

多普勒超声在儿童肝移植术后肝动脉狭窄诊断中的应用研究



全文二维码

李文凤 陈文娟 周梦洁 姚桃月 黄婷 刘金桥

湖南省儿童医院超声科,长沙 410007

通信作者:刘金桥,Email:826423695@qq.com

【摘要】 目的 探讨儿童肝移植术后肝动脉狭窄(hepatic artery stenosis,HAS)的超声特征及其诊断价值。**方法** 回顾性分析 2018 年 7 月至 2022 年 7 月于湖南省儿童医院接受肝移植手术,并于本院超声科门诊随访的患儿临床资料。测量的肝动脉超声参数包括肝内动脉(intrahepatic artery,IHA)的收缩峰值速度(peak systolic velocity,PSV)、舒张末期速度(end-diastolic velocity,EDV)、阻力指数(resistance index,RI)、收缩期加速时间(systolic acceleration time,SAT)和肝外动脉(extrahepatic artery,EHA)的 PSV。根据计算机断层扫描血管造影术(computed tomography angiography,CTA)检查结果,将患儿分为 HAS 组和无 HAS 组。比较多普勒超声与 CTA 诊断结果的一致性,并分析超声参数在儿童肝移植术后 HAS 中的诊断价值。**结果** 共纳入 68 例肝移植术后患儿,其中 HAS 组 12 例,无 HAS 组 56 例。无 HAS 组的 IHA RI 高于 HAS 组[(0.68±0.65)比(0.43±0.95)],差异有统计学意义($P=0.007$);无 HAS 组的 IHA SAT 低于 HAS 组[(0.03±0.01)s 比(0.07±0.01)s],差异有统计学意义($P<0.001$);无 HAS 组的 IHA PSV 高于 HAS 组[(52.46±8.84)cm/s 比(36.11±4.43)cm/s],差异有统计学意义($P<0.001$)。无 HAS 组的 EHA PSV 低于 HAS 组[(92.54±6.54)cm/s 比(192.53±9.66)cm/s],差异有统计学意义($P<0.001$)。两组 IHA EDV 比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。对超声参数诊断 HAS 的价值进行量化分析,其中 IHA PSV 的曲线下面积(area under curve,AUC)为 0.743(95% CI:0.583~0.886),灵敏度为 0.539,特异度为 0.793,对应的诊断界值为 36.2 cm/s;IHA EDV 的 AUC 为 0.664(95% CI:0.498~0.831),灵敏度为 0.642,特异度为 0.969,对应的诊断界值为 18.96 cm/s;IHA RI 的 AUC 为 0.914(95% CI:0.835~0.992),灵敏度为 0.876,特异度为 0.869,对应的诊断界值为 0.57;IHA SAT 的 AUC 为 0.828(95% CI:0.689~0.958),灵敏度为 0.822,特异度为 0.914,对应的诊断界值为 0.04 s;EHA PSV 的 AUC 为 0.668(95% CI:0.511~0.826),灵敏度为 0.542,特异度为 0.992,对应的诊断界值为 194.7 cm/s;RI 串联 IHA STA 的 AUC 为 0.813(95% CI:0.660~0.965),灵敏度为 0.642,特异度为 0.985;RI 并联 IHA STA 的 AUC 为 0.899(95% CI:0.771~1.000),灵敏度为 0.936,特异度为 0.725。**结论** 多普勒超声在肝移植术后 HAS 诊断中具有一定价值,肝内动脉 RI 减低、SAT 延长及两者联合有助于提高儿童肝移植术后 HAS 的诊断价值。

【关键词】 肝移植;超声检查;多普勒;肝动脉;外科手术;儿童**基金项目:**湖南省卫生健康委员会项目(202109021301)

DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202209034-010

Application value of Doppler ultrasonography in the diagnosis of hepatic artery stenosis after liver transplantation in children

