

· 临床研究 ·

超声参数静脉管腔横截周长的平方与面积的比值对骨科住院患者下肢深静脉血栓的预测价值

陈曦 安丽 谷芬 田丰 刘丽文

摘要 **目的** 应用超声测量静脉管腔横截周长(C)、面积(A),计算 C^2/A ,探讨该参数对骨科住院患者下肢深静脉血栓的预测价值。**方法** 选取于我院骨科拟行手术的无血栓住院患者150例,其中术后7d内发生血栓37例(血栓组),未发生血栓113例(无血栓组);比较两组术前超声参数包括股总静脉(CFV)、股静脉(FV)、腘静脉(POV)C、A、 C^2/A 、流速及内径的差异;绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析CFV、FV、POV各超声参数预测下肢深静脉血栓的诊断效能。**结果** 与无血栓组比较,血栓组CFV内径、CFV-C、CFV- C^2/A 、FV-C、FV- C^2/A 、POV-C、POV-A和POV- C^2/A 均增加,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。ROC曲线分析显示,当CFV- C^2/A 、FV- C^2/A 、POV- C^2/A 截断值分别为 >17.2 、 17.1 、 17.1 ,预测下肢深静脉血栓的曲线下面积分别为 0.953 [95%可信区间(CI): $0.922\sim 0.974$, $P<0.001$]、 0.933 (95%CI: $0.899\sim 0.959$, $P<0.001$)、 0.919 (95%CI: $0.882\sim 0.947$, $P<0.001$),灵敏度分别为93.2%、95.5%、88.6%,特异度分别为94.1%、89.8%、91.0%。**结论** 超声参数 C^2/A 对骨科住院患者下肢深静脉血栓有一定的预测价值。

关键词 超声检查;下肢深静脉;血栓前状态

[中图法分类号]R445.1;R683.4

[文献标识码]A

Predictive value of the ratio of square of the cross-sectional perimeter and area of the venous lumen measured by ultrasound for the lower limb deep vein thrombosis in orthopedic inpatients

CHEN Xi, AN Li, GU Fen, TIAN Feng, LIU Liwen

Department of Ultrasound, the First Affiliated Hospital of the Air Force Medical University, Xi'an 710032, China

ABSTRACT **Objective** To measure the ratio of square of cross-sectional perimeter and area (C^2/A) of the venous lumen by ultrasound, and to explore its predictive value for lower limb deep vein thrombosis (DVT) in orthopedic inpatients. **Methods** Totally 150 inpatients without DVT who were selected for orthopedic surgery in our hospital were enrolled. Among them, 37 patients developed thrombosis within 7 d after surgery (thrombotic group) and 113 patients did not develop thrombosis (non-thrombotic group). The preoperative ultrasound parameters including cross-sectional perimeter (C), cross-sectional area (A) and C^2/A , flow velocity, internal diameter of common femoral vein (CFV), femoral vein (FV) and popliteal vein (POV) were compared between the two groups. Receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to analyze the diagnostic efficacy of each ultrasound parameter of CFV, FV, POV in predicting lower limb DVT. **Results** Compared with the non-DVT group, the CFV inner diameter, CFV-C, CFV- C^2/A , FV-C, FV- C^2/A , POV-C, POV-A and POV- C^2/A were all increased in the DVT group, and the differences were statistically significant (all $P<0.05$). ROC curve analysis showed that when the cutoff of CFV- C^2/A , FV- C^2/A , POV- C^2/A were 17.2, 17.1 and 17.1, respectively, the area under the curve for predicting lower limb DVT were 0.953 (95%CI: 0.922~0.974, $P<0.001$), 0.933 (95%CI: 0.899~0.959, $P<0.001$) and 0.919 (95%CI: 0.882~0.947, $P<0.001$), respectively. The sensitivity were 93.2%, 95.5% and 88.6%, respectively, the specificity were 94.1%, 89.8% and 91.0%, respectively. **Conclusion** C^2/A measured by ultrasound has a certain predictive value for DVT in orthopedic inpatients.

