

论 著

垂体MRI联合GH激发试验对矮小症患儿的临床价值分析*

马 菲 刘畅畅*

徐州市儿童医院医学影像科
(江苏 徐州 221000)

【摘要】目的 分析垂体磁共振成像(MRI)联合生长激素(GH)激发试验对矮小症患儿的临床诊断价值。**方法** 本研究为回顾性分析,选取本院2020年1月至2024年12月收治914例疑似矮小症患儿,比较矮小症与非矮小症患儿垂体MRI检查和GH激发试验结果以及一般资料,多因素Logistic回归分析矮小症的影响因素,绘制受试者工作曲线(ROC)分析垂体MRI联合GH激发试验对矮小症的预测价值。**结果** 矮小症患儿冠状位上下径、冠状位左右径、矢状位上下径、矢状位前后径、神经垂体上下径、神经垂体前后径、骨龄均低于非矮小症患儿($P<0.05$);矮小症患儿GH激素完全缺乏者多于非矮小症患儿, GH激素不缺乏者少于非矮小症患儿($P<0.05$); Logistic回归分析,结果显示,冠状位上下径、冠状位左右径、矢状位上下径、矢状位前后径、神经垂体上下径、神经垂体前后径、GH激发试验联合诊断矮小症的AUC最高为0.735,敏感度64.26%,特异度72.12%,联合诊断时,冠状位上下径、冠状位左右径、矢状位上下径、矢状位前后径、神经垂体上下径、神经垂体前后径、GH激发试验联合诊断矮小症的AUC最高为0.864,敏感度83.49%,特异度76.44%。**结论** 垂体MRI参数与GH激发试验联合能提高矮小症预测的敏感度和特异度。

【关键词】 矮小症; 垂体磁共振成像;
生长激素激发试验; 生长激素缺乏

【中图分类号】 R445.2

【文献标识码】 A

【基金项目】 徐州市儿童医院2022年度科研
立项项目(22040437)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.12.004

Clinical Value of Pituitary MRI Combined with GH Stimulation Test in Children with Short Stature*

MA Fei, LIU Chang-chang*

Department of Medical Imaging, Xuzhou Children's Hospital, Xuzhou 221000, Jiangsu Province, China

ABSTRACT

Objective To analyze the clinical diagnostic value of pituitary magnetic resonance imaging (MRI) combined with growth hormone (GH) stimulation test in children with short stature. **Methods** A retrospective study was conducted and 914 children with suspected short stature admitted to the hospital from January 2020 to December 2024 were selected for the study. Pituitary MRI examination results, GH stimulation test results, and general information of children with and without short stature were compared. Multivariate logistic regression was used to analyze the influencing factors of short stature, and the receiver operating characteristic (ROC) curve was used to analyze the predictive value of pituitary MRI combined with GH stimulation test for short stature. **Results** The coronal suprainferior diameter, coronal left-right diameter, sagittal suprainferior diameter, sagittal anteroposterior diameter, suprainferior diameter and anteroposterior diameter of the neurohypophysis, and bone age of children with short stature were smaller than those of children without ($P<0.05$). There were more children with complete GH deficiency among children with short stature than those without ($P<0.05$). Logistic regression analysis showed that coronal suprainferior diameter, coronal left-right diameter, sagittal suprainferior diameter, sagittal anteroposterior diameter, suprainferior diameter and anteroposterior diameter of the neurohypophysis, and GH stimulation test were risk factors for short stature. The receiver operating characteristic (ROC) curve analysis results showed that when a single indicator was used to diagnose short stature, the AUC of anteroposterior diameter of the neurohypophysis was the largest, which was 0.735. Its sensitivity and specificity were 64.26% and 72.12%. The AUC, sensitivity and specificity of combined diagnosis using above-mentioned factors were 0.864, 83.49% and 76.44%. **Conclusion** Pituitary MRI parameters combined with GH stimulation test can improve the sensitivity and specificity in diagnosing short stature.

