

## 基于 APP 线上自主学习模式的关节超声诊断的精准教学探索

王 铭, 赵辰阳, 韦 瑶, 桂 阳, 赵瑞娜, 王若蛟, 杨 萌\*

(中国医学科学院 北京协和医学院 北京协和医院 超声医学科, 北京 100730)

**摘要:**目的 探讨应用程序(APP)线上自主学习模式在关节超声诊断精准教学中的应用价值。方法 依据12名超声医师诊断经验不同分为3组。首先通过APP培训课程自主学习“关节超声诊断评分标准”,随后进入考核平台,对140个手部类风湿关节炎进行评分。用诊断符合率及组内相关系数(ICC)对考核结果进行分析(%/ICC);用调查问卷收集学员的教学反馈意见。结果 3组超声医师的诊断一致性较好(65.2%~67.7% $\geq$ 0.8),其中滑膜炎血流分级及腱鞘炎有无判断考核结果最好(74.40%~81.70%/0.91~0.94; 87.50%~93.80%/0.97~0.98),而滑膜炎灰阶超声分级误判较高(45.10%~47.80%/0.58~0.74),骨侵蚀的ICC较差(66.70%~77.80%/0.44~0.58)。在手部关节中,第3掌指关节(MCP3)与第2/3远端指间关节(PIP2/3)病变诊断符合率较低(61.1%~71.3%; 57.4%~63.9%),腕关节诊断符合率差异较大(64%~80%)。受训学员普遍喜欢上述教学方法(75%),认为提高了学习效率与兴趣(91.7%),但在超声评分标准阐述更加明确化,考核图片更加清晰化,以及合理运用动态视频教学等方面仍有待优化完善。结论 基于APP的线上自主学习模式可作为关节超声诊断学习的有效手段,精细化分析考核结果及学员教学反馈有助于优化教学方法,从而实现关节超声诊断的精准教学。

**关键词:** 超声波检查术;关节超声诊断;超声评分;自主学习;精准教学

中图分类号:G643 文献标志码:A

### Evaluation of precision teaching based on APP for online self-learning in joint diagnostic ultrasound

WANG Ming, ZHAO Chen-yang, WEI Yao, GUI Yang, ZHAO Rui-na, WANG Ruo-jiao, YANG Meng\*

(Department of Ultrasound Medicine, Peking Union Medical College Hospital, CAMS & PUMC, Beijing 100730, China)

**Abstract: Objective** To evaluate the use of online self-learning application (APP) for precision teaching in joint diagnostic ultrasound. **Methods** Twelve sonographers were divided into three groups (4 in each) based on their experience in ultrasound diagnosis. At first, all of them were approached to the training courses in self-learning APP to study “the joint diagnostic ultrasound scoring system”. After that, they were admitted to “the ultrasound images assessment platform” in-APP to perform the ultrasound score on 140 small joints with inflammatory rheumatic diseases. The overall agreement rate (%) and intraclass correlation coefficients (ICC) values were calculated to analyze the assessment results among the three groups (%/ICC). A questionnaire survey was also administered at the end of

收稿日期:2020-10-13 修回日期:2021-04-06

基金项目:国家自然科学基金(61971447);北京市自然科学基金杰出青年科学基金(18JQG060);国际科技合作计划(2015DFA30440);北京市科技新星交叉合作科技项目(xxjc201812);北京市科技新星项目(Z131107000413063);北京协和医学院2020年中央高校教育教学改革专项基金(2020zlgc0120)

