

Impact factors of cartilage thickness measurement stability of metacarpophalangeal joints using high-frequency ultrasound

SUN Chao¹, LI Ting^{2*}, FU Qiong², GUO Hui Fang¹, JIN Hongtao¹, PENG Chenxing¹

(1. Department of Rheumatology and Immunology, the Second Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang 050000, China; 2. Department of Rheumatology, Renji Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200011, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the impact factors of stability of high-frequency ultrasound in measurement of cartilage thickness (CTh) of the second metacarpophalangeal joint (MCP2). **Methods** Under the conditions of different operator, time, instrument, parameters (frequency and gain) and whether including the bright line (BL) above cartilage or not, CTh of the right MCP2 in 120 healthy volunteers were measured with high-frequency ultrasound. Then statistical analysis was performed. **Results** CTh of the right MCP2 was (0.50 ± 0.09) mm including BL and (0.38 ± 0.09) mm excluding BL, respectively ($t = -18.528$, $P < 0.001$), and the variable coefficient was 4.44% and 5.78%, respectively. Under the same instrument and parameters, there was no statistical difference between the measurement results of different operators and time, whether including BL or not (all $P > 0.05$). Under the same operator and parameters, there were statistical differences between the measurement results of different instrument, whether including BL or not (both $P < 0.05$). Under the same operator and instrument, there were statistical differences between the measurement results of excluding BL with variable gain and stable frequency ($P < 0.05$). Whether including BL or not, there were correlations between the measurement results of different operator, time, instrument and parameters (all $P < 0.01$). The measurement results including BL showed that the correlation was slight between different instrument ($r = 0.619$) but obvious between different gain ($r = 0.820$), respectively. **Conclusion** High-frequency ultrasound measurement results of the right MCP2 CTh including BL are more stable than those excluding BL. Instrument has great influence on measurement results, while gain has little effect for measurement.

[Keywords] high-frequency; ultrasonography; metacarpophalangeal joint; cartilage thickness

DOI: 10.13929/j.1003-3289.201803030

高频超声测量掌指关节软骨厚度稳定性的影响因素

孙超¹, 李挺^{2*}, 扶琼², 郭惠芳¹, 靳洪涛¹, 彭晨星¹

(1. 河北医科大学第二医院风湿免疫科, 河北 石家庄 050000;
2. 上海交通大学医学院附属仁济医院风湿科, 上海 200011)

[摘要] **目的** 探讨影响第 2 掌指关节(MCP2)软骨厚度(CTh)高频超声测量结果稳定性的因素。**方法** 对 120 名健

[基金项目] 河北省卫生厅科研基金项目(ZL20140070)。

[第一作者] 孙超(1983—), 女, 河北承德人, 硕士, 主治医师。研究方向: 风湿病相关肌骨超声。E-mail: sunchao9296@163.com

[通信作者] 李挺, 上海交通大学医学院附属仁济医院风湿科, 200011。E-mail: leeting007@163.com

[收稿日期] 2018-03-05 **[修回日期]** 2018-10-31

康志愿者分别由不同操作者于不同时间、仪器、参数(频率、增益)及测量时包含或不包含软骨上方亮线(BL)条件下测量右侧 MCP2 的 CTh,并进行统计学分析。结果 包含和不包含 BL 测量时,右侧 MCP2 的 CTh 分别为(0.50±0.09)mm 和(0.38±0.09)mm,差异有统计学意义($t=-18.528, P<0.001$),二者的变异系数分别为 4.44%和 5.78%。相同仪器及参数条件下,不同操作者及不同时间,无论包含或不包含 BL 的测量结果间差异均无统计学意义(P 均 >0.05)。同一操作者相同参数条件下,采用不同仪器测量时,包含或不包含 BL 的测量结果间差异均有统计学意义(P 均 <0.05)。同一操作者相同仪器条件下,采用不同参数测量结果显示,仅相同频率、不同增益条件下不包含 BL 的测量结果间差异有统计学意义($P<0.05$)。无论包含或不包含 BL,不同操作者、时间、仪器、参数条件下测量结果间均存在相关性(P 均 <0.01)。包含 BL 的测量结果显示,相关系数在不同仪器条件下最小($r=0.619$),不同增益条件下最大($r=0.820$)。结论 高频超声测量右侧 MCP2 的 CTh 时,包含 BL 较不包含 BL 的测量结果更稳定。更换超声仪器对测量结果的影响最大,增益变化对测量结果的影响较小。