Keywords: Short Stature; Pituitary Magnetic Resonance Imaging; Growth Hormone Stimulation Test; Growth Hormone Deficiency

矮小症作为儿童内分泌系统常见疾病,指儿童身高低于同年龄、同性别正常儿童平均身高2个标准差或第3百分位数的生长发育障碍^[1]。该病因复杂,涉及遗传性因素、营养不良、内分泌疾病等多种病理机制,其中生长激素(GH)缺乏是常见病因之一,占比约20%~30%,其准确诊断对治疗方案的选择和预后评估具有决定性意义^[2]。GH缺乏可能由于垂体的发育不良、功能性障碍或垂体腺的病变所导致,严重影响儿童的正常生长发育, GH激发试验作为评估垂体GH分泌功能的金标准,可通过药物刺激测定GH峰值,但GH的分泌呈现脉冲式,夜间深睡眠时分分泌峰值显著,白天较低,导致随机血GH检测临床应用存在一定的局限性^[3-4]。随着医学影像学技术的进步,垂体磁共振成像(MRI)作为一种非侵入性、无辐射的影像学检查手段,能够清晰显示垂体腺的位置、大小、形态以及是否存在病理性改变,为矮小症的早期诊断提供了重要的影像学依据,但垂体MRI检查侧重于垂体解剖学结构,对于垂体功能性异常的评估作用有限^[5-6]。目前垂体MRI联合GH激发试验对于矮小症患儿诊断的应用尚处于探索阶段,因此,本研究将探究垂体MRI联合GH激发试验对矮小症患儿的诊断价值,旨在为建立规范化诊疗提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取本院2020年1月至2024年12月收治疑似矮小症患儿914例为研究对象。

纳入标准: (1)3岁至18岁; (2)身高低于同年龄、同性别正常儿童的2个标准差或更多; (3)临床医生初步诊断为矮小症患儿,需要进行进一步诊断和评估; (4)临床资料完整。排除标准: (1)患有甲状腺功能亢进或低下、Prader-Willi综合症、性腺功能不全等严重内分泌疾病的患儿; (2)存在垂体腺瘤、垂体位置异常、垂体囊肿等垂体结构性病变患儿; (3)存在恶性肿瘤、慢性肾功能不全、严重贫血等严重全身性疾病患儿; (4)自闭症、智力障碍等可能影响患儿生长发育的心理或神经系统疾病; (5)已接受生长激素治疗、外源性素干预或其他与生长有关的药物治疗的患儿; (6)对试验药物过敏的患儿。

1.2 方法 临床资料: 查阅电子病历采集患儿一般资料(年龄、性别、围生期情况、出生情况、出生身高、出生体重)以及垂体MRI检查和GH激发试验结果。患儿的身高、体重和骨龄由专科医生进行测量和评估。骨龄通过X线手段进行评估,依据Greulich-Pyle标准与正常儿童的发育情况进行比较,若骨龄比实际年龄小2岁以上,提示骨骼发育迟缓^[7]。本研究中矮小症患儿498例,非矮小症患儿415例。

垂体MRI: 采用GE DISCOVERY 750型3.0T MRI扫描仪,8通道颅脑线圈,层厚3.0

【第一作者】 马 菲,女,副主任医师,主要研究方向:儿童影像诊断。E-mail: 19805000827@163.com

【通讯作者】 刘畅畅,男,主管技师,主要研究方向:儿童影像技术。E-mail: 423019281@qq.com

mm, TR440 ms, TE33 ms, 层间距0.3 mm, 先行鞍区平扫, 扫描序列包括矢状位T1、冠状位T1、T2抑脂序列。必要时加增强扫描包括冠状位、矢状位, 静脉注射钆双安0.2mL/kg。

GH激发试验: 分别于两日清晨起禁食后, 口服 4~4.5 μg/kg左旋多巴片(上海福达制药有限公司, 国准准字H11021055), 静脉滴注盐酸精氨酸(武汉福星生物药业有限公司, 国药准字H42023001)2 mL/kg, 滴注30 min, 在用药前0 min、用药30 min、60 min、90 min、120 min抽取患儿静脉血, 采用放射免疫法检测血GH含量。

1.3 统计学分析 本研究所有数据录入软件SPSS 27.0分析。计数资料以例(%)表示, 行 χ^2 检验; 计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示, 行t

检验; 多因素Logistic回归分析矮小症的影响因素, 绘制受试者工作曲线(ROC)分析垂体MRI联合GH激发试验对矮小症的预测价值, $\alpha=0.05$ 为检验水准。

