

儿童肱骨外髁骨折概述及治疗策略

曹志远¹, 刘友饶¹, 张莲英^{2*}

¹九江学院附属医院运动医学小儿骨科, 江西 九江

²九江学院附属医院超声科, 江西 九江

收稿日期: 2025年1月26日; 录用日期: 2025年2月18日; 发布日期: 2025年2月28日

摘要

肱骨外髁骨折是低龄儿童常见肘部损伤之一。损伤机制主要为肘关节伸直时前臂在内翻或外翻应力下发生。大部分情况下, X线可以明确诊断, 但对于没有移位及外髁尚未骨化骨折, MRI或肘关节造影可以进一步明确诊断。对于骨折移位 $\leq 2\text{ mm}$ 且关节面平整的患儿首选保守治疗。闭合复位经皮克氏针固定适用于骨折移位 $> 2\text{ mm}$ 且关节面较完整者。而骨折块移位 $\geq 4\text{ mm}$ 伴骨折块翻转, 关节面不平整者, 首选切开复位内固定治疗。主要并发症包括畸形愈合、延迟愈合、鱼尾畸形、外侧过度生长及生长停滞。本文旨在对儿童肱骨外髁骨折进行全面概述, 以提高广大基层医生对儿童肱骨外髁骨折的认识及为患儿选择最合理的治疗方式。

关键词

肱骨外髁骨折, 儿童, 分型, 治疗方法, 并发症, 综述

Research Progress of Humerus Lateral Condylar Fracture in Children

Zhiyuan Cao¹, Youra Liu¹, Lianying Zhang^{2*}

¹Department of Sports Medicine Pediatric Orthopedics, Jiujiang University Affiliated Hospital, Jiujiang Jiangxi

²Department of Ultrasound, Jiujiang University Affiliated Hospital, Jiujiang Jiangxi

Received: Jan. 26th, 2025; accepted: Feb. 18th, 2025; published: Feb. 28th, 2025

Abstract

Humeral lateral condyle fracture is one of the most common elbow injuries in young children. The injury mechanism mainly occurs under varus or valgus stress of the forearm during elbow extension. In most cases, X-ray can confirm the diagnosis, but MRI or elbow arthrography can further

*通讯作者。

文章引用: 曹志远, 刘友饶, 张莲英. 儿童肱骨外髁骨折概述及治疗策略[J]. 临床个性化医学, 2025, 4(1): 834-844.
DOI: 10.12677/jcpm.2025.41117

confirm the diagnosis of fractures without displacement or ossification of the lateral condyle. Conservative treatment is the first choice for children with fracture displacement ≤ 2 mm and flat articular surface. Closed reduction and percutaneous Kirschner wire fixation suitable for patients with fracture displacement > 2 mm and intact articular surface hinge. Open reduction and internal fixation are the first choice for patients with fracture displacement ≥ 4 mm, inversion of fracture fragment and uneven articular surface. The main complications included malunion, delayed union, fish-tail deformity, lateral overgrowth and growth arrest. This article aims to provide a comprehensive overview of pediatric humeral condyle fractures, in order to improve the understanding of primary care doctors towards pediatric humeral condyle fractures and to select the most reasonable treatment methods for children.

Keywords

Humerus Lateral Condyle Fracture, Child, Types, Treatment, Complications, Review

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

肱骨外髁骨折, 又称肱骨外髁骨骺分离, 属于 II 或 IV 型骨骺损伤, 是儿童肘部损伤中常见的骨折之一, 约占肘部骨折的 10%~20% [1] [2]。由于儿童骨骼有机成分比例大, 患儿年龄越小, 软骨越多。普通 X 线通常仅能显示骨骺骨化中心及干骺端骨折块, 而软骨不显影。因此, 在 X 线片显示的小骨折块, 实际往往较大。对于非儿童骨科专业或临床经验不足的年轻医生, 遇到移位不明显的骨折容易漏诊或误诊。初期如没有引起足够重视, 没有采取合适的治疗方法, 容易导致后期各种并发症, 影响肘关节功能及外观。本文从肱骨外髁病理生理、分型、治疗方案及进展、并发症等方面对其进行综述, 希望进一步提高临床医生对肱骨外髁骨折的认识。

2. 流行病学和病理解剖

肱骨外侧髁骨折是儿童肘部第二大常见骨折, 这些骨折最常见于 4 至 10 岁的儿童, 6 岁儿童的发病率最高[3]。其损伤机制包括: 1) 在前臂旋后, 肘部伸直及内翻应力的作用下, 外髁受前臂伸肌及旋后肌的牵拉而发生骨折, 此为最常见的损伤机制[4] [5]; 2) 肘关节伸直, 同时在外翻应力作用下, 桡骨头对肱骨外髁的撞击是可能导致骨折的另一受伤机制; 3) 肘关节直接损伤[6]。

3. 骨折分型

多种分型方法用于描述肱骨外髁骨折。传统的包括 Milch、Jakob 分型[4] [5], 但目前临床上应用更加广泛的是 Song 和 Weiss 型, 因为这些分型对骨折块移位的描述更加具体, 并且能指导临床治疗决策[7] [8]。

3.1. Milch 分型

Milch[5]根据骨折线有无通过肱骨小头骨化中心进行分型, 分为 I、II 两型。I 型为骨折始于肱骨远端外侧干骺端, 并延伸至肱骨小头骨化中心, 滑车外侧脊完好; II 型骨折也始于肱骨远端外侧干骺端, 但延伸至肱骨小头-滑车沟, 并累及滑车外侧脊。Xie 等人[9]研究发现, 相比于其他分型, 对于骨折移位超过 4 mm 的患儿, MilchII 型骨折大部分可采取闭合复位内固, 而 I 型多需切开复位内固定, 从而在术前

指导治疗方案选择。尽管该分型广为人知并且被经常使用,但由于 Milch 分型是一种基于解剖结构的分型方法,而儿童肱骨滑车需 9~10 岁才能骨化,因此真正的骨折形态及最终移位是不可预测的。Mirsky 等人[10]发现 63%的 Milch II 型骨折在术前被发现为关节外骨折,但术中发现向内侧延伸至肱骨远端此外,并且在多个片面不稳定,需要额外固定。此外,该分型可重复性较差、在疾病预后及潜在并发症等方面提供信息不够,临床应用受到限制。

