

소아에서 진단 복강경술과 복강경하 수술 시 심폐기능 변화

순천향대학교 의과대학 천안병원 마취통증의학과, *부천병원 마취통증의학과

정진현 · 안기량 · 신온섭* · 김천숙 · 강규식 · 유시현 · 정지원 · 구자욱 · 이정석*

Cardiovascular and respiratory changes in children during diagnostic laparoscopy and laparoscopic surgery

Jin Hun Chung, Ki Ryang Ahn, On Sub Shin*, Chun Sook Kim, Kyu Sik Kang, Sie Hyeon Yoo, Ji Won Chung, Ja Ug Koo, and Jeong Seok Lee*

Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Soonchunhyang University Hospital, College of Medicine, Soonchunhyang University, Cheonan, *Bucheon, Korea

Background: Information concerning the cardiopulmonary effects of pneumoperitoneum in children is lacking.

Methods: Twenty eight patients were assigned to receive diagnostic laparoscopy (n = 12) or laparoscopic surgery (n = 16). Before insufflation of CO₂, tidal volume was set at 10 ml/kg and respiratory rate was adjusted to achieve an end-tidal CO₂ (P_{ET}CO₂) of 30–35 mmHg. Abdominal pressure was maintained at 10–15 mmHg by a CO₂ insufflator. We measured the changes of systolic arterial pressure (SAP), heart rate (HR), P_{ET}CO₂ and peak airway pressure (PAP) at 5 min before (control value) and after CO₂ insufflation and 5 min after CO₂ deflation.

Results: SAP and PAP were increased significantly after pneumoperitoneum compared with the control both in diagnostic laparoscopy and laparoscopic surgery (P < 0.05). P_{ET}CO₂ was increased significantly after pneumoperitoneum and after CO₂ deflation in laparoscopic surgery compared with the control and also with diagnostic laparoscopy (P < 0.05). Driving pressure (the difference between peak airway pressure and abdominal pressure) was increased significantly after pneumoperitoneum in laparoscopic surgery compared with diagnostic laparoscopy (P < 0.05).

Conclusions: SAP, PAP and P_{ET}CO₂ increases during diagnostic laparoscopy and laparoscopic surgery, but this effect appears to be of smaller magnitude in diagnostic laparoscopy compared to laparoscopic surgery. We found that these changes had no clinically deleterious effects in healthy children. (Korean J Anesthesiol 2009; 56: 31~5)

Key Words: Airway pressure, Cardiopulmonary effects, End-tidal CO₂, Laparoscopy, Pediatric.

서 론

복강경술(laparoscopy)은 아주 작은 절개로 복부와 골반 내 주요 장기를 진단하여 치료 할 수 있고, 복강경하 수술 시 기존의 개복술에 비해 조직 손상과 술 후 통증이 적어 조기 활동으로 입원기간을 단축하여 일상생활로의 복귀가 빠른 장점이 있어 최근 활용범위가 소아에게까지 점차 증가하고 있다.¹⁻⁴⁾ 특히 소아에서 진단 복강경술은 탈장이나 음

낭수종 등의 수술 시 병소가 없어 보이는 반대편 부위의 이상 유무를 확인함으로써 이차적 수술을 미리 방지할 수 있어 매우 유용하다고 하겠다. 그러나 이산화탄소를 복강내 주입 시 소아는 성인에 비해 딱딱한 심실벽이 일회 박출량을 제한하여 심박출량이 주로 심박수에 의해 조절되고 또한 복강에서의 흡수면적이 넓어 흡수가 빠르므로 혈액학적 변화, 저산소혈증 및 고탄산혈증 등이 발생할 수 있다.⁴⁾ 성인의 경우 혈액학 및 호흡기계의 변화에 대한 연구는 있으나 소아 경우는 적다. 저자들은 인위적 기복술(pneumoperitoneum)을 시행하는 소아 비뇨기와 환자에서 진단 복강경술과 복강경하 수술 시 체위, 복강내압의 차이가 혈액학 및 호흡기계에 어느 정도 영향을 미치는지를 알아보고자 본 연구를 시행하였다.

Received: June 11, 2008.

Accepted: September 1, 2008.

