

· 超声影像学 ·

超声探头压力对甲状腺实时剪切波弹性成像杨氏模量值的影响

崔智飞, 张波涛, 李蒙迪, 邓全彤, 杨月杰, 张泽明

【摘要】 目的:探讨超声探头预压水平对不同甲状腺组织类型的实时剪切波弹性成像(SWE)杨氏模量值的影响。**方法:**选择接受甲状腺 SWE 检查的 116 例患者,其中甲状腺正常者 39 例,良性增生性结节 58 例,甲状腺乳头状癌 19 例,采用 4 种预压程度(1 级~4 级)进行 SWE 检查,比较不同预压程度下不同甲状腺组织的 SWE 杨氏模量值的差异。**结果:**三种甲状腺组织类型测量的 SWE 杨氏模量值均随着预压水平的增加而增大。SWE 杨氏模量值在预压程度 1 级与 4 级间的差异分别为:正常实质组 10.71 kPa(差异率 203.28%),良性结节组 25.67 kPa(差异率 241.20%),乳头状癌组 75.33 kPa(差异率 438.12%),在不同预压水平下,乳头状癌较良性增生性结节具有更大的变异性。不同组织类型之间的 SWE 杨氏模量值两两比较,除良性增生性结节组与乳头状癌组在预压 1 级水平时测得的杨氏模量值差异无统计学意义($P=0.082$)外,其它预压水平下两两比较差异均有统计学意义(P 值均 <0.05)。**结论:**超声探头的预压水平对甲状腺正常组织、良性结节和乳头状癌的 SWE 测量结果均有显著影响,其中对甲状腺乳头状癌的 SWE 测量值影响最大。

【关键词】 甲状腺;剪切波弹性成像;杨氏模量;超声检查

【中图分类号】 R581; R445.1 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2018)05-0520-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2018.05.017

Effects of ultrasound probe pressure on Young's modulus of real-time shear wave elastic imaging in thyroid nodules CUI Zhi-fei, ZHANG Bo-tao, LI Meng-di, et al. Department of Ultrasound, Zhengzhou Central Hospital Affiliated to Zhengzhou University, Zhengzhou 450007, China

【Abstract】 Objective: To study the effect of pre-compression level of ultrasound probe on Young's modulus value of shear wave elastography (SWE) on different types of thyroid tissue. **Methods:** A total of 116 patients underwent thyroid SWE, including normal parenchyma (39 cases), benign proliferative nodules (58 cases) and papillary carcinoma (19 cases). 4 degrees of pressure (level 1~4) were used for SWE. The effects of different levels of pre-compression on the thyroid tissue with Young's modulus of SWE were compared. **Results:** The Young's modulus of SWE measured on each type of thyroid tissue increased with the increase of pre-compression. The differences between Young's moduli level 1 and level 4 was: normal parenchyma as 10.71kPa, (difference rate 203.28%), benign nodule 25.67kPa (difference rate 241.20%) and papillary carcinoma 75.33kPa (different rate 438.12%) respectively. Under different levels of pre-compression, there was greater variability in papillary carcinoma compared with that of benign proliferative nodule. Apart from no significant difference in Young's modulus between the benign and carcinoma groups at level 1 ($P=0.082$), the difference of SWE Young's modulus between the other groups was statistically significant ($P<0.05$) at each pre-compression level. **Conclusions:** This study shows that the pre-compression level of ultrasound probe has a significant effect on the SWE measurement of thyroid normal tissue, benign nodules and papillary carcinoma, and the effect of SWE on thyroid papillary carcinoma is the most significant.

