

不同影像技术对软组织异物材质、大小及深度显像效果的对比研究

李露, 古静, 曹茜, 裴玲, 杨凤武

摘要 **目的** 比较数字 X 线摄影(DR)、CT、MRI 及超声检测软组织异物不同材质、大小及深度的显像效果。**方法** 将 5 种材质(金属、塑料、木质、玻璃、砂石)异物分别嵌入 1、2、3、4、5 cm 深度的软组织模型中, 每个模型里第一横排为大尺寸(最长径 1.0~2.0 cm)异物, 第二横排为对应的小尺寸(最长径 0.2~0.5 cm)异物。使用 Likert 5 分量表半定量评分法比较 DR、CT、MRI 和超声识别异物的能力和显像效果。**结果** ①材质: DR 能清晰显示金属、玻璃、砂石异物(显像评分为 3 分或 4 分), 塑料及木质异物可透 X 线, 但不能被 DR 显示; MRI 不能用于检测金属异物, 除对玻璃异物显像较为清晰外(显像评分为 3 分或 4 分), 对其他材质异物显像效果均较差(尤其对小尺寸者, 显像评分为 1 分或 2 分); CT 和超声均能显示全部 5 种异物, 但 CT 对可透 X 线的塑料及木质异物的显像评分较超声低, 差异均有统计学意义(均 $P < 0.01$); CT 与超声对金属、玻璃及砂石异物的显像评分比较差异均无统计学意义。②大小: DR、CT 对大、小尺寸异物的显像评分比较差异均无统计学意义; MRI、超声对大尺寸异物的显像评分高于小尺寸异物, 差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。③深度: DR、CT、MRI 对不同深度异物的显像评分比较差异均无统计学意义; 超声对小尺寸异物在 5 cm 深度时显像评分低于 1、2、3 cm 深度时, 差异均有统计学意义(均 $P < 0.01$)。**结论** 与 DR、CT 及 MRI 比较, 超声在软组织异物检测中具有独特优势, 其不仅能清晰显示不同大小的多种材质异物, 还兼具良好的细节分辨力和显像效果, 尤其对于可透 X 线的塑料及木质异物, 超声的显像效果显著优于 CT, 可作为此类异物的首选检查方式; 对于深度 > 5 cm 的小尺寸异物, 建议结合 CT 等检查方法以提高诊断准确性。

关键词 超声; 数字 X 线摄影; CT; MRI; 半定量评分; 软组织异物

[中图法分类号] R445.1

[文献标识码] A

Imaging effects in different materials, sizes and burial depths of soft tissue foreign bodies with different image technology: a comparative study

LI Lu, GU Jing, CAO Qian, PEI Ling, YANG Fengwu

Department of Ultrasound, Western Theater General Hospital of the PLA, Chengdu 610083, China

ABSTRACT **Objective** To compare the imaging effects of digital radiography (DR), CT, MRI, and ultrasound in detecting soft tissue foreign bodies of different materials, sizes, and burial depths. **Methods** Five types of foreign bodies (metal, plastic, wood, glass, and gravel) were embedded into five simulated soft-tissue models at depths of 1, 2, 3, 4, and 5 cm. The first horizontal row in each model contained large-sized foreign bodies (maximum diameter: 1.0~2.0 cm), while the second horizontal row contained corresponding small-sized foreign bodies (maximum diameter: 0.2~0.5 cm). A semi-quantitative scoring system (5-point Likert scale) was applied to compare the ability of DR, CT, MRI, and ultrasound to identify foreign bodies and the imaging effects. **Results** ①Material: DR could clearly display metal, glass, and gravel foreign bodies (imaging scores 3 or 4 points), but X-ray transparent plastic and wooden foreign bodies were undetectable. MRI could not detect metal foreign bodies, except for glass foreign bodies (imaging scores 3 or 4 points). MRI showed poor efficacy for other materials, especially for small-sized foreign bodies (imaging scores 1 point or 2 points). Both CT and ultrasound could display all five types of foreign bodies,

基金项目: 西部战区总医院院管课题(2021XZZY-C15)