KEY WORDS Ultrasonography; Deep vein thrombosis; Prethrombotic state

基金项目:国家自然科学基金面上项目(82071932)

作者单位:710032 西安市,空军军医大学第一附属医院超声医学科

通讯作者:刘丽文, Email: liuliwenert@hotmail.com

下肢深静脉血栓(deep venous thrombosis, DVT)是临床常见病、多发病,常以患肢肿胀、疼痛为临床表现,美国每年新增DVT患者超过60万人,我国DVT的患病率及确诊率近年来均呈逐年递增趋势^[1-3]。2017版《中国深静脉血栓诊断和治疗指南》^[4]指出外科手术是导致DVT发生的最主要原因,尤其骨科髋、膝关节置换术的DVT发病率高达51%~61%。静脉血栓栓塞症是骨科围术期死亡的主要原因之一,也是医院内非预期死亡的重要原因^[5]。因此对DVT进行及时且有效的诊断是临床防治DVT的重要前提。超声检查是诊断DVT的首选方法,但目前国内外研究^[6-8]多是探讨常规彩色多普勒超声和超声造影诊断DVT的准确性,应用超声评估DVT发生前静脉变化用以早期预测DVT的研究却较少见,血栓前状态静脉压力的变化、血液状态及成分的改变会引起静脉管腔如何变化需临床研究验证。因静脉易受下肢水肿或肿瘤压迫影响发生各种形变,内径不稳定,本研究提出了新的超声参数即静脉管腔横截周长的平方与面积的比值(C^2/A),初步探讨该参数对骨科住院患者DVT的预测价值,为临床早期干预DVT提供新的影像学指标。

资料与方法

一、研究对象

选取2020年6月至2021年12月于我院骨科拟行手术的无血栓住院患者150例,男69例,女81例,年龄18~85岁,平均(55.1±14.3)岁;其中腰椎间盘突出51例,膝关节置换31例,骨折28例,髋关节置换21例,运动损伤及其他19例。纳入标准:术前均行下肢血管彩色多普勒超声或DSA检查排除DVT。排除标准:①既往有DVT病史、下肢动静脉损伤或畸形、下肢深静脉瓣膜功能不全、静脉瘤,以及心力衰竭或盆、腹腔肿瘤致下肢静脉高压者;②凝血功能异常或长期抗凝治疗者;③严重骨折或意识不清无法配合者。本研究经我院医学伦理委员会批准,所有患者均签署知情同意书。

二、仪器与方法

1. 超声检查:使用日立Aloka α 10彩色多普勒超声诊断仪,线阵探头,频率4~12 MHz。患者取仰卧位且下肢外旋外展,沿腹股沟区血管走行扫查双侧下肢股总静脉(CFV)、股静脉(FV)、腘静脉(POV),分别于CFV中段(大隐静脉汇入处)、FV起始下方1~2 cm处、腘静脉中段纵切面测量双侧CFV、FV和POV内

径、流速,每条静脉连续录入3个呼吸周期取平均值。探头旋转90°,于吸气末采集图像测量双侧CFV、FV、POV管腔横截周长(C)、面积(A),并计算 C^2/A 。探头压力以静脉不发生明显形变为宜。以上操作均由同一具有5年以上工作经验的超声医师完成。

2. 术后随访及分组:所有患者以术后第7天为监测终点,术后每12 h复查一次下肢血管彩色多普勒超声,观察是否发生DVT并记录时间,若出现DVT则结束超声监测。术后7 d内发生DVT者37例(血栓组),包括双侧DVT 7例,右下肢DVT 14例,左下肢DVT 16例,发生DVT患肢44条;未发生DVT 113例(无血栓组)。

三、统计学处理

应用MedCalc 15.2.2统计软件,计量资料采用One-Sample Kolmogorov-Smirnov检验和P-P图进行正态性检验,符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组比较采用独立样本 t 检验。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析CFV、FV、POV各超声参数预测DVT的诊断效能。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、所有患者双侧各超声参数比较

所有患者术前左侧与右侧FV-C比较差异有统计学意义($P < 0.05$),其余各超声参数比较差异均无统计学意义。见表1。

二、血栓组与无血栓组各超声参数比较

与无血栓组比较,血栓组CFV内径、CFV-C、CFV- C^2/A 、FV-C、FV- C^2/A 、POV-C、POV-A和POV- C^2/A 均增加,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);两组FV、POV内径,CFV、FV和POV流速比较差异均无统计学意义。见表2和图1。

