

了半月板的部分生物力学机制。本研究仍存在不足，本研究的工况模拟中缺少了膝关节屈伸动态模拟，模拟伸直状态下轴向应力的半月板的应力变化，并没进行前后应力、旋转应力下模拟，也没有动态模拟半月板的应力变化。这些需后期进一步研究改进，从而进一步明确半月板的生物力学特征。尽管存在上述局限性，本次研究仍是对半月板力学研究成功的尝试，研究其力学机制，为临床对半月板损伤认识及预防治疗和康复提供力学理论依据，也为后期研究半月板切除术对膝关节生物力学研究奠定基础。

参考文献

[1] Vedi V, Williams A, Tennant SJ, et al. Meniscal movement. An in vivo study using dynamic MRI[J]. J Bone Joint Surg Br, 1999, 81(1):37-41.

[2] Meng Q, Jin Z, Wilcox R, et al. Computational investigation of the time-dependent contact behaviour of the human tibiofemoral joint under body weight[J]. Proc Inst Mech Eng H, 2014, 228(11): 1193-1207.

[3] Li G, Lopez O, Rubash H. Variability of a three-dimensional finite element model constructed using magnetic resonance images of a knee for joint contact stress analysis[J]. J Biomech Eng, 2001, 123(4):341-346.

[4] Donzelli PS, Spilker RL, Ateshian GA, et al. Contact analysis of biphasic transversely isotropic cartilage layers and correlation with tissue failure[J]. J Biomech, 1999, 32(10):1037-1047.

[5] Peña E, Calvo B, Martínez MA, et al. A three-dimensional finite ele-

ment analysis of the combined behavior of ligaments and menisci in the healthy human knee joint[J]. J Biomech, 2006, 39(9):1686-1701.

[6] Sathasivam S, Walker PS. A computer model with surface friction for the prediction of total knee kinematics[J]. J Biomech, 1997, 30(2):177-184.

[7] 董跃福, 牟志芳, 蒋胜波. 膝关节有限元解剖模型的构建及其力学分析[J]. 临床骨科杂志, 2015, 8(16):686-692.

DONG YF, MOU ZF, JIANG SB, et al. The construction of the anatomical finite element model of knee joint and its mechanical analysis[J]. Lin Chuang Gu Ke Za Zhi, 2015, 8(16):686-692. Chinese.

[8] 徐志才, 胡广洪, 黄振宇. 胫骨模型对膝关节有限元分析结果影响的探讨[J]. 中国数字医学, 2014, 9(4):69-72.

XU ZC, HU GH, HUANG ZY. Study of Influence of tibial model on finite analysis results of knee joint[J]. Zhongguo Shu Zi Yi Xu, 2014, 9(4):69-72. Chinese.

[9] Peña E, Calvo B, Martínez MA, et al. Finite element analysis of the effect of meniscal tears and meniscectomies on human knee biomechanics[J]. Clin Biomech(Bristol Avon), 2005, 20(5):498-507.

[10] 郝连升, 关涛, 黄峰. InterTan 治疗股骨转子间骨折有限元分析[J]. 中国骨伤, 2019, 32(2):176-180.

HAO LS, GUAN T, HUANG F. Finite element analysis of InterTan for the treatment of femoral intertrochanteric fractures[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2019, 32(2):176-180. Chinese with abstract in English.

(收稿日期:2019-10-20 本文编辑:王玉蔓)

·综述·

骨性结构异常对下尺桡关节稳定影响的研究进展

陆陈林¹, 祝斌², 竺枫², 黄天翔¹, 王欣²

(1. 宁波大学医学院, 浙江 宁波 315000; 2. 宁波大学医学院附属宁波市第六医院, 浙江 宁波 315040)

【摘要】 下尺桡关节(distal radioulnar joint, DRUJ)不仅是腕部主要的承重关节,还是前臂旋转的枢纽,是身体中最重要且独特的关节之一。保持下尺桡关节的稳定性对日常生活非常重要,稳定下尺桡关节的组织包括骨性结构和软组织结构,虽然软组织结构对其稳定性的贡献要远远超过骨性结构,但是不能忽视骨性结构异常对下尺桡关节造成的影响。本文通过回顾相关文献,将骨性结构异常分为先天性及获得性骨结构异常,分别分析、整理两者对下尺桡关节稳定性所造成的影响,并从临床症状、分级、治疗等方面进行总结,简述下尺桡关节不稳在当前临床中存在的问题及其在今后的研究方向,以期对日后临床应用提供参考。

