

실험동물(쥐와 토끼)의 마취

남 치 주*

실험에 사용되는 동물은 목적에 따라 여러 동물들이 사용되고 있으나 쥐가 제일 많이 사용되고 있으며 그 다음이 토끼이다. 본 고에서는 실험동물 가운데 쥐와 토끼의 마취에 대하여 기술하는 바이다.

Rat(쥐)

I. 전투여 진통 및 마취

(1) Droperidol-fentanyl citrate(Innovar-Vet)

droperidol-fentanyl을 체중 100g당 0.01~0.05ml 용량으로 근육주사하면 진통, 진정, 마취효과를 얻을 수 있다. 만약 본 제제를 투여한 후 쥐가 움직이거나, 불안을 나타내면 ether, halothane, 혹은 methoxyflurane 등으로 흡입 추가 마취하면 된다. 호흡억제나 호흡정지는 인공호흡으로 회복 시키거나 또는 levallorphan (0.4ml/100g)으로 길항시킨다.

랫트의 비장적출 수술을 위해 droperidol-fentanyl(Innovar-Vet)을 단독으로 근육 주사하였을 때 30두 중 29두가 생존하였다는 보고도 있다. 이 때 마취 도입시간은 8.5 ± 1.5 분이었으며, 30~60분간 마취가 지속되었고, 1~2시간이 지나서 회복되었다.

본인의 실험에서도 인의용인 droperidolfentanyl(Innovar)를 0.09/100g과 0.13ml/100g을 각각 근육주사 하였던 바 22~41분, 50~60분 동

안 마취가 지속되었다. 이때 랫트는 꼬리를 뺏뺏이 세우고 발가락으로는 바닥을 꼭 잡고 있었으며, 등은 구부리고 있었다.

Droperidol-fentanyl은 랫트에 있어서 진정 마취효과는 매우 우수하였으며, 단독 근육주사로서도 수술을 위해 충분하였다.

(2) Ketamine hydrochloride

ketamine 20~40mg/kg 근육주사 하면 20~40분 동안 전신마취양 상태를 일으킨다 최대의 마취효과를 일으키는데 약 10분이 요구되며 약 1시간이 지나면 완전히 회복된다. atropine (0.04mg/kg, SC) 전투여는 침을 적게 흐르게 하는데 도움이 된다. 마취시간을 연장하고 동통을 감소시키기 위해서 acepromazine이나 mepredine을 동시에 투여할 수 있다.

ketamine Hcl 5~10mg을 근육주사하면 비틀거리는데 예도 있었고, 거의 부동자세로 되는 예도 있으나 모두 근육 긴장감은 있었다하였다. 그리하여 ketamine을 근육투여 하고 methoxyflurane을 추가 흡입투여하는 것이 랫트에 대한 가장 간단하고 안전한 마취 방법이라고 하였다. 또 ketamine 175mg/kg 단독 투여하였을 때 5~60분 동안 진정효과를 나타내었다. 랫트를 눕혀 놓으면 그대로 있었으나 계속 머리와 다리를 움직였으며, 각막과 지간반사는 강하게 남아 있었다.

본인의 실험에서는 ketamine 10.0mg/100g을

*서울대학교 수의과대학

근육주사 하였을 때에는 전후 좌우로 움직이고 비틀거리며 다소 부동자세가 될 정도였으며, 17.5mg/100g 근육주사 하였을 때에는 모두 회와하고 자극에 대한 반응도 감소되었으나 근육긴장은 있었다. 진정도입에는 5~6분이 소요되었으며, 10~22분 동안 진정이 지속되었다.

선인들의 연구결과와 본인의 실험성적으로 보아 랫트에서의 ketamine 단독투여는 진통작용과 근육이완은 부적당 하다는 것이 인정되었다. 그러므로 ketamine은 오래 걸리고 통증이 있는 수술을 위해서는 진통제와 병용하여야 한다. 랫트에 ketamine과 promazine의 병용은 우수한 마취효과가 있다고 하였으며, ketamine과 xylazine을 병용하면 ketamine 단독 투여때보다 잊점이 있는 것으로 보고되고 있다. ketamine 8.7mg/100g과 xylazine 1.3mg/100g을 동시에 근육주사하면 10~15분 후에 마취가 시작되고 15~30분 동안 지속되었으며, 평균 3.8시간이나 부동자세를 취하였다 한다. 임신 랫트에서도 ketamine 9.0mg/100g과 xylazine 1.0mg/100g을 투여하였을 때 약 92%에서 임신이나 태아에 영향없이 만족할 만한 마취가 얻어졌다고 한다.

