

Quantitative MRI analysis of normal development of anterior and posterior acetabulum in children

LIU Zhenqing, LIU Hongsheng*, HUANG Li, XIAO Weiqiang, WU Qianqian
(Department of Radiology, Guangzhou Woman and Child's Medical Center,
Guangzhou 510120, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the normal development of anterior and posterior acetabulum in children through measuring anterior and posterior acetabular indexes with the baseline from the thinnest point of acetabulum to the center of femoral head. **Methods** MRI data in 165 normal children aged 0—12 years were collected. The baselines were drawn from the center of the femoral head to the thinnest point of acetabulum (method 1) and from the one midpoint of Y cartilage to the contralateral (method 2), then the anterior or posterior bony acetabular index (A/PBAI) and anterior or posterior cartilaginous acetabular indexes (A/PCAI) were measured. The consistency of above parameters measured using two methods and between two observers was observed, and the correlation with parameters-gestational ages was analyzed. **Results** The consistency of ABAI (ICC=0.832) measured with two methods was good, and the consistency of ACAI (ICC=0.535), PBAI (ICC=0.565) and PCAI (ICC=0.472) was fair. The consistency between two observers was good (all ICC>0.75). ABAI, ACAI and PBAI were negatively correlated with age ($r=-0.762, -0.475, -0.368$, all $P<0.001$), and PCAI had no correlation with age ($r=-0.190, P<0.005$). Before 4 years old, ABAI gradually decreased with age and gradually stabilized after 4 years of age. ACAI and PBAI decreased slightly with aging. PCAI did not change obviously with aging. **Conclusion** The measuring method of anterior and posterior acetabular indexes with the baseline from the thinnest point of acetabulum to the center of femoral head can accurately evaluate the normal development of anterior and posterior acetabulum in children.

[Key words] Magnetic resonance imaging; Acetabulum; Growth and development; Child

DOI:10.13929/j.1003-3289.201703039

MRI 定量分析正常儿童前后髋臼发育

刘振清, 刘鸿圣*, 黄莉, 肖伟强, 吴倩倩

(广州市妇女儿童医疗中心放射科, 广州 广东 510120)

[摘要] **目的** 探讨以股骨头中心点至同侧髋臼最薄弱点之间连线为基线测量前后髋臼指数评价儿童髋关节前后髋臼的正常发育规律。**方法** 收集 165 名 1 个月~12 岁正常儿童髋关节 MRI 资料, 分别以股骨头中心点到同侧髋臼最薄弱点之间的连线为基线(方法 1)和以双侧 Y 形软骨中点的连线为基线(方法 2), 测量前/后骨性髋臼指数(A/PBAI)和前/后软骨性髋臼指数(A/PCAI), 观察 2 种方法、观察者间及观察者内测量上述指数的一致性, 并分析以上指数与年龄的相关性。**结果** 2 种方法测量 ABAI(ICC=0.832)的一致性较好, 测量 ACAI(ICC=0.535)、PBAI(ICC=0.565)、PCAI(ICC=0.472)的一致性均较好。观察者间及观察者内测量髋臼指数的一致性均好(ICC 均>0.75)。ABAI、ACAI 及 PBAI 与年龄呈负相关($r=-0.762, -0.475, -0.368, P$ 均<0.001), PCAI 与年龄无明显相关($r=-0.190, P<0.005$); 4 岁前, ABAI 随年龄增长逐渐减小, 4 岁后逐步趋于平稳; ACAI 及 PBAI 随年龄增长稍有降低; PCAI 随年龄变化不明显。

[基金项目] 广州市科技计划项目(12A113151807)。

[第一作者] 刘振清(1990—), 女, 湖南衡阳人, 硕士, 医师。研究方向: 妇女儿童影像诊断。E-mail: liuzq0230@163.com

[通信作者] 刘鸿圣, 广州市妇女儿童医疗中心放射科, 510120。E-mail: liuhs72@163.com

[收稿日期] 2017-03-09 **[修回日期]** 2018-02-02

结论 以股骨头中心点至髋臼最薄弱点连线为基线测量前后骨性或软骨性髋臼指数,可准确评价髋关节前后髋臼的正常发育情况。

[关键词] 磁共振成像;髋臼;生长和发育;儿童

[中图分类号] R445.2; R336 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2018)04-0601-04

