

DOI:10.16781/j.CN31-2187/R.20210809

• 海洋军事医学 •

高频超声检查在膝关节军事训练伤预警中的初步应用

黄彦栋¹, 贾兰婷¹, 张世奇¹, 黄璟², 李峻³, 黄禾菁^{1*}

1. 海军军医大学(第二军医大学)第二附属医院超声科, 上海 200003
2. 海军军医大学(第二军医大学)海军特色医学中心超声科, 上海 200052
3. 海军军医大学(第二军医大学)第二附属医院康复理疗科, 上海 200003

[摘要] **目的** 探讨高频超声检查对膝关节军事训练伤(MTI)的预警作用。**方法** 纳入某武警部队入伍新兵80人为研究对象。80名新兵均接受规范化新训, 在新训前及3个月新训结束后均进行双膝关节高频超声检查及临床问诊与体格检查。**结果** 80名新兵均为男性, 平均年龄为(20.4±1.4)岁, 体能状况均良好, 新训前均无双膝不适主诉。新训前双膝关节超声检查显示胫骨结节骨关节炎4例(4个膝关节, 其中1例合并髌腱陈旧性损伤)、髌腱病2例(2个膝关节)、髂胫束止点处陈旧性肌腱病2例(2个膝关节)、外侧副韧带止点处陈旧性损伤1例(1个膝关节)、髌上囊积液2例(2个膝关节)。3个月新训结束后, 4例胫骨结节骨关节炎患者中3例出现膝关节疼痛, 其中2例疼痛明显(1例合并髌腱陈旧性损伤), 影响正常训练; 2例髌腱病患者均出现膝关节疼痛, 其中1例疼痛明显, 影响正常训练; 2例髂胫束陈旧性损伤肌腱病、1例外侧副韧带止点处陈旧性损伤及2例髌上囊积液患者均无不适主诉。**结论** 高频超声检查可发现无症状士兵的膝关节MTI, 有助于早期制定防治策略, 对维护士兵健康、提升部队战斗力有重要意义。

[关键词] 高频超声检查; 军事训练伤; 预警; 膝关节; 军事人员

[中图分类号] R 826.5 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 2097-1338(2022)05-0561-05

Application of high-frequency ultrasonography in early warning of knee joint military training injury

HUANG Yan-dong¹, JIA Lan-ting¹, ZHANG Shi-qi¹, HUANG Jing², LI Jun³, HUANG He-jing^{1*}

1. Department of Ultrasound, The Second Affiliated Hospital of Naval Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200003, China
2. Department of Ultrasound, Naval Medical Center, Naval Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200052, China
3. Department of Rehabilitation Physiotherapy, The Second Affiliated Hospital of Naval Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200003, China

[Abstract] **Objective** To explore the early warning role of high-frequency ultrasonography on knee joint military training injury (MTI). **Methods** A total of 80 newly recruited soldiers from an armed police force were enrolled. All of them received standardized recruit training, and underwent high-frequency ultrasonography of both knee joints, clinical inquiry and physical examination before and after 3-month recruit training. **Results** All the 80 recruits were male, with an average age of (20.4±1.4) years old, in good physical condition, and there was no chief complaint of knee discomfort before recruit training. Ultrasonography of both knee joints before recruit training showed osteochondrosis of the tibial tuberosity in 4 cases (4 knee joints, including 1 case complicated with old injury of patellar tendon), patellar tendinopathy in 2 cases (2 knee joints), old tendinopathy at the end of iliotibial tract in 2 cases (2 knee joints), old injury at the end of lateral collateral ligament in 1 case (1 knee joint), and suprapatellar bursa effusion in 2 cases (2 knee joints). After 3-month recruit training, 3 of the 4 recruits with osteochondrosis of the tibial tuberosity developed knee joint pain, and 2 of them had significant pain (1 case complicated with old injury of patellar tendon), which affected normal training. Knee joint pain was found in the 2 cases with patellar tendinopathy, of which 1 case had significant pain affecting normal training. No complaints of discomfort were reported in the 2 cases with old tendinopathy at the end of iliotibial tract, 1 case with old injury at the end of lateral collateral ligament,