Corresponding author: Ki Ryang Ahn, M.D., Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Cheonan Hospital, Soonchunhyang University, 23-30, Bongmyeong-dong, Dongnam-gu, Cheonan 330-100, Korea. Tel: 82-41-570-2321, Fax: 82-41- 573-3559, E-mail: ahnkiry@schca.ac.kr

Copyright © Korean Society of Anesthesiologists, 2009

대상 및 방법

전신마취 하 복강경이 계획된 심혈관계와 호흡기계에 이상이 없는 미국마취과학회 신체등급 1, 2급에 속하는 소아 비뇨기과 환자 중 사전에 연구에 대하여 설명을 하고 동의를 받은 6개월에서 15세 환자 28명을 대상으로 하였다. 이 중 진단 복강경술은 12명 이었고 복강경하 수술은 16명이었다.

마취 전 투약으로 glycopyrrolate 4 µg/kg을 수술 30분 전 근주하였으며 수술실에 도착 후 감시장치(M1026A, Hewlett Packard, Germany)를 이용하여 혈압, 맥박 및 맥박산소포화도를 측정하여 기준치로 하였다. 마취유도는 thiopental sodium 5 mg/kg, rocuronium 0.6 mg/kg을 정주하고 충분히 근이완이 이루어지면 기관내 삽관 후 N₂O (2 L/min), O₂ (2 L/min) 및 sevoflurane 2-3 vol%로 마취를 유지하였다. 마취 유도 후 이산화탄소분압 측정기(Capnomac Ultima, Datex-Ohmeda, Finland)를 이용하여 호기말 이산화탄소분압을 측정하였다. 호흡은 일회 환기량 10 ml/kg, 호기말 이산화탄소분압을 30-35 mmHg정도 유지하도록 호흡수를 조절하였으며 기도압 측정기(Datex Ohmeda 7,000 ventilator, Datex-Ohmeda, USA)를 이용하여 최대기도압을 측정하였다. 측정 중 인공호흡기의 일회 호흡량과 호흡수는 변경하지 않았으며 연구가 끝나면 호기말 이산화탄소분압이 정상치를 유지하도록 호흡수를 조절하였다.

진단 복강경술은 수술이 끝난 후 양와위에서 서혜관(inguinal canal) 부위로 이산화탄소를 주입하여 복강내압을 10 mmHg로 유지하면서 반대편 부위에 병변이 있는지 확인하였으며 검사시간은 20분을 초과하지 않았다. 복강경하 수술 중 정계정맥류절제술은 배꼽 직 하방에 0.5-1.5 cm 피부절개 후 veress 바늘을 복강 내로 삽입하고 복막을 천자한 후 20° 두부하강체위 상태에서 이산화탄소를 주입하여 복강내압을 12 mmHg 유지하였고 신장수술은 켈나이프 체위에서 같은 방법으로 복막을 천자 후 이산화탄소를 주입하여 복강내압을 12-15 mmHg로 유지하였다.

복강경하 수술에서는 마취유도 후 안정된 상태에서 그리고 진단 복강경술은 수술이 종료된 후 혈압, 맥박이 수술 전 기준치에 가까운 상태로 회복된 후 이산화탄소 주입 5분 전 수축기혈압, 맥박, 호기말 이산화탄소분압 및 최대기도압을 측정하고 동일한 검사를 진단 복강경술은 양와위 체위에서 복강경하 수술은 체위를 변경한 상태에서 이산화탄소 주입 5분 후와 이산화탄소 제거 후 5분에 측정하였다. 본 연구에서 최대기도압은 복강내압에 따라 영향을 받으므로 이러한 요인을 제거하기 위해 최대기도압에서 복강내압을 빼 추진압력(driving pressure)을 이용하여 군간 차이를 비교하였다.

통계처리는 SPSS (version 14.0, SPSS Inc, Chicago, USA)를 사용하였으며 모든 값은 평균 ± 표준편차로 표시하였으며 나이, 체중, 수술시간의 군간 비교는 Student's t-test을 이용하여 비교하였으며 시간에 따른 수축기혈압, 맥박, 최대기도압, 호기말 이산화탄소분압의 군간, 군내 비교는 two-way repeated measures of ANOVA를 이용하여 분석하였다. P < 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의하다고 판정하였다.