2 结果

2.1 两组患儿垂体MRI检查结果比较 矮小症患儿冠状位上下径、冠状位左右径、矢状位上下径、矢状位前后径、神经垂体上下径、神经垂体前后径均低于非矮小症患儿($P<0.05$), 见表1。

2.2 两组患儿GH激发试验结果比较 矮小症患儿GH激素完全缺乏者多于非矮小症患儿, GH激素不缺乏者少于非矮小症患儿($P<0.05$), 见表2。

表1 两组患儿垂体MRI检查结果比较(mm)

组别	例	冠状位上下径	冠状位左右径	矢状位上下径	矢状位前后径	神经垂体上下径	神经垂体前后径
矮小症患儿	498	3.51±1.06	10.43±1.80	3.96±1.21	4.96±1.06	4.89±0.81	1.72±0.29
非矮小症患儿	416	4.11±1.12	11.34±1.75	4.16±1.21	5.86±1.11	5.34±0.79	2.04±0.91
t		8.277	7.791	2.493	12.482	8.455	7.388
P		0.000	0.000	0.013	0.000	0.000	0.000

表2 两组患儿GH激发试验结果比较(例, %)

组别	例	GH激素完全缺乏	GH激素部分缺乏	GH激素不缺乏
矮小症患儿	498	236(47.39)	217(43.57)	55(11.04)
非矮小症患儿	416	151(36.30)	176(42.31)	89(21.39)
χ^2		11.422	0.478	18.294
P		0.001	0.489	0.000

2.3 两组患儿一般临床资料比较 矮小症患儿与非矮小症患儿在年龄、性别、围生期情况、出生情况、出生体重、出生身高方面比较差异无显著性意义($P>0.05$), 矮小症患儿骨龄低于非矮小症患儿($P<0.5$), 见表3。

2.4 矮小症患儿影响因素多因素Logistic回归分析 以是否为矮小症作为因变量(是=1, 否=0), 将单因素分析中具有统计学意义的资料作为自变量, 赋值冠状位上下径(原值)、冠状位左右径(原值)、矢状位上下径(原值)、矢状位前后径(原值)、神经垂体上下径(原值)、神经垂体前后径(原值)、GH激发试验(GH激素完全缺乏=3, GH激素部分缺乏=2, GH激素不缺乏=1)、骨龄(原值), 并进行Logistic回归分析, 结果显示, 冠状位上下径、冠状位左右径、矢状位上下径、矢状位前后径、神经垂体上下径、神经垂体前后径、GH激发试验均是矮小症的影响因素, 见表4。

表3 两组患儿临床资料比较

组别	例	年龄(岁)	性别		围生期情况		出生情况		出生体重(kg)	出生身高(cm)	骨龄
			男	女	足月	早产	顺产	剖宫产			
矮小症患儿	498	8.19±3.01	325(65.26)	173(34.74)	480(96.39)	18(3.61)	301(60.44)	197(39.56)	3.14±0.53	49.74±1.45	5.78±2.88
非矮小症患儿	416	7.96±3.34	246(59.13)	170(40.87)	404(97.12)	12(2.88)	230(55.29)	186(44.71)	3.13±0.51	49.75±1.24	7.07±3.30
χ^2/t		1.101	3.629		0.380		2.473		0.168	0.100	6.353
P		0.271	0.057		0.537		0.116		0.910	0.912	0.000

表4 矮小症患儿影响因素多因素Logistic回归分析

变量	β	SE	wald	OR	95%CI	95%CI	P
常量	16.931	1.227	190.431				0.000
冠状位上下径	0.593	0.10	34.278	0.553	0.453	0.674	0.000
冠状位左右径	0.223	0.051	18.892	0.800	0.723	0.885	0.000
矢状位上下径	0.379	0.095	15.966	1.461	1.213	1.760	0.000
矢状位前后径	0.730	0.090	65.963	0.482	0.404	0.575	0.000
神经垂体上下径	0.692	0.114	37.081	0.500	0.401	0.625	0.000
神经垂体前后径	3.054	0.317	92.652	0.047	0.025	0.088	0.000
GH激发试验	0.512	0.124	17.127	1.668	1.309	2.125	0.000
骨龄	0.033	0.034	0.962	0.967	0.214	1.621	0.327

