

论 著

## 脑性瘫痪儿童的头颅MRI预期特征探讨\*

马德有 袁俊英\* 王以文

孙二亮 张小安

郑州大学第三附属医院(河南 郑州 450000)

**【摘要】目的** 探讨脑性瘫痪儿童MRI的预期特征。**方法** 以诊断为依据, 回顾性纳入了符合标准的991例脑性瘫痪患儿的头颅MRI, 并分为2类: 正常和异常磁共振成像。然后比较两组之间的6个因素: 早产、围产期高危因素、共患病、CP分型、粗大运动功能分级(GMFCS)、手功能分级(MACS)。**结果** 大约10%的脑瘫儿童有正常的MRI, 无围产期高危因素的受试者拥有正常磁共振的可能性是有高危因素史的5.518倍, 痉挛性双瘫、不随意运动型和共济失调型的受试者MRI正常率是痉挛性偏瘫、痉挛性四肢瘫、混合型受试者的2.045倍, GMFCS I-III的受试者MRI正常率是GMFCS IV-V的1.610倍, 共患病 $\leq 1$ 的受试者MRI正常率是共患病 $> 1$ 的2.131倍, 与早产、手功能分级没有明显的相关性。**结论** 围产期高危因素、共患病、CP分型、粗大运动功能分级(GMFCS)可用于脑性瘫痪儿童的头颅MRI预测, 早产和手功能分级(MACS)在此方面意义不大。

**【关键词】** 脑性瘫痪; 头颅MRI; GMFCS分级; MACS分级;

**【中图分类号】** R742.3

**【文献标识码】** A

**【基金项目】** 国家自然科学基金(81870983)

**DOI:**10.3969/j.issn.1672-5131.2023.08.01

# Prospective Features of Brain MRI in Children with Cerebral Palsy\*

MA De-you, YUAN Jun-ying\*, WANG yi-wen, SUN Er-liang, ZHANG Xiao-an.

The Third Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450000, Henan Province, China

### Abstract

**Objective** To investigate the expected features of MRI in children with cerebral palsy. **Methods** Based on the diagnosis, retrospective inclusion of 991 head MRI images of children with cerebral palsy who met the criteria and were classified into 2 categories: normal and abnormal magnetic resonance imaging. Six factors were compared between the two groups: preterm birth, perinatal risk factors, comorbidities, CP classification, gross motor function classification (GMFCS), and hand function classification (MACS). **Results** With normal MRI about 10% of children with cerebral palsy. Subjects without perinatal high-risk factors are 5.518 times more likely to have normal MRI than those with history of high-risk factors. Subjects with spastic diplegia, involuntary motility and ataxia have 2.045 times more normal MRI than those with spastic hemiplegia, spastic quadriplegia and mixed type. The normal MRI rate of subjects with GMFCS I-III was 1.610 times higher than that of subjects with GMFCS IV-V, and the normal MRI rate of subjects with comorbidities  $\leq 1$  was 2.131 times higher than that of subjects with comorbidities  $> 1$ . There was no obvious correlation with preterm birth and hand function classification. **Conclusion** Perinatal risk factors, comorbidities, CP classification and gross motor function classification (GMFCS) can be used to predict brain MRI in children with cerebral palsy, while preterm birth and hand function classification (MACS) have little significance in this respect.

