

## ◆ 骨骼肌肉影像学

## MRI observation on the types of wrist joint injuries in adolescent professional divers

ZHANG Cici, DUAN Lixia, XIONG Yuchao, CHEN Song, LIU Qiong, ZENG Xuwen\*  
(Department of Radiology, Guangzhou Red Cross Hospital, Guangzhou 510220, China)

**[Abstract]** **Objective** To observe the types of wrist joint sports-related injuries in adolescent professional divers with MRI. **Methods** A total of 42 professional divers (84 wrist joints) with wrist pain were included into sport group, and compared with 15 age-matched volunteers (control group). MRI features of wrist joints in sport group were observed to classify the types of injuries. **Results** In sport group, injuries of distal ulna epiphyseal plates and distal radial epiphyseal plates occurred in 19.05% (16/84) and 42.86% (36/84) wrists, respectively, while bone sclerosis was observed in 40.48% (34/84) subchondral osteosclerosis under scaphoid bone, 64.29% (54/84) subchondral osteosclerosis under lunar bone and 61.90% (52/84) subchondral osteosclerosis under distal radius. Bone marrow edema was detected in 14.29% (12/84) wrists, and tendon sheaths or synovialis cysts were found in 25.00% (21/84) wrists. Injured triangular fibrocartilage complex was noticed in 11.90% (10/84) wrists, while 4.76% (4/84) wrists had positive ulnar variation. There was no obvious abnormal change of wrist joints in control group. **Conclusion** Wrist joint injuries of young professional divers mainly present as epiphyseal plate injury, subchondral osteosclerosis and bone marrow edema.

**[Keywords]** wrist joint; wounds and injuries; athletes; magnetic resonance imaging

**DOI:**10.13929/j.issn.1003-3289.2021.05.027

## MRI 观察青少年专业跳水运动员腕关节损伤类型

张慈慈, 段丽霞, 熊玉超, 陈松, 刘琼, 曾旭文\*  
(广州市红十字会医院放射科, 广东 广州 510220)

**[摘要]** **目的** 采用 MRI 观察青少年专业跳水运动员腕关节运动相关损伤类型。**方法** 以 42 例腕关节疼痛运动员患者共 84 个腕关节作为运动组, 与 15 名年龄相匹配志愿者(对照组)相对比, 观察其 MRI 表现, 判断腕关节损伤类型。**结果** 运动组 84 个腕关节中, 19.05%(16/84)尺骨远端骺板损伤, 42.86%(36/84)桡骨远端骺板损伤; 40.48%(34/84)手舟骨软骨下骨质硬化, 64.29%(54/84)月骨软骨下骨质硬化, 61.90%(52/84)桡骨远端软骨下骨质硬化; 14.29%(12/84)出现骨髓水肿; 25.00%(21/84)出现腱鞘或滑膜囊肿; 11.90%(10/84)三角纤维软骨复合体损伤; 4.76%(4/84)出现尺骨阳性变异。对照组腕关节未见明显异常改变。**结论** 青少年专业跳水运动员腕关节损伤主要表现为骺板损伤、软骨下骨质硬化及骨髓水肿。

**[关键词]** 腕关节; 创伤和损伤; 运动员; 磁共振成像

**[中图分类号]** R684; R445.2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2021)05-0745-04

运动员属于特殊群体, 运动损伤发生率高于普通人; 专业跳水运动员大多从 7~8 岁开始接受专业训练, 其骨骼尚未完全发育成熟, 长时间训练可能使骨骼承受的压力超过负荷, 引起运动相关损伤, 进而影响骨

**[第一作者]** 张慈慈(1991—), 女, 湖南郴州人, 硕士, 主治医师。研究方向: 骨骼肌肉系统影像诊断。E-mail: 1028122193@qq.com

**[通信作者]** 曾旭文, 广州市红十字会医院放射科, 510220。E-mail: 13926190802@163.com

**[收稿日期]** 2020-03-29 **[修回日期]** 2021-04-05

骼生长发育及运动员的职业生涯。目前国内外针对跳水运动员的研究主要集中于损伤病因、部位、特点及治疗等<sup>[1-3]</sup>,鲜有关于腕关节损伤的影像学研究报告。本研究采用 MRI 观察青少年专业跳水运动员腕关节运动相关损伤类型,以期帮助运动医学医生进行医务监督,并为科学制定训练计划提供客观依据。

