

论 著 · 骨 肌

超声测量骨龄结合垂体MRI特征评估女童中枢性性早熟的效果分析*

黄逸飞¹ 周星旭¹ 袁莉萍¹
尤宇韬² 袁红梅^{1,*}
1.川北医学院附属医院超声医学科
2.川北医学院附属医院放射科
(四川 南充 637000)

【摘要】目的 探讨超声测量骨龄结合垂体磁共振成像(MRI)特征评估女童中枢性性早熟的效果。方法 纳入2022年10月至2024年10月本院中枢性性早熟女童80例为性早熟组,另选同期60例单纯乳房早发育女童为对照组。对比两组骨龄及垂体MRI特征。结果 两组骨龄延迟占比相当($P>0.05$);性早熟组骨龄提前占比高于对照组,骨龄正常占比低于对照组($P<0.05$);两组前叶矢状面积/后叶矢状面积、矢状前后径、后叶矢状前后径、高径及面积相当($P>0.05$);较对照组,性早熟组垂体高度、冠状高径、前叶矢状高径、前后径、面积、前叶矢状高径/后叶矢状高径、IV~V级垂体形态占比更高,冠状宽径更低($P<0.05$)。结论 中枢性性早熟女童骨龄提前比例更高,且垂体前叶参数(高度、面积及前后叶比例)显著增大,提示其与性腺轴过早激活相关,联合检测可为临床鉴别诊断提供客观依据。

【关键词】超声;骨龄;垂体磁共振成像;中枢性性早熟;女童
【中图分类号】R445.2
【文献标识码】A
【基金项目】四川省科技计划项目(2019YJ0710)
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.10.048

Evaluation of Bone Age by Ultrasonography Combined with MRI Features of Pituitary Gland in Girls with Central Precocious Puberty*

HUANG Yi-fei¹, ZHOU Xing-xu¹, YUAN Li-ping¹, YOU Yu-tao², YUAN Hong-mei^{1,*}.
1.Department of Ultrasound Medicine, Affiliated Hospital of North Sichuan Medical College, Nanchong 637000, Sichuan Province, China
2.Department of Radiology, Affiliated Hospital of North Sichuan Medical College, Nanchong 637000, Sichuan Province, China

ABSTRACT
Objective To investigate the effect of ultrasonography on bone age combined with pituitary magnetic resonance imaging (MRI) in the assessment of central precocious puberty in girls. **Methods** From October 2022 to October 2024, 80 girls with precocious puberty in our hospital were included as the precocious puberty group, and 60 girls with simple breast premature development were selected as the control group. Bone age and MRI features of pituitary gland were compared between the two groups. **Results** The proportion of delayed bone age was similar between the two groups ($P>0.05$). The proportion of premature bone age in precocious puberty group was higher than that in control group, and the proportion of normal bone age was lower than that in control group ($P<0.05$). The anterior sagittal area/posterior sagittal area, anterior sagittal diameter, posterior sagittal diameter, height diameter and area of the two groups were similar ($P>0.05$). Compared with the control group, the pituitary height, coronal height diameter, anterior sagittal height diameter, anterior and posterior diameter, area, anterior sagittal height diameter/posterior sagittal height diameter, IV~V grade pituitary morphological ratio were higher in precocious puberty group, and the coronal width diameter was lower ($P<0.05$). **Conclusion** The proportion of bone age advance in girls with central precocious puberty is higher, and the parameters of anterior pituitary (height, area and ratio of anterior and posterior lobes) are significantly increased, suggesting that it is related to premature activation of gonadal axis. Combined detection can provide objective basis for clinical differential diagnosis.
Keywords: Ultrasound; Bone Age; Pituitary Magnetic Resonance Imaging; Central Precocious Puberty; Girl