三、ROC曲线分析各超声参数预测DVT的诊断效能

ROC曲线分析显示,各超声参数中CFV内径、CFV-C、CFV- C^2/A 、FV-C、FV- C^2/A 、POV-C、POV-A、POV- C^2/A 均对骨科住院患者术后DVT有一定的预测价值,见表3和图2,3。当CFV- C^2/A 、FV- C^2/A 、POV- C^2/A 截断值分别为17.2、17.1、17.1时,预测DVT的曲线下面积分别为0.953[95%可信区间(CI):0.922~0.974, $P < 0.001$]、0.933(95%CI:0.899~0.959, $P < 0.001$)、0.919(95%CI:0.882~0.947, $P < 0.001$),灵敏度分别为93.2%、95.5%、88.6%,特异度分别为94.1%、89.8%、91.0%。

表1 所有患者双侧各超声参数比较($\bar{x}\pm s$)

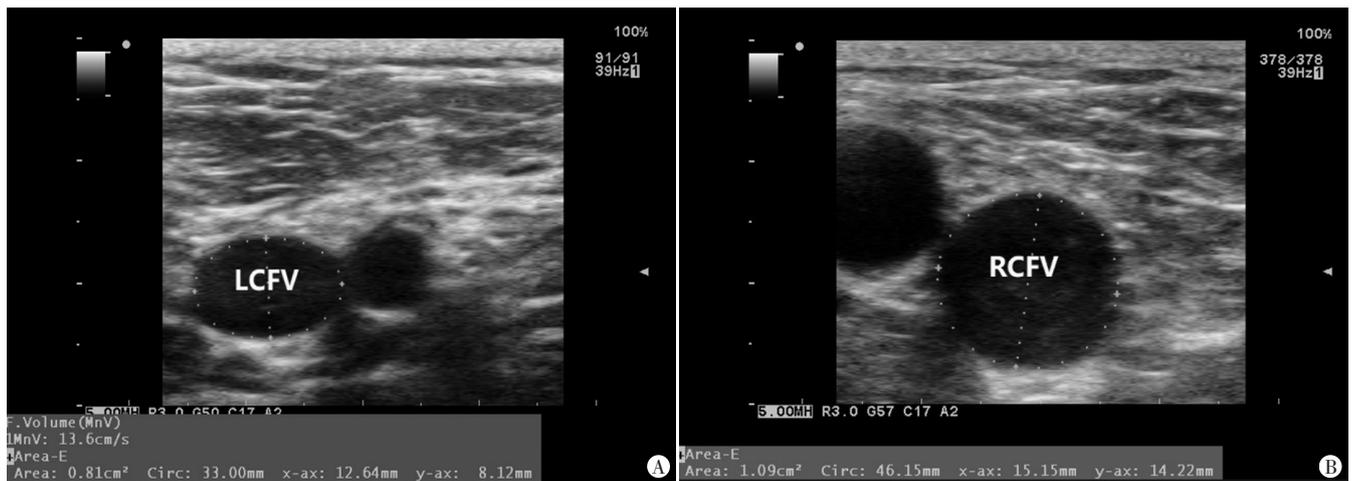
侧别	CFV内径(mm)	CFV流速(cm/s)	CFV-C(mm)	CFV-A(mm ²)	CFV-C ² /A	FV内径(mm)	FV流速(cm/s)	FV-C(mm)
左侧	10.40±1.53	19.85±9.08	38.72±4.64	98.92±20.44	15.41±2.20	6.66±1.36	15.69±8.16	30.31±5.02
右侧	10.66±1.51	18.55±7.53	39.79±5.78	103.89±24.50	15.51±2.12	6.58±1.38	14.39±7.03	33.98±4.92
t值	1.482	1.341	1.772	1.909	0.399	0.461	1.480	6.391
P值	0.140	0.181	0.078	0.057	0.690	0.645	0.140	<0.001
侧别	FV-A(mm ²)	FV-C ² /A	POV内径(mm)	POV流速(cm/s)	POV-C(mm)	POV-A(mm ²)	POV-C ² /A	
左侧	67.09±20.10	15.61±2.00	7.02±1.53	8.88±3.74	33.97±3.21	75.00±14.79	15.90±1.98	
右侧	73.41±20.52	16.19±2.00	6.82±1.77	9.92±5.11	34.86±3.47	77.85±14.40	15.89±2.24	
t值	2.254	1.528	1.059	1.999	1.016	1.286	0.059	
P值	0.081	0.120	0.290	0.056	0.212	0.230	0.953	