【Key words】 Thyroid gland; Shear wave elastic imaging; Young's modul; Ultrasonography

作者单位: 450007 郑州, 郑州大学附属郑州市中心医院超声科(崔智飞、张波涛、邓全彤、杨月杰), 体检科(李蒙迪); 071000 河北, 河北大学附属医院内分泌科(张泽明)

作者简介: 崔智飞(1980—), 男, 河南夏邑人, 主治医师, 主要从事超声介入诊断工作。

通讯作者: 张波涛, E-mail: zhangbotao@sohu.com

基金项目: 河北省医学科学研究重点课题项目(20110154)

实时剪切波弹性成像(shear wave elastography, SWE)通过瞬时脉冲在被检查者体内形成剪切波, 可经过测量其传播速度直接计算组织的弹性值即杨氏模量^[1]。现已有国内外研究指出 SWE 可判断甲状腺结

节的良恶性^[2,3],但不同 meta 分析研究结果显示 SWE 诊断甲状腺结节良恶性的杨氏模量值差异较大^[4-6],这可能与目前 SWE 测量时超声探头预压程度无明确统一规范有关,在操作过程中超声探头预压程度可能会直接导致被测量目标形成人为硬化而造成测量结果不同。本研究通过评估超声探头不同压力对甲状腺良恶性结节的 SWE 杨氏模量值的具体影响程度,探讨超声探头预压水平的合理区间,为提高 SWE 鉴别甲状腺结节良恶性的准确度提供依据。

材料与方法

1. 病例资料

选择 2016 年 3 月—2017 年 2 月间,在我院接受甲状腺 SWE 检查,并知情同意参加本研究的患者共 116 例,其中甲状腺正常者 39 例,良性增生性结节 58 例,甲状腺乳头状癌 19 例。

2. 检查方法

患者取仰卧位,合理暴露颈部。采用 Aixplorer 超声诊断仪(SuperSonic Imagine, France)线阵探头(SuperLinearTM SL 15-4)行常规甲状腺超声检查,并选取实性病变区域,避开钙化区及囊性病灶区域,定位感兴趣区(region of interest, ROI)行 SWE 检查。超声探头纵切选择最佳测量切面,调节选择适当取样框并在其中选定 ROI 后稳定图像 3~5 s,采集图像时患者暂停呼吸,保存图片,记录 ROI 内的平均杨氏模量值(Emean)。

3. 探头预压程度设定

由于目前临床尚无带压力传感器的超声探头,本研究采用半定量方法通过反复尝试,自定义四种患者可耐受的超声探头预压水平。医师测量前先手持超声探头在被检者一侧预压电子秤(精度 0.1 g),记录其数值并感受此压力下手握探头的感觉,此后立即将探头以尽可能相同的感受预压到被检查者颈部待检区域进行超声检查。

定义四种超声探头预压程度如下:预压 1 级,电子秤读数约为 10 g,此时超声探头和皮肤表面之间耦合剂清晰可见;预压 2 级,电子秤读数约为 50 g,此时超声探头紧贴皮肤而未下压皮肤,耦合剂几乎不可见;预压 3 级,电子秤读数约为 150 g,此时超声探头轻微压缩甲状腺皮肤;预压 4 级,电子秤读数约为 300 g,此时甲状腺上皮肤被大量压缩。上述四种预压水平均未对被检查者造成任何不适。

4. 图像处理

在 SWE 图像稳定后,取 Q-box 时选择尽可能多结节的部分(默认直径 2 mm),或者将 1 cm 直径的 Q-box 定位于正常薄壁的中心。测量探头不同预压水平

时,每次测量均将探头移开患者皮肤,反复测量四次,取四次的平均值作为最终杨氏模量值。SWE 杨氏模量值范围为 0~180 kPa,采用蓝、绿/黄、红色分别表示杨氏模量的低、中、高。记录四种预压水平时 SWE 测量甲状腺的平均杨氏模量值,记录患者甲状腺结节的直径和对不同预压水平的轴向应变程度,采集结节与皮肤的距离等临床数据。同时依据 Cochrane 图书馆协作规定的系统检索策略,检索关于 SWE 鉴别诊断甲状腺良恶性肿瘤的最近 5 年的相关文献,分析相关报道中关于预压水平描述、最佳诊断点选择及其敏感性、特异性。