Li Wenfeng, Chen Wenjuan, Zhou Mengjie, Yao Taoyue, Huang Ting, Liu Jinqiao

Department of Ultrasonography, Hunan Children's Hospital, Changsha 410007, China

Corresponding author: Liu Jinqiao, Email: 826423695@qq.com

【Abstract】 Objective To explore the ultrasonographic features and examine its diagnostic value in hepatic artery stenosis (HAS) after pediatric liver transplantation (LT). **Methods** Clinical data were retrospectively reviewed for 12 children undergoing LT from July 2018 to July 2022. Ultrasonic parameters of hepatic artery were detected, such as intrahepatic artery (IHA), peak systolic velocity (PSV), end-diastolic velocity (EDV), resistance index (RI), systolic acceleration time (SAT), extrahepatic artery (EHA) and peak systolic

velocity (PSV). They were assigned into two groups of HAS and non-HAS according to the findings of computed tomography angiography (CTA). The relevant ultrasonic parameters were statistically compared between two groups. And the diagnostic values of ultrasound parameters for HAS after pediatric LT were evaluated. **Results** IHA RI was higher in normal group than that in HAS group [(0.68 ± 0.65) vs. (0.43 ± 0.95)] ($P = 0.007$). IHA SAT in normal group was lower than that in HAS group [(0.03 ± 0.01) vs. (0.07 ± 0.01) s] ($P < 0.001$). IHA PSV was higher in normal group than that in HAS group [(52.46 ± 8.84) cm/s vs. (36.11 ± 4.43) cm/s] ($P < 0.001$). EHA PSV was lower in normal group than that in HAS group [(92.54 ± 6.54) vs. (192.53 ± 9.66) cm/s] ($P < 0.001$). No significant inter-group difference existed between IHA EDV ($P > 0.05$). The AUC of IHA PSV for diagnosing HAS was 0.743 (95% CI: 0.583 – 0.886) with a sensitivity of 0.539 and a specificity of 0.793 and the corresponding diagnostic cutoff was 36.2 cm/s. The AUC of IHA EDV for diagnosing HAS was 0.664 (95% CI: 0.498 – 0.831) with a sensitivity of 0.642 and a specificity of 0.969 and the corresponding diagnostic cutoff was 18.96 cm/s. The AUC of IHA RI for diagnosing HAS was 0.914 (95% CI: 0.835 – 0.992) with a sensitivity of 0.876 and a specificity of 0.869 and the corresponding diagnostic cutoff was 0.57. The AUC of IHA SAT diagnosing HAS was 0.828 (95% CI: 0.689 – 0.958) with a sensitivity of 0.822 and a specificity of 0.914 and the corresponding diagnostic cutoff was 0.04 s. The AUC of EHA PSV for diagnosing HAS was 0.668 (95% CI: 0.511 – 0.826) with a sensitivity of 0.542 and a specificity of 0.992 and the corresponding diagnostic cutoff was 194.7 cm/s. The AUC of RI tandem STA for diagnosing HAS was 0.813 (95% CI: 0.660 – 0.965) with a sensitivity of 0.642 and a specificity of 0.985. The AUC of RI and STA for diagnosing AS was 0.899 (95% CI: 0.771 – 1.000) with a sensitivity of 0.936 and a specificity of 0.725. **Conclusion** Ultrasound has some value in the diagnosis of HAS after LT. A decrease of RI in IHA, a prolongation of SAT and the combination of the two help to diagnose the occurrence of HAS after LT in children.

【Key words】 Liver Transplantation; Ultrasonography, Doppler; Hepatic Artery; Surgical Procedures, Operative; Child

Fund program: Project of Hunan Provincial Health Commission (202109021301)

DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202209034-010

肝移植是治疗胆道闭锁及肝脏遗传代谢性疾病的有效方法之一,也是治疗终末期肝病的唯一方法^[1]。肝移植术后最常见的血管并发症是肝动脉狭窄 (hepatic artery stenosis, HAS) 和肝动脉血栓 (hepatic artery thrombosis, HAT),多发生在肝移植术后 1 个月以内,肝移植术后 HAS 通常发生在吻合口处,原因包括手术损伤、吻合口过窄、移植物排斥时肝动脉血流阻力增加、冷保存相关的微血管损伤等。文献报道 HAS 发病率为 5%~13%,可导致患者存活率明显下降^[2-4]。由于肝动脉是肝内胆道上皮细胞唯一的血液供应来源,任何原因导致的血管损伤都可能引起胆道缺血^[5]。约 65% 的未经治疗的 HAS 可能在 6 个月内发展为 HAT,进而导致胆道坏死、潜在的移植物死亡^[6-7]。因此,早期发现 HAS 可及时予以支架植入术或血管成形术治疗,防止移植物死亡,改善患者预后^[8-9]。