3.2. Jakob 分型

Jakob 分型是目前临床应用最广泛但为经验证的骨折分类系统。其主要根据骨折的移位程度、软骨铰链的状态以及骨折块有无旋转将肱骨外髁骨折分为 3 型。JakobI 型,骨折块移位 ≤ 2 mm,软骨铰链完整; JakobII 型,骨折移位 2~4 mm,骨折累及关节面,骨折块无旋转; JakobIII 型,骨折移位 > 4 mm,骨折块明显旋转[4]。然而,对于合并肘关节脱位,无论是肱尺关节脱位还是肱桡关节脱位的肱骨外髁骨折,通常需要早期识别、复位及固定,并且需要更多的时间才能恢复全活动范围,该分类系统未对这一亚型进行描述。最近,Miller 等人[11]提出一种改良的 Jakob 分型系统,该系统无需行关节造影,降低了治疗费用,并且证明该系统在观察者间及观察者内部具有良好的可靠性。

3.3. Song 分型

Song[8]基于骨折的移位程度、骨折的形状及骨折的稳定性进行分型,也是对 Jakob 分型的细化,共分为 I~V 型。SongI 型,骨折线位于干骺端,骨折块稳定,骨折移位 ≤ 2 mm; SongII 型,骨折线累及部分软骨,骨折线外宽、内窄,骨折移位 ≤ 2 mm,骨折稳定性难以判断; SongIII 型,不稳定骨折,骨折移位 ≤ 2 mm,骨折线累及全部软骨,关节面完整,骨折线内外一致; SongIV 型,不稳定骨折,骨折块无旋转,骨折移位 > 2 mm,关节面不平整; SongV 型,不稳定骨折,骨折移位 > 2 mm 且伴骨折块旋转。该分型能更加详细的提供骨折的移位和稳定性等信息,并且拥有更高的观察者间和观察者内一致性,得到了越来越多临床医生的青睐[12]。虽然 Song 分型很实用,但该分型仍不能从那些干骺端及关节面均移位的骨折中区分出干骺端移位但关节面完整的骨折,这是一个非常重要的问题,需要在我们开始治疗之前解决。此外,由于该分型系统相对于其他系统更为详细、复杂,为了方便临床医生对该分型理解和记忆,Wang [13]等人提出“手足合一”形象记忆法。

3.4. Weiss 分型

基于现有的分类系统不能很好的预测骨折愈合及指导临床治疗,Weiss 等人[7]根据关节面的连续性和骨折移位程度将肱骨外髁骨折分为 3 型。WeissI 型:骨折移位 < 2 mm,关节面连续; WeissII 型:骨折移位 ≥ 2 mm,关节面尚连续; WeissIII 型:骨折移位 ≥ 2 mm,关节面不连续。研究发现,Weiss III 骨折手术后总体并发症的发生率是 WeissII 型骨折的 3 倍[7]。并且可靠性研究发现,相对于 Milch 分型,Weiss 分型具有更好的一致性[14]。然而,Weiss 分型对于关节面连续性不确定及骨折移位 ≥ 2 mm 患儿治疗方案的选择需结合关节造影检查,这不仅增加了患者住院成本,而且需要接触额外的辐射[11]。

4. 体格检查

肘关节外侧肿胀、瘀斑为肱桡肌腱膜撕裂引起,是骨折块不稳定的间接征象。骨折部位有压痛,可触及骨擦感,肘关节主动及被动活动受限。临床上通常需要对整个肢体进行有目的的触诊,以排除任何伴随损伤。此外,还应进行彻底的神经血管检查,以评估手指感觉、运动功能情况。

5. 影像学诊断

5.1. X 线平片

X 片因检查方便、价格低廉及可重复性高等优点成为儿童肱骨外髁骨折诊断的主要手段,通常需摄取肘关节正位、侧位及内斜位[15]。内斜位可以显示出移位较小的骨折,这可能与拍摄时前臂旋前,附着在肱骨外侧髁的伸肌腱、桡侧副韧带等对骨折块的牵拉,从而导致骨折移位距离增加有关。因此,对于无移位的骨折,有学者不提倡增加拍摄内斜位片[16]。Song 等人[8]发现 70%在正位与内斜位测量的骨折移位大小并不相同。而在测量骨折移位大小时,应该测量在任何体位 X 线片上肱骨与骨折碎片之间的最大距离。但是,低龄儿童肱骨外髁多未完全骨化,有时对于关节面的移位情况很难判断,通常需借助其他检查如 MRI 或肘关节造影来明确。

5.2. 肘关节造影

幼儿肱骨远端是软骨,在 X 线平片上不显影。关节造影既可以帮助描述骨折的特征以获得更准确的诊断,也可以辅助判断术中关节面复位情况[17]。因此,许多学者在微创闭合复位经皮钢针治疗移位骨折时,常同时进行肘关节造影以指导术中决策[18]。

肘关节造影操作简单,取造影剂 0.5~1.0 ml 临床上常用的造影剂(碘海醇或泛影葡胺),通过后侧或前外侧入路,用等量的生理盐水将其稀释,经后侧或前外侧入路注射进关节腔,注射 2~3 ml 后,通过活动肘关节,使得造影剂分散开。造影剂外渗或注射剂量过大(>3~5 ml)不利于关节面的显影。对于缺乏经验的医生而言,肘关节造影常难以看懂。

5.3. CT、MRI 或超声

和普通 X 片相比,CT 不但可以更快地获取图像,而且可以更准确地判断骨折移位情况,患儿不需要镇静,是评估儿童外侧髁骨折的有效工具。然而,对于没有移位或骨折移位很小,X 线表现不明确时,MRI [19] [20]或超声[21]可以很好地评估关节面软骨的完整性。但患儿行 MRI 检查通常需要镇静,并且价格昂贵,因此不作为常规评估手段。超声作为一种无创的检查方式,在年幼儿童中可以观察骨折移位情况,但需要有专业肌骨超声诊断医生才能实施,目前仅在少量研究中有报道。