5. 统计学分析

使用 SPSS 19.0 软件进行统计学分析。病变例数等计数资料采用例数和百分数表示(n, %),组间比较采用 χ^2 检验;对测量的杨氏模量值等计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,多组配对资料的多组间比较采用单因素方差分析,两两比较行 Student's t 检验。采用 ANOVA 检验比较不同预压水平、不同组织类型的杨氏模量值差异。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 一般资料分析

本研究共纳入 116 例患者,其中甲状腺正常者 39 例(33.62%),良性增生性结节患者 58 例(50.00%),甲状腺乳头状癌患者 19 例(16.38%)。良性增生性结节组轴向直径为(15.64 ± 6.71) mm,与乳头状癌组[(12.44 ± 4.89) mm]差异无统计学意义($t = 1.915$, $P = 0.059$)。良性增生性结节组结节与皮肤的垂直距离为(9.32 ± 5.63) mm,与乳头状癌组[(7.04 ± 4.19) mm]差异无统计学意义($t = 1.621$, $P = 0.109$)。58 例良性增生性结节患者中有 23 例(39.65%)出现部分囊性病灶,19 例乳头状癌患者中有 1 例(5.26%)出现部分囊性病灶,两组囊性病灶的比例差异无统计学意义($\chi^2 = 7.890$, $P = 0.05$);58 例良性增生性结节中有 7 例(12.07%)检出钙化灶,19 例乳头状癌中有 4 例(21.05%)检出钙化灶,两组差异无统计学意义($\chi^2 = 0.943$, $P = 0.331$)。本研究在采集图片、测量杨氏模量值时均排除含有囊性病灶或钙化灶的区域进行分析,从而避免这些因素对 SWE 测量结果产生影响。

2. 超声探头不同预压水平对 SWE 杨氏模量值的影响

对比不同预压程度下的甲状腺 SWE 图像,可以发现测量的 SWE 杨氏模量值均随着预压程度的增加而增高(图 1)。

同一预压水平下,乳头状癌组的 SWE 杨氏模量

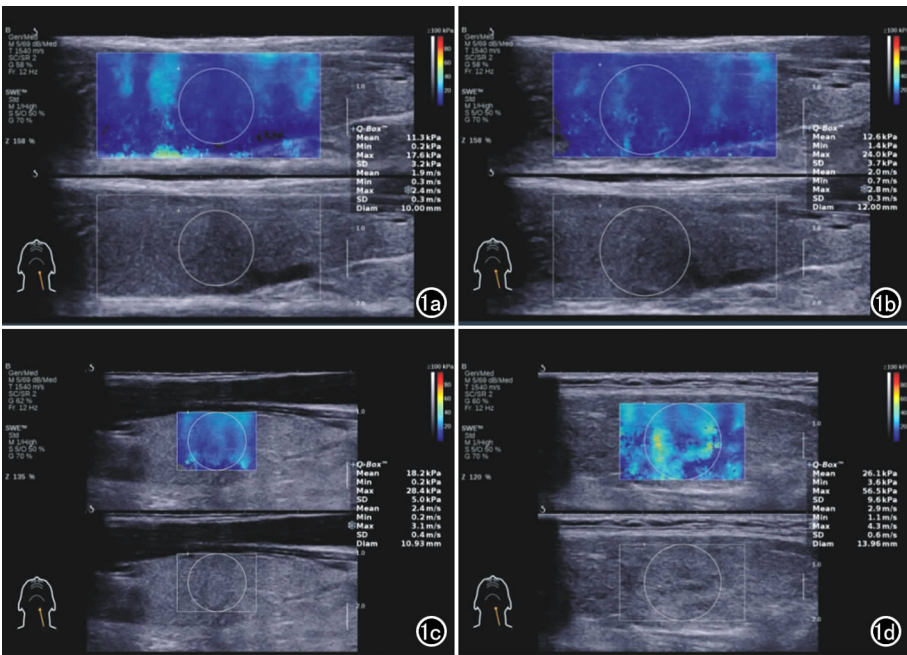


图 1 四种超声探头预压程度下甲状腺实质的 SWE 图像。a) 预压 1 级, 平均 SWE 杨氏模量值为 11.3kPa; b) 预压 2 级, 平均 SWE 杨氏模量值为 12.6kPa; c) 预压 3 级, 平均 SWE 杨氏模量值为 18.2kPa; d) 预压 4 级, 平均杨氏模量值为 26.1kPa。