\*通信作者(corresponding author): amengameng@hotmail.com

the study via the APP to determine the ease of use of self-learning APP. **Results** A good interobserver agreement was reached among the three groups (65.2%~67.7%/0.49~0.97). In detail, the best interobserver results were found for the detection of Power Doppler Ultrasound (PDUS) synovitis (74.40%~81.70%/0.91~0.94) and tenosynovitis/paratenonitis in all joints (87.50%~93.80%/0.97~0.98). Good ICC values was found for the detection of Grayscale Ultrasound (GSUS) synovitis, but the agreement rate in this region was poor (45.10%~47.80%/0.58~0.74). For the presence or absence of erosions, moderate agreement rate was calculated, however, the ICC values among the three groups were poor (66.70%~77.80%/0.44~0.58). Regarding agreements in the finger joint regions, lower agreement results were found in both of MCP3 (61.1%~71.3%) and PIP2/3 joints (57.4%~63.9%), and a variable agreement rates were found for wrist joints (64%~80%). The majority of survey respondents indicated favorable receptivity to the online self-learning APP (75%) including finding it helpful to improve the learning efficiency and interests (91.7%). Furthermore, a more accurate definition about the joint ultrasound score, standardization of image acquisition and adequate dynamic ultrasonography were advised to further improve interobserver agreements. **Conclusions** The online self-learning APP can be used as an effective tool in joint ultrasound training. A detailed analysis of the assessment results based on the feedback information from the trainees can help to further optimize and improve the teaching process to realize the precision teaching in joint diagnostic ultrasound.

**Key words:** ultrasonography; joint diagnostic ultrasound; ultrasound score; self-learning; precision teaching

网络化学习借助互联网技术实现文字、图像、音频和视频的同步传输,为医疗工作者提供大量信息资料,同时也为探索线上自主学习模式以及开展全球化、跨领域合作交流提供了有力平台,目前已被应用在内科、外科、急诊科和耳鼻喉科等的教学中<sup>[1-5]</sup>。新型冠状病毒肺炎疫情下网络化学习已成为一种常态化的教学、培训模式广泛融入在临床医学教育中,但是对于如何实现网络化学习从泛化向精准化的转变,现有研究报道尚少。

肌骨超声 (musculoskeletal ultrasound, MSKUS) 在北京协和医院超声医学科处于薄弱专业,亟待发展,同时由于关节超声诊断专业性较强,除系统理论教学、操作实践教学外,超声医师合理利用碎片时间进行自主学习也是极为重要的学习途径。基于以上需求,本研究探索建立基于应用程序(手机软件)(application, APP)的关节超声教考结合平台,采取学员线上自主学习模式进行关节超声诊断培训及考核,通过分析考核结果及学员教学反馈建议,探索优化改进教学方法,为实现关节超声诊断的精准教学提供实践经验。

## 1 资料与方法:

### 1.1 研究对象

12名北京协和医院超声科医师参与本项研究,

其中4人从事超声工作 $\geq 10$ 年(3人关节超声操作经历 $> 50$ 人次,1人关节超声操作经历30~50人次),4人从事超声工作5~7年(关节超声操作经历30~50人次),4人从事超声工作 $\leq 3$ 年(2人关节超声操作经历 $< 30$ 人次,2人既往无关节超声操作经历)。

### 1.2 方法

1.2.1 教学模式的开展:所有受训者均参加关节超声诊断两个阶段的培训,第一阶段通过APP电子培训课程自主学习“关节超声相关理论知识及评分标准”;第二阶段进入APP电子考核平台,以选择题形式对关节超声图像进行自主评分,最后对评分结果进行汇总分析。

1.2.1.1 APP电子培训课程:由3部分构成:1)EULAR-OMERAC (Outcome Measures in Rheumatology)组织发布的关节病变超声表现国际共识,以及相应的超声图片,包括滑囊积液、滑膜增生、骨侵蚀、腱鞘炎/腱周炎;2) Szkudlarek Scoring 关节超声评分<sup>[6]</sup>,包括滑膜灰阶超声 (Grayscale Ultrasound, GSUS)评分0~3分、腱鞘炎/腱周炎有无(1/0分)、骨侵蚀有无(1/0分),滑膜炎性区域血流能量多普勒超声 (Power Doppler Ultrasound, PDUS)评分0~3分;同时示例腕关节(wrist) GSUS 0~3分超声图片,第2远端指间关节(second proximal interphalangeal,

PIP2) PDUS 0~3 分超声图片;3)选取第二部分“关节超声评分测试 APP 题库”中滑膜增生 GSUS 0~3 分,PDUS 0~3 分各 1 例代表性关节图像,进行强化学习。