5.4. 关节镜检查

关节镜检查在许多肘关节病变的诊疗过程中发挥巨大作用,因为它能帮助临床科医生直观地看到任何相关的软骨病变。在儿童肱骨外髁骨折中,肘关节镜不仅可以直接观察关节面台阶及软骨铰链是否断裂,为不同分型骨折提供更精确的诊断和治疗方案[22]。而且可以帮助骨科医生判断闭合复位效果及协助骨折复位[23]。任何一种检查都是一把双刃剑,肘关节镜在减少软组织破坏、总辐射暴露及缩短术后恢复时间等方面有其独特的优势,但也面临液体外渗、筋膜室综合征、深部感染、异位骨化和神经损伤等并发症风险[24]。并且,在初次儿童肱骨外髁骨折中,由于肘部青紫肿胀明显,给前方入路的选择造成一定的干扰,增加了桡神经、正中神经及尺神经损伤的风险。另外,关节腔的大量积血,会严重影响术者对骨折情况的判断,延长手术时间,增加手术风险[22] [25]。虽然,很早就有学者提出肘关节镜在肱骨外髁骨折中的应用。但是,由于肘关节镜技术学习曲线长、增加患者住院费用,目前在临床尚未得到广泛应用。

6. 治疗方法

6.1. 保守治疗

对于轻度移位(Weiss I 型或 Song I~III 型)并且关节面平整的肱骨外侧髁骨折,由于骨折碎片的稳定性

在最初的 X 线平片上是无法判断的。治疗方案选择对外科医生来说可能是最大的挑战。大多数学者认为,对于初次移位 $\leq 2\text{ mm}$ 的骨折,可以单独采取石膏固定治疗,并且密切随访观察骨折移位情况[4] [7] [8] [26]。然而,据报道,高达 14.9% 的骨折会在固定后进一步移位[6] [27]。因此,必须跟患儿家属强调后续随访的重要性。

保守治疗的患儿,需使用长臂石膏固定,肘关节屈曲 90° ,前臂维持在中立位。初次受伤 4~8 天,肿胀消退后复查 X 片,此后 2~3 周内每周复查 1 次,观察骨折有无进一步移位[28] [29]。如果石膏伪影较重,影响骨折的判断,可拆除石膏后拍片。根据干骺端骨痂生长情况及局部有无压痛决定石膏固定时间,通常需 4~6 周。石膏拆除后可立即进行功能锻炼,以主动锻炼为主,避免暴力,并在接下来的 6 周内缓慢恢复到正常活动范围[6]。

6.2. 手术治疗

手术治疗方法包括闭合复位内固定和切开复位内固定,而关于具体手术方案的选择,应该遵循保证骨折良好复位的前提下尽量选择创伤较小的手术方式。在临床上,对于骨折移位 $> 2\text{ mm}$ 、关节面不匹配者首选手术。其他的情况如:不稳定骨折、在一系列 X 线片上显示进行性移位、以及由于骨折愈合延迟或无法维持或耐受石膏等原因导致非手术治疗失败的患儿也建议手术治疗[1] [2] [26]。

6.2.1. 闭合复位内固定

闭合复位内固定技术主要适用于软骨铰链完整或无明显碎片旋转不良的移位骨折(如 Weiss 2 型和 Song 2~4 型损伤)以及非移位骨折经石膏固定后发生移位者[30] [31]。闭合复位最重要的是经手法或克氏针辅助复位后使骨折移位 $< 2\text{ mm}$ 、关节面解剖复位,这需要术中反复透视确认。如关节面显示不清楚时,可选择关节造影辅助判断关节面复位情况[8]。Weiss 等人[7]发现骨折移位 $> 2\text{ mm}$ 但 $< 4\text{ mm}$ 闭合复位成功率较高。闭合复位后进行稳定的内固定。

闭合复位手法为牵引上臂和前臂、屈曲肘关节,同时轻度内翻应力下挤压骨块行骨折闭合复位,复位后前臂旋后并在肘关节处施加外翻应力以维持复位。骨折移位、铰链位于关节线上的骨折闭合复位容易成功,有些情况下,移位且旋转不良的骨折也可以通过闭合复位成功复位[32]。在闭合复位困难的情况下,也可以通过使用克氏针作为操纵杆来操纵碎片来辅助复位。复位后通过透视或关节造影确认关节面复位情况,在确认关节面解剖复位后经皮穿入 1.5 mm 克氏针稳定骨折块。此外,也可通过小切口经皮植入空心螺钉($3.0\sim 4.5\text{ mm}$)固定骨折块[33]。

关于克氏针的分布,垂直于骨折线平行穿入两枚克氏针可能导致骨折移位和骨折块的横向滑动[34]。因此,理想情况下,应从骨块的远端外侧部分植入两枚双皮质固定的交叉针,其中一枚平行于关节线,另一枚与肱骨远端内侧干骺端约成 60° ,必要时,克氏针可穿过桡骨小头骨化中心。为了增加骨折在轴向负荷和旋转时的稳定性,可以增加一枚发散克氏针[35]。

克氏针在复位固定后至少保留 3~4 周。在克氏针的埋藏与暴露问题上,目前在临床上仍有争议。暴露克氏针似乎更具成本效益,因为可以在门诊取出克氏针,避免二次手术。虽然长期并发症较少,但是有增加浅表感染的风险[36]。为了降低此风险,临床医生多选择提前将克氏针拔除。与埋藏式克氏针相比,暴露式克氏针平均拔针时间为 29 天,而埋藏式平均为 45 天[37]。在我们临床工作中发现,暴露克氏针针尾保留长度应该足够,要不然可能出现克氏针针尾包埋情况,从而增加感染风险,这在肥胖患儿中更常见。然而,对于埋藏式克氏针,有相当一部分儿童会出现局部疼痛或不适。此外,软组织并发症如皮肤坏死、克氏针穿出皮肤等也比较常见,这可能与手术时机、术中操作等有关。因此,首次受伤后 36~48 小时,肿胀高峰期后手术可能减轻埋藏式克氏针软组织并发症。最近一项 meta 分析显示,暴露式和埋藏式克氏针在感染率、总并发症、延迟愈合或翻修手术率方面没有显著差异[38]。在我们日常工作中,对于采