【关键词】 下尺桡关节; 骨性结构异常; 关节稳定性

中图分类号:R322.7+2

DOI:10.12200/j.issn.1003-0034.2020.08.017

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



通讯作者:王欣 E-mail:dr.wangxin@qq.com

Corresponding author:WANG Xin E-mail:dr.wangxin@qq.com

Study progressing on the effect of bone structural abnormalities on the distal radioulnar joint stability LU Chen-lin, ZHU Bin, ZHU Feng, HUANG Tian-xiang, and WANG Xin*. *Ningbo No.6 Hospital of Ningbo University, Ningbo 315040, Zhejiang, China

ABSTRACT The distal radioulnar joint is not only the main load-bearing joint in the wrist, but also the pivot of the rotation of the forearm. It is one of the most important and unique joints in the body. Maintaining the stability of the distal radioulnar joint is very important for our daily life. The tissue to stabilize the distal radioulnar joint includes bone structures and soft tissue structures. Although the contribution of soft tissue structures to its stability is far exceeding that of bone structures, the influence of abnormal bone structure on the distal radioulnar joint cannot be ignored. By reviewing the relevant literatures, this article divides the bone structural abnormalities into congenital and acquired bone structural abnormalities. The effects of congenital and acquired bone structural abnormalities on the distal radioulnar joint stability are analyzed and collated in this article, and its clinical symptoms, clinical grading, clinical treatments are also summarized. The problems of distal radioulnar joint instability in clinical practicing and its future researching directions are briefly described in order to provide some suggestions for future clinical applications.

KEYWORDS Distal radioulnar joint; Abnormal bone structure; Joint stability

下尺桡关节包括骨性结构和软组织结构,骨性结构是软组织结构存在的基础,软组织结构反过来稳定其骨性结构。下尺桡关节的骨性结构包括桡骨乙状切迹和尺骨小头。桡骨乙状切迹是一个非常浅表的凹形关节面,其曲率半径比尺骨环状小头大 50%^[1],乙状切迹的骨性结构呈背开楔形,其背长(约 10 mm)大于其掌长(约 6 mm)^[2]。这种结构可以解释尺骨头在桡尺韧带(radioulnar ligament, RUL)断裂后前臂旋前时,存在乙状切迹处背侧半脱位的倾向,即钢琴键征。桡骨在旋后运动时向尺骨的远侧和背侧移位,旋前运动时向近侧和掌侧移位,尺骨头在旋后运动时也会向掌侧方向平移约 2.8 mm,在旋前运动时向背侧平移约 5.4 mm,因此形成一个复杂的“旋转中心”而不是一个单一的旋转中心,但桡骨围绕尺骨旋转依旧是前臂旋转过程中的主要形式^[3]。研究表明^[2]主动旋转前臂时,尺骨头在乙状窝长度 10% 的范围内活动(乙状窝曲率半径 18 mm,尺骨头旋前旋后分别移位 2 mm)。软组织结构包括下尺桡关节关节囊,三角纤维软骨复合体(triangular fibrocartilage complex, TFCC),囊周结构和前臂骨间膜。其中 TFCC 是最重要的软组织稳定结构,包括:(1)关节盘,即三角纤维软骨(triangular fibrous cartilage, TFC)。(2)桡尺关节韧带(RUL)。(3)类半月板结构。(4)尺侧副韧带(ulnar collateral ligament, UCL)。(5)尺侧伸腕肌(extensor carpi ulnaris, ECU)腱鞘。(6)尺腕韧带复合体^[4]。而下尺桡韧带又是 TFCC 中稳定下尺桡关节最重要的结构。下尺桡关节的稳定最主要还是依靠其软组织结构,约提供 80% 的稳定性^[2]。其骨性结构只起到 20% 的稳定作用,但是这 20% 的稳定作用对下尺桡关节的稳定也至关重要。DURJ 骨性结构异常种类繁多,这里将其总体分成 2 大类,第 1 类是先天性的骨结构异常,包括先天性马德隆畸形、桡骨乙状切迹在冠状面、横断面上的结构变异以及尺骨变