多普勒超声 (Doppler ultrasonography, DUS) 是一种无创、高性价比的诊断性影像学方法,被用于筛查肝移植患者血管并发症^[10-11]。目前肝移植

术后肝动脉并发症的彩超诊断标准仍参照 Dodd 等^[5]使用的肝内动脉 (intrahepatic artery, IHA) 阻力指数 (resistive index, RI) < 0.5 和 IHA 收缩期加速时间 (systolic acceleration time, SAT) > 0.08 的诊断界值,但在此界值下,虽然诊断 HAS 的准确性高,假阳性率及误诊率低,但灵敏度有所降低,目前已有相关报道提出了 HAS 的超声诊断新界值,但目前尚未普及,故对于 HAS 的超声诊断仍有待进一步研究^[12]。2021 版肝移植围手术期血管并发症诊治专家共识指出,肝移植术后诊断 HAS 的影像学手段有多种,其中计算机断层扫描血管造影术 (computed tomography angiography, CTA) 为诊断 HAS 的金标准,可协助医师明确 HAS 形成原因、发生部位及血流障碍程度,为血管内介入干预提供潜在治疗路径^[13]。尽管 CTA 很容易获得和使用,但其比 DUS 成本更高,具有电离辐射,且有肾脏毒性。此外,肝移植术后存在不适的患者可能被安置在重症监护室等不适宜 CTA 操作的环境下,DUS 的便携性有利于在需要时进行紧急成像、

了解血管并发症情况。因此,本研究以 CTA 检查结果作为 HAS 的诊断标准,对 CTA、DUS 两种检查方法的一致性及 DUS 对于肝移植术后 HAS 的诊断效能进行分析。

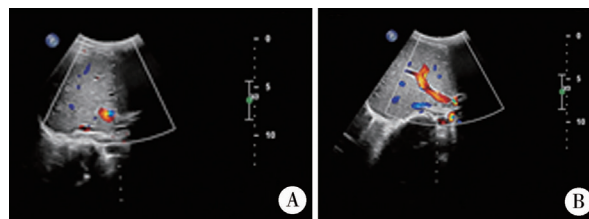
资料与方法

一、临床资料

回顾性分析 2018 年 7 月至 2022 年 7 月于湖南省儿童医院接受肝移植手术并于本院超声科门诊随访的 68 例患儿临床资料,其中男 36 例、女 32 例,月龄 16(12,23)个月。原发疾病:胆道闭锁 65 例,布加综合征 2 例,家族性胆汁淤积症 1 例。肝移植类型:亲体活体肝移植 49 例,器官捐献肝移植 19 例。根据计算机断层扫描血管造影术检查结果将 68 例患儿分为 HAS 组(12 例)和无 HAS 组(56 例)。HAS 组:男 6 例、女 6 例,月龄 15(12,25)个月;亲体活体肝移植 8 例,器官捐献肝移植 4 例。无 HAS 组:男 30 例、女 26 例,月龄 14(12,18)个月;亲体活体肝移植 41 例,器官捐献肝移植 15 例。两组患儿性别、月龄、原发疾病等基线资料比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。肝移植术后 1 周内每天进行 1 次超声检查,术后 1~2 周每隔 1 天进行 1 次超声检查,如遇特殊情况随时进行超声检查。超声检查提示肝动脉局部出现高速血流信号或肝内动脉流速低时,应紧急进行 CTA 确认是否发生 HAS。CTA 诊断肝动脉狭窄的标准:在 CTA 检查图像清晰、达到诊断质量、动脉期动脉显影良好的情况下,一个区域的肝动脉内径变窄($<50\%$),或肝动脉微弱显影/不显影时,可诊断为 HAS。无 HAS 组的 DUS 相关参数选取时间为术后第 1 周,CTA 为术后 1 个月;发生 HAS 组相关参数选取时间为发现即刻。本研究得到湖南省儿童医院伦理委员会批准(HCHLL-2023-65),患儿家属均签署知情同意书。