取切开复位克氏针内固定患儿，克氏针常采取埋藏植入。而对于闭合复位者，克氏针暴露在皮外，并嘱患儿家属做好日常护理。一般情况下，暴露式克氏针手术后 4 周可门诊拔除克氏针。但如果影像显示骨折愈合欠佳或骨折部位有压痛等情况，应石膏额外固定 2~4 周。

闭合复位克氏针固定肱骨外髁骨折通常能获得骨性愈合并且无明显长期并发症。Silva 等人[39]报道闭合复位克氏针治疗肱骨外髁骨折 89.3%患儿能获得满意预后。尽管部分病例发生外侧骺板刺激及针道感染，但在最后一次随访时患儿能恢复健侧肘关节 99%功能活动。并且作者在报道中指出，切开复位克氏针内固定的总体感染率 1.8%而闭合复位克氏针内固定的总体感染率 3.6%。有学者比较埋入克氏针和暴露克氏针经皮内固定技术时发现，埋入式克氏针可能导致皮肤糜烂，继而出现感染，非计划手术处理[37]。Stein [33]报道经皮 4.5 mm 拉力螺钉固定与经皮克氏针固定相比，可以获得更高的 Hardacre 评分。拉力螺钉固定可以给骨折断端提供更大的压应力，促进骨折愈合。然而，拉力螺钉固定患儿常需要再次住院取出螺钉以避免限制骺板生长。

6.2.2. 切开复位内固定

对于 Weiss 3 型和 Song 5 型骨折，即有明显的初始移位并伴有骨折碎片旋转不良的骨折，首选切开复位内固定治疗[7][8][40]。此外，对于闭合复位失败或经关节造影不能明确骨折复位的患儿，亦建议切开复位内。Weiss 等人[7]提倡对于初始移位 ≥ 4 mm 的 WeissIII 型骨折均采取切开复位，以恢复关节面的解剖对位。

在切开皮肤之前，上臂绑气囊止血带，有条件可用无菌止血带。采取肘关节前外侧切口，长约 3~4 cm，切口可向桡骨近端延伸。通常情况下，在切开皮肤和皮下组织之后，可以看到一个由肌肉撕裂形成的直达骨折断端的间隙。如果筋膜是完整的，解剖间隙要么位于肘肌和尺侧腕伸肌之间(Kocher 入路)，要么位于指伸肌和桡侧腕短伸肌之间(Kaplan 入路)。显露骨折块时，应避免过度剥离肘关节后方软组织，这可能导致肱骨远端的血液供应中断，从而导致骨折块坏死。复位时可以将骨膜轻轻向内侧及远端剥离，以更好的显露肱骨远端滑车软骨面，确保关节面解剖复位。基于干骺端骨折复位容易产生误导。头灯可以很好的帮助判断关节面复位情况[2]。

复位钳可以很好的帮助复位并固定骨折块。如果骨折块有旋转，可以经骨折块植入一枚克氏针，作为操纵杆，辅助骨折块复位。骨折一旦复位以后，依次植入其他克氏针维持复位。关于克氏针的分布，一般可采用两根斜形发散针加一根由外向内平行关节线的横行针。在一些情况下，空芯螺钉也可以用来固定肱骨外髁骨折，并且比克氏针固定有更低的并发症发生率[41][42]。Gilbert 等人[43]在 41 例肱骨外髁骨折患儿中采取经干骺端骨折块而不经关节面植入一枚 4.0 mm 或 4.5 mm 固定骨折取得良好预后。与克氏针固定相比，螺钉能够给骨折断端提供更好的压应力，促进骨折愈合，缺点是需要二次手术取出螺钉。无论哪种固定方式，骨折的稳定是至关重要的，术中可以通过活动肘关节或透视证实这一点。

术后处理与闭合复位内固定相似。一般情况下，手术后 4 周，可在门诊拔除暴露在外的克氏针，然后再进行 2~4 周的石膏固定。有些学者建议克氏针应保留到手术后 6 周，直到所有 X 线片上都看到骨痂形成时再拔除[44]。患儿或家属可能会担心在门诊拔除克氏针，但最近的一项研究表明，当移除克氏针时，儿童只有轻微的疼痛[45]。并且，在拔除克氏针前口服止痛药不能明显减轻疼痛。石膏拆除后应积极进行肘关节功能锻炼，但是，重体力活动及身体接触性运动应在术后 8~12 周进行[46]。

Leonidou 等人[47]报道在 105 例肱骨外髁骨折移位 > 2 mm 患儿中采取切开复位克氏针内固定获得良好预后。96% Hardacre 评分为优，4%评分为良。所有患儿骨折均愈合，肘关节功能恢复正常。Li [48]在 62 例患儿中分别采取切开复位空心螺钉和克氏针固定，发现两组在临床预后上无显著差异。但克氏针固定组中更多的患儿出现浅表感染、外侧隆起及肘关节伸直受限。Gilbert 等[43]比较了空心螺钉和克氏针

内固定治疗急性移位骨折,发现采用空心螺钉内固定治疗患儿骨折愈合时间更短、术后石膏固定时间减少、肘关节活动弧度更大及不愈合和延迟愈合更少,在克氏针固定组中 16.3%的患儿出现延迟预后或不愈合,而螺钉组仅 2.4%。作者认为这与空心螺钉固定后骨折端加压有关。此外,空心螺钉内固定还能提高生物力学稳定性,肘关节功能恢复更快,感染、骨折不愈合及外侧过度生长等并发症发生率更低[43][49]。由于患儿均需二次手术取出螺钉,因此需关注麻醉风险。也有使用生物可吸收材料固定肱骨外髁骨折的相关报道。Takada 等人[50]在 8 例患儿中使用两根可吸收螺纹针固定肱骨外髁骨折,所有患儿骨性愈合,术后没有发生复位丢失、深部感染、骨溶解、皮肤溃疡和异物反应。

