

陈立坤, 马玉忠. 使用定量 CT 技术评估 13 例先天性门体分流患犬的肝脏体积 [J]. 畜牧与兽医, 2025, 57 (1): 125-130.

CHEN L K, MA Y Z. Estimation on hepatic volume in 13 dogs with portosystemic shunts using quantitative CT [J]. Animal Husbandry & Veterinary Medicine, 2025, 57 (1): 125-130.

## 使用定量 CT 技术评估 13 例先天性门体分流患犬的肝脏体积

陈立坤, 马玉忠\*

(河北农业大学动物医学院, 河北保定 071001)

**摘要:** 为评估先天性门体分流 (CPSS) 疾病对犬肝脏体积的影响及不同类型 CPSS 与犬肝脏体积的相关性, 对来医院就诊的 CPSS 患犬病例进行回顾性分析。筛选出 13 例 CPSS 患犬病例, 所有患犬均进行了腹部增强 CT 检查, 记录 CPSS 类型, 随机选取 13 条无肝脏相关疾病且肝脏影像正常的犬作为对照。使用定量 CT 技术在腹部增强 CT 延迟期所获得的多平面重建影像中的各个平面中渲染出肝脏影像, 从而得到肝脏的容积重建影像, 继而获得肝脏体积 (V), 记录每条犬肝脏体积 (V) 与体重 (W) 的比值 (V/W)。结果: 分别测得 CPSS 患犬平均 V/W 值为 (18.57±4.52) cm<sup>3</sup>/kg, 对照组犬平均 V/W 值为 (29.31±6.55) cm<sup>3</sup>/kg, 两者差异极显著 ( $P<0.01$ ); CPSS 患犬中, 肝内 CPSS 患犬平均 V/W 值为 (23.50±5.90) cm<sup>3</sup>/kg, 肝外 CPSS 患犬平均 V/W 值为 (17.09±2.99) cm<sup>3</sup>/kg, 两者差异显著 ( $P<0.05$ )。以上结果表明, 通过测量 V/W 值可对 CPSS 患犬肝脏进行评估, CPSS 导致患犬肝脏体积显著减小, 同时肝外 CPSS 对肝脏体积影响较肝内的影响更显著。

**关键词:** 犬; 先天性门体分流; 腹部增强 CT; 肝脏体积

中图分类号: S858.292 文献标志码: A 文章编号: 0529-5130(2025)01-0125-06

## Estimation on hepatic volume in 13 dogs with portosystemic shunts using quantitative CT

CHEN Likun, MA Yuzhong\*

(College of Veterinary Medicine, Hebei Agricultural University, Baoding 071001, China)

**Abstract:** To evaluate the effect of congenital portosystemic shunt (CPSS) on hepatic volume and the correlation between different types of CPSS and liver volume in dogs, a retrospective analysis was performed here on dogs with CPSS. Thirteen dogs with CPSS were selected and all of them underwent contrast-enhanced abdominal CT. CPSS types were accurately recorded in all dogs. Thirteen dogs without liver-related diseases and liver imaging abnormalities were randomly selected as control. The liver image was rendered on each plane of the CT multi-plan reconstruction images obtained in the delayed phase of abdominal contrast-enhanced CT. Then, the liver volume (V) was recorded through CT quantitative technology. The ratio (V/W) of hepatic volume (V) to body weight (W) of each dog was recorded, too. The results showed that the V/W ratio was (18.57±4.52) cm<sup>3</sup>/kg in the dogs with CPSS and (29.31±6.55) cm<sup>3</sup>/kg in the control group, and the difference was very significant ( $P<0.01$ ). In the dogs with CPSS, the mean V/W was (23.50±5.90) cm<sup>3</sup>/kg in those with intrahepatic CPSS and (17.09±2.99) cm<sup>3</sup>/kg in those with extrahepatic CPSS, and the difference is significant ( $P<0.05$ ). It was concluded that the liver of the dogs with CPSS could be evaluated by measuring their V/W value. CPSS caused a decrease in hepatic volume in dogs, and the effect of extrahepatic CPSS on hepatic volume was more significant than that of intrahepatic CPSS.

