어린이의 사시교정술시 인공호흡수와 심박수와의 상관관계

서울대학교 의과대학 마취과학교실, *한양대학교 의과대학 소아과학교실

강종만 · 김희수 · 김종성 · 염명걸*

= Abstract =

Correlation between Respiratory Rates and the Degree of Bradycardia in Strabismus Surgery in Children

Jong-Man Kang, M.D., Hee-Soo Kim, M.D., Chong-Sung Kim, M.D.
and Myung-Kul Yum, M.D.*

Department of Anesthesiology, College of Medicine, Seoul National University, Seoul,
and *Department of Pediatrics, College of Medicine, Hanyang University, Seoul, Korea

Background: Strabismus surgery is frequent in pediatric ophthalmic surgery. Traction on the extra-ocular muscles can trigger an oculocardiac reflex. We investigated the correlation between respiratory rates and the degree of bradycardia to find another management for preventing oculocardiac reflex.

Methods: No premedications were administered. They were induced with thiopental and vecuronium and maintained with O₂-enflurane-N₂O. The tidal volume was 10 ml/kg. Respiratory rate of group 1 (n = 18) was fixed at 24 bpm, group 2 (n = 18) at 20 bpm, and group 3 (n = 19) at 16 bpm. We measured the mean heart rate from intubation to the beginning of surgery and defined this as the basal heart rate. We defined the lowest heart rate after traction of the extraocular muscles as the minimal heart rate. We calculated the correlation coefficient between the respiratory rate and basal heart rate, minimal heart rate, the change of heart rates and EtCO₂.

Results: There was a positive correlation between the respiratory rate and the basal heart rate, and minimal heart rate. There was no correlation between the respiratory rate and the change of heart rate. There was no difference in EtCO₂ among the 3 groups.

Conclusions: Can be increased both basal heart rate in anesthetized patients and minimal heart rate induced by oculocardiac reflex by making the respiratory rate more rapid if there is no significant difference of EtCO₂. The oculocardiac reflex may be reduced by making respiratory rate more rapid if there is no significant influence on minute ventilation. (Korean J Anesthesiol 2001; 41: 450~454)

Key Words: Anesthesia: pediatric. Lung: respiratory rate. Reflex: oculocardiac reflex.

논문접수일 : 2001년 5월 25일

책임저자 : 김희수, 서울시 종로구 연건동 28, 서울대학교 의과대학 마취과학교실, 우편번호: 110-744

Tel: 02-760-3659, Fax: 02-745-5587, E-mail: dami0605@snu.ac.kr

이 논문은 2000년도 서울대학교병원 일반연구과제 지원에 의해 이루어진 것임.

서 론

어린이의 사시교정술은 소아 안과 수술의 많은 부분을 차지하고 있고 어린이 사시 수술 중 발생하는 안구심반사(oculocardiac reflex)로 인한 서맥은 과거로부터 마취과의사에게 관심의 대상이 되어 왔다.¹⁾ 안구심반사는 특히 소아에서 발생률이 60–80%에 이른다.²⁾ 이런 서맥의 발생은 개인마다 그 정도도 달라서 심한 경우에는 심정지에 이르는 다양한 부정맥을 초래한다.³⁾ 이러한 안구심반사에 의한 서맥을 억제 또는 예방하는 방법으로 항콜린성 약제인 아트로핀이나 글리코피롤레이트를 전처치 하는 방법이나, 국소마취제를 이용한 구후마취(retrobulbar block)로 신경전달 자체를 차단하는 방법 등이 있으나 어느 것도 완전히 예방하지는 못한다. 항콜린성 약제들은 구강건조, 빈맥, 체온증가, 중추성 항콜린성증후군, 심한 부정맥 유발 또는 안구 손상 등의 부작용의 위험이 있을 수 있으며 아트로핀을 일괄적으로 전처치하지 말도록 주장되기도 한다.⁴⁾

김 등은⁵⁾ 자율신경계의 활성이 적으면서 그 균형이 잘 이루어지지 않는 경우 외안근 견인에 의한 서맥이 많이 나타난다고 보고하였다. 이번 연구는 마취 중 자율신경계의 활성이나 그 균형을 변화시킬 수 있는 방법으로 호흡수를 조절하여 안구심반사로 인한 서맥이 예방되는지 관찰하는 것을 목적으로 하였다.