二、超声检查方法

仪器:Minray M9 及 PHILIPS EPIQ 7C 超声仪,配备 SC5-1 凸阵探头。行超声检查前患儿禁食 8 h 以上,禁奶 4 h(母乳 3 h)以上。于剑突下、肋缘或肋间隙进行多切面扫查,在肝门处门静脉旁及肝门向肝内 1~2 cm 处分别探测肝动脉自体段及供体段血流情况(图 1),测量肝内动脉收缩峰值速度(peak systolic velocity, PSV)、舒张末期速度(end diastolic velocity, EDV)、RI、SAT 和肝外动脉(extrahepatic artery, EHA) PSV。重复测量 3 次,取平均值。比较



注 A:肝动脉自体段肝动脉参数测量示意图;B:肝动脉供体段肝动脉参数测量示意图

图 1 多普勒超声检测肝移植术后肝动脉参数示意图

Fig.1 Schematic diagram of hepatic artery parameters on Doppler ultrasonography after liver transplantation

HAS 组和无 HAS 组患儿超声参数,评估超声参数在儿童肝移植术后 HAS 中的诊断价值。

三、统计学处理

采用 SPSS 26.0 进行统计学分析,计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 或 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,两组间比较采用独立样本 t/t' 检验或秩和检验,诊断结果的一致性采用配对四格表卡方检验及 Kappa 一致性检验。对组间比较差异有统计学意义的计量资料绘制受试者操作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线,以确定灵敏度、特异度及对应的诊断界值。 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

结果

一、超声诊断 HAS 与标准检查的结果一致性比较

肝移植术后出现 HAS 12 例,发生率 17.64%(12/68),其中 3 例确诊 HAS 后又发生了肝动脉血栓。两组诊断结果的符合率差异无统计学意义($\chi^2 = 0.260, P = 1.000$),Kappa 值为 0.798(>0.75),两组检查结果具有较好的一致性(表 1)。

表 1 彩色多普勒超声与 CTA 诊断肝动脉狭窄的一致性比较(例)

Table 1 Consistency comparison between Doppler ultrasonography and CTA in the diagnosis of hepatic artery stenosis(n)

彩色多普勒超声	CTA		合计
	+	-	
+	10	2	12
-	2	54	56
合计	12	56	68

注 CTA:计算机断层扫描血管造影术

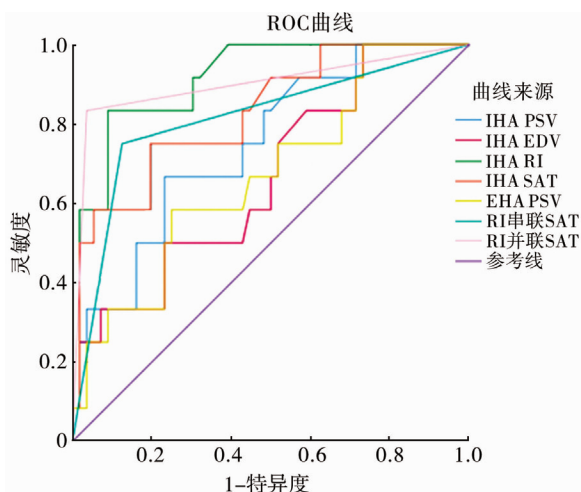
二、HAS 组和无 HAS 组的超声参数情况

无 HAS 组肝内动脉的阻力指数高于 HAS 组[(0.68 \pm 0.65)比(0.43 \pm 0.95)],差异有统计学意义($P=0.007$);无 HAS 组肝内动脉收缩期加速时间低