肱骨外髁骨折术后临床预后主要评估指标包括肘关节活动度、疼痛评分、提携角、鲍曼角及骨愈合情况[51]。肱骨远端生长紊乱可能影响提携角从而导致肘内翻或肘外翻畸形。有些病例出现外侧髁肥大,导致鲍曼角变大,从而出现肘内翻,而外侧生长停滞可以导致鲍曼角减小,出现肘外翻[52]。不同的评分量表如 Hardacre 评分量表及 Dhillon 评分量表等用来评估肱骨外髁骨折术后预后情况。

7. 并发症

7.1. 畸形愈合

畸形愈合多发生于外侧髁骨折块在非解剖位置愈合时,从而导致肘外翻或更常见的肘内翻畸形,畸形愈合也可继发于外侧髁过度生长或骺板早闭[53]。然而,由于肱骨远端生长板对肱骨生长潜力贡献仅占 20%,因此,肱骨远端生长板紊乱很少导致畸形发生。关节面复位不良容易导致早期创伤后关节炎。

7.2. 延迟愈合和不愈合

外侧髁骨折延迟愈合定义为初次损伤后 3~12 周出现。而骨折不愈合表现为肱骨远端与骨折块之间假关节形成或受伤后超过 3 个月骨不愈合[54][55]。骨折不愈合原因包括漏诊的骨折、保守治疗的移位骨折及手术固定后的骨折[55][56]。患者主要表现为畸形,典型临床表现为肘外翻、外侧髁压痛,偶尔肘关节疼痛和/或活动受限[54]。目前,对于初次损伤 > 3 周的骨折固定仍具有挑战。当不需要过度剥离软组织和肌肉能实现复位时,骨折常愈合良好。而术中广泛的骨折块和肱骨后骨膜下暴露可能导致肱骨远端骨坏死[4][54]。对于肱骨外髁软组织保留完好或骨折间隙 < 1 cm 的陈旧性骨折切开复位内固定能获得较好的效果。术中尽量将骨折块解剖复位,如果无法实现这一点,干骺端愈合和肱骨远端关节面的复位可以获得最大程度的肘关节运动,并解决骨不连引起的外翻不稳定问题。Liu 等人[55]使用切开复位克氏针内固定治疗 16 例儿童陈旧性肱骨外髁骨折,术后 Dhillon 评分均得到改善,但 7 例出现鱼尾畸形,8 例发生部分骨骺过早闭合。

骨不连的治疗技术包括植骨+克氏针或螺钉内固定、原位固定及闭合复位经皮空芯拉力螺钉内固定。Agarwal 等人[56]在 22 例肱骨外髁骨不连患儿中采用切开复位植骨+克氏针固定治疗,90.1%患儿骨折愈合并获得满意的肘关节功能。Park 等人[54]采用原位固定治疗 16 例肱骨外髁骨不连患儿,所有骨折均获得骨性愈合,肘关节功能得到改善。由于原位固定时没有重新对齐关节面或向远端移动干骺端骨块,部分病例可能残留畸形。与骨不连相关的肘外翻畸形,可以使用截骨矫形纠正成角畸形,未经治疗的肘外翻畸形通常存在肘外翻不稳定,最终可能导致迟发性尺神经麻痹。因此,行骨不连畸形截骨矫形时可能需结合尺神经转位。

7.3. 鱼尾畸形

Narayanan 等人[57]将鱼尾畸形描述为 X 线片上可见的凹陷,是由于滑车的血液供应中断,导致滑车外侧骨化中心无法发育。当只有外侧血供受损时,会出现滑车鱼尾畸形,而当肱骨内、外侧血供缺失时,

则发生肱骨滑车完全坏死。鱼尾畸形是一种晚期表现,通常发生在初次受伤后 4 至 8 年,大多数没有临床表现,也有部分可导致活动受限、僵硬、疼痛、游离体和肘外翻畸形等等。早期往往很难评估鱼尾畸形,通常需要 MRI 来显示骺板和软骨情况。对于没有症状的鱼尾畸形,可以选择观察、随访。其他的治疗方案包括游离体取出、生长板融合、截骨和/或尺神经转位[58]。

7.4. 生长停滞

滑车骨化中心生长停滞导致肘内翻畸形,而肱骨小头骨化中心生长停止导致肘外翻畸形。Cates 等人[52]报道发生肱骨小头生长停滞的平均时间是受伤后 2.6 年。症状主要包括进行性疼痛、关节绞锁以及肘关节伸直和屈曲受限。对于早期的生长停滞,可采取骨桥切除+软组织填塞治疗,而晚期可通过截骨术矫正畸形。

7.5. 外侧过度生长

X 片可以诊断肱骨外髁过度生长。Skak 等人[59]报道所有肱骨远端损伤患儿治疗后都有外侧髁和/或内侧髁过度生长的影像学证据。Pribaz 等[60]发现在 212 例肱骨外髁骨折中,73%患儿发生外侧过度生长。其中,91%外侧过度生长发生于手术后,而 59%发生于保守治疗。外侧过度生长与骨折初始移位及手术创伤等因素有关,因为这些因素导致了更严重的软组织损伤[47]。然而,空芯螺钉固定可能降低外侧髁过度生长的风险。外侧髁过度生长可导致假性肘内翻畸形,通常不会有任何长期后遗症,也不需要治疗。

8. 总结

肱骨外髁骨折是儿童第二常见肘部骨折。对于骨折移位 $< 2\text{ mm}$ 且关节面平整的患儿,可以采取保守治疗。而骨折移位 $2\sim 4\text{ mm}$ 者,可选择闭合复位经皮内固定。对于闭合复位失败或骨折移位 $\geq 4\text{ mm}$ 患儿,首选切开复位内固定以恢复关节面平整。手术治疗可能导致多种并发症,包括畸形愈合、鱼尾畸形和肱骨滑车骨坏死等。