发育性髋关节脱位 (development dysplasia of hip, DDH) 为儿童常见致畸及致残性疾病。DDH 患儿髋臼顶壁、前壁和后壁发育均异常,且程度不一^[1]。既往研究^[2-3]多于髋关节冠状位测量髋臼指数评价髋臼顶壁覆盖股骨头的程度,从而判断髋关节脱位程度及恢复情况。有学者^[1]于髋关节轴位上以双侧 Y 形软骨中点连线为基线,测量髋关节前后髋臼指数,发现 DDH 患儿髋臼前后壁发生改变。目前鲜见关于正常儿童髋关节前后髋臼的研究。Harnroongroj 等^[4]提出于髋关节轴位,以股骨头中心点至同侧髋臼最薄弱点之间连线为基线,通过测量后髋臼股骨头覆盖角评价髋关节稳定性。本研究采用 MR 定量分析儿童髋关节前后髋臼指数,探讨儿童髋关节前后髋臼的正常发育规律,为诊治 DDH 提供理论基础。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2014 年 10 月—2016 年 12 月于我院因非髋关节病变而接受髋关节 MR 检查的 165 名儿童(共 330 髋),其中男 88 名,女 77 名,年龄 1 个月~12 岁,中位年龄 5 岁;分别以 <6 个月、6 个月~<1 岁、1~12 岁每隔 1 年为间隔,将其分为 13 个年龄组,均经超声和 MR 检查排除髋关节脱位或发育不良,无神经系统及其他骨骼肌肉系统性疾病。本研究经我院医学伦理委员会批准通过,监护人均知情同意。

1.2 仪器与方法 采用 Siemens Skyra 3.0T 超导型 MR 扫描仪,32 通道脊柱线圈+18 通道腹部线圈联合成像。嘱受试儿平卧,对不能配合者给予口服 6.5% 水合氯醛(0.5 ml/kg 体质量)镇静。扫描参数:T1 star-vibe,TR 4.01 ms,TE 1.93 ms,FOV 256 mm×256 mm,层厚 3 mm,扫描时间 15 min。

1.3 观察指标 由 2 名主治以上影像学诊断医师以盲法观察所有图像,意见不一致时经协商统一。选择经过股骨头中心层面的轴位图像,分别以股骨头中心至同侧髋臼最薄弱处连线为基线(方法 1)和以双侧 Y 形软骨中点连线为基线(方法 2)测量儿童双侧髋关节髋臼指数,包括前/后骨性髋臼指数 (anterior/posterior bony acetabular index, A/PBAI) 和前/后软骨性髋臼指数 (anterior/posterior cartilaginous acetabular index, A/PCAI)。若 2 名观察者间测量髋

臼指数的一致性,分析观察者 1 采用 2 种方法测量髋臼指数的一致性;如果 2 名观察者间一致性不好,则重新测量。

1.3.1 方法 1 A/PBAI 为骨性髋臼前/后壁外缘至髋臼最薄弱点与股骨头中心至同侧髋臼最薄弱处连线的夹角(图 1A);A/PCAI 为软骨性髋臼前/后壁外缘至髋臼最薄弱点与股骨头中心至同侧髋臼最薄弱处连线的夹角(图 1B)。

1.3.2 方法 2 A/PBAI 为骨性髋臼前/后壁外缘至双侧 Y 形软骨中点连线的夹角(图 2A);A/PCAI 为软骨性髋臼前/后壁外缘至双侧 Y 形软骨中点连线的夹角(图 2B)。

1 周后随机选择 10 名受试儿,采用方法 1 重复测量双侧髋关节髋臼指数,评价观察者内一致性。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 13.0 统计分析软件,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示。采用组内相关系数 (intraclass correlation coefficient, ICC) 评价观察者 1 采用 2 种方法、2 名观察者采用方法 1 及同一观察者采用方法 1 测量髋臼指数的一致性,ICC 值 <0.40 为一致性差,0.40~0.75 为一致性较好,>0.75 为一致性好。采用方法 1 计算不同年龄组髋关节前后髋臼指数参考值范围,以 Pearson 相关分析法评估年龄与双侧髋关节髋臼指数的相关性,相关系数 $r > 0.8$ 为高度相关,0.5~0.8 为中度相关,0.3~0.5 为低度相关,<0.3 为无明显相关。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。绘制年龄-髋臼指数变化曲线图,分析以方法 1 测量双侧髋关节的前后髋臼指数随年龄变化的趋势。

