大韓獸醫學會誌(1998) 第38卷 第3號
Korean J Vet Res(1998) 38(3) : 659~663

도플러 초음파를 이용한 개에서 마취에 따른 간문맥 혈류량 변화의 측정

이 영 원

서울대학교 수의과대학
(1998년 5월 10일 접수)

Estimation of portal blood flow using pulsed doppler ultrasound in the anesthetized dog

Young-won Lee

College of Veterinary Medicine, Seoul National University
(Received May 10, 1998)

Abstract : Portal bood flow was measured with pulsed Doppler ultrasound in twenty anesthetized dogs. In anesthetized dogs with xylazine HCl, the average of portal blood flow velocity was reduced(11.68±1.55cm/sec vs. normal 16.67±1.77cm/sec). Average portal blood flow was also decreased compared to normal(28.36±11.61ml/min/kg vs. normal 43.12±14.46 ml/min/kg). And congestion index was increased(0.0368±0.0117cm · sec vs. normal 0.0297±0.0062cm · sec). In anesthetized dogs with ketamine HCl, portal blood flow velocity was slightly increased (22.62±2.53cm/sec vs. normal 16.67±1.77cm/sec). Also mean portal blood flow was slightly increased(43.12±14.46ml/min/kg vs. normal 55.32±19.99ml/min/kg). In anesthetized dogs with tiletamine and zolazepam, portal blood flow velocity and portal blood flow were unchanged.

Key words : dog, congestion index, portal blood flow velocity, portal blood flow, pulsed doppler ultrasound.

서 론

간장은 신체에 있어 매우 중요한 실질장기로 간장의 대사 및 항상성 기능을 유지하는데 있어 간문맥은 중요한 역할을 담당한다[1]. 간문맥 체계 즉, 간동맥과 간문맥의 순환은 많은 원인에 따라 영향을 받는데 간의 미만성 실질병변, 종양, 전신문맥 단락 등의 요인에 의해 간의

Address reprint requests to Dr. Young-won Lee, Department of Veterinary Radiology, College of Veterinary Medicine, San 56-1, Shilim-dong, Kwanak-ku, 151-742, Seoul, Republic of Korea.

정상적인 순환계가 파괴되고 따라서 간장으로 유입되는 혈류량에는 변화가 오게 된다[2]. 간장의 실질질환 및 순환기 질환을 진단하는 방법에는 임상병리학적 검사, 방사선학적 검사, 혈관조영술, 방사성 동위원소를 이용하는 섬광조영술 등이 있다. 그러나 최근에는 초음파를 이용한 진단방법이 많이 이용되고 있는 실정이다.

간장 혈류량의 측정에 있어 개에서 장기간 카테터를 장착하여 지속적으로 혈류량을 측정한 방법이 보고되었다[3]. 그러나 이 방법은 전신마취하에 복부를 절개하는 등 생체에 매우 침습적인 방법이다. 최근에는 이러한 간장 혈류량의 측정에 있어 초음파 방법이 매우 유용하게 이용되고 있으며, 이러한 초음파 기법 중에서도 도플러 효과를 이용한 측정방법은 혈류속도 및 혈류량을 결정하는데 있어 그 활용도 면에서 많은 발전을 거듭해왔다[4,5].

도플러 초음파는 실시간적이며, 분해능이 높고, 비침습적인 방법으로, 간의 혈류 흐름을 반복적으로 specral 분석을 할 수 있는 장점이 있어서 심장이나 간 등의 순환기계의 질병을 효과적으로 진단하는데 많이 이용되고 있다[6~9].

사람에서 수술시에 이용되는 마취제의 투여에 따라 간장 혈류량의 변화를 방사성 colloid를 이용하여 측정한 바 있으며[10], 동물에서도 여러가지 진경제와 진정제를 투여한 후 간장의 혈류역학의 변화를 관찰하였다[6,11~14]. 그러나 마취제로 인한 간문맥 혈류변화를 직접적인 도플러 초음파 방법을 이용하여 평가한 예는 접할 수가 없었다.

