

## 개 문맥전신순환단락의 진단영상 43례

최지혜<sup>1</sup> · 김현욱<sup>1</sup> · 장재영<sup>1</sup> · 김준영<sup>2</sup> · 윤정희<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>해마루 이차진료동물병원, <sup>2</sup>서울대학교 수의과대학 BK21 수의과학연구인력양성사업단  
(게재승인: 2008년 2월 4일)

### Diagnostic imaging of portosystemic shunts in 43 dogs

Jihye Choi<sup>1</sup>, Hyunwook Kim<sup>1</sup>, Jaeyoung Jang<sup>1</sup>, Junyoung Kim<sup>2</sup>, Junghee Yoon<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>Haemaru Referral Animal Hospital, Seongnam 463-050, Korea

<sup>2</sup>College of Veterinary Medicine and BK21 Program for Veterinary Science,

Seoul National University, Seoul 151-742, Korea

(Accepted: February 4, 2008)

**Abstract** : Portosystemic shunt (PSS) was diagnosed in 43 dogs by mesenteric portogram from January, 2002 to June 2007 in Haemaru referral animal hospital. PSS was found in various breeds including Maltese, Miniature Schnauzer and Yorkshire Terrier and there was no predisposition in gender. In laboratory parameters, mean cell volume was lower than normal value in single shunt and alanine aminotransferase was higher than normal range in multiple shunts with clinical significance. Cystic calculi were found in over 50% dogs with PSS and even in 70.8% dogs with single shunt. In 81% dogs with PSS, extrahepatic single shunt such as portocarval type and portoazygous type was identified. Extrahepatic multiple shunt and intrahepatic single shunt were observed in 4 dogs, respectively. Gradual attenuation using ameroid constrictor was applied to 35 dogs with extrahepatic single shunt and the prognosis of these dogs were good except two dogs, which showed poor prognosis because of acquired multiple PSS and renal disease unrelated with PSS, respectively.

**Keywords** : dog, mesenteric portogram, portosystemic shunt, ultrasound

## 서 론

문맥전신순환단락(Portosystemic shunt; PSS)은 문맥과 전신 혈관 사이에 비정상적인 혈관 단락이 발생하여 문맥 혈류가 간을 거치지 않고 전신순환을 하게 되는 질환으로 발생에 대한 정확한 유전적인 소인이 알려져 있지 않지만, Miniature Schnauzer, Yorkshire Terrier, Maltese, Golden Retriever, Labrador Retriever, Irish Wolfhounds, Old English Sheepdog, Cairn Terrier 등에서 호발하는 것으로 알려져 있다 [5, 10, 12]. 발생 원인에 따라 선천적인 단락과 후천적인 단락으로 분류하며, 단락의 수에 따라 단독 단락과 다발성 단락으로 나누어진다. 주로 대형 견종에서는 간내성 단독 단락이, 소형 견

종에서는 간외성 단독 단락이 흔히 발생하는 것으로 보고되어 있다 [1, 5].

대부분의 선천적인 PSS는 6개월 이전에 증상을 보이지만, 증상이 경미한 경우 10살까지 진단되지 않는 경우도 있어 연령만으로는 선천적인 PSS를 배제할 수 없다 [5]. PSS는 다양한 임상 증상과 비특이적인 혈액 검사를 보여, 확진을 위해 복부 초음파 검사, 문맥 핵심광촬영술, 장간막 문맥조영술(mesenteric portogram)과 같은 진단 영상이 필요하다. 초음파 검사와 문맥 핵심광촬영술은 비침습적인 장점을 가지고 있지만, 문맥의 해부학적인 평가를 위해서는 장간막 문맥조영술이 표준적인 검사 방법으로 제시된다.

본 연구에서는 장간막 문맥조영술을 통해 PSS로 진

\*Corresponding author: Junghee Yoon

College of Veterinary Medicine and BK21 Program for Veterinary Science, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea  
[Tel: +82-2-880-1265, Fax: +82-2-880-8662, E-mail: heeyoon@snu.ac.kr]

단된 43마리의 개에서 임상 증상, 실험실적 검사, 진단 영상학적 검사의 특징에 대해 살펴보고자 한다.

