

DOI:10.11798/j.issn.1007-1520.202221327

· 论著 ·

儿童先天性感音神经性聋传导通路磁共振扩散张量成像参数与预后的关系

买买提明·马合木提, 麦麦提吐尔洪·艾尼瓦尔, 王建新, 祖丽菲亚·买合木提,
阿布都克力木·玉苏甫, 毛兰, 伊米古丽·伊敏, 潘家洁

(喀什地区第二人民医院 影像中心, 新疆 喀什 844000)

摘要: **目的** 探讨儿童先天性感音神经性聋传导通路磁共振扩散张量成像(DTI)参数与预后的关系。**方法** 选取2017年1月—2020年3月收治的136例先天性感音神经性耳聋儿童归为观察组,均进行头部DTI检查,另选取同期因其他疾病行头部DTI检查的听力正常儿童118例为对照组,DTI检查内容包括双侧斜方体、颞横回、颞上回、内侧膝状体、听辐射、上橄榄核、穹背侧核、下丘、穹腹侧核、听神经区域的表现弥散系数(ADC)值与各向异性分数(FA)值。对比观察组与对照组以上各部位的ADC值和FA值。另治疗后随访1年,根据听觉行为分级标准评分(CAP)将观察组患儿分为预后良好组与预后不良组,对比预后良好组与预后不良组各部位的ADC值和FA值,并分析各部位的ADC值、FA值与CAP评分的相关性。**结果** 观察组颞横回、颞上回、听辐射、上橄榄核区的ADC值均高于对照组($P < 0.05$),斜方体、颞横回、颞上回、内侧膝状体、听辐射、上橄榄核、下丘区的FA值均低于对照组($P < 0.05$)。术后1年,观察组患儿预后良好率、预后不良率分别为65.44%(89/136)、34.56%(47/136);预后不良组颞横回、颞上回、听辐射、上橄榄核区的ADC值均高于预后良好组($P < 0.05$),斜方体、颞横回、颞上回、内侧膝状体、听辐射、上橄榄核、下丘区的FA值均低于预后良好组($P < 0.05$)。经Pearson相关性分析,先天性感音神经性聋患儿颞横回、颞上回、听辐射、上橄榄核的ADC值与CAP评分均呈负相关性($P < 0.05$),斜方体、颞横回、颞上回、内侧膝状体、听辐射、上橄榄核、下丘区的FA值与CAP评分均呈正相关性($P < 0.05$)。**结论** 先天性感音神经性聋患儿听觉传导通路上颞横回、颞上回、听辐射、上橄榄核区、斜方体、内侧膝状体及下丘区的DTI参数异常变化与患儿术后听力恢复效果密切相关,临床上可将其作为治疗及预后评估的重要参考指标。

关键词: 先天性感音神经性聋;儿童;扩散张量成像;预后;相关性

中图分类号:R764.43

Relationship between diffusion tensor imaging parameters of conduction pathway and prognosis of congenital sensorineural hearing-loss in children

MAIMAITI · Mahemuti, MAIMAITITUERHONG · Ainiwaer, WANG Jianxin, ZULIFIA · Maihemuti,
ABDUKHALIM · Yusuf, MAO Lan, IMIGURI · Imin, PAN Jiajie
(Imaging Center, Second People's Hospital of Kashgar Prefecture, Kashgar 844000, China)

Abstract: **Objective** To investigate the relationship between diffusion tensor imaging (DTI) parameters of magnetic resonance of conduction pathway and prognosis of congenital sensorineural hearing loss in children. **Methods** One hundred thirty-six children with congenital sensorineural hearing-loss treated and received head DTI in our hospital from Jan 2017 to March 2020 were selected as observation group, and 118 children with normal hearing who underwent head DTI due to other diseases during the same period were selected as control group. DTI parameters included the values of apparent dispersion coefficient (ADC) and fractional anisotropy (FA) of bilateral trapezoid body, transverse temporal gyrus, superior temporal gyrus, medial geniculate body, auditory radiation, superior olivary nucleus, dorsal fossa nucleus, inferior colliculus, ventral fossa nucleus and auditory nerve area. The ADC and FA values of the observation and control

基金项目:新疆维吾尔自治区自然科学基金(2017D01C086)。

第一作者简介:买买提明·马合木提,男,硕士,主治医师。

通信作者:王建新,Email:wangjianxin195810@126.com

groups were compared. One year after treatment, the observation group was subdivided into good and poor prognosis groups according to the categories of auditory performance (CAP), and the ADC and FA values between the good and poor prognosis subgroups were compared, and the correlations between ADC value, FA value and CAP score were analyzed.

