论　著

CTV成像在下肢静脉曲张患者解剖特点中的应用研究*

包东明[1]　吴文泽[2,*]
1.长江大学
2.长江大学附属荆州医院介入放射科
(湖北 荆州 434020)

【摘要】**目的** 探讨CT静脉成像(CTV)对下肢静脉曲张(VV)患者下肢静脉解剖特点的术前评估价值。**方法** 回顾性分析了2022年3月-2024年3月本院门诊诊断为疑似VV患者共83例，均于术前完善CTV检查，同时收集术中患者下肢静脉血管造影(DSA)检查结果或手术确诊疾病，以此为“金标准”，评估术前CTV对下肢静脉曲张的诊断价值，对比分析下肢静脉CTV不同静脉显示情况。**结果** 83例患者中有78例被确诊为VV。与“金标准”比较，CTV诊断VV的灵敏度为98.72%，特异度为80.00%，准确率为97.59%，kappa值为0.787(t=7.172，*P*<0.05)，其中对交通静脉瓣膜不全、继发性静脉瓣膜不全、深静脉瓣膜不全、先天性静脉异常和深静脉血栓诊断kappa值分别为0.970、1.000、1.000、1.000、1.000。CTV对股静脉、小腿静脉、髂静脉显影优质率分别为84.62%、97.44%和64.10%。CTV显示浅静脉曲张程度与“金标准”比较，kappa值为0.961(t=11.977，*P*<0.005)。CTV显示穿支静脉在股骨下段水平组64.10%，胭穿静脉组74.36%，小腿内侧组97.44%，小腿外侧组75.64%。**结论** 术前CTV对VV具有较好的诊断效能，且对VV患者下肢静脉系统显影质量较高。

【关键词】计算机断层扫描静脉成像；下肢静脉曲张；诊断效能；解剖特点；CTV
【中图分类号】R445
【文献标识码】A
【基金项目】北京医学奖励基金会课题立项通知书(YXJL-2024-0350-0188)
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.04.056

Application of CTV in Anatomical Characteristics of Patients with Lower Extremity Varicose Veins*

BAO Dong-ming[1], WU Wen-ze[2,*].
1.Yangtze University, Jingzhou 434020, Hubei Province, China
2.Department of Interventional Radiology, Jingzhou Hospital Affiliated to Yangtze University, Jingzhou 434020, Hubei Province, China

ABSTRACT
Objective To explore preoperative evaluation value of CT venography (CTV) for anatomical characteristics of lower limb vein in patients with varicose veins (VV). ***Methods*** A total of 83 patients with suspected VV in outpatient department of the hospital were retrospectively analyzed between March 2022 and March 2024, all underwent CTV before surgery. The results of digital subtraction angiography (DSA) or surgically confirmed diseases were collected as the golden standard, diagnostic value of preoperative CTV for VV was evaluated, and display of different veins by CTV were compared. ***Results*** In the 83 patients, there were 78 cases confirmed with VV. Compared with the golden standard, sensitivity, specificity, accuracy and kappa value of CTV in the diagnosis of VV were 98.72%, 80.00%, 97.59% and 0.787, respectively (t=7.172, *P*<0.05). Kappa values of CTV in the diagnosis of venous insufficiency (perforating vein, secondary vein, deep vein), congenital venous abnormality and deep venous thrombosis were 0.970, 1.000, 1.000, 1.000 and 1.000, respectively. The good display rates of femoral vein, calf vein and iliac vein by CTV were 84.62%, 97.44% and 64.10% respectively. Kappa value between CTV and the golden standard for displaying the severity of superficial varicose vein was 0.961 (t=11.977, *P*<0.005). The display rates of perforating vein by CTV in lower femur level group, popliteal perforating vein group, medial shank group and lateral shank group were 64.10%, 74.36%, 97.44% and 75.64%, respectively. ***Conclusion*** Preoperative CTV has good diagnosis efficiency for VV, which has high display quality of lower limb vein system in VV patient.
Keywords: Computed Tomography Venous Imaging; Lower Limb Varicose Vein; Diagnostic Efficiency; Anatomical Characteristic; CTV

