

고위험 복강 수술의 마취

최희연 (해마루 소동물임상의학연구소)



전신 질환이 있는 환자에서 마취와 수술 후에 부작용의 발생이 더 많다는 것은 이미 잘 알고 있는 이야기이다.

마취와 관련된 전신상태의 분류(표1)는 마취의 부작용 발생과 밀접한 연관을 갖고 있다.

분류 1은 전신적으로 건강한 상태를 의미하며 분류 3은 보상이 되는 전신 질환을 갖는 환자, 분류 4는 가까운 미래에 죽음을 야기할 수 있는 주요 질환이 있는 환자, 분류 5는 응급 수술을 실시하지 않을 경우 사망이 가능한 환자를 의미한다.

연구에 의하면 사람과 수의에서 모두 분류 3 단계 이상의 환자에서 마취의 부작용이 보다 확연하게 나타나는 것으로 나타나고 있다.

환자가 심장 질환을 갖고 있는 경우 확연하게 부작용이 늘어난다.

심장 질환을 갖고 있으면서 심장이 아닌 다른

질환으로 수술을 받을 경우 가벼운 수술의 경우 2.9%의 부작용 발생을 복잡한 수술의 경우 19%의 발생률을, 조절이 되지 않는 내과적 문제가 있는 경우 49%의 발생률을 보이는 것으로 확인되었다.

술 후 폐 관련 부작용의 경우 분류 3,4의 경우 22%로 높게 보고되고 있다.

이러한 고위험군 환자에 있어서 “방어적 마취”는 필수 적이라고 할 수 있다.

방어적 마취는 마취 전에 문제를 확인하고 부작용을 예상한 후에 부수적인 계획을 세우는 것을 말한다.

GDV(gastric distension-volvulus), 비장 적출, 장염전, 장천공, 외상으로 인한 복강 손상 혹은 천공, 단백 소실성 장질환, 췌장염, 담낭 점액종, 담석, 종양을 위한 탐색술의 질환은 개

분 류	신체상태	예
I	정상, 건강함	암·수 중성화 수술, 귀 성형술, 단미술
II	약간의 전신질환	피부종괴, 단술골절, 단순탈장, 상처감염, 보상성심질환
III	심한 전신질환	탈수, 빈혈, 악액질, 약간의 저혈량
IV	생명을 위협하는 심한 전신 질환	요독증, 중독, 심한 탈수&저혈량, 빈혈, 비보상성 심질환, 고열, 식약
V	수술 없이는 24시간 내 위험	심한 쇼크와 탈수, 악성 감염, 심한 외상

와 고양이에 있어서 고위험 마취군이라고 할 수 있다.

이러한 환자들은 마취 전에 신체 지수들을 최대한 정상에 가깝게 끌어올려야만 한다.

이러한 환자들은 저혈류와 저단백혈증을 갖고 있을 경우 마취 중 저혈압이나 말초 혈류량의 감소가 일어나게 될 확률이 높아진다.

그러므로 마취 전에 혈류량과 삼투압을 정상으로 끌어 올려놓아야만 한다.

빈혈이 있거나 출혈이 있는 수술의 경우 수혈을 실시하여야 한다.

많은 약물을 투여해야 할 가능성이 있는 경우 IV 카테터를 두 개 잡아 놓아야 한다.

동맥압과 심박수, 잇몸의 색, CRT측정을 통해서 마취 전 심혈관계 평가가 이루어져야 한다.

응급 약물은 마취 시작 전에 용량을 계산해 둔다. 이는 비정상적인 상황에서 치료 시간을 단축시켜주며 실수로 인해 많은 약이 투여되는 것을 막아준다.

도파민이나 도부타민 수액은 수술실에 미리 만들어 놓아야 한다.

확연하게 depress된 환자나 패혈증 또는 내독소혈증이 있는 환자는 마취제의 용량을 줄여서 사용한다.

도입을 위한 최소의 마취약물과 유지용량을 사용한다.

복강에 큰 종괴가 있는 경우 대동맥과 대정맥의 압박으로 인한 저혈압 발생이 가능하다.

허혈된 조직이나 종양을 조작하거나 장간막을 잡아 당기는 경우에 카테콜라민이나

vasoactive agent의 분비가 이루어지게 되어 갑작스런 저혈압이 유발되게 된다.

