

论 著

基于T2 Map和mDIXON Quant探讨MRI定量评价拇外翻肌病的效能*

张慧慧^{1,2} 孟祥虹² 王 植^{2,*}

1.天津中医药大学 (天津 301617)

2.天津大学天津医院放射二科 (天津 300211)

【摘要】目的 探讨T2 Map和mDIXON QuantMRI评价拇外翻(HV)肌肉病变的价值。方法 纳入我院初诊HV患者9人13足,健康志愿者6人10足为对照组。行负重X线片,常规MRI及T2 map、mDIXON Quant检查。在X线片测量拇外翻角和第1、2跖骨间角,足内、外侧纵弓。功能序列测量拇展肌,拇收肌斜头、横头,拇短屈肌内、外侧头T₂值和脂肪分数。应用U检验比较HV组与对照组T₂值和脂肪分数的差异,Spearman相关检验评价T₂值、脂肪分数与平片角度之间相关性。结果 HV组拇短屈肌内、外侧头,拇收肌斜头和横头T₂值较对照组均增高(P<0.05)。拇收肌斜头T₂值与拇外翻角正相关(R=0.611,P=0.027),与内侧纵弓角度正相关(R=0.69,P=0.009)。两组脂肪分数无统计学差异。结论 T2 map可以定量评价HV肌肉病变,HV患者拇短屈肌和拇收肌水肿更明显,拇收肌斜头水肿程度与HV严重程度和扁平足正相关。

【关键词】拇外翻; T2 mapping; mDIXON Quant; 骨骼肌; MRI

【中图分类号】R445.2

【文献标识码】A

【基金项目】天津市天津医院院级课题(TJYY1809)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.05.050

To Explore the Efficacy of Functional MRI in Quantitative Evaluation of Hallux Valgus Muscle Disease: A Clinical Study Based on T2 Mapping and mDIXON Quant*

ZHANG Hui-hui^{1,2}, MENG Xiang-hong², WANG-Zhi^{2,*}.

1.Tianjin University of Traditional Chinese Medicine,Tianjin 301617, China

2.Department of Radiology, Tianjin Hospital, Tianjin University, Tianjin 300211, China

ABSTRACT

Objective To evaluate the value of T2 Mapping and mDIXON QuantMRI quantitative techniques in evaluating muscle lesions in patients with Hallux Valgus (HV). **Methods** 9 adult patients (13 feet) with newly diagnosed HV in our hospital were enrolled, and 6 healthy volunteers (10 feet) were used as normal control group. All subjects underwent standard weight-bearing AP and lateral X-ray films, foot routine MRI and functional magnetic resonance T2 mapping and mDIXONQuant examination. The hallux valgus angle (HVA) and the interphalangeal angle (IMA) of the first and second metatarsals were measured on the weight-bearing AP X-ray film, and the medial and lateral longitudinal arch of the foot were measured on the weight-bearing lateral X-ray film. T2 values and fat fractions of Abductor Hallucis, Obliquus head of Adductor Hallucis, Transverse head of Adductor Hallucis, Medial head of Flexor Hallucis Brevis, Lateral head of Flexor Hallucis Brevis were measured on T2mapping and mDIXONQuant sequences.Mann-Whitney U test was used to compare the difference of T2 values and fat fractions between HV group and healthy control group. Spearman correlation test was used to evaluate the correlation between T2 value, fat fractions and the angles measured by plain film. **Results** The T2 values of the Obliquus head of Adductor Hallucis, Transverse head of Adductor Hallucis, Medial head of Flexor Hallucis Brevis, Lateral head of Flexor Hallucis Brevis in HV patients were higher than those in normal controls(P<0.05). The T2 value of the Oblique head of Adductor Hallucis was positively correlated with the HVA (R=0.611, P=0.027), and also positively correlated with the angle of the medial longitudinal arch (R=0.69, P=0.009).There was no significant difference in the fat fraction of Flexor Hallucis Brevis, Adductor Hallucis, and Adductor Hallucis between HV group and control group. **Conclusion** T2 mapping can quantitatively evaluate HV muscle lesions. HV patients have more obvious edema in Adductor Hallucis and Flexor Hallucis Brevis.The degree of edema in oblique head of the Adductor Hallucis is positively correlated with the severity of HV and Flatfoot.