[收稿日期] 2021-08-16 **[接受日期]** 2022-01-06

[作者简介] 黄彦栋, 助教、住院医师. E-mail: huangyandong81@163.com

*通信作者(Corresponding author). Tel: 021-81886656, E-mail: huanghejinga@163.com

or 2 cases with suprapatellar bursa effusion. **Conclusion** High-frequency ultrasonography can find the knee joint MTI of asymptomatic soldiers, which is helpful for early development of prevention and control strategies, and is of great significance for maintaining the health of soldiers and improving the combat effectiveness of troops.

[**Key words**] high-frequency ultrasonography; military training injury; early warning; knee joint; military personnel

[Acad J Naval Med Univ, 2022, 43(5): 561-565]

军事训练伤 (military training injury, MTI) 是由军事训练直接造成的参训者组织器官功能障碍或病理改变, 其已成为部队常见病和多发病, 也是官兵训练缺勤和平时致残的主要原因^[1]。MTI以软组织损伤、骨与关节损伤最常见, 膝关节是人体活动和姿势的重力支撑点, 是人体最重要的承重关节, 也是各种军事科目训练中最常损伤的部位^[2-4]。在训练前筛选出 MTI 高危人群是卫勤保障工作的难点。随着超声设备的不断发展, 高频超声应运而生, 其对肌肉、肌腱、韧带、滑囊等软组织结构有良好的穿透力和分辨率^[5]。本研究通过对入伍新训新兵实施膝关节高频超声扫查, 探究高频超声检查在早期预警膝关节 MTI 方面的作用。

1 资料和方法

1.1 研究对象 2021年4—7月某武警部队进行新训的入伍新兵, 共计80人。80名新兵均接受规范化新训, 新训内容包括军事体育训练、队列动作、射击训练、战术基础动作训练等, 时间为3个月。

1.2 超声检查方法 (1) 仪器设备: 采用深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司生产的 M9 型便携式彩超仪, 探头频率为 10 MHz, 检查模式包括二维灰阶超声、彩色多普勒血流成像 (color Doppler flow imaging, CDFI) 及能量多普勒显像 (power Doppler imaging, PDI)。(2) 检查人员及内容: 由 2 名经过专业肌骨超声培训的超声科高年资主治医师对 80 名新兵的两侧共 160 个膝关节进行检查, 由 1 名骨科高年资主治医师辅助做出诊断结论。疾病的超声诊断依据第 2 版《肌骨超声必读—基础体位、病理和超声诊断》^[6]。检查时新兵取仰卧位, 屈曲膝关节约 15°, 检查部位依次为髌上囊、膝内侧和外侧隐窝、股四头肌肌腱、髌腱、膝前部滑囊、髌骨支持带、膝内侧副韧带、内侧半月板、鹅足腱、膝外侧副韧带、外侧半月板、髌胫束。双侧膝关节进行对比扫查。

1.3 统计学处理 应用 SPSS 22.0 软件进行统计学

分析。所有结果均采用描述性统计方法。

2 结果

2.1 研究对象基线资料 80 名新兵均为男性, 年龄为 18~24 (20.4±1.4) 岁, 身高为 163~186 (174.75±4.90) cm, 体重为 51~99 (69.96±10.50) kg, 体能状况均良好。1 例自述既往有左膝关节损伤病史, 具体情况不详; 1 例自述有 2 年田径运动员经历。