异;第 2 类为获得性的骨异常,包括桡骨远端骨折畸形愈合以及马德隆型样畸形。

1 先天性骨结构异常

1.1 先天性马德隆畸形

马德隆畸形以德国外科医生奥托·马德隆(Otto Madelung)命名,他于 1878 年首次对 8~14 岁的青少年手腕部疼痛畸形进行了详细报道。患者最初没有临床症状,但之后会出现腕部疼痛、握力下降以及活动度下降等临床症状^[5]。这是一种先天性的远端尺桡关节半脱位畸形,多见于女性,男女比例约为 1:4^[6],双侧同时发生多见,也可只发生于单侧,多与基因异常有关^[7],此外还与年龄相关,研究表明,患者发病年龄多 < 20 岁^[6],这种畸形常常与 Leri-Weill 软骨骨生成障碍同时发生,但也可以单独发生^[5]。它最主要的病理原因是桡骨远端骨骺的尺侧和掌侧发育障碍所致,导致桡骨远端向掌侧尺侧偏斜^[5]。典型的马德隆畸形与维克韧带(Vickers ligament)有关。维克韧带是一条异常的桡月韧带,在 X 线图像中可以看到桡骨尺侧面相应的切迹,这条异常韧带限制了桡骨干骺端掌尺侧的生长^[8],而导致尺骨相对桡骨变长,腕骨为适应这种变化,逐渐向近端掌侧移位,与尺桡关节面形成了一个倒置金字塔形状。马德隆畸形患者通常因尺骨变长突出,引起腕部严重畸形而被发现,且常常不能发觉桡骨畸形或腕骨掌侧半脱位。除了维克韧带,马德隆畸形患者还可能还存在异常生长及肥厚的桡三角韧带,并因桡骨畸形而继发 TFCC 逐渐倾斜变厚,这种异常形态会使 TFCC 承受的压力增加,提高了 TFCC 损伤的风险。

通过桡骨远端关节 X 线测量结果,可以将先天性马德隆畸形分为 3 度^[9]: I 度,临床症状较轻,畸形不明显,桡骨远端关节内倾角 < 30°,前倾角 < 20°; II 度,临床症状较重,畸形较明显,桡骨远端关节内倾角 31°~45°,前倾角 21°~30°; III 度,临床症状严重,

有典型畸形, 桡骨远端关节内倾角 $>45^\circ$, 前倾角 $>30^\circ$ 。严重患者可出现腕关节运动范围受限或腕关节疼痛, 其中腕背伸和旋后功能受限最为常见^[10]。活动范围受限程度与桡骨矢状面畸形程度成正比。虽然有尺骨远端突出畸形, 但前臂旋转受限比较罕见。此外, 腕部的疼痛可发生在腕关节尺背侧或桡腕关节处, 尺背侧的疼痛在轻度畸形中比较常见, 而桡腕关节疼痛常发生于腕部被动伸展, 如上肢负重时。

马德隆畸形患者会出现尺骨远端背侧半脱位^[5]以及腕骨掌侧半脱位^[10]。轻度患者几乎没有临床症状; 较严重患者可表现为尺骨远端向背侧移位突出, 形成“刺刀样畸形”, 且通常伴有腕部疼痛、活动度下降、握力下降等症状。除此之外, 还有老年女性患者出现自发性伸肌腱断裂的报道^[11]。马德隆畸形患者通常没有明显的临床症状或者症状极少, 严重的马德隆畸形患者因尺骨正变异长期存在, 且未及时治疗, 重新平衡下尺桡关节, 出现 TFCC 肥厚, 尺骨远端毛刺形成, 最终导致腕关节退变或创伤性关节炎, 破坏下尺桡关节的稳定性。

马德隆畸形患者的治疗方式多种多样。无症状患者首先考虑非手术治疗; 患者出现腕部疼痛、僵硬甚至畸形, 可行外科手术。此外, 有学者^[6]发现, 桡骨未发育成熟的患者, 之后的病情进展会远远比骨骼已发育成熟的患者严重, 他们建议患者早期手术并术后定期随访直至骨骼发育成熟。同时, 在一系列伴有临床症状的严重畸形病例中, 会出现指伸肌腱磨损性撕裂的非手术治疗并发症^[12], 且多见于 70 岁以上的老年患者。Ducloyer 等^[12]建议早期手术治疗防止这种并发症发生。马德隆畸形作为众所周知的先天性畸形, 现已有多种手术治疗方案, 包括桡骨截骨矫正术、维克斯韧带松解术、Darrach 手术、Sauvé-Kapandji 手术、尺骨对位切除术以及 Ilizarov 法。虽然这些方法能很大程度上纠正下尺桡关节畸形并改善其伴随的症状, 但是关节疼痛、僵硬的问题仍一直困扰着患者^[13]。因此, 有学者通过使用 Scheker 假体进行下尺桡关节全关节置换术来尝试改善这种情况。该假体是一种全关节置换系统, 能为远端桡尺关节的乙状切迹和尺骨部分提供半张力置换系统。术后结果表明下尺桡关节全关节置换术能有效缓解腕关节疼痛, 并改善腕关节活动度。

1.2 桡骨乙状切迹变异

Tolat 等^[14]于 1992 年根据桡骨乙状切迹在冠状面的形态将其分为 3 类: I 类, 垂直型, 乙状切迹平面与尺桡骨纵轴方向平行; II 类, 斜型, 乙状切迹平面斜向近端; III 类, 反斜型, 乙状切迹平面斜向远端。此外, Tolat 等^[15]还于 1996 年根据桡骨乙状切迹在

