

# 运动医学视角下不同类型关节损伤的早期诊断技术及精准评估方法研究

顾晓林

如东县中医院 江苏 南通 226400

**摘要:** 关节损伤是运动医学领域中常见的疾病,尤其是在高强度运动和高风险运动中。运动员和普通人群的关节损伤种类繁多,涉及骨骼、软骨、韧带、半月板及其他软组织损伤。随着运动医学技术的不断进步,早期诊断与精准评估成为改善治疗效果和提高患者功能恢复的关键。影像学技术、生物标志物的检测方法以及人工智能辅助诊断技术的发展,使得关节损伤的早期识别与评估更加准确且高效。本文从运动医学的角度出发,深入探讨了不同类型关节损伤的早期诊断技术及精准评估方法,以期临床工作者提供理论指导。

**关键词:** 运动医学; 关节损伤; 早期诊断; 精准评估

关节损伤是由于运动或日常活动中关节的过度使用、外伤或衰老引起的,常见的损伤类型包括骨折、韧带损伤、软骨损伤、半月板损伤等。运动医学作为一门专注于运动相关疾病及损伤的学科,旨在为运动员及普通人群提供早期诊断、干预和康复方案<sup>[1]</sup>。在关节损伤中,早期诊断至关重要,能够帮助医生评估损伤的类型、程度,并制定合理的治疗计划,避免关节进一步退化或功能丧失。当前,影像学技术如X射线、MRI(磁共振成像)、CT(计算机断层扫描)等广泛应用于关节损伤的诊断中。同时,生物标志物的检测、人工智能(AI)辅助技术和生物力学分析等手段也在不断被研究和推广应用。这些新兴技术为关节损伤的早期诊断和精准评估提供了更多可能。

## 1 运动医学中的关节损伤类型

关节损伤根据损伤的部位和程度可分为几大类,具体如下:

### 1.1 骨折

关节周围的骨骼在剧烈的外力作用下容易发生骨折。常见的骨折类型有完全骨折、部分骨折、粉碎性骨折等。运动中发生的骨折通常由直接的撞击或旋转外力引起,尤其在膝关节、髋关节、肩关节等部位较为常见<sup>[2]</sup>。关节骨折可能影响到关节的稳定性和功能,尤其是在复位不及时或治疗不当的情况下,可能导致关节的退化性改变,如关节炎。

### 1.2 韧带损伤

韧带损伤常见于膝关节、踝关节和肩关节。运动员尤其在高强度的接触性运动中,因过度拉伸或外力扭转等原因容易发生韧带损伤。常见的韧带损伤类型包括扭伤、撕裂和断裂等。膝关节的前交叉韧带(ACL)和侧

副韧带(MCL)损伤较为常见,尤其是在急性运动创伤中。韧带损伤的恢复需要时间,且严重的韧带损伤可能需要外科手术修复。

### 1.3 软骨损伤

关节软骨是覆盖在关节表面、起到减震作用的组织。软骨损伤通常是由重复性磨损、外力撞击或突发创伤引起的。膝关节的软骨损伤在运动员中尤为普遍,尤其是高强度的竞技运动和长时间承受重负荷的运动中,软骨容易受损。软骨损伤常常伴随疼痛、肿胀等症状,且较难自我修复。严重的软骨损伤可引发退行性关节炎(即骨关节炎)。

### 1.4 滑膜炎与关节炎

滑膜炎是指关节滑膜的炎症,通常由感染或关节过度使用引起。长时间反复使用关节或外伤可能引起滑膜炎,滑膜腔内积液是其常见表现。滑膜炎如果得不到及时治疗,可能引起关节炎。关节炎包括急性关节炎和慢性关节炎,其中慢性关节炎往往伴随软骨损伤、骨质改变等,严重影响关节功能<sup>[3]</sup>。

### 1.5 半月板损伤

半月板是膝关节中的一种重要结构,其主要功能是分担膝关节的负荷。半月板损伤通常是由于膝关节旋转运动或外部直接冲击引起的。常见的半月板损伤类型包括撕裂、裂口及退化性损伤<sup>[4]</sup>。半月板损伤严重时会影响膝关节的稳定性,导致关节的疼痛、肿胀以及活动受限。

## 2 关节损伤的早期诊断技术

### 2.1 临床评估

临床评估是关节损伤诊断的第一步,主要包括病史采集、体格检查以及疼痛和功能状态的评估。病史采集可以帮助医生了解损伤的发生机制、症状表现及病程发

展。体格检查包括关节活动范围的测量、关节稳定性测试、触诊和外观检查等，通过这些检查可以初步判断损伤的类型和可能的严重程度<sup>[5]</sup>。例如，膝关节的“前抽屉试验”可帮助评估前交叉韧带（ACL）的损伤情况。