Results The ADC values of transverse temporal gyrus, superior temporal gyrus, auditory radiation and superior olivary nucleus in the observation group were higher than those in the control group (all $P < 0.05$), and the FA values of trapezoid body, transverse temporal gyrus, superior temporal gyrus, medial geniculate body, auditory radiation, superior olivary nucleus and inferior colliculus were lower than those in the control group (all $P < 0.05$). One year after treatment, the rates of good and poor prognosis of the observation group were 65.44% (89/136) and 34.56% (47/136) respectively, and the ADC values of transverse temporal gyrus, superior temporal gyrus, auditory radiation and superior olivary nucleus in the poor prognosis subgroup were higher than those in the good prognosis subgroup (all $P < 0.05$), while the FA values of trapezoid body, transverse temporal gyrus, superior temporal gyrus, medial geniculate body, auditory radiation, superior olivary nucleus and inferior colliculus in the poor prognosis subgroup were lower than those in the good prognosis subgroup (all $P < 0.05$). Pearson correlation analysis showed that the ADC values of transverse temporal gyrus, superior temporal gyrus, auditory radiation and superior olivary nucleus in children with congenital sensorineural hearing loss were negatively correlated with CAP score (all $P < 0.05$), while FA values of trapezoid body, transverse temporal gyrus, superior temporal gyrus, medial geniculate body, auditory radiation, superior olivary nucleus and inferior colliculus were positively correlated with CAP score (all $P < 0.05$). **Conclusion** The abnormal changes of DTI parameters in the transverse temporal gyrus, superior temporal gyrus, auditory radiation, superior olivary nucleus, trapezoid body, medial geniculate body and inferior colliculus in the auditory conduction pathway of children with congenital sensorineural hearing loss are closely related to the effect of postoperative hearing recovery, which can be used as important reference indexes for treatment and prognosis evaluation in clinic.

Keywords: Congenital sensorineural hearing loss; Children; Diffusion tensor imaging; Prognosis; Relevance

感音神经性耳聋是临床上最为常见的一种耳聋类型,约占总耳聋的90%左右,其以听力障碍、耳鸣、眩晕等主要临床症状,严重影响人民群众正常生活^[1]。该病病因多种多样,其中先天性聋是主要病因之一。先天性感音神经性聋不仅导致患儿听力下降或丧失,并限制了患儿的语言学习,给其健康生长造成严重危害,同时给家庭及社会带来沉重负担^[2]。目前,人工耳蜗植入术是临床治疗重度-极重度感音神经性耳聋的最有效手段,可部分重建或恢复听功能,但仍有相当一部分患儿术后听力恢复并不十分理想,严重影响预后^[3]。因此,积极探索可预测患儿术后听力恢复情况的相关指标以指导临床进一步干预具有非常重要的意义。常规耳颞CT、MRI与内耳水成像等影像学检查虽能够为临床工作者提供患儿详细的听神经完整性和内耳解剖结构等信息^[4],对手术方案的制定具有重要指导价值,但并未对患儿听觉传导通路上的微观结构变化与功能异常予以明确显示,其对患儿术后听觉功能恢复效果难以全面预测。近年来,磁共振扩散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)已逐渐应用于此类患儿传导通路皮质中枢等相关解剖结构的微观结构与功能改变的评估中,为临床提供了更多的疾病评估的影像学参考依据^[5]。但DTI参数与儿童先天性

感音神经性聋预后的关系尚有待进一步研究明确。本研究通过分析DTI参数与儿童先天性感音神经性聋预后的相关性,以为临床术前预测患儿听觉功能恢复情况提供可靠参考,现总结如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2017年1月—2020年3月喀什地区第二人民医院收治的136例双耳先天性感音神经性耳聋儿童归为观察组,男74例,女62例;年龄8个月至14岁,平均年龄(3.65 ± 0.71)岁。重度听力损失(平均听力损失71~90 dB)81例,极重度听力损失(平均听力损失≥91 dB)55例。另选取同期因其他疾病行头部DTI检查的听力正常儿童118例归为对照组,男67例,女51例;年龄10个月至14岁,平均年龄(3.78 ± 0.69)岁。两组儿童性别、年龄比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。