CFV:股总静脉;FV:股静脉;POV:腘静脉;C:管腔横截周长;A:管腔横截面积

表2 血栓组与无血栓组各超声参数比较($\bar{x}\pm s$)

组别	CFV内径(mm)	CFV流速(cm/s)	CFV-C(mm)	CFV-A(mm ²)	CFV-C ² /A	FV内径(mm)	FV流速(cm/s)	FV-C(mm)
血栓组	11.26±1.52	19.08±8.07	44.21±5.52	106.05±24.83	18.71±1.83	6.96±1.39	15.07±6.64	35.09±5.03
无血栓组	10.40±1.49	19.22±8.42	38.38±4.70	100.64±22.26	14.88±1.65	6.56±1.36	15.03±7.80	31.62±5.20
t值	3.493	0.099	7.397	1.464	13.979	1.802	0.026	4.107
P值	0.001	0.922	<0.001	0.144	<0.001	0.073	0.980	0.001
组别	FV-A(mm ²)	FV-C ² /A	POV内径(mm)	POV流速(cm/s)	POV-C(mm)	POV-A(mm ²)	POV-C ² /A	
血栓组	67.91±17.93	18.53±1.95	6.80±1.55	10.65±5.66	35.84±3.70	69.09±12.99	18.88±2.23	
无血栓组	67.17±21.70	15.41±1.63	6.95±1.68	9.18±4.24	34.16±3.28	77.13±14.65	15.36±1.62	
t值	0.214	11.346	0.555	1.003	3.085	3.415	12.523	
P值	0.831	<0.001	0.579	0.064	0.002	0.001	<0.001	

CFV:股总静脉;FV:股静脉;POV:腘静脉;C:管腔横截周长;A:管腔横截面积



A:无血栓组患者术前左侧CFV-C为33.00 mm,CFV-A为81.00 mm²,CFV-C²/A为13.44;B:血栓组患者术前右侧CFV-C为46.15 mm,CFV-A为109.00 mm²,CFV-C²/A为19.54。LCFV:左侧股总静脉;RCFV:右侧股总静脉

图1 两组CFV-C²/A测量示意图

表3 ROC曲线分析各超声参数预测DVT的诊断效能

参数	截断值	灵敏度(%)	特异度(%)	曲线下面积及其95%可信区间	P值
CFV内径	>10.8 mm	65.9	61.7	0.653(0.596~0.706)	0.001
CFV-C	>37.9 mm	93.2	47.7	0.787(0.736~0.832)	<0.001
CFV-C ² /A	>17.2	93.2	94.1	0.953(0.922~0.974)	<0.001
FV-C	>35.1 mm	63.6	71.5	0.685(0.629~0.737)	<0.001
FV-C ² /A	>17.1	95.5	89.8	0.933(0.899~0.959)	<0.001
POV-C	>34.2 mm	79.6	49.6	0.646(0.589~0.700)	0.003
POV-A	>74.0 mm ²	63.6	90.9	0.654(0.597~0.708)	0.001
POV-C ² /A	>17.1	88.6	91.0	0.919(0.882~0.947)	<0.001