**Keywords:** Cerebral Palsy; Head MRI; GMFCS Classification; MACS Classification;

脑性瘫痪简称脑瘫(cerebral palsy, CP)是一组永久性的运动和姿势发育异常, 导致活动受限, 其原因是发育中的胎儿或婴儿脑部发生了非进行性障碍<sup>[1]</sup>, 常常并发有癫痫、新生儿惊厥、智力低下、言语问题<sup>[2]</sup>以及累及骨骼损害<sup>[3]</sup>和肌张力障碍<sup>[4]</sup>的运动问题和运动障碍, 是儿童时期最常见的持久性运动致残疾病。伴随着医学尤其是围产医学的高速发展和抢救医疗水平的不断进步, CP发病率并没有明显下降<sup>[5]</sup>。为了方便将来统一使用, 医学和研究界在2018年提出将单一术语脑瘫重命名为“脑瘫谱系障碍”<sup>[6]</sup>。李晓捷等采用分层整群随机方法调查了我国黑龙江、北京、河南等12个自治区1-6岁儿童脑瘫患病率为2.26%<sup>[7]</sup>, 现在可以在纠正月龄6个月之前就做出诊断并进行早期干预, 依据主要是标准化运动评估、神经影像学检查和相关风险因素病史相结合<sup>[8]</sup>。其中, MRI检查在进行病因诊断领域具有相当的优势, 它能够多参数进行成像, 多方位分析脑白质损伤程度、发育情况, 同时可以呈现脑组织形态、结构的改变, 并准确提示损伤的部位及范围<sup>[9]</sup>, 唐久来等亦将头颅MRI作为确定脑性瘫痪诊断的检查项目之一<sup>[10]</sup>。磁共振成像系统是一个可靠的工具也是欧洲脑性瘫痪监测(SCPE)组织的共识<sup>[11]</sup>。本文回顾性分析了2015.01.01-2021.12.31在我院进行了头颅磁共振检查并进行康复治疗的脑性瘫痪儿童, 探讨分析了磁共振差异表现的6个有关因素。

## 1 资料与方法

### 1.1 设计 以诊断为依据, 回顾性研究。

**纳入对象:** 2015.01.01至2021.12.31之间在郑州大学第三附属医院检查头颅MRI并在本院进行康复训练的脑性瘫痪儿童; 1-12岁; 临床数据全面; 通过家长访谈、儿童专科检查、母亲的产科记录、孩子的康复诊疗过程的核查实现。本研究中, 行头颅MRI检查的大多数患儿都是在麻醉后或者水合氯醛镇定进行的。少部分家长对MRI检查产生了抵触心理, 原因是担心麻醉或者水合氯醛镇定副作用较大, 会对患儿以后的生长发育产生不良影响<sup>[12]</sup>, 对于4~6.9岁的患儿, 采用角色转换干预法能够减少患儿的焦虑情绪, 起到了安慰作用, 保证了检查的顺利进行<sup>[13]</sup>。排除对象: 合并遗传代谢性疾病; 合并脑部病变所致的运动失能; 合并严重脊椎畸形; 病历相关资料不完善。

**1.2 诊断标准** 脑性瘫痪: 根据最新修订的(2015版)《中国脑性瘫痪康复指南》诊断标准, 脑瘫诊断依据为四项必备条件及两项参考条件。四项必备条件: 中枢性运动障碍长期存在; 运动姿势发育异常; 反射发育异常; 肌力及肌张力异常; 两项参考条件: 有相关病因学依据; 可有头颅影像学佐证。

**1.3 患者同意书** 所有研究参与者的监护人均提供书面知情同意书。

**1.4 神经影像学分类** 由郑州大学第三附属医院影像科医生确定, 将神经影像学表现分为2类: 正常(未发现异常的MRI)和异常MRI(包括: 脑室周围软化、多发软化、脑萎缩、侧脑室问题、基底节问题、小脑发育问题、畸形、其他)。

**1.5 统计分析** 采用SPSS 21.0统计分析软件进行统计分析。首先对每个变量进行 $\chi^2$ 分析, 以确定哪些变量具有统计学意义。 $P < 0.05$ 者作为自变量进入logistic回归模型, 因变量为MRI正常和MRI异常。自变量间皮尔逊相关系数计算, MRI正常或异常的预估因子由

**【第一作者】** 马德有, 男, 主治医师, 主要研究方向: 脑性瘫痪、发育障碍、神经损伤等康复科常见疾病的诊断及康复治疗。E-mail: madeyou123@163.com

**【通讯作者】** 袁俊英, 女, 科室主任, 主要研究方向: 运动分析、脑性瘫痪、发育障碍、神经损伤等康复科常见疾病的诊断及康复治疗。E-mail: 15890056850@163.com

95%置信区间(CI)、比值比(OR)结果来确定。Bonferroni校正被认为是不必要的,因为事先选择了数量适中的比较(少于10个)。

## 2 结果

**2.1 一般资料** 共纳入病例991例,两者在年龄和性别构成方面无统计学差异,见表1。

表1 基本资料

病种	例数	年龄(m)		性别(例)
		男	女	
头颅MRI异常	888	24.45±12.83	460	428
头颅MRI正常	103	21.84±10.32	54	49
t/χ <sup>2</sup>	0.447	0.014		
P值	0.660	0.904		