于 HAS 组 $[(0.03 \pm 0.01) \text{ s}]$ 比 $[(0.07 \pm 0.01) \text{ s}]$, 差异有统计学意义($P < 0.001$); 无 HAS 组的 IHA PSV 高于 HAS 组 $[(52.46 \pm 8.84) \text{ cm/s}]$ 比 $[(36.11 \pm 4.43) \text{ cm/s}]$, 差异有统计学意义($P < 0.001$)。无 HAS 组肝外动脉收缩峰值速度低于 HAS 组 $[(92.54 \pm 6.54) \text{ cm/s}]$ 比 $[(192.53 \pm 9.66) \text{ cm/s}]$, 差异有统计学意义($P < 0.001$)。两组肝内动脉舒张末期速度比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$)。两组超声参数比较见表 2。

三、超声参数诊断儿童肝移植术后 HAS 的 ROC 曲线分析

单个超声参数中, 对于肝移植术后 HAS 的诊断效能最高的是 IHA RI, 其曲线下面积 (area under curve, AUC) 为 0.914; 其次为 IHA SAT, 其 AUC 为 0.828。当两者串联时, 特异度上升至 98.5%; 当两者并联时, 灵敏度上升至 93.6% (表 3、图 2)。



注 IHA: 肝内动脉; PSV: 收缩速度峰值; EDV: 舒张速度; RI: 阻力指数; SAT: 收缩加速时间; EHA: 肝外动脉; HAS: 肝动脉狭窄

图 2 儿童肝移植术后 HAS 超声参数诊断价值的 ROC 曲线

Fig.2 ROC curves of ultrasonic parameters in the diagnosis of HAS after pediatric liver transplantation

讨论

肝移植术后诊断 HAS 的影像学手段有多种, CTA 为诊断 HAS 的金标准, 但其价格高昂、操作复杂, 且具有放射性, 因此难以成为肝移植术后 HAS 的常规监测手段。目前, 有许多关于超声诊断肝移植术后并发症的研究报道。近年来随着超声造影技术的应用, 超声在评估肝移植术后血管通畅性及诊断术后血管并发症方面更有优势, 但按照药物说明书, 目前超声造影剂仍不建议应用于儿童。彩色多普勒超声检查对于诊断肝移植术后 HAS 极为重

要, 是临床上首选的检测手段。HAS 发病率为 5%~13%, 本研究中肝移植人数占比为 17.64%, 稍高于以往研究报道结果, 可能与纳入数据时间较早, 肝移植手术开展前期并发症发生率较高及样本量不足相关。同时有研究表明, 在正常儿童超声血流动力学参数中肝动脉内径随着年龄的增长而增宽, 各年龄段的差异具有统计学意义, 但 RI、PI 差异无统计学意义。