2.2 新训前膝关节高频超声检查 新训前对 80 名新兵进行临床问诊、体格检查及双侧膝关节高频超声检查, 所有新兵均无双膝不适主诉, 大部分膝关节超声检查未见明显异常 (图 1A)。(1) 胫骨结节骨软骨炎 4 例 (4 个膝关节)。超声检查显示胫骨结节骨骺回声中断, 边缘不规则, 部分可见片状强回声。髌腱胫骨结节附着点增厚、肿胀、回声减低, 内部可见边界模糊的高回声或强回声 (图 1B)。1 例伴有髌腱陈旧性损伤, 超声表现为髌腱局部增厚, 纹理紊乱, 内部可见裂隙状低回声, 低回声区大小约为 13.0 mm×1.3 mm (图 1C); PDI 未见明显血流信号 (图 1D)。(2) 髌腱病 2 例 (2 个膝关节)。超声检查显示髌腱于髌骨止点处明显增厚、回声减低且边界不清 (图 2A), PDI 未见明显血流信号 (图 2B)。新训前 2 例患者病灶低回声区大小分别约为 14.6 mm×6.0 mm、7.6 mm×2.9 mm。(3) 髌胫束止点处陈旧性肌腱病 2 例 (2 个膝关节)。超声检查显示髌胫束于胫骨外侧髌止点处增厚, 内部回声减低, 分布不均匀, 可见粗颗粒强回声, PDI 未见明显血流信号, 低回声区大小分别约为 5.6 mm×5.3 mm、7.2 mm×2.2 mm (图 3)。(4) 外侧副韧带止点处陈旧性损伤 1 例 (1 个膝关节)。超声表现为外侧副韧带腓骨小头止点处增厚, 内部回声不均匀, 可见大小约为 9.7 mm×3.8 mm 的高回声区, PDI 未见明显血流信号。(5) 髌上囊积液 2 例 (2 个膝关节)。超声表现为髌上囊轻度扩张, 深度均约为 9 mm, 内见无回声区, 透声尚可 (图 4A)。

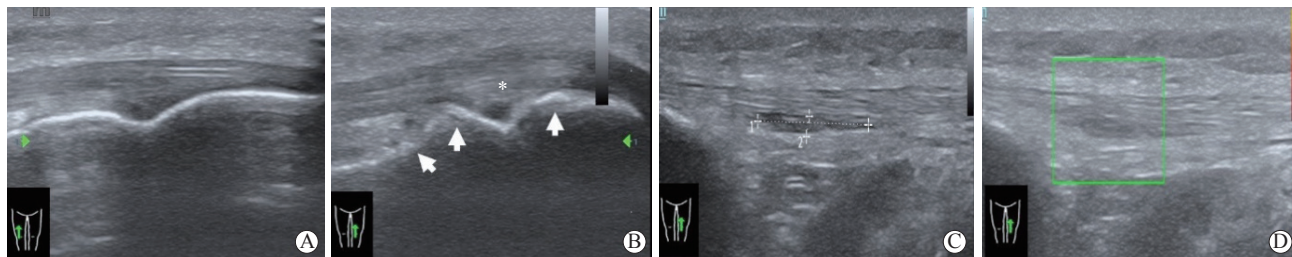


图1 1例左侧胫骨结节骨软骨炎伴髌腱陈旧性损伤患者膝关节的超声表现

男,21岁,自述既往有左膝关节损伤病史。A:健侧(右侧)髌腱胫骨结节附着点图像。B:患侧(左侧)胫骨结节骨骺回声中断,边缘不规则,局部增厚(箭头所示);髌腱胫骨结节附着点增厚、肿胀、回声减低,内部可见边界模糊的高回声(星号所示)。C:患侧(左侧)髌腱局部增厚,纹理紊乱,内部可见裂隙状低回声,低回声区大小约为13.0 mm×1.3 mm。D:患侧(左侧)髌腱能量多普勒显像未见明显血流信号。