[关键词] 高频;超声检查;掌指关节;软骨厚度

[中图分类号] R68; R445.1 [文献标识码] A [文章编号] 1003-3289(2019)02-0252-04

掌指关节(metacarpophalangeal joints, MCP)由掌骨小头与近节指骨底构成,是类风湿关节炎(rheumatoid arthritis, RA)常见累及关节之一。RA 病变以第 2 掌指关节(the second metacarpophalangeal joint, MCP2)处滑膜增生、滑膜炎及骨侵蚀为主,在关节病变发生前,其表面覆盖的软骨往往早于骨皮质出现破坏。通过超声监测关节软骨厚度(cartilage thickness, CTh)变化,可以判断关节损伤情况,但目前测量 CTh 尚无统一标准,且临床工作中操作者经验、仪器、参数(频率、增益)及测量时是否包含软骨上方亮线(bright line, BL)均可影响测量结果的稳定性。本研究采用高频超声,在不同条件下测量右侧 MCP2 的 CTh,探讨测量结果稳定性的影响因素。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2016 年 1 月—2017 年 9 月行手部高频超声扫查的 120 名健康志愿者,男 24 名,女 96 名,年龄 23~45 岁。纳入标准:手关节无肿胀、疼痛、活动受限症状。排除标准:①关节炎患者;②全身性疾病伴随关节症状者;③手部外伤、手关节畸形者。本研究经河北医科大学第二医院医学伦理委员会批准,所有受试者均签署知情同意书。

1.2 仪器与方法 采用 Esaote Mylab 90 超声诊断仪,LA435 宽频探头,频率 6~18 MHz;Esaote Mylab ONE 超声诊断仪,SL3235 宽频探头,频率 10~18 MHz。由 1 名低年资(2 年)医师(医师 A)及 1 名高年资(10 年)医师(医师 B)共同完成所有超声扫查。扫查时,嘱受试者取坐位,右手握拳使掌指关节保持最大屈曲位。将超声探头沿第 2 近节指骨纵向放置,超声扫查距焦点 1 个,脉冲重复频率 750 Hz,深度 15 mm。

1.2.1 不同操作者及不同时间测量 采用 Esaote

Mylab 90 超声诊断仪,在频率 18 MHz、增益 60%条件下,首先由医师 A 扫查受试者右侧 MCP2,分别测量包含 BL(测量范围在软骨与 BL)及不含 BL(测量范围在软骨与 BL 内)的 CTh(第 1 次测量);再由医师 B 在相同仪器、相同参数条件下进行测量(第 2 次测量);最后由医师 A 于第 1 次测量 24 h 后再次进行超声扫查及测量(第 3 次测量)。

1.2.2 同一操作者采用不同仪器以相同参数测量 由医师 A 分别采用 Esaote Mylab 90 及 Esaote Mylab ONE 超声诊断仪,在频率 18 MHz、增益 60%条件下测量所有受试者右侧 MCP2 包含 BL 及不含 BL 的 CTh。

1.2.3 同一操作者相同仪器、不同参数测量 由医师 A 采用 Esaote Mylab 90 超声诊断仪,分别在频率 18 MHz、增益分别为 40%、60%、90%条件下,以及频率 6 MHz、增益 60%条件下,测量所有受试者右侧 MCP2 包含 BL 及不含 BL 的 CTh(图 1)。

1.3 统计学分析 采用 SPSS 17.0 统计分析软件。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,二者间比较采用配对样本 t 检验;三者间比较采用单因素方差分析,两两比较采用 LSD 检验。以变异系数评价数据的离散程度。以 Pearson 相关分析评价不同条件下 CTh 测量结果间的相关性。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