横断面上的形态将其分为 C 型、SS 型 (滑雪场型)、平面型与 S 型, 并且表示平面型乙状切迹的关节稳定性最小, 更容易产生关节不稳。有学者对下尺桡关节软骨下骨密度分布模式, 不同乙状切迹形态对关节表面应力分布的影响进行了研究。他们将乙状切迹分为背侧区域、中间区域和掌侧区域, 并对乙状切迹骨密度分布进行了定量分析, 随后分别计算高密度区域占乙状切迹总面积和各个区域的百分比, 将所得数据在 C 组和 SS 组进行比较, 并同时对各组的背区、中间区和掌侧区进行了比较。结果表明, C 组的软骨下骨密度在各区域相当平均, 而 SS 组的骨密度在背侧较高, 且 SS 组的背侧区域应力分布要大于 C 组, 中间区域与掌侧区域相差不多。他们认为 SS 型切迹背侧区域的形态是应力集中分布在背侧的原因之一, 乙状切迹的骨形态会影响其应力峰值分布。Miura 等^[16]认为应力峰值的越高, 骨关节炎发生的风险越大。Hollevoet 等^[17]研究显示 II 类乙状切迹相比其他 2 种而言更容易发生关节退行性变。同时, 他们还表示尺骨头变异也是下尺桡关节发生骨关节炎的重要因素。这也证实了 Bade 等^[18]的发现, 他指出, 尺骨头上两个关节面 (尺骨远端关节面与尺骨桡侧关节面) 之间的角度会影响通过下尺桡关节的力的传递。当尺骨环状小头的桡侧关节面倾角变大时, 尺骨所承受的压力也就越大。在一项尸体研究中, 这些作者还观察到, 随着载荷压力的增加, 关节的退行性变化更为频繁。

桡骨乙状切迹的形态与尺骨环状小头桡侧关节面的倾角大小会影响关节退行性变与骨关节炎的发生风险, 从而改变下尺桡关节的稳定程度。II 类乙状切迹相比其他两种而言更容易发生关节退行性变, 尺骨小头桡侧关节面倾角越大也越容易导致关节退行性改变。

1.3 尺骨变异

尺骨变异是导致腕关节各种退行性或创伤性病变的影响因素之一, 可分为尺骨阳性 (正) 变异 (尺骨远端长于桡骨) 和尺骨非阳性变异, 包括尺骨中性变异 (尺桡骨同样长) 以及尺骨阴性 (负) 变异 (尺骨短于桡骨)。尺骨负变异和尺骨正变异分别是导致月骨缺血性坏死 (Kienböck 病) 和尺侧撞击综合征的易感因素。尺骨变异类型与乙状切迹朝向、尺骨头桡侧面倾角相关联, 尺骨负变异的手腕, 尺骨头倾角往往更大, 乙状切迹面向近端; 尺骨正变异的手腕, 尺骨头倾角往往为负, 乙状切迹面向远端。

尺骨阳性变异容易引起尺骨撞击综合征, 当尺骨阳性变异度 $>2\text{ mm}$ 时, 尺骨头与尺骨茎突在腕关节活动时极易撞击月骨以及三角骨, 产生持续性压

迫,引起月骨、三角骨缺血和腕部韧带、三角纤维软骨磨损,导致腕部疼痛,活动度下降和握力下降,最终可导致不可逆的腕关节退变或创伤性关节炎^[19]。多数尺骨阳性变异起初没有临床症状,通常是在受到外伤撞击或者拉扯扭转后出现腕关节尺背侧疼痛、活动度下降,严重者可出现尺骨背侧半脱位,应力试验或者琴键征阳性。尺骨阳性变异 $<2\text{ mm}$ 时,下尺桡关节的脱位往往不太明显,也不容易引起尺骨撞击综合征。根据研究表明^[20],尺骨阳性变异度越大,对三角骨、月骨、TFCC 等产生的磨损越严重,产生的腕部疼痛、活动度下降以及握力下降的症状越明显,尺骨半脱位的倾向也越明显,越容易导致下尺桡关节不稳。而尺骨非阳性变异引起尺骨撞击综合征的倾向要远远低于尺骨阳性变异。

用改变尺桡骨相对长度可用于治疗尺骨撞击综合征和 Kienböck 病。但是有临床研究表明^[18]相对长度矫正手术会伴有继发下尺桡关节紊乱和尺骨撞击综合征的风险。Iwasaki 等^[21]表示尺骨短缩术后下尺桡关节炎的发生率为 34%,平均发病时间为术后 26 个月;Minami 等^[22]报道 28%的尺骨缩短患者发生下尺桡关节轻微退行性变化,平均发病时间为术后 35 个月。治疗 Kienböck 病时,桡骨过度短缩也会造成术后腕部疼痛,最终可能造成尺骨撞击综合征。