결 과

진단 복강경술과 복강경하 수술의 군간 비교에서 나이, 체중, 수술시간은 유의한 차이를 보였다(P < 0.05) (Table 1).

진단 복강경술은 수종절제술, 고환고정술, 헤르니아보합술 이었으며 복강경하 수술은 정계정맥류절제술, 신절개술, 신요관절제술, 신우형성술 등이었다(Table 2).

최대기도압은 이산화탄소 주입 5분 후 진단 복강경술에서 기준치에 비해 9%, 복강경하 수술은 24% 증가로 유의한 차이를 보였으나(P < 0.05) 이산화탄소 제거 5분 후에는 진단 복강경술과 복강경하 수술 모두 기준치에 비해 유의한 차이가 없었다. 군간 비교에서 추진압력은 이산화탄소 주입 5분 후 진단 복강경술에 비해 복강경하 수술에서 유의하게 증가하였다(P < 0.05) (Table 3).

호기말 이산화탄소분압은 주입 5분 후 진단 복강경술에서 기준치에 비해 6%, 복강경하 수술에서 14% 증가로 유의

Table 1. Demographic Data and Duration of Laparoscopy

	Diagnostic laparoscopy	Laparoscopic surgery
Sex (M/F)	12/0	16/0
Age (yr)	3.7 ± 1.9	12.3 ± 3.5*
Weight (kg)	17.5 ± 6.5	52.9 ± 18.2*
Duration of laparoscopy (min)	18.2 ± 3.3	118.4 ± 86.7*

Values are mean ± SD. *P < 0.05 compared with diagnostic laparoscopy.

Table 2. Indications for Laparoscopic Procedures (n = 28)

Laparoscopic varicocelectomy	11
Hydrocelectomy & diagnostic laparoscopy	9
Herniorrhaphy & diagnostic laparoscopy	2
Orchiopexy & laparoscopic nephroureterectomy	1
Orchiopexy & diagnostic laparoscopy	1
Laparoscopic nephrectomy	2
Laparoscopic pyeloplasty	2

n: number of patients.

Table 3. Cardiovascular and Respiratory Changes during Diagnostic Laparoscopy and Laparoscopic Surgery

	T0	T1	T2	T3
SAP (mmHg)				
D	96.9 ± 8.5	109.6 ± 9.2*		98.0 ± 7.2
L	113.1 ± 10.6		132.2 ± 6.4*	116.0 ± 9.2
HR (beats/min)				
D	102.2 ± 12.5	103.4 ± 13.4		101.5 ± 11.4
L	82.6 ± 10.4		80.1 ± 9.9	85.6 ± 9.2
PAP (cmH ₂ O)				
D	14.7 ± 2.1	16.1 ± 2.3*		15.4 ± 2.2
L	16.5 ± 0.8		21.6 ± 1.1*	17.5 ± 0.8
Driving pressure (cmH ₂ O)				
D	4.7 ± 0.8	6.2 ± 1.2*		5.3 ± 1.1
L	4.1 ± 0.7		9.2 ± 2.3* [†]	5.1 ± 1.4
P _{ET} CO ₂ (mmHg)				
D	32.7 ± 3.4	34.6 ± 3.3		33.1 ± 2.8
L	33.0 ± 1.8		38.5 ± 2.7* [†]	37.1 ± 1.9* [†]

Values are mean ± SD. T0: 5 min before abdominal insufflation, T1: 5 min after abdominal insufflation with supine position, T2: 5 min after abdominal insufflation with Jack-knife and 20° Trendelenburg position, T3: 5 min after abdominal deflation, SAP: systolic arterial pressure, HR: heart rate, PAP: peak airway pressure, Driving pressure: PAP-abdominal pressure, P_{ET}CO₂: end tidal carbon dioxide partial pressure, D: diagnostic laparoscopy, L: laparoscopic surgery. *P < 0.05 compared with T0, [†]P < 0.05 compared with T1, [‡]P < 0.05 compared with D.