### 1 资料与方法

**1.1 研究对象** 于 2018 年 5 月—12 月纳入 42 例广东省队专业跳水队腕关节疼痛的运动员作为运动组,男 20 例,女 22 例;年龄 10~26 岁,平均(13.4±12.1)岁;体质量 28.3~63.5 kg,平均(39.77±16.45)kg;身高 128.0~173.0 cm,平均(148.76±10.23)cm;接受专业训练时间 3~15 年,平均(6.1±3.1)年,每日训练时间约 8 h;排除存在 MR 检查禁忌证者。同期纳入 15 名年龄相匹配的健康志愿者作为对照组,男 6 名,女 9 名,年龄 12~25 岁,平均(14.2±5.4)岁;体质量 42.5~65.8 kg,平均(48.37±8.56)kg;身高 145.0~174.0 cm,平均(153.25±5.89)cm;每周运动时间≤6 h。对照组排除标准:①腕关节外伤、手术史或发育畸形;②MR 检查禁忌证。本研究经广州市红十字会医院审查委员会通过(伦理编号:穗红院医伦审 2018-058-01)。检查前受检者或其家属均签署知情同意书。

**1.2 仪器与方法** 采用 GE Signa 1.5T HD MR 扫描仪,腕关节专用线圈。嘱患者俯卧,头先进,前臂伸直(先右侧后左侧),掌心向下,腕关节置于线圈中央。以用海绵固定腕关节后,行腕关节 MRI,序列及参数:冠状位和矢状位 T1W,TR 280 ms,TE 13.9 ms,FOV 14 cm,矩阵 320×224,层厚 2.0 mm,层间距 0.5 mm,激励次数 2;冠状位 T2W 脂肪抑制质子密度加权成像(fat-suppression proton density weighted imaging, FS-PDWI),TR 2 640 ms,TE 71.3 ms,FOV 14 cm,矩阵 320×256,层厚 2.0 mm,层间距 0.5 mm,激励次数 2;三维脂肪抑制扰相梯度回波序列(three-dimensional fat suppressed spoiled gradient recalled echo, 3D-FS-SPGR),TR 21.2 ms,TE 4.0 ms,FOV 14 cm,矩阵 256×192,层厚 1.0 cm,FA 15°,激励次数 1。

**1.3 图像分析** 由 2 名具有 12 年以上工作经验的放射科副主任医师采用双盲法阅片,意见不一致时经讨论后决定。

### 2 结果

运动组 42 例均有单侧或双侧腕关节不同程度疼痛,运动时及背伸后加重,腕关节活动无明显受限;其中 16 例单侧腕关节皮下浅表部位可触及豌豆大小软质肿物,活动度良好。MRI 显示运动组 5 例(5/42, 11.90%)双侧骨骺已闭合,其中 2 例(2/42, 4.76%)双侧均出现尺骨阳性变异;84 个腕关节中,16 个(16/84, 19.05%)尺骨远端骺板损伤,36 个(36/84, 42.86%)桡骨远端骺板损伤;34 个(34/84, 40.48%)手舟骨软骨下骨质硬化,54 个(54/84, 64.29%)月骨软骨下骨质硬化,52 个(52/84, 61.90%)桡骨远端软骨下骨质硬化;共 12 侧(12/84, 14.29%)腕关节(30 个部位)出现骨髓水肿,包括头状骨 12 个、月骨 9 个、手舟骨 5 个、桡骨远端骨骺端 3 处,尺骨茎突 1 处;21 侧(21/84, 25.00%)腱鞘或滑膜囊肿,主要位于浅表处如尺骨茎突旁、拇长屈肌肌腱旁、桡动脉旁;10 侧(10/84, 11.90%)三角纤维软骨复合体(triangular fibrocartilage complex, TFCC)损伤;见图 1~3。对照组腕关节均未见明显异常。

### 3 讨论

跳水运动员从跳台起跳后,在空中快速完成翻腾转体等一系列高难度动作并入水,入水时头部朝下,双手交叉,掌心向下压水,如跳台高度为 10 m,体质量 50 kg 运动员入水速度可达 14 m/s,水面冲击力约达 500 kg,主要靠腕部压水加以缓冲,随后头部及身体入水,双手分开,此过程中腕关节运动最灵活、承受的力量