虽然临床评估能够为关节损伤的诊断提供初步线索，但其受限于医生的经验和患者的配合程度，对于轻微损伤或软组织损伤的诊断能力较弱。因此，常常需要借助其他辅助诊断手段进行确认。

## 2.2 影像学技术

影像学技术是目前关节损伤诊断的核心工具，包括X射线、磁共振成像（MRI）、计算机断层扫描（CT）和超声检查等<sup>[6]</sup>。

**X射线：**X射线是诊断关节损伤的传统工具，尤其擅长诊断骨折和关节脱位。虽然X射线能够显示骨骼损伤，但对软组织损伤（如韧带、软骨、半月板损伤）的敏感性较差。

**磁共振成像（MRI）：**MRI是评估软组织损伤的金标准，尤其适用于检查软骨、半月板和韧带的损伤。MRI能够通过无创方式提供关节的详细图像，显示不同层次的损伤情况，且对软骨损伤的诊断尤其敏感<sup>[7]</sup>。

**计算机断层扫描（CT）：**CT主要用于骨骼结构的成像，能够提供精细的骨骼断层图像，对复杂骨折和骨结构损伤具有较高的诊断价值，尤其是在创伤性关节损伤中尤为重要。

**超声检查：**超声检查是一种实时、动态的影像学技术，能够有效评估韧带、肌腱及滑膜的损伤。超声具有可操作性强、无创、实时性强的优势，尤其在关节腔积液、软组织损伤和滑膜炎的诊断中有重要应用。

## 2.3 生物标志物

近年来，生物标志物的研究成为关节损伤早期诊断的新途径。生物标志物可以通过血液、尿液或关节液的检测反映关节损伤的程度<sup>[8]</sup>。例如，软骨损伤常常伴随透明质酸、C-反应蛋白（CRP）、胶原酶等标志物的升高。通过监测这些分子标志物，能够早期发现软骨损伤、炎症反应等病理改变，从而为医生提供关节损伤的定量评估。

## 2.4 人工智能辅助诊断

随着人工智能（AI）技术的不断进步，特别是深度学习和图像识别技术的发展，AI辅助影像分析已成为关节损伤诊断的一个新兴方向。通过训练神经网络模型，AI可以自动识别影像中的损伤特征，判断损伤类型并提供量化分析，辅助医生做出更为精确的诊断。

**自动化影像分析：**AI可以通过分析X射线、MRI、CT和超声图像等，识别出关节损伤的早期迹象，例如骨

折线、软骨磨损、半月板撕裂或韧带断裂等。AI模型通过与大量已标注的影像数据进行学习，能够在较短时间内提供高精度的诊断支持，显著提升影像学检查的效率和准确性<sup>[9]</sup>。

**早期诊断与预测：**AI模型还可以通过分析患者的影像数据和历史健康信息，预测关节损伤的进展趋势。例如，AI可以识别出微小的软骨损伤或韧带拉伤等早期病变，并提供治疗建议，帮助患者在早期阶段就开始干预，避免损伤进一步加重。

## 3 关节损伤的精准评估方法

精准评估关节损伤是治疗方案制定和康复管理的基础。随着运动医学和影像技术的进步，精准评估方法逐渐从传统的单一影像学诊断向多维度、个性化评估发展。以下是一些关键的精准评估方法：

### 3.1 功能性评估

功能性评估旨在衡量患者关节损伤后对日常活动、运动能力的影响，评估关节损伤的功能恢复情况。常见的功能评估工具包括：

**问卷调查：**如国际膝关节关节炎研究协会（IKDC）评分、OARSI评分、Lysholm评分等，这些问卷工具通过患者自述症状和功能水平来量化关节损伤的影响，广泛应用于膝关节、髋关节和肩关节等部位的损伤评估<sup>[10]</sup>。

**动态运动测试：**例如步态分析、运动姿态分析和负重测试，通过测量患者在运动过程中的步态、姿势变化、关节承重能力等，评估损伤对运动功能的影响。这些测试能帮助评估患者恢复期的进展，以及关节稳定性和承载能力。

**关节运动范围（ROM）测量：**关节运动范围的测量有助于评估关节的活动能力和功能恢复情况<sup>[11]</sup>。关节受伤后可能导致活动受限，生物力学分析可以量化关节活动范围的变化。

**关节力学分析：**通过力学平台、力传感器等设备分析关节在运动过程中的受力情况，例如膝关节的压力分布，或髋关节的负重分布。此类分析可以揭示关节受损后的负荷不均问题，为康复提供科学依据。

**肌力评估：**损伤后的肌肉萎缩和力量下降可能影响关节的稳定性。通过肌力测试，如等速肌力评估和最大肌力测试，能够量化患者的肌肉恢复情况，从而判断关节损伤的康复进程。

### 3.2 组织病理学评估

对于某些复杂的关节损伤，尤其是软骨损伤和半月板损伤，组织病理学评估提供了深入的微观层面分析。常见的组织评估方法包括：

关节液分析：关节液分析通过提取患者关节腔内的液体，检测其中的细胞成分、炎症因子、蛋白质和代谢物质，能够帮助了解关节内部的炎症反应、软骨退化和病理改变。

生物标志物检测：如前文所述，通过检测关节液、血液或尿液中的生物标志物（如软骨特异性蛋白、炎症因子等），可以了解关节损伤的分子层面变化。生物标志物的检测能够为关节损伤的早期诊断和进展提供重要信息。