Reperfusion injury역시 가능하다.

수액 역시 중요한데 Lactated Ringer's solution(LRS)이나 Normal saline과 같이 balanced electrolyte solution이 마취 중 기본 수액으로 사용된다.

저혈당을 보이는 환자의 경우는 5% Dextrose를 3ml/kg/hr의 속도로 주입한다.

심혈관계의 문제가 있는 환자의 경우 Dobutamine 5 μ g/kg/min, Dopamine 7 μ g/kg/min, ephedrine 0.1 mg/kg, Hetastarch 10~20 ml/kg, Hypertonic saline 2~4 ml/kg 약물을 하나 혹은 여러 개 준비해 둔다.

CRI 용량을 계산하는 방법은 다음의 공식을 이용한다.

$$\text{Dopamin or Dobutamin dose}(\mu\text{g}) = (D \times W \times V) / (R \times 16.67)$$

D = 주입 용량 $\mu\text{g/kg/min}$
W = 체중
V = 초기 수액 총량 ml
R = 수액 속도 ml/hr

예를 들어 5kg의 환자에 100ml 5% D/W 혹은 N/S에 Doutamine 5 μ g/kg/min 의 속도로 주입한다면 환자에 적용할 수액 속도를 먼저 결정한다.

수액 속도를 5ml/hr로 결정하게 되면 Dobutamine의 용량이 30mg으로 계산되어 이 용량대로 100ml 수액에 첨가하게 된다.

환기와 산소화 정도가 적절한지에 대한 평가

도 이루어져야 한다.

마취 중 역류가 일어날 수 있으므로 마취 회복 전에 입안을 깨끗하게 하며 단두개종의 경우 이러한 역류된 물질들이 눈에 닿지 않도록 주의한다.

1. 특수 질환의 환자

1) GDV (Gastric Dilatation Volvulus)

GDV로 인해 팽창된 위의 압박으로 심박출량의 감소가 일어나게 되는데 심한 경우 90%의 감소가 가능하며 관상동맥으로의 혈류 감소가 발생하여 심근 허혈이 유발될 수 있다.

GDV환자에서 serum cardiac troponin I과 cardiac troponin T의 농도가 심근 허혈의 정도를 나타낸다.

심근세포의 손상을 나타내는 지표인 이들 수치가 증가와 ECG의 비정상적인 변화의 심각성 정도는 연관성이 있는 것으로 확인되었다.

질병 발생 후 36시간 경과 시에는 심근 손상의 첫 증상으로 Ventricular premature depolarization이 발생하며 최근 연구에 의하면 GDV 발생 환자의 51%에서 부정맥이 나타나게 된다.

저혈류와 탈수, 저혈압은 입원 기간 동안 언제나 발생할 수 있는 문제로 패혈증, DIC, 복막염과 함께 사망의 원인이 될 수 있다.

마취 전에 혈류량의 회복은 중요한데 Hypertonic 7.5% saline이나 4~5ml/kg의 colloid 수액을 LRS에 섞어 사용하는 것이 LRS단독 사용보다는 말초 혈류량의 증가와 동맥압의 증가를 유지하는데 도움이 된다.

Hypertonic saline은 GDV에서 뿐만 아니라 다른 질환에서도 유용하게 사용된다.

약자로 HSS 혹은 HTS으로 표현하는 hypertonic saline은 말 그대로 혈장 삼투압보다 높은 모든 NaCl 용액을 말한다.

그러나 실제 임상에서는 일반적으로 7~7.5%의 NaCl용액을 의미한다.

이러한 고장성 수액을 혈관 내에 투여했을 때, 혈장의 삼투압을 높여 간질액을 혈관 내로 이동시킴으로써 volume expansion을 유발하기 때문에 저혈류성 쇼크환자에서 이용하며 뇌에서도 간질액을 혈관 내로 이동시켜 뇌 부종을 감소시키는 작용이 있기 때문에 두부 외상 시 추천되는 수액제 중 하나이다.

이외에도 여러 다른 기전을 통한 추가적인 이점을 갖고 있는데 백혈구의 이주와 부착을 감소시키고 T cell 기능 향상시킴으로써 염증을 조절하는 작용을 하며 이를 통해 염증 반응에 동반되는 이차적인 손상이나 산화적 손상을 방지하는 효과를 갖는다.