한 차이를 보였으나(P < 0.05) 이산화탄소 제거 5분 후 진단 복강경술은 기준치에 비해 유의한 차이가 없었고 복강경하 수술은 12% 증가로 유의한 차이를 보였으나(P < 0.05). 군간 비교에서는 이산화탄소 주입 5분 후와 이산화탄소 배출 5분 후에서 진단 복강경술에 비해 복강경하 수술에서 유의하게 높았다(P < 0.05) (Table 3).

수축기혈압은 기준치에 비해 이산화탄소 주입 5분 후 진단 복강경술은 14%, 복강경하 수술은 17% 증가로 유의한 차이를 보였으나(P < 0.05) 이산화탄소 제거 5분 후 진단 복강경술과 복강경하 수술 모두 기준치에 비해 유의한 차이가 없었고 군간 비교에서도 유의한 차이가 없었다(Table 3).

맥박은 군내, 군간 비교에서 기준치에 비해 이산화탄소 주입 5분 후, 이산화탄소 제거 5분 후 모두 유의한 차이가 없었다(Table 3).

고 찰

본 연구는 진단 복강경술과 복강경하 수술 시 이산화탄소 주입에 따른 기복 정도와 체위변화가 수축기혈압, 맥박, 최대기도압 및 호기말 이산화탄소분압에 어느 정도 영향을 미치는지를 알아보고자 하였다.

복강경술에 사용 되는 이산화탄소는 무색이고 폭발성이 없으며 몸으로 흡수와 배출되는 장점은 있으나 복강 내 시야확보와 수술조작을 위해 많은 양의 이산화탄소가 복강 내로 주입되면 혈 역학 및 폐 기능에 생리적 변화가 오며

이러한 변화는 기복과 이산화탄소 흡수 및 환자 체위 등 복합 요인에 의해 초래된다.^{5,6)}

기복에 의한 혈액학적 변화는 평균동맥압과 전신혈관저항 증가, 심박출량 감소 및 맥박은 증가 되거나 유지되며 정도는 복강내압 정도와 비례하는데 혈액학적 변화를 최소화 하려면 복강내압을 10 mmHg 이하로 유지하여야한다.⁷⁾ 그러나 소아는 교감신경계에 비해 부교감신경계의 발달이 빨라 기복 시 갑작스러운 복막 신전에 따라 미주신경반사가 활성화되면 서맥 이나 부정맥이 발생하고 심하면 심정지로 이어 질 수 있다.⁸⁾ 또한 기복은 교감신경과 레닌안지오텐신계를 자극하여 전신혈관저항, 평균동맥압, 맥박이 증가되고 심장지수는 감소되는데 이는 vasopressin과 catecholamine이 관여한다.^{7,9,10)} 본 연구에서 진단 복강경술과 복강경하 수술 모두에서 서맥과 부정맥은 발생하지 않았다.

기복이 호흡기계에 미치는 영향은 횡경막을 위로 밀어 올려 최대기도압 증가, 기능적 잔기량 및 흉곽 폐유순도를 감소시키는데^{4,11)} 특히 소아는 기능적 잔기량이 성인보다 감소되어 있으며 상승된 복압은 횡경막 이동, 흉곽용적과 근육긴장도 감소 및 흉곽 내 혈류량의 변화를 일으키므로 감소가 더 심해진다. 만약 기능적 잔기량이 폐쇄용적(closing capacity) 이하로 감소하면 주위의 작은 기도폐쇄로 무기폐, 폐선트 및 저산소혈증을 초래하게 된다.⁴⁾ 본 연구에서 진단 복강경술과 복강경하 수술 모두 95% 이하의 맥박산소포화도 감소는 없었다. 본 연구에서 진단 복강경술과 복강경하 수술 모두 미국마취과학회 신체등급 분류 1에 속하고 복강

경술 시술시간이 1시간 이내로 짧아 대부분 동맥혈 혈액가스분석을 시행하지 않았으며 신절개술, 신우형성술 등과 같이 4시간 이상 오랜 시간 수술을 요하는 경우 동맥혈 혈액가스분석을 하였으나 저산소혈증을 보이지 않았다.