下肢静脉曲张(VV)是临床较为常见的血管疾病，主要是因下肢深静脉和浅静脉血液回流障碍，导致静脉瓣膜功能失调、静脉壁结构改变而发病[1]，其病因与遗传、生活方式(站立或久坐、缺乏运动、肥胖等)有关，常见于大隐和小隐静脉，随着疾病发展，疾病后期可能会导致静脉破裂、出血，对患者的生命安全造成威胁[2]。目前，手术仍是治疗VV的主要方式，但随着多种新型治疗技术的不断发展，手术方式已由传统外科向微创介入手术转变，但不管采取何种手术方案，术后手术疗效仍建立在术前对VV患者下肢静脉解剖特点的全面评估上。近年随着CT技术和CT辅助图像处理技术的发展，CT静脉成像(CTV)在临床开始应用，三维重建和体积渲染技术可清晰显示血管状态，故而早期无创CTV检查可进行VV诊断及评估VV患者下肢静脉状态，在下肢静脉疾病中具有较好的诊断效能[3-4]，但对于正确VV诊断和解剖特点评估中仍存在一定争议。数字减影血管造影(DSA)在下肢静脉系统病变诊断中具有重要价值，可直观反映下肢静脉血管的走行、形态和病变部位，对VV诊断具有重要地位，但因为为有创手术操作，具有高风险、高经济负担，不可作为常规检查，临床使用受限[5-7]。故此，本文对83例患者CTV图像进行收集和分析，评估CTV对VV的诊断效能及对下肢不同静脉显示情况，并与DSA血管造影进行对比分析，为临床下一步诊疗提供参考数据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性选取2022年3月至2024年3月本院门诊诊断为疑似VV患者共83例，男36例，女47例，年龄37~80岁，平均(58.41±9.76)岁。纳入标准：均有静脉扩张、曲张，疼痛、浮肿等症状；经DSA或手术确诊疾病(DSA确诊12例；手术确诊71例)；治疗前均完善CTV检查，且资料完整；首次发病；单侧病变。排除标准：入院前有过相关VV治疗；既往有下腔静脉系统手术史；影像图片模糊、缺失。本研究符合《涉及人的生命科学和医学研究伦理审查办法》第三十二条原则，仅回顾性收集患者临床公开的相关临床数据并实行匿名化信息处理，豁免伦理审批。

1.2 CTV检查 检查前准备：去除患者佩戴的所有金属物质；碘试验(-)；在足背或足部静脉置入留置针。

扫描方法：采用Light Speed 64 排多层螺旋 CT机进行扫描。患者取仰卧位，扫描范围为足底至耻骨联合处。先行常规扫描，后采用MALLINCKRODT 高压注射器高压注射由生理盐水稀释的140~160 mL 15%碘普罗胺(2mL/s)，注射后20s进行CT扫描。

扫描参数：管电压/电流为100 kV /440 mA，旋转时间0.75 s/r，螺距/层厚为0.7/1 mm，像素410 mm×410mm，矩阵512×512。将扫描结果输入工作站进行后处理(ADW4.1检查工作站)，重建技术为容积重建(VR)、最大密度投影重建(MIP)和多平面重建(MPR)。

图像处理和判断由2名临床经验超过5年的影像科医师担任，在结果不统一时，另

【第一作者】包东明，男，主治医师，主要研究方向：综合介入治疗。E-mail：207432097@qq.com
【通讯作者】吴文泽，男，主任医师，主要研究方向：综合介入治疗。E-mail：782751597@qq.com

请1名高年资的影像科副主任医师参与分析，共同进行最终结果的确定。CTV图像表现为下肢浅静脉管腔增宽，呈蚯蚓状迂曲、扩张，局部可呈瘤样扩张，当合并深静脉血栓形成时可见深静脉腔内充盈缺损，甚至呈“截断征”，周围有侧支形成则可诊断为VV。