滑膜炎 GSUS 评估:0 分,无增厚;1 分,轻度增厚;2 分,滑膜增厚,凸出于关节周围骨骼线,不沿骨干延伸;3 分,滑膜增厚,凸出于关节周围骨骼线,并向骨表面延伸。

滑膜炎 PDUS 评估:0 分,无血流信号;1 分,滑膜内可探及 1~2 处点状血流信号;2 分,可探及线状血流信号,>3 条血管,但未超过滑膜面积的 50%;3 分,丰富血流信号,超过滑膜面积的 50%。

腱鞘炎/腱周炎定义为指腱鞘内或周围可见低或无回声增厚组织,有/无积液;骨侵蚀定义为在两个相互垂直平面均可见骨表面连续性中断。

1.2.1.2 APP 关节超声评分考核系统:由 2 位从事超声诊断 4 年、关节超声操作经历>2 年的超声医师对 10 例类风湿性关节炎患者临床受累侧(肿胀/疼痛侧)手部小关节根据 EULAR 指南进行超声检查,包括腕关节、第 2/3 掌指关节(second and third metacarpophalangeal, MCP2/3)、第 2/3 远端指间关节(second and third proximal interphalangeal, PIP2/3)。操作者通过初步图像质控后留存 wrist 背侧正中,MCP2/3 背侧,以及 PIP2/3 关节背侧 GSUS 及 PDUS 各一张代表性的静态、纵切面图像构建“APP 关节超声评分考核系统题库”。

质控后,APP 题库包括 MCP2 关节 10 例,MCP3、PIP2、PIP3 及腕关节各 9 例病例,总计 GSUS、PDUS、腱鞘炎及骨侵蚀评分共计 140 题。所有超声图像均由上述 2 位超声医师进行评分判定,

当图像评分不一致时,由另一位从事超声诊断 10 年的超声医师再次评分,经讨论统一意见后判定最终答案。

1.2.2 考核结果分析:将 12 位医师按超声诊断年资不同分为 3 组( $\geq 10$  年,5~7 年, $\leq 3$  年),每组 4 人,采用诊断符合率及观察者间一致性(intraclass correlation coefficients, ICC)对考核结果进行分析(%/ICC)。当 ICC>0.8 时认为可信度显著,可被接受。超声诊断符合率定义为观察到的正确结果所占百分比,其中 $\geq 70\%$ 定义为诊断符合率较好<sup>[7]</sup>。

1.2.3 教学效果反馈:考核结束后,APP 平台会自动推送“成绩单”显示试题正确率,并对错误试题给予答案解析。同时利用 APP 平台对受训者推送本研究调查问卷,了解受训者对该教学方式是否能接受及满意度情况。

### 1.3 统计学分析

统计学采用 SPSS 19.0 软件。ICC 值<0.20 认为一致性差,0.21~0.40 一致性一般,0.41~0.60 一致性中等,0.61~0.80 良好,0.81~1.0 极好<sup>[8]</sup>。

## 2 结果

12 位超声医师在关节病变评估中 ICC 呈中等~极好水平(0.52~0.97),除滑膜炎 GSUS 诊断符合率较低外,其余病变诊断符合率均较好。3 组不同年资超声医师间诊断一致性较好(65.2%~67.7%/均 $\geq 0.8$ ),其中滑膜炎 PDUS( $n=45$ )评分及腱鞘炎( $n=4$ )有无判断考核结果最好,但在滑膜炎 GSUS 评分上诊断符合率较低( $n=46$ , 45.10%~47.80%/0.58~0.74),骨侵蚀判断上,不同组间 ICC 均较低( $n=45$ , 66.70%~77.80%/0.44~0.58)(表 1)。

表 1 不同年资组超声诊断医师的评估一致性分析

Table 1 Interobserver agreement among the different diagnostic ultrasound experience groups

