DOI:10.16016/j.1000-5404.201509154

不同年龄段正常儿童软骨厚度的超声测量分析

朱丽容,唐 毅,肖 欢,高 洋 (400014 重庆,重庆医科大学附属儿童医院超声科,儿童发育疾病研究教育部重点实验室,儿科学重庆市重点实验室,重庆市儿童发育重大疾病诊治与预防国际科技合作基地)

[摘要] **目的** 建立不同年龄阶段正常儿童骺软骨和关节软骨厚度参考值标准,为超声评估幼年特发性关节炎早期骺软骨和关节软骨病理改变奠定基础。**方法** 测量503例不同年龄阶段正常儿童骺软骨和关节软骨厚度,其中男性336例,女性167例。共分为4个年龄组:①幼儿组(1~<3岁)120例;②学龄前组(3~<6岁)136例;③学龄组(6~<10岁)124例;④青春期组(10~<16岁)123例。分别用超声测量双侧肘、腕、第二掌指(metacarpophalangeal,MCP2)、第三掌指关节(MCP3)、髋、膝和踝关节的骺软骨和关节软骨厚度。**结果** 所有软骨厚度在不同性别和年龄段间差异有统计学意义($P<0.05$)。男童各关节的软骨厚度均比同年龄段女童厚,年龄与软骨厚度呈线性相关,即软骨厚度均随年龄增长而减小。所有关节左右两侧软骨厚度差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 建立了不同年龄段正常儿童肘、腕、MCP2、MCP3、髋、膝和踝关节软骨厚度正常值参考范围。

[关键词] 超声;软骨厚度;儿童

[中图法分类号] R322.72; R339.31; R445.1 [文献标志码] A

Ultrasound measurements of epiphyseal and joint cartilage thicknesses in healthy children at different ages

Zhu Lirong, Tang Yi, Xiao Huan, Gao Yang (Department of Ultrasonography, Key Laboratory of Child Development and Disorders of Ministry of Education, Chongqing Key Laboratory of Pediatrics, Chongqing International Science and Technology Cooperation Center for Child Development and Disorders, Children's Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing, 400014, China)

[**Abstract**] **Objective** To establish standard reference values of normal epiphyseal cartilage and joint cartilage thicknesses of children at different ages, and found a basis of assessing the early changes in the cartilages of juvenile idiopathic arthritis (JIA) with ultrasound examination. **Methods** The thicknesses of the epiphyseal cartilage and joint cartilage were measured with ultrasonography in 503 healthy children, including 336 boys and 167 girls in our department from May to August 2015. They were divided into 4 groups according to their ages, infant and toddler group (1- to 3-year-old, $n=120$), preschool group (3- to 6-year-old, $n=136$), school-age group (6- to 10-year-old, $n=124$), and adolescence group (10- to 16-year-old, $n=123$). The bilateral epiphyseal cartilage and joint cartilage thicknesses of the elbow, wrist, second metacarpophalangeal joint (MCP2), third metacarpophalangeal joint (MCP3), hip, knee and ankle joints were measured. **Results** The obtained cartilage thicknesses showed significant differences between different sexes and among different ages ($P<0.05$ for all joints). Boys had thicker cartilage than girls at the same ages. A linear correlation was observed between cartilage thickness and age, and cartilage thickness was decreased with the increase of age in both sexes. There was no obvious difference between the right and left

[基金项目] 重庆市卫生计生委医学科研项目(2015MSXM038)

[通信作者] 唐 毅,E-mail:tangyi6688@163.com

[优先出版] http://www.cnki.net/kcms/detail/51.1095.R.20160119.1704.006.html(2016-01-19)

side of all the investigated joints ($P>0.05$). **Conclusion** We establish standard reference values for the normal thicknesses of epiphyseal and joint cartilages in the elbow, wrist, MCP2, MCP3, hip, knee and ankle joints at different aged-children.