相同仪器及参数条件下,不同操作者(医师 A、B)于不同时间(医师 A,间隔 >24 h)3 次测量所有受试者右侧 MCP2 的 CTh,结果见表 1。包含 BL 的 CTh,3 次测量结果平均值为(0.50±0.09)mm,不包含 BL 则为(0.38±0.09)mm,差异有统计学意义($t=-18.528, P<0.001$),二者的变异系数分别为 4.44%和 5.78%。无论包含或不包含 BL,不同操作

者及不同时间测量结果间差异均无统计学意义 (P 均 >0.05)。包含 BL 的 CTh 测量结果显示,第 1 次与第 2 次($r=0.683, P<0.01$)、第 2 次与第 3 次($r=0.701, P<0.01$)、第 1 次与第 3 次($r=0.710, P<0.01$)测量结果间均存在相关性;不包含 BL 的 CTh 测量结果显示,第 1 次与第 2 次($r=0.703, P<0.01$)、第 2 次与第 3 次($r=0.680, P<0.01$)、第 1 次与第 3 次($r=0.722, P<0.01$)测量结果间均存在相关性。

表 1 不同操作者及不同时间测量右侧 MCP2 的 CTh 比较(mm, $\bar{x} \pm s, n=120$)

项目	包含 BL 的 CTh	不包含 BL 的 CTh
第 1 次测量	0.51±0.09	0.39±0.08
第 2 次测量	0.50±0.10	0.38±0.09
第 3 次测量	0.49±0.09	0.37±0.08
F 值	1.952	1.164
P 值	0.144	0.313

同一操作者相同参数条件下,采用 Esaote Mylab 90 与 Esaote Mylab ONE 超声诊断仪测量右侧 MCP2 的 CTh 结果见表 2。不同仪器 CTh 测量包含和不包含 BL 的结果差异均有统计学意义 (P 均 <0.05),且存在相关性($r=0.619, 0.609, P$ 均 <0.01)。

表 2 不同仪器测量右侧 MCP2 的 CTh 比较(mm, $\bar{x} \pm s, n=120$)

仪器	包含 BL 的 CTh	不包含 BL 的 CTh
Esaote Mylab 90	0.51±0.09	0.39±0.08
Esaote Mylab ONE	0.46±0.07	0.28±0.06
t 值	3.952	8.060
P 值	0.048	0.005

同一操作者相同仪器条件下,采用不同参数测量右侧 MCP2 的 CTh 结果见表 3、4。仅相同频率、不同增益条件下,不包含 BL 的测量结果间差异有统计学意义 ($P<0.05$)。无论包含或不包含 BL,不同增益、频率下 CTh 测量结果间均存在相关性,见表 5。

表 3 频率 18 MHz、不同增益下测量右侧 MCP2 的 CTh 比较(mm, $\bar{x} \pm s, n=120$)

增益	包含 BL 的 CTh	不包含 BL 的 CTh
40%	0.51±0.10	0.39±0.09
60%	0.51±0.09	0.39±0.08
90%	0.52±0.10	0.34±0.08*
F 值	0.367	10.506
P 值	0.693	<0.001

注: * :与增益 40%比较, $P<0.05$

表 4 增益 60%、不同频率下测量右侧 MCP2 的 CTh 比较(mm, $\bar{x} \pm s, n=120$)

频率	包含 BL 的 CTh	不包含 BL 的 CTh
18 MHz	0.51±0.09	0.39±0.08
6 MHz	0.51±0.11	0.32±0.09
t 值	1.594	0.422
P 值	0.208	0.517

表 5 不同参数条件下右侧 MCP2 的 CTh 测量结果间相关性

参数(频率/增益)	包含 BL 的 CTh		不包含 BL 的 CTh	
	r 值	P 值	r 值	P 值
6 MHz/60% vs 18 MHz/60%	0.676	0.001	0.621	<0.001
18 MHz/40% vs 18 MHz/60%	0.820	<0.001	0.838	<0.001
18 MHz/60% vs 18 MHz/90%	0.772	<0.001	0.808	<0.001