2 结果

2.1 2 名观察者间一致性分析 2 名观察者采用方法 1 测量 ABAI (ICC = 0.906)、ACAI (ICC = 0.887)、PBAI (ICC = 0.838) 及 PCAI (ICC = 0.773) 一致性均好 (P 均 < 0.01)。

2.2 2 种测量方法一致性分析 2 种方法测量 ABAI (ICC = 0.832) 的一致性,测量 ACAI (ICC = 0.535)、PBAI (ICC = 0.565)、PCAI (ICC = 0.472) 的一致性均较好 (P 均 < 0.001)。

2.3 观察者内一致性分析 同一观察者采用方法 1 测量 ABAI (ICC = 0.886)、ACAI (ICC = 0.870)、PBAI

(ICC = 0.766) 及 PCAI (ICC = 0.909) 一致性均好 (P 均 < 0.01)。

2.4 不同年龄段正常儿童双侧髋关节髋臼指数值 采用方法 1 对不同年龄段正常儿童双侧髋关节髋臼指数的测值见表 1, ABAI、ACAI 及 PBAI 随年龄增长逐渐减小, PCAI 变化不明显。

2.5 双侧髋关节髋臼指数与年龄相关性分析 ABAI ($r = -0.762, P < 0.001$) 与年龄呈中度负相关, ACAI ($r = -0.475, P < 0.001$)、PBAI ($r = -0.368, P < 0.001$) 与年龄呈低度负相关, PCAI ($r = -0.190, P < 0.005$) 与年龄无明显相关性。4 岁前, ABAI 随年龄增长而逐渐减小, 4 岁后逐步趋于平稳; ACAI 及 PBAI 随年龄增长稍有降低; PCAI 随年龄变化不明显。

3 讨论

DDH 是指股骨头与髋臼失去正常的同心圆关系。髋臼指数越大, 髋臼覆盖股骨头程度越小, 发育越差^[5]。研究^[6]认为, 正常髋臼失去股骨头的正常压力刺激及脱位股骨头对髋臼的异常应力导致髋臼形态改变, 如髋臼外上缘(顶壁)骨性或软骨性缺损, 可导致 DDH。刘志新等^[1]发现 DDH 患儿髋臼前壁和后壁存在程度不一的病理改变; 卢明明等^[7]也发现 DDH 患者骨性及软骨性缺损主要位于髋臼外上缘及前缘。因此, 正确认识髋关节前后髋臼的正常发育规律对全面评价髋关节的稳定性至关重要。

Buckley 等^[8]提出在轴位髋关节 CT 上以两侧 Y 型软骨中点连线为基线测量前后髋臼指数 (AAI、PAI), 可评价髋臼前后壁的发育情况。此后, 有学者^[1,7,9]在轴位髋关节 CT 和 MRI 上沿用此法, 测量前后髋臼指数评价髋关节前后髋臼发育情况。但是, 由于此法要求双侧股骨头显示最大层面在同一层面, 并

表 1 不同年龄段儿童双侧髋关节髋臼指数值($^{\circ}$, $\bar{x} \pm s$)

年龄(岁)	例数(人)	ABAI	ACAI	PBAI	PCAI
0~<0.5	11	80.18±8.31	55.59±5.44	59.70±5.14	48.36±4.90
0.5~<1	12	73.13±8.28	51.30±7.67	60.37±3.92	48.30±4.17
1~<2	11	68.47±5.90	54.18±4.62	57.73±3.75	47.49±3.54
2~<3	15	64.68±4.28	52.44±4.47	59.02±6.20	48.03±5.66
3~<4	15	58.34±3.72	47.70±1.78	62.34±5.94	51.12±4.21
4~<5	13	57.48±4.24	48.83±2.93	59.78±4.14	49.56±3.87
5~<6	14	56.78±4.09	46.78±4.28	60.16±5.33	50.33±5.05
6~<7	12	53.23±3.53	45.84±2.73	59.00±3.98	49.71±3.36
7~<8	12	55.63±4.84	48.33±3.63	56.89±4.18	47.66±3.75
8~<9	12	53.15±4.21	45.34±3.18	56.45±2.98	46.87±2.40
9~<10	14	55.54±3.71	46.89±3.30	54.93±5.01	45.02±3.56
10~<11	12	51.46±3.01	46.72±3.33	53.12±3.17	46.61±3.39
11~12	12	53.20±4.93	47.26±3.83	55.59±3.89	46.87±3.18

