복강경 담낭절제술을 위한 마취 관리

영남대학교 의과대학 마취통증의학교실

송 선 옥

Anesthetic Management for Laparoscopic Cholecystectomy

Sun Ok Song, M.D.

Department of Anesthesiology and Pain Medicine, College of Medicine, Yeungnam University, Daegu, Korea

Laparoscopic cholecystectomy produces significantly less tissue trauma than that with conventional open procedures, with the advantages of reduced postoperative pain, facilitating faster recovery, shorter hospital stays, and more rapid return to normal daily activities. Now, it becomes a routinely performed procedure for symptomatic cholelithiasis. However, anesthetic management for laparoscopic cholecystectomy is not a simple method. The physiologic changes associated with pneumoperitoneum creation and patient positioning reveal decreased cardiac output and increased mean arterial pressure and systemic vascular resistance; especially in older patients with co-existing cardiopulmonary disease, presenting significant challenges in anesthetic management. Intra-operative complications may also arise due to traumatic injuries, CO₂ embolism, surgical emphysema, pneumothorax, pneumomediastinum, and etc. Careful monitoring and appropriate management are needed to modify the hemodynamic changes, and to provide an early detection of complications during pneumoperitoneum creation. (Korean J Anesthesiol 2004; 47: 1~11)

Key Words: anesthesia, complication, hemodynamic change, laparoscopic cholecystectomy, monitor, pneumoperitoneum.

서 론

복강경(laparoscopy)을 이용한 수술은 아주 작은 절개만으로도 복부와 골반 내의 장기들을 진단하고 치료할 수 있고, 기존의 개복술에 비해 조직 손상이 적어 수술 후 통증과 반흔이 적으며 회복이 빨라서 입원 기간이 짧고 일상생활로의 복귀가 빠른 등의 장점이 있어,¹⁾ 근래에 보편화되고 그 적용 영역도 점차 넓혀지고 있는 추세이다.

복강경은 1901년 Dimitri, Kelling, Jacobeus 등에 의해 처음 소개된 이후 1933년 Fevers가 복강경을 이용하여 유착박리술(adhesiolysis)을 시행할 때까지 진단 목적으로만 이용되어 오다가 1962년 복강경하 난관결찰술이 처음으로 시행되었다.^{2,3)} 복강경 담낭절제술(laparoscopic cholecystectomy)은 1987년 Phillipe Mouret에 의해 처음 시행되었고^{2,3)} Perissat 등에⁴⁾ 의해 보고된 이후 최근에는 보편화되어진 기술이다.

그러나 복강경 수술에서는 수술 시야를 확보하고 수술 기구의 조작을 용이하게 하기 위하여 공기배증(pneumoperitoneum)을 만들고 환자의 자세를 변화시킴으로써, 마취 중에 폐 및 심혈관계와 여러 장기들에 중요한 생리적 변화가 초래되고, 뿐만 아니라 시술 중 조직 손상이나 공기색전증 등의 심각한 합병증까지도 발생할 수 있다.^{5,6)} 특히, 심혈관계 및 폐 질환이 있는 노인환자에서는 복강경 수술이 심한 혈액역학 변화를 초래할 수 있으므로 마취 관리에 상당한 어려움이 따를 수 있다. 따라서 본 지면에서는 복강경 담낭절제술을 위한 마취를 보다 안전하게 시행하기 위하여 수술 방법과 공기배증 및 자세 변화에 따른 신체의 생리적 변화, 마취 관리 및 발생 가능한 합병증들에 대하여 기술하고자 한다.

수술 방법 및 공기배증의 형성

복강경 담낭절제술은 배꼽 아래 작은 피부 절개 후 넣은 Veress 바늘을 통해(15-20° 정도 트랜델렌버그자세[Trendelenburg position]에서) 이산화탄소가스(carbon dioxide, CO₂)를 복강 내에 주입하여 공기배증을 만든 상태에서 환자를 역

책임저자 : 송선옥, 대구시 남구 대명동 317-1
영남대학병원 마취통증의학과, 우편번호: 705-035
Tel: 053-620-3365, Fax: 053-626-5275
E-mail: sosong@med.yu.ac.kr

트렌델렌버그자세(reverse Trendelenburg position)로 하여 시술한다.⁷⁾

공기배증을 만들기 전에 먼저 경비위장관을 사용하여 위장을 비워서 Veress 바늘이나 트로카(trocar)를 관통시킬 때 다치지 않도록 한다. 공기배증을 만들기 위해 배꼽 근처에 날카롭고 가는 Veress 바늘을 복강 내로 관통시키고 이산화탄소주입기와 연결하여 이산화탄소를 약 4 L 정도 주입하면 복강내압은 8-12 mmHg로 유지되는데,⁶⁾ 최근의 기계들은 복강내압이 10-15 mmHg가 되면 자동적으로 가스 유입이 차단된다. Veress 바늘을 제거하고 그 자리에 트로카를 이용하여 직경 10-12 mm의 캐놀라를 삽입한다. 이 캐놀라를 통해서 복강경을 넣어 장기 손상 유무를 확인하고, 직접 보면서 수술 기구들을 위한 추가적 절개 구멍을 만들고 이산화탄소를 추가 주입함으로써 공기배증을 완성한다. 이때 주의할 점은 Veress 바늘이나 트로카를 관통시킬 때 복강내 장기 및 피하조직의 손상으로 인해 출혈 및 호흡계 합병증이 생길 수 있다는 점이다.

공기배증을 만드는데 이상적인 가스는 생리학적으로 불활성으로 인화성이 없고, 저렴하고 쉽게 구할 수 있어야 하며 복강내 조직에 쉽게 흡수되고, 혈액에서 잘 녹고 폐환기에 의해서 쉽게 배출되어 색전증 발생 시 생명의 위협을 최소화할 수 있어야 한다.⁸⁾ 공기배증을 만드는데 이용되는 가스들로는 이산화탄소, 아산화질소, 헬륨, 아르곤 등이 있는데, 이들 중 이산화탄소가 복강내에서 신속히 흡수되고 혈장 용해도가 높아서 가스 색전증의 위험이 적다는 장점 때문에 현재 복강경 수술 시 가장 많이 이용되고 있다. 그러나 이산화탄소 가스는 과탄산혈증(hypercarbia)을 유발한다

는 단점이 있어 수술하는 동안 과환기가 필요하다. 이때 과환기는 공기배증으로 흉곽폐유순도(thoracopulmonary compliance)가 감소되어 있으므로 일회 호흡량을 늘리기보다는 호흡수를 올려서 분당 호흡량을 증가시키는 것이 바람직하다.

공기배증을 만든 후 시술중 환자의 자세는 역트렌델렌버그자세에서 약간 좌측와위를 취하도록 하는데 이런 자세가 담낭기저부 견인이 쉽고 공기배증에 의한 횡격막 기능 장애를 최소화할 수 있다.