参考文献

- [1] Tan, S.H.S., Dartnell, J., Lim, A.K.S. and Hui, J.H. (2018) Paediatric Lateral Condyle Fractures: A Systematic Review. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, **138**, 809-817. <https://doi.org/10.1007/s00402-018-2920-2>
- [2] Abzug, J.M., Dua, K., Kozin, S.H. and Herman, M.J. (2020) Current Concepts in the Treatment of Lateral Condyle Fractures in Children. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, **28**, e9-e19. <https://doi.org/10.5435/jaaos-d-17-00815>
- [3] Beaty, J.H. (2010) Fractures of the Lateral Humeral Condyle Are the Second Most Frequent Elbow Fracture in Children. *Journal of Orthopaedic Trauma*, **24**, 438.
- [4] Jakob, R., Fowles, J.V., Rang, M. and Kassab, M.T. (1975) Observations Concerning Fractures of the Lateral Humeral Condyle in Children. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume*, **57**, 430-436. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.57b4.430>
- [5] Milch, H. (1964) Fractures and Fracture Dislocations of the Humeral Condyles. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*, **4**, 592-607. <https://doi.org/10.1097/00005373-196409000-00004>
- [6] Pirker, M.E., Weinberg, A.M., Höllwarth, M.E. and Haberlik, A. (2005) Subsequent Displacement of Initially Nondisplaced and Minimally Displaced Fractures of the Lateral Humeral Condyle in Children. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*, **58**, 1202-1207. <https://doi.org/10.1097/01.ta.0000169869.08723.c8>
- [7] Weiss, J.M., Graves, S., Yang, S., Mendelsohn, E., Kay, R.M. and Skaggs, D.L. (2009) A New Classification System Predictive of Complications in Surgically Treated Pediatric Humeral Lateral Condyle Fractures. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, **29**, 602-605. <https://doi.org/10.1097/bpo.0b013e3181b2842c>
- [8] Song, K.S., Kang, C.H., Min, B.W., Bae, K.C., Cho, C.H. and Lee, J.H. (2008) Closed Reduction and Internal Fixation of Displaced Unstable Lateral Condylar Fractures of the Humerus in Children. *The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume*, **90**, 2673-2681. <https://doi.org/10.2106/jbjs.g.01227>

- [9] Xie, L., Tan, G., Deng, Z., Liu, X., Zhou, Y., Zhang, H., *et al.* (2022) Impacts of Fracture Types on Success Rate of Closed Reduction and Percutaneous Pinning in Pediatric Lateral Condyle Humerus Fractures Displaced >4 mm. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, **42**, 265-272. <https://doi.org/10.1097/bpo.0000000000002093>
- [10] Mirsky, E.C., Karas, E.H. and Weiner, L.S. (1997) Lateral Condyle Fractures in Children: Evaluation of Classification and Treatment. *Journal of Orthopaedic Trauma*, **11**, 117-120. <https://doi.org/10.1097/00005131-199702000-00009>
- [11] Miller, J.S., Weishuhn, L., Goodrich, E., Patel, J., McCarthy, J.J. and Mehlman, C.T. (2023) Pediatric Lateral Humeral Condyle Fractures: Reliability of a Modified Jakob Classification System and Its Impact on Treatment Planning with or without Arthrography. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, **43**, 505-510. <https://doi.org/10.1097/bpo.0000000000002459>
- [12] Ramo, B.A., Funk, S.S., Elliott, M.E. and Jo, C. (2019) The Song Classification Is Reliable and Guides Prognosis and Treatment for Pediatric Lateral Condyle Fractures: An Independent Validation Study with Treatment Algorithm. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, **40**, e203-e209. <https://doi.org/10.1097/bpo.0000000000001439>
- [13] Wang, Y., Ji, L., Liu, S. and Liu, W. (2021) "Hand as Foot" Teaching Method for the Song's Classification of Lateral Condylar Fractures over the Humerus in Children. *Asian Journal of Surgery*, **44**, 1195-1196. <https://doi.org/10.1016/j.asjsur.2021.05.053>
- [14] Lozoya, S.C., Báez, J.D.T., Flores, J.M.R., Ventura, J.M.B., Topete, O.A. and Juárez, A.A. (2018) Inter- and Intra-Observer Agreement in the Milch and Weiss Systems. *Acta Ortopédica Brasileira*, **26**, 218-221. <https://doi.org/10.1590/1413-785220182604191367>
- [15] Kraft, D.B., Moore, T.J., Pargas, C., Rogers, K. and Thacker, M.M. (2022) Minimally Displaced Lateral Humeral Condyle Fractures: Optimizing Follow-Up and Minimizing Cost. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, **43**, 1-6. <https://doi.org/10.1097/bpo.0000000000002265>
- [16] Pannu, G.S., Ebersson, C.P., Abzug, J., *et al.* (2016) Common Errors in the Management of Pediatric Supracondylar Humerus Fractures and Lateral Condyle Fractures. *Instructional Course Lectures*, **65**, 385-397.
- [17] Marzo, J.M., d'Amato, C., Strong, M. and Gillespie, R. (1990) Usefulness and Accuracy of Arthrography in Management of Lateral Humeral Condyle Fractures in Children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, **10**, 317-321. <https://doi.org/10.1097/01241398-199005000-00004>
- [18] Lari, A., Alenezi, A., Abughaith, J., AlShehawy, H., Hammady, W. and AlSaifi, S. (2022) Intraoperative Arthrography Favorably Impacts the Early Outcome of Operatively Managed Fractures of the Lateral Humeral Condyle Displaced 1-5 mm in Children. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, **17**, Article No. 569. <https://doi.org/10.1186/s13018-022-03472-z>
- [19] Qi, Y., Guo, L., Sun, M. and Wang, Z. (2021) Clinical Value of MRI in Evaluating and Diagnosing of Humeral Lateral Condyle Fracture in Children. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, **16**, Article No. 617. <https://doi.org/10.1186/s13018-021-02726-6>
- [20] Guo, L., Li, X., Wang, Z. and Zhu, S. (2021) Accuracy of MRI and X-Ray Measurement of Displacement Distance of Humeral Lateral Condyle Fractures. *Orthopaedic Surgery*, **13**, 2018-2026. <https://doi.org/10.1111/os.13116>
- [21] Wu, X., Li, X., Yang, S., Wang, S., Xia, J., Chen, X., *et al.* (2021) Determining the Stability of Minimally Displaced Lateral Humeral Condyle Fractures in Children: Ultrasound Is Better than Arthrography. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, **16**, Article No. 32. <https://doi.org/10.1186/s13018-020-02174-8>
- [22] Temporin, K., Namba, J., Okamoto, M. and Yamamoto, K. (2015) Diagnostic Arthroscopy in the Treatment of Minimally Displaced Lateral Humeral Condyle Fractures in Children. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, **101**, 593-596. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2015.04.003>
- [23] 周益彪, 夏永杰, 邓超, 等. 肘关节镜辅助内侧铰链优先复位联合内固定治疗儿童肱骨外髁 Song V型骨折的疗效[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2024, 39(5): 481-484.
- [24] Andelman, S.M., Meier, K.M., Walsh, A.L., Kim, J.H. and Hausman, M.R. (2017) Pediatric Elbow Arthroscopy: Indications and Safety. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, **26**, 1862-1866. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2017.07.005>
- [25] Kang, M.S., Alfadhil, R.A. and Park, S. (2019) Outcomes of Arthroscopy-Assisted Closed Reduction and Percutaneous Pinning for a Displaced Pediatric Lateral Condylar Humeral Fracture. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, **39**, e548-e551. <https://doi.org/10.1097/bpo.0000000000001319>
- [26] Lieber, J., Dietzel, M., Tsiflikas, I., Schäfer, J., Kirschner, H. and Fuchs, J. (2019) Therapieprinzipien und Outcome nach Frakturen des Condylus radialis im Wachstumsalter. *Der Unfallchirurg*, **122**, 345-352. <https://doi.org/10.1007/s00113-019-0605-0>
- [27] Knapik, D.M., Gilmore, A. and Liu, R.W. (2017) Conservative Management of Minimally Displaced (≤ 2 mm) Fractures of the Lateral Humeral Condyle in Pediatric Patients: A Systematic Review. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, **37**, e83-e87. <https://doi.org/10.1097/bpo.0000000000000722>
- [28] Aibara, N., Takagi, T. and Seki, A. (2022) Late Displacement after Lateral Condylar Fractures of the Humerus. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, **31**, 2164-2168. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2022.06.003>