[**Key words**] ultrasound; cartilage thickness; children

Supported by the Project of Medical Scientific Research of Chongqing Municipal Health and Family Planning Commission (2015MSXM038). Corresponding author: Tang Yi, E-mail: tangyi6688@163.com

幼年特发性关节炎(juvenile idiopathic arthritis, JIA)以慢性关节滑膜炎为主要特征[1],并可侵及骺软骨和关节软骨,引起关节疼痛及活动受限等活动性关节炎表现。国外研究发现,JIA 患儿软骨较正常儿童薄,多关节型和全身型 JIA 患儿软骨厚度较少关节型薄[2]。不同年龄段正常儿童处于不同的发育期,软骨骨化程度不同,使不同年龄段软骨厚度不同,因此不同年龄段正常儿童软骨厚度的测量是早期发现软骨病变,评估 JIA 病情进展及预后的前提,有助于临床医生尽早采取有效治疗措施,及时阻止软骨和骨的破坏,从而改善预后、减少致残率。近年来,肌骨超声不仅应用于骨、软骨、关节及其周围结构病变的检测[3],且已作为检测滑膜增厚、关节腔积液等早期关节炎性病变的首选影像学检查方法,肌骨超声已广泛用于成人类风湿性关节炎(rheumatoid Arthritis, RA)的诊断、疾病活动性评分以及疗效和预后评估[4-5]。然而,目前肌骨超声用于评估 JIA 的研究较少,主要为超声评估 JIA 滑膜炎和亚临床滑膜炎的研究[6-7],而在研究超声定量评估 JIA 软骨病变方面却鲜有报道。鉴于儿童骨骼生长发育的特点,不能完全参照成人的标准进行检查和评估,而目前缺乏对正常儿童骨关节结构超声成像的认识及其相关参考标准,因此,本研究旨在探索不同年龄段正常儿童骺软骨和关节软骨超声声像图特征及其软骨厚度(cartilage thickness, CTh)正常值参考范围,为肌骨超声评估 JIA 早期关节病变奠定基础。

1 资料与方法

1.1 一般资料

收集 2015 年 5-8 月于我院门诊超声检查的正常儿童共 503 例,其中男性 336 例,女性 167 例。纳入标准:1~16 岁,无关节肿胀、疼痛和活动受限,无关节外伤和外科手术史,无肌肉骨骼疾病以及其他影响骨关节的疾病,无服用影响生长或骨代谢药物如皮质类固醇病史,检查前 1 周内无剧烈运动。排除肥胖、矮小症、性早熟的儿童。根据年龄分为 4 组:①幼儿组(1 ~ <3 岁)120 例;②学龄前组(3 ~ <6 岁)136 例;③学龄组(6 ~ <10 岁)124 例;④青春期组(10 ~ <16 岁)123 例。所有受检儿童及其家属均知情同意。

1.2 仪器

采用 Logiq E9 超声诊断仪,配备 6~15 MHz 线阵探头。所有相同关节的测量保持设置一致,即使用频率为 15 MHz,增益调至刚好清楚显示骨皮质线,深度为 1.5~3.5 cm。

1.3 方法

所有关节的 CTh 测量均根据风湿性疾病的肌肉骨骼超声标准扫查进行[8]。分别测量每个关节左右两侧骺软骨和关节软骨厚度(图 1),每个点分别测量两次。被检查者均处于仰卧位。肘关节:被检查上肢伸直平放置身旁,掌心向上,探头垂直于肱骨干方向,放置于肱骨下端,测量肱骨小头 CTh(图 2a)。腕关节:被检查者双手伸直掌面向下,放置于身体的一侧。探头沿桡骨背侧长轴方向,放置于桡骨远端与舟骨近端之间,测量桡骨远端 CTh(图 2b)。第二、三掌指关节(MCP2、MCP3):被检查者双手与腕关节检查时相同位置放置,双手指握拳使掌指关节保持最大屈曲位,探头沿近节指骨长轴放置,分别测量 MCP2、MCP3 的 CTh(图 2c、d)。髋关节:被检查者双下肢伸直,探头垂直于股骨颈长轴放置,测量股骨头 CTh(图 2e)。膝关节和踝关节:CTh 测量点与 Spannow 等[9]研究中采用的测量点相同,即被检查者膝关节最大屈曲位,足底平置于检查床面,探头横向至于股骨下端,测量股骨髁间窝中点处 CTh(图 2f);测量踝关节 CTh 时,与膝关节 CTh 测量时体位相同,探头于第一、第二跖骨之间前面纵向扫查,测量距骨顶点近端 5 mm 处 CTh(图 2g)。