## 재료 및 방법

본 연구는 2002년 1월부터 2007년 7월까지 해마루 동물병원에 내원하여 장간막 문맥조영술을 통해 PSS로 진단된 43마리의 개를 대상으로 하였다. 모든 환자에서 일 반혈액검사(VetABC blood counter; ABX Diagnostics, France)로 hematocrit(HCT)와 mean cell volume(MCV)을, 혈청화학검사(VetTest 8008; IDEXX Laboratories, USA)로 albumin, ALT(alanine aminotransferase), glucose, BUN(blood urea nitrogen)을 측정하였다. 응고계 검사로는 프로트롬빈 시간(Prothrombin time; PT) (SCA 2000; Synbiotics, France)을 측정하였다. PSS에서 요산염(urate) 결석의 병발 여부를 평가하였다. 오줌 검사상 요산염 결정이 확인되고 복부 초음파 검사상 방광 내 결석이 관찰되는 경우 수술적으로 제거하여 분석하지 않아도 요산염 결석으로 잠정 진단하였다. 암모니아(VetTest 8008; IDEXX Laboratories, USA) 또는 담즙산(녹십자, 한국) 측정 같은 간기능 검사와 복부 초음파 검사를 통해 PSS를 잠정 진단한 후 확진을 위해 장간막 문맥조영술을 실시하였다. Propofol(Pofol inj; 동국 제약, 한국)을 6 mg/kg 용량으로 정맥 주사하여 유도 마취한 후 isoflurane(Isoflurane; Rhodia Organique Fine, UK)으로 유지하였다. 정중 절개 후 공장 정맥을 분리하여 22 gauge 정맥 카테터를 장착하고 이중 결찰하여 카테터가 혈관 내에

단단히 유지되도록 한 뒤 임시로 폐복하였다. 요오드계 조영제인 Iohexol(Omnipaque; Amersham Health, Ireland)을 1~2 mg/kg의 용량으로 카테터에 주입하면서 복부 외측상과 복배상 방사선 사진을 각각 촬영하였다.

PSS 환자에서 비정상 단락의 수와 위치, 간 문맥과 비정상적으로 교통된 전신 혈관의 종류에 따라 유형을 분류하였다. 다발성 단락이 발생한 경우 내재적 원인을 찾기 위해 간 생검 후 조직 검사를 실시하였다. 간외성 단독 단락은 ameroid constrictor(Ameroid Constrictor; Research Instruments NW, USA)로 교정한 후 3개월간 모니터링 하였고, 간내성 단락은 수술적인 교정을 실시하지 않았다.

환자의 품종과 성별, 방광 결석과 PSS의 관련성은 각각 Chi-square test을 이용하여 분석하였다. 독립 변수 *t*-test를 이용해 단독 단락과 다발성 단락에서 HCT, MCV, albumin, ALT, glucose, BUN, PT의 수치를 비교하였다. 유의 수준은  $p < 0.05$ 로 하였고, 통계 검사는 SPSS(SPSS for window Release 13.0 standard version; SPSS, USA)를 이용해 실시하였다.

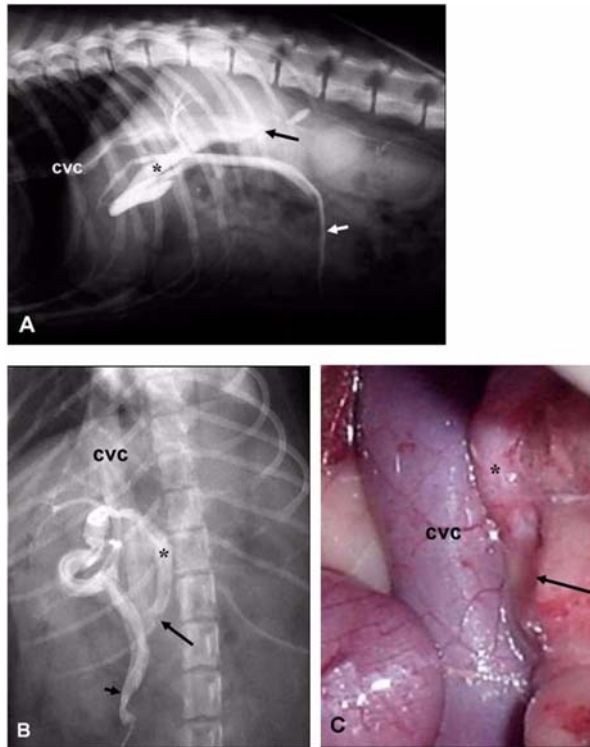
## 결 과

장간막 문맥조영술을 통해 PSS로 확진된 43마리의 개를 대상으로 본 연구를 실시하였다. 이 중 35마리는 침울, 식욕 부진, 유연, 다뇨, 다뇨, 구토 등의 비특이적인 증상을 보이거나, 발작이나 집 안을 정처 없이 방황(aimless walking)하는 간성 혼수(hepatic encephalopathy)