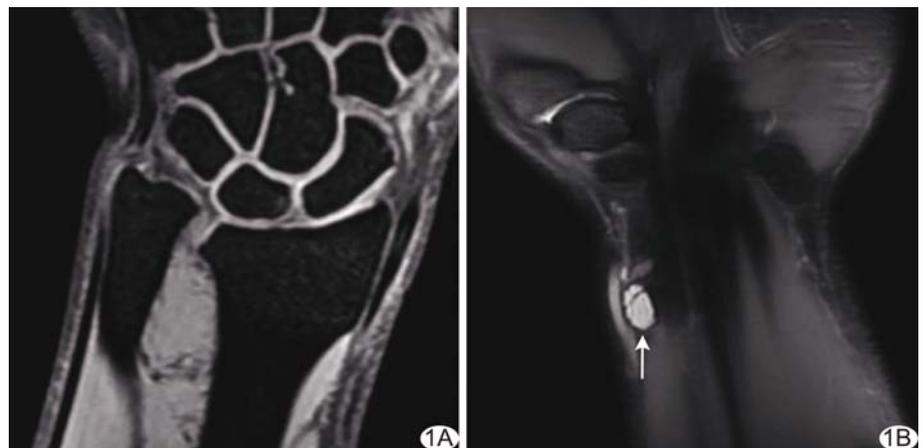


图 1 患者男,26 岁,专业从事跳水运动 15 年 A. 3D-FS-SPGR 图示右腕尺骨阳性变异,尺骨高于桡骨关节面; B. FS-PDWI 图示左腕桡侧滑膜囊肿(箭)

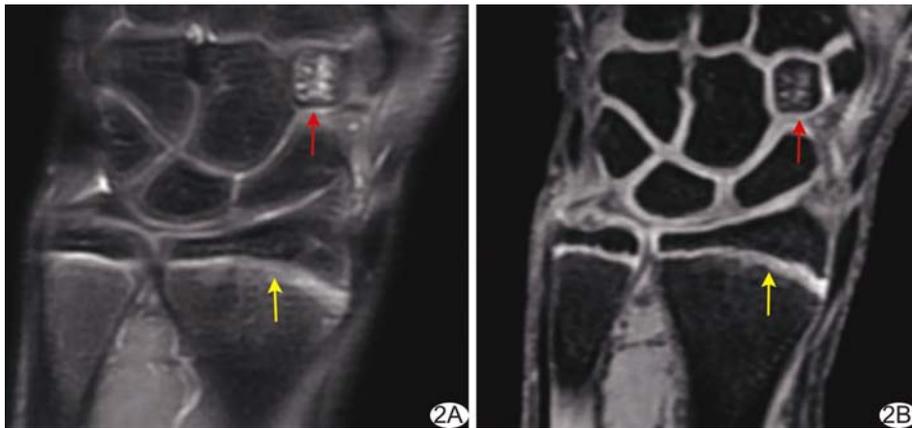


图 2 患者女, 11 岁, 专业从事跳水运动 3 年 A、B. FS-PDWI(A) 及 3D-FS-SPGR(B) 示右侧桡骨远端慢性骺板损伤, 表现为骺板不规则增宽(黄箭)、信号增高, 小多角骨骨髓水肿(红箭)

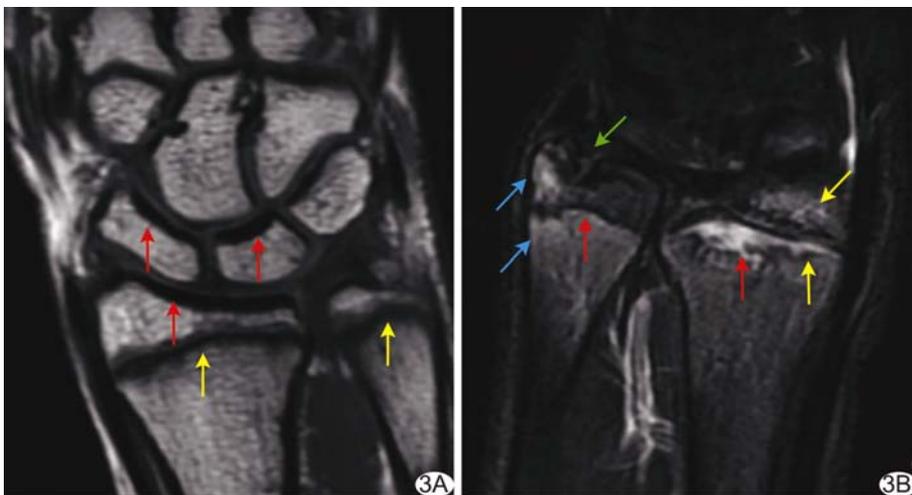


图 3 患者男, 14 岁, 专业从事跳水运动 5 年 A. MR T1WI 示左侧尺、桡骨远端骺板损伤(黄箭), 桡骨远端关节面、舟状骨及月状骨软骨下骨质硬化(红箭); B. FS-T2WI 示右侧尺、桡骨远端骺板损伤, 表现为骺板增宽, 边缘不规则高信号(红箭), 桡骨骨骺及干骺端(黄箭)、尺骨茎突及干骺端(蓝箭)骨髓水肿, TFCC 损伤(绿箭)