이에 펄스파 도플러 초음파를 이용하여 개에서 많이 이용되고 있는 마취제가 간장혈류에 미치는 영향을 평가하여 화학적 보정이 필요한 동물에서의 진단오류를 최소화 하고자 본 실험을 수행하였다.

재료 및 방법

실험동물 : 신체검사, 총혈구수 계산, 복부 초음파 및 X-선 촬영, 혈청화학적 검사 등의 기초검사를 실시하여 간장질환이 없는 임상적으로 건강한 잡종견 20두를 실험에 사용하였다.

초음파 검사 : 초음파진단기는 SonoRex®(Medison, 한국)로서 5MHz mechanical sector 탐촉자를 사용하였다. 스캔부위의 털을 깎고 초음파 gel(Aquasonic 100®, Parker, USA)을 도포하여 영상화의 방해를 최소화 하였다. 초음파 검사를 실시하기 12시간 전에 실험동물은 모두 절식을 시켜서 가스의 방해를 배제하였다. 실험동물을 좌측 횡와자세로 한 후 제 9~11 늑간 사이에서 스캔하였으며, 스캔 초기에는 B-mode를 사용하여 혈관을 확인한 후, B/D-mode로 전환하여 cursor를 관측하고자 하는 혈관즉, 간문맥에 위치시킨 후 pulse를 이용한 도플러 계측을 실시하였다. 도플러의 sample volume cursor를 간문맥의 중심에 위치시켰으며, 크기는 간문맥 직경의 ½ 이하(1~3mm)로 하였다. Pulse repetition frequency(PRF)는 3.0KHz를 사용하였으며, 다른 모든 조건을 똑같이 적용하였다. 혈류량은 최대혈류속도 방법을 이용하여 측정하였다. 간문맥의 혈류속도는 초음파진단기기 내에 내장되어 있는 software 장치를 이용하여 평균속도를 측정하였으며, 오차를 최소화 하기 위해 3회 반복하여 측정하였고, 반복측정할 때에는 스캔을 처음부터 다시 시작하였다.

마취제 이용 : 마취제는 일반 임상에서 많이 이용하고 있는 xylazine HCl 제제인 Rompun®(바이엘코리아, 한국) 1mg/kg, tiletamine과 zolazepam의 합제인 Zoletile®(Virbac, France) 10mg/kg, ketamine HCl 제제인 Ketalar®(유한양행, 한국) 10mg/kg을 각각 정맥내로 주사하였다. 펄스파 도플러 초음파 검사는 심마취가 된 후에 실시하였는데, xylazine HCl, tiletamine과 zolazepam의 합제, ketamine HCl을 정맥으로 주사한 후 10분~20분 사이에 검사를 행하였다.

모든 결과들은 Anova test를 사용하여 유의성 검정을 하였다.

결 과

간문맥 혈류속도 : 실험견 20두에서 마취제 투여전 혈류속도는 16.67±1.77cm/sec이었는데 xylazine HCl 1mg/kg 투여후 11.68±1.55cm/sec로 유의성 있게 감소하였고 ($p<0.01$), tiletamine과 zolazepam의 합제 10mg/kg 투여후 18.27±2.57cm/sec로 투여전과 유의적인 차이가 없었다. 반면, ketamine HCl 10mg/kg 투여 후에는 22.62±2.53cm/sec로 유의적으로 증가하였다($p<0.01$) (Fig 1).

간문맥 혈류량 : 마취제 투여전 43.12±14.46ml/min/kg이었는데, xylazine HCl 투여후 28.36±11.61ml/min/kg로 유의적으로 감소하였다($p<0.01$). tiletamine과 zolazepam의 합제 투여후 42.49±14.52ml/min/kg로 투여전과 유의적인 차이가 없었으나 ketamine HCl 투여후 55.32±19.99ml/min/kg로 유의적으로 증가하였다($p<0.01$) (Fig 2).