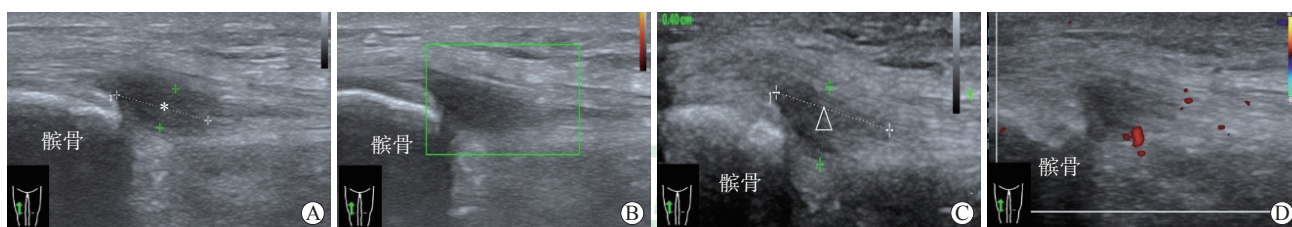


图2 1例右侧髌腱病患者膝关节的超声表现

男,21岁,自述既往从事田径运动2年。A:新训前患侧髌腱于髌骨止点处明显增厚、回声减低且边界不清,低回声区大小约为7.6 mm×2.9 mm(星号所示);B:新训前患侧髌腱能量多普勒显像未见明显血流信号;C:新训后患侧髌腱于髌骨止点处明显增厚、回声减低且边界不清,低回声区大小约为11.3 mm×4.0 mm(三角形所示);D:新训后彩色多普勒血流成像显示患侧髌腱低回声区可见少许血流信号。

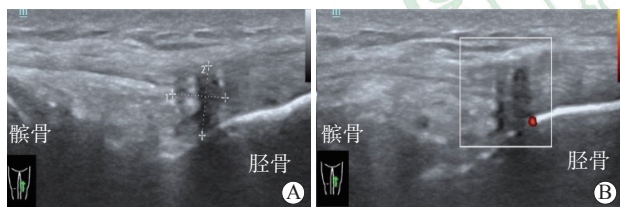


图3 1例左侧髌胫束止点处陈旧性肌腱病患者膝关节的超声表现

男,19岁。A:左侧髌胫束于胫骨外侧踝止点处增厚,内部回声减低,分布不均,可见粗颗粒强回声,低回声区大小约为5.6 mm×5.3 mm;B:左侧髌胫束能量多普勒显像未见明显血流信号。

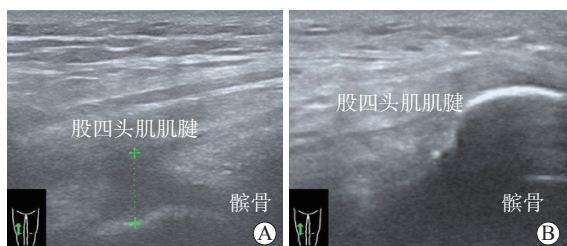


图4 1例右侧髌上囊积液患者膝关节的超声表现

男,24岁。A:新训前右侧髌上囊轻度扩张,深度约为9 mm,内部见无回声区,透声尚可;B:新训后右侧髌上囊无回声区消失。

2.3 新训后膝关节高频超声检查 3个月新训结束后再次对80名新兵进行临床问诊、体格检查及双侧膝关节检查。(1)在新训前膝关节超声检查为阳性的新兵中,4例胫骨结节骨软骨炎患者中3例新训后出现膝关节疼痛,疼痛位置为膝关节前方髌韧带处。其中2例膝关节疼痛明显(1例伴有髌腱陈旧性损伤),影响正常训练。2例髌腱病患者新训后均出现膝关节疼痛,疼痛位置为髌骨下缘髌腱附着点处。其中1例膝关节疼痛明显,无法下蹲,影响正常训练。2例髌胫束止点处陈旧性肌腱病、1例外侧副韧带止点处陈旧性损伤及2例髌上囊积液患者均无不适主诉。与新训前超声检查结果对比观察,新训后1例髌腱病患者超声检查显示患侧髌腱于髌骨止点处明显增厚、回声减低、边界不清,范围较前略有增大(图2C),CDFI显示患侧髌腱低回声区内可见少许血流信号(图2D);1例髌上囊积液患者髌上囊扩张深度由9 mm减小至消失(图4B)。(2)在新训前膝关节超声检查为阴性的新兵中,新训后主诉膝关节疼痛4例(5个膝关节),疼痛均为轻度,可以忍受,不影响正常