纳入标准:观察组均符合先天性感音神经性耳聋诊断标准^[6],以重度-极重度耳聋为临床表现,入院后均行人工耳蜗植入术治疗;对照组均为听力正常儿童,经影像学检查等未发现脑血管疾患;两组年龄均≤14岁,均行头部DTI检查;家属均知情同意。

排除标准:脑白质发育不良、脑出血等中枢神经疾患儿童;既往耳毒性药物使用史;既往耳部手术史;存在内耳、听神经明显形态学异常儿童;自闭症、癫痫、精神疾患等。

1.2 方法

1.2.1 头部 DTI 检查 观察组于术前、对照组于体检时(年龄较小者,待其熟睡后检查),采用 Verio 3T 磁共振扫描仪(德国西门子)、标准正交 12 通道头颅线圈,检查时以海绵垫固定头部位置,以枕骨大孔-颅顶为扫描范围;扫描参数:层厚为 2 mm,层间距为 0 mm,层数为 60 层,重复时间为 9 000 ms,回波时间为 93 ms,矩阵为 128×128 ,在没有扩散加权($b=0 \text{ s/mm}^2$)时,顺着 30 个非共线方向实施运动探测梯度,其中 $b=1\,000 \text{ s/mm}^2$;另扩散敏感梯度方向,视野为 $220 \text{ mm} \times 220 \text{ mm}$,激励次数为 2。选取感兴趣区域:双侧斜方体、颞横回、颞上回、内侧膝状体、听辐射、上橄榄核、穹背侧核、下丘、穹腹侧核、听神经区域等。扫描完成后,将原始 DTI 数据传至 Siemens Syngo. via VB10B 工作站的 MR Neuro 3D 功能软件弥散张量后处理界面对图像进行处理,在所得的解剖图像上选择各感兴趣区,测量表观弥散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)值与各向异性分数(fractional anisotropy, FA)值,各感兴趣区均测量 3 次,取其平均值。见图 1。

1.2.2 预后判断 观察组患儿术后均随访 1 年,末次随访时评估其听力恢复情况,采用听觉行为分级

标准评分(categories of auditory performance, CAP)^[7]进行测评,其中 CAP 评分 >5 分表示预后良好, CAP 评分 ≤ 5 分表示预后不良。

1.3 观察指标

观察两组各感兴趣区的 ADC 值、FA 值比较;观察组术后 1 年的预后情况及预后良好组与预后不良组各感兴趣区的 ADC 值、FA 值比较;观察组患儿各感兴趣区的 ADC 值、FA 值与 CAP 评分的相关性。

1.4 统计学方法

数据分析采用 SPSS 22.0 软件,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用独立样本 t 检验;DTI 参数与 CAP 评分的相关性分析采用 Pearson 相关性分析法; $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 观察组与对照组患儿各感兴趣区的 ADC 值、FA 值比较

两组斜方体、内侧膝状体、穹背侧核、下丘、穹腹侧核、听神经区域的 ADC 值比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。观察组颞横回、颞上回、听辐射、上橄榄核区的 ADC 值高于对照组($P < 0.05$)。两组穹背侧核、穹腹侧核、听神经区域的 FA 值比较差异无统计学意义($P > 0.05$);观察组斜方体、颞横回、颞上回、内侧膝状体、听辐射、上橄榄核、下丘区的 FA 值低于对照组($P < 0.05$)。具体数据见表 1。