복강경 수술의 생리적 변화

복강경 수술 시 복강내로 이산화탄소를 주입하면 심한 생리적 변화가 초래되는데 이러한 변화는 공기배증과 환자의 자세 변화 및 과탄산혈증 등의 복합 요인에 의해 초래된다(Table 1).⁹⁾

심혈관계에 미치는 영향

복강경 수술 시 초래되는 혈액학 변화는 공기배증 유도 와 환자의 자세,¹⁰⁾ 신경호르몬 반응,¹¹⁾ 및 환자의 수술 전 심폐 혈관 상태¹²⁾ 및 혈액양과¹³⁾ 관련이 있다(Table 2).⁹⁾ 뚜렷한 심혈관계 변화는 전신혈관저항 및 평균동맥압의 상승과 심장지수(심박출량/체표면적)의 감소들이다.¹⁴⁻¹⁶⁾

공기배증의 기계적 효과: 공기배증으로 복강내압이 상승되면 정맥혈관이 압박되어 정맥환류 감소로 전부하(pre-load)가 감소되고, 아울러 동맥혈관의 압박으로 후부하(after-load)

Table 1. Physiological Effects of Laparoscopy

Mechanical - CO ₂ insufflation
↑ SVR, ↑ MAP, ↓ CI [phasic response]
↑ CBF, ↑ ICP
↓ renal, portal, splanchnic blood flow
↓ pulmonary compliance
Patient position
Trendelenburg: ↓ FRC, ↓ pulmonary compliance
rTrendelenburg: ↓ LV preload, LVEF ↔ or ↓
Systemic - CO ₂ absorption
Hypercapnia, acidosis
↓ arrhythmia threshold

SVR: systemic vascular resistance, MAP: mean arterial pressure, CI: cardiac index, CBF: cerebral blood flow, ICP: intracranial pressure, FRS: functional residual capacity, LVEF: left ventricular ejection fraction. (Adopted from reference No. 9)

Table 2. Hemodynamic Effects of Laparoscopy

Patient factors
Cardiorespiratory status
Intravascular volume
Patient position
rTrendelenburg: ↓ LV preload, LVEF ↔ or ↓
Intra-abdominal pressure
↑ SVR, ↑ MAP, ↓ CI [phasic response]
↑ CBF, ↑ ICP
↓ renal, portal, splanchnic blood flow
Neurohumoral responses
RAA system activation [↑ renin, ↑ vasopressin, ↑ aldosterone]
Sympathetic nervous system activation [↑ catecholamines]

LVEF: left ventricular ejection fraction, SVR: systemic vascular resistance, MAP: mean arterial pressure, CI: cardiac index, CBF: cerebral blood flow, ICP: intracranial pressure, RAA: renin-angiotensin-aldosterone. (Adopted from reference No. 9)

가 증가되어 전신혈관저항의 증가를 초래하며,^{14,16)} 결과적으로 심박출량이 감소된다. 이러한 심박출량의 감소 정도는 복강내압 상승 정도와 비례하는데 혈액학 변화를 최소화하려면 복강내압을 12 mmHg 이하로 유지하는 것이 좋다.¹⁷⁾ 또한 복강내에 가스를 주입하는 동안 복막이 갑자기 신장되어 미주신경반사가 활성화되면 서맥이나 부정맥 등이 생기고 심하면 심정지로 이어질 수 있다.⁵⁾ 이러한 미주신경반응은 마취 깊이가 얕거나 평소에 베타차단제를 복용하는 환자에서 더 흔히 발생한다.⁵⁾ 공기배증을 만드는 동안 미주신경반응이 생기면 즉시 이산화탄소 주입을 중단하고, atropine을 정주하여 심박수를 회복시킨 다음 마취를 더 깊게 함으로써 쉽게 교정할 수 있다. 그러나 이때 가스 색전증 발생에 의한 부정맥도 유발될 수 있으므로 감별하여야 한다.

신경호르몬 반응: 공기배증에 의해 말초혈관저항이 증가되는 가장 중요한 요인은 vasopressin과 catecholamine 분비다.^{18,19)} 과탄산혈증과 공기배증도 교감신경계를 자극하여 catecholamine 분비를 자극하고 renin-angiotensin계도 자극하지만 vasopressin 분비 자극이 전신혈관저항 증가와 심장지수 감소에 가장 밀접한 관계가 있다.¹⁸⁾ Joris 등은¹⁸⁾ 공기배증 유도 직후 혈중 vasopressin 농도가 급증하고 vasopressin과 말초혈관저항이 증가되는 양상뿐만 아니라 시간적으로도 밀접한 관계가 있다고 하였다.

이산화탄소가스 흡수: 복강경 수술 시 흡수된 이산화탄소에 의해 과탄산혈증이 생기면(호흡계에 미치는 영향에서 추가 기술함) 교감신경계의 활성화로 인해 전신혈관저항 및 심박수의 증가와 평균동맥압 증가 등이 야기될 수 있고, 공기배증에 의해 복막이 신장되면 미주신경반사가 증가하여 서맥과 부정맥이 동반될 수 있다. 공기배증을 만들어서 복강내압을 10 mmHg 이상으로 증가시키면 심박출량의 감소, 동맥압의 증가, 전신 및 폐 혈관 저항 증가 등의 유의한 혈액역학적 변화가 초래된다. 공기배증을 만드는 동안 심박출량은 복강내압이 증가함에 따라 25-35% 정도 감소한다. 부정맥은 이산화탄소를 복강내에 주입하기 시작하는 동안 잘 생기는데 과거에는 과탄산혈증에 의해 부정맥이 잘 생긴다고 알려졌으나 이러한 인과관계는 성립되지 않는 것으로 밝혀졌다.

환자 자세 변화의 효과: 복강경 담낭절제술 시의 두부거상 자세는 정맥환류를 감소시켜 심박출량과 평균동맥압을 감소시키는데 공기배증은 심박출량의 감소를 더욱 조장한다.¹⁰⁾ 두부거상이 가파를수록 심박출량의 감소는 더 심해진다. 또한 두부거상 자세에서는 다리 정맥의 정체가 생기는데, 공기배증과 돌제거술(lithotomy) 자세는 이를 더 심하게 하므로 복강경 수술동안 심부정맥 혈전증과 폐색전증이 유발될 수 있다. 두부거상 자세는 환자의 호흡에 있어서는 도움이 되는 자세로 복강경 수술 시 환자의 자세 변화는 폐

의 가스 교환이나 흉곽폐유순도에는 크게 영향을 미치지 않는다. 그러나 환자의 자세를 변화시킬 때는 순환계 및 호흡계 기능의 갑작스런 변화를 방지하기 위하여 기울임이 15-20°를 넘지 않아야 하고 가능한 점진적으로 천천히 변화시켜야 한다.