**Keywords:** dog; congenital portosystemic shunt; abdominal-enhanced CT; hepatic volume

由于计算机断层扫描 (computed tomography, CT) 检查方法在兽医临床的推广, 先天性门体分流 (CPSS) 病例的诊断率越来越高且越来越精准<sup>[1-3]</sup>。众所周知, CPSS 会导致患病犬猫肝脏体积减小。医学中将肝脏体积大小作为评估肝功能的重要指标, 之前肝脏体积大小常通过 X 线片粗略评估, 通过肝脏

尾侧边缘与肋弓的关系及胃轴的改变等来评估肝脏大小。然而, 由于犬存在个体、品种和胸型差异, 这种评估方法并不准确。超声也可以评估肝脏大小, 但其精确性存在争议, 尤其是当肝脏体积缩小时, 肝脏完全位于肋弓内且常常被胃内的气体遮挡使得评估受限。使用腹部造影增强 CT 计算肝脏体积准确度更高, 是在活体内评估器官体积最准确的成像技术, 被认为是金标准。使用 CT 进行器官体积测量因其具有简单、安全和快速的特点而被大量应用于人医临床中<sup>[4]</sup>。核磁共振成像技术也提供了一种在活体内准

收稿日期: 2024-02-29; 修回日期: 2024-10-25

第一作者: 陈立坤, 男, 博士研究生

\* 通信作者, 马玉忠, 教授, 研究方向: 兽医外科学, E-mail:

dkma@hebau.edu.cn.

确测定肝脏体积的方法,但呼吸时可能导致对肝脏体积的测量存在误差,相比之下,拥有更快扫描速度的CT成为测量肝脏体积的首选方法<sup>[4]</sup>。本试验旨在描述一种活体肝体积的无创性测量方法,通过记录正常犬和CPSS患犬的肝脏体积(V)与体重(W)的比值(V/W),评估两者差异性。本研究在兽医领域首次提出使用定量CT技术测量肝脏体积并评估犬CPSS与肝脏体积的关系。

## 1 材料与方法

### 1.1 病例信息

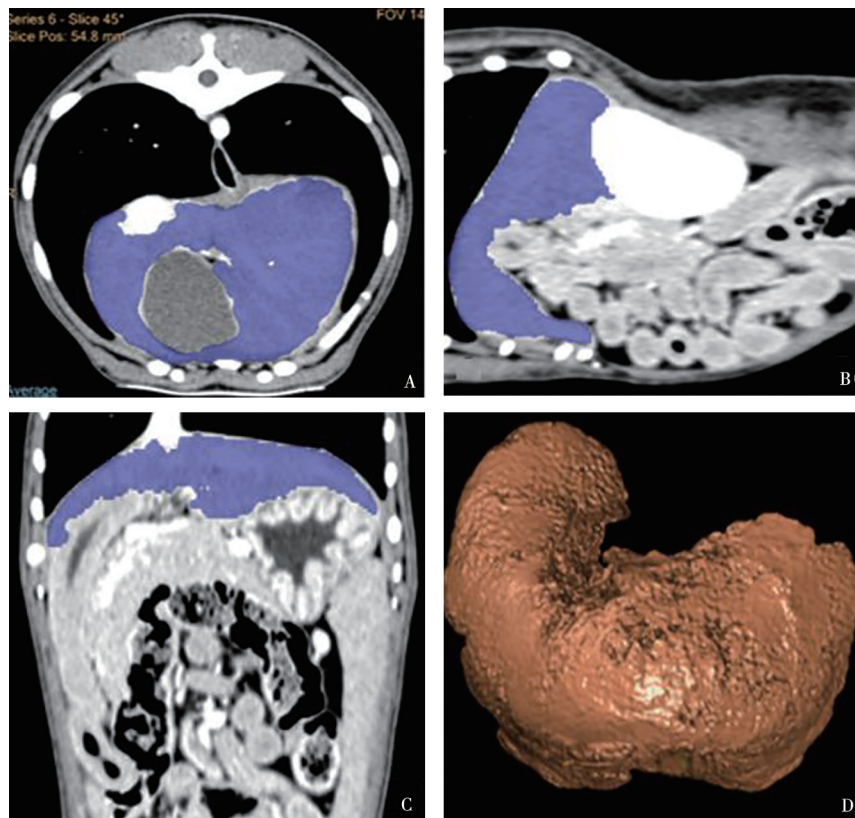
回顾自中国农业大学动物医院诊断为犬CPSS的13例病例,所有病例均通过标准延迟技术或团注试验进行腹部增强CT检查。对所有患犬腹部器官的动脉相、门脉相和延迟相CT影像进行分析。另外随机选取不同体重、年龄、品种和性别的13条犬作为对照组。入选对照组的标准为:1)均获得了其动脉相、门脉相和延迟相的CT影像;2)不存在肝脏相关临床症状;3)肝脏影像未见明显异常。