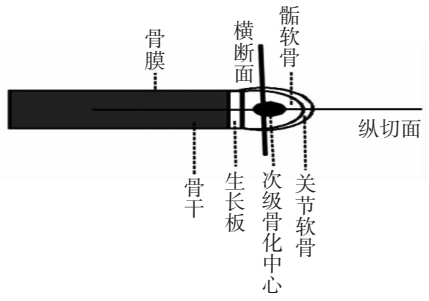
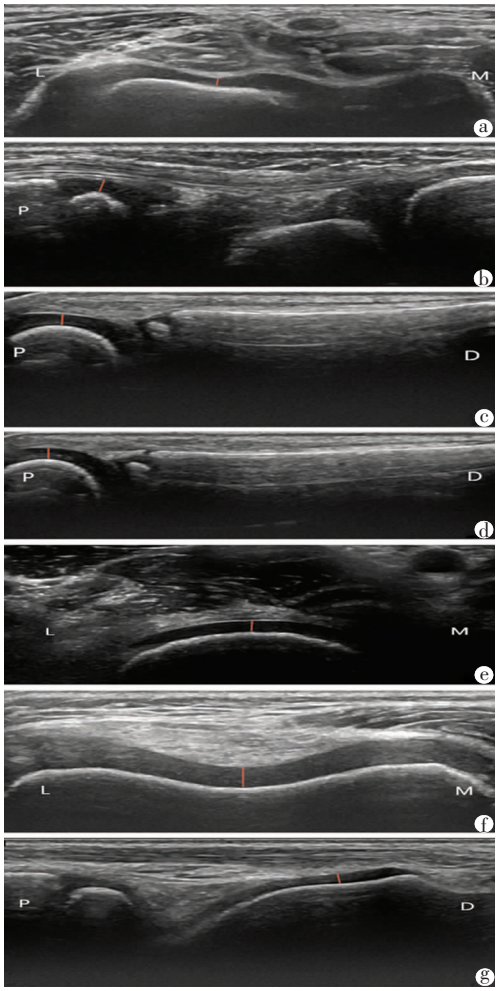


图 1 正常儿童骺软骨和关节软骨厚度的超声扫查示意图



a:肘关节(女性,5岁6个月,右侧肘关节肱骨下端横断面);b:腕关节(男性,5岁,右侧腕关节桡骨背侧纵切面);c、d:第二、三掌指关节(女性,5岁7个月,右侧MCP2、MCP3关节最大屈曲位纵切面);e:髋关节(女性,6岁4个月,右侧股骨颈横断面扫查);f:膝关节(女性,4岁,右侧膝关节最大屈曲位股骨下端横断面);g:踝关节(男性,7岁10个月,右侧踝关节第一、第二跖骨之间背侧纵向)
橙色直线:示骺软骨和关节软骨厚度;L:示外侧,M:示内侧,P:示近端,D:示远端

图2 超声测量正常儿童各关节的骺软骨和关节软骨厚度

1.4 统计学分析

采用SPSS 17.0统计分析软件进行分析,CTh以$\bar{x} \pm s$表示,采用独立样本t检验比较性别、左右侧CTh,单因素方差分析比较不同年龄段、不同关节之间CTh。线性回归分析各关节CTh与年龄的关系。

2 结果

2.1 性别与CTh

4个年龄组所有检查关节男童与女童CTh差异均有统计学意义($P<0.05$)。且男童各关节CTh均比女童厚(表1~7)。

2.2 左右侧CTh

男童和女童所有检查关节左右两侧关节CTh差异无统计学意义($P>0.05$)。

2.3 年龄与CTh

男童和女童所有检查关节不同年龄组CTh方差分析发现,不同年龄组CTh差异有统计学意义($P<0.05$)。经线性回归分析年龄与CTh之间的关系得出,男童和女童肘关节、腕关节、MCP2、MCP3、髋关节、膝关节、踝关节与年龄之间的相关系数R值分别为:$-0.765\,4$,$-0.723\,6$;$-0.801\,5$,$-0.809\,2$;$-0.911\,7$,$-0.873\,8$;$-0.900\,5$,$-0.878\,0$;$-0.891\,4$,$-0.898\,8$;$-0.345\,7$,$-0.563\,6$;$-0.708\,1$,$-0.817\,6$。因此,所有检查关节(男童、女童)CTh与年龄呈负相关($R<0$),即CTh随年龄增大而减小(表1~7)。而对于膝关节CTh,在不同年龄组组间比较时差异有统计学意义($P<0.05$),进一步两两比较时发现仅青春期组分别与其他3组差异有统计学意义($P<0.05$),即男童和女童膝关节CTh在幼儿组、学龄前组与学龄组间差异不明显,仅青春期组CTh较前3组CTh明显减小。