2 获得性骨结构异常

2.1 桡骨远端骨折畸形愈合

桡骨远端骨折是人体最常见的骨折之一,通常因合并有 TFCC 损伤而出现腕关节疼痛和功能受限。而桡骨远端粉碎性骨折在治疗后因畸形愈合,更有可能影响下尺桡关节的稳定性。桡骨远端粉碎性骨折愈合畸形的病例变化主要包括桡骨短缩、桡骨关节面台阶形成等。桡骨相对尺骨短缩是造成尺骨撞击综合征的主要原因之一。Milch 于 1941 年首次描述了桡骨远端骨折后长度短缩产生尺骨撞击综合征^[19]。由于尺骨撞击综合征会损伤 TFCC,而其中的下尺桡韧带是稳定下尺桡关节的重要软组织结构,而尺骨撞击综合征患者往往会出现腕关节疼痛、僵硬、活动度下降等不适以及尺骨小头背侧半脱位,并导致下尺桡关节不稳。桡骨关节面台阶形成,破坏了关节面平整与连续性,长期以往会导致创伤性骨关节炎发生,破坏下尺桡关节稳定性。

目前,治疗具有临床症状的桡骨远端骨折畸形愈合的主要方法是截骨矫正术,用来恢复桡骨高度,纠正尺骨变异,复位下尺桡关节,最大程度获得关节正常解剖复位并改善关节功能^[23]。除此之外,还有多种关节内外的骨性损伤都会造成不同程度的下尺桡关节不稳。关节外骨性损伤包括 Essex-Lopresti 损

伤、Galeazzi 骨折、Colles 骨折、桡骨干骺端掌背侧成角畸形等^[24],它们会改变下尺桡关节接触面结构,甚至损伤关节内韧带,进而导致不同程度的下尺桡关节不稳。关节内骨性损伤包括乙状切迹损伤、尺骨茎突损伤等。乙状切迹掌背侧的骨软骨唇、尺骨茎突以及它旁边的尺骨中央凹是下尺桡韧带的附着部位,它在下尺桡骨关节稳定中起着重要的作用,因此关节内骨折会增大下尺桡关节不稳的风险。然而,研究表明,下尺桡关节不稳与尺骨茎突骨折存在与否,或骨块大小,或移位程度并不相关^[25]。同时,诸多研究表明^[26],只要维持下尺桡关节稳定,是否处理尺骨茎突骨折对桡骨远端骨折预后无明显影响。但也有研究提出^[27]部分患者会出现尺骨茎突骨折不愈合,并且几乎所有不愈合患者会出现腕部疼痛、下尺桡关节不稳等症状,因此,他建议当茎突骨折移位,出现 DRUJ 不稳定时,应在桡骨远端骨折的同时对尺骨茎突进行固定。对于桡骨远端关节内骨折,有学者推荐腕关节镜下进行治疗^[28]。伤后 7~10 d 使用腕关节镜直接观察关节面,进行骨折复位,同时修复软组织损伤,减少骨折愈合后腕关节功能障碍及下尺桡关节不稳的发生率。

2.2 马德隆样畸形

先天性马德隆畸形和马德隆样畸形患者最常表现为尺骨远端变长和背侧半脱位,通常称为刺刀畸形^[5]。两者之间的区别可通过是否存在维克韧带进行鉴别,通常前者有维克韧带,后者则不存在。马德隆样畸形与先天性马德隆畸形一样,都会出现乙状切迹倾斜度增加,掌倾角增大,月骨角骨向近端掌侧移位,尺骨相对桡骨突出、变长并向背侧半脱位。但这种半脱位与真正的尺骨半脱位不同,它是因为桡骨关节面掌倾角增大导致尺骨相对的背侧半脱位。马德隆样畸形与先天性马德隆畸形不同,它更多的是继发于创伤、感染或者不全骨折^[5],外伤后马德隆样畸形是由桡骨远端掌内侧骨骺急性或反复的轴向负荷损伤引起,多见于体操运动员^[29]。畸形多见于单侧,也可见于双侧,X 线下最初的表现桡骨外侧干骺端不规则变宽以及尺骨阳性变异,之后表现出内侧干骺端过早闭合,骨桥出现。

马德隆样畸形的报道较为少见,多与创伤或长期劳损有关,临床症状也与先天性马德隆畸形相差无几,且也会出现 TFCC 异常生长及肥厚的现象。此外,无论是在先天性马德隆畸形还是马德隆样畸形的长期患者中,尺骨远端可能出现不规则毛刺并伴随相关肌腱病理性疾病。患者会因长期存在下尺桡畸形,出现腕部疼痛,腕关节活动度下降,握力下降,韧带损伤等症状,若未及时治疗,则可损害下尺桡关