值最高,正常甲状腺实质组最低。随着超声探头预压水平的增加,三种组织类型测量的 SWE 杨氏模量值也随之增高,其中乳头状癌组的 SWE 杨氏模量值的增加值最大,正常甲状腺实质组最小。预压 1 级与预压 4 级之间,SWE 杨氏模量值的差异分别为正常实质组 10.71 kPa(差异率 203.28%),良性结节组为 25.67 kPa(差异率 241.20%),乳头状癌组为 75.33 kPa(差异率 438.12%)。在不同预压水平下,乳头状癌较良性增生性结节具有更大的变异性(表 1,

图 2)。

不同组织类型之间的 SWE 杨氏模量值两两比较,除良性增生性结节组与乳头状癌组在预压 1 级水平时测得的杨氏模量值差异无统计学意义($P=0.082$)外,其它预压水平下两两比较差异均有统计学意义(P 值均 <0.05 , 表 2)。

讨 论

随着普通超声及 SWE 技术的日渐成熟,甲状腺结节的检出率也越来越高^[7],因此准确鉴别结节的良恶性至关重要。利用不同组织类型的 SWE 杨氏模量值的差异来鉴别甲状腺良恶性结节已经取得一定效果^[8],但不同文献对于最佳诊断点的选择及诊断的敏感性、特异性差异均较大,同时不同研究对于 SWE 操作时超声探头的预压程度描述也存在一定差异,大多以轻压、充分接触皮肤等来描述探头的预压程度^[9]。超声探头在操作过程中带来的额外压力会导致甲状腺结节的人为硬化或组织变硬^[10],目前已有体外甲状腺力学研究表明预压程度会对其硬度及超声测量结果产生影响^[11],但临床上目前仍未明确。因此,本研究尝试通过半定量的方式分析超声探头预压水平对不同甲状腺组织类型的 SWE 杨氏模量值的影响。

由于目前临床上使用的超声探头尚未应用压力传

表 1 三组在不同预压水平下的杨氏模量测量值 (KPa)

压力水平	正常实质组 (n=39)	良性增生性结节组 (n=58)	乳头状癌组 (n=19)
预压 1 级	10.37±2.94 (4.54~17.96)	19.24±7.01 (6.87~42.68)	22.39±1.73 (7.01~56.40)
预压 2 级	12.77±3.10 (6.82~21.65)	26.25±7.87 (9.32~57.44)	38.57±17.86 (15.65~97.88)
预压 3 级	16.44±3.66 (10.05~24.68)	32.79±9.49 (11.76~61.25)	64.25±25.23 (25.64~128.76)
预压 4 级	21.28±2.93 (14.46~29.37)	43.53±12.02 (15.14~85.91)	97.74±37.61 (30.26~184.29)

表 2 不同病变类型在不同预压水平下的杨氏模量值两两比较结果

压力水平	轴向应变* (%)	正常 vs 良性		正常 vs 恶性		良性 vs 恶性	
		均值差	P 值	均值差	P 值	均值差	P 值
预压 1 级	0	8.87	0.000	12.02	0.000	3.15	0.082
预压 2 级	8~13	13.48	0.000	25.80	0.000	12.32	0.000
预压 3 级	14~21	16.35	0.000	47.81	0.000	31.46	0.000
预压 4 级	23~30	22.25	0.000	76.46	0.000	54.21	0.000