Keywords: Hallus Valgus T2 Mapping mDIXON Quant Skeletal Muscle MRI

拇外翻(Hallus Valgus, HV)是前足最常见的疾病之一,多见于中老年妇女^[1]。HV可以导致第一跖趾关节近至距骨,远至远端趾骨的紊乱^[2]。临床主要表现为疼痛、畸形及拇囊炎形成,给患者生活、工作带来极大不便。手术是矫正HV畸形的主要方法^[3],通常包括骨性和软组织矫正。软组织作为第一跖趾关节的动态稳定结构,在HV的发生进展中起着极其重要的作用^[4-7]。然而临床对软组织的矫形尚需要依据术中所见和术者经验决定^[8]。造成这种情况的原因是目前没有能够在术前对软组织进行有效定量评估的影像学检查。因此术前对HV患者软组织进行全面充分地评估,对手术方式的选择、手术预后的评估及并发症的预防至关重要。

X线检查是诊断HV最基础的检查。常用角度测量是判断HV畸形严重程度的基本参数,用于手术方案的选择和手术疗效的评估^[9,24]。但无法评估附着于各骨的肌腱韧带的病理改变。磁共振检查(magnetic resonance imaging, MRI)无创无辐射,软组织分辨率高,能够清晰显示软组织结构的变化,常用于拇外翻患者第一跖趾关节软骨、软骨下骨、肌腱及肌肉等病变的定性评价^[10-11]。MRI功能成像技术可以对疾病进行定量评价,已广泛应用于临床。

第一跖趾关节的动态稳定结构主要包括拇展肌(abductor hallucis, ABD),拇收肌斜头(oblique head of adductor hallucis, ADDO),拇收肌横头(transverse head of adductor hallucis, ADDT),拇短屈肌内侧头(medial head of flexor hallucis brevis, FHBM),拇短屈肌外侧头(lateral head of flexor hallucis brevis, FHBL)^[12-13]。目前这些肌肉如何影响HV畸形的发生、进展的机制并未被阐述,肌肉损伤程度与HV严重程度相关性也罕见报道。常规MR对拇外翻的研究主要集中于肌肉萎缩、关节炎症改变等定性评价,对于肌肉病变的定量研究未见报道。

T2 Mapping是一种多回波磁共振序列,可以定量检测微观组织环境中生理或病理变化相关的水弛豫时间改变^[14-15]。脂肪定量技术mDIXON Quant基于3D多回波水脂分离技术,可以准确检测活体组织的脂肪分数,评估有无脂肪沉积^[16],被广泛应用于腹部、椎体等部位,是目前脂肪定量最常用、最广泛的技术^[17]。目前国内外罕有报道应用T2 Mapping, mDIXON Quant定量技术评价HV的肌肉T2弛豫时间和脂肪分数的研究。

本研究目的在于:(1)探究 T2 Mapping和 mDIXON Quant定量技术评价HV肌肉病变

【第一作者】张慧慧,女,初级技师,主要研究方向:骨肌影像技术。E-mail: 15602179624@163.com

【通讯作者】王 植,男,主任医师,主要研究方向:骨肌影像诊断。E-mail: wz13820256789@163.com

的价值；(2)应用T2 Mapping技术定量评价HV患者肌肉病变与HV和扁平足严重程度有无相关性。

1 资料与方法

1.1 研究对象 本研究已经我院伦理委员会批准，所有患者均已知情同意。

纳入标准：我院足踝外科2021年4月至2021年11月间初诊HV的成年患者，年龄在18~70岁。排除标准：合并有趾间肿瘤以及其他足部畸形、感染、近期外伤的患者；有精神疾病或理解力障碍；HV足有金属内固定影响核磁图像质量，不能达到诊断要求的患者；不能独自站立的患者。本研究共纳入HV患者9人共13足，(男5人，女4人；年龄范围：26岁~65岁，平均年龄：36.1岁；左足6例，右足7例)。此外，本研究纳入健康志愿者6人共10足，(男3人，女3人；年龄范围：21岁~56岁，平均年龄：31.2岁；左5例，右5例)作为正常对照组。纳入标准：无足部疾病或外伤史，足趾活动正常。所有受试者行标准负重正、侧位足X线平片，足部常规MRI及功能磁共振T2 mapping和mDIXON Quant检查。

1.2 研究方法

1.2.1 X线摄片方法 标准负重正位片：被检者站立于足踝负重位摄影专用装置上，膝关节伸直，小腿垂直地面，双足分开与肩同宽，足长轴与平板探测器长轴平行，足尖朝前且在同一水平线上，X线管球向头侧倾斜与人体纵轴成15°，中心线对准患侧足第3跖骨基底，焦片距(focus-film distance, FFD)为120cm，管电压50KV，管电流2mAs。标准负重侧位片：被检者侧位站立于足踝负重位摄影专用装置上，膝关节伸直，双足分开一前一后站立，被检侧小腿垂直地面，足外侧紧贴探测器面板，足长轴与平板探测器长轴平行，X线管球与人体纵轴成90°，中心线对准第一跖骨基底部垂直入射，投照参数同负重正位。