랫트에서 약 1 시간 정도의 마취를 위해서 ketamine을 근육으로 60mg/kg 투여하고, pentobarbital을 정맥으로 21mg/kg 투여하는 것을 주장하는 보고도 있다.

(3) Xylazine hydrochloride

xylazine 2.6mg/100g을 근육주사하면 10~15분 동안 다소 진정효과가 있을 정도로 움직이지 않고 누워 있으나 자극을 주면 곧 반응을 나타낸다. 5.2mg/100g을 근육주사하여도 가벼운 진정상태가 될 정도이며 역시 자극에는 민감한 반응을 보였다. 그러므로 랫트에서의 xylazine 단독 투여는 미약한 진정상태를 나타낼 뿐, 저항성이 강한 것으로 생각된다.

(4) Meperidine hydrochloride 및 Morphine sulfate

meperidine (25~50mg, IM, SC) 과 morphine

(5mg/kg, SC)는 통증이 수반되는 처치후에 사용된다.

(5) Atropine

atropine (0.04~0.10mg/kg, SC)은 ether 마취전에 투여한다. atropine을 ketamine, halothane, droperidol-fentanyl, 그리고 pentobarbital 마취전에 사용한다. 랫트는 atropine을 급히 분해시킨다.

II. 전신마취

1) 정맥투여

(1) pentobarbital sodium

랫트에서 pentobarbital sodium과 다른 barbiturates는 미정맥, 복재정맥 부전정맥 등으로 투여할 수 있다. 랫트를 보정하고 정맥위에 더운 물을 축이면 정맥은 확장된다. pentobarbital은 30~40mg/kg 용량을 투여하면 마취가 된다. 이때 pentobarbital을 생리식염수나 증류수로서 1:10 희석하여 사용하면 보다 안전하다.

년령, 성, 품종, 사육밀도, 영양, 깔집종류 그리고 암모니아 가스 등은 마취제 용량에 영향을 미친다. 암컷은 수컷보다 pentobarbital을 더 천천히 대사시킨다. 더러운 상자속에 있던 쥐는 깨끗한 상자속에 있던 쥐에서 보다 발비튜레이트 마취에 더욱 내과한다.

Thiamylal (20mg/kg, IV)이나 thiopental (20mg/kg, IV)은 랫트에서는 많이 사용되지 않는다.

2) 복강내 투여

(1) pentobarbital

펜토발비탈, 세코발비탈 등 기타 발비튜레이트는 복강내로 쉽게 투여할 수 있다.

pentobarbital을 복강내로 투여하면 정맥으로 투여하는 것 보다 35~45mg/kg 용량으로 조금 더 많은 용량이 요구되며, 또 마취반응은 다양하다. 펜토바비탈 복강내 투여후 마취는 5~15분이 지나서 나타나고, 30~45분 지속한다. 펜토바비탈 투여량이 적당하지 않았거나 또는 마취가 회복하기 시작하면 추가투여해야 하는데 이 때에는 일반적으로 처음 투여량의 20~25% 용량을 주사한다.

chlorpromazine(1~2mg/kg)을 전 투여하면 펜토바비탈 마취용량을 감소시켜 투여하여야 한다. 이렇게 하면 마취지속시간도 연장된다.

chloramphenicol은 랫트에서 펜토바비탈의 마취상태를 연장시킨다.

hexobarbital 복강내 투여용량은 100mg/kg 이고, methohexital의 용량은 95mg/kg이다.

(2) Thiamylal 및 Thiopental

랫트에서 Thiamylal은 20~25mg/kg, thiopental은 20~25mg/kg을 복강내로 투여할 수 있다. thiopental의 복강내 투여에서 반치사량(LD₅₀)은 9개월령 이하 랫트에서는 125~130mg/kg 이고, 12개월령 이상 랫트에서는 115~125mg/kg이다.

(3) Chloral hydrate

포수 클로랄의 복강내 주사는 복막염과 마비성 장 폐색을 일으키기도 한다. 그러므로 포수 클로랄을 단독으로 고농도로 투여하여서는 아니된다.

(4) Ethanal

ethanol을 생리식염수로 20% 용액으로 만들어 체중 kg당 20ml 용량을 복강내로 주사하면 갑상선 적출에 적합한 약 1시간 동안 안전한 근육이완을 얻을 수 있다.

3) 흡입마취

(1) Carbon dioxide

탄산가스 단독으로나 또는 산소와 혼합한 탄산가스(1:1 또는 3:2)를 cylinder를 통하여 chamber 속으로 들어가게 하거나 또는 dry ice를 증발 시키거나 하여 마취시킨다. 이 마취는 안구나 심장에서 혈액재료를 얻기 위해서 사용된다. 이렇게 하면 혈당을 제외한 다른 혈액성분에는 영향을 미치지 않는다고 한다.