节的稳定性。

在早期病例中, 马德隆样畸形患者的治疗包括骨桥切除术; 严重畸形患者可能需要尺骨骺骨干固定术和桡骨截骨缩短术。当影像学显示尺骨骨刺和肌腱磨损征象如腱鞘炎、肌腱移位或部分撕裂时, 也可预防性行尺骨远端切除术。

3 总结与展望

下尺桡关节是由桡尺关节面和软组织结构组成的枢轴关节, 它不仅是腕部的一个主要承重关节, 还在前臂运动过程中扮演着至关重要的角色。其主要的稳定是依靠软组织结构(80%), 骨性结构仅提供约 20% 的稳定性。但若是骨性结构异常或损伤, 下尺桡关节的稳定性同样会受到影响, 下尺桡关节不稳可通过其症状、体征来进行定义。腕关节及前臂在活动时出现腕尺侧和下尺桡关节疼痛, 并在抗阻力旋转、极度旋前、旋后运动及应力测试时诱发疼痛可定义为下尺桡关节不稳^[30], 有时还可合并下尺桡关节弹响。骨性结构异常可通过改变骨性结构、关节面应力, 损伤下尺桡关节软组织等造成下尺桡关节不稳。先天性马德隆畸形与创伤后马德隆样畸形改变了下尺桡关节骨性结构, 轻度患者可没有临床症状, 但较严重患者会出现腕部疼痛、腕关节活动度下降、握力下降等症状, 从而影响下尺桡关节稳定性。尺骨变异也是影响下尺桡关节稳定性的重要因素之一。尺骨阳性变异会造成尺骨撞击综合征, 引起月骨、三角骨缺血和腕部韧带、三角纤维软骨磨损, 导致腕部疼痛, 活动度下降以及握力下降, 危害下尺桡关节的稳定性, 并最终导致不可逆的腕关节退化或创伤性关节炎。Kienböck 病患者晚期会出现月骨坏死、腕关节结构紊乱, 从而影响下尺桡关节的稳定性。桡骨乙状切迹在冠状面和横断面上分别有 3 种和 4 种不同分型理论存在 12 种不同类型。不同的类型或相同类型, 会因尺骨头倾角大小的不同影响下尺桡关节面的压力峰值, 而峰值的增高会增加骨关节炎的风险, 最终导致下尺桡关节不稳。桡骨远端粉碎性骨折导致桡骨相对尺骨短缩是造成尺骨撞击综合征的主要原因之一。除此之外, 各种关节内、外的骨折包括乙状切迹骨折、尺骨茎突骨折、Essex-Lopresti 损伤、Galeazzi 骨折等会影响关节面结构或影响周围软组织结构继而影响下尺桡关节的稳定性。

尽管造成下尺桡关节骨性结构异常的病因多种多样, 但在临床中, 治疗破坏下尺桡关节稳定性疾病的手段也层出不穷, 如利用桡骨楔形截骨伴尺骨短缩截骨治疗马德隆畸形^[31]; 利用中医手法牵引复位伴钢板内固定或支具外固定治疗桡骨远端骨折, 避免术后桡骨塌陷短缩^[32]; 术中径向牵引桡骨后钢板

固定来间接短缩尺骨治疗桡骨短缩及尺骨撞击综合征^[33], 提高术后腕关节稳定性以便早期运动康复等都为今后的临床治疗提供了有效的思路。但在众多临床随访患者中, 仍存在术后下尺桡关节不稳的现象, 甚至有患者需行二次手术治疗。总所周知, 稳定下尺桡关节的组织主要包括 TFCC 以及正常的骨性结构, 除此之外, 作为动态二级稳定器的旋前方肌与静态二级稳定器远端骨间膜等肌肉组织, 也在日常生活中为下尺桡关节提供了稳定作用, 其中, 旋前方肌又是前臂唯一直接影响下尺桡关节稳定的肌肉。患者前臂术后多要行石膏或支具制动数周甚至数月, 造成患肢肌肉失用性萎缩加上外伤患者因肌肉碾挫伤在术中不可避免地剔除坏死肌肉组织等等, 都会影响前臂肌肉为下尺桡关节提供的稳定作用。因此, 为患者制定完善的术后康复计划就显得尤为重要, 以此来锻炼康复旋前方肌、骨间膜以及其他前臂组织。此外虽然已有很高水平的证据表明神经肌肉康复对膝关节、踝关节和肩关节不稳定有好处^[34], 但目前还没有关于其对治疗下尺桡关节稳定有效性的研究报告。另外, 虽然已知旋前方肌的浅层束支持前臂活动, 深层束维持前臂稳定^[34], 但包括骨间膜在内的其他前臂肌群对下尺桡关节稳定具体作用也尚不清晰, 虽然有尸体研究表明桡骨前 1/3 骨折术后的软组织损伤而非桡骨短缩是导致下尺桡关节不稳的原因^[35], 但其并未表明具体软组织损伤以及尸体标本本身便存在局限性。因此探讨前臂肌群对下尺桡关节稳定的影响, 制定完善的术后康复计划, 加快患者术后恢复进程, 改善患者术后前臂功能是进一步的研究方向。

