

ADDWoR 关节镜下盘复位术盘-髁运动的定量分析

金晨曦^{1,2}, 沈薇^{1,2}, 李娜², 孙建锋², 杨驰³, 郭涇^{1,2}

(1. 浙江中医药大学口腔医学院, 浙江 杭州 310053; 2. 杭州医学院附属宁波口腔医院正畸科, 浙江 宁波 315016;

3. 上海交通大学医学院附属第九人民医院口腔外科, 上海交通大学口腔医学院, 国家口腔医学中心,

国家口腔疾病临床医学研究中心, 上海市口腔医学重点实验室, 上海 200011)

摘要: **目的** 评估不可复性关节盘前移位(anterior disc displacement without reduction, ADDWoR)关节镜下盘复位术(arthroscopic disc repositioning operation, ADRO)后关节盘位置及盘-髁运动特征。**方法** 选取2021年1月至2024年6月宁波口腔医院就诊的以颞下颌关节紊乱病症状体征、或嘴突、下巴后缩或/和偏斜等为主诉的患者108例,并以核磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)作为确定盘髁关系的金标准。经四步筛选,其中,31例(62侧关节)为无关节盘前移位(正常组),由于ADDWoR与可复性关节盘前移位(anterior disc displacement with reduction, ADDWR)盘-髁异质性,48例(83侧ADDWoR关节)并行ADRO(手术组)。术前(A₀组)及术后1(A_{1M}组)、3(A_{3M}组)、6(A_{6M}组)个月随访,测量视觉模拟评分法(visual analogue scale, VAS)疼痛评分、盘髁角、盘-髁动度、冠状位内外侧移位。**结果** ①A₀组VAS疼痛评分高于正常组,且差异有统计学意义($P<0.001$)。A₀组、A_{1M}组、A_{3M}组、A_{6M}组组间VAS疼痛评分差异均有统计学意义($P<0.05$)。②冠状位,正常组罕见关节盘移位,侧移率9.68%;A₀组关节盘不可见。A_{6M}组可见关节盘20/83侧,伴发侧移6/20侧。矢状位,无论闭口还是开口位,正常组盘髁角与A₀组、A_{6M}组差异均有统计学意义($P<0.001$)。开闭口运动正常组与A₀组、A_{6M}组差异均有统计学意义($P<0.001$)。③冠状位,术后各组盘可见数及侧移数均增加。矢状位,盘髁角随时间推移逐渐增大,但增加量减少,A₀组与A_{1M}组、A_{3M}组、A_{6M}组盘髁角差异均有统计学意义($P<0.05$)。术后各组盘-髁动度均逐渐增大($P<0.05$)。④Spearman相关性分析显示,闭口位盘动度与盘手术位呈负相关($r_s=-0.486, P<0.001; r_s=-0.550, P<0.001$)。**结论** ADRO显著改善ADDWoR盘位置(矢状位复位尤佳)及功能,术后疼痛症状缓解。0°~ -30°为有利的过矫正手术位,以促进盘-髁动度最大化。

关键词: 关节镜下盘复位术;不可复性关节盘前移位;盘髁角;盘-髁动度;核磁共振成像

中图分类号:R783.5

文献标志码:A

Quantitative analysis of disc-condyle movement following arthroscopic disc repositioning operation for ADDWoR

JIN Chenxi^{1,2}, SHEN Wei^{1,2}, LI Na², SUN Jianfeng², YANG Chi³, GUO Jing^{1,2}

(1. School of Stomatology, Zhejiang Chinese Medical University, Hangzhou 310053, Zhejiang, China;

2. Department of Orthodontics, Ningbo Stomatology Hospital Affiliated to Hangzhou Medical College, Ningbo 315016, Zhejiang,

China; 3. Department of Oral Surgery, Shanghai Ninth People's Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine;

College of Stomatology, Shanghai Jiao Tong University; National Center for Stomatology; National Clinical Research Center

for Oral Diseases; Shanghai Key Laboratory of Stomatology, Shanghai 200011, China)

Abstract: Objective To assess the location of the disc and the movement characteristics of the disc-condyle following arthroscopic disc repositioning operation (ADRO) for the anterior disc displacement without reduction (ADDWoR).