1.3 观察指标 (1)以下肢静脉DSA检查结果或手术病理结果为金标准，评估CTV对VV的诊断效能；(2)观察下肢不同静脉图像显示情况，包括深静脉、浅静脉和穿支静脉：①深静脉显影分为优、中、差和未显示，血管结构清晰、无分层和边流显像为优；血管结构较清晰，无分层和边流显像为中；血管未能显示或仅轻微可见，分层和边流显像明显为差。记录显影优质率(优+中)；②浅静脉显影分为轻、中、重度，以曲张静脉累及范围为评估标准，<小腿1/2长度为轻度，>小腿1/2长度为中度，累及至小腿和大腿为重度；计算浅静脉显影结果与“金标准”kappa值；③穿支静脉根据部位分为：股骨下端水平组、腘穿静脉组、小腿内侧组、小腿外侧组4组，每组内可见1条穿支静脉限制，即认为显影，观察各组静脉显影率。

1.4 统计学处理 双人核对法整理数据，数据分析以SPSS 21.0统计学软件作为工具，计量资料以($\bar{x}\pm s$)表示，行t检验；计数资料以n或n(%)表示，行χ^2检验；术前诊断临床价值以Kappa一致性进行分析，Kappa值≥0.7表示一致性较高， Kappa值介于0.4~0.7表示一致性中等， Kappa值＜0.4表示一致性较弱，计算灵敏度和特异度，P<0.05提示有统计学意义。

2 结 果

2.1 CTV图像 见图1-2。

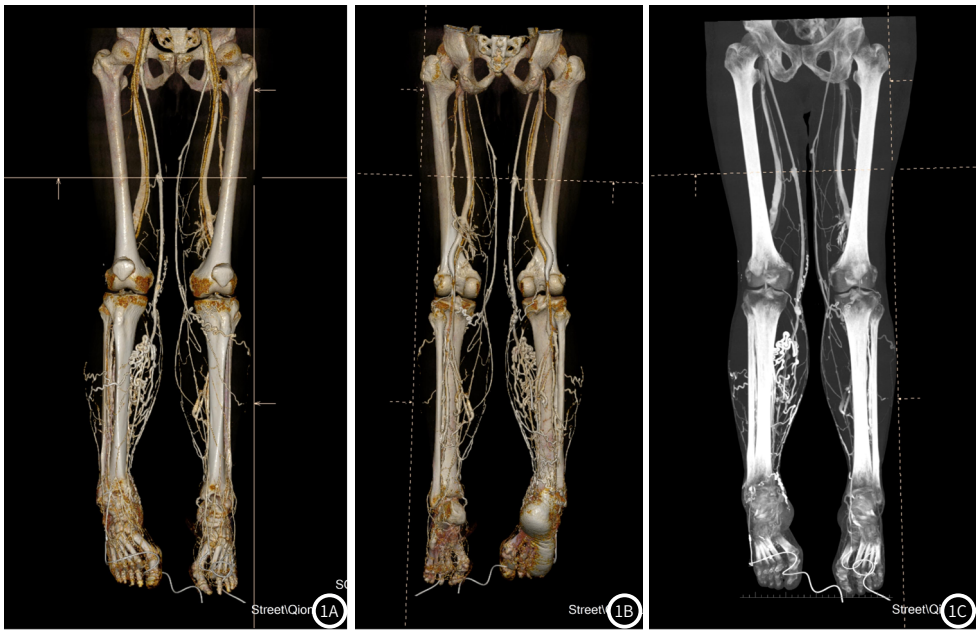

图1A-图1C 男，67岁，图1A-1B为VR重建图，1C为MIP重建图，可见双侧大隐静脉小腿段迂曲、增粗，小腿深静脉交通支迂曲、扩张，右侧为著，其内未见确切充盈缺损影，双侧腘静脉显示细，双侧胫前静脉、双侧股静脉、双侧胫后静脉及双侧腓静脉走形及显影正常，未见明显充盈缺损影。

图2A-图2D 女，76岁，图2A-2B为VR重建图，2C-2D为MIP重建图，可见左侧大隐静脉(小腿中下段)及其部分交通支、小隐静脉迂曲扩张，大隐静脉下段及其交通支局部显影欠佳，余未见明显充盈缺损影。