关节病变	高年资组		中等年资组		低年资组		总计	
	ICC	超声诊断符合率(%)	ICC	超声诊断符合率(%)	ICC	超声诊断符合率(%)	ICC	超声诊断符合率(%)
滑膜炎								
GSUS 分级	0.66	47.3	0.58	47.8	0.74	45.1	0.66	46.7
PDUS 分级	0.91	74.4	0.94	81.7	0.91	78.9	0.92	78.3
腱鞘炎/腱周炎	0.97	87.5	0.98	93.8	0.97	87.5	0.97	89.6
骨侵蚀	0.52	66.7	0.58	71.7	0.44	77.8	0.52	72.0
总计	0.76	65.2	0.77	66.3	0.83	67.7	0.79	71.3

3组超声医师对于MCP2整体超声诊断符合率要高于MCP3(70%~71.70% vs. 61.1%~71.3%)。对于wrist关节,3组超声医生诊断符合率差异较大(64%~80%)。而PIP2/3整体培训效果较差,各组医师间ICC不稳定且诊断符合率较低(57.4%~63.9%/0.33~0.69)(表2)。

受训学员普遍喜欢这一新型教学方法,认为APP培训方式提高了学习效率及学习兴趣,测试结果反馈有助于个人业务水平提高,但仍存在超声评分标准阐述不够明确,考核图片不够清晰,缺少动态视频教学的不足之处。对于关节超声考核部分,受训学员普遍认为滑膜增生GSUS分级及腱鞘炎有无判断评估较为困难(均为50%),其次为滑膜增生PDUS评分及骨侵蚀有无判断(均为33.3%)。而对于超声评估较为困难的关节依次为腕关节(75%),MCP2/3(均为25%),及PIP2/3(均为16.6%)(表3)。

### 3 讨论

本研究中受训者对于手部类风湿性关节炎超声诊断分级评估水平近似甚至优于既往研究中关节影

像经验丰富者(Kappa 0.29~0.57,超声诊断符合率56.9%~79.9%)<sup>[9]</sup>。此外,不同年资组超声医师诊断水平可信度高且符合率相似,提示基于APP的自主学习模式对关节超声初学者具有较好的适用性,可降低临床操作经验的影响,使受训者在相同训练背景下,达到较好的培训效果。

通过对受训者关节病变超声考核结果分析,有助于发现APP教考结合平台中存在的不足之处。本研究中滑膜炎GSUS分级及骨侵蚀判断上考核效果较差,可能与APP中考核图像质量不规范导致受训者误判,以及受训者对超声诊断标准存在意见分歧有关。而部分受训者也认为应进一步加强考核图片质量及细化超声评分标准。高质量的图像、标准化的培训及读图有助于获得较高的观察者间重复性,因此建议未来培训中加强图像质控管理,同时对关节超声评分标准进行更加详细化、具体化的描述定义,适当增加动态超声示例图,从而实现诊断标准的统一。

而通过综合分析受训者学员考核结果与教学反馈意见,有助于了解学员在关节超声诊断中真正的

表2 不同年资超声诊断医师对不同部位关节超声波检查术评估一致性分析

Table 2 Interobserver agreement among the different experience sonographers in ultrasonography of the all joints

关节部位	切面数 (个)	高年资组		中年资组		低年资组	
		ICC	超声诊断符合率(%)	ICC	超声诊断符合率(%)	ICC	超声诊断符合率(%)
MCP2	30	0.82	71.70	0.80	70.00	0.82	71.70
MCP3	27	0.82	63.00	0.80	71.30	0.82	61.10
wrist	25	0.80	64.00	0.90	70.00	0.91	80.00
PIP2	27	0.61	61.10	0.44	57.40	0.69	63.90
PIP3	27	0.33	62.00	0.46	58.30	0.45	59.30

表3 受训者对线上培训平台(教学方法)的反馈意见

Table 3 Questionnaire of identification of online training platform( teaching process) (% , n=12)

反馈意见项目	赞同[n(%)]	不赞同[n(%)]
该教学方法较传统授课方式更好	9(75.0)	3(25.0)
APP自主学习模式不会占用很多时间	12(100)	0(0)
自主学习模式能提高学习的兴趣与参与度	11(91.7)	1(8.3)
目前APP培训课程中超声评分标准阐述明确,容易理解掌握	6(50)	6(50)
APP测试系统中考核图片质量较清晰,不会影响判断	7(58.3)	5(41.7)
建议多增加关节动态视频,将更加有助于超声诊断	7(58.3)	5(41.7)
测试结果反馈有助于了解个人掌握不足之处,进而加强改进	12(100)	0(0)