表2 MRI结果

	频率	百分比	有效百分比	累计百分比
有效				
正常	103	5.6	10.4	10.4
异常				
多发软化	31	1.7	3.1	13.5
脑室周围软化	318	17.3	32.1	45.6
小脑发育不良	40	2.2	4.0	49.6
脑萎缩	112	6.1	11.3	60.9
侧脑室扩大	232	12.6	23.4	84.3
畸形	92	5.0	9.3	93.6
其他	63	3.4	6.4	100.0
总计	888	53.9	100.0	
失踪				
系统	991	46.1		
总计	1,839	100.0		

表4 Logistic回归模型

自变量	P值	OR'(95%CI')
无围产期高危因素	<0.001	5.518 (4.153-7.330)
双瘫+不随意运动+共济失调	<0.001	2.045 (1.506-2.778)
GMFCS I-III	<0.001	1.610(0.013-29.63)
共患病 ≤1	<0.001	2.131(0.045-101.72)

注: CI\*置信区间; OR\*优势比。

**2.2 头颅MRI阳性率** 在991名确诊为脑瘫并进行分类MRI的参与者中, 103人(10.4%)的MRI正常, 888人(89.6%)的MRI异常, 见表2。

**2.3 单变量分析** 无围产期高危因素、痉挛性双瘫、共济失调型、不随意运动型、轻度脑瘫、无共患病患儿有较高的MRI正常率, 见表3。

**2.4 logistic回归模型** 该模型有统计学意义( $\chi^2=289.493$ ,  $P<0.0005$ ), 它对89.6%的病例进行了正确分类。见表4。

表3 单变量分析

临床因素	MRI正常	MRI异常	P值	95%CI'
围产期高危因素*(n=991)				
是	44	513	0.0040	0.545(0.361-0.823)
否	59	375		
早产*(n=991)				
是	32	324	0.2780	0.785(0.506-1.217)
不	71	564		
GMFCS' (n=991)				
GMFCS' I-III	78	267	<0.001	0.138(0.086-0.221)
GMFCS' IV-V	25	621		
共患病*(n=991)				
≤1	61	372	0.001	0.496 (0.328-0.752)
>1	42	516		
CP'型(n=991)				
痉挛型偏瘫	2	356	<0.001	
痉挛型双瘫	22	159		
痉挛型四肢瘫	5	279		
共济失调型	23	12		
不随意运动型	38	42		
混合型	13	40		
CP'型(n=991)				
偏瘫+四肢瘫+混合型	20	635	0.001	0.205 (0.133-0.316)
双瘫+不随意运动+共济失调	83	253		
MACS' (n=991)				
MACS' I-III	80	621	0.102	1.495(0.920-2.430)
MACS' IV-V	23	267		

注: CI'置信区间; CP'脑性瘫痪; GMFCS'运动功能分类系统; MACS'手动能力分类系统; (1)围产期高危因素: 5分钟时APGAR评分为5分或以下, 脐带pH值或最初1小时毛细血管血气(pH值为7.0或以下), 积极的心肺复苏(如插管、心脏按摩、静脉推注、肾上腺素), 有记录的中度及以上新生儿缺氧缺血性脑病, 紧急剖复产; (2)早产儿: 定义为出生时孕周小于37周; (3)共患病: 严重视觉障碍、严重听觉障碍、沟通障碍、胃造瘘、空肠造口管喂养、癫痫发作、认知障碍; (4)GMFCS': 分为5个等级, 从高到低依次为I级、II级、III级、IV级、V级。