1.2.2 MRI成像 实验组和对照组均使用相同的成像参数，所有受试者检查前静坐30分钟，以消除运动对定量值影响。使用3.0 T MRI设备(Ingenia CX, Philips Healthcare, Best, the Netherlands)，足踝关节线圈(ds Foot-Ankle,四通道)和体部线圈(ds Anterior + ds Posterior Ingenia)，受试者仰卧位，足中立，扫描采用标准体轴的横断面、矢状面、冠状面。MRI检查序列包括：矢状面脂肪抑制(fat suppression, FS)质子密度加权像(proton density weighted imaging, PDWI)，冠状面FS PDWI，横断面FS T₂WI，横断面T₁WI(表1)。横断面扫描范围包括第一跖列远节趾骨头水平至距骨颈水平。

磁共振脂肪定量技术T2 Mapping采用两段式轴向扫描，扫描定位同横断面T₁WI，以保证扫描的横断面图像可以和横断面T₁WI进行融合。第一段扫描范围为内或外侧籽骨出现的层面近端50mm的区域，此区域可以完全显示ABDT走行，显示大部分FHBM，FHBL和ADD0的走行，第二段扫描范围为内侧楔骨基底部层面近端远端各25mm的区域，以显示大部分ABD肌腹。T2 Mapping使用SE T₂WI多回波序列成像，回波链长度为6，参数如下：TR: 2000ms, TE:13ms、26ms、39ms、52ms、65ms、78ms, FOV:12cm×14cm，层厚：3mm，层间距0.3mm，矩阵：200×230。

磁共振脂肪定量技术mDIXON Quant采用3D FFE序列轴向扫描，使用体部线圈(ds Anterior + ds Posterior Ingenia)，扫

描方位和扫描范围同横断面T₁WI，扫描参数如下：TR:8ms，TE:1.25ms，delta TE:0.9ms，FOV:12cm×14cm，层厚:3mm，层间距:0.3mm，矩阵：200×230。

1.2.3 图像分析 采用专业图像分析软件Image pro Plus6.0(GE公司，美国)在负重正位X线像上进行以下角度测量：拇外翻角(hallux valgus angle, HVA)：第一跖骨中轴线与跖趾近节趾骨中轴线的夹角，正常值<15°；第1、2跖骨间角(IMA)：第1、2跖骨中轴线的夹角，正常值<9°。在负重X线侧位像上测量足内、外侧纵弓。内侧纵弓(正常值：113°~130°)：由跟骨的最低点至距骨头的最低点作一直线，再由距骨头的最低点至第1跖骨头最低点作一直线，两直线间的夹角。外侧纵弓(正常值：130°~150°)：由跟骨的最低点至跟骰关节最低点作一直线，再由跟骰关节的最低点至第5跖骨头最低点作一直线，两直线间的夹角^[3]。

使用图像分析软件Philips IntelliSpace® PACS (Philips 医疗，荷兰)对T2 Mapping、mDIXON Quant进行图像后处理。将功能成像图像与T₁WI横断面图像进行图像融合，使用徒手画的方法绘制感兴趣区(ROI)，得到各组肌肉的T₂值，将在T2 mapping横断面上勾画的ROI复制到mDIXON Quant相同层面相同肌肉上，得到相应肌肉的脂肪分数(图1)。对照《骨骼肌肉MRI/CT断层解剖》^[18]确定ABD，ADD0，ADDT，FHBM，FHBL的位置。ABD测量层面选取方法：以第一跖楔关节层面为中心，连续三个层面勾画ROI(平均167.15±18.59mm²，142.1~187.4mm²)。ADDT测量层面选取方法：以ADDT横截面最大层面为中心，连续三个层面勾画ROI(平均46.36±13.88mm²，22.3~69.6mm²)。ADD0，FHBM，FHBL测量层面选取方法：以FHBM与FHBL走行融合层面为中心，连续三个层面勾画ADD0(平均149.49±12.02mm²，86.4~179.6mm²)；FHBM(平均66.52±20.74mm²，44.7~109.8mm²)；FHBL(平均42.88±12.26mm²，32.8~79.4mm²)的ROI。以上各目标肌肉三次测量取平均值。在肌肉边界比较模糊的层面，可以适当缩小勾画范围，保证ROI始终包绕在相应肌肉内。

1.3 统计学分析 采用SPSS 23.0(IBM公司，美国)统计软件包进行统计学分析。计量资料均以均数±标准差表示，计数资料均以百分数表示。应用Mann-Whitney U检验比较HV组与健康对照组ABD，ADD0，ADDT，FHBM，FHBL的T₂值和脂肪分数的差异，应用Spearman相关评价各组肌肉的T₂值与平片测量角度之间的相关性。P<0.05为差异具有统计学意义。