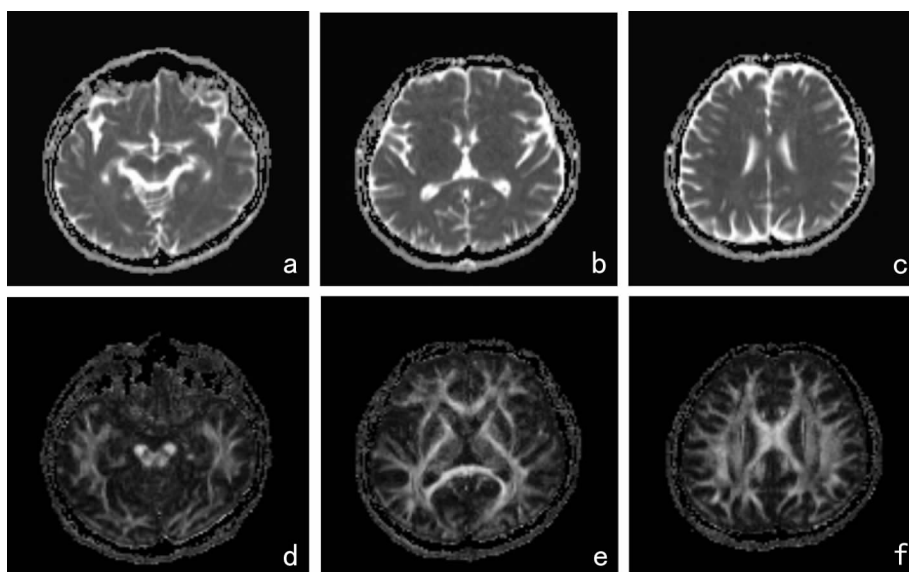


图 1 在不同层面解剖图像上选择各感兴趣区域测量 ADC 值(a~c)和 FA 值(d~f) 注:ADC(表观弥散系数);FA(各向异性分数)。下同。

2.2 观察组患儿术后1年预后情况及预后良好组与预后不良组各感兴趣区的ADC值、FA值比较

术后1年,根据CAP评分,观察组患儿预后良好率为65.44%(89/136),预后不良率为34.56%(47/136);预后不良组斜方体、内侧膝状体、穹背侧核、下丘、穹腹侧核、听神经区域的ADC值与预后良好组比较差异均无统计学意义($P > 0.05$);预后不良组颞横回、颞上回、听辐射、上橄榄核区的ADC值高于预后良好组($P < 0.05$)。预后不良组穹背侧核、穹腹侧核、听神经区域的FA值与预后良好组比较差异均无统计学意义($P > 0.05$);预后不良组斜方体、颞横回、颞上回、内侧膝状体、听辐射、上橄榄核、下丘区的FA值均低于预后良好组($P < 0.05$)。

具体数据见表2。

2.3 观察组患儿各感兴趣区的ADC值、FA值与CAP评分的相关性

经Pearson相关性分析,先天性感音神经性聋患儿斜方体、内侧膝状体、穹背侧核、下丘、穹腹侧核、听神经区域的ADC值与CAP评分无相关性($P > 0.05$),颞横回、颞上回、听辐射、上橄榄核的ADC值与CAP评分均呈负相关性($P < 0.05$);穹背侧核、穹腹侧核、听神经区域的FA值与CAP评分无相关性($P > 0.05$),斜方体、颞横回、颞上回、内侧膝状体、听辐射、上橄榄核、下丘的FA值与CAP评分均呈正相关性($P < 0.05$)。具体数据见表3。

表1 观察组和对照组各感兴趣区的ADC值及FA值比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	ADC值									
		斜方体	颞横回	颞上回	内侧膝状体	听辐射	上橄榄核	穹背侧核	下丘	穹腹侧核	听神经区域
观察组	136	806.75 ± 95.42	856.19 ± 143.27	841.59 ± 103.46	886.72 ± 149.31	868.17 ± 116.94	733.64 ± 131.45	826.95 ± 136.02	908.69 ± 153.48	913.78 ± 150.64	785.12 ± 128.39
对照组	118	791.38 ± 101.63	768.23 ± 115.09	769.52 ± 124.63	865.33 ± 138.24	765.38 ± 95.63	679.82 ± 106.54	803.97 ± 131.78	883.47 ± 146.82	892.41 ± 138.25	763.05 ± 116.97
<i>t</i>		1.242	5.339	5.035	1.178	7.595	3.549	1.362	1.333	1.171	1.424
<i>P</i>		0.215	<0.001	<0.001	0.240	<0.001	<0.001	0.174	0.184	0.243	0.156

组别	例数	FA值									
		斜方体	颞横回	颞上回	内侧膝状体	听辐射	上橄榄核	穹背侧核	下丘	穹腹侧核	听神经区域
观察组	136	442.91 ± 80.36	335.61 ± 64.87	375.42 ± 71.46	321.33 ± 54.65	494.75 ± 91.08	455.73 ± 88.29	425.91 ± 81.05	434.12 ± 78.61	449.18 ± 83.21	395.63 ± 77.14
对照组	118	517.19 ± 96.83	398.12 ± 76.23	456.85 ± 83.94	369.82 ± 63.17	537.61 ± 97.24	518.63 ± 95.37	439.72 ± 83.46	478.94 ± 82.19	463.04 ± 85.39	411.26 ± 79.31
<i>t</i>		6.680	7.061	8.351	6.559	3.625	5.456	1.336	4.437	1.308	1.590
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.183	<0.001	0.192	0.113