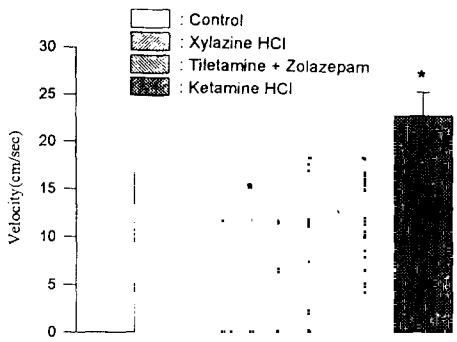

Fig 1. Portal blood flow velocity measurement using pulsed Doppler ultrasonography in dogs with administration of xylazine HCl, tiletamine+zolazepam and ketamin HCl.
* : significant difference compared with control($p < 0.01$).

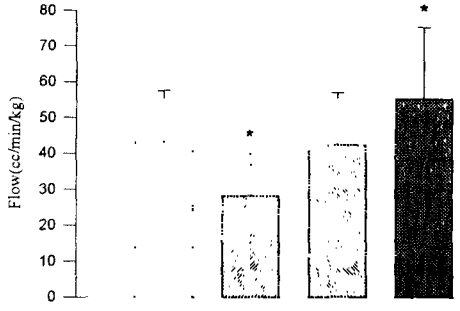

Fig 2. Portal blood flow measurement using pulsed Doppler ultrasonography in dogs with the administration of xylazine HCl, tiletamine+zolazepam and ketamin HCl.

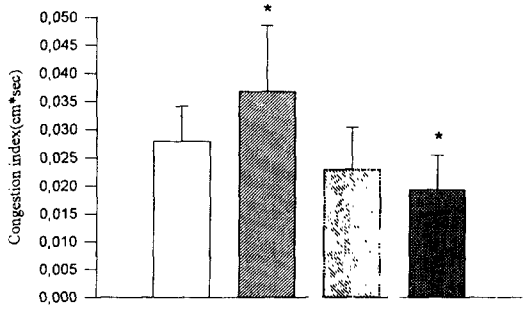

Fig 3. Congestion index measurement using pulsed Doppler ultrasonography in dogs with the administration of xylazine HCl, tiletamine-+zolazepam and ketamin HCl.

울혈지수 : 마취제 투여전 울혈지수는 0.0279±0.0062 cm · sec이었으며, xylazine HCl 투여후 0.0368±0.0117cm · sec로 유의적으로 증가하였으며($p<0.01$), tiletamine과 zolazepam의 합제 투여후 0.0231±0.0074cm · sec로 투여전과 유의적인 차이가 없었으며, ketamine HCl 투여후에는 0.0194±0.0061cm · sec로 유의적으로 감소하였다($p<0.01$) (Fig 3).

고 찰

사람에서 thiopental과 cyclopropane으로 전신마취 시킨 후, 방사성 동위원소를 이용하여 간의 혈류량을 측정한 결과, 전신마취 및 척수마취시 간장의 혈류량이 감소하였고, 이러한 간혈류량의 변화는 동맥압의 변화, 정맥압의 변화, 간장내에 있는 혈관의 저항성의 변화에 기인하는 것으로 설명하였다[10]. 간의 혈압은 혈류량 혹은 혈관의 저항이 증가하면 증가하고, 반대로 혈류량 혹은 저항이 감소하면 혈압도 감소하며, 간혈압의 수치는 건강성, 마취여부에 따라 다양한 정도의 수치를 보이며 대략 6에서 13cm water를 나타낸다[15]. 이것을 환산하면 대략 1.36mmHg 정도에 해당된다. 정상적인 개에서 간문맥의 혈압은 흡기시, 마취시, 절식, 운동시 및 호기시에 증가하고, 복압이 증가하면 감소한다[11].

말에서 도플러 초음파를 이용한 뒷발허리동맥의 혈액역학에 대한 연구에서 acetylpromazine을 주사한 후, 동맥혈관의 직경은 증가하고, 동맥압과 정맥압의 감소에 기인하여 혈액량도 증가하였다[12]. 또한 개에서 요추의 신경을 여러가지 방향에서 압박한 후, 수술적으로 혈관에 접근하여 도플러 초음파를 이용하여 혈류량을 측정한 결과 다양한 혈류의 변화를 관찰하였다[16].