2 结果

HV组和健康对照组ABD，ADD0，ADDT，FHBM，FHBL的脂肪分数差异无统计学意义。两组间的统计学结果汇总，见表2。

HV组和健康对照组FHBM，FHBL，ADD0，ADDT的T₂值差异有统计学意义，其余差异均无统计学意义。两组间的统计学结果汇总，见表3。

2.1 ADD0 T₂值与HVA(R=0.611，P=0.027)、内侧纵弓角度(R=0.69，P=0.009)的大小有显著相关性，其余肌肉与HVA，IMA，内、外侧纵弓角度之间没有发现有统计学意义的相关性。相关性统计学结果见图2。

2.2 典型拇外翻患者与健康志愿者数据比较 见图3~图4。

表1 MRI检查序列及参数

序列	重复时间(ms)	回波时间(ms)	视野(cm)	层厚(mm)	层间距(mm)	矩阵	激励次数
Sag FS PDWI	1800	25	16×20	3.8	0.5	248×284	2
Cor FS PDWI	1800	25	16×20	3.8	0.5	248×284	2
Ax FS T ₂ WI	3000	80	12×14	4	1	200×220	2
Ax T ₁ WI	500	15	12×14	4	1	200×220	4

表2 HV组和对照组肌肉脂肪分数的比较

肌肉	HV组(n=13)	对照组(n=10)	Z值	P值
FHBM	12.9%±6.5%	12.7%±10.3%	-0.245	0.806
FHBL	15.2%±11.1%	10.7%±8.5%	-1.269	0.204
ADD0	12.6%±8.8%	9.1%±10.2%	-1.102	0.271
ADDT	11.9%±8.5%	11.7%±7.8%	-0.234	0.815
ABD	9.6%±13.4%	9.3%±8.3%	-0.033	0.973

表3 HV组和对照组肌肉T₂值(ms)比较

肌肉	HV组(n=13)	对照组(n=10)	Z值	P值
FHBM	52.91±8.85	38.18±3.93	-3.573	<0.001
FHBL	55.16±12.51	35.28±7.12	-3.439	0.001
ADD0	51.7±10.21	36.13±5.93	-3.306	0.001
ADDT	51.37±9.83	40.65±6.54	-2.504	0.012
ABD	45.84±9.89	39.31±5.93	-1.770	>0.05