Methods A total of 108 patients were enrolled in Ningbo Stomatology Hospital during Jan. 2021 and Jun. 2024, who

were with symptoms/signs of temporomandibular disorders (TMD), or protrusive mouth, mandibular retrusion or deviation as the main complaint. Magnetic resonance imaging (MRI) served as the gold standard for determining disc-condyle relationships. Through a four-step screening process, 31 patients (62 joints) without anterior disc displacement were classified as the normal group. Due to disc-condyle heterogeneity between ADDWoR and anterior disc displacement with reduction (ADDWR), 48 patients (83 ADDWoR joints) underwent an ADRO and comprised the surgical group. Assessments were performed preoperatively (group A₀) and at 1 (group A_{1M}), 3 (group A_{3M}), and 6 (group A_{6M}) months postoperatively, measuring visual analogue scale (VAS) pain scores, disc-condyle angle, disc-condyle mobility, and coronal mesial-lateral displacement. **Results** ①The VAS pain score in group A₀ was significantly higher than that in the normal group ($P<0.001$). The differences in VAS pain scores between the groups A₀, A_{1M}, A_{3M}, and A_{6M} were all statistically significant ($P<0.05$). ② In the coronal view, disc displacement was rare in the normal group (lateral shift rate: 9.68%). The discs were invisible in the group A₀. At A_{6M}, the discs were visualized in 20/83 joints, with lateral shift in 6/20 joints. In the sagittal view, significant differences in the disc-condyle angle existed between the normal group and both the groups A₀/A_{6M} during closed-mouth and open-mouth positions. Significant differences in open-close movement were also found between the normal group and the groups A₀/A_{6M} ($P<0.001$). ③ In the coronal view, the number of visualized discs and laterally shifted discs increased progressively across the postoperative groups. Sagittally, the disc-condyle angle gradually increased over time, though the rate of increase decreased. Statistically significant differences were found in the median disc-condyle angle between group A₀ and groups A_{1M}, A_{3M}, and A_{6M} ($P<0.05$). The disc-condyle mobility progressively increased in all postoperative groups ($P<0.05$). ④ Spearman correlation analysis: closed-mouth disc mobility demonstrated a significant negative correlation with the surgical disc position ($r_s = -0.486, P<0.001$; $r_s = -0.550, P<0.001$). **Conclusion** ADRO significantly improved disc position (particularly sagittal reduction) and functional mobility in ADDWoR, concomitant with postoperative pain relief. A surgical disc position between 0° to -30° represents a favorable range for overcorrection to maximize postoperative disc-condyle mobility. **Key words:** Arthroscopic disc repositioning operation; Anterior disc displacement without reduction; Disc-condyle angle; Disc-condyle mobility; Magnetic resonance imaging

颞下颌关节(temporomandibular joint, TMJ)是执行咀嚼、语言等功能的关键复杂关节^[1-2],易发生关节盘前移位(anterior disc displacement, ADD),发病率达18%~25%^[3-4],且呈年轻化趋势^[5-6]。ADD不仅引发疼痛及功能障碍,更会破坏青少年髁突生长中心,抑制下颌骨发育,导致下颌后缩、面部偏斜及Ⅱ类错颌畸形^[7-10]。研究表明,青少年骨性Ⅱ类错颌中ADD比例(78%)显著高于Ⅰ类(61%)与Ⅲ类(67%)^[11],进一步支持ADD与颌面畸形的双向作用机制。早期干预对阻断关节退变、促进颌面部正常发育至关重要。

20世纪90年代,McCain等^[12]首次报道关节镜下盘复位缝合术,以关节盘位置、厚度、关节间隙为评价指标,成功率81.8%,但样本量有限,仅包括8例受试者(11侧关节)。有研究者对639例患者(764侧关节)进行手术,观察术后关节盘矢状位位置变化,结果表明,98.56%(753/764)的关节复位成功^[13]。然而,既往关于关节镜手术评价术后疗效的研究多侧重于静态结构,缺乏对照组及动态功能评估,忽视术后盘-髁协同运动与咬合适应性改变的机制。

