

## Radiografische evaluatie van de levergrootte bij honden na chirurgische behandeling van een extrahepatische portosystemische shunt

*Radiographic evaluation of liver size in dogs after attenuation of an extrahepatic portosystemic shunt*

<sup>1</sup>E. C. Bosdriesz, <sup>1</sup>N. Devriendt, <sup>1</sup>H. de Rooster, <sup>2</sup>M. Dekkers, <sup>1</sup>D. Paepe, <sup>2</sup>E. Stock

<sup>1</sup>Vakgroep Kleine Huisdieren

<sup>2</sup>Vakgroep Morfologie, Beeldvorming, Orthopedie, Revalidatie en Voeding  
Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Gent, Salisburylaan 133, 9820 Merelbeke

nausikaa.devriendt@ugent.be

### SAMENVATTING

Microhepatie is een frequent voorkomende bevinding bij honden met een congenitale extrahepatische portosystemische shunt (EHPSS). Chirurgische behandeling leidt bij het overgrote deel van de honden tot volledige sluiting van de EHPSS, terwijl bij een minderheid persisterende portosystemische shunting aanwezig blijft. In deze retrospectieve studie werd nagegaan of de levergrootte op abdominale radiografieën zes maanden postoperatief is toegenomen ten opzichte van de grootte van de lever preoperatief, en of de toename groter is bij honden met een gesloten EHPSS dan bij honden met persisterende portosystemische shunting. Er was bij twee derde van alle honden een toename in levergrootte aanwezig zes maanden postoperatief, alhoewel deze toename niet statistisch significant was ( $p = 0,148$ ). Er was ook geen significant verschil in toename van de levergrootte postoperatief tussen honden met een gesloten EHPSS en met persisterende shunting ( $p = 0,649$ ). In deze studie werd er op basis van abdominale radiografieën geen duidelijke toename van de levergrootte waargenomen, en er kon geen informatie over het al dan niet volledig sluiten van de EHPSS verkregen worden.

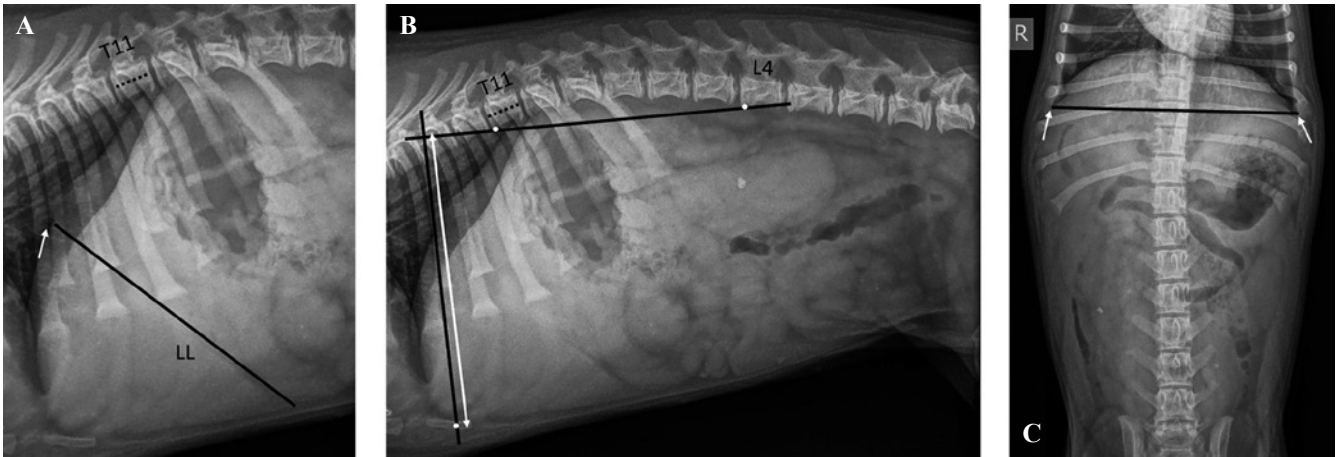
### ABSTRACT

Microhepatia is a common finding in dogs with a congenital extrahepatic portosystemic shunt (EHPSS). Surgical attenuation results in complete closure of the EHPSS in the majority of cases, while persistent portosystemic shunting remains present in some dogs. The aim of this retrospective study was to assess whether liver size increases on abdominal radiographs six months postoperatively, and whether the increase in liver size is greater in dogs with closed EHPSS compared to dogs with persistent portosystemic shunting. The liver size increased in two thirds of all dogs six months postoperatively compared to the size preoperatively. Nevertheless, this increase in liver size was not statistically significant ( $p = 0.148$ ). Finally, there was also no significant increase in liver size postoperatively between dogs with closed EHPSS and dogs with persistent portosystemic shunting ( $p = 0.649$ ). This study reveals that, based on abdominal radiographs, there is no significant increase in liver size, nor can it be assessed if the EHPSS is completely closed or not.