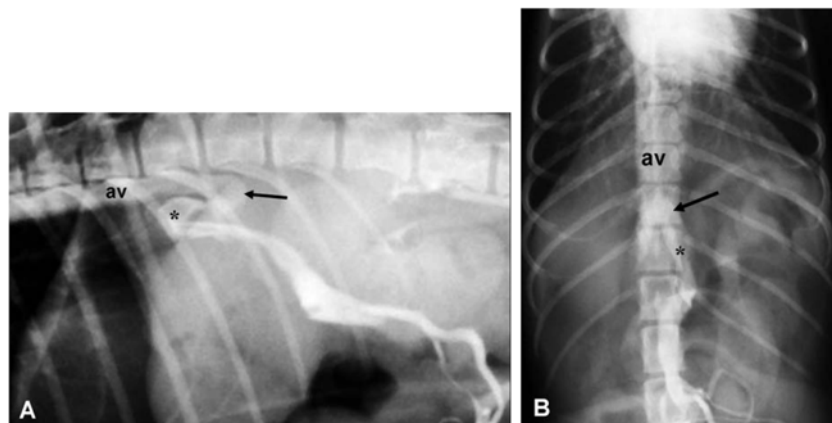
**Table 1.** Hematological values from dogs confirmed as portosystemic shunt (mean  $\pm$  SD)

Item (unit)	Normal Range	PSS (Range)	
		Single shunt (Range)	Multiple shunt (Range)
HCT (%)	37-54	33.2 $\pm$ 5.8 (27.0 ~ 38.5)	
		34.4 $\pm$ 7.0 (27.0 ~ 40.7)	41.4 $\pm$ 7.0 (31.3 ~ 49.7)
MCV (fL)	60-77	55.3 $\pm$ 4.0* (51.0 ~ 59.0)	
		53.2 $\pm$ 2.0* (51.0 ~ 55.0)	60.2 $\pm$ 8.8 (47.0 ~ 71.0)
Albumin (g/dl)	2.2-3.9	2.5 $\pm$ 0.3 (2.2 ~ 2.8)	
		2.4 $\pm$ 0.2 (2.2 ~ 2.6)	2.4 $\pm$ 0.7 (1.6 ~ 3.3)
ALT ( $\mu$ /l)	10-100	304.5 $\pm$ 186.4* (105.0 ~ 474.0)	
		139.1 $\pm$ 31.8 (105.0 ~ 168.0)	403.2 $\pm$ 167.6* (27.0 ~ 474.0)
Glucose (mg/dl)	74-143	101.0 $\pm$ 5.6 (95.0-106.0)	
		102.0 $\pm$ 6.6 (95.0 ~ 108.0)	104.4 $\pm$ 37.4 (65.0 ~ 165.0)
BUN (mg/dl)	7-27	8.2 $\pm$ 3.0 (5.0 ~ 11.0)	
		5.3 $\pm$ 0.3 (5.0 ~ 5.6)	9.3 $\pm$ 6.4 (4.6 ~ 20.0)
PT (sec)	7-15	13.1 $\pm$ 1.0 (12.0 ~ 14.0)	
		12.5 $\pm$ 0.5 (12.0 ~ 13.0)	16.6 $\pm$ 3.8 (14.0 ~ 23.0)

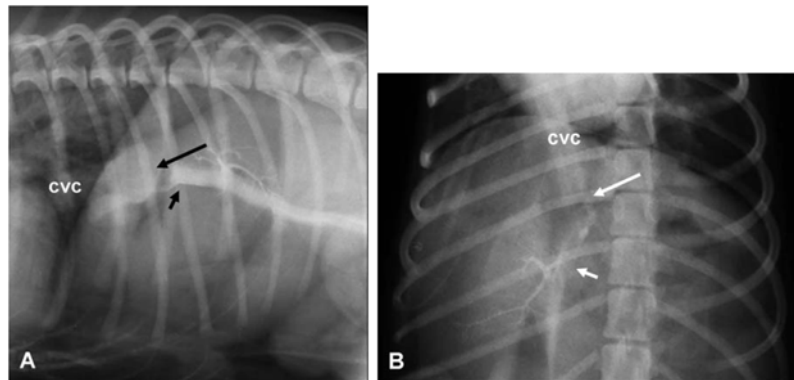
\* $p < 0.05$ , HCT; hematocrit, MCV; mean cell volume, ALT; alanine aminotransferase, BUN; blood urea nitrogen, PT; prothrombin time.