또한 직접적으로 혈관 평활근 이완시켜 혈관 확장 유발하고 혈관내피 부종을 감소시켜 미세혈류 개선 작용을 하기 때문에 허혈과 reperfusion injury를 방지하거나 정상으로 회복시키는 효과를 기대할 수 있다.

또한 신경 손상 시 발생하는 과도한 뉴론의 탈분극과 이로 인한 ATP가 고갈, 세포막의 pump의 기능 저하, 세포 외에 존재하는 나트륨의 감소, 세포 내 칼슘의 증가 등의 일련의 반응을 통한 세포 파괴가 HSS의 투여로 세포 외 나트륨 농도를 높여 농도 경사를 유지함으로 예방

[주의: 의사처방 희석사용!] 전문

NaCl-40 inj.

대진약품공업(주) 20mL

할 수 있는 효과를 갖게 된다. 이러한 효과는 head trauma에서 이차적인 신경 손상을 줄이는데 상당부분 기여할 수 있는 부분이라고 할 수 있다.

투여 방법으로는 7~7.5%의 HSS를 3~5ml/kg를 5~10분간 천천히 주입하여야 한다.

투여 속도는 1ml/kg/min을 넘지 않아야 한다.

효과는 2분 이내에 나타나나 그 지속시간은 30분 이내로 짧은 편이며 지속시간을 늘이기 위해서 1/3 HSS 에 2/3 Colloid (예, 6% Hetastarch) 를 혼합하는 방법으로 총 4ml/kg 를 적용하기도 한다.

현재 국내에서 일반적으로 시판되고 있는 HSS는 11.7%로 주사용 증류수와 2:1로 섞어 사용한다.

2) 복막염

복막염으로 인해 수술적인 접근이 필요한 환자는 외상, 위장관 천공, 장염전, 장중첩, 췌장염, 췌장 농양, 췌장 종양 혹은 전립선 농양 등이 있을 수 있다.

이러한 환자들은 체액의 불균형과 더불어 패혈증이나 내독소혈증이 동반되어 있는 경우가 많다.

이러한 환자에서 마취제의 용량은 급격하게 감소하게 된다.

마취 전에 반드시 순환 혈류량을 회복 시켜야 하는데 이 때 Dobutamine을 이용한 도움이 필

요하기도 하다.

VPC 나 심실성 빈맥이 있는 경우 Lidocaine 을 이용할 수 있다.

수술 동안 허혈이 있었던 조직을 조작하는 것은 심각하면서도 급작스러운 혈압의 저하를 유발 시킬 수 있다.

2) 복강 내 종괴

복강 내 종괴를 위한 탐색적 개복술을 실시하는 것은 중요한 문제들을 함유하고 있을 수 있다. 복강 내 출혈이 의심되는 경우는 마취 전이나 마취 중 수혈의 가능성이 있음을 인지하여야 하며 나이가 많은 환자의 경우 저혈압과 저환기 저체온증과 오연성 폐렴이 가능할 수 있음을 알아야만 한다.

종괴의 크기가 큰 경우에는 대동맥과 대정맥을 압박함으로 인해 심한 저혈압이 유발될 수 있으며 비장의 종괴의 경우 실혈과 함께 심실성 부정맥, 대동맥과 대정맥의 압박들이 야기될 수 있음을 기억한다.

앞쪽 복강을 탐색할 때에는 횡격막의 자극으로 인한 저환기, 위액의 역류, 이로 인한 오연성 폐렴, 술 후 심한 통증 등이 있을 수 있음을 준비한다.

3) 담도계 수술

담낭 점액종이 있는 환자는 대부분 나이가 많으며 기력이 없고 식욕 저하가 동반되며 췌장염이나 담즙성 복막염을 동반하고 있는 경우가 많다.

담낭이 확장되어 있거나 담과 폐쇄가 있는 경

우 Mu-receptor opioid(morphine, oxymorphone, hydromorphone)의 사용 담관의 수축을 유발하는 성질 때문에 금지 되어야 한다.

Butorphanol과 buprenorphine은 담관의 수축을 유발하는 성질이 적으므로 사용 가능하다.