### INLEIDING

Een congenitale extrahepatische portosystemische shunt ((EH)PSS) is een vasculaire anomalie waarbij de vena portae in directe verbinding staat met de syste-

mische circulatie. De lever ontvangt hierdoor minder nutriënten en hepatotrofe hormonen, zoals insuline en glucagon, waardoor deze onvoldoende ontwikkelt (van den Ingh et al., 1995). Microhepatie wordt beschreven bij 41-82% van de honden met een EHPSS



**Figuur 1.** A en B. Rechts laterale en C. ventrodorsale abdominale radiografieën. A. De lengte van de 11<sup>de</sup> thoracale wervel (T11; cm) wordt weergegeven als een gestippelde horizontale lijn ter hoogte van het midden van T11, van craniaal naar caudaal, evenwijdig met de lengte van de wervelkolom. De leverlengte (LL; cm) wordt weergegeven als de lengte van de as die loopt van de ventrale zijde van de vena cava caudalis (witte pijl), waar deze kruist met het diafragma, tot de apex/caudoventrale tip van de leverschaduw. B. De thoraxdiepte (TD; cm) wordt weergegeven als de lengte van de witte pijl die begint ter hoogte van de caudale tip van het sternum en die loodrecht staat op de lijn die loopt tussen de ventrale zijde van de 11<sup>de</sup> thoracale wervel en de 4<sup>de</sup> lendenwervel (L4; cm). C. De thoraxbreedte (TB; cm) wordt op de ventrodorsale opname weergegeven als de lijn tussen de linker- en rechterrecessus costofrenicus (witte pijlen).

(d'Anjou et al., 2004; Zwingenberger et al., 2014), en de lever van honden met een congenitale EHPSS is gemiddeld 53% kleiner dan de lever van honden van hetzelfde ras zonder leveraandoening (Washizu et al., 2004).

Met chirurgische behandeling wordt gestreefd naar herstel van de hepatoportale bloedvloei met normalisatie van het levermetabolisme (Falls et al., 2013). Hiervoor zijn een aantal technieken beschreven, waaronder (partiële) ligatie, ameroid constrictorplaatsing en “thin film banding” (Serrano et al., 2019). Deze laatste twee technieken zorgen voor geleidelijke sluiting van de EHPSS, wat het risico op de ontwikkeling van portale hypertensie verkleint (Youmans and Hunt, 1999). De kans bestaat echter dat het bloedvat onvolledig sluit of dat er alsnog multipale verworven PSSs ontstaan (Serrano et al., 2019).

Meerdere studies hebben aangetoond dat het levervolume (LVOL) toeneemt na EHPSS-chirurgie (Stieger et al., 2007; Kummeling et al., 2010; Zwingenberger et al., 2014; Hong et al., 2017). Het LVOL is gecorreleerd aan de leverperfusie en kan helpen bij het inschatten van de postoperatieve uitkomst (Zwingenberger et al., 2014). Computertomografie (CT) wordt beschouwd als de ‘gouden standaard’ voor de evaluatie van het LVOL (Stieger et al., 2007; Kummeling et al., 2010), maar dit is een kostelijk onderzoek waarvoor algemene anesthesie vereist is. Alhoewel er reeds eerder een studie werd gepubliceerd waarin er werd nagegaan of de levergrootte postoperatief toeneemt op basis van abdominale radiografie, werd in deze studie geen beeldvormingstechniek gebruikt om na te gaan of de EHPSSs al dan niet gesloten waren (Hong et al., 2017).

Het doel van deze retrospectieve studie was om twee nulhypothese te testen. De eerste nulhypothese

is dat er geen verschil is in de levergrootte op abdominale radiografieën bij honden met een EHPSS preoperatief en zes maanden postoperatief. De tweede nulhypothese is dat er geen verschil is in de toename van de levergrootte bij honden met een gesloten EHPSS tegenover honden met persisterende portosystemische shunting.

## MATERIAAL EN METHODEN

In het kader van andere prospectieve studies bij honden met EHPSSs die werden uitgevoerd in de Universitaire Kliniek Kleine Huisdieren aan de Faculteit Diergeneeskunde van de Universiteit Gent (EC 2013/33 en EC 2016/43), werden bij honden die chirurgie ondergingen voor een EHPSS, preoperatief en zes maanden postoperatief abdominale radiografieën genomen. Bij al deze honden werd een ameroid constrictor geplaatst of “thin film banding” gebruikt voor het geleidelijk sluiten van de EHPSS. Drie maanden postoperatief werd transsplenische portale scintigrafie uitgevoerd, en werd de shuntfractie bepaald om na te gaan of de EHPSSs al dan niet volledig gesloten waren, en of er zich verworven PSSs hadden ontwikkeld. De shuntfractie is het geschatte percentage bloed dat niet door de lever passeert en is bij normale honden < 4,3% (Cole et al., 2005). Bij honden waarbij een persisterende EHPSS werd gediagnosticeerd, werd een tweede chirurgie aangeboden voor het verder vernauwen of ligeren van de EHPSS. Bij deze honden werd drie maanden na de tweede chirurgie opnieuw transsplenische portale scintigrafie uitgevoerd.

Honden werden geïncludeerd in deze studie als preoperatief en zes maanden na de definitieve chirurgie minstens een rechts laterale abdominale radio-

grafie aanwezig was. Honden waarbij de chirurgische uitkomst onduidelijk was op basis van transsplenische portale scintigrafie, werden uitgesloten.