所有病例的影像均由同一CT设备(飞利浦医疗(苏州)有限公司,型号:MX 16-slice)获得,使用

的血管造影剂均为碘海醇(300~330 mg/mL),使用飞利浦CT工作站(联想微型计算机,型号:扬天T4900-c00)浏览影像,随时调节窗宽窗位以使血管显影最优化。使用飞利浦工作站的影像后处理技术,如多平面重建(multiplanar reformation, MPR),最大密度投影(maximum intensity projection, MIP)和容积重建(volume reconstruction, VR)使血管更加可视化,记录病例相关信息并分析其影像特征。肝内CPSS根据分流血管起源的肝内门静脉分支分为3种类型:肝内门静脉左侧分支、肝内门静脉右侧分支及肝内门静脉中央分支;肝外CPSS根据门静脉与体静脉之间的异常分流分为2种类型:肝脏完全无门静脉血流注和门静脉血部分向肝脏灌注。

### 1.2 肝脏容积重建影像

如图1所示,在腹部造影增强CT影像中,选取延迟期获得犬肝脏多平面重建影像,即横断面、矢状面和冠状面,并在多平面重建影像中勾勒出肝脏边界及轮廓后,获得肝脏的容积重建影像,使用CT定量技术测量肝脏的体积。记录所有犬的品种、年龄、性别、体重及肝脏体积等相关信息。记录患犬CPSS类型,并计算V/W值。



A. 肝脏横断面; B. 肝脏矢状面; C. 肝脏冠状面; D. 肝脏渲染后容积重建。

图1 犬肝脏的多平面重建影像和肝脏容积重建影像

### 1.3 数据统计分析

采用 SPSS 22.0 软件对试验结果进行统计分析, 数据以“平均值±标准差”方式表示, 使用 *t* 检验评估对照组与 CPSS 患犬的 V/W 值差异性以及肝内 CPSS 与肝外 CPSS 患犬之间 V/W 值差异性。  $P < 0.05$  为差异显著,  $P < 0.01$  为差异极显著。