복강경 담낭절제술 즉, 공기배증 유도 시 초래되는 혈액학 변화를 요약하면, 전술한 요인들이 복합적으로 작용하여 심박출량 감소와 전신혈관저항 및 평균동맥압의 상승이 나타난다. Joris 등은¹⁴⁾ 복강경 담낭절제술을 받는 환자에서 폐동맥카테터를 삽입하여 평가한 결과, 마취유도와 역트랜델렌버그자세 후 심장지수가 35-40% 감소했고 공기배증 유도 후 더욱 감소하여 50% 정도 심장지수가 감소하였다고 하였다. 심박출량이 감소되고 평균동맥압이 상승되는 기전에는 Fig. 1과 같이 여러 요인들이 상호 복합적으로 작용한다.⁵⁾ 공기배증에 의한 증가된 복강내압과 두부거상 자세로 인해 다리의 혈액이 정체되고 하대정맥의 혈류가 감소되면 정맥환류가 감소되고 우심방압이 감소한다. 이에 따른 전부하의 감소에 의해 심박출량이 감소된다. 그러나 횡격막이 거상되어 흉곽내압이 증가하기 때문에 심장충만압은 역설적으로 증가한다. 또한 기계적 요인(복강내압의 증가, 정맥혈관저항의 증가, 복강내 장기들의 혈관저항 증가[부신은 제외], 환자의 자세 변화[두부거상 자세])와 신경호르몬(vasopressin, catecholamines, prostaglandins, renin-angiotensin계 등) 요인들이 함께 작용하여 전신혈관저항을 증가시킨다. 이로 인해 후부하가 증가하므로 심박출량의 감소에도 불구하고 평균동맥압은 증가한다(Fig. 1).⁵⁾ Westerband 등은¹⁶⁾ 복강경 담낭절제술 환자들에서 교류저항 심장도검사(impedance cardiography)를 이용하여 유의한 심혈관계 변화를 관찰하였는데 ($P < 0.001$), 심장지수가 30% 감소했고, 평균동맥압이 15% 증가했으며 계산된 전신말초저항이 79% 상승하였다고 하였다. 이들은 이와 같은 후부하의 뚜렷한 증가는 심기능이 저하된 환자에서 심근산소소모량을 증가시켜 심근 허혈이나 심근 경색 혹은 울혈성 심부전을 초래할 수 있으므로 심질환이 의심되는 환자는 술 전 심기능 평가가 필요하고 복강경 수술 중에도 세밀한 감시가 요구된다고 하였다.

심한 심장질환을 가진 환자에서도 복강경 수술 시 평균동맥압, 심박출량, 그리고 전신혈관저항의 변화 양상은 건강한 환자와 비슷하지만, 변화의 정도는 더 심각하다.²⁰⁾ 수술 전에 심박출량과 중심정맥압이 낮았고, 평균동맥압과 전신혈관저항이 높았던 환자는 불충분한 산소운반능과 함께 매우 심한 혈액역학적 변화를 보인다. 그러므로 공기배증에 의한 혈액역학적 변화를 상쇄하기 위하여 수술 전에 충분한 수액공급 등을 통해 미리 전부하를 증가시키는 것이 도움이 된다. 한편, 심한 울혈성 심장부전 혹은 심장판막부전 말기의 환자들은 허혈성 심질환을 가진 환자들보다 더 심

Fig. 1. Schematic representation of the different mechanisms leading to decreased cardiac output during pneumoperitoneum for laparoscopy (adopted from reference No. 5).

한 혈액학적 변화를 보인다. 이러한 환자들에서 혈액학적 변화가 심하게 나타나는 가장 주된 요인은 후부하의 증가이다. 그러므로 이를 교정하기 위하여 nitroglycerin이나 nicardipine, dobutamine 등의 정주가 흔히 사용된다. Nitroglycerin은 폐모세혈관폐기압과 전신혈관저항의 증가에 의해 심박출량 감소를 교정하는데 사용된다. 하지만 복강경 담낭절제술에서는 nitroglycerin보다 nicardipine 정주가 더 효과적인데 그 이유는 nicardipine은 동맥저항성 혈관(arterial resistance vessels)에 선택적으로 작용하므로 정맥환류에는 영향을 미치지 않기 때문이다.²¹⁾ 특히 울혈성 심부전 환자의 복강경 수술에서 nicardipine의 사용은 매우 유용하다(Table 3).^{5,22)}

부위 순환에 미치는 영향

공기배증은 신장, 간, 창자 등 복강내 및 복막뒤공간 장기들의 혈류를 감소시키는데, 특히 신장에서는 renin에 의해 소변배출량, 신장혈류 및 사구체여과율이 50% 이상 감소한다. 하지만 공기배증이 해소되면 소변배출량은 유의하게 증가하게 된다. 복강경 수술 동안 뇌혈류 및 두개내압이 증가하는데,²³⁾ 이는 복강내압의 증가로 인해 허리정맥총과 머리의 정맥환류에 장애가 생기고, 증가된 PaCO₂에 의해 두개내 혈류가 증가하기 때문이다. 만약 정상 탄산혈 상태(normocarbia)인 경우에는 복강내압의 증가가 두개내의 혈액학 변화에 심각한 영향을 미치지 않는다. 또한 복강내압이 증가함에 따라 대퇴정맥의 혈류는 지속적으로 감소하고, 시간

이 지나면서 혈전색전증을 유발한다.

호흡계에 미치는 영향

기계적 효과: 공기배증이 호흡기능에 미치는 영향은 폐용적과 흉곽폐유순도를 감소시키고 최대기도압력을 증가시킨다.²⁴⁾ 흉곽폐유순도는 환자의 신체적 상태에 따라 약 30-50% 정도 감소된다.^{25,26)} 하지만 일단 공기배증이 형성된 후 계속 유지된다면 크게 영향을 미치지 않는다. 또한 횡격막의 거상과 기도 압력 증가에 의한 환기/관류 불균형(V/Q mismatch)에 의해서 기능적 잔기용량(functional residual capacity, FRC)이 감소된다. 그러나 심혈관계에 이상이 없는 건강한 환자에서는 10-20° 정도의 두부거상 혹은 두부하강 자세에서 복강내압을 14 mmHg 정도로 증가시키더라도 생리적 사강이나 단락의 변화는 초래되지 않는다.

가스 교환 효과-이산화탄소 흡수: 이산화탄소 공기배증을 유지하는 동안 PaCO₂ 증가의 주된 원인은 복강내에서 이산화탄소의 흡수 때문이다. 가스의 복강내 흡수 정도는 가스의 확산능, 흡수 면적, 복강내 장기 및 조직의 관류 정도에 의존하는데, 이산화탄소는 확산능이 높아서 많은 양의 혈액 내로 흡수되고 혈장용해도 역시 높기 때문에 PaCO₂의 증가는 두드러지게 된다. 전신마취 하에서 기계적 환기에 의한 조절호흡을 하는 동안 PaCO₂는 이산화탄소를 복강내에 주입하기 시작한 후부터 점점 증가하여 약 15-30분에 정점에 도달하며 주입 전에 측정한 PaCO₂보다 약 20-30%

Table 3. Management of Patients with Cardiac Disease for Laparoscopy

Preoperative evaluation: echocardiography

If left ventricular ejection fraction < 30%

Intraoperative monitoring

Intra-arterial line

Pulmonary artery catheter

Transesophageal echocardiography ?

Continuous ST segment analysis ?

Gasless laparoscopy ?

Laparotomy ?

Intraoperative management

Slow insufflation

Low intra-abdominal pressure

Hemodynamic optimization before pneumoperitoneum (preload augmentation)

Patient tilt after insufflation

Anesthesia: Isoflurane

Vasodilating drugs (nicardipine, nitroglycerin)

Cardiotonic agents

Experienced surgeon

Postoperative care

Slow recovery from anesthesia (benefit of clonidine)

(Adopted from reference No. 5)

Fig. 2. Ventilatory changes (pH, PaCO₂, PETCO₂) during CO₂ pneumoperitoneum for laparoscopic cholecystectomy (13 ASA I and II patients). Minute ventilation was kept constant at 100 ml/kg/min with a respiratory rate of 12 per minute during the study. Intra-abdominal pressure was 14 mmHg. Data are mean ± SEM. *P < 0.05 as compared with time 0 (adopted from reference No. 5).