Op de rechts laterale abdominale radiografieën werden de leverlengte (LL; cm), de lengte van de 11<sup>de</sup> thoracale wervel (T11; cm), en de thoraxdiepte (TD; cm) gemeten (Choi et al., 2013; Hong et al., 2017) (Figuur 1A en B). Op de ventrodorsale radiografieën werd de thoraxbreedte (TB; cm) gemeten (van Bree et al., 1989; Choi et al., 2013; Cha et al., 2018; Kim et al., 2018) (Figuur 1C).

De LL:T11 ratio werd berekend om data van honden van verschillende grootte en lichaamsgewicht (LG; kg) te vergelijken. Het LVOL (cm<sup>3</sup>) werd berekend door middel van een regressievergelijking (van Bree et al., 1989):

$$LVOL = 11,62 + 0,154 (LL \times TD \times TB)$$

Hieruit kon de LVOL:LG ratio berekend worden. Het verschil van de LL:T11 ratio preoperatief en zes maanden postoperatief werd berekend door de postoperatieve LL:T11 ratio te delen door de preoperatieve LL:T11 ratio (groefactor), waarbij waarden < 1,00 duiden op een afname van de LL:T11 ratio (verkleining van de lever) en waarden > 1,00 op een toename van de LL:T11 ratio (toename levergrootte) (Hong et al., 2017). Radiografieën waar niet alle meetpunten op konden worden waargenomen, werden enkel gebruikt voor de berekening van de LL:T11 ratio.

Statistische analyses werden uitgevoerd met behulp van SPSS Statistics 28 (IBM, Armonk, USA). Gezien de kleine aantallen werd er beslist om data als niet-normaal verdeelde data te verwerken. Er werden Wilcoxon matched-pair signed-rank-testen uitgevoerd, enerzijds om de levergrootte preoperatief en postoperatief te vergelijken bij honden geopereerd aan een EHPSS, en anderzijds om het verschil in levergrootte preoperatief versus postoperatief te vergelijken tussen honden die postoperatief een gesloten EHPSS hadden ten opzichte van deze die persisterende portosystemische shunting hadden (door de originele EHPSS of omwille van multipole verworven PSSs). Ook binnen de subgroepen van honden met een gesloten EHPSS en honden met persisterende portosystemische shunting werd de toename in levergrootte vergeleken met de preoperatieve levergrootte met behulp van een Mann-Whitney U-test. P-waarden < 0,05 werden als statistisch significant beschouwd.

## RESULTATEN

### Studiepopulatie

In totaal werden de dossiers van 146 honden bekeken, waarvan er slechts bij 24 honden zowel preoperatief als zes maanden postoperatief abdominale radiografieën beschikbaar waren. Hiervan werd één hond uitgesloten uit de studie omdat de lever niet volledig zichtbaar was op de rechts laterale radiografie, en een andere hond werd uitgesloten omdat de chirurgische uitkomst niet duidelijk was op basis van transsplenische portale scintigrafie. Tweeëntwintig honden werden geïncludeerd in de studie; twaalf mannelijke honden (55%) en tien vrouwelijke honden (45%). Er werden 15 verschillende rassen geïncludeerd, namelijk chihuahua (n = 3), teckel (n = 3), maltezer (n = 2), mopshond (n = 2), bichon frisé (n = 2), beagle, boomer, dwergschnauzer, dwergteckel, havanezer, kruising, Norwich terriër, schnauzer midden-slag, shih tzu, West Highland white terriër (n = 1 voor elk ras). Gegevens over leeftijd en gewicht worden weergegeven in Tabel 1. De meeste honden werden gediagnostiseerd met een portocavale shunt (15/22; 68%); een portofrenische shunt (4/22; 18%) of portozygos shunt (3/22; 14%) werd gediagnostiseerd bij een minderheid van de gevallen. Drie maanden postoperatief was de EHPSS gesloten bij 16/22 (73%) honden, terwijl 4/22 (18%) multipole verworven PSSs ontwikkeld hadden, en bij 2/22 (9%) honden was er een persisterende EHPSS aanwezig. Eén hond onderging een tweede chirurgie waarna de EHPSS volledig gesloten was drie maanden na de tweede chirurgie, waardoor in totaal 17/22 (77%) honden een gesloten EHPSS hadden, en 5/22 (23%) honden persisterende portosystemische shunting hadden (één persisterende EHPSS en vier multipole verworven PSSs).

### Metingen

De radiografische levergroottes, uitgedrukt in ratio's en LVOL, preoperatief en postoperatief worden weergegeven in Tabel 2. De LL:T11 ratio kon voor alle 22 honden berekend worden, maar voor de TD:TB ratio, LVOL en de LVOL:LG ratio konden niet alle metingen uitgevoerd worden omdat niet alle meetpunten op de beschikbare radiografieën aanwezig waren. De TD:TB ratio, LVOL, en de LVOL:LG ratio konden preoperatief bij slechts 10/22 (45%) honden berekend

**Tabel 1. Leeftijd en gewicht van honden met een extrahepatische portosystemische shunt (EHPSS) preoperatief en zes maanden na de laatste chirurgie die deze honden ondergingen voor EHPSS.**

	Leeftijd (maanden)	Gewicht (kg)
	Mediaan (range)	Gemiddeld ± SD
Preoperatief	16,5 (3 – 106)	5,1 ± 2,3
Postoperatief	19,5 (9 – 113)	6,5 ± 2,0

SD: standaarddeviatie.