저하된 간기능으로 인해 마취의 회복이 느릴 수 있는데 이러한 경우 Propofol은 도입제제로 좋은 선택이라고 할 수 있다.

유지 약물로 Isoflurane과 Sevoflurane이 가능하다.

60마리의 담도계 수술환자를 대상으로 한 Retrospective review에서 생존률은 43마리(72%)에 불과하였으며 사망률에는 세균성 담즙성 복막염이 있는지 여부, 혈중 creatinine 농도, partial thromboplastin time의 지연, MAP의 저하 등의 인자가 관여하는 것으로 밝혀졌다.

4) 마취 프로토콜

항콜린성 약물은 일반적으로 빈맥을 보이는 환자나 VPC를 보이는 환자에 있어서 생략되게 된다.

특히 서맥이 보이지 않는 한 외상 환자에서의 사용도 주의하여야 하는데 비록 이 약물들이 위 내용물을 줄이고 산도를 낮춰 주는 역할을 하더라도 부정맥을 발생 가능성을 높이며 (부정맥의 역치를 낮춤) 항콜린제 투여로 인한 빈맥은 심근의 산소 소모량을 증가시키게 된다.

이것은 저혈류량을 보이는 환자나 심근에 충

격을 입은 외상 환자에서는 유해를 가할 수 있는 작용이 된다.

Opiod 계통 의 진통제들은 마취 프로토콜에 있어서 중요한 역할을 하게 되는데 GDV나 장염전, 천공 등의 환자에 있어서 원하지 않는 구토를 유발할 수 있으므로 주의하여야 한다.

이러한 경우 마취 도입 후 삼관을 실시한 이후에 투여하게 되면 보다 안전하게 사용할 수 있다.

Fentanyl, Butorphanol, Buprenorphine은 구토를 유발하지 않는다.

Benzodiazepine(diazepam, midazolam)은 심혈관계에 영향을 적게 미치면서 opioid계통의 약물과 함께 사용하기에 매우 유용하다.

그러나 호흡기계의 억제 가능성이 기억하여야 한다.

Medetomidine은 말초 혈관을 수축 시키면서 혈압을 증가 시키고 이에 뒤따르는 서맥 반사를 일으키는 약물로 심박출량의 감소를 가져오게 된다.

이러한 효과는 용량에 따라 결정되게 되며 이 약물을 사용할 때는 반드시 2~10 μ g/kg정도의 소량만 사용하여야 한다.

복강 질환이 있는 경우 특히 나이든 환자나 위장관 괴사나 패혈증이 있는 환자의 경우 마취 중 저혈압이 발생할 가능성이 높다.

Diazepam과 Ketamine을 1:1로 섞어 1ml/10kg로 IV적용하는 경우 GDV를 갖고 있는 환자에 있어 유용한 조합으로 Ketamine은 적절한 동맥압을 유지하면서 심근을 자극하여 카테콜라민 분비 및 VPC의 발생을 유도하지 않는다.

이러한 경우 Hydromorphone이나 Oxymorphone은 삽관 이후 투여하게 된다.

Ketamine과 Diazepam의 병용은 mild에서 moderate한 정도의 쇼크환자에서 사용할 수 있는 방법으로 Ketamine이 비록 직접적인 심근 억압작용을 갖고 있으나 교감신경의 자극을 통해 심박출량의 증가 심박수의 증가 혈압의 상승 효과를 간접적으로 보이게 된다.

정상 혈류량을 갖고 있는 환자의 경우 Ketamine만을 사용했을 때 고혈압을 유발할 수 있는데 이러한 것은 Diazepam과 같은 제제를 함께 투약함으로써 조절할 수 있다.

Ketamine은 심장의 보상작용이 이루어지지 않는 저혈류량을 보이는 환자에서 유용한 약물로 지지되고 있다.

그러나 심한 저혈류량으로 교감신경이 보상작용을 최대한으로 하고 있는 경우 이미 고갈되어있는 카테콜라민을 이용할 수 없기 때문에 Thiopental과 같이 심근 억압 작용을 보이게 된다.

두부 외상을 함께 갖고 있는 환자의 경우 뇌내압의 증가가 가능하므로 사용하여선 안 된다.

특히 심근의 손상 가능성이 있는 환자에서는 사용하여서 안되며 너무 빠른 정맥 주사는 혈압을 낮추는 효과를 갖고 있다는 점에 유의한다.