3 讨论

关节软骨变薄是JIA的早期表现之一[2]。JIA发

表1 不同年龄段儿童肌骨超声测量肘关节软骨厚度值 (mm)

组别	男童				女童			
	n	均值($\bar{x} \pm s$)	参考范围($\bar{x} \pm 2s$)	95% CI	n	均值($\bar{x} \pm s$)	参考范围($\bar{x} \pm 2s$)	95% CI
幼儿组	84	1.77 ± 0.39^{a}	0.98~2.55	1.71~1.83	36	1.40 ± 0.33	0.75~2.06	1.33~1.48
学龄前组	88	1.33 ± 0.26^{ab}	0.81~1.85	1.30~1.37	48	1.12 ± 0.27^{b}	0.58~1.66	1.06~1.17
学龄组	88	1.02 ± 0.25^{abc}	0.52~1.52	0.99~1.06	36	0.85 ± 0.14^{bc}	0.57~1.13	0.82~0.88
青春期组	76	0.82 ± 0.14^{abcd}	0.53~1.11	0.79~0.84	47	0.76 ± 0.15^{bcd}	0.46~1.07	0.73~0.79

a:$P<0.05$,与女童比较;b:$P<0.01$,与幼儿组比较;c:$P<0.01$,与学龄前组比较;d:$P<0.01$,与学龄组比较

表2 不同年龄段儿童肌骨超声测量腕关节软骨厚度值(mm)

组别	男童				女童			
	n	均值($\bar{x}\pm s$)	参考范围($\bar{x}\pm 2s$)	95% *CI*	*n*	均值($\bar{x}\pm s$)	参考范围($\bar{x}\pm 2s$)	95% *CI*
幼儿组	84	2.23 ± 0.47^{a}	1.28~3.17	2.15~2.30	36	1.92 ± 0.36	1.20~2.64	1.86~1.98
学龄前组	88	1.50 ± 0.42^{ab}	0.66~2.34	1.44~1.57	48	1.20 ± 0.38^{b}	0.44~1.96	1.15~1.26
学龄组	88	1.03 ± 0.29^{abc}	0.45~1.61	0.99~1.08	36	0.88 ± 0.24^{bc}	0.40~1.36	0.84~0.92
青春期组	76	0.73 ± 0.16^{abcd}	0.41~1.05	0.70~0.75	47	0.62 ± 0.12^{bcd}	0.38~0.86	0.60~0.64

a: $P<0.05$,与女童比较;b: $P<0.01$,与幼儿组比较;c: $P<0.01$,与学龄前组比较;d: $P<0.01$,与学龄组比较

表3 不同年龄段儿童肌骨超声测量第二掌指关节(MCP2)软骨厚度值(mm)

组别	男童				女童			
	n	均值($\bar{x}\pm s$)	参考范围($\bar{x}\pm 2s$)	95% *CI*	*n*	均值($\bar{x}\pm s$)	参考范围($\bar{x}\pm 2s$)	95% *CI*
幼儿组	84	2.79 ± 0.34^{a}	2.10~3.47	2.74~2.84	36	2.44 ± 0.38	1.68~3.20	2.35~2.53
学龄前组	88	2.07 ± 0.33^{ab}	1.40~2.73	2.02~2.12	48	1.64 ± 0.43^{b}	0.78~2.50	1.55~1.73
学龄组	88	1.48 ± 0.28^{abc}	0.92~2.04	1.44~1.52	36	0.99 ± 0.19^{bc}	0.60~1.37	0.94~1.03
青春期组	76	0.95 ± 0.23^{abcd}	0.50~1.40	0.91~0.98	47	0.72 ± 0.16^{bcd}	0.41~1.03	0.69~0.75

a: $P<0.05$,与女童比较;b: $P<0.01$,与幼儿组比较;c: $P<0.01$,与学龄前组比较;d: $P<0.01$,与学龄组比较

表4 不同年龄段儿童肌骨超声测量第三掌指关节(MCP3)软骨厚度值(mm)