中枢性性早熟是一种因下丘脑-垂体-性腺轴(HPGA)功能过早激活引发第二性征提前发育的儿科内分泌疾病,多见于女童,患儿常伴随骨龄超前加速及成年身高受损^[1-2]。单纯乳房早发育则表现为8岁前仅有乳房发育而无其他性成熟体征,两者早期鉴别对临床干预至关重要^[3-4]。现有血清学指标因生理波动较大易致误诊^[5]。常规超声具有无辐射、操作便捷等优势,其通过测量特定骨骺区域骨化率,已建立与X线骨龄高度相关的评估模型,但其中枢性性早熟女童中的特异性表现仍需验证^[6]。垂体磁共振成像(MRI)凭借多序列成像技术,可清晰显示垂体形态结构变化,为性腺轴功能评估提供客观依据^[7]。本研究探讨超声测量骨龄结合MRI特征评估女童中枢性性早熟的效果,报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 纳入2022年10月至2024年10月本院中枢性性早熟女童80例为性早熟组,另选同期60例单纯乳房早发育女童为对照组。其中性早熟组年龄4~7岁,平均(7.11 ± 0.25)岁;病程1~6个月,平均(3.48 ± 0.35)个月。对照组年龄5~7岁,平均(6.88 ± 0.39)岁;病程2~6个月,平均(3.32 ± 0.39)个月。两组一般资料相当($P>0.05$)。性早熟组纳入标准:符合中枢性性早熟相关共识^[8];均为女童。对照组纳入标准:均为女童;仅乳房存在早发育,不伴子宫或卵巢等第二性特征;无青春期功能及形态变化。性早熟组及对照组排除标准:存在心、肝、肾等脏器功能严重障碍者;因中枢神经系统相关疾病所致中枢性性早熟者;存在MRI扫描禁忌证者;存在感染性疾病者;膝、腕关节存在先天发育不良、感染、创伤或关节炎等病理变化者;其他内分泌疾病、肿瘤所引起的性早熟;假性性早熟。

1.2 方法 (1)超声测量骨龄:使用法国声科Aixplorer V超声诊断仪,SL15-4线阵探头,选择骨骼成像专用模式,深度2~4cm。左腕中立位,探头长轴平行桡骨长轴,放于桡骨茎突近端处1~2cm,探查桡骨远端冠状面;轻旋前臂,探头横断面放于尺骨茎突,探查尺骨远端冠状面,膝关节伸展,探头放于股骨内侧髁,探查股骨远端远端冠状面,保存清晰图像,以垂直于骨化中心和骨骺远端垂直切线的测量线,测量各目标骨骼的骨化中心最大径(d)及骨骺的最大径(D)(图1~3)。计算目标骨化中心与骨骺最大径之比,即骨化率($OR=d/D\times100\%$)。将患者桡骨、尺骨、股骨的骨化率相加并乘以100,以求得患儿的超声骨骼成熟度评分(SMS),根据文献报道的超声骨骼成熟度评分表^[9]来计算相应骨龄。骨龄诊断标准^[10]:①骨龄提前:超声评估骨龄比实际年龄大 ≥1 岁;②骨龄正常:骨龄与实际年龄差值在 ±1 岁以内;③骨龄延迟:骨龄比实际年龄小 ≥1 岁。(2)垂

【第一作者】黄逸飞,男,住院医师,主要研究方向:主要从事肌骨超声及介入超声。E-mail: hyifei12001@163.com
【通讯作者】袁红梅,女,主任医师,主要研究方向:主要从事肌骨超声及介入超声。E-mail: yhmmyh@126.com

体MRI检查：使用GE 公司 Signa excite 1.5 T磁共振成像系统8通道头部线圈。仰卧位，在头部通道线圈间隙放入硬海绵垫，头部严格制动，嘱闭眼，放松；同时戴耳塞减少干扰。扫描范围为头颅鞍区，选取T1WI、T2WI等自旋回波序列扫描垂体冠状位、矢状位；扫描参数：T1WI(TR 450ms, TE 9ms, 层厚3mm, 层间距0.3mm)、T2WI(TR 2504ms, TE 100ms, 层厚3mm, 层间距0.3mm)；所有图像传输至工作站后用软件处理，由影像科副主任医师采用双盲法阅片，观察脑垂体形态，测量垂体高度、冠状宽径、高径、前后叶矢状高径、前后径及面积，均重复测量3次，最终结果取平均值。采用Elster垂体分级方法^[11]评估脑垂体形态分级：垂体上缘凹陷明显、轻微凹陷、平坦、轻微凸出、明显凸出分别为 I、II、III、IV、V 级。