## 3 讨论

小儿脑性瘫痪的病理变化跟不同病因直接相关,所以, 针对脑性瘫痪的不同分型, 进行早期差异化干预,对该病的预防与诊疗均有重大意义<sup>[14]</sup>。临床医师也常借助核磁共振成像(MRI)检查以判断脑组织的结构与形态改变<sup>[15]</sup>, MRI能够对患儿病变位置进行确定,早日对患儿确诊就可以及时进行诊治<sup>[16]</sup>, 特别是后颅窝处病变, MRI具有独特的优势。因此,小儿脑性瘫痪临床中MRI的应用价值是本研究的探讨主题,目的是找出有无正常MRI的CP儿童的显著不同的特征,并探讨在何种情况下,人们可以期望正常的核磁共振成像。

在研究中,我们发现,脑性瘫痪患儿年龄和性别构成方面无统计学差异,原因可能在于:一脑性瘫痪儿童往往有高危病史,

家长往往因为有高危病史而重视,从而能够早期发现;二脑性瘫痪儿童因为运动异常,临床症状出现较早而得到更多的关注。

在脑性瘫痪头颅MRI异常的各种表现中,以脑室周围软化(periventricular leukomalacia, PVL)最为多见,这与病例中早产儿较多是相关的,且早产的胎龄越小,脑瘫的风险越大<sup>[17]</sup>。其次为多发软化及萎缩。王曾等人报道的脑性瘫痪头颅MRI常见异常分别为脑室周围软化、脑萎缩、侧脑室扩大等,与本研究类似<sup>[18]</sup>。

脑性瘫痪头颅MRI异常率的研究在国内外报道均可见到,大约在70%-85%左右,在我们的研究中,大约89.6%的脑瘫儿童有异常的MRI。无围产期高危因素的受试者拥有正常磁共振的可

能性是有高危因素史患儿的5.518倍,痉挛性双瘫、不随意运动型和共济失调型的受试者MRI正常率是痉挛性偏瘫、痉挛性四肢瘫、混合型受试者的2.045倍,GMFCS I-III的受试者MRI正常率是GMFCS IV-V的1.610倍,共患病 $\leq 1$ 的受试者MRI正常率是共患病 $> 1$ 的2.131倍,我们也比较了早产、MACS水平患儿数量,两组间无显著性差异。

异常的磁共振成像的原因之一是子结构的异常, Muías等总结发现,发育迟缓儿童的MRI研究中,很多MRI阴性结果的诊断价值未被详细讨论分析,而MRI阳性结果的报道率则达到0~98%,常规MRI上未发现神经影像学异常也可能提示其发病机制可能是定位上的亚结构等。所以,这就需要更先进的成像方式,如扩散张量成像(DTI)和扩散加权成像(DWI)、磁共振波谱(MRS)技术、功能性MRI成像(fMRI)和快速自旋回波成像,它们比常规MRI提供更多关于儿童脑瘫病因和病理学的信息。另一个是遗传或代谢状况,虽然CP的遗传原因以前被认为是不常见的,但这一观点正受到多个研究的挑战。在CP发病中遗传学因素可能发挥了重大作用,这也得到了越来越充足的证据。目前已经发现了一些与脑瘫相关的基因异常<sup>[19]</sup>,全基因组测序也将大大提高导致CP的遗传病因的数量,由于本研究中没有进行系统的遗传和代谢研究,MRI正常参与者中遗传、代谢原因的患病率未知。

MRI检查对脑瘫的临床诊断具有重要价值,其结果或与患儿脑瘫类型及危险因素相关<sup>[20]</sup>。国外Nagy等报道白质损伤以痉挛性双瘫为主,灰质损伤以痉挛性单瘫为主;国内韩秉艳<sup>[21]</sup>等报道因早产导致的脑性瘫痪MRI异常表现以脑室周围软化为主,其严重程度与胎龄呈负相关,即胎龄越大,脑室周围白质损伤越轻,引起脑室周围软化的风险也越低。以脑萎缩和脑室周围软化为主的脑性瘫痪MRI异常表现往往与缺血缺氧性脑病关系密切;胡丁文<sup>[22]</sup>等认为脑室周围软化、侧脑室扩大、脑萎缩是痉挛性脑瘫患儿的主要异常MRI异常表现;脑室周围软化、小脑发育不良则是共济失调型脑瘫患儿的主要异常MRI异常表现;基底节区病变、脑室周围软化是不随意运动型脑瘫患儿的主要异常MRI异常表现;脑萎缩、脑室周围软化是混合型脑瘫患儿的主要异常MRI异常表现;脑裂畸形、髓鞘发育不良是其他原因导致脑瘫患儿的主要异常MRI异常表现;以上学者虽然提出了MRI形态学改变与CP的临床表现存在密切关联性,分析了不同分型脑瘫患儿MRI特点,也研究了单个因素对脑瘫患儿MRI的影响,但均为单因素分析,未综合分析所有相关因素对脑瘫患儿MRI的影响,也未进行定量评估,未曾建立脑瘫患儿的MRI结果的预测模型,进而无法预判脑瘫患儿的临床MRI结果以更精准选择合适治疗方案及时机。