组别	男童				女童			
	n	均值($\bar{x}\pm s$)	参考范围($\bar{x}\pm 2s$)	95% *CI*	*n*	均值($\bar{x}\pm s$)	参考范围($\bar{x}\pm 2s$)	95% *CI*
幼儿组	84	2.94 ± 0.40^{a}	2.14~3.74	2.88~3.00	36	2.50 ± 0.35	1.80~3.20	2.42~2.58
学龄前组	88	2.19 ± 0.41^{ab}	1.37~3.01	2.13~2.25	48	1.74 ± 0.48^{b}	0.77~2.71	1.64~1.84
学龄组	88	1.49 ± 0.30^{abc}	0.89~2.09	1.45~1.54	36	0.97 ± 0.21^{bc}	0.55~1.40	0.92~1.02
青春期组	76	0.93 ± 0.22^{abcd}	0.49~1.38	0.90~0.97	47	0.71 ± 0.15^{bcd}	0.41~1.02	0.68~0.74

a: $P<0.05$,与女童比较;b: $P<0.01$,与幼儿组比较;c: $P<0.01$,与学龄前组比较;d: $P<0.01$,与学龄组比较

表5 不同年龄段儿童肌骨超声测量髋关节软骨厚度值(mm)

组别	男童				女童			
	n	均值($\bar{x}\pm s$)	参考范围($\bar{x}\pm 2s$)	95% *CI*	*n*	均值($\bar{x}\pm s$)	参考范围($\bar{x}\pm 2s$)	95% *CI*
幼儿组	84	3.59 ± 0.46^{a}	2.66~4.51	3.52~3.66	36	3.44 ± 0.67	2.10~4.78	3.28~3.60
学龄前组	88	2.93 ± 0.38^{ab}	2.17~3.69	2.87~2.98	48	2.69 ± 0.39^{b}	1.91~3.46	2.61~2.77
学龄组	88	2.45 ± 0.38^{abc}	1.69~3.21	2.40~2.51	36	1.96 ± 0.39^{bc}	1.17~2.74	1.86~2.05
青春期组	76	1.60 ± 0.38^{abcd}	0.84~2.36	1.54~1.66	47	1.21 ± 0.43^{bcd}	0.35~2.07	1.12~1.30

a: $P<0.05$,与女童比较;b: $P<0.01$,与幼儿组比较;c: $P<0.01$,与学龄前组比较;d: $P<0.01$,与学龄组比较

表6 不同年龄段儿童肌骨超声测量膝关节软骨厚度值(mm)

组别	男童				女童			
	n	均值($\bar{x}\pm s$)	参考范围($\bar{x}\pm 2s$)	95% *CI*	*n*	均值($\bar{x}\pm s$)	参考范围($\bar{x}\pm 2s$)	95% *CI*
幼儿组	84	3.61 ± 0.40^{a}	2.82~4.41	3.55~3.67	36	3.31 ± 0.35	2.60~4.01	3.22~3.39
学龄前组	88	3.62 ± 0.38^{ab}	2.86~4.38	3.56~3.67	48	3.37 ± 0.37^{b}	2.63~4.11	3.29~3.44
学龄组	88	3.64 ± 0.33^{abc}	2.98~4.31	3.60~3.69	36	3.25 ± 0.37^{bc}	2.51~3.99	3.16~3.34
青春期组	76	3.21 ± 0.40^{abcd}	2.42~4.01	3.15~3.28	47	2.72 ± 0.46^{bcd}	1.80~3.64	2.62~2.81

a: $P<0.05$,与女童比较;b: $P<0.01$,与幼儿组比较;c: $P<0.01$,与学龄前组比较;d: $P<0.01$,与学龄组比较

表7 不同年龄段儿童肌骨超声测量踝关节软骨厚度值(mm)

组别	男童				女童			
	n	均值($\bar{x}\pm s$)	参考范围($\bar{x}\pm 2s$)	95% *CI*	*n*	均值($\bar{x}\pm s$)	参考范围($\bar{x}\pm 2s$)	95% *CI*
幼儿组	84	1.67 ± 0.23^{a}	1.21~2.13	1.63~1.70	36	1.60 ± 0.19	1.23~1.98	1.56~1.65
学龄前组	88	1.46 ± 0.21^{ab}	1.04~1.88	1.43~1.49	48	1.33 ± 0.18^{b}	0.97~1.69	1.29~1.36
学龄组	88	1.36 ± 0.24^{abc}	0.87~1.84	1.32~1.39	36	1.11 ± 0.17^{bc}	0.77~1.45	1.07~1.15
青春期组	76	1.08 ± 0.19^{abcd}	0.69~1.46	1.04~1.11	47	0.91 ± 0.17^{bcd}	0.58~1.25	0.88~0.95