2.2 “金标准”诊断结果 83例患者经DSA或手术病理确诊78例VV，其中静脉瓣膜不全者52例(交通静脉24例、继发性10例、深静脉18例)，先天性静脉异常15例，深静脉血栓11例。78例VV患者浅静脉曲张程度：轻度22例，中度29例，重度27例。

2.3 CTV诊断效能 与“金标准”比较，CTV诊断VV的灵敏度为98.72%，特异度为80.00%，准确率为97.59%，kappa值为0.787(t=7.172，*P*<0.05)，其中对交通静脉瓣膜不全、继发性静脉瓣膜不全、深静脉瓣膜不全、先天性静脉异常和深静脉血栓诊断kappa值分别为0.970、1.000、1.000、1.000、1.000。见表1~2。

2.4 CTV对下肢不同静脉图像显示情况

2.4.1 深静脉显示情况 CTV对股静脉、小腿静脉、髂静脉显影优质率分别为84.62%、97.44%和64.10%。见表3。

2.4.2 浅静脉显示情况 CTV显示浅静脉曲张程度与“金标准”比较，kappa值为0.961(t=11.977，*P*<0.005)。见表4。

2.4.3 穿支静脉显示情况 CTV显示穿支静脉在股骨下段水平组64.10%，腘穿静脉组74.36%，小腿内侧组97.44%，小腿外侧组75.64%，见表5。

表1 CTV对VV诊断效能

CTV	“金标准”诊断		合计	kappa值	t	*P*
	阳性	阴性				
阳性	77	1	78	0.787	7.172	0.000
阴性	1	4	5			
合计	78	5	83			

表2 CTV对VV不同病变类型诊断效能

VV病变类型	CTV确诊	确诊率	kappa值	t	*P*
交通静脉瓣膜不全(n=24)	23	95.83	0.970	8.567	0.000
继发性静脉瓣膜不全(n=10)	10	100.00	1.000	8.832	0.000
深静脉静脉瓣膜不全(n=18)	18	100.00	1.000	8.832	0.000
先天性静脉异常(n=15)	15	100.00	1.000	8.832	0.000
深静脉血栓(n=11)	11	100.00	1.000	8.832	0.000

表3 CTV对深静脉显示情况

深静脉	未显示	优	中	差	优质率
股静脉	5	39	27	7	84.62
小腿静脉	3	55	21	1	97.44
髂静脉	1	22	28	27	64.10

表4 CTV对浅静脉显示情况

浅静脉曲张程度	CTV显示	kappa值	t	*P*
轻度(n=22)	23	0.961	11.977	0.000
中度(n=29)	29			
重度(n=27)	26			

表5 穿支静脉显示情况

穿支静脉组	CTV显示	显示率(%)
股骨下端水平组(n=78)	50	64.10
腘穿静脉组(n=78)	58	74.36
小腿内侧组(n=78)	76	97.44
小腿外侧组(n=78)	59	75.64

3 讨 论

VV病变早期无任何不适，而随着病变进展可出现小腿浅静脉隆起、迂曲如蚯蚓状、成团，不能长时间站立，甚至皮肤萎缩、瘙痒、脱屑、皮肤色素沉着、溃疡等表现[8]。其发病机制主要与下肢静脉血管功能有关，但下肢静脉血管复杂的解剖学特点是影响VV诊断和治疗的一大难题[9]。

DSA为临床最早应用于下肢静脉检查的影像学方法，具有“金标准”之称，但因其高风险操作和经济负担重等缺陷，对于临床筛查的应用局限。超声具备简单易行、经济实惠，且无创等优势，成为临床下肢血管疾病首选诊断方式，可对血管功能和解剖部位进行初步判断[10]，但超声诊断仍无法清晰显示曲张静脉的特点、血流分布和速度，另静脉病变周围血流信号常相似，且较丰富而易造成混淆，这也是超声检查常误诊主要原因之一。CT在临床血管疾病中的应用也较为广泛，但因常规CT易受脂肪、细胞分化程度的影响，对于VV病变程度诊断时，不能更好发现各部分细微差别而造成误诊，而CTV则通过融合技术和三维重建立体图像显示组织、静脉血管位置、特点和功能，能较准确地评估病变定位，疾病类型确诊率高[11-12]。本研究显示，CTV诊断VV的准确率高达97.59%，与“金标准”具有较好的一致性(kappa值=0.787)，证实CTV对VV具有较好的诊断效能。VV患者由于深静脉瓣膜功能不全，血液易在下肢深静脉腔内异常凝结、血栓形成、阻塞静脉管腔,导致静脉回流障碍，CTV可显示出血栓为“充盈缺损”影，可呈特征性靶征，可清晰显示大量侧支静脉迂曲、扩张[13]。