1.3 统计学方法 选取SPSS 22.0统计学软件处理数据。计量资料

以($\bar{x} \pm s$)表示，行t检验；计数资料以[例(%)]表示，行 χ^2 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组骨龄比较 两组骨龄延迟占比相当($P > 0.05$)；性早熟组骨龄提前占比高于对照组，骨龄正常占比低于对照组($P < 0.05$)，见表1。

2.2 两组垂体MRI特征比较 两组前叶矢状面积/后叶矢状面积、矢状前后径、后叶矢状前后径、高径及面积相当($P > 0.05$)；较对照组，性早熟组垂体高度、冠状高径、前叶矢状高径、前后径、面积、前叶矢状高径/后叶矢状高径、IV~V级垂体形态占比更高，冠状宽径更低($P < 0.05$)。见表2、图4~6。

表1 两组骨龄比较[n(%)]

组别	例数	骨龄提前	骨龄正常	骨龄延迟
性早熟组	80	54(67.50)	19(23.75)	7(8.75)
对照组	60	2(3.33)	54(90.00)	4(6.67)
χ^2 值		58.819	60.304	0.206
P值		<0.001	<0.001	0.650

表2 两组垂体MRI特征比较[n(%)]

单因素	性早熟组 (n=80)	对照组 (n=60)	t/ χ^2 值	P值
垂体形态			31.000	<0.001
I~III级	22(27.50)	45(75.00)		
IV~V级	58(72.50)	15(25.00)		
垂体高度(mm)	7.25 $\pm$ 0.67	5.39 $\pm$ 0.68	16.152	0.000
冠状高径(mm)	4.63 $\pm$ 1.12	3.79 $\pm$ 0.85	4.853	0.000
冠状宽径(mm)	10.76 $\pm$ 1.63	12.05 $\pm$ 1.48	4.818	0.000
矢状前后径(mm)	8.72 $\pm$ 0.61	8.28 $\pm$ 1.13	1.920	0.057
前叶矢状高径(mm)	5.26 $\pm$ 0.32	4.35 $\pm$ 0.26	18.011	0.000
前叶矢状前后径(mm)	6.17 $\pm$ 1.13	5.68 $\pm$ 0.76	2.901	0.004
后叶矢状高径(mm)	4.73 $\pm$ 0.54	4.62 $\pm$ 0.74	1.017	0.311
后叶矢状前后径(mm)	2.35 $\pm$ 0.47	2.46 $\pm$ 0.32	1.561	0.121
前叶矢状面积(mm ²)	31.25 $\pm$ 2.14	25.68 $\pm$ 3.47	11.701	0.000
后叶矢状面积(mm ²)	11.06 $\pm$ 1.21	10.86 $\pm$ 1.62	0.836	0.404
前叶矢状高径/后叶矢状高径	1.05 $\pm$ 0.16	0.86 $\pm$ 0.13	7.521	0.000
前叶矢状面积/后叶矢状面积	2.95 $\pm$ 0.92	2.35 $\pm$ 0.64	4.326	0.000