또 halothane 등으로 유지마취하기 전에 마취를 도입하기 위해서 이 마취법은 매우 효과적이다.

(2) Ether

ether를 넣은 glass jar에서 마취도입시키고, 유지마취 시키기 전에 atropine(0.04~0.10mg/

kg)을 투여한다. 그 다음 마스크나 nose cone을 이용하여 기관지 튜브를 삽관하거나 또는 기관지 절개술을 실시하여 반폐쇄나 폐쇄마취를 실시한다.

클로로폼은 치사율이 높기 때문에 랫트에서는 만족할 만한 마취제가 아니다.

(3) Halothane 또는 Methoxyflurane

이들 흡입마취제는 랫트에서는 보통 glass jar에서 도입마취 한 다음 마스크나 nose cone을 이용하여 기관지 튜브를 삽관하고 폐쇄마취 방법으로 흡입투여 한다. atropine의 투여는 유연을 감소시키며, 정신안정제나 진통제는 흡입마취제 용량을 감소시킨다.

랫트에서 1% halothane으로서는 산·염기 평형은 6시간 동안 정상범위에 있었으며 랫트는 전혀 죽지 아니하였다 한다.

methoxyflurane은 랫트에서 어떤 장애도 주지 아니하고, 오랜 시간동안 진통과 근육 이완 효과가 우수하다. 랫트에서 methoxyflurane으로 수백두를 마취하여도 한 마리도 죽이지 아니하였다는 보고가 있다.

흡입마취로부터 소생시키기 위해서 고무튜브 한쪽 끝을 랫트의 코와 입 주위에 놓고 튜브의 반대쪽 끝을 조심스럽게 붙여 주면 된다.

Enflurane은 설치류 마취로는 별로 사용되지 않으나 그 약리작용은 halothane과 비슷하다.

Ⅲ. 저체온 마취

신생 랫트의 단 시간 수술을 위해서 이용되는 방법으로 거세하기 위해 저체온 마취가 이용된다.

신생랫트의 단시간(5~7분)의 수술을 위한 저체온 마취는 7℃ 냉방실을 사용하면 효과적이라고 한다.

Rabbit (토끼)

I. 전투여

(1) Acetyl promazine malate

Acetylpromazine 1.0~10.0mg/kg을 단독으로 근육 주사하거나 혹은 다른 진정제와 병용

하거나 하면 토기에 대한 펜토발비탈 마취 용량을 감소시키며, 전신마취제의 좁은 안전역을 넓히며, 마취지속시간을 연장할 수 있다. 또 흡입마취를 위한 기관지 튜브를 삽관할 수 있다.

(2) Atropine sulfate

토기에서 전투여제로 atropine (0.1~0.5mg/kg IM, SC) 이 사용된다. Ether, halothane 같은 휘발성 마취제나, ketamine, droperidol-fentanyl 등을 투여하기 전에 atropine을 투여하면 더욱 유용하다. 토기의 약 1/3은 높은 양의 atropinase 효소를 함유하고 있으므로 atropine을 급히 대사시킨다.

II. 전투여, 진통 및 마취

(1) Droperidol-fentanyl 또는 Meperidine

droperidol-fentanyl은 0.18~0.23ml/kg을 근육주사로 단독으로 사용하거나, 또는 발비튜레이트나 흡입마취제와 병용하여 사용하면 유용하다. 단독 사용할 때에는 마취 지속시간은 약 12분 이나, 병용하면 45~105분 이다. 저혈압은 일으키지 않으나 서맥과 더불어 호흡억제가 일어난다. atropine (0.12mg/kg)은 서맥을 방지하는데 유효하다. Naloxone이나 doxapram은 droperidol-fentanyl 마취를 어느 정도 길항시킨다.

본인의 실험에서도 잠종토기에 droperidol-fentanyl을 0.2ml/kg 근육주사 하였더니 마취효과가 우수함을 관찰하였다.

Meperidine의 일반적인 근육 투여량은 5mg/kg이다. 그러나 보다 깊은 진통을 일으키기 위해서는 10mg/kg을 정맥으로 투여할 수 있다.

(2) Ketamine hydrochloride

염산 케타민 44mg/kg을 근육주사 하면 8~10분 후에 마취상태에 이르지만 진통 및 근육이완정도는 외과수술을 하기에는 부적당하다. ketamine 10~60mg/kg은 호흡을 촉진하는 것으로 관찰되었다.