注:* 轴向应变以预压 1 级为基准。

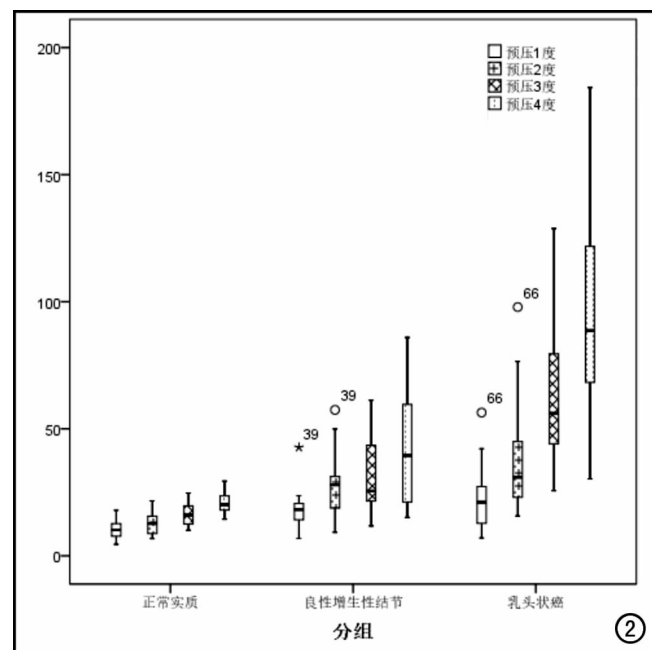


图2 不同结节在预压1~4级下的SWE弹性模量变化盒须图。

感器装置,因此本研究通过对116例患者尝试在舒适、耐受的情况下,将预压水平分为四级,研究不同预压水平下对SWE杨氏模量值的影响程度。目前大多数文献报道对甲状腺进行SWE测量时给予超声探头预压程度的描述多为用最小的压力或轻压。对于操作者来说主观性较强,因此容易造成研究、测量结果的不一致^[9]。本研究结果显示,同一组织类型中随着预压程度的增加,在预压4级时结节的弹性应变达到23%~30%,而不同组织类型的SWE杨氏模量值均有不同程度增高;其中乳头状癌的SWE杨氏模量值随预压程度的变化最大,这可能是不同研究对良恶性甲状腺结节鉴别结果产生差异的一个原因。如Veyrieres等^[12]和Szczepanek等^[13]分别研究SWE对甲状腺良恶性肿瘤的鉴别能力,这两项研究都记录了恶性和良性结节的SWE杨氏模量值(恶性:115 kPa,174 kPa;良性:41 kPa,55.6 kPa)。相比之下,在Bhatia等^[14]和乐坚等^[15]的报道中,SWE测量良恶性结节的杨氏模量值(恶性:43.1 kPa,38.83 kPa;良性26.2 kPa,21.67 kPa)明显低于上述两项研究结果。

本研究结果显示甲状腺良、恶性结节随着超声探头预压程度的增加,其SWE杨氏模量值差异愈发明显($P < 0.05$),在预压1级时两组差异无统计意义($P = 0.088$),可见低水平预压程度时良、恶性结节的SWE测量值差异较小。Syversveen等^[16]报道通过增加超声探头的压力可以改变肾脏SWE的测量结果;Barr等^[17]通过SWE评估乳房组织良恶性情况时,被检测结节的弹性应变从最小预压(0~10%)到最大预

压(>40%应变)改变明显,其研究乳腺的良恶性组织在低水平预压程度时SWE杨氏模量差异较大,而高预压水平时良、恶性组织的SWE杨氏模量差异减小。

本研究中,经过多次尝试使用电子称来半定量确定四种被检测者可以耐受的压力程度,显然对于带有压力传感器的超声探头开发也是一个新的研究方向。目前即使确定了甲状腺SWE测量时的最佳预压水平,因为目前超声探头仍无法显示被检测者接受的预压程度,在实际操作中也会存在一定难度。

本研究存在以下不足:首先,本研究只针对甲状腺一种组织进行不同压力下的SWE测量,对其他组织的测量结果是否具有普适性尚不明确;其次,对于预压压力的预定义只能尽量做到手感一致,而在实际操作中肯定会存在差异,从而导致结果不精确。