체위변화는 기복 시 양와위에서 전신혈관저항, 호기말 이산화탄소분압 및 최대기도압은 증가된다. 또한 두부하강 체위는 두부하강 체위에 비해 전신혈관저항 증가는 적고 호기말 이산화탄소분압, 최대기도압은 증가하고 유순도는 감소한다.^{4,12)} 그러나 Oikkonen과 Tallgren은¹³⁾ 복강경하 담낭절제술과 탈장 수술 시 체위에 따른 유순도의 차이는 없었다고 하였다.

기복에 의한 혈액학적 및 호흡기계 변화에 대한 성인의 연구는 많으나 소아에서는 매우 제한적이다. 국내 보고로는 Lyu 등은¹⁴⁾ 복강경하 요막관 낭종 절제술에 대한 증례 보고에서 12 mmHg 복강내압 시 혈압과 맥박은 약간 증가되고 최대기도압은 20 cmH₂O에서 24 cmH₂O로 증가되었고 호기말 이산화탄소분압이 74 mmHg까지 증가되었다고 하였다. 따라서 복압의 증가는 복강경하 수술 시 합병증 발생의 일차적 원인이 되므로 마취의는 낮은 복압수준으로 수술이 진행될 수 있도록 노력하여야 한다고 하였다. Gueugniaud 등은¹⁵⁾ 복강경하 고환고정술을 받는 12명의 영아를 대상으로 한 연구에서 복강내압 10 mmHg, 양와위 체위에서 기준치에 비해 기복 형성 5분 후 평균동맥압 5% 증가, 맥박 1.5% 감소, 호기말 이산화탄소분압 3% 증가, 최대기도압 32% 증가 되었으나 이산화탄소 제거 5분 후 평균동맥압, 최대기도압과 호기말 이산화탄소분압은 정상으로 돌아왔다고 하였다. 이러한 결과를 볼 때 10 mmHg 복강내압은 혈액학이나 호흡기계에 큰 영향을 미치지 않으므로 복강경하 수술 시 안전하다고 하였다. Tobias 등은¹⁶⁾ 복강내압 15 mmHg로 진단 복강경술을 15분 보다 짧게 한 55명의 소아를 대상으로 한 연구에서 수축기혈압은 5-20%, 맥박은 0-7% 증가되었고, 호기말 이산화탄소분압은 최대 9% 증가, 최대기도압은 15% 증가되었는데 이는 증가의 정도가 적고 또한 10분 이내에 최대기도압과 호기말 이산화탄소분압이 정상으로 돌아오므로 15분 정도의 진단 복강경술은 양와위에서 복강내압을 15 mmHg 이내로 한다면 환기보조가 필요 없다고 하였다. 본 연구에서 양와위 자세에서 10 mmHg 복강내압으로 진단 복강경술 시 수축기혈압 14% 증가, 맥박 1% 증가, 호기말 이산화탄소분압은 6%, 최대기도압은 9%로 Gueugniaud 등의¹⁵⁾ 연구와 비교에서 뚜렷한 차이는 최대기도압이었다. 이렇게 차이를 보이는 이유는 본 연구는 서혜관 부위를 통하여 이산화탄소를 주입하여 진단 복강경술을 하였고 Gueugniaud 등은¹⁵⁾ 배꼽 직 하방에서 이산화탄소를 주입 하여 복강경하 수술을 하여 이러한 차이가 기도내압에 영향을 주었을 것이라 생각된다. 또한 Tobias 등의¹⁶⁾ 연

구와 비교에서 본 연구는 10 mmHg의 복강내압을 하였으나 Tobias 등은¹⁶⁾ 최대 15 mmHg의 복강내압을 하였으므로 복강내압이 원인이 되어 수축기혈압, 맥박, 호기말 이산화탄소분압, 최대기도압이 본 연구결과 보다 증가 되었을 것이라 생각된다.