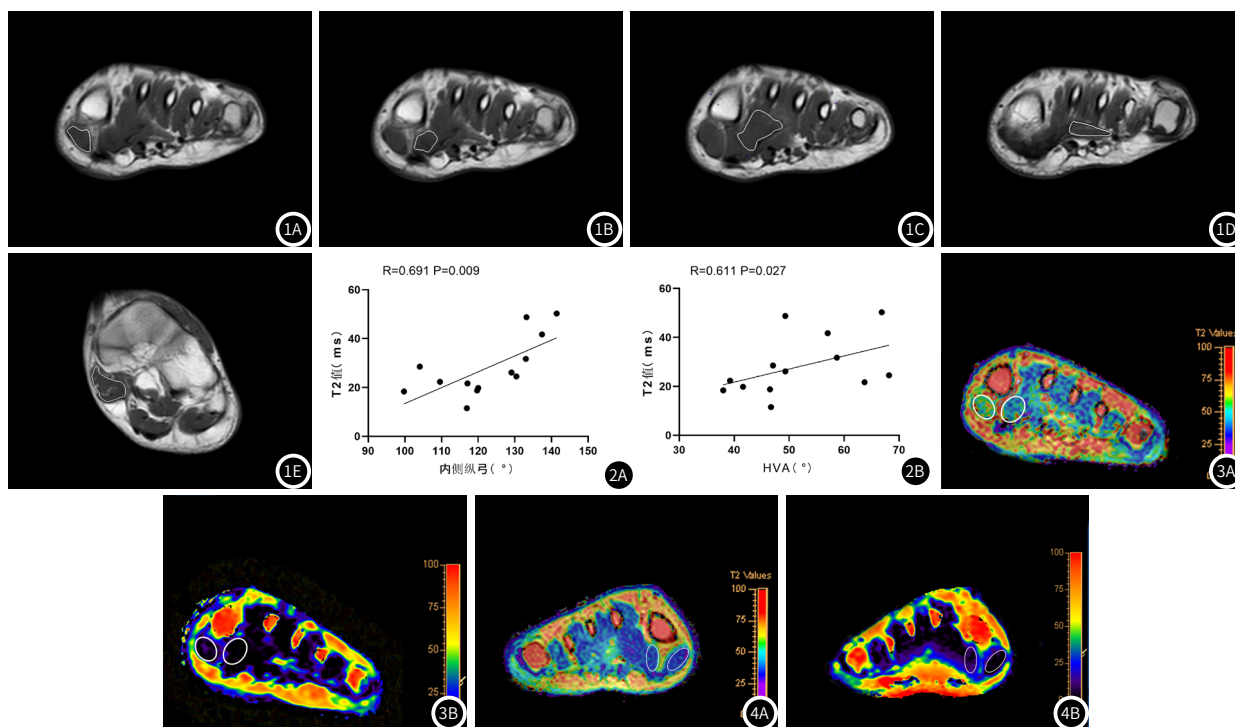


图1A 手画法勾画拇短屈肌内侧头(FHBM)的感兴趣区。图1B 手画法勾画拇短屈肌外侧头(FHBL)的感兴趣区。图1C 手画法勾画拇收肌斜头(ADDO)的感兴趣区。图1D 手画法勾画拇收肌横头(ADDT)的感兴趣区。图1E 手画法勾画拇展肌(ABD)的感兴趣区。图2A 拇收肌斜头(ADDO) T_2 值与内侧纵弓角度的大小有显著相关性($R=0.691$, $P=0.009$)。图2B 拇收肌斜头(ADDO) T_2 值与HVA 的大小有相关性($R=0.611$, $P=0.027$)。图3 女 42岁, 拇外翻患者, $HVA=17.9^\circ$, $IMA=14^\circ$ 。图3A~图3B FHB和FHBL的 T_2 Mapping及脂肪分数伪彩图, T_2 值分别为67.19ms、52.24ms, 脂肪分数分别为3.35%、7.0%。FHB: 拇短屈肌内侧头, FHBL: 拇短屈肌外侧头。图4 男, 33岁, 健康志愿者, $HVA=11.6^\circ$, $IMA=3.3^\circ$ 。图4A~图4B 为FHB和FHBL的 T_2 Mapping及脂肪分数伪彩图, T_2 值分别为34.70ms、34.88ms, 脂肪分数分别为7.07%、4.52%。FHB: 拇短屈肌内侧头, FHBL: 拇短屈肌外侧头。

3 讨论

本研究发现, HV组FHB, FHBL, ADDO, ADDT的 T_2 值均高于健康对照组, 差异具有统计学意义, 且ADDO T_2 值与HVA、内侧纵弓角度的大小成显著正相关。但HV组ABD, FHB, FHBL, ADDO, ADDT的脂肪分数, 与健康对照组的差异无统计学意义。

T_2 Mapping是对水分子扩散敏感的功能MRI技术, 可以定量的检测微观组织环境中生理或病理变化相关水结合的改变^[14-15]。肌肉水肿是 T_2 值升高主要病理改变^[15]。 T_2 mapping已广泛应用于肌肉骨骼成像^[19,23]。Yin^[20]等应用 T_2 mapping对杜氏肌营养不良患者的研究中发现患者大腿肌肉的 T_2 值明显高于健康志愿者, 其大腿肌肉水肿明显, 经组织学活检证实了这一发现。Wang^[21]等应用 T_2 mapping对皮肤性肌炎和多发性肌炎的研究中发现, 肌肉水肿组的 T_2 值明显高于非水肿组。本研究HV组ADD及FHB的 T_2 值明显增高, 可以推断是由肌肉水肿造成的, 需要进一步组织学活检证实。郭娟^[22]等用传统MRI评价HV的研究中发现27%的HV患者存在第一跖趾关节内侧软组织水肿, 本研究中HV组所有患者的ADD及FHB的 T_2 值普遍增高, 提示与传统MRI定性评价相比, T_2 Mapping对HV早期的肌肉水肿病变显示具有很大的优势。

本研究发现, HV患者ADDO T_2 值与HVA、内侧纵弓的大小呈强正相关。ADDO的水肿程度随足弓的低平而加重, 推断ADDO在维持足内侧纵弓中发挥重要作用。ADDO的水肿程度随着HV严重程度的增加而加重, 进一步加重了其在维持内侧纵弓的收缩压力, 可能导致HV与扁平足病程进展的相互促进, 这与《拇外翻治疗专家共识》^[8] HV合并平足, 会加速HV的进展, 平足合并HV患者手术矫形后, 畸形复发的概率高于不合并平足者的观点相吻合。由此, 我们有理由认为术前对ADDO等肌肉的定量评价对术式选择, 预后评估和并发症的预防具有参考价值。