대상 및 방법

본원 어린이병원에서 전신마취를 하고 사시교정술이 계획된 어린이 중에서 사시 외의 질환이 있거나 수술 전 검사 소견상 이상이 있는 경우를 제외한 미국마취과학회 신체등급 분류 1에 속하는 환자로 연구의 취지를 설명하여 동의를 구한 만 3세에서 5세의 어린이 55명을 대상으로 하였다.

모든 환자는 소아 연령에 맞추어 6–8시간 금식을 하고 전처치 없이 수술장에 도착한 후 제2유도의 심전도를 부착하고 맥박 산소분압측정 장치로 혈중 산소포화도를 감시하고 비침습적 혈압측정기로 1분 간격으로 혈압을 측정하며, 펜토탈소디움 5 mg/kg와 베큐로니움 0.15 mg/kg를 정주한 후 산소와 엔푸루

렌으로 5분간 용수 환기시킨 후 기관내 삽관을 하였다. 이후 각각 분당 1.5 L의 산소와 아산화질소 및 2 vol%의 엔푸루렌으로 마취를 유지하였다. 아트로핀은 심박동수가 외안근 견인전 심박동수의 20% 이상 감소시 정주하기 위해 준비해 두었다. 마취기의 인공호흡기로 조절호흡을 하였고 일회호흡량은 몸무게 kg당 10 ml로 고정하고 무작위로 세 군을 나누어 1군(n = 18)은 호흡수를 분당 24회, 2군(n = 18)은 20회, 3군(n = 19)은 16회로 고정하였다. 호기말 이산화탄소 분압을 측정하고 기록하였다. 기관내 삽관 후 수술을 시작할 때까지의 심박수를 평균하여 이를 평균 심박수로 정하고, 이 후 외안근견인시 가장 떨어진 심박수를 최소심박수로 정하였다. 이 때 견인하기 전 심박수의 20% 이상 감소시 외과의로 하여금 외안근 견인을 풀게 하고 외안근견인을 푼 후에도 10초 이상 서맥이 지속되는 경우 아트로핀 0.015 mg/kg를 정주하였다.

마취기의 인공호흡기로 고정된 호흡수와 평균 심박수, 최소 심박수, 평균심박수와 최소 심박수의 차이를 구하여 상관 관계를 알아보았다. 통계 처리는 SAS(ver 6.02)통계 프로그램을 이용하여 Pearsons moment product correlation으로 상관계수를 구하고 P 값이 0.05 미만인 것을 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다.

결 과

세 군의 평균 심박수, 최소 심박수, 호기말 이산화탄소 농도는 Table 1과 같다. 세 군간사이의 평균 심박수와 외안근 견인 후 최소 심박수와 호기말 이산화탄소 농도는 차이가 없었다.

Table 2에서 보는 바와 같이 세 군의 마취 유도 후 평균 심박수와 호흡수는 양의 상관 관계($r = 0.35$, $P = 0.01$)를 보여 호흡수를 24회로 한 군의 평균 심박수는 호흡수를 16회로 한 군보다 많았고 외안근 견인 후 최대 떨어진 심박수인 최소 심박수도 더 많았다($r = 0.34$, $P = 0.02$). 그러나 심박수의 변화는 호흡수와 상관관계가 없었다.

Fig. 1은 호흡수를 16회로 맞춘 어린이의 실제 심전도를 RR간격으로 도시한 것이고 Fig. 2는 호흡수를 24회로 한 어린이의 실제 심박수를 도시한 것으로 호흡수 16회의 경우 마취 유도 후 심박수가 호흡

Table 1. Basal Heart Rate, Minimal Heart Rate, EtCO₂

	n	Age	Wt	Basal HR (bpm)	Minimal HR (bpm)	EtCO ₂ (mmHg)
Group 1 (RR: 24)	18	4.2 ± 0.17	19.9 ± 0.08	113.2 ± 11.5	107.1 ± 22.1	31.8 ± 3.0
Group 2 (RR: 20)	18	4.4 ± 0.16	18.9 ± 0.98	110.5 ± 12.1	92.1 ± 18.1	33.3 ± 3.2
Group 3 (RR: 16)	19	4.1 ± 0.18	18.1 ± 0.75	109.0 ± 11.7	89.1 ± 21.3	32.7 ± 2.2

Values are mean ± SD. RR: respiratory rate, HR: heart rate, EtCO₂: end-tidal CO₂, bpm: beats per minute

Table 2. Correlation of Respiratory Rate and Age, Basal Heart Rate, Minimal Heart Rate, Changes in Heart Rate, and EtCO₂ Respectively

		Basal HR (bpm)	Minimal HR (bpm)	△HR	EtCO ₂
Respiratory rate	r	0.35	0.34	-0.14	-0.18
	p	0.010	0.018	0.33	0.22

r: Pearson's correlation coefficient. HR: heart rate, EtCO₂: end-tidal CO₂, bpm: beats per minute

수 24회의 경우보다 적고 외안근 견인 후에도 적은 것을 보여준다.