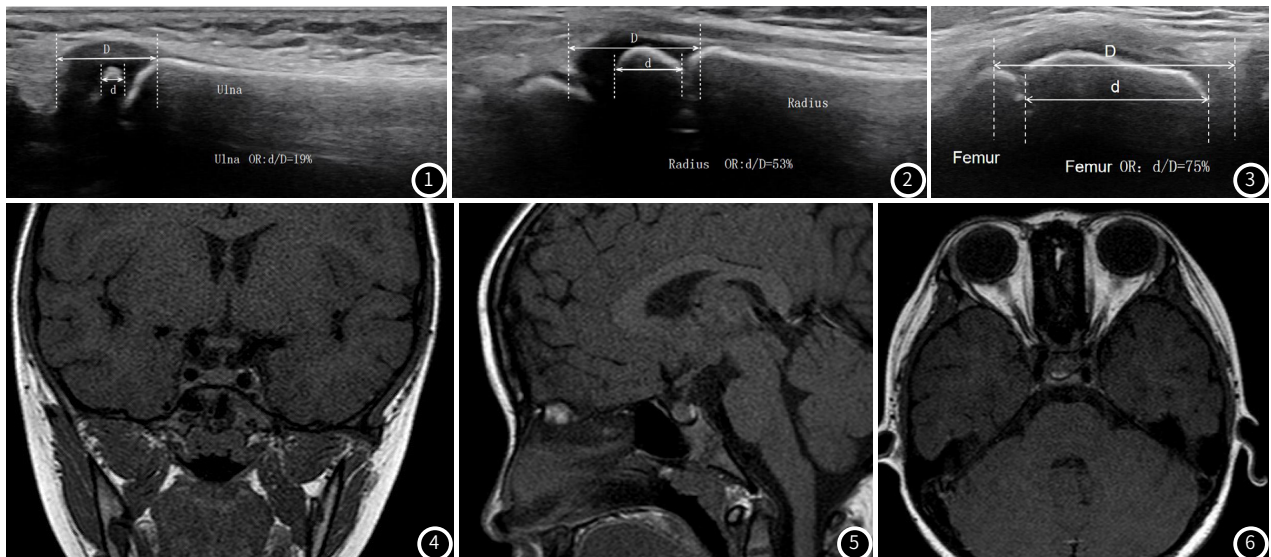


图1 女性中枢性性早熟患儿经左手尺骨茎突冠状面测得尺骨骨化率。D为骨骺最大长径，d为骨化中心最大长径。
图2 女性中枢性性早熟患儿经左手桡骨茎突冠状面测得桡骨骨化率。图3 女性中枢性性早熟患儿经左腿股骨内上髁测得股骨骨化率。
图4 中枢性性早熟女童垂体T1W冠状面。图5 中枢性性早熟女童垂体T1W矢状面。图6 中枢性性早熟女童垂体T1W横断面。

3 讨 论

中枢性性早熟作为儿童内分泌系统常见疾病之一，其核心病理机制涉及下丘脑-垂体-性腺轴的异常激活，促使女童过早进入青春期，伴随骨骼成熟加速及生长潜力受损^[12]。随着社会环境和生活方式的变化，中枢性性早熟发病率呈上升趋势，其精准诊断对延缓性发育进程、改善身高及心理干预具有重要意义。目前，中枢性性早熟的鉴别诊断需综合临床表现、激素水平及影像学证据，但传统骨龄评估依赖X线检查的辐射暴露风险及垂体微小结构变化的识别难度，仍是临床面临的挑战^[13]。近年来，超声技术因其无创、可重复性高等优势，逐步成为骨龄评估的替代工具；而垂体MRI可直观显示垂体形态、高度，且其因无骨骼伪影、无创等优势已被广泛应用于垂体相关疾病诊断^[14]。

本研究显示，性早熟组骨龄提前占比高于对照组，骨龄正常占比低于对照组，提示中枢性性早熟女童存在骨骼成熟加速情况。分析该研究结果，可能是中枢性性早熟患儿因HPGA功能异常导致促性腺激素及性激素水平升高，后者可直接作用于骨骺生长板，加速软骨细胞分化及骨化进程，从而表现为骨龄显著超前；而单纯乳房早发育女童多因短暂性雌激素波动或外周组织敏感性增高引发局部性征发育，但未触发HPGA轴系统性激活，故性激素水平不足以持续刺激骨骼成熟，骨龄多维持正常范围^[15-17]。本研究结果显示，较对照组，性早熟组垂体高度、冠状高径、前叶矢状高径、前后径、面积、前叶矢状高径/后叶矢状高径、IV~V级垂体形态占比更高，冠状宽径更低，提示中枢性性早熟女童骨龄提前与垂体MRI特征联系密切可能与HPGA的过早系统性激活有关。HPGA功能亢进促使患儿垂体前叶促性腺激素分泌细胞代偿性增生，导致前叶体积增大、形态比例失衡(如前叶/后叶高径及面积比升高)，表现为垂体高度增加及形态分级升高(如球形或膨隆的IV~V级特征)^[18]；同时，性激素的持续释放可加速骨骺成熟，导致骨龄超前。而垂体冠状宽径的降低，可能与纵向生长优势及前叶增生导致的横向空间重塑相关^[19-21]。上述结构性改变与功能性骨龄加速可印证HPGA的全面激活，为中枢性性早熟的病理机制提供形态与功能双重证据，凸显影像学特征在揭示性腺轴异常中的生物学意义。

综上，中枢性性早熟女童骨龄提前比例更高，且垂体前叶参数(高度、面积及前后叶比例)显著增大，提示其与性腺轴过早激活相关，联合检测可为临床鉴别诊断提供客观依据。

参考文献

[1] 张霞. 郾城区学龄前儿童性早熟的发生率及危险因素分析[J]. 罕少疾病杂志, 2020, 27(3): 88-90.
[2] Maione L, Bouvattier C, Kaiser UB. Central precocious puberty: recent advances in understanding the aetiology and in the clinical approach[J]. Clin Endocrinol (Oxf), 2021, 95(4): 542-555.