脂肪定量技术mDIXON Quant基于3D多回波水脂分离技术, 可以准确评估活体组织有无脂肪沉积并进行量化^[15], 被广泛应用于腹部、椎体等部位, 是目前脂肪定量最常用、最广泛的技术^[16]。本研究中, mDIXON Quant的统计学结果显示HV组和健康对

照组ABD, FHB, FHBL, ADDO, ADDT的脂肪分数无统计学差异。然而在对HV组的MRI图像分析时发现, 有一例患者足部肌肉形态学上明显萎缩, 其脂肪分数也明显增高。因此, 课题组认为本研究纳入的样本量小, 严重肌肉萎缩的患者太少而未能检测出两组的差异。

本研究主要有以下几点不足: (1)纳入研究的HV组和健康对照组的样本量较小, 统计结果可能存在偏倚, 且不能根据HV的严重程度进行分组而进行亚组间的数据比较。(2)对于HV组患者 T_2 值升高的解释未进行组织学活检验证。(3)未对手术患者进行术后随访, 缺乏对患者手术疗效和预后的评估。后续研究中我们将进一步扩大样本量, 根据HV严重程度分出亚组, 进一步细化肌肉 T_2 值与HV严重程度的关系, 引入磁共振波谱(MRS)验证mDIXON Quant的准确性。

本研究使用 T_2 mapping和mDIXON Quant技术可以定量评价HV肌肉病变, 发现HV患者有更明显的拇短屈肌和拇收肌肌肉水肿, 拇收肌斜头水肿程度与HV严重程度和扁平足呈正相关。本研究证实 T_2 mapping可以用于定量评价HV肌肉病变, 有利于临床术前对软组织进行有效定量评估及术式选择。

参考文献

- [1] Nix S, Smith M, Vicenzino B. Prevalence of hallux valgus in the general population: A systematic review and meta-analysis[J]. J Foot Ankle Res, 2010, 21 (3).
- [2] Perera A M, Mason L, Stephens M M, et al. The pathogenesis of hallux valgus[J]. Bone Joint Surg, 2011, A93: 1650-1661.
- [3] Thordarson D, Ebrahizadeh E, Moorthy M, et al. Correlation of hallux valgus surgical outcome with AOFAS forefoot score and radiological parameters[J]. Foot Ankle Int, 2005, 26 (2): 122-127.
- [4] Morton D J. Structural factors in static disorders of the foot[J]. Am. J. Surg, 1930, 9 (2): 315-328.
- [5] Wilson D W. Treatment of hallux valgus and bunions[J]. British journal of hospital medicine, 1980, 24 (6): 548-549.
- [6] Sarrafian S, Kelikian A. Sarrafian's Anatomy of the Foot and Ankle, 3rd ed, Wolters Kluwer-Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, Pa, 2011, 381-427.
- [7] Kuwano T, Nagamine R, Sakaki K, et al. New radiographic analysis of sesamoid rotation in hallux valgus: Comparison with conventional evaluation methods[J]. Foot Ankle Int, 2002, 23 (3): 811-817.
- [8] 中国医师协会骨科医师分会足踝专业委员会, 中华医学会骨科分会足踝外科学组. 拇

外翻治疗专家共识[J]. 中华医学杂志, 2017, 97 (35): 2726-2732.