토기에서 ketamine을 투여하면 혈압이 상승하고 또 경련이 일어나기도 하는데 diazepam이

나 acetylpromazine을 주사하면 정상으로 된다. ketamine 단독으로 20~35mg/kg 근육투여는 기관지튜브 삽관이나, 검사를 가능하게 할 정도이다. 골격근 이완과 진통은 미약하다.

본인의 토기에 대한 ketamine 실험에서 100mg/kg 또는 200mg/kg 까지 대량으로 근육주사하여도 그 마취상태는 만족하지 못함을 관찰하였다.

ketamine은 acepromazine (1mg/kg) 과 병용하여 사용할 때는 진정을 위해서는 25mg/kg, 마취를 위해서는 20~40mg/kg 근육주사한다. 그러나 본인의 실험에서는 acepromazine 2~10mg/kg과 ketamine 30mg/kg을 병용하였어도 진정효과는 좋지 아니하였다. 본 실험에 사용한 토기는 검정-회색의 잠종 토기였다.

ketamine (50mg/kg) 과 paraldehyde (0.5mg/kg) 병용은 복부 수술을 위한 마취로서 추천하고 있다.

ketamine과 chloral hydrate (250mg/kg IV) 의 투여는 호흡이나 혈압에 심한 변화를 주지 아니하고 약 4시간 동안 일정하게 마취를 일으킬 수 있다.

(3) Xylazine hydrochloride

xylazine (3~9mg/kg) 단독 정맥주사는 호흡억제가 적은 진통제이지만 적당한 마취는 되지 않는다. xylazine의 근육주사는 그 효과가 다양하다.

본인의 실험에서도 xylazine 12~50mg/kg 을 근육으로 주사하여도 진정상태는 불량함이 확인되었다.

ketamine 25~35mg/kg을 xylazine 3mg/kg이나 혹은 Diazepam 5~10mg/kg과 병용투여하면 4~13분에 마취가 도입되고, 15~60분 동안 마취가 지속 되었다 한다. 그러나 본인은 토기에 ketamine 30mg/kg과 xylazine 3mg/kg을 병용투여하여도 진통 진정효과가 좋지 않음을 관찰하였다. xylazine은 acetyl promazine과도 병용할 수 있다고 한다.

(4) Chlorpromazine

chlorpromazine을 25~100mg/kg 대량 근육주사 하면 심한 괴사병소를 일으킨다 한다. 그러므로 토끼에서 콜로르프로마진을 사용하려면 7.5mg/kg을 정맥으로 주사할 것을 주장하고 있다.

Ⅲ. 전신마취

1) 정맥투여

(1) pentobarbital sodium

펜토발비탈(20~45mg/kg)을 이정맥, 박두정맥, 고정맥 등으로 투여하여 마취한다. 펜토발비탈 투여 후 외과 마취시간은 약 45분 지속하였다는 보고도 있으나 일반적으로 20분 이내로 짧다.

펜토발비탈로 마취할 때는 정맥위 피부를 더운 물이나 xylene 등으로 문질러 정맥을 확장시키고 천천히 주입한다. 2~3%로 희석하여 투여하는 것이 좋다.

각막 및 안검반사, 동공의 크기는 토끼에서는 펜토바비탈 마취상태의 지침으로 할 수 없다. 외과마취에 도달되어도 반사기능은 계속 지속한다.

토끼에서 펜토바비탈 마취는 개, 고양이의 마취 보다도 가벼운 외과 마취기가 유지되도록 하여야만 성공할 수 있다. 마취와 호흡정지가 동시에 일어날 수 있기 때문이다. 토끼에서는 호흡수를 주의깊게 조사하는 것이 중요하다. 1분 동안 50~60회의 정상호흡수가 15회로 감소하면 호흡정지가 일어난다.

펜토발비탈에 대한 높은 치사율과 개체에 대한 변이 때문에 펜토발비탈은 토끼의 마취제로서는 좋지 않다. 펜토발비탈의 반복투여는 위험성이 있다.

토끼에서 발비튜레이트 과량에 의한 호흡억제는 개나 고양이에서 보다 회복시키기 어렵다. 지방축적은 마취사를 증가시킨다. 품종이나 개체에 따라 호흡마비에 감수성이 많은 것이 있다. 반면 잠중은 펜토발비탈 마취에 더욱 잘 내과한다.

pentobarbital sodium(35~55mg)은 토끼에

있어서는 상당히 위험한 마취제이다. 왜냐하면 이 마취제에 대해 토끼의 호흡중추는 민감하기 때문이다. 펜토발비탈 30mg/kg을 정맥으로 주사하였더니 68두 가운데 12두가 소생하지 못하였다는 보고가 있다.