作者单位: 中国人民解放军西部战区总医院超声诊断科, 四川 成都 610083

通讯作者: 杨凤武, Email: 334390014@qq.com

however, CT scored significantly lower than ultrasound for X-ray transparent plastic and wooden foreign bodies, with statistically significant differences (both $P < 0.01$). There were no statistically significant differences in the imaging scores of metal, glass, and gravel foreign bodies between CT and ultrasound. ②Size: There were no statistically significant differences in the imaging scores of large- and small-sized foreign bodies between DR and CT. MRI and ultrasound achieved significantly higher scores for large-sized foreign bodies than that of small-sized ones, with statistically significant differences (all $P < 0.05$). ③Depth: There were no statistically significant differences in the imaging scores of foreign bodies at different depths among DR, CT, and MRI. The imaging scores of ultrasound for small-sized foreign bodies at a depth of 5 cm were significantly lower than that at depths of 1, 2, and 3 cm, with statistically significant differences (all $P < 0.01$). **Conclusion** Compared with DR, CT, and MRI, ultrasound has unique advantages in detecting soft tissue foreign bodies, it can not only clearly display foreign bodies of various sizes and materials, but also offer excellent detail resolution and imaging effects. Especially for X-ray transparent plastic and wooden foreign bodies, the imaging effect of ultrasound is superior to CT, serving as the preferred examination method for such foreign bodies. For small-sized foreign bodies with a buried depth of > 5 cm, CT should be combined to enhance diagnostic accuracy.

KEY WORDS Ultrasound; Digital radiography; CT; MRI; Semi-quantitative scoring; Soft tissue foreign bodies

软组织异物是临床常见的外科疾病。除少数无症状病例外,异物滞留常导致一系列急性或慢性并发症,包括局部疼痛、感染、化脓、肉芽肿形成,甚至因肌腱或神经损伤引发功能障碍。尤其尖锐异物在肌肉收缩作用下可能发生迁移,进入血管或重要脏器,导致出血、穿孔等严重并发症^[1]。因此,早期准确识别并取出异物对改善预后至关重要。目前,数字X线摄影(DR)、CT及超声等影像技术已广泛应用于异物检测,并可通过术前定位辅助临床取出^[2-3]。然而,对于位置深、体积小、多发或难以触及的异物,其诊断和处理仍面临较大挑战。现有研究^[1,4-5]多着重于比较不同影像技术检测不同材质异物的灵敏度或检出率,而关于不同影像技术对软组织异物材质、大小及深度的显像效果比较研究相对较少。为此,本实验构建软组织异物模型,采用半定量评估方法分析并比较DR、CT、MRI、超声对不同材质、大小及深度异物的显像效果,以期为临床选择最优成像方式提供理论依据。

材料与方 法

一、异物准备

参考临床上常见的软组织异物种类^[6],选取5种材质的异物,分别为金属异物(由铁丝制成)、塑料异物[来源于聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)塑料饮料瓶]、木质异物(来源于竹牙签)、玻璃异物(来源于玻璃罐)和砂石异物(来源于石块)。用剪刀剪或锤子敲击的方法制作上述异物,保留异物制作中自然形成的不规则形状。每种异物制成大尺寸者5枚(最长径1.0~2.0 cm),小尺寸者25枚(最长径0.2~0.5 cm)。

二、软组织异物模型的制作

模型主要由明胶和洋车前子壳制成^[2,4]。具体方法:

(1)溶液配制。取1000 ml超纯水,加热至90~95℃(微沸状态)后分批次少量加入明胶粉40 g(Biosharp公司,规格:500 g),搅拌煮沸1 min至完全溶解,避免凝块形成;随后加入20 g洋车前子壳(黄山心味食品有限公司,规格:100 g),继续搅拌煮沸1 min,得到均质胶体溶液。

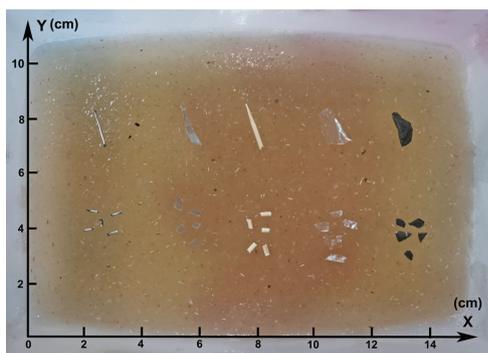
(2)脱气处理。上述溶液离火后静置5 min,使较大气泡自然逸散。待溶液温度稍降至70~75℃时,以约每圈2 s的速度单向划圈搅拌10 min,促进残留微气泡释放。