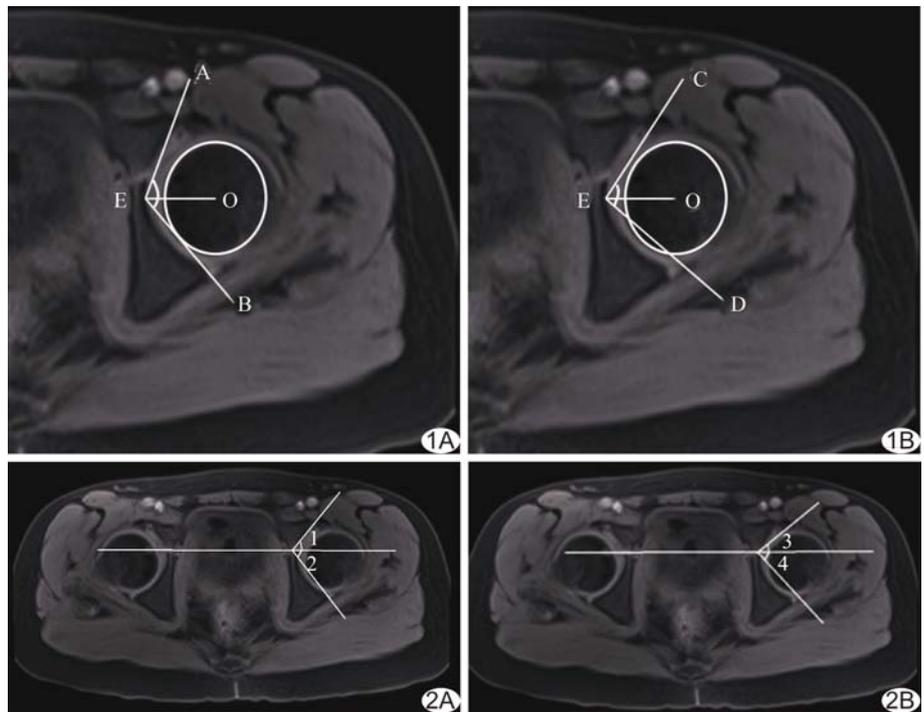


图 1 以股骨头中心至同侧髋臼最薄弱处连线为基线测量双侧髋关节髋臼指数示意图 A. A/PBAI($\angle AEO$ 为 ABAI; $\angle BEO$ 为 PBAI); B. A/PCAI($\angle CEO$ 为 ACAI; $\angle DEO$ 为 PCAI)

图 2 以双侧 Y 型软骨中点连线为基线测量双侧髋关节髋臼指数示意图 A. A/PBAI($\angle 1$ 为 ABAI; $\angle 2$ 为 PBAI); B. A/PCAI($\angle 3$ 为 ACAI; $\angle 4$ 为 PCAI)

以两侧 Y 型软骨中点连线为基线, 当患者被动体位或骨盆倾斜时, 无法保证基线的准确性。2013 年, Harnroongroj 等^[4]提出在髋关节轴位图像上以股骨头中心点到同侧髋臼最薄弱点之间连线为基线, 测量后侧髋臼股骨头覆盖角评价后侧髋臼的稳定性。本研究以股骨头中心点到同侧髋臼最薄弱点之间连线为基线(方法 1), 以骨性或软骨性髋臼前壁或后壁外缘至髋臼最薄弱点之间连线与基线的夹角为前后骨性或软

骨性髋臼指数;结果表明,观察者内及观察者间的一致性较好,方法 1 与传统方法测量前后髋臼指数(方法 2)一致性好,且采用方法 1 可避免患儿体位及对侧髋关节影响测量结果的准确性。