토끼에 대한 pentobarbital 투여용량은 대개 30mg/kg이다. 그러나 반응에 있어서는 다양한 변화가 있다. 즉 15mg/kg에도 충분한 마취효과를 보이는 것이 있는 반면에 50mg/kg을 요하는 것도 있다. 각성시간 역시 1시간에서 10시간에 걸쳐 다양하다. 호흡의 깊이는 마취의 가장 좋은 지침이 된다. 마취되지 않는 토끼에서 보다 깊고, 규칙적이고 또 느리다.

chlorpromazine (1~2mg/kg)과 meperidine (5~10mg/kg)과 같은 전 마취제를 사용하면 펜토발비탈의 용량을 감소하여 투여하여야 하므로 치사율을 감소시킬 수 있다.

mephenesin, chloral hydrate 그리고 magnesium sulfate 등을 펜토발비탈과 병용하여 사용하면 토끼에서 만족할 만한 마취를 달성할 수 있다(Egui-Thesin 1~2ml/kg).

(2) Thiopental sodium 및 Thiamylal sodium

토끼에서 thiobarbiturates로 외과마취를 실시하는데 필요한량은 개나 고양이 마취에 필요한 용량의 거의 2배인 30~40mg/kg이 요구된다. thiopental이나 thiamylal 투여후 외과마취시간은 약 5~10분이다. thiobarbiturates 단독 정맥투여 후 호흡정지는 보통 일어나지 않는다.

meperidine(25mg/kg)과 atropine(0.3mg/kg) 또는 morphine(20ml/kg)과 atropine(0.48mg/kg)을 thiamylal 마취전에 투여한다. 그렇게 하면 thiamylal량을 감소시키면서 좋은 마취효과를 나타낸다고 한다.

thiamylal과 thiopental은 ketamine이나 halothane 보다 침을 적게 흘린다.

methohexital(10mg/kg)은 진단목적이나, 기관지 삽관을 위해서 또 마취 도입을 위해서 정맥으로 투여할 때 비교적 안전한 마취제이다.

2) 복강내 투여

(1) pentobarbital sodium

pentobarbital 30~45mg/kg을 복강내 후방으로 주입하면 마취효과를 얻을 수 있다. 약 20분이 지나서 마취가 발현되나 복강내 주입은 안전역이 좁고, 요구되는 용량이 다양하므로 위험하다.

(2) paraldehyde

paraldehyde 1ml/kg를 복강내 주사하면 20~30분 사이에 마취가 발현된다. 173두에 사용하였으나 다만 2두가 소생하지 못하였다고 한다. paraldehyde를 매일 반복주사 하여도 필요용량은 감소시키지 아니하였다.

3) 흡입마취

(1) Ether

Atropine을 투여하고 ether를 흡입시키면 단시간 마취로서는 만족할 만하다. 토끼는 마스크나 nose cone으로서 ether를 흡입마취 시키기도 하고, 마취용기에 ether를 넣고 그 속에 토끼를 넣어서 흡입시켜 마취가 되게 하기도 한다. ether 마취 때에는 지간반사가 상실되기 전에 각막반사가 상실된다.

토끼에 barbiturates 마취를 실시한 후 마취가 회복되어 짧은 시간 마취를 더 연장 시키려 할 때 ether를 사용한다. ether는 오랫동안 흡

입마취 시키면 폐 수종이 일어날 수 있다.

토끼의 ether 마취에서 근육 이완정도와 호흡수는 마취의 깊이를 판단하는 기준으로 사용한다. 위험스러운 정도로 깊은 마취가 되면 안구가 튀어 나온다. 마취도입으로 ether를 사용하지 않는다. 왜냐하면 토끼는 상당한 경련을 일으키기 때문이다.

(2) Halothane 및 Methoxyflurane

Halothane(도입은 4~5%, 유지에는 0.5~1.5%)과 methoxyflurane(도입에 1~3%, 유지에는 0.3~1.0%)는 단독으로 흡입시키거나 또는 산소, nitrous oxide 1:1의 비율로 혼합하여 투여할 수 있다.

토끼는 halothane으로 흡입시킬 때 몸을 비틀거나, 기침을 하기도 한다. methoxyflurane은 근육 이완작용과 진통작용이 우수하며 자극성이 없다.

Acepromazine (1mg/kg)은 halothane methoxyflurane 등의 흡입마취제 투여전 전마취제로서 적당하다.

토끼에서는 halothane을 만성적으로 사용하면 간독성이 랫트에서 보다 더 예민하다.

토끼에서 기관지 튜브 삽관은 다소 어렵지만 적당한 장비와 보정으로 가능하다.