(3)分层浇注与异物植入。将500 ml上述溶液缓慢注入定制矩形模具(聚丙烯材质,内腔尺寸15.5 cm×11.0 cm×6.0 cm,容积约1000 ml),形成底层凝胶。4℃冷藏固化3 h后,于凝胶表面按预设空间坐标(三维定位仪辅助)放置异物。具体操作如下:①模型容器准备。使用5个上述定制矩形模具,编号1~5号,各模具分别对应预设异物深度:1、2、3、4、5 cm。②分层浇注方案。注入底层凝胶时,1~5号模具注液深度分别为5、4、3、2、1 cm,注入上层凝胶时,1~5号模具注液深度分别为1、2、3、4、5 cm,两层浇注完成后,每个模具的总体混合液均为满盒状态(深度6 cm)。见表1。③异物植入方案。每盒植入30枚异物(大尺寸5枚+小尺寸25枚),空间排布:第一横排为大尺寸异物(1×5),从左至右依次为:金属、塑料、木质、玻璃、砂石异物;第二横排为小尺寸异物(5×5),排列顺序同第一排,每种材质5枚重复排列。见图1。④终末固化。将模具转移至4℃冷藏固化12 h以上,确保整体力学性能稳定(弹性模量值约30~40 kPa,模拟人体软组织^[7])。⑤空

间定位系统。建立三维坐标系。X轴:沿长边(15.5 cm)方向;Y轴:沿短边(11.0 cm)方向;Z轴:深度方向(0~6.0 cm)。使用激光定位仪(DORADO-CT4,德国LAP激光应用有限公司)标记每个异物的中心坐标;建立异物位置登记表(包含盒号、材质、尺寸等)。^⑥质量控制。固化完成后,使用迈瑞 Resona R9 彩色多普勒超声诊断仪(15L线阵探头,频率4~15 MHz)检测异物实际深度(允许误差范围:±1 mm)及凝胶均质性,剔除含气泡或分层缺陷,以及超出误差范围的模型。

表1 分层浇注方案

编号	底层浇注深度(cm)	上层浇注深度(cm)	总深度(cm)
1	5	1	6
2	4	2	6
3	3	3	6
4	2	4	6
5	1	5	6



第一横排为大尺寸异物(每种异物1枚);第二横排为小尺寸异物(每种异物5枚)。从左至右依次为:金属、塑料、木质、玻璃、砂石异物

图1 软组织模型中异物放置示意图

三、不同影像技术检查及异物显像评分

本实验采用多模态影像学评估方案,于制作软组织异物模型后的第2天分别使用DR、CT、超声对异物进行观察,然后切开模型取出金属异物后进行MRI扫描,并记录异物实际位置。

1. DR 检查:使用GE Definium 6000全数字X射线摄影系统,曝光参数设置为:70 kVp, 2 mAs。采集单张标准前后位图像。为减少散射干扰,模型与探测器间保持直接接触,不使用额外垫层。

2. CT 检查:使用Philips Brilliance iCT 128层螺旋CT扫描仪,参数设置为:120 kVp, 350 mAs, 层厚1 mm, 512×512像素。于横断面采集单张图像,图像使用脑窗(窗宽60 Hu, 窗位35 Hu)进行存储和观察。

3. 超声检查:使用上述彩色多普勒超声诊断仪,选用肌骨成像模式。每个模型从左至右、按照异物种类依次扫描,采集其静态图像(使用XY坐标轴命名每幅

图像)。

4. MRI 检查:使用GE Signa BRAVO MR355 1.5T MRI系统,采集轴位T2WI Propeller序列(回波时间98 ms,重复时间3500 ms)。工作参数设置为:激励次数1次,矩阵320×224,视野24 cm,层厚5 mm,层间距1 mm。于横断面采集单张图像。

5. 异物显像评分:使用Likert 5分量表半定量评分法^[2]对采集的图像进行评分。见表2。由4名影像学医师(工作经验分别为14年、10年、7年、5年)分别独立评估所有图像中异物的显示情况,取4名医师评分的平均值。对于大尺寸异物,逐个独立评分(每个异物获得4个独立评分),记录各异物在三维空间中的显像特征;对于小尺寸异物,按材质分组评估(每组5个同质异物)基于5个成簇分布小尺寸异物显像的总体情况予以评分,若5个小尺寸异物显像清晰度不一致,采用多数(≥3个)异物显像的评分为最终评分。评分采用“三盲”设计以减少主观偏倚,包括盲位置(隐藏所有解剖定位标记)、盲类型(去除图像中可能提示异物材质的特征)、盲顺序(图像呈现采用随机序列)。