### 3.3 临床评估与影像学结合

将传统的临床评估与先进的影像学技术结合起来，可以实现对关节损伤的多维度精准评估。常见的结合方法包括：

影像学分级系统：如MRI影像学分级系统，可以根据不同损伤的程度对损伤进行定量评估，帮助制定治疗计划。例如，膝关节的半月板损伤和软骨损伤均有明确的分级标准，通过影像学检查，医生可以直观地了解损伤的部位、程度及影响范围。

影像与功能评估结合：通过影像学影像与临床功能评估结合，全面评估关节的损伤和恢复情况。例如，膝关节前交叉韧带（ACL）的损伤不仅需要MRI评估韧带撕裂的程度，还需要结合患者的运动能力和稳定性测试来判断关节功能的恢复情况。

## 4 未来发展趋势

### 4.1 基因治疗

基因治疗这一前沿科技，正逐步展现出其在运动损伤康复中的巨大潜力。通过精准地调控或修复受损组织的基因表达，基因治疗有望为关节损伤的修复和再生开辟出一条全新的路径，从而实现从源头上促进损伤组织的自我恢复与功能重建。

### 4.2 组织工程技术

组织工程技术的飞速发展也为运动损伤的康复带来了革命性的变化。科学家们利用生物材料、细胞培养等先进技术，可以构建出与人体组织高度相似的替代品，为那些因严重损伤而难以自行恢复的患者提供了新的希望。

### 4.3 人工智能和大数据技术

人工智能和大数据技术的广泛应用，更是为运动损伤的康复治疗插上了智慧的翅膀。通过收集和分析患者的康复数据，包括运动表现、生理指标、心理状态等多个维度，可以更加深入地了解患者的康复进展和潜在需

求，从而制定出更加科学、合理且个性化的康复方案。

## 结语

关节损伤的早期诊断和精准评估是提高治疗效果、促进康复的重要基础。随着影像学技术、生物标志物检测、人工智能等新兴技术的应用，关节损伤的诊断与评估方法不断发展，为临床医生提供了更多精准的工具和方法。未来，结合多学科技术和个性化医学，关节损伤的诊治将趋于更高效、更精准、更个性化，极大地提升患者的康复速度和生活质量。因此，继续推动技术的创新和临床应用，将是关节损伤治疗领域的重要发展方向。

## 参考文献

- [1] 胡晓飞,刘玲玲,甄志铭,等. 大学生长途徒步拉练对膝关节急性损伤及软骨亚区影响的MRI定量分析[J]. 中华医学杂志,2022,102(9):659-665.
- [2] 辛阳. 篮球运动中膝关节损伤与防治[J]. 医用生物学,2024,39(4):784.
- [3] 张杰超,梁永瑛,何勇,等. 丘墟透照海运动针法联合循经按摩对肩袖损伤患者肩关节活动度及自理能力的影响[J]. 针灸临床杂志,2024,40(4):21-25.
- [4] 陈薇,郭宇. 系统化康复治疗损伤所致膝关节疼痛及运动障碍的效果[J]. 武警医学,2024,35(8):654-657.
- [5] 王雪,许光旭,万春利,等. 动态四点跪位训练对脊髓损伤患者髌关节骨密度及下肢运动功能的影响[J]. 山东中医杂志,2024,43(8):866-872.
- [6] 吴秀霖,赵金忠. 前交叉韧带损伤及重建后髌股关节运动学与其生物力学研究进展[J]. 中国研究型医院,2024,11(4):43-48.
- [7] 韩佳秀,刘泽生,李通. 关节粘连传统松解术联合中药熏洗对运动性膝关节损伤的治疗效果[J]. 河北中医,2024,46(3):443-446.
- [8] 李瑛琦,王颖鹏. 青少年运动中关节韧带损伤的预防与康复策略[J]. 青春期健康,2024,22(2):50-51.
- [9] 施月松,郭友忠,张明伟,等. 膝关节镜对不同KL分级膝关节运动性损伤的疗效[J]. 贵州医药,2024,48(7):1092-1094.
- [10] 范学义. 关节松动术联合运动疗法对膝关节前交叉韧带损伤重建术后关节功能恢复的影响[J]. 现代诊断与治疗,2024,35(5):722-723,734.
- [11] 杨静,张飞云,吴高婷. 不同类型排球鞋对运动员下肢关节损伤的影响[J]. 中国皮革,2024,53(2):88-91,95.