本研究通过对肝移植术后患儿超声检测数据进行分析, 发现在 HAS 的诊断中, 使用 IHA RI 和 IHA SAT 具有最高的诊断价值, 与许多研究相一致^[5,8]。本研究发现 IHA RI 的诊断界值为 0.57, 灵敏度为 0.876, 特异度为 0.869; IHA SAT 的对应诊断界值为 0.04 s, 灵敏度为 0.822, 特异度为 0.914。如果参照 Dodd 等^[5]使用的 IHA RI < 0.5 和 IHA SAT > 0.08 的诊断界值, 则使用 IHA RI < 0.5 对应的假阳性率约为 1%, 但灵敏度仅 54%; 同样如果使用 IHA SAT > 0.08 , 则对应的假阳性率为 0%, 灵敏度为 0%。本研究中, IHA PSV 对于 HAS 的诊断效能欠佳, AUC 为 0.668。由于超声检测结果受主观因素影响较大, 与 CT 精确定位相比, 小血管显示易受胃肠道气体、操作者手法影响, 难以显示吻合口位置^[14-16]。相反, IHA RI 和 IHA SAT 是在移植肝动脉内测量, 其数据更容易获得, 且产生的误差较少。此外, PSV 的测量取决于在血管内获得波形的位置, 需要精确的角度校正, 而 RI 和 SAT 的测量数据则不需要精确的角度校正^[15]。本研究除了研究肝移植术后传统的超声参数 (IHA RI、IHA SAT 和 EHA PSV), 还同时研究了 IHA PSV 和 IHA EDV 的诊断准确性。然而, IHA EDV 的诊断效能欠佳, 实用性不强。IHA PSV 的 AUC 为 0.743, 具有一定的诊断价值, 但其诊断效能仍低于 IHA RI 和 IHA SAT。虽然超声在 HAS 的诊断上具有较高的准确性及最佳诊断界值, 但其诊断的准确性仍低于 CTA, CTA 对于狭窄部位及其周围血管的显示更加清晰, 可以精确估计狭窄的长度及严重程度, 有助于制定针对性的治疗计划^[4]。在某些情况下, 即使超声可有效诊断 HAS 的发生, 也仍然需要 CTA 进一步明确其狭窄部位及周围血管情况。HAS 和 HAT 是肝移植术后最常见且严重的肝动脉并发症, 其早期诊断及有效治疗对于挽救器官和患儿的生命至关重要。研究表明, 肝移植术后 HAS 或 HAT 应尽早明确诊断并进行介入治疗 (如动脉内溶栓、经皮腔内血管成形术和支架植入), 肝动脉未恢复

表 2 无 HAS 组与 HAS 组接受肝移植患儿的超声参数比较($\bar{x} \pm s$)Table 2 Comparison of ultrasonic parameters between normal and HAS groups($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	IHA PSV (cm/s)	IHA EDV (cm/s)	IHA RI	IHA SAT (s)	EHA PSV (cm/s)
无 HAS 组	56	52.46 ± 8.84	17.43 ± 3.37	0.68 ± 0.65	0.03 ± 0.01	92.54 ± 6.54
HAS 组	12	36.11 ± 4.43	19.66 ± 4.80	0.43 ± 0.95	0.07 ± 0.01	198.53 ± 9.66
t/t'值	/	t' = 9.959	t = 1.978	t' = 2.872	t = -11.981	t = -46.993
P 值	/	<0.001	0.052	0.007	<0.001	<0.001

注 IHA:肝内动脉;PSV:收缩峰值速度;EDV:舒张末期速度;RI:阻力指数;SAT:收缩期加速时间;EHA:肝外动脉;HAS:肝动脉狭窄;/:代表无相关数据

表 3 单个超声检查参数及 RI 联合 SAT 对肝移植术后 HAS 的诊断效能

Table 3 Diagnostic efficacy of single ultrasound parameters and RI plus SAT for HAS after liver transplantation

指标	最佳截断值	AUC	灵敏度 (%)	特异度 (%)	PPV (%)	NPV (%)	准确率 (%)	AUC95% 置信区间	
								下限	上限
IHA PSV	36.2 cm/s	0.743	53.9	79.3	63.6	82.6	71.2	0.583	0.886
IHA EDV	18.96 cm/s	0.664	64.2	96.9	53.8	79.2	63.5	0.498	0.831
IHA RI	0.57	0.914	87.6	86.9	89.5	88.5	89.6	0.835	0.992
IHA SAT	0.04 s	0.828	82.2	91.4	69.2	94.2	78.3	0.689	0.958
EHA PSV	194.7 cm/s	0.668	54.2	99.2	52.3	78.6	68.3	0.511	0.826
RI 串联 STA	-	0.813	64.2	98.5	97.6	63.8	85.6	0.660	0.965
RI 并联 STA	-	0.899	93.6	72.5	70.2	94.9	78.7	0.771	1.000

注 IHA:肝内动脉;PSV:收缩速度峰值;EDV:舒张速度;RI:阻力指数;SAT:收缩加速时间;EHA:肝外动脉;HAS:肝动脉狭窄;AUC:曲线下面积;PPV:阳性预测值;NPV:阴性预测值;-:代表无相关数据