Manner 등은⁴⁾ 진단 복강경술(n = 3)과 복강경하 수술(n = 7)을 30-90분 동안 시행한 소아 10명을 대상으로 한 연구에서 복강내압 12 mmHg, 20° 두부하강 체위를 한 상태에서 기복형성 5분 후 수축기혈압 17% 증가, 맥박 5% 감소, 호기말 이산화탄소분압 18% 증가, 최대기도압 30% 증가되었으나 이산화탄소 제거 시 최대기도압은 정상으로 돌아왔으나 호기말 이산화탄소분압은 떨어지지 않았다고 하였다. 그러나 이러한 최대기도압과 호기말 이산화탄소분압의 증가는 수술 중 맥박산소포화도에 영향을 미치지 않으며 호기말 이산화탄소분압을 감소시키기 위해 환기를 증가시킬 필요도 없다고 하였다. 본 연구는 20° 두부하강 체위(n = 11)와 잭나이프 자세(n = 5)에서 12-15 mmHg 복강내압으로 50-380분 복강경하 수술을 하였으며 수축기혈압은 17%, 맥박은 1.5% 증가, 호기말 이산화탄소분압은 15%, 최대기도압은 33% 증가로 Manner 등의⁴⁾ 연구와 비슷한 결과를 보였다. 또한 본 연구에서 복강경하 수술이 진단 복강경술보다 기복 5분 후 호기말 이산화탄소분압이 11%, 추진압력이 48% 더 증가되었는데 이는 환자의 체위, 복강내압 등의 복합요인에 의해 증가되었을 것이라 생각된다.

복강경술 시 주입된 이산화탄소는 복막으로부터 전신맥계의 혈액순환내로 흡수되어 과탄산혈증을 일으키게 된다.¹⁷⁾ 나이가 어린 소아 일수록 이산화탄소가 복강에서 복막으로 확산되는 면적이 넓고 복막의 관류 상태가 좋으므로 호기말 이산화탄소분압의 증가 속도나 정도가 증가된다. 일반적으로 소아에서 일회호흡량은 10-12 ml/kg가 추천되며 호흡수는 호기말 이산화탄소분압을 관찰하면서 35 mmHg 정도를 유지하는 횟수로 하여야 한다.⁸⁾ 본 연구에서 진단 복강경술은 호흡수를 조절하지 않았음에도 불구하고 호기말 이산화탄소분압이 잘 유지 되었으며 복강경하 수술은 연구가 끝난 후 호흡수를 조절하여 호기말 이산화탄소분압을 35-40 mmHg로 유지하였다. 또한 복강경하 수술이 진단 복강경술보다 이산화탄소 주입 5분 후 호기말 이산화탄소분압이 12% 증가되었는데 복강내압이 원인이 되어 증가되었을 것이라 생각된다.

술 후 이산화탄소 배출에 대해서 수술이 오래 동안 지속될 경우 근육이나 뼈에 녹아있던 이산화탄소가 술 후 점차적으로 배출 되면서 과탄산혈증이 유지되므로 복강경술이 끝난 후에도 충분한 환기가 필요하다.⁵⁾ Streich 등과¹⁸⁾ Manner 등도⁴⁾ 장시간 수술 후 이산화탄소 배출이 지연된다고 하였다. 본 연구 결과도 호기말 이산화탄소분압이 진단

복강경술은 정상으로 돌아온데 반해 복강경하 수술은 유지되었는데 이는 아마도 회복시간이 길어 이산화탄소의 배출이 지연되었을 것이라 생각된다. 따라서 술 후 과탄산혈증으로 인한 부정맥을 막기 위해 충분한 환기로 이산화탄소 배출을 시행하여야한다.

술 중, 후 합병증은 수술조작에 의한 혈관이나 장기 등의 조직손상과 공기배증을 만들기 위한 이산화탄소 주입과 관련된 합병증으로 이산화탄소 피하기증, 기흉, 종격동기증, 심막기증, 기관지내삽관, 이산화탄소 색전증 및 위내용물의 폐흡인 등이 발생할 수 있다.⁹⁾ 본 연구에서는 고환고정술 후 1예에서 음낭주위에 이산화탄소 피하기증이 발생하였는데 별 다른 치료 없이 해결되었다.

결론적으로 진단 복강경술과 복강경하 수술 모두에서 수축기혈압, 최대기도압 및 호기말 이산화탄소분압의 증가를 보였고 진단 복강경술이 복강경하 수술보다 증가의 폭이 적었다. 그러나 이러한 증가는 건강한 소아에서는 임상적으로 문제가 없었다.