本研究还显示，CTV对不同类型VV的诊断中，与“金标准”一致性均高于0.9，尤其对深静脉功能不全的检出优势明显，分析其原因是，CTV可通过体积渲染检测到深静脉，显示静脉功能不全，显示与同一平面中穿支静脉的关系，可将深静脉与浅静脉群区分开，且通过三维模型重建，对影响血管图像的骨骼、肌肉等组织进行隐藏，多角度、多方位的对静脉血管进行观察，更易发现细小病变。龚欢等[14]研究也证实CTV对VV深静脉病变定位和功能评价的优势。

对CTV血管显影的质量进行观察分析，结果显示，对于各组深静脉显影，CTV优质率均达到了60%以上，尤其是小腿部位深静脉，高达97.44%，再次证实CTV对下肢深静脉病变诊断的优势。既往有研究提出下肢深静脉血栓容易误诊漏诊，原因可能与血栓位于股静脉和髂内静脉[15]有关，故而提高股静脉和髂静脉的显影质量具有重要的临床意义。VV通常由浅静脉向深静脉发展，故早期明确诊断及准确评估浅静脉曲张的程度，然后采取积极的干预，可有效控制VV病情进展，改善患者预后。

本研究显示，CTV对浅静脉曲张程度的评估与“金标准”的一致性为0.961，提示CTV对浅静脉曲张程度的评估价值较优。穿支静脉曲张可对深静脉功能特点进行间接评估，且对预测疾病进展具有较好的敏感性[16-17]，本研究显示，CTV对不同穿支静脉组的显影情况均达到60%以上，小腿内侧最佳，可能与该部位解剖位(最靠近皮肤)有关。以上结果均可提示CTV对下肢静脉血管系统具有较好的显影质量，可准确、有效地为临床提供可靠的诊断信息。

CTV具有强大的后处理功能，可有效减低容积效应，提高病灶空间和密度分辨率，扩大下肢静脉血管系统与周围组织的密度差别，从而使下肢静脉系统图像更为清晰，血管走行、病变部位清晰显示，为临床医师提供较高的术前诊断信息，提高临床诊断率。同时本研究仍有误诊漏诊病例， 如1例交通静脉瓣膜不全未检出，分析其原因可能是交通静脉瓣膜不全不具特异性，且该例患者病变轻微，故未检出，故认为即使CTV图像质量高，可给出更多的有效信息，但诊断仍具有一定的主观性，导致误诊漏诊出现。

综上所述， CTV对VV具有较好的诊断效能，且对VV患者下肢静脉系统显影质量较高，可为临床提供更为可靠的指导信息。

参考文献

[1]Jiang W,Liang Y,Long Z,et al.Endovenous radiofrequency ablation vs laser ablation in patients with lower extremity varicose veins:a meta-analysis[J].J Vasc Surg Venous Lymphat Disord,2024,3:101842.

[2]Pavei P,Spreafico G,Bernardi E,et al.Favorable long-term results of endovenous laser ablation of great and small saphenous vein incompetence with a 1470-nm laser and radial fiber[J].J Vasc Surg Venous Lymphat Disord,2021,9(2):352-360.

[3]Revel MP,Chassagnon G,Sanchez O,et al.CT venography for the diagnosis of postpartum venous thromboembolism:a prospective multi-center cohort study[J].Eur Radiol,2024 May 23.