정도 더 증가하여 증가된 상태로 일정하게 유지되는 고원 (plateau)을 이룬다(Fig. 2).⁵⁾ 그러나 증가된 PaCO₂ 값이 대부분 정상 범위에 속하는데,^{5,27)} 이와 같이 PaCO₂가 제한적으

로 증가되는 것은 신체의 이산화탄소 저장 능력의 한계와 복강내압 증가에 따른 국소 혈류 감소에 의해 설명되어진다. 그러므로 이 시기가 지난 다음에 나타나는 PaCO₂의 지속적인 증가는 이산화탄소에 의한 피하기중 같은 합병증 발현의 징후가 된다.⁵⁾ 복강경 수술이 끝나고 공기배증이 해소되면 복강내압이 감소되는 동안에 PaCO₂가 일시적으로 증가될 수 있는데 이는 감압에 의해 복강내의 국소 혈류가 개선되기 때문이다.

복강경 수술을 위한 마취 방법

복강경 담낭절제술을 위한 마취 방법은 대부분 전신마취가 이용된다. 척추마취나²⁸⁾ 경막외마취를²⁹⁾ 시행한 경우도 있으나 부위마취 시 교감신경 차단 범위가 높아야 하고 환자의 자세 변화와 공기배증의 유도로 수술 중 심한 호흡 및 순환계 합병증이 발생할 수 있으므로 부위마취보다는 전신마취 하에 조절호흡으로 적절한 환기를 유지해 주는 것이 바람직하다.

기도 관리

기관내 삽관에 의한 조절호흡이 공기배증에 의한 과탄산혈증을 줄일 수 있는 안전한 마취 방법이다.⁹⁾ 후두마스크

삽입은 위내용물의 폐흡인을 방지할 수 없고 20 cmH₂O 이상으로 증가된 기도압을 감당할 수 없다는 단점이 있으나⁵⁾ 기관내 삽관에 비해 후두마스크 삽입 후 혈압 상승이 현저히 적고³⁰⁾ 기관내 튜브 삽관처럼 조절호흡과 호기말이산화탄소분압(P_{ET}CO₂) 감시가 가능하다는 장점이 있다. 특히 위 팽만을 감압할 수 있는 ProSeal 후두마스크는 복강경 담낭 절제술에서 주의하여 사용할 수 있는데, 마른 체형의 고혈압 환자에게는 기관내 삽관보다 이점이 있을 수 있다. 그러나 폐흡인의 위험성이 높은 환자에서는 기관내 삽관이 안전하다.

근육이완제의 선택은 수술 시간과 각 약제의 부작용 특성에 따라 선택한다. 수술 종료 시 근육이완제의 역전에 관해서는 논란이 있다. Neostigmine으로 역전하는 경우 자연 회복에 비해 술 후 오심/구토 발생 빈도가 높다는 보고도 있어³¹⁾ 일부 의사들은 역전제의 사용을 피하려 한다. 그러나 neostigmine 사용이 술 후 오심/구토 발생 빈도에 영향이 없다는 보고도³²⁾ 있고 잔여 근육이완제에 의한 호흡부전은 피해야 하므로 오심/구토 발생을 예방하기 위해 근육이완제의 역전을 무리하게 기피할 필요는 없는 것 같다.

감시장치

복강경 담낭절제술 시 감시장치는 통상적인 술 중 감시장치를 이용한다. 그러나 미국마취과학회 신체등급분류에서 3급 혹은 4급에 해당하는 환자들에서는 공기배증 및 자세 변화에 따른 심혈관계 반응을 감시하고 치료하기 위해 침습적 감시장치가 필요할 수 있다.^{5,33)}

수술하는 동안 P_{ET}CO₂는 약 35 mmHg 정도로 유지되어야 하고, 이를 위해서 분당 호흡량을 15-25% 정도 증가시켜야 한다.⁵⁾ 이때 과환기는 특히, 만성 폐쇄성 폐질환이나 자발 기흉(spontaneous pneumothorax) 혹은 물집폐공기증(bullous emphysema) 등을 가진 환자들에서는 폐포의 팽창을 방지하고 기흉의 위험을 줄이기 위해 일회 호흡량보다 호흡 횟수를 증가시켜 분당 호흡량을 증가시키는 것이 타당하다.⁵⁾

건강한 환자의 경우 복강경 수술 중 호기말이산화탄소분압측정기(capnometer)와 맥박산소계측기(pulse oximeter)를 이용하여 환자의 P_{ET}CO₂와 말초동맥혈산소포화도(SpO₂)를 감시하고 유추하여 과탄산혈증과 저산소증을 예방할 수 있다. 그러나 수술 전 폐기능 검사상 강제호기량(forced expiratory volume)이 예상치의 70% 미만이었고 확산결손(diffusion defect)이 예상치의 80% 미만이었던 환자의 경우 PaCO₂와 P(a-ET)CO₂의 증가에 의해서 P_{ET}CO₂와 PaCO₂ 사이의 연관성이 적어지고, 수술 중 과탄산혈증 및 산증이 잘 유발된다고 한다.³⁴⁾ 그러므로 술전 폐기능 검사에서 강제호기량과 폐활량이 낮거나 전신상태가 불량한 환자들의 경우, 복강경 수술 시 환기 감시를 단순히 P_{ET}CO₂에만 의존하지 말고 과탄산혈증이

의심되는 환자에게는 동맥혈 채혈을 통한 PaCO₂ 감시가 동반되어야 한다.^{5,9,33)} 또한 지속적인 과탄산혈증과 산증이 교정되지 않는 경우, 공기배증을 감압하고 그래도 안되면 개복술로의 전환도 고려해 보아야 한다.

마취 약제

복강경 수술에서 N₂O의 사용은 논란이 되고 있다. N₂O가 장 속으로 확산되어 팽창의 원인이 되는 것과 술 후 오심의 발생 빈도를 높일 수 있다는 면에서 논란이 되고 있지만, 70-80분 정도의 시술에서는 N₂O 사용 유무에 따른 차이가 없다고³⁵⁾ 한다. 사용하는 마취 약제로는 심장 기능이 감소된 환자에서는 직접적인 심장 억제를 방지하기 위하여 isoflurane을 사용하는 것이 좋다.^{5,14)} 아울러 nicardipine과 같은 혈관확장제의 지속 주입을 병행하면 공기배증으로 인한 심각한 혈역학 변화를 감소시킬 수 있다.⁵⁾ 또한 정맥마취제인 propofol을 주마취제로 사용하면 수술 후 오심과 구토 등의 합병증을 줄이는 데도 도움이 되고³⁶⁾ 수술 중에도 전신 혈관저항 증가에 의한 혈압 상승을 둔화시킬 수 있다.²⁷⁾ 마취 깊이는 수술 중에 복강내압이 증가하고 미주신경반사가 증가하는 것을 방지해야 하므로 마취 심도가 적절히 깊어야 한다. 미주신경반사를 감소시키기 위하여 전투약제로 atropine을 사용하는 것도 도움이 되고, 수술 중에도 필요시 atropine을 투여하는 것이 좋다.⁵⁾