- [29] Bullmann, T., Stucki, C., Kaiser, N. and Ziebarth, K. (2024) Fractures of the Lateral Condyle of the Humerus in Children: High Risk of Secondary Dislocation with Conservative Treatment. *Die Unfallchirurgie*, **127**, 522-530. <https://doi.org/10.1007/s00113-024-01432-2>
- [30] Xie, L., Wang, J., Deng, Z., Zhao, R., Chen, W., Kang, C., *et al.* (2020) Treatment of Pediatric Lateral Condylar Humerus Fractures with Closed Reduction and Percutaneous Pinning. *BMC Musculoskeletal Disorders*, **21**, Article No. 707. <https://doi.org/10.1186/s12891-020-03738-9>
- [31] Jacobsen, M.G. and Andersen, M.J. (2022) Current Concepts in Pediatric Lateral Humeral Condyle Fractures. *Ugeskrift for Læger*, **184**, V12200939.
- [32] Tippabhatla, A., Torres-Izquierdo, B., Pereira, D.E., Goldstein, R., Sanders, J., Bellaire, L., *et al.* (2024) Closed Reduction Techniques Are Associated with Fewer Complications than Open Reductions in Treating Moderately Displaced Pediatric Lateral Humeral Condyle Fractures: A Multicenter Study. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, **44**, e865-e870. <https://doi.org/10.1097/bpo.0000000000002777>
- [33] Stein, B.E., Ramji, A.F., Hassanzadeh, H., Wohlgemut, J.M., Ain, M.C. and Sponseller, P.D. (2017) Cannulated Lag Screw Fixation of Displaced Lateral Humeral Condyle Fractures Is Associated with Lower Rates of Open Reduction and Infection than Pin Fixation. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, **37**, 7-13. <https://doi.org/10.1097/bpo.0000000000000579>
- [34] Bloom, T., Chen, L.Y. and Sabharwal, S. (2011) Biomechanical Analysis of Lateral Humeral Condyle Fracture Pinning. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, **31**, 130-137. <https://doi.org/10.1097/bpo.0b013e3182074c5b>
- [35] 白恒安. 儿童肱骨外髁骨折不同手术内固定方式的有限元分析及研究[D]: [博士学位论文]. 延安: 延安大学, 2024.
- [36] Raghavan, R., Jones, A. and Dwyer, A.J. (2019) Should Kirschner Wires for Fixation of Lateral Humeral Condyle Fractures in Children Be Buried or Left Exposed? A Systematic Review. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, **105**, 739-745. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2019.03.007>
- [37] Ormsby, N.M., Walton, R.D.M., Robinson, S., Brookes-Fazakerly, S., Yuen Chang, F., McGonagle, L., *et al.* (2016) Buried versus Unburied Kirschner Wires in the Management of Paediatric Lateral Condyle Elbow Fractures: A Comparative Study from a Tertiary Centre. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*, **25**, 69-73. <https://doi.org/10.1097/bpb.0000000000000226>
- [38] Qin, Y., Li, Z., Li, C., Bai, S. and Li, H. (2017) Unburied versus Buried Wires for Fixation of Pediatric Lateral Condyle Distal Humeral Fractures. *Medicine*, **96**, e7736. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000007736>
- [39] Silva, M. and Cooper, S.D. (2015) Closed Reduction and Percutaneous Pinning of Displaced Pediatric Lateral Condyle Fractures of the Humerus: A Cohort Study. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, **35**, 661-665. <https://doi.org/10.1097/bpo.0000000000000376>
- [40] Silva, M., Paredes, A. and Sadlik, G. (2017) Outcomes of ORIF > 7 Days after Injury in Displaced Pediatric Lateral Condyle Fractures. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, **37**, 234-238. <https://doi.org/10.1097/bpo.0000000000000640>
- [41] 余向阳, 吴改革, 汪航, 等. 螺钉及克氏针内固定治疗儿童肱骨外髁骨折疗效的 Meta 分析[J]. 中国骨伤, 2024, 37(4): 399-405.
- [42] Jiang, L., Wu, J., Li, M., Liu, X., Luo, C. and Qu, X. (2019) Cannulated Screw and Kirschner Fixation for the Treatment of Medial and Lateral Malleolar Epiphyseal Fractures in Children: A Retrospective Study of 36 Cases. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, **14**, Article No. 254. <https://doi.org/10.1186/s13018-019-1287-6>
- [43] Gilbert, S.R., MacLennan, P.A., Schlitz, R.S. and Estes, A.R. (2016) Screw versus Pin Fixation with Open Reduction of Pediatric Lateral Condyle Fractures. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*, **25**, 148-152. <https://doi.org/10.1097/bpb.0000000000000238>
- [44] Cardona, J.I., Riddle, E. and Kumar, S.J. (2002) Displaced Fractures of the Lateral Humeral Condyle: Criteria for Implant Removal. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, **22**, 194-197. <https://doi.org/10.1097/01241398-200203000-00012>
- [45] Sorenson, S.M. and Hennrikus, W. (2015) Pain during Office Removal of K-Wires from the Elbow in Children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, **35**, 341-344. <https://doi.org/10.1097/bpo.0000000000000269>
- [46] Bernthal, N.M., Hoshino, C.M., Dichter, D., Wong, M. and Silva, M. (2011) Recovery of Elbow Motion Following Pediatric Lateral Condylar Fractures of the Humerus. *Journal of Bone and Joint Surgery*, **93**, 871-877. <https://doi.org/10.2106/jbjs.j.00935>
- [47] Leonidou, A., Chettiar, K., Graham, S., Akhbari, P., Antonis, K., Tsiridis, E., *et al.* (2014) Open Reduction Internal Fixation of Lateral Humeral Condyle Fractures in Children. a Series of 105 Fractures from a Single Institution. *Strategies in Trauma and Limb Reconstruction*, **9**, 73-78. <https://doi.org/10.1007/s11751-014-0193-z>
- [48] Li, W.C. and Xu, R.J. (2011) Comparison of Kirschner Wires and AO Cannulated Screw Internal Fixation for Displaced Lateral Humeral Condyle Fracture in Children. *International Orthopaedics*, **36**, 1261-1266. <https://doi.org/10.1007/s00264-011-1452-y>