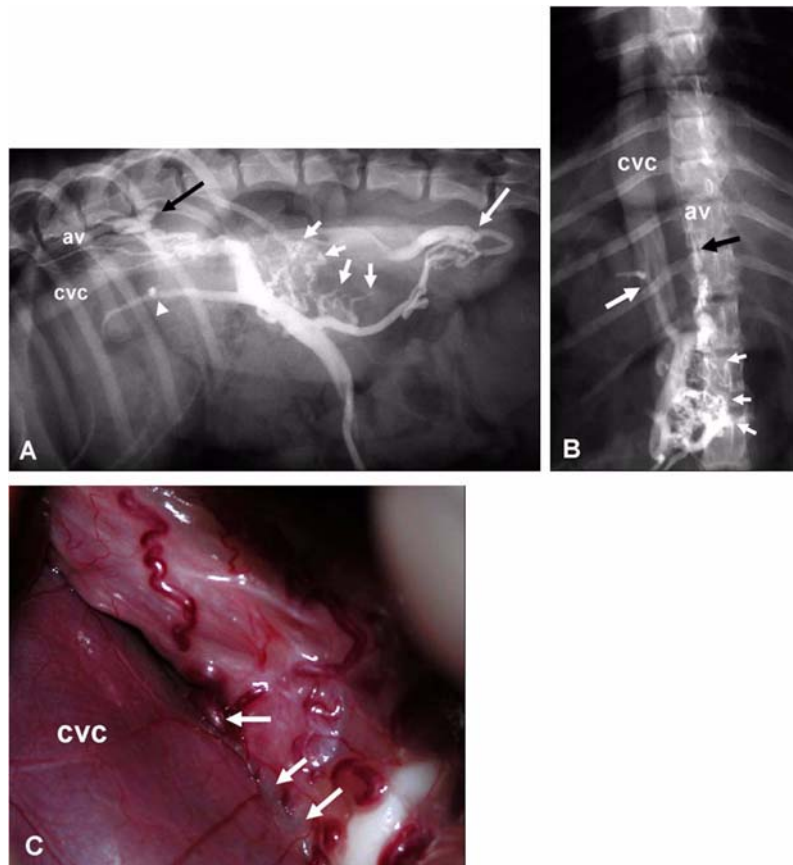
**Fig. 1.** Operative mesenteric portogram and gross findings during surgery of 1-year-old male Miniature Schnauzer confirmed as extrahepatic single portocaval shunt. The catheter for contrast injection was positioned in a jejunal vein. In A and B, contrast medium outlined the jejunal vein (short arrow) as well as portal vein (\*). On lateral view (A), jejunal vein runs cranially and followed into portal vein. A few branches of portal vein provide into the liver, however abnormal shunt (\*) is connected to the caudal vena cava (cvc) under L1 level (long arrow). On ventrodorsal view (B), jejunal vein (short arrow) runs upward and shows tortuous change. It flows into the portal vein (\*) and it joins to the caudal vena cava (cvc) at T13 level (long arrow). (C) This abnormal vascular shunt was found at medial to right kidney during surgery. A single large shunt (arrow) that communicated with the caudal vena cava (cvc) and portal vein (\*) was observed.



**Fig. 2.** Mesenteric portogram of two-year old female Poodle with extrahepatic single portoazygous shunt. (A) On lateral view, portal vein (\*) runs craniodorsal direction and connects to azygous vein (av) at T12 level (arrow). (B) On VD view, portal vein (\*) runs upward and joins into azygous vein (av) at T13 level (arrow).



**Fig. 3.** Mesenteric portogram of a ten-month old female Pekignese with intrahepatic single shunt. (A) On lateral (A) and ventrodorsal (B) view, abnormal shunt (long arrow) between portal vein (short arrow) and caudal vena cava (cvc) is identified at T9 level.