表2 异物显像评分标准

评分	显像效果	定义
4分	优秀	细节分辨率极好,与周边组织分界非常清晰
3分	良好	细节分辨率较好,与周边组织分界较清晰
2分	一般	细节分辨率不足,与周边组织分界不清晰
1分	差	勉强显示异物影像,无法分辨细节,与周边组织分界不清晰
0分	不显示	不能显像

四、统计学处理

应用SPSS 27.0统计软件对数据进行分析。计数资料以频数表示,多组比较采用Kruskal-Wallis H检验,若 $P < 0.05$,采用Bonferroni校正的Mann-Whitney U检验进行事后两两比较;两组比较采用Wilcoxon符号秩检验或Mann-Whitney U检验。多名医师显像评分的一致性分析采用Kendall's W检验,一致性系数(W) < 0.2 表示几乎没有一致性, $0.2 < W \leq 0.4$ 表示一致性弱, $0.4 < W \leq 0.6$ 表示一致性一般, $0.6 < W \leq 0.8$ 表示一致性强, $W > 0.8$ 表示几乎完全一致。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、不同医师间显像评分的一致性分析

不同医师间显像评分几乎完全一致($W=0.865$, $P < 0.001$);其中不同医师使用DR、CT、MRI、超声进行显像评分的一致性($W=0.886, 0.713, 0.826, 0.699$,均

$P < 0.001$)。

二、不同影像技术对不同材质、大小及深度异物的显像效果

DR、CT、MRI及超声对异物的显像情况见图2~5；所有异物显像评分见表3。

(一)不同影像技术对不同材质异物的显像评分比较

1.DR能清晰显示金属、玻璃、砂石异物,评分为3分或4分,塑料及木质异物可透X线,但不能被DR显示。

2.MRI不能用于检测金属异物。砂石异物因伪影干扰严重,显像细节无法分辨。塑料及木质异物的显像效果也较差,部分小尺寸异物甚至显示不清晰,显

像评分为1分或2分。但MRI对玻璃异物显示较清晰,尤其对于大尺寸者,显像评分为3分或4分。

3.CT和超声均能显示全部5种异物,但CT对可透X线的塑料及木质异物的显像评分均较超声低,差异均有统计学意义($Z = -2.810, -2.887, P = 0.004, 0.004$);CT与超声对金属、玻璃及砂石异物的显像评分比较差异均无统计学意义($Z = -2.121, -0.816, -2.121, P = 0.063, 0.750, 0.063$)。