我们这项研究的优势是大量人群的样本,但仍有许多人被排除在外,因为缺少临床磁共振成像,结果也存在一定局限性和异质性,未来还需设计严谨的大样本随机对照试验来探究证实本研究的可靠性,我们为了让更多的儿童患者受惠,越来越多其他部位的MRI扫描将来也会被纳入研究范畴<sup>[23]</sup>。同时,由于我们样本中的磁共振成像是在平均年龄为1.73岁时进行的,这是在CP的初始诊断评估年龄,因此无法推断实际病理生理事件的发生时间。

脑性瘫痪的早期诊断和早期干预对其预后非常重要,脑瘫的康复治疗是一个长期而艰巨的工作,需要由医院、社区康复、家庭康复共同完成<sup>[24]</sup>,院内早期综合康复训练对患儿运动发育更有利,且能显著改善其粗大运动功能<sup>[25]</sup>,故脑性瘫痪早期明确诊断意义重大。本研究发现,无围产期高危因素、痉挛性双瘫、共济失调型、不随意运动型、轻度脑瘫、无共患病患儿可以预期正常的磁共振成像,从而指导临床对影像学正常的儿童CP的病因和预后需要做更多的研究和调查,必要时进行代谢和遗传学研究,同时,随着近年来MRI成像技术的进展,MRI功能成像可检测到常规磁共振成像未发现的子结构异常,有助于深入了解脑瘫患儿病因机制。另外,有围产期高危因素、偏瘫+四肢瘫+混合型、轻度脑瘫、有共患病患儿可以预期异常的磁共振成像,一方面,提示影像诊断医生警惕有以上危险因素而MRI未见明显异常的病例,指导影像诊断医师对其MRI征象做进一步分析、必要时请上级医师会诊的必要性,另一方面对影像学异常的儿童进行持续随访、动态评估、指导家庭康复意义重大。

综上所述,围产期高危因素、共患病、CP分型、粗大运动功能分级(GMFCS)可用于脑性瘫痪儿童的头颅MRI预测,早产和手功能分级(MACS)在此方面意义不大,可以更好的指导影像学医师和临床医师工作。