表2 预后良好组和预后不良组各感兴趣区的ADC值及FA值比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	ADC值									
		斜方体	颞横回	颞上回	内侧膝状体	听辐射	上橄榄核	穹背侧核	下丘	穹腹侧核	听神经区域
预后不良组	47	816.52 ± 119.74	898.94 ± 132.17	886.52 ± 127.35	896.43 ± 146.57	913.42 ± 158.37	775.08 ± 116.41	839.47 ± 135.08	921.35 ± 157.69	929.04 ± 153.61	796.43 ± 133.41
预后良好组	89	801.59 ± 123.08	833.61 ± 125.23	817.86 ± 108.42	881.59 ± 141.39	844.27 ± 116.53	711.76 ± 103.59	820.34 ± 126.43	902.00 ± 148.34	905.72 ± 143.55	779.15 ± 126.82
<i>t</i>		0.679	2.838	3.303	0.575	2.897	3.247	0.819	0.708	0.879	0.742
<i>P</i>		0.498	0.005	0.001	0.566	0.004	0.001	0.414	0.480	0.381	0.459

组别	例数	FA值									
		斜方体	颞横回	颞上回	内侧膝状体	听辐射	上橄榄核	穹背侧核	下丘	穹腹侧核	听神经区域
预后不良组	47	405.63 ± 78.62	301.28 ± 55.26	336.48 ± 51.27	291.35 ± 56.84	453.17 ± 84.06	411.84 ± 80.13	414.63 ± 80.25	403.25 ± 79.61	438.51 ± 84.23	384.06 ± 72.15
预后良好组	89	462.60 ± 85.14	353.74 ± 63.41	395.98 ± 76.32	337.16 ± 61.29	516.71 ± 93.82	478.91 ± 91.57	431.87 ± 82.04	450.42 ± 86.79	454.81 ± 87.16	401.74 ± 76.93
<i>t</i>		3.809	4.790	4.799	4.156	3.890	4.236	1.174	3.100	1.049	1.302
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.242	0.002	0.296	0.195

表3 先天性感音神经性聋患儿各感兴趣区的ADC值、FA值与CAP评分的相关性

感兴趣区		CAP评分	
		r	P
斜方体	ADC	0.216	0.423
	FA	8.236	<0.001
颞横回	ADC	-8.365	<0.001
	FA	8.947	<0.001
颞上回	ADC	-8.912	<0.001
	FA	8.965	<0.001
内侧膝状体	ADC	0.195	0.461
	FA	8.409	<0.001
听辐射	ADC	-8.416	<0.001
	FA	8.275	<0.001
上橄榄核	ADC	-8.823	<0.001
	FA	8.539	<0.001
窝背侧核	ADC	0.274	0.316
	FA	0.286	0.302
下丘	ADC	0.253	0.339
	FA	7.925	0.001
窝腹侧核	ADC	0.301	0.284
	FA	0.293	0.295
听神经区域	ADC	0.229	0.407
	FA	0.275	0.311

注:CAP(听觉行为分级标准评分)。

3 讨论

耳聋是临床耳鼻咽喉科常见病,主要包括感音神经性聋、传导性聋以及混合性聋,其中以感音神经性聋高发^[8]。儿童多为先天性感音神经性聋,发病主要与内耳毛细胞病变、听神经或其传导通路病变有关^[9]。目前,人工耳蜗植入术已在严重先天性感音神经性聋患儿的临床治疗中取得一定的疗效,尽管其手术成功率较高,但部分患儿术后仍不能感受到声音,或虽可感受到声音,但仍存在语言与行为能力发育障碍。本研究中,术后1年,患儿预后不良率为34.56%,与相关研究结果^[10]基本符合,进一步表明了先天性感音神经性聋患儿术后存在较高的听力恢复不良风险。因此,积极探寻能够有效评估患儿术后听力恢复方面的定量指标对指导临床工作意义重大。

刘梦秋等^[11]研究报道,功能磁共振可为先天性神经性耳聋患儿人工耳蜗术前评估提供一定的参考依据。近年来,DTI技术已逐渐在感音神经性耳聋患者的中枢听觉传导通路的改变判断中得以广泛应用,并显示出良好应用价值^[12]。DTI技术通过对水分子布朗运动的评估,借助各向异性弥散引发信号改变,可对脑白质纤维束微观结构的变化进行多参