**Tabel 2. Radiografische levergrootte bij honden met extrahepatische portosystemische shunt (EHPSS) uitgedrukt in ratio's en volume preoperatief en zes maanden na de laatste chirurgie die deze honden ondergingen voor EHPSS**

	Preoperatief		Postoperatief	
	Mediaan (range)	Aantal (n)	Mediaan (range)	Aantal (n)
LL:T11 ratio	4,6 (3,4 – 6,0)	22	4,7 (3,2 – 7,3)	22
TD:TB ratio	0,8 (0,6 – 0,9)	10	0,8 (0,7 – 1,0)	6
LVOL (cm <sup>3</sup> )	105,9 (45,2 – 146,5)	10	108,9 (58,0 – 248,7)	6
LVOL:LG ratio	17,8 (15,3 – 26,2)	10	18,2 (13,7 – 23,7)	6

LL, leverlengte; T11, lengte van de 11<sup>de</sup> thoracale wervel; TD, thoraxdiepte; TB, thoraxbreedte; LVOL, levervolume; LG, lichaamsgewicht.

**Tabel 3. Aantal honden met een toename van de radiografische levergrootte en het verschil in levergrootte bij honden met extrahepatische portosystemische shunt (EHPSS) van preoperatief tot zes maanden na de laatste chirurgie die deze honden ondergingen voor EHPSS.**

	Toename LL:T11 ratio (n)	Mediaan (range) groeifactor
Gehele populatie	14/22	1,08 (0,84 – 1,41)
Gesloten EHPSS	12/17	1,08 (0,85 – 1,41)
Persisterende portosystemische shunting	2/5	0,94 (0,84 – 1,26)

LL, leverlengte; T11, lengte van de 11<sup>de</sup> thoracale wervel. Waarden < 1,00 voor de groeifactor duiden op een afname, waarden > 1,00 duiden op een toename van de LL:T11 ratio.

worden en postoperatief bij 6/22 (27%) honden. Bij 4/22 honden kon de LVOL:LG ratio zowel pre- als postoperatief berekend worden. Bij twee van deze honden was er persisterende portosystemische shunting aanwezig en daalde het LVOL:LG met 14% en 19%, respectievelijk. De eerste hond had een toename in LG met 53%, een toename in lichaamsconditie van 3/9 naar 4/9, en was zeven maanden oud toen de eerste radiografieën werden genomen. De tweede hond vertoonde slechts een toename in LG van 8%, een toename van lichaamsconditie van 5/9 naar 7/9, en was 46 maanden oud op het moment van de eerste radiografieën. Bij de twee honden met gesloten EHPSS was er een toename in het LVOL:LG met 13% bij de ene hond (toename in LG met 25%, toename van lichaamsconditie van 3/9 naar 4/9, vier maanden oud bij eerste radiografieën), terwijl het LVOL:LG was afgenomen met 31% bij de andere hond (toename LG met 100%, toename lichaamsconditie van 3/9 naar 5/9, vijf maanden oud bij eerste radiografieën).

Er werd een postoperatieve toename in de levergrootte op basis van de LL:T11 ratio gevonden bij 14/22 (64%) honden (Tabel 3), alhoewel er geen significant verschil in de LL:T11 ratio was tussen de preoperatieve en zes maanden postoperatieve radiografieën van de gehele populatie ( $p = 0,148$ ) (Figuur 2A). Ook bij honden met een gesloten EHPSS en bij honden met persisterende portosystemische shunting werd geen verschil waargenomen in de LL:T11 ratio ( $p = 0,102$  en  $p = 0,893$ , respectievelijk) (Figuur 2B en C). Er werd ook geen significant verschil gevonden in de toename van levergrootte tussen honden met gesloten EHPSS en honden met persisterende portosystemische shunting ( $p = 0,649$ ). In de groep honden

met een gesloten EHPSS waarbij geen toename van de LL:T11 ratio werd waargenomen (5/17 honden), hadden 4/5 van de honden een portocavale shunt en 1/5 een portofrenische shunt. In de groep honden met persisterende portosystemische shunting, waarbij geen toename van de LL:T11 ratio werd waargenomen (3/5 honden), hadden 2/3 een portocavale shunt en 1/3 een porto-azygos shunt.

## DISCUSSIE

Hoewel de levergrootte, op basis van de LL:T11 ratio op abdominale radiografieën, zes maanden na chirurgie van een EHPSS bij twee derde van de honden toegenomen was, kon geen van de nulhypotesen verworpen worden.