통증 관리

복강경 수술이 개복술에 비해서 수술 후 통증과 진통제 사용을 유의하게 감소시키지만, 통증의 성질이 서로 다르다. 개복술 후에는 환자가 복벽의 벽쪽통증(parietal pain)을 호소하지만 복강경 수술 후에는 내장쪽통증(visceral pain), 날문연축(pyloric spasm), 그리고 어깨통증을 호소한다. 아산화질소를 주입 가스로 사용하면 이산화탄소보다 통증이 덜하다. 그리고 수술 후 복강내에 이산화탄소가 남아 있으면 이 또한 통증의 원인이 될 수 있으므로 제거해 주어야 한다. 복강내에 국소마취제를 투여하거나³⁷⁾ 경막외에 진통제를 주입하면 통증을 줄일 수 있고, 비스테로이드성 진통소염제를 사용하면 아편양제제의 사용량을 줄일 수 있다.⁵⁾

술 후 회복 환자의 감시

심혈관계 및 호흡계의 감시는 수술이 끝나더라도 회복실에서 계속되어야 한다.⁵⁾ 왜냐하면 전신혈관저항의 증가와 SpO₂의 감소 및 P_{ET}CO₂의 증가는 공기배증이 소실된 후에도 어느 정도 지속되어 산소요구량이 증가하기 때문이다. 그러므로 회복실에서는 건강한 환자에게도 산소를 공급해야 한다.

술 후 오심과 구토

복강경 수술 후 오심과 구토는 발생 빈도가 48%까지³⁸⁾ 높게 보고되어 있는 흔한 증상이므로 이를 미리 예방하고 치료하는 것도 매우 중요하다. 오심/구토의 발생 빈도를 줄이는 방법으로는 여러 가지 진통 방법을 이용하여 아편양 제제의 사용 양을 줄이고 논란은 있지만 N₂O 사용을 피하며³⁹⁾ propofol을 주마취제로 사용하는 방법³⁶⁾ 등이 추천될 수 있다.

그밖에 예방적으로 항구토제를 사용하는 방법도 있는데, 선택적 5HT₃ 수용체 길항제인 ondansetron이나⁴⁰⁾ 새로운 5HT₃ 수용체 길항제인 ramosetron과 granisetron이⁴¹⁾ 복강경 담낭절제술 후 오심/구토 발생의 예방 효과가 있다. 이때 약제 투여 시기도 효과에 영향을 미치는데 ondansetron의 경우 마취유도 전보다 수술 종료 시에 투여하는 것이 더 효과적이다.⁴²⁾

수술 중 합병증

복강경 담낭절제술 시 발생될 수 있는 술 중 합병증은 수술 조작에 의한 혈관이나 장기들의 조직 손상과 공기배증을 만들기 위한 이산화탄소가스 주입과 관련된 합병증으로 분류할 수 있다. 이산화탄소 주입에 따른 합병증으로는 피하기종(subcutaneous emphysema), 기흉(pneumothorax), 종격동기종(pneumomediastinum), 심막기종(pneumopericardium), 기관내 튜브의 기관지내 삽관(endobronchial intubation), 이산화탄소 색전증(CO₂ embolism), 위내용물의 폐흡인 등이 발생될 수 있다.⁹⁾

혈관 손상

수술조작 중 특히 Veress 바늘이나 트로카 삽입 중 혈관 손상이 발생될 수 있다. 복벽 혈관 손상, 낭동맥(cystic artery) 혹은 간동맥 손상 등으로 출혈이 많을 수 있고 때로는 보이지 않는 출혈에 의해 원인 불명의 저혈압이 발생될 수도 있다. 이런 경우 위독한 합병증의 조기 발견에 마취과 의사의 역할이 중요할 수 있다. 조절되지 않는 대량 출혈의 경우 개복술로 전환하여 손상된 혈관을 봉합해야 한다. 출혈뿐 아니라 위장관의 손상도 술후 유병율과 관련이 높으므로 Veress 바늘이나 트로카 삽입 시 주의를 기울여야 한다.

이산화탄소 피하기종

이산화탄소 피하기종은 외과의사의 부주의로 인해 복강 위로 이산화탄소를 주입함으로써 발생할 수 있다. 만약 PaCO₂와 P_{ET}CO₂가 정점에 도달하여 고원을 이룬 이후에도 PaCO₂와 P_{ET}CO₂가 계속 증가하면 반드시 이산화탄소 피하

기종을 의심해보아야 한다.^{5,43)} 이런 경우에는 PaCO₂가 갑자기 급격히 증가하기 때문에 분당 호흡량을 70-80% 정도 증가시키더라도 과탄산혈증을 개선할 수 없다. 피하기종의 범위와 이산화탄소 흡수 정도는 피하에 주입된 이산화탄소의 압력에 의해 결정된다. 일단 이산화탄소 피하기종이 발생하면 즉시 복강경 수술을 중지하고, 복강내 이산화탄소를 배출시켜 복강내압을 감소시키고 과탄산혈증이 개선된 후 다시 수술을 진행해야 한다. 대부분의 경우 별 처치 없이 곧 회복되지만 만성 폐쇄성 폐질환을 가진 환자는 전신마취 하에서 기계적 환기에 의한 조절호흡을 통하여 분당호흡량을 증가시키는 방법이 추천된다.

기흉, 종격동기종, 심막기종

공기배증을 만드는 동안 가스의 이동으로 피하기종, 기흉, 종격동기종 및 심막기종 등이 발생할 수 있다. 복강내압이 증가하면 발생학적 흔적으로 남아 있는 복강과 흉막 및 심막낭 사이의 교통 통로를 통하여 가스의 이동이 일어날 수 있다. 횡격막 결손 혹은 대동맥구멍(aortic hiatus)과 식도구멍(esophageal hiatus)을 통하여, 혹은 수술 중 부주의로 인해 위식도접합부가 찢어지는 경우에 기흉이 발생할 수 있다. 만약 수술 중 청색증과 SpO₂의 감소, 피하기종, 기도압 상승 등이 나타나면 기흉을 의심해 볼 수 있다. 이때 외과의사는 수술 시야에서 한쪽 횡격막(hemidiaphragm)의 운동 이상을 관찰할 수 있다. 진단은 반드시 흉부 청진 및 X-선 촬영으로 확인해야 한다. 경부 혹은 상흉부에 생기는 피하기종은 기흉을 동반하지 않을 수 있다. 수술 중 기흉이 발생하면 아산화질소 사용을 중지하고, 인공호흡기를 다시 조절하여 양압환기로 저산소증을 교정한다. 아울러 가능한 복강내압을 줄이고 외과의사와 상의하면서 기흉이 개선되도록 기다린다. 이때, 혈액학적 변화가 심하지 않다면 즉각적인 가슴천자(thoracentesis)는 피해야 한다. 왜냐하면 복강에서 가스를 배출하고 나면 약 30-60분 후에 기흉이 저절로 없어질 수도 있기 때문이다.