训练。其中1例诉跑步时左膝前外侧疼痛,超声检查显示左侧髌胫束下可见不规则无回声区,内部透声差,深度约5 mm,考虑髌胫束下滑囊炎;1例诉右膝前下方疼痛不适,超声检查显示右侧髌腱远端下方可见大小约为9.2 mm×2.4 mm的无回声区,内部透声尚可,考虑髌下滑囊炎;1例诉双膝外侧痛,1例诉右膝外侧痛,此2例患者超声检查均未见明显异常。(3)新训后超声检查新发现的阳性结果包括髌上囊少量积液(4例4个膝关节,深度为5~10 mm,平均深度为7 mm)、髌前滑囊炎(3例3个膝关节,深度为2~4 mm,平均深度为3 mm)。(4)在训练后有膝关节疼痛主诉的9例10个膝关节中,检出率最高的病变依次为胫骨结节骨软骨炎、髌腱病、髌胫束下滑囊炎和髌下滑囊炎。

3 讨论

自实战化要求及新大纲施训以来,部队军事训练难度、强度明显加大,成绩要求进一步提高,MTI的防治亦成为卫勤保障工作的重点和难点。研究显示,既往损伤史是MTI的重要危险因素,新训前的肌骨损伤不仅预测严重急性损伤,而且与过度使用伤和严重过度使用伤的发生呈倍数对应关系^[7],其中膝关节损伤的再发率增加7~10倍^[8]。然而,绝大多数新兵在新训前无明显不适,对膝关节既往损伤史记忆不清,同时缺少客观、简便易行的检查方法,难以在新训前对膝关节进行充分评估。

超声检查是一种简便、准确、无创、无辐射的影像学检查手段。近年来,随着超声诊断设备性能的不断更新,高频超声得到飞速发展,其对骨骼肌肉系统疾病的诊断优势日益凸显,特别是对于膝关节肌腱损伤、韧带损伤、滑膜炎、滑囊炎等具有较高诊断效能,是膝关节检查的标准影像学方法之一^[9]。2019年《训练伤超声可视化诊断专家共识》提出,便携式超声克服了传统方法在战创伤、训练伤早期检伤分类中的不足,且与MRI、CT等影像学检查方法相比具有设备易于携带、检查时间短、对浅表软组织成像清晰、无辐射等独特优势,尤其适用于创伤及训练伤现场检查^[10]。2020年焦耿军等^[11]对因军事训练致膝关节软组织损伤的84例患者进行超声检查,结果显示高频超声可清晰显示军事训练导致的肌腱、韧带损伤及滑膜滑囊炎症,推荐高

频超声作为软组织MTI的重要影像学诊断手段。

本研究中,新训前80名新兵均无双膝不适主诉。3个月新训结束后主诉膝关节疼痛者有9例(11.25%),其中严重疼痛、影响训练者有3例(3.75%)。此3例患者在新训前超声检查分别提示单纯胫骨结节骨软骨炎、胫骨结节骨软骨炎伴髌腱陈旧性撕裂及髌腱病。新训前超声检查提示髌腱病的新兵新训结束后症状最为明显,主诉为髌骨下缘髌腱附着点疼痛,不能下蹲,新训前后对比显示髌腱损伤范围较前略增大,且损伤区出现血流信号,提示损伤急性期。因此,针对目前新训课程标准,新训前超声诊断为胫骨结节骨软骨炎、髌腱陈旧性撕裂、慢性髌腱炎的新兵,应作为膝关节MTI高风险群体,予以增加MTI预防策略及相应改善措施。此外,新训前超声检查发现有髌胫束止点处陈旧性肌腱病、外侧副韧带止点处陈旧性肌腱病或关节腔积液的新兵,新训后超声检查未见病变范围加大,且均无不适主诉。因而,针对目前新训课程标准,上述病变引起MTI的风险较低。

本研究存在一定的局限性:由于开展研究的武警部队新兵数量有限,因而样本量较小,有待大样本临床研究明确高频超声检查对无症状官兵潜在训练伤的预警价值。但是本研究仍有一定的指导意义,膝关节MTI作为部队常见病和多发病,是多数官兵的训练困扰所在,也在一定程度上增大了制定军事训练计划的难度、影响了部队的训练质量和训练效果。而多数官兵从训练伤的无症状、隐匿性发生到症状出现导致无法参训这一过程中,尚无准确率高且简单便捷的检查办法用来预警,因此,训练前筛选MTI高危人群一直是卫勤保障工作的重点和难点。根据本研究结果,训练前高频超声检查阳性结果与训练后的不适主诉可能有关,高频超声对于MTI的训练前高危筛查、训练中病情监测、离训后病情评价及预后评估均具有潜在应用价值。