## 参考文献

- [1] dowska Malgorzata, Sarecka-Hujar Beata, Kopyta Ilana, Cerebral Palsy: Current Opinions On Definition, Epidemiology, Risk Factors, Classification and Treatment Options [J]. *Neuropsychiatr Dis Treat*, 2020, 16: 1505-1518.
- [2] Turkoglu Gozde, Turkoglu Serhat, Celik Canan et al. Intelligence, Functioning, and Related Factors in Children with Cerebral Palsy [J]. *Noro Psikiyatir Ars*, 2017, 54: 33-37.
- [3] Martinez de Zabarte Fernández José Miguel, Ros Arnal Ignacio, Pefia Segura José Luis et al. Bone health impairment in patients with cerebral palsy [J]. *Arch Osteoporos*, 2020, 15: 91.
- [4] Harvey Adrienne R, Baker Louise B, Reddihough Dinah Susan et al. Trihexyphenidyl for dystonia in cerebral palsy [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2018, 5: CD012430.
- [5] 李晓捷, 姜志梅, 庞伟, 等. 临床诊断CP儿童的遗传学分析术 [J]. *中国康复医学杂志*, 2021, 36(1): 32-36.
- [6] SheveH Michael, Cerebral palsy to cerebral palsy spectrum disorder: Time for a name change [J]. *Neurology*, 2018, undefined: undefined.
- [7] 李晓捷, 邱洪斌, 姜志梅, 等. 中国十二省市小兒CP流行病学特征 [J]. *中华实用儿科临床杂志*, 2018, 33(5): 378-383.
- [8] Novak I, Morgan C, AddeL, et al. Early, accurate diagnosis and early intervention in cerebral palsy: advances in diagnosis and treatment [J]. *JAMA Pediatr*, 2017, 171(9): 897-907.
- [9] 谭娜, 韩东明, 闫瑞芳, 等. MRI多序列扫描在小兒CP康复治疗期间中应用研究 [J]. *中国CT和MRI杂志*, 2017, 15(4): 3-5.
- [10] 唐久来, 王宝田, 李晓捷. CP早期诊断和CP高风险儿诊断及早期干预进展 [J]. *中华实用儿科临床杂志*, 2018, 33(15): 1121-1125.
- [11] Himmelmann Kate Horber Vemka, De La Cruz Javier et al. Mid classification system (MidCS) for children with cerebral palsy: development reliability and recommendations [J]. *Dev Med Child Neurol*, 2017, 59: 57-64.
- [12] 孙英, 于洪丽, 俞文立, 等. 右美托咪定对亲体肝移植患儿术后脑损伤的影响 [J]. *中华麻醉学杂志*, 2017, 37: 251-154.
- [13] 张娇娇, 边传振, 等. 角色转换干预在儿童头颅核磁检查中的应用 [J]. *临床放射学杂志*, 2019, 38: 1935-1938.
- [14] 韩秉艳, 冯依拉·夏坎, 王皓, 等. MRI准连续动脉自旋标记技术在不随意运动型脑瘫患者中的初步研究 [J]. *磁共振成像*, 2017, 8(5): 327-330.
- [15] 张荣恒, 王国庆, 邢漠, 等. 儿童脑性瘫痪应用颅脑核磁检查的诊断价值分析 [J]. *世界中医药*, 2017(12): 116-117.
- [16] 王佳, 周丽华, 蔡依稀. MRI在脑性瘫痪患儿临床中的应用价值及意义 [J]. *中国CT和MRI杂志*, 2025(9): 45-47.
- [17] Spittle AJ, Morgan C, Olseen JE, et al. Early diagnosis and treatment of cerebral palsy in children with a history of pre-term birth [J]. *Clin Perinatol*, 2018, 45(3): 409-420.
- [18] 王耸, 程洪斌, 伊龙, 等. 1060例脑性瘫痪患者核磁表现及其与临床特征的关系 [J]. *山东大学学报(医学版)*, 2017, 55(12): 36-42.
- [19] 丁华, 孙芹, 方秀文. ATG5基因多态性与早产儿CP等神经发育相关疾病的关联性研究 [J]. *中国妇幼保健*, 2018, 33(23): 5492-5495.
- [20] 袁光骅, 王鹏. 脑性瘫痪患儿MRI表现及危险因素分析 [J]. *中国CT和MRI杂志*, 2020, (5): 62-65.
- [21] 韩秉艳, 王皓, 邓佳敏. 小兒脑性瘫痪的危险因素与核磁检查结果分析 [J]. *中国临床医学影像杂志*, 2016, 27(2): 87-89.
- [22] 胡丁文, 宋庆梅, 张晓. MRI在小兒脑性瘫痪临床分型中的应用 [J]. *保健医学研究与实践*, 2022, 19(8): 80-82.
- [23] 俞琴, 冉隆富, 韩林海, 等. 磁共振三维成像技术VR及MIP在胰腺分裂诊断中的应用 [J]. *临床放射学杂志*, 2018, 37: 1132-1135.
- [24] 谢梅. 小兒脑性瘫痪26例临床分析 [J]. *罕少疾病杂志*, 2002(03): 21-22.
- [25] 丁瑜. 院内早期综合康复训练改善脑瘫小兒的效果探析 [J]. *罕少疾病杂志*, 2018(05): 76-77.

(收稿日期: 2023-04-14)

(校对编辑: 孙晓晴)