2.5 垂体MRI参数、GH激发试验及其联合对矮小症患儿的诊断价值分析 ROC曲线结果显示, 单一指标诊断矮小症时, 神经垂体前后径诊断矮小症的AUC最高为0.735, 敏感度64.26%, 特异度72.12%, 联合诊断时, 冠状位上下径、冠状位左右径、矢状位上下径、矢状位前后径、神经垂体上下径、神经垂体前后径、GH激发试验联合诊断矮小症的AUC最高为0.864, 敏感度83.49%, 特异度76.44%, 见表5、图1。

表5 垂体MRI参数、GH激发试验及其联合对矮小症患儿的诊断价值分析

指标	AUC(95%CI)	Z/P	约登指数	临界值	敏感度(%)	特异度(%)
冠状位上下径	0.642(0.610~0.673)	7.886/0.000	0.238	≤3 mm	38.43	85.34
冠状位左右径	0.644(0.612~0.675)	7.936/0.000	0.211	≤10.9 mm	65.06	56.01
矢状位上下径	0.547(0.514~0.580)	2.466/0.014	0.085	≤3.6 mm	40.96	67.55
矢状位前后径	0.721(0.688~0.753)	13.201/0.000	0.337	≤5.7 mm	82.73	50.96
神经垂体上下径	0.644(0.612~0.675)	7.947/0.000	0.203	≤4.9 mm	53.21	67.07
神经垂体前后径	0.735(0.705~0.763)	14.366/0.000	0.364	≤1.8 mm	64.26	72.12
GH激发试验	0.576(0.543~0.608)	3.970/0.000	0.108	GU激素完全缺乏	47.19	63.61
联合	0.864(0.841~0.886)	30.753/0.00	0.579		83.49	76.44

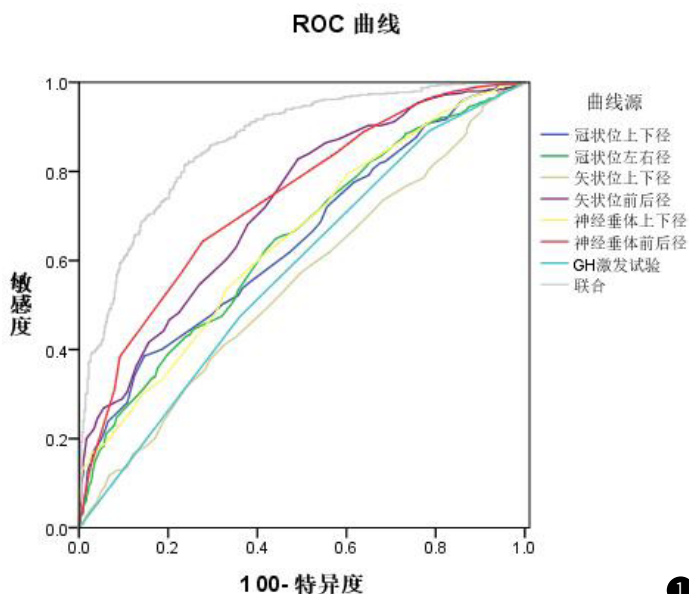


图1 垂体MRI参数、GH激发试验及其联合对矮小症患儿的诊断价值ROC曲线图。

3 讨论

流行病学数据显示^[8],我国矮小症儿童发病率约3%~5%,但规范化诊疗率不足5%,存在大量未明确诊断或误诊的病例。矮小症不仅导致身材显著落后,还可能引发自卑、社交障碍、学习能力下降等连锁问题,严重影响患儿生活质量^[9-10]。因此,早期精准诊断成为优化治疗策略、改善预后的关键。