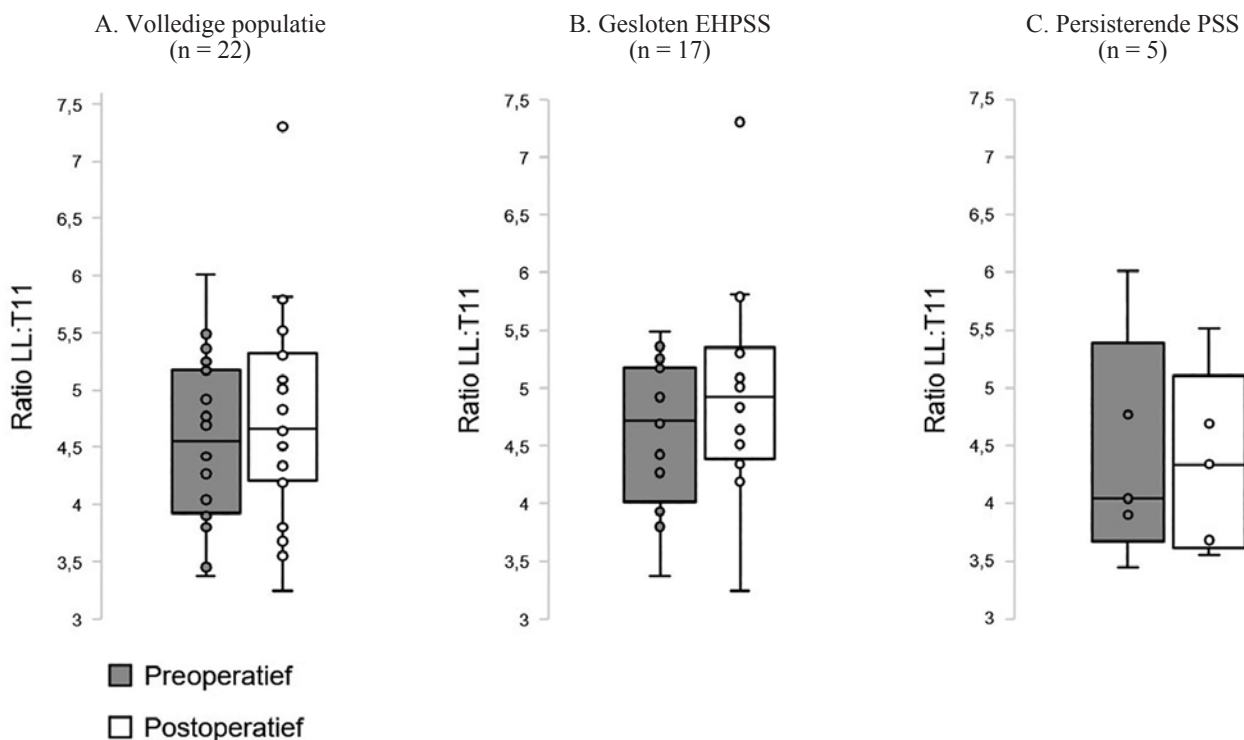
Hong et al. (2017) voerden enkele jaren geleden een retrospectieve studie uit bij 13 honden met congenitale EHPSS om de levergrootte op abdominale radiografieën te beoordelen. Bij al deze honden werd er postoperatief een toename van de LL:T11 ratio waargenomen, waarbij de gemiddelde pre- en postoperatieve LL:T11 ratio's respectievelijk 4,13 en 4,80 bedroegen. Alhoewel de grootteorde van die ratio's overeenkomen met de ratio's in de huidige studie, was de toename in levergrootte in de studie van Hong et al. (2017) wel statistisch significant. Dit is bemerkenswaardig, gezien het lage aantal honden dat geïncordeerd werd en aangezien de opvolging, in tegenstelling tot in de huidige studie, niet gestandaardiseerd was en abdominale radiografieën bij sommige honden relatief kort postoperatief herhaald werden, namelijk twee tot zestien weken, terwijl ameroïd constrictors

gebruikt werden om de EHPSS te sluiten (Hong et al., 2017). Alhoewel sommige studies aangeven dat ameroïd constrictors intra-abdominale bloedvaten sluiten binnen tien dagen tot vijf weken (Vogt et al., 1996; Besancon et al., 2004), blijkt uit een recentere studie dat de sluiting onvolledig is na acht weken (Hunt et al., 2014). In tegenstelling tot de studie van Hong et al. (2017) werden er in de huidige studie niet alleen meer honden geïnculdeerd, maar was er ook een gestandaardiseerde opvolging drie maanden postoperatief, waarbij de uitkomst van de chirurgie bekend was.

In de huidige studie werd er een heterogenere groep honden geïnculdeerd (grotere variatie in rassen, grotere range in leeftijd en gewicht, evenwichtige verdeling van geslacht) dan in de studie van Hong et al. (2017), wat een betere representatie geeft van de hondenpopulatie. Deze heterogenere populatie kan er echter voor gezorgd hebben dat statistische verschillen niet gevonden werden door een grotere variatie in data. Alhoewel de gebruikte LL:T11 ratio rekening houdt met de grootte van de honden, zijn er geen studies beschikbaar waarbij de toename in levergrootte tijdens de groei van pups onderzocht werd. Bij kinderen is er een lineaire positieve correlatie tussen de levergrootte en de lichaamslengte, terwijl er een niet-lineaire positieve correlatie aanwezig is tussen de levergrootte enerzijds en de leeftijd en LG anderzijds (Waelti et al., 2021). Daarnaast is de levergrootte bij zowel kinderen als volwassenen groter bij mannelijke dan bij vrouwelijke individuen (Harada et al., 2021;