3 讨论

超声利用人体对超声波的反射进行成像,以灰度反映切面的解剖结构,图像明暗取决于回波幅度,不同的组织具有不同的超声表现。超声扫查肌肉、骨骼时通常采用变频或宽频线阵探头,根据探查部位的深度选择不同频率(通常为 4~13 MHz 或 6~18 MHz),小针脚的高频探头更有利于检查小关节——频率越高,波长越短,轴向分辨率越好,越能清晰显示皮肤、皮下组织、肌腱、神经、软骨及骨皮质。增益可用于控制回声,放大或缩小接收到的信号,整体图像随增益大小变明或变暗^[1]。增益越大,图像越亮,但同时噪声信号也增高,图像质量降低;增益过低则可造成图像不饱和,

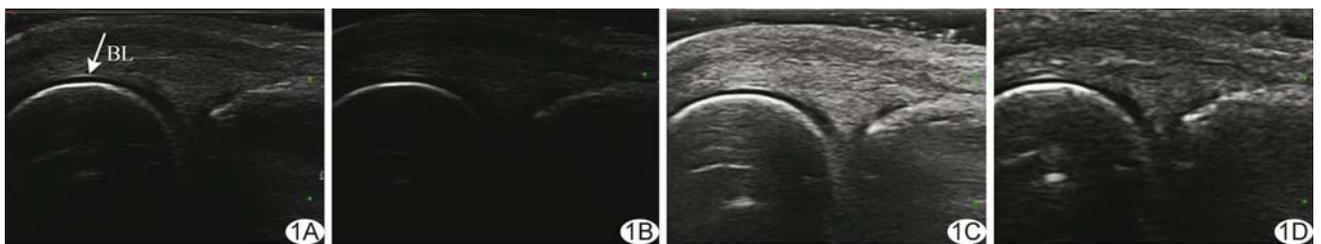


图 1 采用 Esaote Mylab 90 超声诊断仪,测量正常右侧 MCP2 的 CTh A. 频率 18 MHz,增益 60%,箭示 BL; B. 频率 18 MHz,增益 40%; C. 频率 18 MHz,增益 90%; D. 频率 6 MHz,增益 60%

导致信号丢失。

正常透明软骨外观呈乳白色、透明,由软骨细胞组成,含水量超过 70%。超声对正常透明软骨具有良好的穿透性,正常声图像表现为骨皮质与软组织之间的一条均匀一致的不可压缩的无回声带。探头垂直于关节表面放置时,声束与骨完全垂直的部分发生反射,在软骨表面形成 BL。关节腔内少量积液时,BL 格外明显,称为“软骨界面征”,是鉴别积液与关节软骨的重要征象。通过超声检查能够发现软骨面毛糙、凹凸不平、连续性中断、软骨表面及软骨内晶体沉积等,以及骨关节炎^[2]、痛风^[3-4]和假性痛风^[5]引起的软骨特征性改变。但目前超声测量软骨真实厚度较为困难,且测量 CTh 的方法尚未统一。

X 线是检测 RA 的常规影像学方法,但对早期病变敏感度较低^[6]。在一些超声难以扫查到软骨全貌的部位(如肩部),超声对骨侵蚀的检测不及 MRI,但仍优于常规 X 线^[7];与 MRI 相比,超声对肩关节疼痛的 RA 患者肩袖全层撕裂具有较高诊断敏感度和准确率^[8]。既往研究^[9-10]显示,应用超声评估 RA 患者 MCP 滑膜炎、骨侵蚀的敏感度优于临床查体,且第 2 及第 3 MCP 是评估 RA 活动性的敏感部位,观察者间一致性较好($Kappa=0.76$)。Möller 等^[11]认为超声测量 MCP 的 CTh 有望替代传统 X 线检查。