**Fig. 4.** Mesenteric portogram demonstrating multiple acquired portosystemic shunts in a 2-year-old Shihzhu with hepatic cirrhosis. In A and B, tortuous collateral shunting vessels (short arrows) are contrasted and caudal mesenteric vein (long arrow) joins into the caudal vena cava (cvc). Portal vein follows to craniodorsal direction and is connected to the azygos vein (av). A normal branch of portal vein (arrowhead) was observed in the liver. (C) Abnormal collateral shunting vessels were observed next to caudal vena cava (cvc) during laparotomy.

증상을 보였다. 나머지 8마리는 임상 증상 없이 건강 검진을 실시하던 중 간 효소 수치 혹은 알부민과 같은 혈청화학검사의 이상을 발견하여 추가적인 검사를 실시하게 되었다. 발생품종은 Maltese(n=17), Miniature Schnauzer (n=7), Yorkshire Terrier(n=7), Cocker Spaniel (n=3), Shihtzu(n=3), Poodle(n=3), Pekignese(n=1), Pug (n=1), Golden Retriever(n=1)로 다양하였다. 환자의 평균 연령은 21개월로, 4개월에서 84개월까지 다양하였다. 가장 많은 환자가 발생한 Maltese의 경우, 수컷(11/17)에서의 질병 발생이 암컷(6/17)보다 약 두 배 정도 높은 경향을 보였으나( $p > 0.05$ ), 전체적으로는 성별에 따른 발생률의 차이는 없었다.

실험실적 검사와 PSS와의 관련성을 평가하였다(Table 1). HCT, MCV, ALT, albumin, glucose, BUN, PT 중 MCV는 단독 단락에서 정상 범위보다 유의적으로 낮았고( $p < 0.05$ ), ALT는 다발성 단락에서 정상 수치에 비해 유의적으로 증가한 결과를 보였다( $p < 0.05$ ). 그 외, 다른 항목들은 정상 범위 중 하한치에 속했지만, 통계학적으로 유의적인 특징을 보이지 않았다.

단락이 발생한 해부학적 위치에 따라 4마리는 간내성 단락으로, 39마리는 간외성 단락으로 분류하였다. 발생한 단락의 수에 따라 단독 단락은 39마리에서, 다발성 단락은 4마리에서 확인되었다. 간외성 단독 단락으로 진단된 35마리를 문맥과 비정상적인 단락이 발생한 전신혈관을 기준으로 분류한 결과, portocaval type이 31마리, portoazygous type이 4마리에서 관찰되었다(Figs. 1 and 2). 다발성 단락은 모두 간외성 단락으로 확인되었고, 간내성 단락은 모두 단독 형태로 확인되었다(Figs. 3 and 4). 전체 환자의 54.1%, 단독 단락이 발생한 환자의 70.8%에서 방광내에 결석이 관찰되었다.

간외성 단독 단락이 발생한 모든 개(n=35)에서 ameroid constrictor를 이용한 수술적인 교정을 실시하였다. 술 후 3개월까지 모니터링한 결과 33마리에서 임상 증상이 개선되고 모든 혈액 검사 수치가 정상 범위 내로 회복하였다. 하지만, 한 마리는 술 후 5일 뒤 PSS와 관련 없는 신장 질환으로 폐사하였다. 다른 한 마리는 임상 증상이 개선되지 않고 지속적으로 고암모니아혈증을 보여 ameroid constrictor 장착 후 두 달 뒤 장간막 문맥조영술을 재실시한 결과, 추가적으로 간외성 다발성 단락이 관찰되었다.

## 고 찰

본 연구에서 PSS로 진단된 43마리 중 81%는 다양한 임상 증상을 보였다. 대부분의 PSS 환자는 성장 지연, 체중 저하를 보이지만, 신경계 증상, 소화기계 증상, 비

뇨기계 증상 등 다양한 임상 증상을 보여 증상을 바탕으로 PSS를 진단하거나 배제하기 어렵다 [5]. 본 연구에서 19%는 특별한 임상 증상 없이 중성화 수술이나 스케일링을 위한 건강 검진을 하던 중 이상 소견을 발견하였다. 이와 같이 PSS에서는 전신 마취 이후 회복이 지연되는 현상을 보여 추가 검사를 통해 진단되기도 한다 [5].