## 2 结果

13 例 CPSS 患犬的性别、年龄、品种、CPSS 类型、体重和肝脏体积等信息详见表 1, 对照组犬的年龄、品种、体重及肝脏体积等信息详见表 2。

表 1 CPSS 患犬基本信息和相关测量值

犬品种	性别	月龄	CPSS 类型	V/cm <sup>3</sup>	W/kg	V/W 值/(cm <sup>3</sup> ·kg <sup>-1</sup> )
比熊	F	4	肝外 CPSS (右胃静脉-后腔静脉)	54.2	2.40	22.58
马尔济斯	FS	60	肝外 CPSS (右胃静脉-后腔静脉)	39.8	2.00	19.90
西高地白梗	MC	48	肝外 CPSS (右胃静脉-后腔静脉)	122.0	7.30	16.71
雪纳瑞梗	M	10	肝外 CPSS (右胃静脉-后腔静脉)	100.5	5.70	17.63
比熊	MC	12	肝外 CPSS (脾静脉-奇静脉)	80.3	4.40	18.25
贵宾	M	48	肝外 CPSS (脾静脉-奇静脉)	32.9	1.80	18.28
柯基	F	8	肝外 CPSS (脾静脉-奇静脉)	144.6	9.30	15.55
贵宾	F	12	肝外 CPSS (脾静脉-奇静脉)	43.3	3.16	13.70
金毛巡回	F	10	肝外 CPSS (脾静脉-后腔静脉)	230.2	19.00	12.12
贵宾	F	108	肝外 CPSS (脾静脉-膈静脉)	110.2	6.80	16.21
贵宾	F	12	肝内 CPSS (左侧支)	39.5	1.86	21.24
法国斗牛梗	M	6	肝内 CPSS (左侧支)	89.6	4.70	19.06
斯塔夫梗	F	8	肝内 CPSS (左侧支)	380.5	12.60	30.20

注: M 表示雄性, F 表示雌性, MC 表示雄性去势, FS 表示雌性绝育。下同。

表 2 对照组犬基本信息和相关测量值

犬品种	性别	年龄	V/cm <sup>3</sup>	W/kg	V/W 值/(cm <sup>3</sup> ·kg <sup>-1</sup> )
金毛	M	4	858.1	22.50	38.14
拉布拉多	M	7	926.9	28.80	32.18
比熊	FS	9	175.7	6.57	26.74
雪纳瑞	F	15	277.0	6.76	40.98
喜乐蒂	F	13	512.0	16.40	31.22
泰迪	MC	4	180.0	6.43	27.99
银狐	MC	8	423.0	12.30	34.39
边牧	FS	10	511.2	23.80	21.48
松狮	F	7	677.6	25.80	26.26
哈士奇	M	12	381.5	17.40	21.93
德牧	M	7	1027.5	30.00	34.25
萨摩	FS	8	493.0	25.00	19.72
边牧	MC	1	373.0	14.50	25.72

由表 3 可知: 13 例 CPSS 患犬中, 平均 V/W 值为  $(18.57 \pm 4.52)$  cm<sup>3</sup>/kg, 对照组中, 平均 V/W 值为  $(29.31 \pm 6.55)$  cm<sup>3</sup>/kg, CPSS 患犬的肝脏体积明显小于对照组中犬的肝脏体积, 两者差异极显著。由表 4 可知: 肝内 CPSS 患犬的平均 V/W 值为

$(23.50 \pm 5.90)$  cm<sup>3</sup>/kg, 肝外 CPSS 患犬的平均 V/W 值为  $(17.90 \pm 2.99)$  cm<sup>3</sup>/kg, 肝内 CPSS 患犬的肝脏体积较肝外 CPSS 患犬的肝脏体积大, 两者差异显著 ( $P < 0.05$ )。4 种不同类型的肝外 CPSS 病例由于数量较少, 无法进行显著性比较 (表 5)。

表 3 对照组与 CPSS 组患犬的体重、肝脏体积和 V/W 值统计

组别	W/kg	V/cm <sup>3</sup>	V/W 值/ (cm <sup>3</sup> · kg <sup>-1</sup> )
对照	18.17±8.48	524.35±274.82	29.31±6.55
CPSS	6.23±5.01	112.89±97.32	18.57±4.52**

注：\*\*表示差异极显著 ( $P<0.01$ )。

表 4 肝内与肝外 CPSS 患犬的体重、肝脏体积和 V/W 值统计

组别	W/kg	V/cm <sup>3</sup>	V/W 值/ (cm <sup>3</sup> · kg <sup>-1</sup> )
肝内 CPSS	6.39±3.57	169.86±184.13	23.50±5.90
肝外 CPSS	6.19±5.16	95.80±60.72	17.09±2.99*