[4]赵阳,解俊奇,康秋满. 彩色多普勒超声、CTV与下肢穿静脉功能不全临床分级的关系分析[J].罕少疾病杂志,2024,31(8):140-142.

[5]王鑫,张博闻,姜云飞,等.下肢深静脉顺行造影在下肢静脉曲张病因诊断中的应用价值[J].中国普通外科杂志,2020,29(6):686-692.

[6]De Sousa JMB,Rios GM,Fonseca JRF,et al.Cerebral thromboembolic complications during cerebral angiography and their risk factors in different subgroups:analysis of 2,457 procedures[J].Neurol Sci,2024,45(6):2759-2768.

[7]Nam HH,Jang DK,Cho BR.Complications and risk factors after digital subtraction angiography:1-year single-center study[J].J Cerebrovasc Endovasc Neurosurg,2022,24(4):335-340.

[8]杨海南,李旭丰,练辉,等.介入治疗髂静脉压迫综合征伴下肢深静脉血栓形成的临床应用研究[J].罕少疾病杂志,2024,31(12):112-113.

[9]尚丹,余翀,李毅清.下肢慢性静脉功能不全影像学诊断及评价[J].中国实用外科杂志,2023,43(12):1348-1352.

[10]张燕,朱红江,郭凌云,等.下肢深静脉血栓形成超声特征及危险因素分析[J].解放军医药杂志,2021,33(3):54-58.

[11]Schwartz DA,Talbott J,Callen A,et al.Classification of traumatic injury to the dural venous sinus using CT venography[J].J Neuroimaging,2024,34(2):205-210.

[12]刘瑞瑞,卢璐,李笑石,等.足底静脉穿刺在直接法下肢静脉CTV成像中的可行性研究[J].中国CT和MRI杂志,2023,21(6):165-167.

[13]吴梦涛,吴鹏,杨燕菲,等. CT静脉造影在诊治复发性下肢静脉曲张的应用[J]. 山东大学学报: 医学版,2020,58(9):21-26.

[14]龚欢,马静,赵雄,等.直接法下肢CT静脉造影在诊断下肢深静脉血栓中的应用价值[J].实用放射学杂志,2018,34(6):885-887.

[15]曾蕾,袁江,熊亮,等.三维CT静脉造影对静脉曲张患者下肢静脉系统解剖特点的评估价值[J].实用放射学杂志,2022,38(9):1443-1446.

[16]杨文超,赵珺,梅家才,等.下肢慢性静脉功能不全患者小腿部位穿支静脉内径大小对其功能的预测价值[J].中国血管外科杂志(电子版),2019,11(3):203-206.

[17]赵晓宇,赵永锋,董子龙,等.穿支静脉在原发性下肢静脉功能不全中的作用[J].血管与腔内血管外科杂志,2022,8(12):1436-1440.

(收稿日期：2024-10-21) (校对编辑：韩敏求)

（上接第180页）

婴幼儿髋关节内软骨组织构成较多，DDH患儿病变多出现在盂唇软骨及股骨头骨骺软骨。Ⅱ级及Ⅲ级DDH常出现盂唇软骨变扁，失去原三角形形态以及出现内/外翻，病理证实病变软骨常出现纤维化，使盂唇肥厚、退变，阻碍股骨头中心复位[7-8]。本文发现FSE T1WI及STIR序列对细节显示较差，软骨呈等低信号，与周围组织对比分辨较差。文献报道质子加权脂肪抑制成像软骨信号较T2WI高，表面缺损显示效果较T2WI好[9]。本文抽取12例使用该序列扫描，主观评价较T2WI并无优势。文献报道三维抑脂扰相梯度回波(3D FS SPGR)序列对软骨显示效果较好，应用该序列测量软骨厚度更接近术后病理[10]。本文使用TR=10.9，TE=3.4，在梯度回波之后再加一个扰相梯度进行扫描，发现该序列对股骨头骨骺软骨显示效果较好，呈等或高信号，而关节液呈低信号，边界在关节内液体衬托下显示清晰，故能明确区分软骨和积液，与相关研究结论一致[11-12]，后处理可以重建髋臼盂唇形态，利于后期对软骨进行测量。该序列缺点是扫描耗时较长，且磁场均匀性要求高，需要患儿镇静效果较好，本文病例曾出现患儿中途醒来，需要重新镇静扫描的情况。