본 연구에서 PSS는 다양한 품종에서 발생했다. 이전 연구에서도 Maltese, Yorkshire Terriers, Bichon Frise, Shih Tzu, Miniature Schnauzer, Border Collie, Old English Sheepdog, Irish Wolfhound, Golden Retriever, Labrador Retriever, Cairn Terrier 등에서 소인이 있는 것으로 알려져 있으나 그 외 다양한 품종에서 PSS 발생이 보고되고 있다 [5, 7, 10, 12, 15]. 또한, 1980년부터 2002년까지 미국의 Veterinary Medical Database에 보고된 선천적인 PSS는 전체 개 중 0.18%를 차지하였다 [15]. 이 중 1980년에는 10,000마리 중 5마리가 선천적인 PSS로 진단된 것에 비해 2001년에는 1,000마리 개 중 5마리가 선천적인 PSS로 보고되어 검사 방법의 발전으로 PSS의 진단률이 높아진 것으로 판단된다 [15]. 따라서, 지속적으로 PSS의 발생 보고는 증가할 것으로 보인다.

선천적인 PSS는 대부분 1살 이하에서 진단된 이전 보고들 [3, 5]과는 달리 본 연구에서는 평균 21개월에 진단되는 결과를 보였다. 침울이나 성장 지연 같은 PSS의 경미한 임상 증상을 조기에 알아차리지 못하고 신경 증상이 나타난 후 내원한 경우가 많았고, 간에 대한 대증 치료를 수 개월간 실시하다가 확진과 수술을 위해 의뢰된 경우 증상이 나타난 정확한 시점을 파악하기 어려워 내원시 평균 연령이 이전 보고보다 높았던 것으로 생각된다.

성별에 따른 PSS의 발생률에는 유의적인 차이가 없었으나, 17마리에서 PSS가 발생한 Maltese에서는 암컷에 비해 수컷에서 약 2배 정도 높은 발생률을 보였다. PSS가 발생한 Bichon Frise를 대상으로 실시한 연구 [7]에 의하면 수컷보다 암컷에서 PSS의 발생 비율이 약 6배 정도로 높아 품종에 따라 성별간의 차이가 있을 것으로 생각되며, 추가적인 연구가 필요할 것이다.

본 연구에서 실시한 혈액 검사 항목 중 MCV가 PSS의 발생과 밀접한 관련이 있는 것으로 나타나 소적혈구증(microcytosis)이 PSS의 특징적인 소견임을 확인할 수 있었다 [11]. 특히, MCV는 단독 단락에서 유의적으로 낮은 수치를 보였으나, 다발성 단락에서는 이러한 변화를 보이지 않았다. PSS에서 소적혈구증이 발생하는 정확한 원인은 알려져 있지 않지만, 절대적인 철 결핍보다는 비정상적인 철 대사와 관련이 있는 것으로 알려져 있다 [2, 14]. 다발성 단락은 특징적으로 ALT의 증가를

보였고, 다발성 단락이 발생한 4마리 모두 간 생검 결과 간 실질에 병변이 있는 것으로 확인되어 이러한 기저 질환에 의해 ALT 증가가 나타난 것으로 판단된다.

이전 연구에 의하면 PSS환자에서 부분 트롬보플라스틴 시간(partial thromboplastin time)이 지연되고 저섬유소원혈증(hypofibrinogenemia)이 나타날 수 있다 [4]. 본 연구에서 응고계 검사 중 PT를 측정하였으나 PSS환자에서 유의적인 변화는 보이지 않았다. PSS 환자에서 지혈 장애로 인해 임상 증상이 나타나는 경우는 드문 것으로 알려져 있지만 [4], PT 이외 다양한 항목을 이용한 응고계 검사를 실시하지 못한 것이 본 연구의 아쉬움으로 남는다.

PSS의 진단에 대한 여러 연구에서 혈청 담즙산과 암모니아 수치는 PSS의 진단 검사로 유용한 방법임이 이미 알려져 있다 [18]. 따라서, 본 연구에는 PSS의 진단에 있어 이 두 항목의 유의성은 따로 평가하지 않았으며, 초음파 검사 결과와 더불어 연구의 screening test로 이용한 후 이를 통해 PSS가 의심되는 환자는 확진을 위해 장간막 문맥조영술을 실시하였다.