(二)不同影像技术对不同大小异物的显像评分比较

DR、CT对大尺寸异物与小尺寸异物的显像评分比较差异均无统计学意义($Z = -0.169, -1.681, P = 0.866,$

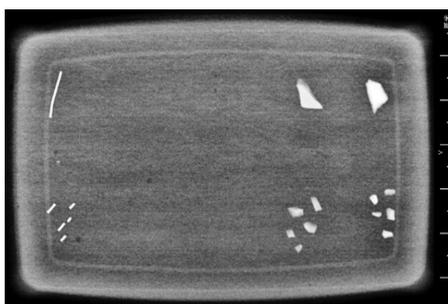


图2 不同材质异物(深度3 cm)DR图

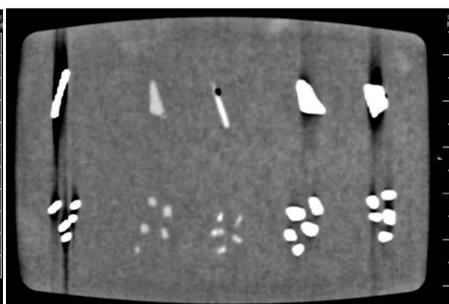


图3 不同材质异物(深度3 cm)CT图

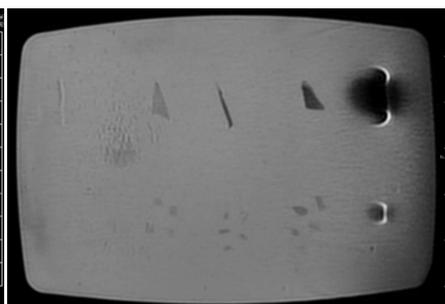
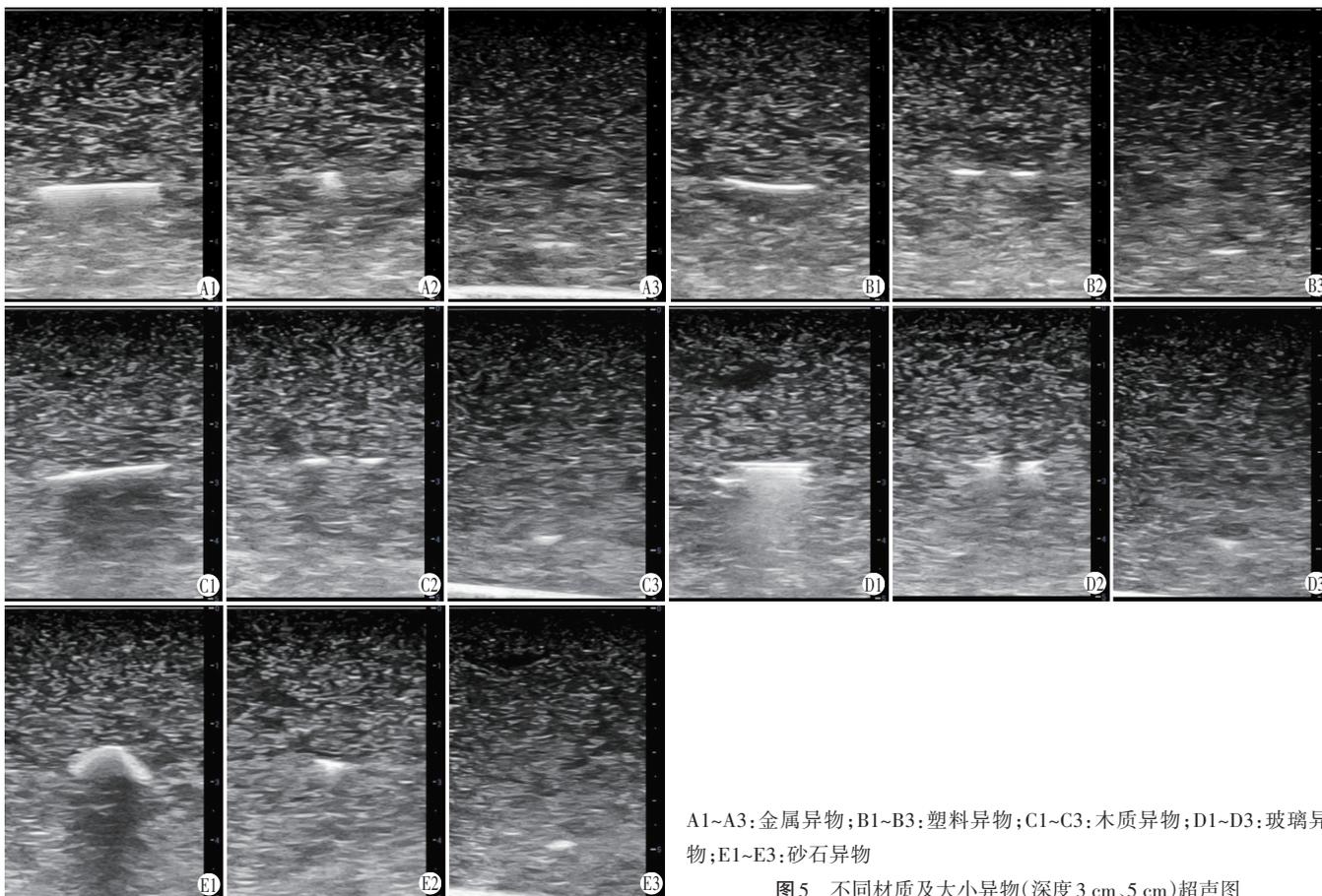


图4 不同材质异物(深度3 cm)MRI图



A1~A3:金属异物;B1~B3:塑料异物;C1~C3:木质异物;D1~D3:玻璃异物;E1~E3:砂石异物

图5 不同材质及大小异物(深度3 cm、5 cm)超声图

0.093)。MRI、超声对大尺寸异物的显像评分高于小尺寸异物,差异均有统计学意义($Z=-2.338$ 、 -4.567 , $P=0.028$ 、 $P<0.001$);MRI对小尺寸异物的显像评分为