a: $P<0.05$,与女童比较;b: $P<0.01$,与幼儿组比较;c: $P<0.01$,与学龄前组比较;d: $P<0.01$,与学龄组比较

病年龄小于16岁，前期回顾性分析本院近5年初诊的JIA患儿,发现男女发病率差异无统计学意义,关节受累依次好发于膝、踝、腕、髋、MCP2、MCP3、肘关节。因此本研究对1~16岁儿童上述14个关节测量CTh,为肌骨超声评估JIA早期关节软骨病变,监测疾病活动性奠定基础。近年国外Spannow等[10]利用超声对正常儿童膝、踝、腕、掌指关节和近端指间关节CTh进行测量,初步建立了正常儿童上述关节CTh参考值范围。Pradsgaard等[2]利用超声评估JIA患儿关节CTh时,发现JIA患儿与健康儿童相比CTh减少,因此不同年龄段正常儿童CTh参考值范围的建立,有利于超声评估JIA关节软骨损伤,进而监测JIA疾病进展和评估治疗反应。

使用超声测量CTh,探头的定位必须标准统一,CTh的测量必须垂直于软骨表面。本研究根据各骨骨化点出现的时间以及特定的解剖标志进行定位,以确保测量标准唯一固定(图1),减小不同医生及不同个体之间的测量误差。膝关节和踝关节CTh的测量采用Spannow等[9]研究报道的测量点进行定位,文中证实了该测量点测量的CTh值与MRI测量的CTh值具有很好的一致性。对MCP2、MCP3,本研究采用纵向测量,因为横向测量时探头可能向4个方向倾斜(内外侧、近远端)而纵向测量则向内外侧倾斜,所以纵向较横向测量误差更小。对腕关节,我们测量桡骨远端CTh,而不是舟骨CTh[10],是因为桡骨出现骨化点的时间为1~2岁,比舟骨骨化点出现时间早,舟骨骨化点出现时间为5岁。本研究新增肘关节和髋关节CTh测量,在成人RA髋、肘关节受累甚少,而在JIA则比较常见。

儿童关节结构与成人不同的是儿童骨骺未完全骨化,因此在骨端存在骺软骨(未骨化骨骺)和关节软骨,而超声难以区别具体软骨结构,因此本研究测量的软骨厚度包括骺软骨和关节软骨厚度。软骨含水量多,超声对其有良好的穿透性,正常声像图表现为:骨皮质表面与软组织之间界限清楚的、不可压缩的无回声带。与成人不同的是,部分年幼儿童软骨内可探及条状高回声,CDFI于其内可探及条状血流信号,为软骨血管通道,如Roth等[11]所述。在超声评估JIA软骨病变时应注意这一点,以免误诊为软骨侵蚀。

本研究发现,1~16岁正常儿童双侧检查关节CTh在不同性别和年龄段间差异有统计学意义,男童关节CTh比同龄女童均较厚,Spannow等[10]认为软骨细胞中雌激素受体通过第二信使作用于软骨下骨和软骨的受体,从而干扰软骨的发育,据我们所知,男性的骨表面积大于女性,同理男童CTh比女童厚。所有检查关节CTh与年龄呈线性相关,且随年龄的增长而降低,与国外研究者[9-10,12-14]的研究结果一致。因为骺软骨中央次级骨化中心不断造骨,使骺软骨从中央呈放射状向四周不断骨化,直至骺软骨完全骨化,仅保留表面薄层关节软骨,终身不骨化。Kilic等[15]阐述了机械负荷会改变软骨形态特别是厚度,在关节负重时CTh产生可逆性下降。本研究发现青春期组膝关节CTh比其他3组显著降低,这可能因为青春期组儿童膝关节所承受自重较其他组明显大,活动量较其他组明显多,因此青春期组膝关节负重较其他组更大,CTh值则更小。而幼儿组、学龄前组、学龄组儿童膝关节CTh值比较差异无统计学意义($P>0.05$),则可能因为这3组儿童活动量差异无统计学意义,因此CTh值变化不大。而活动量与CTh之间的关系有待进一步研究。