综上所述,本研究结果显示超声探头的预压程度对甲状腺正常组织、良性结节和乳头状癌的SWE测量结果具有显著影响。在不同预压水平的测量结果中,乳头状癌较良性增生性结节具有更大的变异性,但在低预压水平时,良、恶性甲状腺结节之间的杨氏模量值差异不大。在今后的研究中,仍需要采用完全定量的方法来进一步分析超声探头不同预压水平对SWE测量结果的影响,以找到最佳预压程度,规范临床操作,提高恶性结节的检出准确度。

参考文献:

- [1] Vlad M, Golu I, Bota S, et al. Real-time shear wave elastography may predict autoimmune thyroid disease[J]. Wien klin Wochenschr, 2015, 127(9-10): 330-336.
- [2] Azizi G, Keller JM, Mayo ML, et al. Thyroid nodules and shear wave elastography: a new tool in thyroid cancer detection[J]. Ultrasound Med Biol, 2015, 41(11): 2855-2865.
- [3] 蔡文佳, 何文, 金占强, 等. 新型实时剪切波弹性成像诊断甲状腺疾病[J]. 中国医学影像技术, 2016, 32(5): 651-654.
- [4] Zhang B, Ma X, Wu N, et al. Shear wave elastography for differentiation of benign and malignant thyroid nodules: a meta-analysis[J]. J Ultrasound Med, 2013, 32(12): 2163-2169.
- [5] Azizi G, Piper K, Keller JM, et al. Shear wave elastography and parathyroid adenoma: A new tool for diagnosing parathyroid adenomas[J]. Eur J Radiol, 2016, 85(9): 1586-1593.
- [6] Szczepanek-Parulska E, Wolinski K, Stangierski A, et al. Biochemical and ultrasonographic parameters influencing thyroid nodules elasticity[J]. Endocrine, 2014, 47(2): 519-527.
- [7] 雷国龙, 陆永萍, 吕燕芬, 等. 实时剪切波超声弹性成像对正常甲状腺的定量研究[J]. 中国超声医学杂志, 2015, 31(2): 101-103.
- [8] 李奥, 彭晓静, 袁涛, 等. 实时剪切波弹性成像定量及定性评价乳腺良恶性实性病变[J]. 中国超声医学杂志, 2016, 32(2): 114-117.
- [9] Park AY, Son EJ, Han K, et al. Shear wave elastography of thyroid nodules for the prediction of malignancy in a large scale study[J]. Eur J Radiol, 2015, 84(3): 407-412.
- [10] Liu B, Liang J, Zheng Y, et al. Two-dimensional shear wave elastography as promising diagnostic tool for predicting malignant

- thyroid nodules; a prospective single-centre experience[J]. Eur Radiol, 2015, 25(3): 624-634.
- [11] Lyshchik A, Higashi T, Asato R, et al. Elastic moduli of thyroid tissues under compression[J]. Ultrason Imaging, 2005, 27(2): 101-110.
- [12] Veyrieres JB, Albarel F, Lombard JV, et al. A threshold value in Shear Wave elastography to rule out malignant thyroid nodules; a reality? [J]. Eur J Radiol, 2012, 81(12): 3965-3972.
- [13] Szczepanek-Parulska E, Wolinski K, Stangierski A, et al. Comparison of diagnostic value of conventional ultrasonography and shear wave elastography in the prediction of thyroid lesions malignancy[J]. PloS One, 2013, 8(11): e81532.
- [14] Bhatia KS, Tong CS, Cho CC, et al. Shear wave elastography of thyroid nodules in routine clinical practice; preliminary observations and utility for detecting malignancy[J]. Eur Radiol, 2012, 22(11): 2397-2406.
- [15] 乐坚, 常才, 范亦武, 等. 剪切波弹性成像对甲状腺病灶的鉴别诊断价值初探[J]. 中华超声影像学杂志, 2014, 23(3): 263-264.
- [16] Syversveen T, Midtvedt K, Berstad AE, et al. Tissue elasticity estimated by acoustic radiation force impulse quantification depends on the applied transducer force; an experimental study in kidney transplant patients[J]. Eur Radiol, 2012, 22(10): 2130-2137.
- [17] Barr RG, Zhang Z. Effects of precompression on elasticity imaging of the breast; development of a clinically useful semiquantitative method of precompression assessment[J]. J Ultrasound Med, 2012, 31(6): 895-902.