Xylazine HCl은 약리학적으로 진경제 및 진정제로 분류되고, 심맥관계에 다양한 영향을 미치는데 많은 동물에서 근육내 혹은 정맥내 주사시 짧은 기간 동맥을 압박하고, 길어질 경우 저혈압, 서맥을 일으키고 호흡 감소를 유발한다[17]. 개에서 xylazine HCl을 정맥주사하였을 경우 심박수와 대동맥 혈류량의 감소가 일어나며, 동맥압 증가와 말초혈관 저항이 증가한다[16]. 그리고 말에서 xylazine HCl과 morphine의 합제를 정맥주사한 경우 심박수, 심박출량, 호흡수의 감소와 중심정맥압, 전체적인 동맥압 및 폐동맥압이 증가가 관찰된다[14]. 본 실험에서 xylazine HCl으로 마취시킨 20두의 개에서 간문맥의 혈류속도 및 혈류량은 마취전에 비해 감소한 것으로 나타났

으며, 울혈지수는 증가한 것으로 나타났다. 한편 간문맥 단면적에는 유의적인 차이가 없었다. 선인들의 연구와 유사하게 간문맥의 혈류속도 및 혈류량이 감소한 것은 말초혈관의 저항증가와 호흡수의 감소로 인한 변화로 생각된다.

Ketamine HCl은 심박출량, 대동맥압, 폐동맥압, 중심정맥압, 심박수 등을 증가시키며, 말초혈관의 저항에도 다양한 영향을 미친다는 보고가 있다[17]. 본 실험에서 ketamine HCl을 정맥주사하여 마취시킨 20두의 개에서 혈류속도 및 혈류량의 증가를 확인할 수 있었는데 이것은 호흡수의 증가와 전체적인 혈압의 증가에 기인한 것으로 생각된다.

Tiletamine이 심맥관계에 미치는 효과는 ketamine HCl이 미치는 효과와 유사하며, zolazepam은 diazepine 계통의 약물로서 호흡수 감소, 동맥압 감소 등의 영향이 있다[17]. 본 실험에서는 tiletamine과 zolazepam의 투여후 혈류량 및 혈류속도의 유의적인 변화가 관찰되지 않았다. 이것은 두 약물의 합제인 Zoletil®이 두 약물의 상호 보상작용으로 인하여 간문맥의 혈류속도 및 혈류량에 거의 영향을 미치지 않은 것으로 생각된다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 화학적 보정을 필요로 하는 동물의 도플러 초음파 검사시 tiletamine과 zolazepam의 합제를 이용하는 것이 간문맥 혈류속도 및 혈류량의 변화를 최소화 하고, 문맥혈류의 이상을 보이는 질환의 경우 오류를 방지할 수 있는 최선의 방법으로 생각된다.