빈맥을 보이고 있는 환자에서는 부정맥의 가능성이 있으므로 유의하여야 한다.

Propofol은 심근 수축력의 감소, 혈관 확장, Baroreceptor의 둔화를 야기한다.

쇼크상태가 아닌 환자의 도입을 위해서 사용이 가능하나 동맥압의 저하와 심실성 부정맥을

유발할 수 있음을 유의하여야 한다.

저혈량을 보이는 환자나 노령환자 심근의 허혈을 갖고 있을 가능성이 높은 환자에서는 저혈압을 유발하지 않도록 주의가 필요하다.

삽관을 위해 필요한 양을 줄이기 위하여 disazepam이나 midazolam과 함께 사용할 수 있다.

삽관 시 무호흡 상태가 야기될 수 있음을 기억하여야 한다.

Propofol은 항산화 효과를 나타내기 때문에 비장의 부적절한 순환으로 인해 야기되는 reperfusion injury를 감소시키는 작용을 한다.

Etomidate는 혈류량이 적은 환자에 있어서도 심장에 미치는 효과는 미약하여 심혈관계 이상이 있는 환자에서 이상적으로 사용할 수 있다.

또한 호흡의 억압도 발생하지 않는 장점이 있으나 가격이 비싼 단점이 있다.

투여 시 통증을 유발할 수 있으며 구역질을 유발하거나 재채기, 배변을 유발한다.

Diazepam과 midazolam을 etomidate와 함께 사용할 때는 다른 주사기를 이용하여야 하며 1/4 용량씩 20초의 간격을 두고 주사하며 각 주사 사이에는 flushing이 이루어져야 한다.

소형견에서는 1~1.5 mg/kg를 대형견에서는 0.5~1.0 mg/kg를 이용한다.

Etomidate는 도입약물로만 사용할 수 있으며 인의에서는 일시적인 Adrenal inhibition 효과를 12시간 정도 보이는 것으로 보고되고 있다.

어떠한 마취제를 사용하던지 고위험군의 환

자에서는 1/3이나 1/4의 용량을 먼저 투입한 후 30초간 환자의 상태를 관찰하는 시간을 두어 적어진 마취제의 요구량에 대응할 수 있어야 한다. 마취의 유지를 위한 isoflurane이나 sevoflurane의 용량 역시 건강한 개체에서 보다 급격하게 감소하게 된다.

복강 수술환자에 있어서 Lidocaine CRI가 추천되는데 이는 심박수를 낮추고 VPC를 치료하기 위해서도 사용하지만 sedation효과를 갖고 있어 isoflurane의 필요량을 낮춰 주며 항염, 항독소 효과 및 예방적 진통 효과를 갖고 있기 때문이다.

먼저 bolus로 2mg/kg를 투여한 후 0.05mg/kg/min으로 CRI하면서 반응을 관찰한다.

연구에 의하면 Lidocaine CRI의 경우 isoflurane요구량을 19%~30%까지 감소시켜 주는 것으로 나타났다.

2. 결론

주요 복강내 질환을 갖고 있는 환자는 마취

중이나 후에 부작용의 발생률이 높은 환자이다.

마취 전에 혈류량이나 삼투압의 교정을 실시해 최대한 정상에 가까운 상태를 만들어 놓아야 한다.

무리한 마취는 환자에게 있어서 좋지 않은 결과를 유발할 가능성이 높음을 유의하여야 한다.

가능한 부작용에 대하여 미리 대처 방법 및 약물의 용량을 계산해 놓아야 하며 마취 약물의 선택에 있어서 환자의 심혈관계와 현재 이상이 있는 장기에 최소한의 영향을 미치는 약물을 선택하여야 한다.

현재 국내에 있어 Opioid계 약물의 사용이 어려운 실정을 감안할 때 각각의 임상 환경에 맞추어 고위험 장기에 최소한의 영향을 미치는 마취제를 선택하여 최소한의 용량으로 사용하는 프로토콜을 미리 정립하는 것이 필수적이라고 할 수 있다.

마취 중에도 환자의 신체지수의 변화에 민감하게 대처하기 위해 세심한 모니터링이 수반되어야 함을 기억하여야 한다. 