本研究有一定的局限性,本研究CTh的测量点唯一固定,但不同医生测量的一致性和同一医生测量的可重复性有待进一步研究证实。

综上所述,通过对503例正常儿童(男性336例,女性167例)整个儿童期(1~16岁)14个关节的CTh值测量,建立了不同年龄段性别相关的骺软骨和关节软骨厚度参考值范围,为肌骨超声评估JIA早期软骨损伤的研究提供了正常值参考依据,未来可进一步探讨身高、体质量、体质指数、性发育成熟分级以及运动对骺软骨和关节软骨厚度的影响。

参考文献:

[1] 李永柏. 幼年特发性关节炎(多/少关节型)诊疗建议解读[J]. 中华儿科杂志, 2012, 50(1): 27-29. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1310.2012.01.006

[2] Pradsgaard D O, Spannow A H, Heuck C, *et al*. Decreased cartilage thickness in juvenile idiopathic arthritis assessed by ultrasonography[J]. J Rheumatol, 2013, 40(9): 1596-1603. DOI: 10.3899/jrheum.121077

[3] 华兴. 肌骨超声的应用现状与发展趋势[J]. 第三军医大学学报, 2015, 37(20): 2005-2010. DOI: 10.16016/j.1000-5404.201507183

[4] 王莎莎, 印淑均. 超声在类风湿性关节炎诊治中的应用进

展[J]. 临床超声医学杂志, 2015, 17(6): 406 - 408.

[5] Ohrndorf S, Backhaus M. Musculoskeletal ultrasonography in patients with rheumatoid arthritis[J]. Nat Rev Rheumatol, 2013, 9(7): 433 - 437. DOI: 10.1038/nrrheum.2013.73

[6] Bugni-Miotto-e-Silva V, de-Freitas-Tavares- da-Silva C, de-Aguiar-Vilela-Mitraud S, *et al*. Do patients with juvenile idiopathic arthritis in remission exhibit active synovitis on joint ultrasound? [J]. Rheumatol Int, 2014, 34(7): 937 - 945. DOI: 10.1007/s00296-013-2909-7

[7] Collado P, Gamir M L, Lopez-Robledillo J C, *et al*. Detection of synovitis by ultrasonography in clinically inactive juvenile idiopathic arthritis on and off medication[J]. Clin Exp Rheumatol, 2014, 32(4): 597 - 603.

[8] 张卓莉. 风湿性疾病的肌肉骨骼超声——标准化操作及应用[M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2013. 78 - 95.

[9] Spannow A H, Stenboeg E, Pfeiffer-Jensen M, *et al*. Ultrasound and MRI measurements of joint cartilage in healthy children: a validation study[J]. Ultraschall Med, 2011, 32(Suppl 1): S110 - S116. DOI: 10.1055/s-0029-1245374

[10] Spannow A H, Pfeiffer-Jensen M, Andersen N T, *et al*. Ultrasonographic measurements of joint cartilage thickness in healthy children: age- and sex-related standard reference values[J]. J Rheumatol, 2010, 37(12): 2595 - 2601. DOI: 10.3899/jrheum.100101

[11] Roth J, Jousse-Joulin S, Magni-Manzoni S, *et al*. Definitions for the sonographic features of joints in healthy children [J]. Arthritis Care Res (Hoboken), 2015, 67(1): 136 - 142. DOI: 10.1002/acr.22410

[12] Chauvin N A, Ho-Fung V, Jaramillo D, *et al*. Ultrasound of the joints and entheses in healthy children[J]. Pediatr Radiol, 2015, 45(9): 1344 - 1354. DOI: 10.1007/s00247-015-3313-0

[13] Keshava S N, Gibikote S V, Mohanta A, *et al*. Ultrasound and magnetic resonance imaging of healthy paediatric ankles and knees: a baseline for comparison with haemophilic joints [J]. Haemophilia, 2015, 21(3): e210 - e222. DOI: 10.1111/hae.12614

[14] Panghaal V, Janow G, Trinh A, *et al*. Normal epiphyseal cartilage measurements in the knee in children: an alternative sonographic approach[J]. J Ultrasound Med, 2012, 31(1): 49 - 53.

[15] Kilic G, Kilic E, Akgul O, *et al*. Ultrasonographic assessment of diurnal variation in the femoral condylar cartilage thickness in healthy young adults[J]. Am J Phys Med Rehabil, 2015, 94(4): 297 - 303. DOI: 10.1097/PHM.0000000000000179

(收稿:2015-09-13;修回:2015-12-13)

(编辑 栾 嘉)