결 론

실험견 20두에서 마취제 투여전 혈류속도는 16.67±1.77cm/sec이었는데 xylazine HCl 1mg/kg 투여후에는 11.68±1.55cm/sec로 유의적으로 감소하였고($p<0.01$), tiletamine과 zolazepam의 합제 10mg/kg 투여후에는 18.27±2.57 cm/sec로 투여전과 유의적인 차이가 없었다. 반면 ketamine HCl 10mg/kg 투여후에는 22.62±2.53cm/sec로 유의적으로 증가하였다($p<0.01$). 간문맥의 혈류량은 마취제 투여전 43.12±14.46ml/min/kg 이었는데 xylazine HCl 투여후 28.36±11.61ml/min/kg로 유의적으로 감소하였다($p<0.01$). Tiletamine과 zolazepam의 합제 투여후 42.49±14.52ml/min/kg로 투여전과 유의적인 차이가 없었으나 ketamine HCl 투여후 55.32±19.99ml/min/kg로 유의적으로 증가하였다($p<0.01$). 울혈지수는 마취제 투여전에는 0.0279±0.0062cm · sec이었으며, xylazine HCl 투여후 0.0368±0.0117cm · sec로 유의적으로 증가하였고($p<0.01$), tiletamine과 zolazepam의 합제 투여후에는 0.0231±0.0074cm · sec로 투여전과 유의적인 차이가 없었으며, ketamine HCl 투여후에는 0.0194±0.0061cm · sec로 유의적으로 감소하였다($p<0.01$). 따라서 간문맥 혈류속도 및 혈류량을 측정시 tiletamine과 zolazepam의 합제를 사용하는 것이 화학적 보정제의 영향을 최소화 시키는 방법인 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Strombeck DR, Guilford WG. Small animal gastroenterology, 2nd edition. London, Wolfe, 504-512, 1991.
2. Tiemessen I, Rothuizen J, Voorhout G. Ultrasonography in the diagnosis of congenital portosystemic shunts in dogs. *Vet Quarterly*, 17:50-53, 1995.
3. Nxumalo JL, Teranaka M, Schenik WG. Hepatic blood flow measurement III : Total hepatic blood flow measured by ICG clearance and electromagnetic flowmeters in a canine septic shock model. *Ann Surg*, 187:299-302, 1978.
4. Nimura Y, Matsuo H, Hayashi T. Studies on arterial flow patterns-instantaneous velocity spectrums and their phasic changes-with directional ultrasonic Doppler technique. *Br Heart J*, 36:899, 1974.
5. Kantrowitz BM, Nyland TG, Fisher PE. Estimation of portal blood flow using duplex real time and pulsed Doppler ultrasound imaging in the dog. *Vet Radiol*, 30:222-226, 1989.
6. Lee SW, Hnakes GH, *et al*. Comparative study of ultrasonography and arteriography of the carotid artery of xylazine-sedated and halothane-anesthetized goats. *Am J Vet Res*, 51:109-113, 1990.
7. Nyland TG, Fisher PE. Evaluation of experimentally induced canine hepatic cirrhosis using duplex Doppler ultrasound. *Vet Radiol*, 31:189-194, 1990.
8. Moriyasu F, Ban N, Nishida O, *et al*. Clinical application of an ultrasonic duplex system in the quantitative measurement of portal blood flow. *J Clin Ultrasound*, 14:579-588, 1986.

9. Lamb CR, Mahoney PN. Comparison of three methods for calculating potal blood flow velocity in dogs using duplex-Doppler ultrasonography. *Vet Radiol & Ultrasound*, 35:190-194, 1994.
10. Levy ML, Palazzi HM, Nardi GL, *et al*. Hepatic blood flow variations during surgical anesthesia in man measured by radioactive colloid. Surgery, *Gynecology & Obsterics*, 289-294, 1961.
11. Swalec KM, Smeak DD, Brown J. Effects of mechanical and pharmacologic manipulations on portal pressure, central venous pressure, and heart rate in dogs. *Am J Vet Res*, 52:1327-1335, 1991.
12. Walker M, Geiser D. Effects of acetylpromazine on the hemodynamecs of the equine metatarsal artery, as determined by two-dimensional real-time and pulsed Doppler ultrasonography. *Am J Vet Res*, 47:1075-1078, 1986.
13. Klide AM, Calderwood HW, Soma LR. Cardiopulmonary effects of xylazine in dogs. *Am J Vet Res*, 36: 931-935, 1975.
14. Muir WW, Skrada RT, Sheehan W. Hemodynamic and respiratory effects of xylazine-morphine sulfate in horses. *Am J Vet Res*, 40:1417-1420, 1979.
15. Witte CL, Tobin GR, Clark DS, Witte MH. Relationship of splanchnic blood flow and portal venous resistance to elevated portal pressure in the dog. *Gut*, 17:122-126, 1976.
16. Jones JC, Hudson JA, *et al*. Effects of experimental nerve root compression on arterial blood flow velocity in the seventh lumbar spinal ganglion of the dog: Measurement using intraoperative Doppler ultrasonography. *Vet Radiol & Ultrasound*, 37:133-140, 1996.
17. Booth NH, McConald LE. Veterinary pharmacology and therapeutics. The Iowa State University Press, 5th ed., *Ames, Iowa*, 241-249, 311-318, 1982.