Waelti et al., 2021). Een andere mogelijke verklaring voor het verschil tussen de huidige studie en de studie van Hong et al. (2017), is het feit dat er in de huidige studie gebruik werd gemaakt van statistische tests voor niet-normaal verdeelde data omwille van het klein aantal geïnculdeerde honden, terwijl er in de eerdere studie tests voor normaal verdeelde data gekozen werd ondanks de inclusie van slechts dertien honden. Bij gebruik van normaal verdeelde tests in de huidige studie zou er wel een statistisch significante toename zijn in levergrootte bij honden met gesloten EHPSS (data niet weergegeven). Om deze reden zou het interessant zijn om de huidige studie te herhalen met een groter aantal honden om een definitief antwoord te bekomen op de vraag of abdominale radiografieën kunnen helpen om na te gaan of er al dan niet een significante toename is in levergrootte en of dat deze toename in levergrootte al dan niet groter is bij honden met een gesloten EHPSS.

De meeste studies berekenen het LVOL op basis van CT-beelden; een matige correlatie werd aangetoond tussen de LVOL:LG ratio berekend op basis van CT en de LL:T11 ratio berekend op basis van radiografieën (Lee et al., 2019). Het preoperatieve LVOL op basis van CT bij honden met EHPSS is gemiddeld 15,2-20,3 cm<sup>3</sup>/kg ten opzichte van 24,4 cm<sup>3</sup>/kg bij honden zonder leveraandoeningen (Stieger et al., 2007; Kummeling et al., 2010; Zwingenberger et al., 2014). In de studie van Zwingenberger et al. (2014) werd er 7-16 weken na het aanbrengen van een ame-



**Figuur 2.** Vergelijking van de LL:T11 ratio preoperatief en zes maanden postoperatief voor A. alle honden, B. voor alle honden waarbij de EHPSS postoperatief gesloten was en C. voor alle honden met persistente portosystemische shunting (door de originele EHPSS of omwille van het ontstaan van multipel verworven PSSs). (EH)PSS, (extrahepatische) portosystemische shunt; LL, leverlengte; T11, lengte van de 11<sup>de</sup> thoracale wervel.

roid constrictor, een significante toename gezien in het LVOL op basis van CT van gemiddeld 20,3 cm<sup>3</sup>/kg tot 29,0 cm<sup>3</sup>/kg. In deze studie was er geen significant verschil in toename van levergrootte tussen honden met gesloten EHPSS en honden met persisterende portosystemische shunting. Bij 20/22 honden werd postoperatief een toename van het LVOL gezien; deze toename was significant groter bij honden die preoperatief microhepatische hadden (Zwingerberger et al., 2014). In een andere studie werd aangetoond dat na (partiële) ligatie van PSS de grootste toename van LVOL gezien werd acht dagen postoperatief (mediane toename van LVOL met 47,9 cm<sup>3</sup>; van 8,6 cm<sup>3</sup>/kg tot 26,8 cm<sup>3</sup>/kg). Tussen acht dagen en één maand postoperatief werd nog een mediane toename van LVOL gezien met 12,4 cm<sup>3</sup>, wat niet gepaard ging met een significante toename van LVOL per kg LG; er werd geen toename meer gezien tussen één en twee maanden postoperatief (Kummeling et al., 2010). In deze laatste studie was de mediane toename in LVOL:LG, bepaald via CT-beelden, twee maanden postoperatief 146%.

In de huidige studie kon het LVOL maar bij vier honden zowel op pre- als postoperatieve radiografieën bepaald worden. Twee van deze honden hadden persisterende portosystemische shunting; het LVOL:LG daalde met 14% en 19%. Er wordt verwacht dat de LVOL:LG postoperatief toeneemt aangezien nutriënten, hepatotrofe hormonen en afvalstoffen beter kunnen worden uitgewisseld, en er een inductie van groeifactoren optreedt (Zwingerberger et al., 2014). Naast het feit dat er geen conclusies kunnen getrokken worden op basis van vier honden, is het belangrijk om in het achterhoofd te houden dat de gewichtstoename van de honden niet enkel gerelateerd was aan een toename in lichaamsgrootte door groei, maar ook door een toename in lichaamsconditiescore.

In de huidige studie werd bij 8/22 honden postoperatief een afname van de LL:T11 ratio vastgesteld. De afmeting van T11 was gelijkaardig op de pre- en postoperatieve radiografieën bij 4/8 honden ( $\geq 7$  maanden oud bij de eerste radiografieën), terwijl de afmetingen van T11 duidelijk groter waren bij de overige vier honden die alle  $\leq 4$  maanden oud waren toen de eerste radiografieën genomen werden, wat een mogelijke verklaring kan zijn voor de afname van de LL:T11 ratio postoperatief bij enkele honden. Zes van deze honden had een portocavale shunt, waarvan er twee persisterende portosystemische shunting hadden, één hond had een gesloten portofrenische shunt en één hond een persisterende porto-azygos shunt. Extrahepatische PSSs die caudaal van de lever in de caudale vena cava uitmonden, leiden typisch tot minder klinische klachten en meer uitgesproken afwijkingen in bloedparameters (Kraun et al., 2014; El-Sebaey et al., 2020). Op basis van die bevindingen werd er verwacht dat honden met een portocavale shunt preoperatief een kleinere lever zouden hebben en dat deze postoperatief meer in grootte zou toenemen dan bij honden met een portofrenische of porto-azygos shunt.