기관지내 삽관

복강내압의 증가에 따라 복강내의 내장과 횡격막이 두부 쪽으로 상승하면서 기관용골(tracheal carina)도 상승하게 된다. 그러므로 상부가 입 근처에서 고정되어 있는 기관내 튜브가 우측 주기관지내로 삽관될 수 있다. 이때는 SpO₂의 감소와 기도압의 증가가 관찰된다. 그러므로 환자의 체위가 조금이라도 바뀌면 기관내 튜브의 위치를 반드시 다시 확인해야 한다.

이산화탄소 색전증

비록 드물지만 가스 색전증은 복강경 수술의 가장 위험

한 합병증이며, 자궁경(hysteroscope)과 함께 시행되는 복강경 수술에서 그 발생 빈도가 더 높다. 공기배증을 만들기 위해 Veress 바늘 혹은 트로카를 삽입하면서 손상된 복강내 혈관 및 장기에 가스를 주입하여 주로 발생되는데, 복강 내 혈관 및 장기에 수술적 절개나 손상이 생기면 수술 중이나 수술이 끝난 뒤에도 발생될 수 있다. 이산화탄소는 공기, 산소, 그리고 아산화질소 등에 비해 혈액에 더 잘 녹고, 혈액의 이산화탄소 운반능력도 높아서 소량이 혈액 내로 들어간다 하더라도 신속히 폐를 통해서 배출되므로 큰 문제는 없지만, 많은 양이 들어가면 위험해질 수 있다. 이산화탄소의 주입 속도가 1 L/min 이상이거나 주입 압력이 15 mmHg 이상일 때 색전증이 발생되기 쉬우며, 과도한 압력으로 너무 빨리 주입하면 대정맥이나 우심방에서 혈류를 차단하는 가스차단(gas lock) 현상을 일으켜서 심박출량을 감소시키고 심혈관계 허탈까지 야기할 수 있다.⁴⁴⁾ 전신적인 이산화탄소 색전증은 공기나 산소 색전증에 비해 자체의 혈관확장효과로 말초혈관저항을 더 떨어뜨릴 수 있고, 이로 인하여 갑작스런 혈압 하강이 발생한다. 환기관류불균형을 야기하여 생리적 사강을 증가시키고 저산소증을 유발하며 기관지 수축이나 폐유순도의 변화 없이 기도압을 증가시킨다. 심장의 우측에서 가스 색전을 확인하거나 이차적인 생리적 변화를 발견함으로써 진단할 수 있고, 중심정맥으로부터 가스나 거품이 섞인 혈액을 채혈함으로써 색전증을 확인할 수 있다. 색전증 발생 초기에는 도플러음이 변하고 평균폐동맥압이 증가하며 색전의 크기가 점점 커질수록 빈맥, 부정맥, 저혈압, 중심정맥압의 증가, 물레바퀴(millwheel) 심잡음, 청색증, 심전도상 우측심장의 과도 긴장(right heart strain) 등이 나타난다.⁵⁾ 폐부종 소견 또한 색전증의 초기 증상일 수 있다. 감시 장비로는 경식도심장초음파, 식도 혹은 명치부 도플러탐색자, 또는 폐동맥카테터가 가장 민감하고, 맥박산소계측기, 호기말이산화탄소분압측정기 등이 저산소증과 색전증의 조기 발견과 색전의 범위를 결정하는데 유용하게 사용된다. 이산화탄소 색전증 발생 시 초기에는 혈액내로 흡수된 이산화탄소가 폐를 통해 신속히 배출되므로 $P_{ET}CO_2$ 가 증가하지만, 시간이 지나서 심박출량의 감소와 생리적 사강의 증가로 인해 $P_{ET}CO_2$ 는 감소하고 $P(a-ET)CO_2$ 는 증가하는 $P_{ET}CO_2$ 의 이중변화가 생긴다. 이산화탄소 색전증이 발생하면 즉시 이산화탄소 주입을 중지하고, 공기배증을 제거해야 하고, 환자의 자세를 두부하강 및 좌측와위로 바꾸어 색전이 우심장에서 폐순환으로 넘어가는 것을 방지해야 한다. 그리고 아산화질소 사용을 중지하고, 100% 산소로 기계적 환기에 의한 조절호흡으로 과환기를 시행함으로써 저산소증과 과탄산혈증을 개선하여야 한다. 과량의 가스 색전증 발생 시 심장폐우회술을 시행하여야 하며 만약 뇌혈관에서 가스 색전증이 의심이 되면 고압산소치료(hyperbaric

oxygen treatment)를 고려하여야 한다.

위내용물의 폐흡인

복강내압의 증가로 인해 위액이 역류되어 폐흡인이 발생하면 치명적이다. 전신마취 하에서 커프가 있는 기관내 튜브를 삽관하여 기계적 환기에 의한 조절호흡을 시행하면 위액 역류의 기회는 거의 없지만, 국소마취 혹은 전신마취 하에서 자발호흡을 하는 환자의 경우 위액의 역류 가능성은 높아진다. 그러므로 전투약제 또는 수술 중에라도 위액의 산도를 낮춰 주고 위산 분비를 억제하며 식도괄약근의 긴장도를 높여주는 약제를 사용하는 것이 도움이 된다.

수술 후 고려할 사항 및 기타 특수 상황

수술 후 고려할 사항들

복강경 담낭절제술 후에는 기존의 상복부 개복술 시 발생될 수 있는 폐기능 장애가 크게 개선되고 환자의 회복도 빨라질 수 있지만, 횡격막의 기능 장애는 크게 개선되지 않고 수술 후 24시간 정도 지속될 수 있다.⁴⁵⁾ 고령, 비만, 흡연자 및 만성 폐쇄성 폐질환을 가진 환자들은 복강경 수술 후에도 건강한 환자들에 비해서 호기량이 크게 감소하고 폐기능의 회복도 늦어진다.

복강경 수술 시 공기배증에 의한 복강내압의 증가는 정맥울혈(venous stasis)로 심부정맥 혈전증과 폐색전증의 위험이 있다. 치명적 폐색전증의 발생 빈도가 개복술보다는 적지만(0.016%) 이를 줄이기 위해 복강경 수술 후에도 적극적인 조기 보행이 필요하다.⁹⁾

가스 주입 없는 복강경 수술

최근에는 가스를 주입하지 않는 복강경 수술(gasless laparoscopic surgery)도 이용되고 있는데, 특별한 외과적 견인기로 복벽을 들어 올려서 공기배증과 유사한 복강내 공간을 만들면 수술 시야를 확보할 수 있다는 원리를 이용한 것이다. 이 방법은 수술 중 지속적인 흡인과 세척이 필요한 경우나 이산화탄소 주입과 복강내압 증가에 의한 심혈관계 및 호흡기계의 심각한 변화들을 최소화할 수 있어서⁴⁶⁾ 심장 질환 및 호흡기 질환이 심한 환자들에게 유용하게 이용될 수 있다. 하지만 충분한 수술 시야 확보가 어렵고 기술적인 어려움이 있으므로 5 mmHg 정도로 낮은 압력의 공기배증과 함께 병용하는 것이 더 효과적이다. 복강경 수술에는 특별한 금기증이 없으나, 두개내압이 증가된 환자, 저혈량증, 뇌실복막지름술(ventricular peritoneal shunt) 혹은 복막목정맥지름술(peritoneojugular shunt)을 시행 받은 환자 또는 심한 심장질환 환자 등에서는 가스를 주입하지 않는 복강경 수술이 공기배증을 만드는 것보다 더 유용하다.

