

## · 学术探讨 ·

桡骨头半脱位的损伤机制及旋后复位法的  
力学原理分析欧传双<sup>1</sup>, 余翔<sup>2</sup>, 廖志浩<sup>3</sup>

(1. 广州中医药大学第三临床医学院, 广东 广州 510405;

2. 广州中医药大学第一附属医院, 广东 广州 510405;

3. 广州中医药大学附属骨伤科医院, 广东 广州 510240)

**摘要** 桡骨头半脱位是常见的小儿肘部损伤, 是由于前臂在旋前位受到纵向提拉所致。对于其损伤机制, 目前尚无定论。目前临床多采用旋后复位法进行治疗, 但关于该手法的力学原理, 文献鲜有报道。本文就目前关于桡骨头半脱位损伤机制的观点进行简单总结, 并对旋后复位法力学原理进行简单分析, 以期临床诊治提供一定参考。

**关键词** 脱位; 桡骨; 旋后复位法; 力学原理

桡骨头半脱位又称“牵拉肘”“肘错环”<sup>[1]</sup>, 是常见的小儿肘部脱位性损伤。本病多发生于 5 岁以下幼儿, 1~3 岁发病率最高, 左侧比右侧多见, 女孩发病率要明显高于男孩<sup>[2]</sup>。根据损伤后前臂所处体位不同, 可分为旋前位损伤和旋后位损伤 2 种类型, 临床中以前者多见。

## 1 损伤机制

本病多因患儿穿衣或行走跌倒, 前臂在旋前位受到纵向提拉造成桡骨头半脱位, 对其损伤机制尚无一致结论。王和鸣<sup>[3]</sup>认为, 当纵向牵拉前臂时, 肱桡关节间隙增大形成负压, 肘前关节囊和环状韧带松弛, 被负压吸入关节囊中, 发生嵌顿。Diab 等<sup>[4]</sup>在 50 例桡骨头半脱位样本中用超声波检测环状韧带, 78% 的患儿环状韧带完整, 22% 环状韧带撕裂。Richardson 等<sup>[5]</sup>报道 1 例桡骨头脱位患者, MRI 扫描示环状韧带嵌顿于肱桡关节。张希彬等<sup>[6]</sup>认为, 肘关节在伸直位受到牵拉, 桡骨头从环状韧带向下滑脱, 因肱二头肌的收缩将桡骨小头向前内牵拉移位。房晓彬<sup>[7]</sup>通过幼儿肘关节标本测量分析和临床研究认为, 幼儿环状韧带松弛是发病的解剖条件, 前臂处于旋前位是发病的基础条件, 纵向牵拉是发病是主要外力条件。

由于附着在桡骨结节的肱二头肌及附着在桡骨干上 1/3 段旋后肌的牵拉, 桡骨上段有旋后趋势。桡骨干中下 1/3 段主要受旋前圆肌、旋前方肌和骨间膜的作用, 中下段有旋前趋势, 加之环状韧带在桡骨小头周围的固定, 故桡骨在正常解剖位置受力平衡。当

桡骨小头旋前脱位发生后, 桡骨受力失衡, 主要表现在以下几方面: ①桡骨整体旋前移位, 旋后肌牵拉紧张, 旋前肌群松弛; ②肱二头肌收缩, 牵拉桡骨小头向前内移位; ③前臂旋前, 骨间膜在尺桡骨的附着缘互相靠近呈松弛状态, 失去稳定性保护作用; ④桡骨受到纵向牵拉, 使桡骨小头脱出环状韧带, 而环状韧带边缘滑向关节间隙并嵌入, 环状韧带失去维持稳定的作用。Kaplan 等<sup>[8]</sup>认为, 在外力作用下环状韧带薄弱点破裂, 导致桡骨小头嵌顿环状韧带是桡骨头半脱位发生的主要力学原因。

## 2 旋后复位法力学原理

根据临床逆创伤机制复位原则, 临床对桡骨头半脱位多采用旋后复位法治疗, 即牵引、旋后、压头、屈肘。该法遵循临床逆创伤机制复位原则, 也符合生物力学原理。

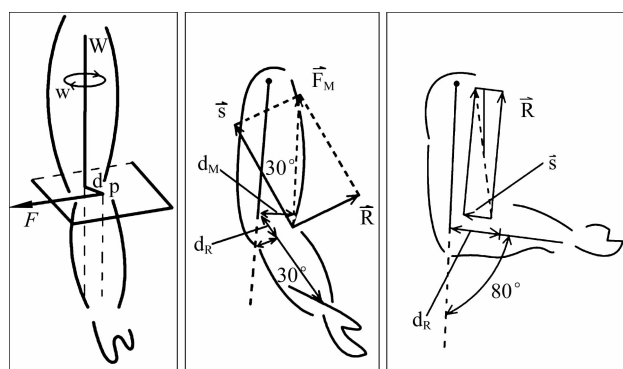
旋后复位过程中, 术者对患者上肢的持续纵向牵引, 使移位的关节在轴向牵拉力作用下回复到原位, 恢复生理轴线及长度<sup>[9]</sup>, 其基本力学原理是利用了方向相反的 2 个牵引力作用于桡骨头半脱位处, 向下的牵引力抵抗肱二头肌的收缩力, 纠正桡骨小头前内移位; 同时, 向下的牵引力与相反方向的牵引力共同作用增大了肱桡关节间隙, 使嵌入其中的环状韧带回复原位。