Het was dan ook tegen de verwachtingen in dat bij 6/15 honden met een portocavale shunt geen toename gezien werd van het LVOL op basis van de LL:T11 ratio.

De huidige studie heeft echter een aantal limitaties. De meest waarschijnlijke oorzaak waarom er geen significante verschillen in levergrootte werden gevonden, is de inclusie van een te klein aantal honden. Vooral het aantal honden met persisterende portosystemische shunting was zeer klein, wat kan leiden tot een type II-fout. Aangezien het niet mogelijk was om alle metingen uit te voeren op alle radiografieën, beperkte dit de hoeveelheid data die gebruikt kon worden voor statistiek. Daarnaast is het mogelijk dat de uitgevoerde metingen niet gevoelig genoeg zijn om (subtiële) verschillen in levergrootte te detecteren, zeker als er niet alleen rekening moet worden gehouden met de groei van immature honden maar ook met de toename in lichaamsconditiescores. Wat de metingen betreft, zijn lineaire metingen van de lever suboptimaal omdat de lever een complexe vorm heeft die sterk kan verschillen tussen individuen en rassen (Choi et al., 2013; Lee et al., 2019). Daarnaast is het van belang dat de (caudo)ventrale aflijning van de lever goed zichtbaar is voor het meten van LL en het berekenen van de LL:T11 ratio (van Bree et al., 1989; Kummeling et al., 2010). In de huidige studie was deze aflijning niet bij alle honden even duidelijk zichtbaar. Een onduidelijke aflijning kan veroorzaakt worden door verlies van serosaal detail omwille van de jonge leeftijd van het dier, maar ook andere factoren, zoals superpositie van abdominale organen (van Bree et al., 1989; Kummeling et al., 2010), conformatie van de thorax, de respiratoire fase, collimatie, de positionering van het dier tijdens het maken van de opname, de aanwezigheid van abdominale effusie en cachexie kunnen invloed hebben op de metingen (Cockett, 1986; van Bree en Sackx, 1987; Choi et al., 2013; Kim et al., 2018; An et al., 2019). Omdat er werd aangetoond dat er een verschil is tussen metingen uitgevoerd op links en rechts laterale abdominale radiografieën (Kim et al., 2018), werden er in de huidige studie enkel rechts laterale abdominale radiografieën gebruikt. Alhoewel de postoperatieve radiografieën drie maanden na transsplenische portale scintigrafie werden uitgevoerd, is de kans klein dat de chirurgische uitkomst na het uitvoeren van de scintigrafie nog zou veranderd zijn. Alhoewel er nog onzekerheid bestaat over de tijdspanne waarin ameroid constrictors en “thin film bands” intra-abdominale bloedvaten sluiten bij honden, werd in een recente prospectieve studie aangetoond dat leverfunctietesten afwijkend blijven zes maanden postoperatief bij honden waarbij persisterende portosystemische shunting werd vastgesteld op basis van transsplenische portale scintigrafie drie maanden postoperatief (Devriendt et al., 2022).

In deze studie werd er op basis van de LL:T11 ratio op abdominale radiografie een toename van levergrootte gezien zes maanden na chirurgische behandeling van EHPSSs bij twee derde van de honden. Aan-

gezien deze toename niet statistisch significant was, kan er op basis van de huidige studie niet geadviseerd worden om gebruik te maken van postoperatieve abdominale radiografieën om het succes van de chirurgie te beoordelen.