임산부 복강경 수술

임산부에게 가장 흔히 시행되는 비산과적 외과수술은 충수돌기절제술과 담낭절제술 등인데, 임산부가 복강경 담낭절제술의 금기 사항은 아니다. 그리고 임산부의 복강경 수술 시 심혈관계에 미치는 혈액학 변화는 비임산부에서와 유사하다.⁴⁷⁾ 그러나 유산, 조기 진통, 자궁내 태아 사망, Veress 바늘 또는 트로카로 인한 자궁 손상 등의 위험이 따를 수 있다. 또한 모체의 이산화탄소 공기배증은 임산부의 복강내 압을 증가시키고, 이로 인해 태아의 과탄산혈증 및 산증이 야기되고 심박수와 동맥압도 약간 증가할 수 있다. 태아의 이러한 생리적 변화는 이산화탄소를 배출하여 공기배증을 없애주면 곧바로 정상 상태로 되 돌아온다. 또한 산모의 PaCO₂를 정상으로 유지해 주면, 공기배증의 유무와 관계없이 태아의 태반 혈류, pH, 그리고 기타 혈액가스분석치 등이 정상으로 유지된다. 이런 관점에서 임산부의 복강경 수술 시 가스를 주입하지 않는 복강경 수술도 고려해 볼 만하다. 임산부의 복강경 수술은 임신 23주 이전에 하는 것이 조기 진통의 위험을 줄이고 수술 시야를 확보하는데 도움이 된다. 태아 감시를 위해 경질초음파촬영술(transvaginal ultrasonography)이 필요하고, 태아의 산증을 방지하기 위하여 임산부의 pH는 기계적 환기에 의한 조절호흡으로 정상 혹은 알칼리 상태로 유지되어야 한다.

외래 복강경 담낭 절제술

복강경에 의한 최소 침습 수술은 조기 이동과 식음료 섭취가 가능하여 복강경 담낭절제술을 외래 차원에서 가능하도록 하고 있다. 최근 일부 기관에서는 복강경 담낭절제술 환자의 68-94%를 수술 당일 퇴원하였다고 하였다.^{48,49)} 의료비용 절감 면에서도 효과적이라 하지만 아직은 술 후 통증과 오심/구토 및 기타 합병증 발생에 대한 관리 문제가 좀 더 연구되어야 할 단계이다. 외래 차원에서의 수술은 적절한 환자 선택이 중요한데, 환자의 전신 상태가 좋고(미국 마취과학회 신체등급분류상 1급 혹은 2급), 가족 등의 사회적 여건이 적절하고, 수술이 간단하며 수술 후 통증이 적고 오심/구토가 없는 환자들이 적응이 된다.

맺 음 말

복강경 담낭절제술은 개복술에 비해 술후 통증이 적고 회복이 빨라 조기 퇴원이 가능하고 아울러 사회 복귀가 빠른 등의 많은 장점이 있다. 그러나 수술 중에는 공기배증과 자세 변화로 인해 혈액학 변화가 심하고 특히 심한 심혈관 질환이 있는 노인 환자에서는 마취 관리상 상당한 어려움이 있을 수 있다. 복강경 수술 시 발생하는 생리적 변화를

숙지하고 심혈관계 변화가 초래되는 기전을 이해하여 변화를 최소화할 수 있는 안전한 방법으로 마취를 관리할 수 있어야 하며, 심혈관 및 호흡기계 질환이 심한 전신 상태가 불량한 환자들에서는 침습적 감시장치의 이용도 고려해 보아야 할 것이다. 아울러 수술 중 발생할 수 있는 합병증에도 관심을 두어 합병증 발생 시 조기 진단으로 심각한 후유증을 막을 수 있도록 하여야겠다.

참 고 문 헌

1. Soper NJ, Barteau JA, Clayman RV, Ashley SW, Dunnegan DL: Comparison of early postoperative results for laparoscopic versus standard open cholecystectomy. *Surg Gynecol Obstet* 1992; 174: 114-8.
2. Vecchio R, MacFayden BV, Palazzo F: History of laparoscopic surgery. *Panminerva Med* 2000; 42: 87-90.
3. Spaner SJ, Warnock GL: A brief history of endoscopy, laparoscopy, and laparoscopic surgery. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A* 1997; 7: 369-73.
4. Perissat J, Collet DR, Belliard R: Gallstones: laparoscopic treatment, intracorporeal lithotripsy followed by cholecystostomy or cholecystectomy: a personal technique. *Endoscopy* 1989; 21(Suppl 1): 373-4.
5. Joris JL: Anesthesia for laparoscopic surgery. In: *Anesthesia*. 5th ed. Edited by Miller RD: Philadelphia, Churchill Livingstone. 2000, pp 2003-23.
6. Morey TE, Dennis DH: Laparoscopic procedures. In: *Clinical anesthesia practice*. 2nd ed. Edited by Kirby RR, Gravenstein N, Lobato EB, Gravenstein JS: Philadelphia, W.B. Saunders Company. 2002, pp 1518-32.
7. Holohan TV: Laparoscopic cholecystectomy. *Lancet* 1991; 338: 801-3.
8. Rudston-Brown B, Draper PN, Warriner B, Walley KR, Phang PT: Venous gas embolism: a comparison of carbon dioxide and helium in pigs. *Can J Anaesth* 1997; 44: 1102-7.
9. Leonard IE, Cunningham AJ: Anaesthetic considerations for laparoscopic cholecystectomy. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2002; 16: 1-20.
10. Cunningham AJ, Turner J, Rosenbaum S, Rafferty T: Transoesophageal echocardiographic assessment of haemodynamic function during laparoscopic cholecystectomy. *Br J Anaesth* 1993; 70: 621-5.
11. Rasmussen JP, Dauchot PJ, DePalma RG, Sorensen B, Regula G, Anton AH, et al: Cardiac function and hypercarbia. *Arch Surg* 1978; 113: 1196-200.
12. Safran D, Sgambati S, Orlando R 3rd: Laparoscopy in high-risk cardiac patients. *Surg Gynecol Obstet* 1993; 176: 548-54.
13. Ho HS, Saunders CJ, Corso FA, Wolfe BM: The effects of CO₂ pneumoperitoneum on hemodynamics in hemorrhaged animals. *Surgery* 1993; 114: 381-7.
14. Joris JL, Noirot DP, Legrand MJ, Jacquet NJ, Lamy ML: Hemodynamic changes during laparoscopic cholecystectomy. *Anesth Analg* 1993; 76: 1067-71.