最大<sup>[4]</sup>。运动员最完美的动作是入水前头颈部与躯干保持同轴, 使水的冲击力沿身体长轴传递, 若腕部出现不规范技术动作、无法充分压住水花或入水角度偏差, 则腕部受力更高, 易致运动损伤<sup>[5]</sup>。青少年运动员在日常训练中需进行重复、高负荷的动作训练, 长期、反复承受超负荷压力易造成腕关节慢性运动相关损伤。陈桂材<sup>[6]</sup>调查分析四川省跳水运动员运动创伤, 发现其中腕关节损伤占 13.46%, 主要表现为滑膜炎、骨关节炎及手舟骨骨折。

本研究运动组腕关节运动相关损伤中, 以骺板损伤最为严重。骺板是一层位于骨骺与干骺端之间的薄板波浪状透明软骨组织, 具有纵向生长功能, 使长骨生长、延长。正常骺板 MRI 表现为均匀的层状软骨信

号, T1WI 呈等信号, 脂肪抑制 T2WI 及 3D-FS-SPGR 表现为高信号。慢性骺板损伤 MRI 表现为骺板不规则增宽, 边缘模糊, 可伴有骨骺、干骺端骨髓水肿和囊变信号, 多伴干骺端不同程度骨质硬化<sup>[7]</sup>。本研究发现慢性桡骨及尺骨远端骺板损伤在跳水运动员中发病率较高, 可能因本组观察对象多数处于学龄期或青春期, 长骨骨骺尚未闭合, 生长期骺板较骨、肌腱及韧带脆弱<sup>[8]</sup>。病理学上, 骺板损伤后, 其营养和代谢状态发生变化, 干骺端临时钙化带不规则增宽, 钙质沉积增多。桡骨及尺骨远端骺板损伤预后一般良好, 休息后可痊愈; 但若处理不当, 可能影响骺板生长功能, 导致骨提前或者延迟闭合<sup>[9]</sup>。本研究运动组 5 例骨骺闭合的运动员中, 2 例双侧腕关节均出现尺骨阳性变异(尺骨关节面高于桡骨关节面), 可能为先天性发育异常或桡骨骺板损伤后生长受到抑制所致, 有待进一步观察<sup>[10]</sup>。

本研究运动组桡骨远端骺板损伤发生率(42.86%)高于尺骨(19.05%), 原因可能在于桡腕关节面大于尺腕关节面, 腕关节的力量主要作用于桡腕关节; 或因

运动员腕关节经常处于背伸位、挤压或扭转支撑, 压力通过头状骨、月骨到达桡骨关节面, 致使桡骨关节面反复受到撞击和挤压, 导致桡骨骺板损伤概率大于尺骨。

软骨下骨质硬化 MRI 表现为关节面下出现 2~3 mm 厚的硬化带, 各序列图像均呈低信号。本研究运动组舟骨、月骨及桡骨远端软骨下骨质出现不同程度硬化, 可能是骨骼对外界的应力负荷发生的适应性改变。既往研究<sup>[11]</sup>发现运动可刺激骨的代谢功能, 提高骨量, 改善骨结构(骨小梁及骨皮质增厚), 以增强骨的抵抗力学性能, 适应外界负荷改变。手舟骨、月骨及桡骨远端关节面这些特定部分出现不同程度硬化, 可能与桡腕关节组成有关; 腕部呈支撑状态时, 力量传导主要通过头状骨、经手舟骨、月骨抵达桡骨远端关节面;

月骨远端下凹、近端隆凸,腕过度背伸受力时,月骨远端与头骨接触面增大,使月骨远端面受力;另一方面则与桡骨远端骨骺的形状有关,桡骨远端骨骺内薄外厚,应力作用于关节面时,由于外侧体积大,单位体积承受的压力较小,而内侧骨骺薄,单位体积内承受压力大,跳水动作中,手部的支撑动作较多,桡骨远端关节面承受的挤压、冲撞力极大,久之承重力部位结构发生适应变化,表现为桡骨远端关节面与手舟骨、月骨相吻合的压迹处关节面下骨皮质增厚、致密。