参考文献

- [1] Lee SK, Kim KJ, Cha YH, et al. Conservative treatment is sufficient for acute distal radioulnar joint instability with distal radius fracture [J]. *Ann Plast Surg*, 2016, 77(3):297.
- [2] Omokawa S, Iida A, Kawamura K, et al. A biomechanical perspective on distal radioulnar joint instability [J]. *J Wrist Surg*, 2017, 6(2):88-96.
- [3] Gulati A, Wadhwa V, Ashikyan O, et al. Current perspectives in conventional and advanced Imaging of the distal radioulnar joint dysfunction; Review for the musculoskeletal radiologist [J]. *Skeletal Radiol*, 2019, 48(3):331-348.
- [4] Kirchberger MC, Unglaub F, Mühlendorfer-Fodor M, et al. Update TFCC: histology and pathology, classification, examination and diagnostics [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2015, 135(3):427-437.
- [5] Ali S, Kaplan S, Kaufman T, et al. Madelung deformity and Madelung-type deformities: a review of the clinical and radiological characteristics [J]. *Pediatr Radiol*, 2015, 45(12):1856-1863.
- [6] Ghatan AC, Hanel DP. Madelung deformity [J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2013, 21(6):372-382.
- [7] Benito-Sanz S, Thomas NS, Huber C, et al. A novel class of Pseudautosomal region 1 deletions downstream of SHOX is associated