REFERENCES

1. el Ghoneimi A, Valla JS, Limonne B, Valla V, Montupet P, Chavrier Y, et al: Laparoscopic appendectomy in children: report of 1,379 cases. *J Pediatr Surg* 1994; 29: 786-9.
2. Holcomb GW 3rd, Olsen DO, Sharp KW: Laparoscopic cholecystectomy in the pediatric patient. *J Pediatr Surg* 1991; 26: 1186-90.
3. Schier F, Waldschmidt J: Laparoscopy in children with ill-defined abdominal pain. *Surg Endosc* 1994; 8: 97-9.
4. Manner T, Aantaa R, Alanen M: Lung compliance during laparoscopic surgery in paediatric patients. *Paediatr Anaesth* 1998; 8: 25-9.
5. Hirvonen EA, Nuutinen LS, Kauko M: Ventilatory effects, blood gas changes, and oxygen consumption during laparoscopic hysterectomy. *Anesth Anlag* 1995; 80: 961-6.
6. Casati A, Valentini G, Ferrari S, Senatore R, Zangrillo A, Torri G: Cardiorespiratory changes during gynaecological laparoscopy by abdominal wall elevation: comparison with carbon dioxide pneumoperitoneum. *Br J Anaesth* 1997; 78: 51-4.
7. Joris JL: Anesthesia for laparoscopic surgery. In: *Miller's Anesthesia*. 6th ed. Edited by Miller RD: Philadelphia, Churchill Livingstone. 2005, pp 2285-306.
8. Cook DJ: Congenital heart disease: congestive heart failure. In: *Anesthesiology review*. 2nd ed. Edited by Faust RJ: New York, Churchill Livingstone. 1994, pp 377-8.
9. Kim SI, Kim SC, Chai WS, Lee JS: The effects of pneumoperitoneum on plasma catecholamines and vasopressin during laparoscopic cholecystectomy. *Korean J Anesthesiol* 1999; 37: 619-23.
10. Walder AD, Aitkenhead AR: Role of vasopressin in the haemodynamic response to laparoscopic cholecystectomy. *Br J Anaesth* 1997; 78: 264-6.
11. Wahba RWM, Béique F, Kleiman SJ: Cadiopulmonary function and laparoscopic cholecystectomy. *Can J Anaesth* 1995; 42: 51-63.
12. Kim JE, Nam YT, Chae YH: The effect of the body position and CO₂ gas insufflation on airway pressure and compliance in normal subjects during laryngoscopy or pelviscopy. *Korean J Anesthesiol* 1999; 36: 802-7.
13. Oikkonen M, Tallgren M: Changes in respiratory compliance at laparoscopy: measurements using side stream spirometry. *Can J Anaesth* 1995; 42: 495-7.
14. Lyu JH, Lee KM, Lee SY, Lee JG: Anesthetic management during laparoscopic excision of an urachal cyst in a pediatric patient. *Korean J Anesthesiol* 2005; 49: 425-8.
15. Gueugniaud PY, Abisseror M, Moussa M, Godard J, Foussat C, Petit P, et al: The hemodynamic effects of pneumoperitoneum during laparoscopic surgery in healthy infants: assessment by continuous esophageal aortic blood flow echo-Doppler. *Anesth Analg* 1998; 86: 290-3.
16. Tobias JD, Holcomb GW 3rd, Brock JW 3rd, Deshpande JK, Lowe S, Morgen WM 3rd: Cardiorespiratory changes in children during laryngoscopy. *J Pediatr Surg* 1995; 30: 33-6.
17. Nguyen NT, Anderson JT, Budd M, Fleming NW, Ho HS, Jahr J, et al: Effects of pneumoperitoneum on intraoperative pulmonary mechanics and gas exchange during laparoscopic gastric bypass. *Surg Endosc* 2004; 18: 64-71.
18. Streich B, Decailliot F, Perney C, Duvaldestin P: Increased carbon dioxide absorption during retroperitoneal laparoscopy. *Br J Anaesth* 2003; 91: 793-6.