CFV:股总静脉;FV:股静脉;POV:腘静脉;C:管腔横截周长;A:管腔横截面积

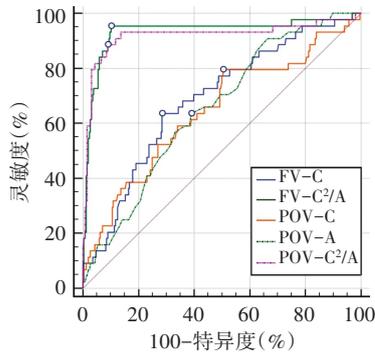


图2 FV、POV各超声参数预测DVT的ROC曲线图

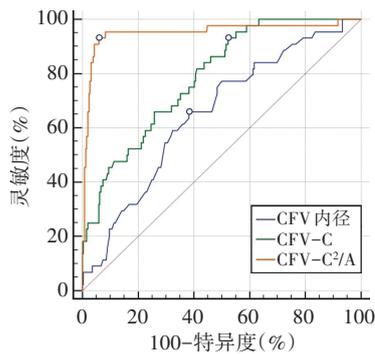


图3 CFV各超声参数预测DVT的ROC曲线图

讨 论

超声以其无创性、实时性、经济性、准确性高等优势成为临床诊断DVT的首选方法,虽然DVT的诊断金标准是下肢静脉造影,但因其有创,患者普遍接受度不高^[9]。目前超声关于DVT的预防研究^[10-11]多集中于血栓前静脉内径及流速的变化。DVT患者在血栓前期超声表现为静脉内径增宽及血流速度变慢。研究^[12]表明,DVT患者FV、POV内径均增大,流速均降低,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$);且FV和POV流速均为DVT发生的独立危险因素($OR=2.495、1.235$,均 $P<0.05$)。本研究结果显示,血栓组与无血栓组除CFV内径比较差异有统计学意义外,FV、POV内径和CFV、FV、POV流速比较差异均无统计学意义。与上述研究结果不同,考虑与骨科住院患者使用足底压力泵有关,远端肢体局部受压使近端静脉血容量增多,导致CFV、FV、POV内径和流速变化较大。下肢静脉内径、流速易受患者呼吸作用、水肿、肿瘤压迫等因素影响^[13],超声测值重复性欠佳;另外,静脉管腔流速减低、红细胞聚集的超声表现易受二维增益调节影响^[14]。基于此,本研究旨在寻找一个新的超声参数以提高DVT早期预测的准确性。

理论上,静脉的横截面为圆形,其周长的平方与

面积的比值关系为 $C^2/A=(2\pi r)^2/\pi r^2=4\pi$,消除了管径大小的影响,结果是一个常数。当静脉管腔发生形变,实际测量的结果就会偏离这一常数,且偏离越大表明形变程度越严重。本研究使用该计算方法获取的参数预测骨科住院患者术后DVT,结果显示,无血栓组CFV-C²/A、FV-C²/A、POV-C²/A分别为 14.88 ± 1.65 、 15.41 ± 1.63 、 15.36 ± 1.62 ,血栓组CFV-C²/A、FV-C²/A、POV-C²/A分别为 18.71 ± 1.83 、 18.53 ± 1.95 、 18.88 ± 2.23 ,血栓组各静脉C²/A均较非血栓组更偏离常数 4π ,表明骨科住院患者术前静脉形变程度越大,即C²/A值越高,术后发生DVT的风险性越大。ROC曲线分析显示,CFV-C²/A、FV-C²/A、POV-C²/A截断值分别为17.2、17.1、17.1时,预测DVT的曲线下面积均 >0.9 。因此,可认为当C²/A >17.1 时,患者术后发生DVT的风险显著增加。相较于常规超声参数下肢静脉内径及流速,新的超声参数C²/A预测DVT价值更高,受干扰因素相对较少,且该数值对下肢静脉管腔变化的描述更直观。临床医师可在分析患者血栓临床危险因素^[15-20]的基础上参考C²/A值,能够更准确地对患者进行血栓风险分层分析,达到预防患者术后DVT发生,降低血栓后综合征及致死性肺栓塞发生的目的。

本研究的局限性:①超声扫查时探头压力由人力控制,力度稍大会导致下肢深静脉轻微形变,对研究结果的准确性有一定影响;②当患者远端肢体受压时,如足泵、弹力袜等,近端静脉由于血容量增加导致静脉横截周长和面积会有一定改变,对结果可能会有影响;③部分骨科患者因超声检查时体位受限,无法摆放标准的外旋外展位,测量数据或可受到影响;④样本量小,该结论尚需扩大样本量深入探讨。

综上所述,超声参数C²/A对骨科住院患者DVT有一定的预测价值,且受干扰因素相对较少,可为临床早期预测DVT发生提供新的影像学指标。

参考文献

- [1] 屈亚莉,李硕,张玲玲,等.D-二聚体检查对重型及危重型新冠肺炎伴下肢静脉血栓患者死亡风险的评估[J].临床超声医学杂志,2020,22(7):542-544.
- [2] Mehta KS, Lee JJ, Taha AG, et al. Vascular applications of contrast-enhanced ultrasound imaging[J]. J Vasc Surg, 2017, 66(1): 266-274.
- [3] 王静.不同时期下肢静脉血栓的超声影像表现及病理比较研究[J].中国医药指南,2020,18(21):141-142.
- [4] 中华医学会外科学分会血管外科学组.中国深静脉血栓诊断和