- with Léri-Weill dyschondrosteosis[J]. *Am J Hum Genet*, 2005, 77(4): 533-544.
- [8] Nielsen JB. Madelung's deformity. A follow-up study of 26 cases and a review of the literature[J]. *Acta Orthop Scand*, 1977, 48(4): 379-384.
- [9] 郑军, 洪云飞, 康智, 等. 探讨先天性桡骨远端马德隆畸形的分型和治疗方法[J]. *中华手外科杂志*, 1998, 14(3): 142-143. ZHENG J, HONG YF, KANG Z, et al. To discuss the classification and treatment of congenital distal radius Madelung's deformity[J]. *Zhonghua Shou Wai Ke Za Zhi*, 1998, 14(3): 142-143. Chinese.
- [10] Kozin SH, Zlotolow DA. Madelung deformity[J]. *J Hand Surg Am*, 2015, 40(10): 2090-2098.
- [11] Jebson PL, Blair WF. Bilateral spontaneous extensor tendon ruptures in Madelung's deformity[J]. *J Hand Surg Am*, 1992, 17(2): 277-280.
- [12] Ducloyer P, Leclercq C, Lisfranc R, et al. Spontaneous ruptures of the extensor tendons of the fingers in Madelung's deformity[J]. *J Hand Surg Br*, 1991, 16(3): 329-333.
- [13] Carter PR, Ezaki M. Madelung's deformity. Surgical correction through the anterior approach[J]. *Hand Clin*, 2000, 16(4): 713-721.
- [14] Tolat AR, Sanderson PL, De Smet L, et al. The gymnast's wrist: Acquired positive ulnar variance following chronic epiphyseal injury[J]. *J Hand Surg Br*, 1992, 17(6): 678-681.
- [15] Tolat AR, Stanley JK, Trail IA. A cadaveric study of the anatomy and stability of the distal radioulnar joint in the coronal and transverse planes[J]. *J Hand Surg Br*, 1996, 21(5): 587-594.
- [16] Miura T, Firozabakhsh K, Cheema T, et al. Dynamic effects of joint-leveling procedure on pressure at the distal radioulnar joint[J]. *J Hand Surg Am*, 2005, 30(4): 711-718.
- [17] Hollevoet N, Verdonk R, van Maele G. The influence of articular morphology on non-traumatic degenerative changes of the distal radioulnar joint. A radiographic study[J]. *J Hand Surg Br*, 2006, 31(2): 211-225.
- [18] Bade H, Koebeke J, Schlüter M. Morphology of the articular surfaces of the distal radio-ulnar joint[J]. *Anat Rec*, 1996, 246(3): 410-414.
- [19] 唐根林, 郭曙光, 唐炬, 等. 尺骨短缩术治疗尺骨撞击综合征体会[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2007, 22(7): 575-576. TANG GL, GUO SG, TANG J, et al. Experience of ulnar shortening in the treatment of ulnar impingement syndrome[J]. *Zhongguo Gu Yu Guan Jie Sun Shang Za Zhi*, 2007, 22(7): 575-576. Chinese.
- [20] 刘丁凯. 试论尺骨撞击综合征与桡骨远端骨折手术后遗留腕部功能受限的关系[J]. *当代医药论坛*, 2014, (5): 69-70. LIU DK. Relationship between ulnar impingement syndrome and limited wrist function after surgery for distal radius fracture[J]. *Dang Dai Yi Yao Lun Tan*, 2014, (5): 69-70.
- [21] Iwasaki N, Ishikawa J, Kato H, et al. Factors affecting results of ulnar shortening for ulnar impaction syndrome[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2007, 465(465): 215-219.
- [22] Minami A, Akio H. Ulnar shortening for triangular fibrocartilage complex tears associated with ulnar positive variance[J]. *J Hand Surg Am*, 1998, 23(5): 904-908.
- [23] 瞿玉兴, 蒋涛, 赵洪, 等. 可调式锁定接骨板治疗桡骨远端骨折畸形愈合[J]. *中华骨科杂志*, 2014, 34(7): 717-722. QU YX, JIANG T, ZHAO H, et al. Malunion in distal radius fracture: reconstruction with a special palmar fixed-angle plate[J]. *Zhonghua Gu Ke Za Zhi*, 2014, 34(7): 717-722. Chinese.
- [24] Saito T, Nakamura T, Nagura T, et al. The effects of dorsally angulated distal radius fractures on distal radioulnar joint stability: a biomechanical study[J]. *J Hand Surg Eur Vol*, 2013, 38(7): 739-745.
- [25] Kim JK, Koh YD, Do NH. Should an ulnar styloid fracture be fixed following volar plate fixation of a distal radial fracture[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2010, 92(1): 1-6.
- [26] Chen YX, Zheng X, Shi HF, et al. Will the untreated ulnar styloid fracture influence the outcome of unstable distal radial fracture treated with external fixation when the distal radioulnar joint is stable[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2013, 14: 186.
- [27] Cheng HS, Hung LK, Ho PC, et al. An analysis of causes and treatment outcome of chronic wrist pain after distal radial fractures[J]. *Hand Surg*, 2014, 13(1): 1-10.
- [28] 史定伟, 侯筱魁, 王友, 等. 腕关节镜下治疗桡骨远端关节内骨折[J]. *中华骨科杂志*, 2002, 22(9): 535-539. SHI DW, HOU XK, WANG Y, et al. Arthroscopically assisted treatment of intra-articular fracture of distal end of the radius[J]. *Zhonghua Gu Ke Za Zhi*, 2002, 22(9): 535-539. Chinese.
- [29] Vender MI, Watson HK. Acquired Madelung-like deformity in a gymnast[J]. *J Hand Surg Am*, 1988, 13(1): 19-21.
- [30] 祝斌, 张健, 黄耀鹏, 等. 伸肌支持带转位重建下尺桡关节背侧韧带治疗下尺桡关节背侧不稳[J]. *中华骨科杂志*, 2018, 38(1): 31-37. ZHU B, ZHANG J, HUANG YP, et al. Transposition of extensor retinaculum to reconstruct distal radioulnar joint dorsal ligament for treatment of distal radioulnar joint dorsal instability[J]. *Zhonghua Gu Ke Za Zhi*, 2018, 38(1): 31-37. Chinese.
- [31] 陈彦飞, 赵勇, 田琦, 等. 马德隆畸形 1 例报告并文献回顾[J]. *中国骨伤*, 2017, (10): 90-92. CHEN YF, ZHAO Y, TIAN Q, et al. A case report of Madelung's deformity and literature review[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2017, (10): 90-92. Chinese.
- [32] 赵勇. 桡骨远端骨折中西医结合论治的思考[J]. *中国骨伤*, 2016, 29(1): 1-3. ZHAO Y. Thinking of Chinese and western medicine treatment for distal radius fractures[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2016, 29(1): 1-3. Chinese.
- [33] Wang JP, Huang HK, Fufa D. Radial distraction to stabilize distal radioulnar joint in distal radius fixation[J]. *J Hand Surg Am*, 2018, 43(5): 493.e1-493, e4.
- [34] Mesplé G, Grelet V, Léger O, et al. Rehabilitation of distal radioulnar joint instability[J]. *Hand Surg Rehabil*, 2017, 36(5): 314-321.
- [35] Trehan SK, Gould HP, Meyers KN, et al. The effect of distal radius fracture location on distal radioulnar joint stability: A cadaveric study[J]. *J Hand Surg Am*, 2019, 44(6): 473-479.