数定量分析,进而提供更多的微观结构影像学信息^[13]。ADC值与FA值是DTI主要参数,其中ADC值主要反映显微结构的完整性,FA值主要反映白质微结构改变、神经纤维髓鞘化,此二者在反映髓鞘、纤维束发育、损伤及退变等方面具有良好作用^[14]。本研究结果发现,观察组颞横回、颞上回、听辐射、上橄榄核区的ADC值较对照组高,而其他区域的ADC值相近;另观察组斜方体、颞横回、颞上回、内侧膝状体、听辐射、上橄榄核、下丘区的FA值较对照组低,而其他区域的FA值相近。以上结果表明先天性感音神经性聋患儿听觉传导通路上可能存在某些特定解剖位置的白质纤维与髓鞘发育异常的情况,此与温祖光^[15]研究结果相一致。先天性感音神经性聋患儿听觉传导通路上斜方体、颞横回、颞上回等位置的白质纤维髓鞘与皮层中枢可出现损伤或发育异常,另患儿听力障碍,缺乏声音刺激,则神经系统结构与功能可发生重组,引发白质纤维髓鞘等退变、萎缩,从而相应区域的FA值较听力正常儿童降低^[16]。而白质纤维束脱髓鞘变化在各部位的损伤不一,窝背侧核、窝腹侧核解剖结构较小,听神经区域受周围结构影响较大,则以上区域FA值与正常听力儿童无明显差异^[17]。此外,先天性感音神经性聋患儿脑组织髓鞘损伤,引起与神经纤维长轴方向相垂直的水分子弥散增强,则颞横回、颞上回等区域的ADC值增高^[18]。但有研究^[19]指出,先天性感音性耳聋患儿各感兴趣区域的ADC值与正常听力儿童比较均无明显区别,此与本研究结果不一致,可能与所选对象病情程度与受到外界声音刺激的不同有关,后续需扩充样本量进一步深入研究。

本研究结果还发现,斜方体、内侧膝状体、窝背侧核、下丘、窝腹侧核、听神经区域的ADC值以及窝背侧核、窝腹侧核、听神经区域的FA值在预后不良组、预后良好组间均相近,且均与CAP评分无相关性;而颞横回、颞上回、听辐射、上橄榄核区的ADC值在预后不良组中明显高于预后良好组,并与CAP评分均呈负相关性,但斜方体、颞横回、颞上回、内侧膝状体、听辐射、上橄榄核、下丘区的FA值在预后不良组中较预后良好组高,且与CAP评分均呈正相关性。以上研究结果提示听觉传导通路上某些位置的DTI参数与先天性感音性耳聋患儿预后密切相关。ADC值、FA值是反映脑组织退行性病变、脱髓鞘改变以及中枢神经系统结构完整性的敏感指标,听觉传导通路上某些特定区域的FA值减小,ADC值增大,则表明该区域出现细微结构改变或髓鞘损

伤,术前FA值下降越明显,ADC值越高,提示患儿听觉传导通路上的微结构完整性损伤或缺失越明显,病情越重,则预后较差^[20]。因此,临床中,可在术前对患儿行DTI检查,通过分析各感兴趣区域的ADC值、FA值变化情况而评估中枢听觉传导通路微观结构的完整性,从而为早期人工耳蜗植入的术前评估及术后的听力恢复情况判断提供影像学依据,此进一步完善了先天性感音神经性聋患儿术前检查,并可将其应用于植入效果的术前预测。

综上,与听力正常儿童相比较,先天性感音神经性聋儿童听觉传导通路上的颞横回、颞上回、听辐射、上橄榄核区的ADC值增高,而斜方体、颞横回、颞上回、内侧膝状体、听辐射、上橄榄核、下丘区的FA值减小,以上各DTI参数变化均与预后存在一定的关系,此在临床术前评估患儿预后中起重要作用。

参考文献:

[1] van Beeck Calkoen EA, Engel MSD, van de Kamp JM, et al. The etiological evaluation of sensorineural hearing loss in children[J]. *Eur J Pediatr*,2019, 178(8): 1195-1205.

[2] Cetin SY, Erel S, Bas Aslan U. The effect of Tai Chi on balance and functional mobility in children with congenital sensorineural hearing loss[J]. *Disabil Rehabil*,2020, 42(12): 1736-1743.