注：\*表示差异显著 ( $P<0.05$ )。

表 5 4 种不同类型肝外 CPSS 患犬的体重、肝脏体积及 V/W 值统计

肝外 CPSS 类型	W/kg	V/cm <sup>3</sup>	V/W 值/ (cm <sup>3</sup> · kg <sup>-1</sup> )
右胃静脉-后腔静脉	4.35±2.62	79.13±38.57	19.21±2.61
脾静脉-奇静脉	4.67±3.27	75.28±50.50	16.44±2.23
脾静脉-后腔静脉	19.00±0.00	230.20±0.00	12.12±0.00
脾静脉-膈静脉	6.80±0.00	110.20±0.00	16.21±0.00

### 3 讨论

具有连续数据采集能力的 CT 极大提高了胸部、腹部和头部等复杂解剖部位的成像效果，从而更有助于对疾病进行精确诊断及评估。CT 血管造影已成功且广泛地应用于小动物肝脏和门静脉血管的研究，并且 CT 血管造影可更精确地显示各个血管轮廓及走向，掌握血管解剖结构，明确诊断 CPSS 类型。也正是由于 CT 在兽医中的推广，犬 CPSS 的诊断越来越方便且精准<sup>[2-5]</sup>。CT 还可用作一种非侵入性的方式来定量评估肝脏体积，相对更安全<sup>[3]</sup>。

肝脏体积可以用来评估肝脏剩余容积是否能保证足够的代谢功能。肝脏体积变小也可能提示肝脏更晚期肝脏疾病。人医临床将肝脏体积大小作为肝硬化及肝衰重要指标<sup>[4]</sup>。在人医临床肝脏移植病例中，肝脏供体剩余的肝脏容积至少应为原来肝重量的 30%，以确保供体有足够的储备。兽医临床上，肝脏体积亦是评估动物肝脏功能的 1 个重要的预后指标，并有助于医生制定手术计划，特别是那些考虑进行肝叶切除的病例，且通过重复 CT 扫描评估门体分流手术后的肝脏体积可能是衡治疗疗效的有用指标<sup>[4-7]</sup>。

不同年龄和体重犬的肝脏体积会有所不同，肝脏体积随年龄增长逐渐发育成熟而增大，成年后不再发育，即体积不再增大，且体重越大，肝脏体积越大。正常来说，肝脏重量占体重的 3%~4%。肝脏的血供系统不同于其他器官，具有其特殊性，约 80% 的肝

脏血供来源于门静脉，约 20% 的血供来源于肝动脉<sup>[1]</sup>。患有 CPSS 的犬由于大量的门静脉血液绕过肝脏直接汇入后腔静脉或奇静脉，因此，流经肝脏的门静脉血液减少，导致肝脏存在不同程度的发育不良，即肝脏体积减小<sup>[8]</sup>。

本试验中对照组犬的 V/W 值与前文献中报道的正常犬 V/W 值范围 (24.5±5.6) cm<sup>3</sup>/kg 结果相近<sup>[4,6]</sup>。文献报道称肝脏体积的最大直接影响因素即为体重<sup>[4]</sup>。对照组中可见犬肝脏体积随着体重的增加而增加。对接受原位肝移植的犬进行的试验研究表明，受体体重是决定移植肝脏体积的主要因素。将小型犬的肝脏移植到是其 2 倍体重的大型犬上，12 d 内肝脏就会长到适合接受者的体积<sup>[5]</sup>。CPSS 患犬的 V/W 值显著低于正常犬，是由于门静脉绕过肝窦直接进入体循环，导致肝脏的门静脉血流减少，引起肝细胞萎缩，从而引起肝脏体积变小。肝内 CPSS 与肝外 CPSS 患犬 V/W 值差异显著，考虑与肝脏灌注异常相关<sup>[7]</sup>。肝脏的 2 个血供系统（肝动脉和门静脉）之间存在补偿关系，当门静脉流量减少时，动脉流量就会增加，即当门静脉血流发生改变时肝动脉可代偿性地发生血流变化，它能够代偿缓冲门静脉血流减少量的 25%~60%，这一机制被称为肝动脉缓冲反应 (HABR)，当肝动脉代偿供血时，在动脉期 CT 血管造影就会观察到肝动脉血管显影增多且屈曲增粗，此征象称为肝脏动脉化<sup>[6]</sup>。本试验 13 例病例中有 2 例肝外 CPSS 病例发现在动脉期明显的肝脏动脉化，其余病例均未发现，因此推测当发生肝外 CPSS 时，由