[3] 崔海静, 王霞, 张蕾, 等. 单纯性乳房早发育女童的临床特征及进展为中枢性性早熟的影响因素分析[J]. 保健医学研究与实践, 2024, 21(4): 15-19.
[4] 朱顺叶, 杜敏联, 林爱华. 单纯性乳房早发育向完全性中枢性性早熟转化的相关因素分析[J]. 中国实用儿科杂志, 2008, 23(3): 174-176.
[5] 田宇波, 王祯. 血清指标联合MRI诊断早期特发性中枢性性早熟的价值[J]. 安徽医学, 2022, 43(6): 691-694.
[6] 赵泽庆, 潘慧, 张莉, 等. 超声评估骨龄研究现状及临床应用前景[J]. 协和医学杂志, 2024, 15(2): 400-405.
[7] 史红媛, 建方方, 卞留贯, 孙青芳, 缪飞. 垂体柄病变的MRI影像与临床特征分析[J]. 医学影像学杂志, 2023, 33(2): 181-185.
[8] 中华医学会儿科学分会内分泌遗传代谢学组, 《中华儿科杂志》编辑委员会. 中枢性性早熟诊断与治疗共识(2015)[J]. 中华儿科杂志, 2015, 53(6): 412-418.
[9] Wan J, Zhao Y. Statistical confirmation of a method of US determination of bone age [J]. Radiology, 2021, 300(1): 176-183.
[10] 赵莹, 洪恺, 冯群群, 等. 常规超声定量评估骨龄[J]. 中国医学影像技术, 2021, 37(9): 1405-1409.
[11] 刘奎是, 李彦, 严福华, 等. 垂体磁共振临床图像质量评价研究[J]. 中国医疗设备, 2019, 34(7): 34-40.
[12] 中华医学会儿科学分会内分泌遗传代谢学组, 中华儿科杂志编辑委员会. 中枢性性早熟诊断与治疗专家共识(2022)[J]. 中华儿科杂志, 2023, 61(1): 16-22.
[13] 程陈, 刘岷, 孟繁博, 等. 超声定量评估骨龄对女童中枢性性早熟的诊断价值[J]. 中国中西医结合影像学杂志, 2024, 22(5): 603-606.
[14] 黄思琪, 刘祖霖, 张丽娜, 等. 儿童库欣病诊治分析(附1例报告并文献复习)[J]. 罕少疾病杂志, 2022, 29(6): 9-11.
[15] 李萍, 王海亮, 张晓华, 等. 特发性中枢性性早熟女童垂体磁共振成像影像特征及与性激素水平的相关性分析[J]. 中国妇幼保健, 2025, 40(2): 372-375.
[16] 郑新月, 焦娇, 张雪松. 中枢性性早熟女童血清神经肽类物质和网膜素-1的表达与骨龄指数和卵巢体积的相关性分析[J]. 中国医药, 2024, 19(6): 888-892.
[17] 李丽莹, 王岩, 周芸, 等. 特发性中枢性性早熟与盆腔超声检查及骨龄情况分析[J]. 医学影像学杂志, 2024, 34(9): 88-91.
[18] P Kendirci HN, Kaba I, Fidan N. Evaluation of pituitary/cranial imaging results of central puberty precocious cases[J]. Niger J Clin Pract, 2022, 25(4): 466-472.
[19] 侯哲, 王敏红, 李志鸿, 等. 垂体相关临床及MRI影像组学特征联合列线图鉴别特发性中枢性性早熟与单纯乳房早发育[J]. 中国医学影像技术, 2023, 39(8): 1133-1138.
[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.
[21] 林丽君, 陈鹏, 吕芳滨. 垂体MRI形态测量对中枢性性早熟女童性腺的临床诊断价值[J]. 中国妇幼保健, 2021, 36(24): 5825-5828.

(收稿日期: 2025-04-25)
(校对编辑: 翁佳鸿、韩敏求)