通畅或出现出血等严重并发症时应转为开腹手术,术中出血也可通过球囊堵塞肝动脉或覆膜植入制胶治疗。

本研究虽然基本达到了预期的研究目的,但仍存在一定的局限性。首先没有进行前瞻性研究,未能对现有的研究发现进行深入评估;其次本研究为单中心研究,HAS 组的样本量小,并且排除了大量未经 CTA 证实的正常儿童数据,故后期需要更大样本量的研究来论证,使研究结论更准确、更具有普遍性,并且适用于临床。

综上所述,超声检查可以简便、快捷地用于检测肝移植术后 HAS 的发生,且与 CTA 诊断结果具有较高一致性。肝移植术后 HAS 的超声筛查中,最有效的超声参数为 IHA RI 和 IHA SAT。当发现 HAS 的患儿需要进一步行 CTA 明确诊断,行早期针对性治疗,改善患儿预后,提高患儿生存质量。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明 李文凤、刘金桥负责研究的设计、实施和起草文章;周梦洁、姚桃月、黄婷进行病例数据收集及分析;陈文娟、刘金桥负责研究设计与酝酿,并对文章知识性内容进行审阅

参 考 文 献

[1] 吴龙龙,宋红丽. 肝脏耐受性树突状细胞与肝移植免疫研究进展[J]. 中华肝胆外科杂志,2021,27(2):149-152. DOI:

10.3760/cma.j.cn113884-20200317-00144.

Wu LL, Song HL. Research advances of liver tolerogenic dendritic cells and liver transplantation immunity[J]. Chin J Hepatobiliary Surg, 2021, 27(2): 149-152. DOI: 10.3760/cma.j.cn113884-20200317-00144.

[2] Rinaldi P, Inchingolo R, Giuliani M, et al. Hepatic artery stenosis in liver transplantation: imaging and interventional treatment[J]. Eur J Radiol, 2012, 81(6): 1110-1115. DOI: 10.1016/j.ejrad.2011.02.055.

[3] Yoeli D, Ackah RL, Sigireddi RR, et al. Reoperative complications following pediatric liver transplantation[J]. J Pediatr Surg, 2018, 53(11): 2240-2244. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2018.04.001.

[4] 刘金桥,陈文娟,尹强,等. 肝动脉阻力指数对儿童肝移植术后胆道吻合口并发症的预测价值[J]. 临床小儿外科杂志, 2020, 19(11): 1038-1041. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2020.11.015.

Liu JQ, Chen WJ, Yin Q, et al. Predictive value of hepatic artery resistance index for biliary anastomotic complications after liver transplantation in children[J]. J Clin Ped Sur, 2020, 19(11): 1038-1041. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2020.11.015.

[5] Dodd GD 3rd, Memel DS, Zajko AB, et al. Hepatic artery stenosis and thrombosis in transplant recipients: Doppler diagnosis with resistive index and systolic acceleration time[J]. Radiology, 1994, 192(3): 657-661. DOI: 10.1148/radiology.192.3.8058930.

[6] Astarcioğlu I, Egeli T, Gulcu A, et al. Vascular complications after liver transplantation[J]. Exp Clin Transplant, 2019, 1-8. DOI: 10.6002/ect.2018.0240.

[7] Patel P, DiNorcia J. The devil is in the detail: current management of perioperative surgical complications after liver transplantation[J]. Curr Opin Organ Transplant, 2019, 24(2): 138-147.