本研究结果显示,矮小症患儿冠状位上下径、冠状位左右径、矢状位上下径、矢状位前后径、神经垂体上下径、神经垂体前后径均低于非矮小症患儿,说明垂体的结构形态改变与矮小症的发生发展存在密切关联。分析原因,从生理角度分析,垂体作为人体内分泌系统的重要调节中枢,垂体的大小及内部结构的正常发育是保证GH正常分泌的基础,其分泌量直接影响着儿童的身高增长,当垂体各径线指标减小,反映出垂体组织的发育不良或萎缩,进而影响GH的合成与释放,最终导致患儿生长迟缓,表现为矮小症^[11-12]。然而,也有研究指出^[13],部分患儿垂体MRI形态学指标与正常儿童无明显差异,但存在GH分泌功能障碍,提示矮小症的发病机制是复杂多样的,并非所有矮小症患儿均存在垂体结构的明显改变,可能还存在其他因素,GH基因缺陷、GH受体异常等,导致GH分泌或作用途径受阻,引起生长障碍。

本研究结果还显示,矮小症患儿GH激素完全缺乏者多于非矮小症患儿,GH激素不缺乏者少于非矮小症患儿,提示GH分泌障碍是矮小症的重要病因之一。GH激素在人体生长发育过程中起着核心作用,通过刺激肝脏产生胰岛素样生长因子-1,进而促进骨骼生长板软骨细胞的增殖与分化,最终实现线性生长,因此GH

激素缺乏可引发矮小症^[14-15]。既往研究证实^[16-17],矮小症患儿在补充外源性GH治疗后,身高增长速率显著提升,也证明了GH激素缺乏在矮小症发病中的关键作用。

本研究进一步分析垂体MRI与GH激发试验对矮小症的诊断价值,Logistic回归分析显示,冠状位上下径、冠状位左右径、矢状位上下径、矢状位前后径、神经垂体上下径、神经垂体前后径、GH激发试验均是矮小症的影响因素,ROC曲线结果显示,单一指标诊断矮小症时,神经垂体前后径诊断矮小症的AUC最高为0.735,敏感度64.26%,特异度72.12%,联合诊断时,冠状位上下径、冠状位左右径、矢状位上下径、矢状位前后径、神经垂体上下径、神经垂体前后径、GH激发试验联合诊断矮小症的AUC最高为0.864,敏感度83.49%,特异度76.44%,说明联合垂体MRI参数与GH激发试验结果能提高矮小症诊断的特异度和敏感度。垂体MRI参数在矮小症发病机制中并非具有高度特异性,垂体的大小和形态会受到年龄、生长发育阶段、全身性疾病等多种生理和病理因素的影响,使得单一依靠这些参数诊断矮小症时,容易出现误诊和漏诊,导致敏感度和特异度不高^[18]。单独进行GH激发试验,若存在垂体结构的潜在异常未被发现,也可能导致诊断不全面。垂体MRI联合GH激发试验,垂体MRI参数从不同角度描绘了垂体的结构特征,与GH激发试验所反映的垂体功能状态相互补充,通过综合分析结构与功能两方面的信息,极大地提高了诊断的准确性,从而使联合诊断的敏感度和特异度相应提升^[19-20]。从发病机制角度看,矮小症的发生是结构发育异常、激素分泌调节紊乱等多种因素共同作用的结果,联合诊断从多个层面评估矮小症的发病机制,减少了单一指标诊断时因信息片面而导致的误诊和漏诊,提高了诊断矮小症的特异度和敏感度。

综上所述,垂体MRI参数冠状位上下径、冠状位左右径、矢状位上下径、矢状位前后径、神经垂体上下径、神经垂体前后径等指标以及生长激素(GH)激发试验结果均与矮小症存在关联,联合垂体MRI参数与GH激发试验结果能提高矮小症诊断的特异度和敏感度,在矮小症的临床诊断中具有重要的应用价值。本研究为单中心研究,样本存在地域局限性,且MRI设备及操作的标准化程度可能影响结果的普适性。未来需开展多中心大样本研究,进一步验证联合诊断的效能。同时,可借助AI影像组学技术对垂体亚结构进行更精准分割和分析,探索MRI参数与GH分泌的定量关系,完善矮小症的诊断体系,为临床实践提供更有力的支持。

参考文献

- [1] 杨希,张旭,马艳霞,等.基于倾向评分法对重组人生长激素治疗生长激素缺乏症和特发性矮小症患儿的疗效及安全性评价[J].吉林大学学报(医学版),2024,50(6):1703-1711.
- [2] 董涵涵,李蒙蒙,孙萌,等.重组人生长激素治疗对特发性矮小症儿童血清Klotho和成纤维细胞生长因子23的影响[J].中国当代儿科杂志,2023,25(11):1143-1149.
- [3] Bioletto F,Parasiliti-Caprino M,Berton AM,et al.Development and internal validation of a predictive model for adult gh deficiency prior to stimulation tests[J].Front Endocrinol (Lausanne),2021,12:737947.
- [4] 李鑫,李春青,王振竟,等.运动激发试验联合左旋多巴激发试验筛查生长激素缺乏

症的价值[J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2024, 38(7): 726-730.