圆韧带是连接髋臼及股骨头的纤维束，具有稳定髋关节的作用。DDH患儿常出现圆韧带增粗变性，影响DDH复位及预后，是复位后股骨头坏死的病理因素[13]。韧带纤维组织在T1WI及T2WI序列均呈中等偏低信号，与关节软骨较难分辨，当关节内出现积液时，T2WI以高信号水为背景衬托，可以显示圆韧带形态。而当圆韧带出现水肿或变性时，T2WI可发现条索状高信号[14]。

髂腰肌走行跨过髋关节囊前方，髋关节脱位时可引起髂腰肌缺血挛缩、嵌顿均会影响复位及预后[15]。由于肌肉及肌肉间隙间均存在脂肪及水，因而T1WI及T2WI均能显示肌肉形态及信号改变，常见T1WI及T2WI信号增高，轮廓不规则。

综上所述，MRI多序列成像，能对DDH的组织病理改变进行全面清晰的显示，有利于对病变进行观察及后续测量，在DDH早期进行精确诊断，以及在手术方式及预后评估方面，为临床提供可靠准确的影像资料。

参考文献

[1]中华医学会骨科学分会关节外科学组.中国发育性髋关节发育不良诊疗指南(2023版)[J].中华解剖与临床杂志,2023,28(8):493-511.

[2]Bakarman K,Alsiddiky AM,Zamzam M,et al.Developmental dysplasia of the hip (DDH):etiology,diagnosis,and management[J].Cureus,2023,15(8):e43207.

[3]苟永贵.发育性髋关节发育不良发病危险因素的研究进展[J].临床小儿外科杂志,2021,20(1):86-92.

[4]Mccall D A,Safran M R.MRI and arthroscopy correlations of the elbow:a case-based approach[J].Instructional Course Lectures,2012,61(10):327-344.

[5]毛伍兵,刘锋,张英俊.快速破坏性髋关节病临床及影像学分析[J].实用放射学杂志,2020,36(8):1286-1289.

[6]Yihua GE,Haiqing CAI,Zhigang Wang.Quality of reduction and prognosis of developmental dysplasia of the hip:a retrospective study[J].Hip Int,2016,26(4):355-359.

[7]刘佳晖.髋臼盂唇与发育性髋关节发育不良[J].国际儿科学杂志,2019,46(11):823-826.

[8]程喆,冷晓明,李红,等.3D延迟增强MR成像(dGEMRIC)检测髋关节发育不良中退变软骨的价值评估[J].中国CT和MRI杂志,2016,14(3):117-119.

[9]郭治平,刘金丰,肖梦强,等.关节软骨MRI的进展[J].国际医学放射学杂志,2011,34(1):48-54.

[10]Disler DG.Fat-suppressed three-dimensional spoiled gradient-recalled MR imaging:assessment of articular and physeal hyaline cartilage[J].Ajr American Journal of Roentgenology,1997,169(4):1117-1123.

[11]刘君艳,潘诗农.儿童发育性髋关节发育不良解剖学改变与影像学表现[J].中国组织工程研究,2020,24(30):4875-4881.

[12]余京杭,刘双,李连永,等.发育性髋关节发育不良IHDI分型与MRI病理形态的相关性[J].中国组织工程研究,2017,21(31):5026-5031.

[13]高珊,田德润,王植.发育性髋关节发育不良闭合复位术失败影响因素的MR评价[J].中国临床医学影像杂志,2018,29(1):50-54,68.

[14]白辉,谭威,马贺骥,等.3.0T MR单髋关节扫描诊断圆韧带损伤[J].中国医学影像技术,2020,36(1):125-129.

[15]王亚捷,刘玲玲,孟燕,等.发育性髋脱位髋周肌肉的MR评价及T2-mapping定量分析[J].中华小儿外科杂志,2019,40(8):746-751.

(收稿日期：2024-03-18) (校对编辑：韩敏求)