于肝脏动脉化,肝动脉补偿肝脏血供增多使得肝外 CPSS 患犬肝脏体积相对较大。4 种不同类型的肝外 CPSS 患犬 V/W 值之间由于样本量太少导致无法统计不同类型肝外 CPSS 对肝脏体积造成的差异性,需要更多的数据来进一步统计分析;但不同类型的肝外 CPSS 患犬的发病年龄存在很大差异,有些肝外 CPSS 患病犬在幼年即发病,有些肝外 CPSS 患病犬在青年甚至中老年才发病。由于 CPSS 是先天性疾病,可能更应该在出生后不久或幼年即发病,但值得注意的是,13 例 CPSS 患病犬中,其中 1 例肝外 CPSS (脾静脉-膈静脉)患犬的发病年龄为 9 岁,已为老年犬,这可能与犬呼吸运动过程对血管内血流动力的影响有关。膈静脉位于腹腔最头侧,肝脏和膈肌之间,脾静脉-膈静脉 CPSS 患犬的膈静脉会在膈后移行很长一段距离后最终汇入后腔静脉,且膈静脉血管顺应性较大,在犬吸气过程中,胸腔内压力越来越高,此时膈静脉受到来自于胸腔内的压力也越来越大,导致膈静脉血管被部分挤压,影响血流通过,所以推测此类型 CPSS 患犬的发病年龄会更晚。

本研究结果显示:CPSS 患犬平均 V/W 值明显较对照组犬小,且肝外 CPSS 患犬平均 V/W 值也显著较肝内 CPSS 患犬的小,表明患 CPSS 对犬肝脏体积具有显著影响,导致患犬肝脏体积较正常犬极显著缩小,其中肝外 CPSS 患犬肝脏体积缩小较肝内 CPSS 患犬更严重。

## 参考文献:

- [1] 陈立坤,马超贤,谢富强. CT 血管造影诊断一例犬肝外门体分流(PSS)病例报告[J]. 中国兽医杂志, 2017, 53(12): 79-82.
- [2] ZWINGENBERGER A L, SCHWARZ T, SAUNDERS H M. Helical computed tomographic angiography of canine portosystemic shunts [J]. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 2010, 46(1): 27-32.
- [3] GIOVANNA B. Body MDCT in small animals [M]. Cham: Springer, 2017: 103-104.
- [4] KUMMELING A, VRAKING D J E, ROTHUIZEN J, et al. Hepatic volume measurements in dogs with extrahepatic congenital portosystemic shunts before and after surgical attenuation [J]. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 2010, 24(1): 114-119.
- [5] SOBCZAK-FILIPIAK M, SZAREK J, BADUREK I, et al. Retrospective liver histomorphological analysis in dogs in instances of clinical suspicion of congenital portosystemic shunt [J]. *Journal of Veterinary Research*, 2019, 63(2): 243-249.
- [6] ZWINGENBERGER A L, DANIEL L, STEFFEY M A, et al. Correlation between liver volume, portal vascular anatomy, and hepatic perfusion in dogs with congenital portosystemic shunt before and after placement of ameroid constrictors [J]. *Veterinary Surgery*, 2014, 43(8): 926-934.
- [7] STIEGER S M, ZWINGENBERGER A, POLLARD R E, et al. Hepatic volume estimation using quantitative computed tomography in dogs with portosystemic shunts [J]. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 2010, 48(5): 409-413.
- [8] 吴诉诉,尚靖. 肝脏的免疫功能 [J]. *生物医学*, 2019, 9(2): 43-48.