-
- [49] Shirley, E., Anderson, M., Neal, K. and Mazur, J. (2015) Screw Fixation of Lateral Condyle Fractures: Results of Treatment. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, **35**, 821-824. <https://doi.org/10.1097/bpo.0000000000000377>
- [50] Takada, N., Otsuka, T., Suzuki, H. and Yamada, K. (2013) Pediatric Displaced Fractures of the Lateral Condyle of the Humerus Treated Using High Strength, Bioactive, Bioresorbable F-u-HA/PLLA Pins: A Case Report of 8 Patients with at Least 3 Years of Follow-Up. *Journal of Orthopaedic Trauma*, **27**, 281-284. <https://doi.org/10.1097/bot.0b013e318269ba8e>
- [51] Sharma, K., Mansur, D., Khanal, K. and Haque, M. (2015) Variation of Carrying Angle with Age, Sex, Height and Special Reference to Side. *Kathmandu University Medical Journal*, **11**, 315-318. <https://doi.org/10.3126/kumj.v11i4.12540>
- [52] Cates, R.A. and Mehlman, C.T. (2012) Growth Arrest of the Capitellar Physis after Displaced Lateral Condyle Fractures in Children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, **32**, e57-e62. <https://doi.org/10.1097/bpo.0b013e31826bb0d5>
- [53] Takagi, T., Bessho, Y., Seki, A. and Takayama, S. (2021) Characteristics of Cubitus Varus Deformity after Lateral Condylar Fracture of the Humerus. *The Journal of Hand Surgery (Asian-Pacific Volume)*, **26**, 218-222. <https://doi.org/10.1142/s2424835521500211>
- [54] Park, H., Hwang, J.H., Kwon, Y.U. and Kim, H.W. (2015) Osteosynthesis in Situ for Lateral Condyle Nonunion in Children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, **35**, 334-340. <https://doi.org/10.1097/bpo.0000000000000353>
- [55] Liu, T.J., Wang, E.B., Dai, Q., Zhang, L.J., Li, Q.W. and Zhao, Q. (2016) Open Reduction and Internal Fixation for the Treatment of Fractures of the Lateral Humeral Condyle with an Early Delayed Presentation in Children: A Radiological and Clinical Prospective Study. *The Bone & Joint Journal*, **98**, 244-248. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.98b2.34429>
- [56] Agarwal, A., Qureshi, N., Gupta, N., Verma, I. and Pandey, D. (2012) Management of Neglected Lateral Condyle Fractures of Humerus in Children: A Retrospective Study. *Indian Journal of Orthopaedics*, **46**, 698-704. <https://doi.org/10.4103/0019-5413.104221>
- [57] Narayanan, S., Shailam, R., Grottkau, B.E. and Nimkin, K. (2014) Fishtail Deformity—A Delayed Complication of Distal Humeral Fractures in Children. *Pediatric Radiology*, **45**, 814-819. <https://doi.org/10.1007/s00247-014-3249-9>
- [58] Lehnert, S.J., Wanner, M.R. and Karmazyn, B. (2017) Fishtail Deformity of the Distal Humerus: Association with Osteochondritis Dissecans of the Capitellum. *Pediatric Radiology*, **48**, 359-365. <https://doi.org/10.1007/s00247-017-4029-0>
- [59] Skak, S.V., Olsen, S.D. and Smaabrekke, A. (2001) Deformity after Fracture of the Lateral Humeral Condyle in Children. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*, **10**, 142-152. <https://doi.org/10.1097/01202412-200110020-00012>
- [60] Pribaz, J.R., Bernthal, N.M., Wong, T.C. and Silva, M. (2012) Lateral Spurring (Overgrowth) after Pediatric Lateral Condyle Fractures. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, **32**, 456-460. <https://doi.org/10.1097/bpo.0b013e318259ff63>