1分或2分。超声对小尺寸异物的显像评分除异物位于5 cm深度时为2分,其余深度时几乎均为3分或4分。见表3和图6。

表3 不同影像技术对不同深度、材质、尺寸异物的显像评分

影像技术	深度	大尺寸异物					小尺寸异物				
		金属	塑料	木质	玻璃	砂石	金属	塑料	木质	玻璃	砂石
超声	1 cm	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4
	2 cm	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3
	3 cm	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3
	4 cm	4	3	4	4	4	3	3	3	2	3
	5 cm	3	3	4	4	3	2	2	2	2	2
DR	1 cm	4	0	0	4	4	4	0	0	4	4
	2 cm	4	0	0	4	4	4	0	0	4	4
	3 cm	4	0	0	4	4	4	0	0	3	4
	4 cm	4	0	0	4	4	4	0	0	4	4
	5 cm	4	0	0	4	4	4	0	0	4	4
CT	1 cm	4	3	3	4	4	4	2	2	3	4
	2 cm	4	3	3	4	4	4	2	2	3	4
	3 cm	4	2	3	4	4	4	2	2	3	4
	4 cm	4	2	3	4	4	4	2	2	4	4
	5 cm	4	2	3	4	4	4	2	2	3	4
MRI	1 cm	-	2	2	3	1	-	1	2	2	1
	2 cm	-	2	3	3	1	-	1	2	2	1
	3 cm	-	1	3	4	1	-	1	2	2	1
	4 cm	-	2	3	3	1	-	1	1	2	1
	5 cm	-	1	3	3	1	-	1	2	2	1

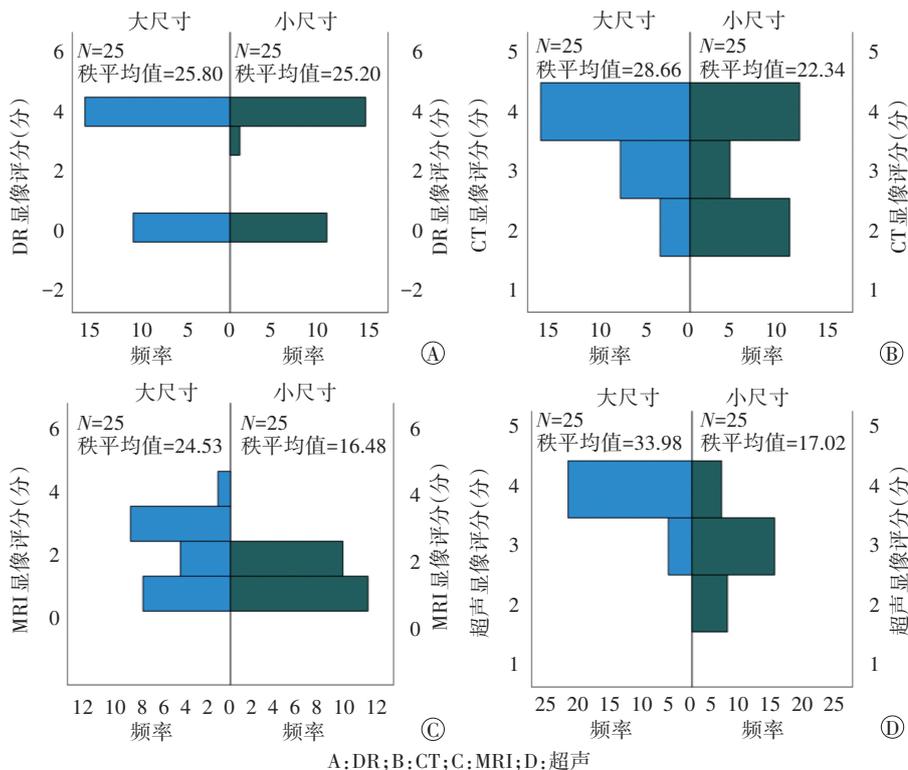


图6 不同影像技术对不同大小异物显像评分的频数分布图

(三)不同影像技术对不同深度异物的显像评分比较

DR、CT、MRI对不同深度异物的显像评分比较差异均无统计学意义($H=0.114$ 、 0.152 、 0.169 , $P=0.998$ 、 0.997 、 0.997)。超声对不同深度大尺寸异物的显像评分比较差异无统计学意义($H=9.714$, $P=0.081$),但对小尺寸异物在5 cm深度时显像评分低于1、2、3 cm深度时,差异均有统计学意义(均 $P<0.01$)。见表3。