[5] 吴白龙, 刘浩, 王芷玥, 等. 垂体3.0T MRI成像联合生长激素激发试验在儿童矮小症中的诊断价值[J]. 湖南师范大学学报(医学版), 2021, 18(6): 144-148.

[6] Calandrelli R, Pilato F, Massimi L, et al. Thoracolumbar stenosis and neurologic symptoms: quantitative MRI in achondroplasia[J]. J Neuroimaging, 2022, 32(5): 884-893.

[7] 中华医学会儿科学分会内分泌遗传代谢学组. 矮身材儿童诊治指南[J]. 中华儿科杂志, 2008, 46(6): 428-430.

[8] Duthoo E, Beyls E, Backers L, et al. Replication stress, microcephalic primordial dwarfism, and compromised immunity in ATRIP deficient patients[J]. J Exp Med, 2025, 222(5): e20241432.

[9] Duker AL, Kinderman D, Jordan C, et al. Microcephalic osteodysplastic primordial dwarfism type II is associated with global vascular disease[J]. Orphanet J Rare Dis, 2021, 16(1): 231.

[10] 刘舒慧, 占文君, 胡小娟, 等. 赖氨酸B12、维生素D3联合重组人生长激素治疗矮小症的效果分析[J]. 中国现代医学杂志, 2023, 33(6): 77-81.

[11] 刘源, 李倩, 郑晓静, 等. 生长激素缺乏症的患儿垂体MRI改变与临床关系探讨[J]. 医学影像学杂志, 2023, 33(10): 1755-1759.

[12] 杜超龙, 陈德敏, 吴雄基. 垂体MRI诊断小儿矮小症的价值观察[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(11): 40-41.

[13] Mamilly L, Pyle-Eilola AL, Chaudhari M, et al. The necessity of magnetic resonance imaging in the evaluation of pediatric growth hormone deficiency: Lessons from a large academic center[J]. Growth Horm IGF Res, 2021, 60-61: 101427.

[14] 马祎喆, 舒豪, 林士霞, 等. 胰岛素生长激素激发试验与可乐定生长激素激发试验在矮小症儿童中的应用比较[J]. 检验医学与临床, 2021, 18(14): 2065-2067, 2071.

[15] Song K, Jung MK, Oh JS, et al. Comparison of growth response and adverse reaction according to growth hormone dosing strategy for children with short stature: LG Growth Study[J]. Growth Horm IGF Res, 2023, 69-70: 101531.

[16] 张德会, 程文旭, 张伦敏, 等. 长效与短效重组人生长激素治疗特发性矮小症患儿的临床研究[J]. 中国临床药理学杂志, 2024, 40(15): 2178-2181.

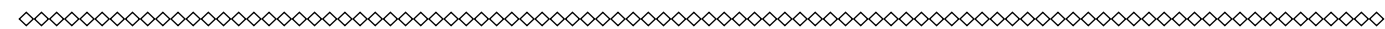
[17] 李蕾, 李明磊, 王倩倩, 等. 两药单日生长激素激发试验在矮小症儿童的临床价值[J]. 临床荟萃, 2022, 37(12): 1114-1116.

[18] 田宇波, 王祯, 王艺. ICPP女童的垂体MRI特征与体格发育及骨龄的关系分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2025, 23(2): 39-41.

[19] 王文焕, 林惠恩, 符孔, 等. 儿童中枢性性早熟垂体MRI影像学特征及其与骨龄的相关性[J]. 分子影像学杂志, 2022, 45(1): 101-105.

[20] 马金莲, 韩志刚, 石静静. 特发性中枢性性早熟女孩垂体MRI参数变化及其与性激素水平的关系分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(5): 122-123, 147.