## LITERATUUR

- An, G., Kwon, D., Yoon, H., Yu, J., Bang, S., Lee, Y., Jeon, S., Jung, J., Chang, J., Chang, D. (2019). Evaluation of the radiographic liver length/11th thoracic vertebral length ratio as a method for quantifying liver size in cats. *Veterinary Radiology and Ultrasound* 60, 640-647.
- Besancon, M.F., Kyles, A.E., Griffey, S.M., Gregory, C.R. (2004). Evaluation of the characteristics of venous occlusion after placement of an ameroid constrictor in dogs. *Veterinary Surgery* 33, 597-605.
- Cha, A., Park, S., Kim, C., Yoon, S., Lee, D., Kim, D., Chang, D.W., Choi, J. (2018). Effect of radiographic technique on assessment of liver size in Beagles. *American Journal of Veterinary Research* 79, 1133-1139.
- Choi, J., Keh, S., Kim, H., Kim, J., Yoon, J. (2013). Radiographic liver size in pekingese dogs versus other dog breeds. *Veterinary Radiology and Ultrasound* 54, 103-106.
- Cockett, P.A. (1986). Radiographic anatomy of the canine liver: simple measurements determined from the lateral radiograph. *Journal of Small Animal Practice* 27, 577-589.
- Cole, R.C., Morandi, F., Avenell, J., Daniel, G.B. (2005). Trans-splenic portal scintigraphy in normal dogs. *Veterinary Radiology and Ultrasound* 46, 146-152.
- d'Anjou, M.-A., Penninck, D., Cornejo, L., Pibarot, P. (2004). Ultrasonographic diagnosis of portosystemic shunting in dogs and cats. *Veterinary Radiology and Ultrasound* 45, 424-437.
- Devriendt, N., Paepe, D., Serrano, G., de Rooster, H. (2022). Diagnostic value of different blood tests in dogs with extrahepatic portosystemic shunts to assess shunt closure after surgical treatment. *Veterinary Surgery* 51, 1142-1152.
- El-Sebaey, A.M., Abramov, P.N., Abdelhamid, F.M. (2020). Clinical characteristics, serum biochemical changes, and expression profile of serum cfa-miRNAs in dogs confirmed to have congenital portosystemic shunts accompanied by liver pathologies. *Veterinary Sciences* 7, 35.
- Falls, E.L., Milovancev, M., Hunt, G.B., Daniel, L., Mehl, M.L., Schmiedt, C.W. (2013). Long-term outcome after surgical ameroid ring constrictor placement for treatment of single extrahepatic portosystemic shunts in dogs. *Veterinary Surgery* 42, 951-957.
- Harada, K., Ohashi, Y., Tanaka, T., Chiba, A., Numasawa, K., Imai, T., Hayasaka, S., Tsugiki, T., Miyanishi, K., Nagayama, M., Takemasa, I., Kato, J., Mizuguchi, T. (2021). Nature of the liver volume depending on the gender and age assessing volumetry from a reconstruction of the computed tomography. *PLoS One* 16, e0261094.
- Hong, S.K., Kim, H.J., Lee, S.H., Kim, W.H., Kweon, O.K., Jung, J.H., Yoon, J.H., Choi, M.C. (2017). Radiographic liver size evaluation after portosystemic shunts ligation in 13 cases. *Journal of Veterinary Clinics* 34, 189-192.
- Hunt, G.B., Culp, W.T.N., Mayhew, K.N., Mayhew, P., Steffey, M.A., Zwingenberger, A. (2014). Evaluation of in vivo behavior of ameroid ring constrictors in dogs with congenital extrahepatic portosystemic shunts using computed tomography. *Veterinary Surgery* 43, 834-842.
- Kim, S.Y., Yoon, Y.M., Hwang, T.S., Shin, C.H., Lim, J.S., Yeon, S.C., Lee, H.C. (2018). Comparison for radiographic measurements of canine liver size by left and right recumbency. *Journal of Veterinary Clinics* 35, 13-16.
- Kraun, M.B., Nelson, L.L., Hauptman, J.G., Nelson, N.C. (2014). Analysis of the relationship of extrahepatic portosystemic shunt morphology with clinical variables in dogs: 53 cases (2009-2012). *Journal of the American Veterinary Medical Association* 245, 540-549.
- Kummeling, A., Vrakking, D.J.E., Rothuizen, J., Gerritsen, K.M., van Sluijs, F.J. (2010). Hepatic volume measurements in dogs with extrahepatic congenital portosystemic shunts before and after surgical attenuation. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 24, 114-119.
- Lee, S., Yoon, H., Eom, K. (2019). Retrospective quantitative assessment of liver size by measurement of radiographic liver area in small-breed dogs. *American Journal of Veterinary Research* 80, 1122-1128.
- Serrano, G., Charalambous, M., Devriendt, N., de Rooster, H., Mortier, F., Paepe, D. (2019). Treatment of congenital extrahepatic portosystemic shunts in dogs: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 33, 1865-1879.
- Stieger, S.M., Zwingenberger, A., Pollard, R.E., Kyles, A.E., Wisner, E.R. (2007). Hepatic volume estimation using quantitative computed tomography in dogs with portosystemic shunts. *Veterinary Radiology and Ultrasound* 48, 409-413.
- van Bree, H., Jacobs, V., Vandekerckhove, P. (1989). Radiographic assessment of liver volume in dogs. *American journal of veterinary research* 50, 1613-1615.
- van Bree, H., Sackx, A. (1987). Evaluation of radiographic liver size in twenty-seven normal deep-chested dogs. *Journal of Small Animal Practice* 28, 693-703.
- van den Ingh, T.S., Rothuizen, J., Meyer, H.P. (1995). Circulatory disorders of the liver in dogs and cats. *Veterinary Quarterly* 17, 70-76.
- Vogt, J.C., Krahwinkel, D.J., Bright, R.M., Daniel, G.B., Toal, R.L., Rohrbach, B. (1996). Gradual occlusion of extrahepatic portosystemic shunts in dogs and cats using the ameroid constrictor. *Veterinary Surgery* 25, 495-502.
- Washizu, M., Katagi, M., Washizu, T., Torisu, S., Kondo, Y., Nojiri, A. (2004). An Evaluation of radiographic hepatic size in dogs with portosystemic shunt. *The Journal of Veterinary Medical Science* 66, 977-978.
- Youmans, K.R., Hunt, G.B. (1999). Experimental evaluation of four methods of progressive venous attenuation in dogs. *Veterinary Surgery* 28, 38-47.
- Zwingenberger, A.L., Daniel, L., Steffey, M.A., Mayhew, P.D., Mayhew, K.N., Culp, W.T.N., Hunt, G.B. (2014). Correlation between liver volume, portal vascular anatomy, and hepatic perfusion in dogs with congenital portosystemic shunt before and after placement of ameroid constrictors. *Veterinary Surgery* 43, 926-934.