腱鞘或滑膜囊肿 MRI 多表现为肌腱或韧带旁类圆形长 T1、长 T2 信号,边界清楚,内有分隔,在各序列图像中信号强度均与关节液相同。本研究中囊肿最常见位置为尺骨茎突旁。对于腱鞘或滑膜囊肿的病因目前尚不明确,多认为与运动劳损有关:腕关节运动依靠肌肉收缩与肌腱牵引实现,腕关节运动时,肌腱经过骨隆起部及关节时易产生摩擦,长期慢性刺激导致腱鞘胶原组织黏液样变性而产生囊肿<sup>[12]</sup>。腱鞘囊肿一般生长缓慢,可偶然发现,部分可自然消失,无需处理,但囊肿较大时可产生压迫症状,若腕管内囊肿压迫正中神经导致腕管综合征,则需手术治疗。

本研究运动组头状骨、月骨及手舟骨有轻微骨髓水肿。骨在力的作用下易发生变形,一定限度内可逆,不致遗留痕迹;但超过骨所能承受的最大限度时,骨小梁结构会发生断裂,局部组织产生水肿反应,造成骨髓水肿,严重时进展为骨折。李凤莲<sup>[13]</sup>观察 160 例跳水运动员的运动损伤,其中 10 例存在手舟骨骨折,腕部过度疲劳为其主要原因。

TFCC 由三角纤维软骨盘和尺腕韧带等构成,对于维持远侧桡尺关节稳定性和自腕骨向尺骨传递负荷具有重要作用。MRI 多呈不规则三角形低信号,损伤后表现为正常无信号区内出现高信号,并可延伸至尺侧腕骨关节面<sup>[14]</sup>。腕关节旋前、旋后力量和运动幅度过大时,TFCC 受到较重挤压与牵拉,易造成软骨盘和韧带慢性损伤。

综上,青少年专业跳水运动员易发生腕关节损伤,主要表现为骺板损伤、软骨下骨质硬化及骨髓水肿。

## [参考文献]

- [1] ZHANG C, SHEN S, ZHANG W, et al. The effect of long-term diving upon the morphology and growth of distal radial epiphyseal plate of young divers: A magnetic imaging study[J]. Clin J Sport Med, 2019, 29(4):312-317.
- [2] 刘伟平,张慈慈,段丽霞,等. T1 $\rho$  成像技术诊断青少年跳水运动员桡骨远端骺板损伤[J]. 中国医学影像技术, 2019, 35(10): 1554-1558.
- [3] 魏东凌,周琳,李凤莲. 中国跳水队运动员备战 2012 年伦敦奥运会运动损伤调查分析[J]. 中国运动医学杂志, 2014, 33(1):67-70.
- [4] 郝卫亚,王智,艾康伟. 运动员空中翻腾和转体姿态控制过程中转动惯量的变化[J]. 中国运动医学杂志, 2013, 32(11):966-973.
- [5] 周林芝. 跳水运动员运动创伤调查与分析[J]. 中国运动医学杂志, 2009, 28(2):181-182.
- [6] 陈桂材. 四川省跳水运动员损伤特征与腰、腕慢性损伤防治及康复[D]. 成都:成都体育学院, 2019:18-20.
- [7] DWEK J R, CARDOSO F, CHUANG C B, et al. MR imaging of overuse injuries in the skeletally immature gymnast: Spectrum of soft-tissue and osseous lesions in the hand and wrist[J]. Pediatr Radiol, 2009, 39(12):1310-1316.
- [8] FRUSH T J, LINDENFELD T N. Peri-epiphyseal and overuse injuries in adolescent athletes[J]. Sports Health, 2009, 1(3): 201-211.
- [9] MAUTNER B K, BLAZUK J. Overuse throwing injuries in skeletally immature athletes—diagnosis, treatment, and prevention[J]. Curr Sports Med Rep, 2015, 14(3):209-214.
- [10] DIFIORI J P, PUFFER J C, AISH B, et al. Wrist pain, distal radial physeal injury and ulnar variance in young gymnasts: Does a relationship exist? [J]. Am J Sports Med, 2002, 30(6): 879-885.
- [11] DUCHER G, TOURNAIRE N, MEDDAHI-PELLÉ A, et al. Short-term and long-term site-specific effects of tennis playing on trabecular and cortical bone at the distal radius[J]. J Bone Miner Metab, 2006, 24(6):484-490.
- [12] 孟娟红,郭传瑛,马绪臣. 颞下颌关节腱鞘囊肿和滑膜囊肿的诊断与治疗[J]. 北京大学学报(医学版), 2014, 46(1):43-47.
- [13] 李凤莲. 跳水运动员腕舟状骨骨折调查分析[J]. 中国运动医学杂志, 2004, 23(1):104-105.
- [14] MAGEE T. Comparison of 3-T MRI and arthroscopy of intrinsic wrist ligament and TFCC tears[J]. AJR Am J Roentgenol, 2009, 192(1):80-85.