- DOI:10.1097/MOT.0000000000000616.
- [8] Tang W, Qiu JG, Cai Y, et al. Increased surgical complications but improved overall survival with adult living donor compared to deceased donor liver transplantation; a systematic review and meta-analysis[J]. Biomed Res Int, 2020, 2020;1320830. DOI:10.1155/2020/1320830.
- [9] Sarwar A, Chen C, Khwaja K, et al. Primary stent placement for hepatic artery stenosis after liver transplantation; improving primary patency and reintervention rates[J]. Liver Transpl, 2018, 24(10):1377-1383. DOI:10.1002/lt.25292.
- [10] Abdelaziz O, Attia H. Doppler ultrasonography in living donor liver transplantation recipients: intra-and post-operative vascular complications[J]. World J Gastroenterol, 2016, 22(27):6145-6172. DOI:10.3748/wjg.v22.i27.6145.
- [11] Goh Y, Neo WT, Teo YM, et al. Role of contrast-enhanced ultrasound in the evaluation of post-liver transplant vasculature[J]. Clin Radiol, 2020, 75(11):832-844. DOI:10.1016/j.crad.2020.05.003.
- [12] Zheng BW, Tan YY, Fu BS, et al. Tardus parvus waveforms in Doppler ultrasonography for hepatic artery stenosis after liver transplantation; can a new cut-off value guide the next step? [J]. Abdom Radiol (NY), 2018, 43(7):1634-1641. DOI:10.1007/s00261-017-1358-2.
- [13] Brancatelli G, Katyal S, Federle MP, et al. Three-dimensional multislice helical computed tomography with the volume rendering technique in the detection of vascular complications after liver transplantation[J]. Transplantation, 2002, 73(2):237-242. DOI:10.1097/00007890-200201270-00015.
- [14] Kayahan Ulu EM, Coskun M, Ozbek O, et al. Accuracy of multidetector computed tomographic angiography for detecting hepatic artery complications after liver transplantation[J]. Transplant Proc, 2007, 39(10):3239-3244. DOI:10.1016/j.transproceed.2007.08.097.
- [15] Le TX, Hippe DS, McNeeley MF, et al. The sonographic stenosis index; a new specific quantitative measure of transplant hepatic arterial stenosis[J]. J Ultrasound Med, 2017, 36(4):809-819. DOI:10.7863/ultra.16.01005.
- [16] García Bernardo CM, Argüelles García B, Redondo Buil P, et al. Collateral development in thrombosis of the hepatic artery after transplantation[J]. Transplant Proc, 2016, 48(9):3006-3009. DOI:10.1016/j.transproceed.2016.07.047.

(收稿日期:2022-09-21)

本文引用格式: 李文凤, 陈文娟, 周梦洁, 等. 多普勒超声在儿童肝移植术后肝动脉狭窄诊断中的应用研究[J]. 临床小儿外科杂志, 2023, 22(5):454-459. DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202209034-010.

Citing this article as: Li WF, Chen WJ, Zhou MJ, et al. Application value of Doppler ultrasonography in the diagnosis of hepatic artery stenosis after liver transplantation in children[J]. J Clin Ped Sur, 2023, 22(5):454-459. DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202209034-010.

· 编读往来 ·

论著文章中、英文摘要的书写要求

摘要(文摘)是科技论文的重要组成部分。根据 GB6447-86 的定义,摘要是以提供文献内容梗概为目的,不加评论和解释,简明扼要地记述文献重要内容的短文。摘要应具自明性和独立性,并拥有与一次文献同等量的主要信息。它的详简程度取决于文献的内容。通常中文摘要以不超过 500 字为宜,英文摘要应与中文摘要在内容及数据上保持一致。摘要应以第三人称的语气书写。英文摘要要求语法正确,用词准确。

摘要的内容应包括四个要素,即目的、方法、结果、结论。①目的:指研究的前提和起缘,即为什么要作此项研究。②方法:指研究所用的原理、对象、观察和实验的具体方法等。③结果:指研究的结果、效果、数据等,着重反映创新、切实可行的成果。④结论:指对结果进行综合分析,逻辑推理得出的判断。有的可指出实用价值和推广价值,如有特殊的、例外的发现或难以解决的问题,可以提出留待今后深入探讨。

此外,中、英文摘要下均应写出关键词(key words)3~8 个。关键词应是精选的能代表文章主要内容的词,采用便于读者选读、检索和编制的二次文献的规范化主题词。应尽可能根据《医学索引》(Index Medicus)中的医学主题词表(MeSH)中的词条标注。

中文摘要书写格式:

[摘要] 目的……。方法……。结果……。结论……。

[关键词] (3~8 个)。

英文摘要具体书写格式:

[Abstract] Objective……。Methods……。Results……。Conclusions……。

[Key Words] (3~8 个)