면 정상적으로 흡기 시 흉곽과 복부가 외부를 향해 움직이는 것과 달리 흉곽의 움직임이 지연되거나 복부는 외부를 향해 움직이지만 흉곽이 내부로 움직이는 기이한 형태로 나타났다(Fig. 5). 이 현상을 Thoraco-Abdomenal Asynchrony (TAA)라고 하며 이것은 성인의 COPD나 소

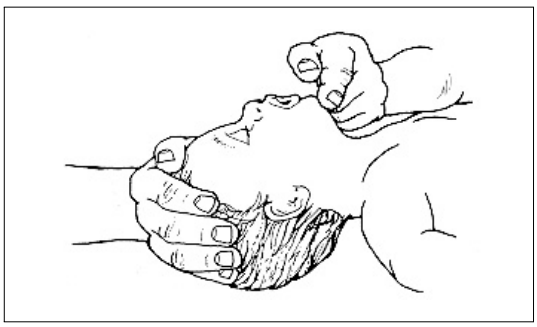

Fig. 6. Head tilt-chin lift. 두부를 기울이고 턱을 들어 올려 기도를 유지하며 치료를 시행해야 한다.

아의 바이러스성 croup으로 기인한 급성 상기도폐쇄 심각성을 평가하는데 사용된다(Litman, 2002).

모든 진정제의 부작용은 그 양과 관련하여 환기를 저하시키는 것이다. 마취제는 대사와 CO_2 발생을 저하시킨다. 그러므로 $PaCO_2$는 약물의 효과를 결정하는데 중요하고 특히 $PaCO_2$ 곡선을 통해 환기량의 변화를 알 수 있다(Allen, 1992). 이를 측정하기 위해 사용되는 장비로는 capnography가 있다. capnography는 계속적인 $ETCO_2$ 농도와 이산화탄소 분압을 제공하여 호흡의 깊이나 적절성을 평가할 수 있게 하고 무호흡이나 기도폐쇄를 평가하는데 필수적이다(Anderson, 1988)

치과 진정치료 중 상기도 폐쇄의 원인은 두 가지로 정리될 수 있다. 우선, 치료 중 술자에 의한 기도유지가 이상적으로 이루어지지 않기 때문이다. 술 중 혀 등의 연조직으로 인한 기도의 폐쇄가 흔히 발생하며 이를 예방하기 위해 “머리 기울임-턱 들어올리기(head tilt-chin lift)” 자세(Fig. 6)가 유지되어야 한다. 이를 통해 기도의 전후방 직경을 넓히고 혀에 의한 압박을 해소할 수 있다(Allen, 1992) 또한 이물질의 흡인으로 인한 상기도 폐쇄가 일어날 수 있으므로 rubber dam 혹은 cotton으로 이를 방지해야 하며 혈액이나 술 중 사용되는 물 등을 즉시 제거 해 주어야 한다. 타액이나 분비액으로 인한 폐쇄도 빈번히 발생하며 과도한 분비 시 glycopyrolate 및 atropine 등 이를 조절할 수 있는 약물의 사용을 고려해야 한다(Morse, 2001)

둘째로, 진정의 깊이가 과도하여 자발적 호흡이 어려워지는 경우이다. 진정제, opioids가 호흡의 빈도를 감소시키는데 비해 흡입제는 호흡의 깊이를 감소시킨다. 이러한 약물의 특성때문에 용법과 용량에 대한 신중한 고려가 요구된다. 또한 계속적이고 비침습적인 호흡 모니터링은 매우 중요하며 pulse oximetery와 caphnography의 병용 사용이 추천된다(Anderson, 1988). 이와 같은 주의를 기울임으로써 진정의 깊이를 효과적으로 조절할 수 있을 것이다.

진정 치료 중 발생하는 호흡기적 문제는 숙련된 술자의 기도 유지와 주의 깊은 관찰로 쉽게 예방 가능하다. 그러므로 진정 치료를 행하는 치과의사는 이와 같은 상황에 대한 충분한 이해와 대처 능력을 가져야 할 것이다.

참 고 문 헌

Allen GD: Diagnosis and Treatmnent of Respiratory Problems in Sedation and Anesthesia for Dentistry Anesth Prog 1992; 39: 150-6.

Amoozgar H, Ghodsi H, Borzoee M, Amirghofran AA, Ajami G, Serati Z: Detection of Pulsus Paradoxus by Pulse Oximetry in Pediatric Patients After Cardiac Surgery. Pediatr Cardiol 2009; 30: 41-5.

Anderson JA, Vann WF Jr.: Respiratory monitoring during pediatric sedation: pulse oximetry and capnography. Pediatric Dentistry 1988; 10: 94-101.

Arnold DH, Jenkins CA, Hartert TV: Noninvasive assessment of asthma severity using pulse oximeter plethysmograph estimate of pulsus paradoxus physiology Arnold et al. BMC Pulmonary Medicine 2010; 10: 17.

Barach P: Pulsus Paradoxus. Hospital Physician 2000; 49-50.

Frey B, Butt W: Pulse oximetry for assessment of pulsus paradoxus: a clinical study in children. Intensive Care Medicine 1998; 24: 242-6.

Gauchat H, Katz LN: Observations on pulsus paradoxus. Arch Intern Med 1924; 33: 371-93.

Hartert TV, Wheeler AP, Sheller JR: Use of Pulse Oximetry to Recognize Severity of Airflow Obstruction in Obstructive Airway Disease Correlation With Pulsus Paradoxus. Chest 1999; 115: 475-81.

Litman RS, Kottra JA, Gallagher PR, Ward DS: Diagnosis of anesthetic-induced upper airway obstruction in children using respiratory inductance plethysmography. J Clin Monit Comput 2002; 17: 279-85.

Martin J, Jardim J, Sampson M, Engel LE: Factors influencing pulsus paradoxus in asthma. Chest 1981; 80; 543-9.

Morse Z, Sano K, Kanri T: Decreased intraoral secretions during sedation-analgesia with propofol-ketamine and midazolam-ketamine combinations. J Anesthesia 2001; 15: 197-200.

Shabetai R, Fowler NO, Fenton JC, Masangleay M: Pulsus paradoxus. J Clin Invest 1965; 44: 1882-98.

Steele DW, Santucci KA, Wright RO, Natarajan R, McQuillen KK, Jay GD: Pulsus Paradoxus. Am J Respir Crit Care Med 1998; 157: 331-4.

Tamburro RF, Ring JC, Womback K: Detection of pulsus paradoxus associated with large pericardial effusions in pediatric patients by analysis of the pulse-oximetry waveform. Pediatrics 2002; 109: 673-7.