- 治疗指南(第3版)[J].中国血管外科杂志,2017,9(4):250-257.
- [5] 杨阳,李纳玺,张建,等.止血带与驱血带联合使用对膝关节镜术后短期下肢静脉血栓形成的影响[J].中国组织工程研究,2022,26(6):898-903.
- [6] 张微,崔玉莹.血管超声在下肢静脉血栓中的应用研究[J].实用医技杂志,2022,29(1):77-79.
- [7] 任金梅.老年患者下肢深静脉血栓的超声诊断价值探讨[J].影像研究与医学应用,2020,4(8):201.
- [8] Needleman L, Cronan JJ, Lilly MP, et al. Ultrasound for lower extremity deep venous thrombosis: Multidisciplinary Recommendations from the Society of Radiologists in Ultrasound Consensus Conference [J]. Circulation, 2018, 137(14): 1505-1515.
- [9] 高军,肖际东.彩色多普勒血流显像联合X射线在下腔静脉滤器置入治疗骨折后下肢深静脉血栓中的临床应用[J].临床与病理杂志,2018,30(7):1519-1522.
- [10] 方明宇,陈薇,陈振东,等.彩色多普勒超声对高血压症合并骨关节炎患者静脉血栓病变诊断的临床应用研究[J].现代医用影像学,2021,30(12):2342-2345.
- [11] Sakai T, Zumi M, Kumagai K, et al. Effects of a foot pump on the incidence of deep vein thrombosis after total knee arthroplasty in patients given edoxaban: a randomized controlled study [J]. Medicine (Baltimore), 2016, 95(1): e2247.
- [12] 刘顺贵,陈子秋,刘义,等.老年股骨转子间骨折患者下肢深静脉血栓形成与血流动力学指标的相关性[J].中国骨质疏松杂志,2018,24(7):879-883.
- [13] 李文智,罗林,杨昆良,等.CT肺动脉成像联合下肢静脉成像评估肺动脉栓塞与下肢深静脉血栓的相关性[J].中国医学影像技术,2016,32(4):521-525.
- [14] 黑艳,管运英,刘敏婕,等.超声诊断下肢深静脉血栓疾病的应用价值[J].中国继续医学教育,2018,10(29):80-82.
- [15] Saleh J, El-Othmani MM, Saleh KJ. Deep vein thrombosis and pulmonary embolism considerations in orthopedic surgery [J]. Orthop Clin North Am, 2017, 48(2): 127-135.
- [16] Zhu Y, Meng H, Ma J, et al. Prevalence of preoperative lower extremity deep vein thrombosis in bilateral calcaneal fractures [J]. J Foot Ankle Surg, 2021, 60(5): 950-955.
- [17] Zhao W, Zhao J, Liu T, et al. Incidence and risk factors of preoperative deep venous thrombosis following pelvic and acetabular fractures: a retrospective case-control study [J]. J Orthop Surg Res, 2022, 17(1): 77.
- [18] Ma J, Du P, Qin J, et al. Incidence and risk factors predicting deep venous thrombosis of lower extremity following spinal fractures [J]. Sci Rep, 2021, 11(1): 2441.
- [19] Zhao K, Zhang J, Li J, et al. Incidence of and risk factors for new-onset deep venous thrombosis after intertrochanteric fracture surgery [J]. Sci Rep, 2021, 11(1): 17319.
- [20] Ha SH, Kim YJ, Heo SH, et al. Prediction of deep vein thrombosis by ultrasonography and D-dimer in Asian patients with ischemic stroke [J]. BMC Neurol, 2020, 20(1): 257.

(收稿日期:2022-12-13)

《临床超声医学杂志》征订启事

《临床超声医学杂志》是经国家科委批准,集超声影像诊断、治疗、工程及基础研究为一体的科技刊物。国内外公开发行,月刊。为“中国科学引文数据库(CSCD)来源期刊”“中国科技核心期刊(中国科技论文统计源期刊)”。设有临床研究、实验研究、病例报道、述评、专家讲座、工程及译文等栏目,报道超声医学领域影像诊断与治疗的先进技术和前沿进展,为广大临床超声医师和研究人员提供良好的学术交流平台。

本刊刊号:ISSN 1008-6978;CN 50-1116/R。邮发代号:78-116。

每期定价:19元,全年228元(含邮寄费)。请到全国各地邮局订阅,也可直接向本刊编辑部订阅。

地址:重庆市渝中区临江路74号,重庆医科大学附属第二医院内,临床超声医学杂志编辑部。邮编:400010。

联系电话:023-63811304,023-63693117。

Email:lcscq@vip.163.com。