(收稿日期: 2025-04-15)
(校对编辑: 韩敏求)



(上接第10页)

欧阳红^[4]在研究成人ADC值与Ki67增殖指数相关性研究时发现室管膜瘤平均最小ADC值与Ki67指数表达呈负相关, 本组研究发现儿童高级别室管膜瘤的Ki67表达高于低级别室管膜瘤, 且室管膜瘤的最小平均ADC值与Ki67增殖指数具有相关性, 亦呈负相关。

综上, 儿童室管膜瘤MRI影像表现复杂, 幕下室管膜瘤多以囊实性为主, 囊变、出血及钙化可见, 幕上脑实质内室管膜瘤多以大囊壁结节为主。常规MRI影像特征鉴别低级别与高级别室管膜瘤较困难, DWI序列中, 低级别胶质瘤呈等稍高信号, 高级别室管膜瘤呈高信号, 最小平均ADC值对肿瘤级别的预测具有一定的诊断价值, 且可反映肿瘤内细胞增殖活性, 对预后评估具有辅助作用。

参考文献

[1] 丁宇, 刘长林, 姚利华, 等. 儿童幕上室管膜瘤的CT/MRI表现与Ki-67表达程度的分析[J]. 实用放射学杂志, 2022, 38(12): 2051-2054.

[2] Kalfas F, Scudieri C. World Health Organization grade III supratentorial extraventricular ependymomas in adults: case series and review of treatment modalities[J]. Asian J Neurosurg, 2019 Nov 25; 14(4): 1157-1164.

[3] 王行富, 郑莉梅, 张声. 第5版WHO中枢神经系统肿瘤分类室管膜瘤解读[J]. 中华病理学杂志, 2023, 52(3): 223-227.

[4] 欧阳红, 刘冰芳, 白玉萍, 等. 成人室管膜瘤MRI表现及ADC值与Ki67增殖指数相关性研究[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2021, 27(6): 478-481.

[5] Bozdağ M, Er A, Ekmekçi S. Association of apparent diffusion coefficient with Ki-67 proliferation index, progesterone-receptor status and various histopathological parameters, and its utility in predicting the high grade in meningiomas[J]. Acta Radiol, 2021, 62(3): 401-413.

[6] Lester A, McDonald KL. Intracranial ependymomas: molecular insights and translation to treatment[J]. Brain Pathol, 2020 Jan; 30(1): 3-12.

[7] 梁琼鹤, 杨明, 高修成, 等. 儿童大脑皮质室管膜瘤的影像学分析[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2023, 29: 427-432.

[8] 任翔, 吴于淳, 杨秀军. DWI和最小ADC值鉴别诊断儿童颅内间变性室管膜瘤与室管膜瘤[J]. 中国医学影像技, 2019, 39(1): 46-49.

[9] Sun PF, Ma L, Ye BQ, et al. Application of diffusion-weighted imaging combined with apparent diffusion coefficient in differential diagnosis between central neurocytoma and ependymoma[J]. Neuroradiology, 2020, 62(4): 439-445.

[10] 范婵媛, 闵祥德, Li Quibai, 等. 基于ADC图的纹理分析在低、高级别前列腺癌诊断中的价值[J]. 中华放射学杂志, 2019, 53: 859, 863.

[11] 李晓敏, 张清恒, 张海三. DCE-MRI和DWI检查在术前诊断脑胶质瘤病变恶性程度中的应用价值[J]. 罕见病杂志, 2024, 31(1): 16-16.

[12] 许文炳. 弥散加权成像在儿童髓母细胞瘤中鉴别诊断的应用价值[J]. 罕见病杂志, 2025, 32(3) 23-24.

[13] 王艳敏, 段文超, 王伟伟, 等. 老年胶质母细胞瘤患者预后影响因素分析[J]. 中华医学杂志, 2020, 100(2): 121-124.

[14] Shen L, Zhou G, Tong T, et al. ADC at 3.0 T as a noninvasive biomarker for preoperative prediction of Ki67 expression in invasive ductal carcinoma of breast[J]. Clin Imaging, 2018, 52: 16-22.

(收稿日期: 2024-11-02)
(校对编辑: 韩敏求)