本组 ABAI、ACAI 及 PBAI 随年龄增加而逐渐减小,PCAI 随年龄增加变化不明显;提示随年龄增长,髋臼逐渐骨化,前后骨性髋臼对股骨头的覆盖程度逐渐增加;前软骨性髋臼对股骨头的覆盖程度随年龄增长而逐渐增加,而后软骨性髋臼基本保持稳定,提示在髋关节发育过程中,前髋臼对股骨头的覆盖不足和后髋臼的相对稳定使髋关节易向前脱位。本研究结果显示,4 岁前 ABAI 及 ACAI 随年龄增长呈明显下降趋势,4 岁后逐步接近成人水平,提示 4 岁是转折点:4 岁前髋臼发育较快,4 岁后前髋臼发育保持稳定,而后软骨性髋臼在髋关节正常发育过程中基本保持稳定,故 DDH 患儿应尽量在 4 岁前复位,疗效更佳。对须于 4 岁后接受复位的 DDH 患儿,应尽可能增加前髋臼对股骨头的覆盖,避免残留畸形或髋脱位复发。王立英等^[10]认为 DDH 患儿应在 2 岁以内接受治疗,重塑髋关节形态,才能保护髋关节功能。本研究还发现,4 岁前 ABAI 随年龄增长而下降的趋势较 ACAI 更为明显,提示软骨在髋臼正常发育中更趋稳定,在早期诊断髋脱位及疗效评估中的作用也更为准确和直接^[5]。

综上所述,以股骨头中心点至髋臼最薄弱点连线为基线测量前后骨性或软骨性髋臼指数,可准确评价髋关节前后髋臼的正常发育情况。随年龄增长,儿童前骨性和软骨性髋臼及后骨性髋臼对股骨头的覆盖程

度逐渐增加;后软骨性髋臼基本保持稳定。

[参考文献]

- [1] 刘志新,刘卫东,赵群,等. 幼儿发育性髋脱位髋臼形态学的 MRI 研究. 中华小儿外科杂志, 2002, 23(1): 43-46.
- [2] Huber H, Mainard-Simard L, Lascombes P, et al. Normal values of bony, cartilaginous, and labral coverage of the infant hip in MR imaging. J Pediatr Orthop, 2014, 34(7): 674-678.
- [3] Li LY, Zhang LJ, Li QW, et al. Development of the osseous and cartilaginous acetabular index in normal children and those with developmental dysplasia of the hip: A cross-sectional study using MRI. J Bone Joint Surg Br, 2012, 94(12): 1625-1631.
- [4] Harnroongroj T, Suangyanon P, Tharmviboonsri T, et al. Posterior acetabular arc angle of the femoral head assesses instability of posterior fracture-dislocation of the hip. Int Orthop, 2013, 37(6): 1141-1145.
- [5] 曾斯慧,刘鸿圣,徐宏文,等. 正常小儿髋关节发育的磁共振成像定量分析. 中国医学影像技术, 2011, 27(7): 1472-1476.
- [6] Wakabayashi K, Wada I, Horiuchi O, et al. MRI findings in residual hip dysplasia. J Pediatr Orthop, 2011, 31(4): 381-387.
- [7] 卢明明,彭鹏,赵军,等. 发育性髋关节发育不良髋臼形态变化的 MRI 分析. 中国骨与关节损伤杂志, 2016, 31(10): 1012-1015.
- [8] Buckley SL, Sponseller PD, Magid D. The acetabulum in congenital and neuromuscular hip instability. J Pediatr Orthop, 1991, 11(4): 498-501.
- [9] 陈帅,王克来,庄岩,等. 发育性髋关节脱位髋臼形态的 MRI 研究. 山东大学学报(医学版), 2011, 49(8): 144-147, 152.
- [10] 王立英,王春祥,闰喆,等. MRI 定量测量不同年龄正常儿童髋关节. 中国医学影像技术, 2014, 30(12): 1909-1912.

《中国医学影像技术》投稿须知(三)

7 赠刊及稿酬 论文见刊后,本刊将向第一作者邮寄两本赠刊。本刊按国家规定向作者支付稿酬,为一次性稿酬,纸质载体、光盘载体及网络版形式形式刊载文章的稿酬合并计算。如第一作者变更通信地址,请及时更改注册信息同时邮件通知编辑部。

8 本刊邮箱 cjmit@mail.ioa.ac.cn

9 本刊网址 www.cjmit.com

10 地址 北京市海淀区北四环西路 21 号(中科院声学所)大猷楼 502 室,《中国医学影像技术》期刊社,邮政编码 100190。电话:010-82547901/2,传真:010-82547903