- [9] Shima H, Okuda R, Yasuda T, et al. Radiographic measurements in patients with hallux valgus before and after proximal crescentic osteotomy[J]. Bone Joint Surg, 2009, 91 (6): 1369-1376.
 - [10] Jed H, Justin S, Nathan H, et al. Hallux valgus assessment on X-ray and Magnetic resonance Imaging (MRI): Correlation with qualitative soft tissue and internal derangement findings on MRI[J]. Eur J Radiol, 2019, 113: 24-31.
 - [11] 马发鹏, 刘金来, 崔树森, 等. 3.0T磁共振在诊断跗骨窦炎综合征初带损伤中的价值[J]. 罕少疾病杂志, 2021, 第28卷(6): 86-88.
 - [12] Godoy-Santos A L, Cesar C, Weight-Bearing CT International Study Group. Weight-bearing computed tomography of the foot and ankle: an update and future directions[J]. Acta Ortop Bras, 2018, 26 (2): 135-139.
 - [13] Lee K M, Ahn S, Chung C Y, et al. Reliability and relationship of radiographic measurements in hallux valgus foot and ankle[J]. Clin Orthop Relat Res, 2012, 470: 2613-2621.
 - [14] Arpan I, Forbes S C, Lott D J, et al. T2 mapping provides multiple approaches to characterize muscle involvement in neuromuscular diseases: a cross-sectional study of lower leg muscles in 5-15 year old boys with Duchenne Muscular Dystrophy[J]. NMR Biomed, 2013, 3 (26): 320-328.
 - [15] Mendlik T, Faber S C, Weber J, et al. T2 quantitation of human articular cartilage in a clinical setting at 1.5 T: implementation and testing of four multiecho pulse sequence designs for validity[J]. Invest Radiol, 2004, 39 (5): 288-299.
 - [16] 陈晓, 孟晓岩, 李晚桐, 等. 采用基于最小二乘法估计和不对称回波迭代分解水和脂肪成像序列定量评估水-脂模型中脂肪含量的可行性和准确性[J]. 中国放射学杂志, 2017, 31 (12): 2017-2022.
 - [17] 宋宇, 宋清伟, 张楠, 等. 不同场强下磁共振IDEAL-IQ技术对腰椎椎体脂肪含量定量对比分析[J]. 中国临床医学影像杂志, 2019, 30 (9): 656-659.
 - [18] ELKhoury G Y, 韩鸿宾 等. 译. 《骨骼肌肉MRI/CT断层解剖》(第4版); 北京大学医学出版社, 2009: 434-478.
 - [19] Nieminen M T, Rieppo J. T2 relaxation reveals spatial collagen architecture in articular cartilage: a comparative quantitative MRI and polarized light microscopic study[J]. Magn Reson Med, 2001, 3 (46): 489-493.
 - [20] Liang Y, Xie Z Y, Xu H Y, et al. T2 Mapping and Fat Quantification of Thigh Muscles in Children with Duchenne Muscular Dystrophy[J]. Curr Med Sci, 2019, 39 (1), 138-145.
 - [21] Wang F D, Zhang H P, Wu C Y, et al. Quantitative T2 mapping accelerated by GRAPPA-T1 for evaluation of muscles in patients with myositis[J]. Br J Radiol, 2019, 92: 20190109.
 - [22] 郭娟, 钱丽霞, 王晓东. MRI评价拇外翻畸形: 拇趾跖趾关节结构及位置的变化[J]. 中国组织工程研究, 2019, 24: 3857-3861.
 - [23] 龙斌, 董进, 宋少辉, 等. 3.0T MRI T2-mapping成像对膝关节软骨退变的临床价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2015, (1): 90-91, 105.
 - [24] 黄楚昌, 赵胜利, 陈海东等. DR组织均衡技术在足部摄影的应用价值[J]. 罕少疾病杂志, 2010, 17 (4): 39-42.
- (收稿日期: 2022-07-26)

(校对编辑: 朱丹丹)

(收稿日期: 2022-07-26)

(校对编辑：朱丹丹)



(上接第123页)

导FSH、LH合成,导致青春发育,因此性早熟女孩体内的FSH、LH呈高水平状态^[11-12]。既往研究显示^[13], ICPP女孩性激素水平高于单纯性乳房早发育女孩,这与本研究结果基本一致。本研究结果说明ICPP女孩E2、LH性激素水平升高可反映青春发动提前启动,进而刺激性激素大量合成、分泌;而LH/FSH水平升高说明GnRH激发实验可在一定程度上很好区分ICPP和单纯性乳房早发育。

脑垂体可调控对机体生长、代谢、发育、生殖等具有至关重要作用的激素分泌^[14]。临床相关研究显示,青春期正常垂体表现为高径增大,同时垂体凸起,其垂体Elster分级与年龄和机体发育有关^[15]。本研究中ICPP女孩垂体高度高于单纯性乳房早发育女孩,垂体形态I~III级占比低于单纯性乳房早发育女孩,说明ICPP女孩和单纯性乳房早发育女孩垂体高度和形态存在明显差异,临床可通过MRI检查垂体高度和形态鉴别ICPP和单纯性乳房早发育。既往有研究显示^[16],ICPP女孩垂体高度与体内性激素水平密切相关,可作为诊断ICPP的辅助手段,这与本研究有相似之处。但也有研究认为^[17],依据垂体形态诊断ICPP仍具有一定争议,原因是由于垂体柄与垂体前后叶相连,构成下丘脑-垂体-靶器官神经内分泌轴,垂体柄损伤后直接影响内分泌轴的正常功能,而解剖的完整才能保证功能的正常,这导致MRI扫描垂体时影像学变化不具有特异性,对垂体形态的变化评估可能不准确,使得垂体分级出现偏差,造成ICPP误诊或漏诊^[18]。对于这一争议需扩大样本量,进行深入研究。本研究中,ICPP女孩冠状高径、矢状前后径明显高于单纯性乳房早发育女孩,冠状宽径低于单纯性乳房早发育女孩。进一步相关分析发现,冠状高径、矢状前后径与E2、LH、LH/FSH均呈正相关,冠状宽径与E2、LH、LH/FSH均成负相关。本研究结果说明下丘脑神经内分泌调节功能异常,致使青春发动提前。垂体MRI表现可作为诊断ICPP的潜在指标。