고 찰

이번 연구의 결과는 호기말 이산화탄소를 정상 범위로 유지하면서 호흡수를 가능하면 많이 하면 마취 유도 후 심박수가 높게 유지되고 사시교정술 중 외안근 견인 후 심박수가 높게 유지할 수 있음을 보여

Fig. 1. Heart rate time series of 2000-seconds recorded in 2 subjects of Group 1. Arrow: beginning of the surgery, Arrow with *: the time of traction of extraocular muscle

Fig. 2. Heart rate time series of 2000-seconds recorded in 2 subjects of Group 3. Arrow: beginning of the surgery, Arrow with *: the time of retraction of extraocular muscle

준다.

김 등은⁵⁾ 이번 연구에 앞서 수술 전 심전도분석과 어린이 사시 수술 중 서맥의 발생정도를 관찰한 연구를 통해 수술 전 심전도를 파워스펙트럼 분석과 비선형역학적 분석을 한 결과 이들 지표와 수술 중 안구심반사로 인한 서맥과 상관관계가 있음을 보고하였다. 즉 심박동 변이의 전체 스펙트럼 파워와 저주파수 스펙트럼 파워와 고주파수 스펙트럼 파워가 작을수록 안구심반사가 심하게 발생하고 저주파/고주파수 스펙트럼 파워의 비율이 클수록 서맥이 많이 발생하였으므로 자율신경계의 활성이 적으면서 교감신경계와 부교감신경계의 균형이 잘 이루어지지 않은 경우 외안근 견인에 의한 서맥이 많이 나타난다고 할 수 있다. 그러므로 수술 전 안정된 상태에서 얻은 심전도검사자료를 통해 안구심반사의 예측이 어느 정도 가능하므로 항콜린성 약물을 사용하기 힘든 선천성 심기형환자 등에서는 구후마취를 시행하거나, 수술시 부드럽고 자극적이지 않게 조작을 하

고, 안구심반사의 발생에 영향을 끼치는 저환기 등을 피하고, 교정하는 등의 마취관리를 할 것을 제안하였다. 앞서의 연구결과에 의하면 마취 중 이런 자율신경계의 활성을 인위적으로 조절할 수 있다면 심박수에도 영향을 줄 것으로 예상하였다. 호흡은 특히 부교감신경의 활성과 상관관계가 있는 것으로 알려져 있으므로⁶⁾ 호흡수를 조절하는 것으로 부교감신경의 활성을 변화시킬 수 있고 심박수의 조절이 어느 정도 가능하여 안구심반사와 같은 부교감신경을 경유하는 반사의 발생에도 영향을 준 것이라고 생각되며 간단한 조작을 통하여 심박수를 조절하여 사시 교정술시 외안근을 견인할 때 심박수를 높게 유지하여 치료가 필요할 정도의 서맥이 발생하지 않도록 하여 환자를 안전하게 마취할 수 있게 해준다고 생각된다. 그러나 이번 연구의 결과는 호흡수를 조절함으로써 안구심반사가 예방될 수 있는지는 알 수 없었다. 즉 호흡수를 많이 하면 마취유도 후 심박수를 높게 유지할 수 있었고 외안근 견인 후 안구심반

사가 발생한다고 하더라도 심박수의 절대수치가 높게 유지된 것일 뿐이라는 점이다. 즉 결과에서 보듯이 외안근 견인으로 인한 심박수 감소량은 호흡수와는 상관이 없었다. 그러므로 실제로는 안구심반사를 예방했다기보다는 안구심반사가 발생하여 서맥이 생기더라도 마취유도 후의 심박수가 많아 임상적으로 항콜린성 약제를 투여할 만큼의 서맥이 발생하지 않은 것으로 생각된다. 즉 호흡수가 많더라도 안구심반사로 인한 서맥은 상당히 발생할 수 있지만 치료를 요할 만한 서맥이 아니라는 것이다.