MTI的发生与训练内容、时限、强度等因素相关^[12]。根据不同训练课程标准下新兵膝关节的超声影像特点,预先评估和精准预警膝关节MTI有助于制定个体化防护计划。此外,近年来以剪切波弹性超声、超声造影为代表的新技术飞速发展,使人们能够在传统超声的基础上获得更多人体组织硬度、微血流等信息。同时,以计算机辅助定量诊断、超声影像组学分析为代表的人工智能技术方兴

未艾。在未来, 随着便携式超声设备在我军基层单位的普及配备, 依托人工智能技术的多模式超声预先评估策略将有助于建立科学、适宜、高效的中国MTI防控管理体系及实施模式。

[参考文献]

- [1] 郭永敬, 赵静波, 任卫新, 张晓辉. 某部做好军事训练伤防护的做法与思考[J]. 解放军预防医学杂志, 2013, 31: 348-349.
- [2] DE ANDRADE GOMES M Z, PINFILDI C E. Prevalence of musculoskeletal injuries and a proposal for neuromuscular training to prevent lower limb injuries in Brazilian Army soldiers: an observational study[J/OL]. *Mil Med Res*, 2018, 5: 23. DOI: 10.1186/s40779-018-0172-7.
- [3] WILKINSON D M, BLACKER S D, RICHMOND V L, HORNER F E, RAYSON M P, SPIESS A, et al. Injuries and injury risk factors among British army infantry soldiers during predeployment training[J]. *Inj Prev*, 2011, 17: 381-387.
- [4] 雷志辉, 王少特, 金鹏, 刘欣, 高弦, 李春伶. 军事训练致膝关节滑膜炎的高频超声诊断[J]. 武警医学, 2014, 25: 554-556.
- [5] 王晶, 陈定章, 郑敏娟, 贾雨楠. 超声引导下介入治疗在军事训练软组织损伤中的应用研究[J/CD]. 中华医学超声杂志(电子版), 2020, 17: 558-562.
- [6] JACOBSON J A. 肌骨超声必读-基础体位、病理和超声诊断[M]. 王月香, 译. 2版. 北京: 科学出版社, 2017: 285-312.
- [7] TAANILA H, SUNI J H, KANNUS P, PIHLAJAMÄKI H, RUOHOLA J P, VISKARI J, et al. Risk factors of acute and overuse musculoskeletal injuries among young conscripts: a population-based cohort study[J/OL]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2015, 16: 104. DOI: 10.1186/s12891-015-0557-7.
- [8] HILL O T, KAY A B, WAHI M M, MCKINNON C J, BULATHSINHALA L, HALEY T F. Rates of knee injury in the US Active Duty Army, 2000-2005[J]. *Mil Med*, 2012, 177: 840-844.
- [9] PACZESNY Ł, KRUCZYŃSKI J. Ultrasound of the knee[J]. *Semin Ultrasound CT MR*, 2011, 32: 114-124.
- [10] 国家卫健委能力建设和继续教育超声专科专家委员会, 全军急救医学专业委员会, 中国医学装备协会超声装备技术分会战创伤与急症超声专业委员会和远程及移动超声专业委员会. 训练伤超声可视化诊断专家共识[J/CD]. 中华医学超声杂志(电子版), 2019, 16: 899-909.
- [11] 焦耿军, 李秦, 贺云飞. 高频超声在软组织训练伤诊断中的应用[J]. 解放军预防医学杂志, 2020, 38: 13-17.
- [12] 黄昌林, 张莉, 薛刚, 杨保东, 齐玉增, 尹怡红. 新兵入伍训练阶段军事训练伤的流行病学特点[J]. 解放军医学杂志, 2002, 27: 1111-1112.

[本文编辑] 杨亚红