PSS 환자는 단락이 발생한 해부학적 위치에 따라 간내성 단락이 9%, 간외성 단락이 91%이었다. 단독 단락이 발생한 환자 39마리 중 간외성 PSS는 90%로, 이전 연구에서 보고된 63%보다 높은 수치로 나타났다 [6]. 이는 Golden Retriever 한 마리를 제외하면 모두 간외성 단락이 주로 발생하는 소형견종이 본 연구에 포함되었기 때문인 것으로 생각된다 [1, 5]. 간내성 단락이 발생한 4마리는 모두 단독 단락의 형태로 발생하였다.

문맥전신단락의 주된 합병증인 요산염 결석은 요를 통한 암모니아와 요산의 배출량이 증가하여 발생하며, 선천적인 PSS 환자의 50%에서 병발하는 것으로 보고되어 있다 [5]. 본 연구에서는 전체 환자의 54.1%에서 방광 내에 결석이 관찰되었고, 단독 단락이 발생한 환자의 70.8%에서 결석이 확인되었다. 모든 단독 단락이 선천적인 원인에 의한 것이라고 전제하면 기존 연구 결과에 비해 높은 비율로 결석이 병발한 것으로 판단된다. 본 연구에서는 방광 결석을 수술적으로 제거하여 분석하지 않고 초음파 검사상 결석이 확인되고 오줌 검사상 요산염 결정이 확인되면 방광 결석을 요산염 결석으로 잠정 진단하였기 때문에 이러한 차이가 발생한 것으로 생각된다. 또한, 선천적인 간외성 PSS는 주로 단독 단락의 형태로 발생한다는 이전 연구 보고를 바탕으로 간외성 단락이 확인된 경우 조직 검사를 실시하지 않고 선천적인 단락으로 간주한 것도 결과에 영향을 준 것으로 추정된다 [6]. 그러나, PSS가 발생한 환자에서 요산염이 병발하는 비율이 매우 높다는 것을 다시 확인할 수 있었다.

간외성 단독 단락이 발생한 모든 개는 ameroid

constrictor를 이용해 수술적인 교정을 실시하였다 [17]. Ameroid constrictor는 약 30~60일에 걸쳐 서서히 단락을 폐쇄시키며, 수술 시간을 줄이고 수술 중 문맥압을 모니터링 할 필요가 없는 장점이 있다 [9]. 본 연구에서도 술 후 3개월까지 모니터링한 결과 94%에서 좋은 결과를 보였다. 그러나, 일부 경우 단락이 완전히 폐쇄된 후, 간으로 흘러 들어가는 문맥 혈류의 증가량을 간내 혈관이 충분히 수용하지 못해 술 후 문맥 고혈압이 발생하여 폐사하기도 한다 [17]. 간외성 단독 단락을 ameroid constrictor로 교정한 35마리 중 한 마리에서 이차적으로 다발성 PSS가 발생한 것을 확인할 수 있었다. 후천적인 다발성 PSS는 문맥 고혈압에 대한 보상 반응으로 간외성으로 결맥관(collateral vessels)이 발생하는 것으로 [16, 17], 이 환자도 ameroid constrictor 장착 후 부작용으로 문맥 고혈압이 발생한 것으로 판단되었다.

수술 후 발생할 수 있는 부작용은 간외성 단락보다는 간내성 단락에서 더 흔하며, 따라서 간내성 PSS교정에는 더 숙련된 기술이 필요하다 [8]. 간내성 단락은 정맥내 coil을 장착하여 embolization을 일으켜 patent ductus venosus를 서서히 폐쇄시키는 방법이 추천되지만 [13], 본원에서는 시설 및 기술이 축적되지 않아 실시하지 못하였다.

## 결론

PSS는 최근 진단 기법의 향상으로 발생 보고가 증가하고 있다. PSS는 여러 품종에서 발생 가능하며 임상 증상이 비특이적이고 다양하다. 본 연구는 PSS의 임상적인 특성에 대해 알아보고자 실시하였다. 혈액 검사상 소적혈구증이 특징적이며, 후천적인 PSS의 경우 간 실질의 기저 질환으로 인해 ALT 증가가 나타났다. 선천적인 PSS는 결석이 병발하는 경우가 많아 좋은 진단 정보로 이용할 수 있었다. 장간막 문맥조영술은 침습적인 검사 방법이라는 단점이 있지만 PSS를 해부학적으로 분류하여 적절한 치료 방법을 선택할 수 있었다. 간외성 단독 단락을 ameroid constrictor로 교정하여 후천적인 다발성 단락이 발생한 경우도 있었지만, 대부분 좋은 예후를 보였다.