Allen 등은⁷⁾ 안구심반사로 인한 서맥을 예측하고 이를 예방하고자 하는 연구를 하였는데 안구심반사와 미주신경반사는 동일한 trigemino-vagal 반사궁을 지나며 마취 중 안구심반사가 객관적으로 알 수 있는 유일한 미주신경 반사작용으로 관찰될 수도 있고 수술 중 발생하는 안구심반사와 수술 후의 오심, 구토간에 밀접한 연관성이 있다고 주장하고 있다.

또 다른 연구에서는⁸⁾ 157명의 3-16세 사시 수술에서 propofol과 isoflurane마취를 비교한 결과 고용량 atropine의 예방적 주입에도 불구하고 propofol 마취에서 안구심반사의 발생률은 유의하게 높고, 술후 구토반사의 발생률은 별 차이가 없는 것으로 나타났다. 안구심반사는 삼차신경안에 구심성 섬유를 가지며 미주신경과 교감신경안에 원심성 섬유를 가진다. 안구심반사는 증심성 흡기와 위상성 폐 구심성 기전에 의해 이루어지는데 폐확장이 이루어지지 않으면서 두가지 기전이 모두 작용하는 위호흡(false breath) 시에도 관찰된다.⁹⁾

이번 연구에서 마취 중 인공 호흡수를 증가시켜 최소 심박수를 높게 유지할 수 있었던 것은 흡기 중 추신경계 활성화와 관련이 없지만 폐확장에 따른 위상성 폐 구심성 기전과 같은 맥락을 이룬다고 볼 수 있으며 앞으로 호기말 이산화탄도 분압과 동맥혈 이산화탄소 분압치의 비교, 서맥과 동맥혈 이산화탄소 분압과의 관계 및 호흡수는 고정하고 일회호흡량을 변화시켰을 경우 반사에 의한 서맥이 감소하는지 등에 대한 연구가 필요할 것이다.

결론적으로, 어린이의 사시수술시 호기말 이산화탄소 농도에 큰 변화를 주지 않는 범위에서 호흡수

를 증가시킴으로써 마취 중 평균 심박수를 높이 유지하고 외안근 견인시 최소 심박수도 높게 유지되어 외과의로 하여금 외안근 견인을 풀거나 아트로핀을 정주하는 등의 치료를 요하는 심한 서맥의 발생이 적었다. 그러므로 호기말 이산화탄소 분압이 정상으로 유지되는 범위 내에서 가능하면 호흡수를 많이 적용하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Wong D: Regional anaesthesia for intraocular surgery. *Can J Anaesth* 1993; 40: 635-57.
2. Goerlich TM, Foja C, Olthoff D: Effects of sevoflurane versus propofol on oculocardiac reflex-a comparative study in 180 children. *Anaesthesiol Reanim* 2000; 25: 17-21.
3. Gold RS, Pollard Z, Buchwald IP: Asystole due to the oculocardiac reflex during strabismus surgery. *Ann Ophthalmology* 1988; 20: 473-7.
4. Hunsley JE, Bush GH, Jones CJ: A study of glycopyrrrolate and atropine in the suppression of the oculocardiac reflex during strabismus surgery in children. *Br J Anaesth* 1982; 54: 459-64.
5. 김희수, 서광석, 정용보, 김종성, 엄명길: 수술 전 심전도 분석과 어린이 사시 수술 중 서맥의 발생 정도와의 상관관계. *대한마취과학회지* 1999; 37: 739-44.
6. Strano S, Lino S, Calcagnini G, Di Virgilio V, Ciardo R, Cerutti S: Respiratory sinus arrhythmia and cardiovascular neural regulation in athletes. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30: 215-9.
7. Allen LE, Sudesh S, Sandramouli S, Cooper G, McFarlane D, Willshaw HE: The association between the oculocardiac reflex and post-operative vomiting in children undergoing strabismus surgery. *Eye* 1998; 12: 193-6.
8. Tramèr MR, Sansonetti A, Fuchs-Buder T, Rifat K: Oculocardiac reflex and postoperative vomiting in paediatric strabismus surgery. A randomised controlled trial comparing four anaesthetic techniques. *Acta Anaesthesiol Scand* 1998; 42: 117-23.
9. Bamford OW, Jones DR: Respiratory and cardiovascular interactions in ducks. *J Physiol* 1976; 259: 575-96.