前臂围绕转轴极度旋后, 其力学原理可利用力矩的概念进行分析。以桡骨小头为作用点 (P), 过 P 点垂直转轴的参考面即为转动平面, 旋转力 (F) 的大

小等于抵抗旋前肌群和骨间膜,使桡骨旋转恢复正常解剖位置所需的旋转力,方向为旋后,转轴到 F 作用线的垂直距离为力臂(d),力矩( $W$ ) =  $F \times d$ [图 1(1)]。旋后操作可使骨间膜在前臂旋后位处于高度紧张状态,对桡骨头的稳定性起保护作用。

复位操作中术者用一手拇指在桡骨小头处向外下方按压,其力学原理可从以下 2 个方面进行分析:一方面协助纵向牵引操作,抵抗肱二头肌牵引桡骨小头向前内移位的收缩力;另一方面是协助前臂极度旋后操作,使旋后产生的力矩作用点集中在桡骨小头。

复位中患肢前臂旋后配合屈肘<sup>[10]</sup>,其力学原理为:当前臂屈曲到某一角度时,肌肉的作用力( $F_m$ ),主要是肱二头肌及肱肌,可以分解为 2 个分力<sup>[11]</sup>,即沿前臂方向压紧肘关节的稳定力(S)和垂直前臂轴线,引起前臂屈伸、旋转的旋转力(R),在屈肘接近 90°时,R 最大,S 最小[图 1(2)]。旋转力 R 与屈曲角度成非线性关系,当屈肘接近 90°时,R 增大最快,所以旋后复位上臂曲肘 90°时,沿前臂方向挤压肘关节的力最小,故复位时肱桡关节摩擦力最小,有利于复位;旋转力 R 最大,协同前臂极度旋后操作,可减小旋后阻力,为复位创造最适宜的条件。



(1)旋后操作

(2)屈肘操作

图 1 旋后复位法力学原理分析示意图

(1)W 为力矩,P 为桡骨小头,F 为旋转力,d 为力臂 (2) $F_m$  为屈肘过程中肌肉的作用力,S、R 为其 2 个分力, $d_m$  为转轴到  $F_m$  的力臂, $d_r$  为  $F_m$  的作用点与肘关节转动中心之间的距离

### 3 小 结

有部分学者通过临床研究认为旋后复位法存在过程繁杂、成功率低和缺乏理论依据等不足<sup>[12-13]</sup>。其实不然,旋后复位法历史悠久、应用广泛,不仅具有逆创伤机制复位的理论依据,也不缺乏现代生物力学的原理基础<sup>[14]</sup>。笔者认为,旋后复位操作过程虽分

步进行,实则环环相扣,临床操作过程中不可过于拘泥,当整体把握。

### 4 参考文献

- [1] Van Zeeland NL, Bae DS, Goldfarb CA. Intra-articular radial head fracture in the skeletally immature patient: progressive radial head subluxation and rapid radiocapitellar degeneration[J]. J Pediatr Orthop, 2011, 31(2): 124-129.
- [2] Salter RB, Zaltz C. Anatomic investigations of the mechanism of injury and pathologic anatomy of "pulled elbow" in young children[J]. Clin Orthop Relat Res, 1971, 77(2): 134-143.
- [3] 王和鸣. 中医骨伤科学[M]. 2 版. 北京: 中国中医药出版社, 2007: 238.
- [4] Diab HS, Hamed MM, Allam Y. Obscure pathology of pulled elbow: dynamic high-resolution ultrasound-assisted classification[J]. J Child Orthop, 2010, 4(6): 539-543.
- [5] Richardson M, Kuester VG, Hoover K. The usefulness of MRI in atypical pulled/nursemaid's elbow: a case report[J]. J Pediatr Orthop, 2012, 32(5): e20-e22.
- [6] 张希彬, 张世明, 冉德洲. 中国骨伤科学[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1991: 518-519.
- [7] 房晓彬. 小儿桡骨头半脱位的原因分析[J]. 中华小儿外科杂志, 1995, 16(3): 174-175.
- [8] Kaplan RE, Lillis KA. Recurrent nursemaid's elbow (annular ligament displacement) treatment via telephone[J]. Pediatrics, 2002, 110(1 Pt 1): 171-174.
- [9] 王人彦, 张玉良, 孟春, 等. 富阳张氏正骨十二法简介[J]. 中医正骨, 2014, 26(8): 71-73.
- [10] Bek D, Yildiz C, Köse O, et al. Pronation versus supination maneuvers for the reduction of 'pulled elbow': a randomized clinical trial[J]. Eur J Emerg Med, 2009, 16(3): 135-138.
- [11] 杨华元. 生物力学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2012: 67-68.
- [12] Macias CG, Bothner J, Wiebe R. A comparison of supination/flexion to hyperpronation in the reduction of radial head subluxations[J]. Pediatrics, 1998, 102(1): e10.
- [13] McDonald J, Whitelaw C, Goldsmith LJ. Radial head subluxation: comparing two methods of reduction[J]. Acad Emerg Med, 1999, 6(7): 715-718.
- [14] Steen K. Subluxation of the radial head[J]. Tidsskr Nor Laegeforen, 2000, 120(11): 1323-1325.

(2015-01-03 收稿 2015-01-24 修回)