综上所述, ICPP女孩性激素水平、垂体大小及形态、垂体MRI相关参数异于单纯性乳房早发育女孩, 且垂体MRI相关参数与性激素存在一定相关性, 临床可结合两者检测结果诊断ICPP。本研究纳入样本量较少, 且为单中心研究, 垂体、性激素水平对ICPP的具体作用机制未深入研究, 今后需扩大样本量深入分析。

参考文献

- [1]Lin W D, Cheng C F, Wang C H, et al. Genetic factors of idiopathic central precocious puberty and their polygenic risk in early puberty[J]. Eur J

Endocrinol. 2021, 185 (4): 441–451.

- [2] Cho A Y, Ko S Y, Lee J H, et al. Effects of gonadotropin-releasing hormone agonist treatment on final adult height in boys with idiopathic central precocious puberty[J]. Ann Pediatr Endocrinol Metab, 2021, 26 (4): 259-265.
- [3] 靳利敏, 孙箫雪, 李爽, 等. CT诊断鞍区垂体腺瘤的准确性及MRI补充诊断的意义[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20 (5): 20-22.
- [4] 郭强, 翟海程, 蒋继虎. MR预测不同质地垂体腺瘤可靠性及其与胶原含量相关性研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20 (6): 26-28.
- [5] 王琰华, 赵忻, 刘冀琴. 天津市女童单纯乳房早发育及特发性中枢性性早熟发病危险因素的分析[J]. 中国儿童保健杂志, 2018, 26 (4): 444-7.
- [6] 中华医学会儿科学分会内分泌遗传代谢学组. 对中枢性(真性)性早熟诊断和治疗建议[J]. 中华儿科杂志, 2003 (4): 36-37.
- [7] 李钱程, 张欣贤, 李成龙, 等. 磁共振在特发性中枢性性早熟女童临床诊断中的应用分析[J]. 医学影像学杂志, 2018, 28 (10): 1601-1604+1681.
- [8] Elster A D, Chen M Y, Williams D W 3rd, et al. Pituitary gland: MR imaging of physiologic hypertrophy in adolescence[J]. Radiology, 1990, 174 (3Pt 1): 681-5.
- [9] Acar S, Özkan B. Increased frequency of idiopathic central precocious puberty in girls during the COVID-19 pandemic: Preliminary results of a tertiary center study[J]. J Pediatr Endocrinol Metab, 2021, 35 (2): 249-251.
- [10] 衷博, 皮亚雷, 张亚男, 等. 特发性中枢性性早熟和单纯乳房早发育女童乳腺和盆腔超声对比研究[J]. 河北医科大学学报, 2020, 41 (11): 1311-1316.
- [11] Cho A Y, Ko S Y, Lee J H, et al. Effects of gonadotropin-releasing hormone agonist treatment on final adult height in boys with idiopathic central precocious puberty[J]. Ann Pediatr Endocrinol Metab, 2021, 26 (4): 259-265.
- [12] Wang J, Zhan S, Yuan J, et al. The incidence of brain lesions in central precocious puberty: The main cause for Chinese boys was idiopathic[J]. Clin Endocrinol (Oxf), 2021, 95 (2): 303-307.
- [13] 陈冬婵, 金薇. 性早熟女童糖脂代谢与性激素水平分析[J]. 预防医学, 2022, 34 (9): 951-954.
- [14] 李蕾, 陈志红, 李志勇, 等. Turner综合征垂体MRI特征及与激素、染色体的关系[J]. 中国现代医学杂志, 2020, 30 (2): 95-98.
- [15] 林丽君, 陈鹏, 吕芳滨. 垂体MRI形态测量对中枢性性早熟女性患儿的临床诊断价值[J]. 中国妇幼保健, 2021, 36 (24): 5825-5828.
- [16] 张莹, 王龙胜. 中枢性性早熟女童腺垂体前叶高度与体内性激素水平的相关性研究[J]. 安徽医学, 2020, 41 (4): 417-420.
- [17] Zhao Y, Long W J, Du C Q, et al. Prevalence of vitamin D deficiency in girls with idiopathic central precocious puberty[J]. Front Med, 2018, 12 (2): 174-81.
- [18] Aiello F, Cirillo G, Cassio A, et al. Molecular screening of PROKR2 gene in girls with idiopathic central precocious puberty[J]. Ital J Pediatr, 2021, 47 (1): 5-5.

(收稿日期: 2022-11-13)

(校对编辑：谢诗婷)