(收稿日期: 2017-09-21 修回日期: 2018-01-04)

2018 年全国学术大会暨天津中西医结合学会医学影像专业委员会学术年会

由中国中西医结合学会医学影像专业委员会主办、天津市中西医结合学会医学影像专业委员会及天津市中医药研究院附属医院承办的“中国中西医结合学会医学影像专业委员会第十六次全国学术大会暨天津市中西医结合学会医学影像专业委员会 2018 年学术年会”定于 2018 年 7 月初在天津市隆重召开。大会组委会诚邀全国各地医学界学术精英前来天津参加此次盛会。本届全国年会以“影像先导、中西共享”为主题, 特别呈现的影像学最新发展动态, 届时除进行高水平的中西医结合影像学学术交流外, 还将邀请国内外著名医学影像学专家进行主题学术讲座, 介绍中西医结合影像学领域的前沿知识及发展趋势。会议将呈现丰富多彩的学术活动, 包括新技术新进展专题讲座、继续教育讲座、青年菁英学术交流、青年医师论文交流比赛(中文和英文)、疑难病例竞答大赛、论文及标书写作专场、壁报展示最新学术成果等学术活动。现将有关事项通知如下:

1. 会议时间: 2018 年 7 月 7 日—8 日, 会期两天; 注册报到时间 2018 年 7 月 6 日 8:00—21:00
2. 会议地点: 天津市河西区友谊路 32 号 津丽华大酒店(一楼)
3. 参会人员: 中西医结合学会医学影像专业委员会全体委员; 天津市中西医结合学会医学影像专业委员会全体委员; 各级医疗机构医学影像科医务人员等。
4. 会议内容: 学术讲座、专题讲座、继续教育讲座、青年菁英学术交流、青年医师论文交流比赛(中文和英文)、疑难病例竞答大赛、论文及标书写作专场、壁报展示最新学术成果等学术活动。
5. 会议费用: 注册费 1000 元, 在读研究生(请持证)600 元。参会代表交通费、住宿费自理。
6. 征文内容: ①影像学与中医结合基础与临床研究。②影像学新技术临床应用。③影像学有关的实验研究、临床研究、经验分享、病例报道等。④影像学新进展。
7. 征文要求: ①摘要或论著均可, 摘要应包括题目、作者、单位及地址、邮编、目的、方法、结果、结论, 字数 500—800 字; 论著篇幅尽量控制在 3000 字以内。②请附作者简介, 包括姓名、性别、出生年月、职称、学历、工作单位、地址、联系电话和邮箱。③本次会议一律采用电子档投稿, 不接收纸质稿件。稿件请发至 timegarden@126.com; 邮件标题请注明「XXX(姓名)投稿中西医结合影像学学术会议」。④联系人: 天津市中医药研究院附属医院功能科 张蕊 022-27285210
8. 投稿需知: ①所投论文未在公开发行刊物上发表, 署名无争议, 不涉密。图片分辨率不低于 300dpi; ②投稿网站 www.zxyjhxh.canevent.com, 来稿不退, 自留底稿; ③大会主席团将对所投稿件进行评审, 遴选出的优秀论文将以论文演讲比赛的形式和壁报两种方式展示; ④来稿经大会学术委员会审议通过, 优秀学术论文将推荐至《中国中西医结合影像学杂志》优先发表。
9. 截止日期: 2018 年 6 月 15 日

(丁香园)