15. Branche PE, Duperret SL, Sagnard PE, Boulez JL, Petit PL, Viale JP: Left ventricular loading modifications induced by pneumoperitoneum: a time course echocardiographic study. *Anesth Analg* 1998; 86: 482-7.
16. Westerband A, Van De Water J, Amzallag M, Lebowitz PW, Nwasokwa ON, Chardavoyne R, et al: Cardiovascular changes during laparoscopic cholecystectomy. *Surg Gynecol Obstet* 1992; 175: 535-8.
17. Ishizaki Y, Bandai Y, Shimomura K, Abe H, Ohtomo Y, Idezuki Y: Safe intraabdominal pressure of carbon dioxide pneumoperitoneum during laparoscopic surgery. *Surgery* 1993; 114: 549-54.
18. Joris JL, Chiche JD, Canivet JL, Jacquet NJ, Legros JJ, Lamy ML: Hemodynamic changes induced by laparoscopy and their endocrine correlates: effects of clonidine. *J Am Coll Cardiol* 1998; 32: 1389-96.
19. 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.
20. Hein HA, Joshi GP, Ramsay MA, Fox LG, Gawey BJ, Hellman CL, et al: Hemodynamic changes during laparoscopic cholecystectomy in patients with severe cardiac disease. *J Clin Anesth* 1997; 9: 261-5.
21. Pepine CJ, Lambert CR: Cardiovascular effects of nicardipine. *Angiology* 1990; 41: 978-86.
22. Burlew BS, Gheorghiade M, Jafri SM, Goldberg AD, Goldstein S: Acute and chronic hemodynamic effects of nicardipine hydrochloride in patients with heart failure. *Am Heart J* 1987; 114: 793-804.
23. Halverson A, Buchanan R, Jacobs L, Shayani V, Hunt T, Riedel C, et al: Evaluation of mechanism of increased intracranial pressure with insufflation. *Surg Endosc* 1998; 12: 266-9.
24. Bardoczky GI, Engelman E, Levarlet M, Simon P: Ventilatory effects of pneumoperitoneum monitored with continuous spirometry. *Anaesthesia* 1993; 48: 309-11.
25. Oikkonen M, Tallgren M: Changes in respiratory compliance at laparoscopy: measurements using side stream spirometry. *Can J Anaesth* 1995; 42: 495-7.
26. Fahy BG, Barnas GM, Nagle SE, Flowers JL, Njoku MJ, Agarwal M: Changes in lung and chest wall properties with abdominal insufflation of carbon dioxide are immediately reversible. *Anesth Analg* 1996; 82: 501-5.
27. Yeo JE, Song SO, Kim HD, HJ Kim: Effects of the methods of general anesthesia on the changes of blood pressure and arterial carbon dioxide tension during laparoscopic cholecystectomy. *Korean J Anesthesiol* 1995; 28: 534-40.
28. Vaghadia H, Viskari D, Mitchell GW, Berrill A: Selective spinal anesthesia for outpatient laparoscopy. I: characteristics of three hypobaric solutions. *Can J Anaesth* 2001; 48: 256-60.
29. Pursnani KG, Bazza Y, Calleja M, Mughal MM: Laparoscopic cholecystectomy under epidural anesthesia in patients with chronic respiratory disease. *Surg Endosc* 1998; 12: 1082-4.
30. Jeong JH, Song SO, Kim HD: Effects of ProSeal laryngeal mask airway on intraoperative ventilation and blood pressure, and postoperative sore throat in laparoscopic cholecystectomy. *Korean J Anesthesiol* 2004; 46: 10-6.
31. Ding Y, Fredman B, White PF: Use of mivacurium during laparoscopic surgery: effect of reversal drugs on postoperative recovery. *Anesth Analg* 1994; 78: 450-4.
32. Hovorka J, Korttila K, Nelskyla K, Soikkeli A, Sarvela J, Paatero H, et al: Reversal of neuromuscular blockade with neostigmine has no effect on the incidence or severity of postoperative nausea and vomiting. *Anesth Analg* 1997; 85: 1359-61.
33. Cunningham AJ: Anesthetic implications of laparoscopic surgery. *Yale J Biol Med* 1998; 71: 551-78.
34. Wittgen CM, Naunheim KS, Andrus CH, Kaminski DL: Preoperative pulmonary function evaluation for laparoscopic cholecystectomy. *Arch Surg* 1993; 128: 880-5.
35. Taylor E, Feinstein R, White PF, Soper N: Anesthesia for laparoscopic cholecystectomy. Is nitrous oxide contraindicated? *Anesthesiology* 1992; 76: 541-3.
36. Grundmann U, Silomon M, Bach F, Becker S, Bauer M, Larsen B, et al: Recovery profile and side effects of remifentanyl-based anaesthesia with desflurane or propofol for laparoscopic cholecystectomy. *Acta Anaesthesiol Scand* 2001; 45: 320-6.
37. Song SO, Park SY, Kim HD, Yun SS, Lee SY, Kim SY, et al: The effects of intraperitoneal instillation of lidocaine before pneumoperitoneum on postoperative pain score and intraoperative changes of blood pressure in patients with a laparoscopic cholecystectomy. *Korean J Anesthesiol* 2002; 43: 625-32.
38. Parlow JL, Meikle AT, van Vlymen J, Avery N: Post discharge nausea and vomiting after ambulatory laparoscopy is not reduced by promethazine prophylaxis. *Can J Anaesth* 1999; 46: 719-24.
39. Divatia JV, Vaidya JS, Badwe RA, Hawaldar RW: Omission of nitrous oxide during anesthesia reduces the incidence of postoperative nausea and vomiting. A meta-analysis. *Anesthesiology* 1996; 85: 1055-62.
40. Helmy SA: Prophylactic anti-emetic efficacy of ondansetron in laparoscopic cholecystectomy under total intravenous anaesthesia. A randomised, double-blind comparison with droperidol, metoclopramide and placebo. *Anaesthesia* 1999; 54: 266-71.
41. Fujii Y, Saitoh Y, Tanaka H, Toyooka H: Ramosetron vs granisetron for the prevention of postoperative nausea and vomiting after laparoscopic cholecystectomy. *Can J Anaesth* 1999; 46: 991-3.
42. Tang J, Wang B, White PF, Watcha MF, Qi J, Wender RH: The effect of timing of ondansetron administration on its efficacy, cost-effectiveness, and cost-benefit as a prophylactic antiemetic in the ambulatory setting. *Anesth Analg* 1998; 86: 274-82.
43. Kent RB 3rd: Subcutaneous emphysema and hypercarbia following laparoscopic cholecystectomy. *Arch Surg* 1991; 126: 1154-6.
44. Root B, Levy MN, Pollack S, Lubert M, Pathak K: Gas embolism death after laparoscopy delayed by "trapping" in portal circulation. *Anesth Analg* 1978; 57: 232-7.
45. Sharma RR, Axelsson H, Oberg A, Jansson E, Clergue F, Johansson G, et al: Diaphragmatic activity after laparoscopic cholecystectomy. *Anesthesiology* 1999; 91: 406-13.
46. Koivusalo AM, Kellokumpu I, Scheinin M, Tikkanen I, Halme L,

- Lindgren L: Randomized comparison of the neuroendocrine response to laparoscopic cholecystectomy using either conventional or abdominal wall lift techniques. *Br J Surg* 1996; 83: 1532-6.
47. Steinbrook RA, Bhavani-Shankar K: Hemodynamics during laparoscopic surgery in pregnancy. *Anesth Analg* 2001; 93: 1570-1.
48. Taylor E, Gaw F, Kennedy C: Outpatient laparoscopic cholecystectomy feasibility. *J Laparoendosc Surg* 1996; 6: 73-7.
49. Voitk AJ: Outpatient cholecystectomy. *J Laparoendosc Surg* 1996; 6: 79-81.
-