“难点”。本研究中腕关节超声诊断符合率差异较大,同时学员普遍认为该关节诊断困难,这可能与腕部解剖结构复杂有关<sup>[10]</sup>,建议未来培训中增加相应解剖结构讲解。此外,本研究中 MCP3 整体超声诊断符合率要略低于 MCP2,分析可能是与 MCP3 解剖结构相对复杂,图像获取较困难有关<sup>[11]</sup>,未来可考虑将 MCP3 可作为考核重点进行针对性培训,进而简化培训流程。值得注意的是,PIP 关节解剖结构相对简单,但是本研究中 PIP2/3 考核结果较差,可能是由于 PIP 关节解剖结构比较小,静态超声图

像下对于滑膜分级评估存在困难,因此在未来培训中拟建议采用动态超声视频与静态图像结合的方式进行培训,从而进一步验证是否有助于提高超声诊断效果。

综上所述,基于 APP 的线上关节超声诊断自主学习及即时考核的模式可作为关节超声学习的有效培训手段,在精细分析考核结果基础上同时结合学员教学反馈意见有助于对整体教学方法的改进与优化,进而实现关节超声诊断的精准教学。

### 参考文献:

- [1] 冉丽斯,钟玲,王羽,等. 内科住院医师规范化培训基础理论教学方法探讨[J]. 中华医学教育探索杂志, 2017, 16:1056-1059.
- [2] Nikolian VC, Barrett M, Valbuena VS, *et al.* Educational content and the use of social media at US departments of surgery [J]. *Surgery*, 2018, 163:467-471.
- [3] 姚齐颖,张冬梅,赵慧,等. “雨课堂”与基础医学教学深度融合的探索[J]. 基础医学与临床, 2021, 41: 130-134.
- [4] Tarpada SP, Hsueh WD, Gibber MJ. Resident and student education in otolaryngology: a 10-year update on e-learning [J]. *Laryngoscope*, 2017, 127:E219-E224.
- [5] 戴申倩,仇文颖,陈咏梅,等. 基于自主学习模式下的形态学多媒体网站的开发和应用[J]. 基础医学与临床, 2017, 37: 894-898.
- [6] Szkudlarek M, Court-Payen M, Jacobsen S, *et al.* Inter-observer agreement in ultrasonography of the finger and toe joints in rheumatoid arthritis [J]. *Arthritis Rheum*, 2003, 48:955-962.
- [7] Scheel AK, Schmidt WA, Hermann K-G A, *et al.* Inter-observer reliability of rheumatologists performing musculo-skeletal ultrasonography: results from a EULAR “Train the trainers” course [J]. *Ann Rheum Dis*, 2005, 64: 1043-1049.
- [8] Lucio VR, Cristina HD, Diana FT, *et al.* Reliability of ultrasound grading traditional score and new global OMERACT-EULAR score system (GLOESS): results from an inter- and intra-reading exercise by rheumatologists [J]. *Clin Rheumatol*, 2017, 36:2799-2804.
- [9] Ohrndorf S, Fischer IU, Kellner H, *et al.* Reliability of the novel 7-joint ultrasound score: results from an inter- and intraobserver study performed by rheumatologists [J]. *Arthritis Care Res*, 2012, 64:1238-1243.
- [10] Koski JM, Saarakkala S, Helle M, *et al.* Assessing the intra- and inter-reader reliability of dynamic ultrasound images in power Doppler ultrasonography [J]. *Ann Rheum Dis*, 2006, 65:1658-1660.
- [11] Szkudlarek M, Court-Payen M, Jacobsen S, *et al.* Inter-observer agreement in ultrasonography of the finger and toe joints in rheumatoid arthritis [J]. *Arthritis Rheum*, 2003, 48:955-962.