本研究结果显示,不同操作者及不同时间 3 次测量右侧 MCP2 包含和不包含 BL 的 CTh 平均值分别为 (0.50 ± 0.09) mm 和 (0.38 ± 0.09) mm,差异有统计学意义($t=-18.528, P<0.001$),二者的变异系数分别为 4.44%和 5.78%,提示是否包含 BL 可影响测量结果。且本研究中,在相同仪器及参数条件下,不同操作者及不同时间无论包含 BL 或不包含 BL 的测量结果间差异均无统计学意义(P 均 >0.05);同一操作者在相同参数条件下应用不同仪器对右侧 MCP2 的 CTh 进行测量,无论是否包含 BL,测量结果间差异均有统计学意义(P 均 <0.05),提示仪器对测量结果影响较大。虽然本研究中不同次检查所用的超声设备为同一品牌产品,但配置不同,分辨率及图像质量也有较大差别,对测量结果影响仍较为明显。本研究同一操作者采用相同仪器、不同参数对右侧 MCP2 的 CTh 进行测量,包含 BL 的测量结果显示其与频率变化的相关性最小($r=0.676$),与增益变化的相关性最大($r=0.820$),提示频率较增益对测量结果的影响更大。

本研究还发现不同操作者、时间、仪器、参数条件下,包含 BL 的测量结果间,按相关系数 r 由小至大排列分别为仪器($r=0.619$)、频率($r=0.676$)、操作者($r=0.683$)及增益($r=0.820$),提示更换超声仪器对测量结果的影响最大,而增益变化对测量结果的影响较小。

[参考文献]

- [1] Torppedersen ST, Terslev L. Settings and artefacts relevant in colour/power Doppler ultrasound in rheumatology. *Ann Rheum Dis*, 2008, 67(2):143-149.
- [2] 张晓慧,邓雪蓉,耿研,等.中国膝关节炎患者超声表现. *中华风湿病学杂志*, 2016, 20(9):604-608.
- [3] Bruyn GA, Naredo E, Iagnocco A, et al. The OMERACT ultrasound working group 10 years on: Update at OMERACT 12. *J Rheumatol*, 2015, 42(11):2172-2176.
- [4] Terslev L, Gutierrez M, Christensen R, et al. Assessing elementary lesions in gout by ultrasound: Results of an OMERACT patient-based agreement and reliability exercise. *J Rheumatol*, 2015, 42(11):2149-2154.
- [5] Filippou G, Scirè CA, Damjanov N, et al. Definition and reliability assessment of elementary ultrasonographic findings in calcium pyrophosphate deposition disease: A study by the OMERACT calcium pyrophosphate deposition disease ultrasound subtask force. *J Rheumatol*, 2017, 44(11):1744-1749.
- [6] Salaffi F, Gutierrez M, Carotti M. Ultrasound versus conventional radiography in the assessment of bone erosions in rheumatoid arthritis. *Clin Exp Rheumatol*, 2014, 32(1):S85-S90.
- [7] Hermann KG, Backhaus M, Schneider U, et al. Rheumatoid arthritis of the shoulder joint: Comparison of conventional radiography, ultrasound, and dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging. *Arthritis Rheum*, 2003, 48(12):3338-3349.
- [8] Chen DY, Lan HC, Lai KL, et al. Diagnostic utility of US for detecting rotator cuff tears in rheumatoid arthritis patients: Comparison with magnetic resonance imaging. *J Med Ultrasound*, 2014, 22(4):200-206.
- [9] 徐愿,宿峰,陶庆文,等.类风湿关节炎患者掌指关节 2,3 与掌指关节 1,4,5 超声表现的比较研究. *中日友好医院学报*, 2014, 28(6):323-325.
- [10] Wakefield RJ, Gibbon WW, Conaghan PG, et al. The value of sonography in the detection of bone erosions in patients with rheumatoid arthritis: A comparison with conventional radiography. *Arthritis Rheum*, 2000, 43(43):2762-2770.
- [11] Möller B, Bonel H, Rotzetter M, et al. Measuring finger joint cartilage by ultrasound as a promising alternative to conventional radiograph imaging. *Arthritis Rheum*, 2009, 61(4):435-441.