讨 论

软组织异物残留是急诊科开放性伤口处理中的常见临床问题,对其准确诊断直接影响后续治疗方案的制定。不同致伤环境下,异物材质分布呈现显著的流行病学

差异:军事相关创伤(如战场、演习等)以金属弹片、砂石及木屑等为主;而日常创伤则以玻璃碎片、金属碎屑和塑料碎片更为多见。目前临床常用的影像检测方法各具特点:DR作为临床首选筛查手段,具有操作简便、价廉的优势,文献^[8]报道其对异物的总体检出率达80%,对不透X线异物(如金属)的检出率更高,达98%;CT凭借其多维重建能力,在异物定位方面表现出色,其阳性预测值可达95.0%,阴性预测值为78.3%^[9],但由于部分容积效应的限制,对厚度<1 mm的薄片状异物存在漏诊风险;MRI虽然在软组织对比度方面具有显著优势,但存在金属异物禁忌,且空间分辨率相对有限^[10];超声以其实时动态成像特点,在浅表异物检测中表现优异,研究^[5]显示其准确率、灵敏度和阳性预测值分别高达94.16%、99.08%和94.13%,但对深度>5 cm的小尺寸异物检出率明显下降^[11]。为系统评估不同影像技术对异物的显像效果,本实验参考既往文献^[2,4-5]采用的体外模型研究方法,选取金属、玻璃、塑料、木质和砂石5种临床常见异物材质,通过构建标准化的软组织模型,严格控制异物大小和深度等变量,比较DR、CT、MRI及超声不同影像技术的显像效果,以期为临床选择最优成像方式提供理论依据。

不同影像技术对异物的显像效果存在显著的材质依赖性差异。本实验结果显示,DR对可透X线的塑料和木质异物无法显像;MRI则因金属禁忌证不能检测金属异物,且砂石异物在MRI上表现出明显的金属伪影,推测可能与某些砂石中含有的铁磁性矿物质有关。在检测材质方面,超声和CT展现出最佳的包容性,能够识别全部5种材质异物。在成像质量分析显示上,对于金属、玻璃及砂石等高密度异物,CT与超声的显像评分比较差异均无统计学意义。但对于DR无法显像的塑料及木质异物,超声显像评分均显著高于CT(均 $P<0.05$),与既往文献^[1-2]结论相符。Javadrashid等^[6]研究报告CT在塑料异物检测方面具有较大优势,这种差异可能源于塑料的成分差异:该研究采用的聚氯乙烯具有较高的CT衰减值(约400 Hu),而本实验采用的塑料材质PET衰减值较低(约50~100 Hu),导致二者CT显像效果差异。在尺寸影响因素方面,超声对大尺寸异物的显像评分显著高于小尺寸异物($P<0.05$),分析主要与超声的物理特性有关:①空间分辨率限制导致小尺寸异物出现部分容积效应;②大尺寸异物特征性的后方声影和混响伪影有助于识别,而小尺寸异物因声波能量吸收不足难以形成明显伪影。但本实验中

即使是最长径为0.2~0.5 cm的小尺寸异物,除在5 cm深度时超声显像评分为3分外,其余深度时几乎均为3~4分,仍有很好的细节分辨率及显示清晰度,提示超声具有较好的诊断价值。随着超声技术的发展,超高频超声已能识别最长径为0.2 mm的微小尺寸异物^[12-13],进一步拓展了超声的应用范围。综合比较各影像技术特点,超声展现出独特的优势:①检测谱最广,能识别包括可透X线异物在内的各类材质;②显像质量优异,特别是对塑料、木质等CT显像较差的异物可清晰显像;③无辐射、可重复检查;④实时动态成像,支持术中导航;⑤设备便携,适合床旁及急诊应用。基于这些优势,建议将超声作为软组织异物检测的首选方法,尤其适用于儿童、孕妇等特殊人群及可透X线异物的诊断。

关于异物深度对超声检测的影响,既往研究与本研究结果存在一定差异。Haghnegahdar等^[11]提出超声检测软组织异物的深度阈值为4 cm,且在5 cm深度时无法识别任何异物。然而,本实验结果显示,超声对不同深度大尺寸异物的显像评分比较差异均无统计学意义,仅小尺寸异物在5 cm深度时的显像评分低于1、2、3 cm深度时,差异均有统计学意义(均 $P<0.01$),但显像评分仍维持在2分(可识别水平)。这种差异可能源于以下因素:①目前超声在穿透力和分辨率方面的提高显著提升了深部结构的显像能力;②本实验采用的体外模型使异物与超声束保持理想垂直角度($90^{\circ}\pm 5^{\circ}$),这种最佳入射条件可能提高了深部异物的检出率。本实验结果还显示,DR、CT、MRI对1~5 cm深度异物的显像评分比较差异均无统计学意义,提示此3种影像技术在检测异物时不受深度的影响,分析原因为CT和MRI通过断层扫描结合三维重建技术,本质上消除了深度对显像的影响;而DR在本实验条件下未受骨骼等高密度结构干扰,故能保持稳定的显像效果。