## 참고문헌

1. Bostwick DR, Twedt DC. Intrahepatic and extrahepatic portal venous anomalies in dogs: 52 cases (1982-1992). J Am Vet Med Assoc 1995, 206, 1181-1185.
2. Bunch SE, Jordan HL, Sellon RK, Cullen JM,

- Smith JE.** Characterization of iron status in young dogs with portosystemic shunt. *Am J Vet Res* 1995, **56**, 853-858.
3. **Butler LM, Fossum TW, Boothe HW.** Surgical management of extrahepatic portosystemic shunts in the dog and cat. *Semin Vet Med Surg (Small Anim)* 1990, **5**, 127-133.
  4. **Center SA.** Liver function tests in the diagnosis of portosystemic vascular anomalies. *Semin Vet Med Surg (Small Anim)* 1990, **5**, 94-99.
  5. **Center SA, Magne ML.** Historical, physical examination, and clinicopathologic features of portosystemic vascular anomalies in the dog and cat. *Semin Vet Med Surg (Small Anim)* 1990, **5**, 83-93.
  6. **Fossum TW, Hedlund CS, Hulse DA, Johnson AL, Seim III HB, Willard MD, Carroll GL.** Surgery of the liver. In: Fossum TW (ed.). *Small Animal Surgery*. 1st ed. pp. 367-388, Mosby, St. Louis, 1997.
  7. **Hunt GB.** Effect of breed on anatomy of portosystemic shunts resulting from congenital diseases in dogs and cats: a review of 242 cases. *Aust Vet J* 2004, **82**, 746-749.
  8. **Hunt GB, Kummeling A, Tisdall PLC, Marchevsky AM, Liptak JM, Youmans KR, Goldsmid SE, Beck JA.** Outcomes of cellophane banding for congenital portosystemic shunts in 106 dogs and 5 cats. *Vet Surg* 2004, **33**, 25-31.
  9. **Hurn SD, Edwards GA.** Perioperative outcomes after three different single extrahepatic portosystemic shunt attenuation techniques in dogs: partial ligation, complete ligation and ameroid constrictor placement. *Aust Vet J* 2003, **81**, 666-670.
  10. **Johnson CA, Armstrong PJ, Hauptman JG.** Congenital portosystemic shunts in dogs: 46 cases (1979-1986). *J Am Vet Med Assoc* 1987, **191**, 1478-1483.
  11. **Laflamme DP, Mahaffey EA, Allen SW, Twedt DC, Prasse KW, Huber TL.** Microcytosis and iron status in dogs with surgically induced portosystemic shunts. *J Vet Intern Med* 1994, **8**, 212-216.
  12. **Meyer HP, Rothuizen J, Ubbink GJ, van den Ingh TS.** Increasing incidence of hereditary intrahepatic portosystemic shunts in Irish wolfhounds in the Netherlands (1984 to 1992). *Vet Rec* 1995, **136**, 13-16.
  13. **Partington BP, Partington CR, Biller DS, Toshach K.** Transvenous coil embolization for treatment of patent ductus venosus in a dog. *J Am Vet Med Assoc* 1993, **202**, 281-284.
  14. **Simpson KW, Meyer DJ, Boswood A, White RN, Maskell IE.** Iron status and erythrocyte volume in dogs with congenital portosystemic vascular anomalies. *J Vet Intern Med* 1997, **11**, 14-19.
  15. **Tobias KM, Rohrbach BW.** Association of breed with the diagnosis of congenital portosystemic shunts in dogs: 2,400 cases (1980-2002). *J Am Vet Med Assoc* 2003, **223**, 1636-1639.
  16. **Twedt DC.** Cirrhosis: a consequence of chronic liver disease. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1985, **15**, 151-176.
  17. **Vogt JC, Krahwinkel DJ Jr, Bright RM, Daniel GB, Toal RL, Rohrbach B.** Gradual occlusion of extrahepatic portosystemic shunts in dogs and cats using the ameroid constrictor. *Vet Surg* 1996, **25**, 495-502.
  18. **Winkler JT, Bohling MW, Tillson DM, Wright JC, Ballagas AJ.** Portosystemic shunts: diagnosis, prognosis, and treatment of 64 cases (1993-2001). *J Am Anim Hosp Assoc* 2003, **39**, 169-185.