[3] Keckskeméti N, Gáborján A, Szönyi M, et al. Etiological factors of sensorineural hearing loss in children after cochlear implantation[J]. *Orv Hetil*,2019, 160(21): 822-828.

[4] 周霞,沈桂权,吴永彦,等.先天性重度,极重度感音神经性聋患儿内耳及颅脑影像学评估[J]. *听力学及言语疾病杂志*, 2020,28(1):83-86.

[5] 汪汉林,周霞,余晖,等.先天性耳聋听觉传导通路及语言中枢的扩散张量成像研究[J]. *实用放射学杂志*,2020,36(2):277-280.

[6] 杨花荣.耳科学常见病及其手术[M].天津:天津科学技术出版社,2012:23-24.

[7] 陈彪,石颖,拱月,等.耳蜗不全分隔畸形患儿耳蜗形态与人工耳蜗术后效果评估[J]. *中华耳科学杂志*,2020,18(6):71-76.

[8] 伍美芳,李维,王春花,等.多频稳态听觉诱发电位对不同程度听力损失的感音神经性耳聋听阈的评价[J]. *中国耳鼻咽喉颅底外科杂志*,2015,21(5):396-398.

[9] Batson S, Kelly K, Morrison D, et al. Ophthalmologic abnormalities in children with congenital sensorineural hearing loss[J]. *J Binocul Vis Ocul Motil*,2019, 69(3): 126-130.

[10] Ahmed J, Saqulain G, Khan MIJ, et al. Prevalence & features of inner ear malformations among children with congenital sensorineural hearing loss: A Public Cochlear Implant Centre Experience [J]. *Pak J Med Sci*,2020, 36(7): 1511-1516.

[11] 刘梦秋,刘婕,刘影.采用静息态功能磁共振研究先天性重度感音神经性耳聋患儿相关脑区的ALFF值[J]. *磁共振成像*, 2019,10(9):650-654.

[12] 余佩琳,范文亮,孔祥闯,等.基于扩散张量成像构建单侧突发性感音神经性耳聋机器学习分类模型的可行性[J]. *中华放射学杂志*,2019,53(9):767-771.

[13] Repple J, Meinert S, Bolletini I, et al. Influence of electroconvulsive therapy on white matter structure in a diffusion tensor imaging study[J]. *Psychol Med*,2020, 50(5): 849-856.

[14] Lockwood Estrin G, Wu Z, Deprez M, et al. White and grey matter development in utero assessed using motion-corrected diffusion tensor imaging and its comparison to ex utero measures[J]. *MAGMA*,2019, 32(4): 473-485.

[15] 温祖光.先天性感音神经性耳聋患儿听觉传导通路DTI的研究价值[D].南宁:广西医科大学,2019.

[16] 赵鑫,肖宜昌,张小安,等.DTI评价双侧感音神经性耳聋患儿听觉通路的价值[J]. *实用放射学杂志*,2017,33(2):270-272,275.

[17] Huang L, Zheng W, Wu C, et al. Diffusion tensor imaging of the auditory neural pathway for clinical outcome of cochlear implantation in pediatric congenital sensorineural hearing loss patients[J]. *PLoS One*,2015, 10(10): e0140643.

[18] 郑梅竹.先天性感音聋幼儿的内耳形态学研究及听觉传导通路的DTI评估[D].天津:天津医科大学,2011.

[19] 黄乐惺.先天性感音神经性耳聋患儿听觉传导通路及听觉皮层DTI及MRS研究[D].汕头:汕头大学,2015.

[20] Wang H, Liang Y, Fan W, et al. DTI study on rehabilitation of the congenital deafness auditory pathway and speech center by cochlear implantation[J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2019, 276(9): 2411-2417.

(收稿日期:2021-08-26)

本文引用格式:买买提明·马合木提,买买提吐尔洪·艾尼瓦尔,王建新,等.儿童先天性感音神经性聋传导通路磁共振扩散张量成像参数与预后的关系[J]. *中国耳鼻咽喉颅底外科杂志*,2022,28(4):46-51. DOI:10.11798/j.issn.1007-1520.202221327

Cite this article as: MAIMAITI · Mahemuti, MAIMAITITUERHONG · Ainiwaer, WANG Jianxin, et al. Relationship between diffusion tensor imaging parameters of conduction pathway and prognosis of congenital sensorineural hearing-loss in children[J]. *Chin J Otorhinolaryngol Skull Base Surg*, 2022,28(4): 46-51. DOI:10.11798/j.issn.1007-1520.202221327