本实验的局限性:①模型局限性。均质仿组织模型未能模拟真实软组织的分层结构(皮下脂肪、筋膜等)和深部骨骼,可能高估实际临床中的检测效果;②异物角度控制。本实验刻意保持异物与超声束垂直,这种理想化条件可能优于临床常见的随机嵌入角度;③生物学因素缺失。体外模型无法模拟活体环境中的出血、水肿及异物肉芽肿等病理改变,这些因素可能影响实际检测效果;④临床转化限制。实验结果需通过离体组织实验和动物实验进行验证,才能更准确地评估其在临床实践中的应用价值。提示虽然目

前超声技术已显著提升了对深部异物的检测能力,但在临床应用中仍需结合患者个体解剖特点和异物嵌入角度进行综合判断。后续研究应着重解决上述局限性,以更全面地评估各影像技术在真实临床场景中的显像效果。

综上所述,与 DR、CT 及 MRI 比较,超声在软组织异物检测中具有独特优势,其不仅能清晰显示不同大小的多种材质异物,还兼具良好的细节分辨力和显像效果,尤其对于可透 X 线的塑料及木质异物,超声的显像效果显著优于 CT,可作为此类异物的首选检查方式;对于深度 >5 cm 的小尺寸异物,建议结合 CT 等检查方法以提高诊断准确性。

参考文献

- [1] Carneiro BC, Cruz IAN, Chemin RN, et al. Multimodality imaging of foreign bodies: new insights into old challenges [J]. *Radiographics*, 2020, 40(7):1965-1986.
- [2] Alfuraih AM, Almutairi FN, Alotaibi SB, et al. Semi-quantitative scoring of imaging modalities in detecting soft tissue foreign bodies: an in vitro study [J]. *Acta Radiol*, 2022, 63(4):474-480.
- [3] 许文波,胡炜,肖秋金,等.超声引导与 X 线定位在四肢异物取出术中的对比研究 [J]. *中华骨与关节外科杂志*, 2022, 15(6):451-454.
- [4] Grocutt H, Davies R, Heales C. Ultrasound compared with projection radiography for the detection of soft tissue foreign bodies—a technical note [J]. *Radiography (Lond)*, 2023, 29(6):1007-1010.
- [5] Tantray MD, Rather A, Manaan Q, et al. Role of ultrasound in detection of radiolucent foreign bodies in extremities [J]. *Strategies Trauma Limb Reconstr*, 2018, 13(2):81-85.
- [6] Javadrashid R, Fouladi DF, Golamian M, et al. Visibility of different foreign bodies in the maxillofacial region using plain radiography, CT, MRI and ultrasonography: an in vitro study [J]. *Dentomaxillofac Radiol*, 2015, 44:20140229.
- [7] Ebihara B, Miyasaka H, Fukaya T, et al. Quantitative evaluation of the effects of several weeks of static stretching on the flexibility of the rectus femoris using shear wave elastography: a before-after study [J]. *J Ultrason*, 2024, 24(98):1-6.
- [8] Ipaktchi K, Demars A, Park J, et al. Retained palmar foreign body presenting as a late hand infection: proposed diagnostic algorithm to detect radiolucent objects [J]. *Patient Saf Surg*, 2013, 7(1):25.
- [9] Venter NG, Jamel N, Marques RG, et al. Evaluation of radiological methods for detection of wood foreign body in animal model [J]. *Acta Cir Bras*, 2005, 20 Suppl 1:34-41.
- [10] Jarraya M, Hayashi D, de Villiers RV, et al. Multimodality imaging of foreign bodies of the musculoskeletal system [J]. *Am J Roentgenol*, 2014, 203(1):92-102.
- [11] Haghnegahdar A, Shakibafard A, Khosravifard N. Comparison between computed tomography and ultrasonography in detecting foreign bodies regarding their composition and depth: an in vitro study [J]. *J Dent (Shiraz)*, 2016, 17(3):177-184.
- [12] 张海峰,潘带好,侯桥林,等.床旁超声联合 5 号细针头 X 线下定位在急诊患者体表细小异物取出术中的应用研究 [J]. *中外医学研究*, 2021, 19(9):74-76.
- [13] 陈红燕,龚新环,吴春云,等.高频超声在浅表及四肢非金属微小异物嵌入伤中的诊断价值 [J]. *上海医学影像*, 2007, 16(2):130-131.

(收稿日期:2025-04-08)

《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。国内外公开发行人,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

电话:023-63811304。Email:lccscq@vip.163.com