传统静态核磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)作为ADD诊断金标准,无法动态反映盘-髁复合体功能运动中的三维构型变化。单纯矢状位诊断存在局限:三维重建显示25%~33%的ADD患者伴冠状位位移分量^[14-15]。Brooks等^[16]通过158例多平面MRI分析证实,矢状位初筛的冠状位移位假阳性率达38%(24/63),经冠状位验证后修正率达25%(6/24),提示单一平面诊断偏差。此偏差源于盘-髁复合体的多自由度位移特性(前向、外侧、内侧及混合模式)^[14],而现有研究89%聚焦矢状位位移机制^[17-19],仅6.7%涉及冠状位诊断价值^[19]。针对上述局限,本研究引入动态MRI^[20-21]:①动态量化开闭口周期盘髁角变化及时序性动度,揭示术后渐进复位规律;②融合矢状位与冠状位的双平面诊断,避免单平面偏差。

本研究基于高分辨率MRI影像组学特征,创新性地融合矢状位与冠状位多维度分析,通过定量测量不可复性关节盘前移位(anterior disc displacement without reduction, ADDWoR)关节镜下盘复位术(arthroscopic disc repositioning operation, ADRO)后盘-髁位置及运动轨迹特征,结合临床症状,探究

ADRO 术后疗效及盘手术位对盘-髁动度的影响。

1 资料与方法

1.1 临床资料

1.1.1 研究对象

本研究为回顾性队列研究。选取 2021 年 1 月至 2024 年 6 月宁波口腔医院就诊的以颞下颌关节紊乱病症状体征、或嘴突、下巴后缩或/和偏斜等为主诉的患者 108 例,其中男 22 例,女 86 例,7~35 岁,中位年龄 17.0 岁。经标准化临床检查及 MRI 确诊,31 例为无关节盘移位,77 例伴有不同程度的关节盘移位,其中双侧可复性关节盘前移位(anterior disc displacement with reduction, ADDWR) 14 例;1 侧 ADDWoR,另侧为 ADDWR 23 例;双侧 ADDWoR 40 例。77 例 ADD 患者均转关节外科会诊,最终 53 例接受 ADRO;双侧 ADDWR 3 例(保守治疗或手法复位无法成功且患者意愿手术);1 侧 ADDWoR,另侧 ADDWR 13 例;双侧 ADDWoR 37 例。术前排除 19 例 ADDWR 患者(因盘-髁异质性)。本研究获宁波口腔医院伦理委员会批准(NBKQYY2024LS-027),所有受试者均签署知情同意书。

1.1.2 纳入标准与排除标准

纳入标准:①以颞下颌关节紊乱病症状体征、外院转诊拟关节盘复位术或术后,或主诉嘴突、下巴后缩或/和偏斜等,经临床序列检查,诊断为 ADDWoR;②年龄 30 岁以下;③ADRO 由同一手术医生完成;④在术后 1、3、6 个月进行临床随访,检查如初诊。

排除标准:①严重的内侧或外侧旋转的关节盘移位;②有关节感染、颌骨骨折或可能影响颌骨发育的先天性和全身性疾病病史;③MRI 或 CT 图像质量差;④在术上和术后观察期间接受过正颌外科手术;⑤精神心理障碍;⑥曾因任何其他 TMJ 问题进行过关节手术;⑦资料不全者。

1.1.3 实验分组

正常组 31 例患者(62 侧关节),其中男 10 例(20 侧),女 21 例(42 侧),7~30 岁,中位年龄 18.0 岁。为明确青少年及青年(30 周岁及以下) ADDWoR 的疗效,排除 2 例>30 岁的双侧 ADDWoR 患者以控制年龄混杂因素,最终 48 例(83 侧关节)纳入手术组(A 组),其中男 7 例(13 侧),女 41 例

(70 侧),9~29 岁,中位年龄 16.5 岁。手术组按随访时间分为:术前(A₀组)、术后 1 个月(A_{1M}组)、术后 3 个月(A_{3M}组)、术后 6 个月(A_{6M}组)。

1.2 方法

1.2.1 手术技术

所有 ADRO 均由一名资深外科医生完成。根据年龄与耐受性、手术复杂度采用阶梯式麻醉(局麻或全麻),基于三通道穿刺技术(后外侧灌注通道、前隐窝松解通道、关节结节操作通道)建立关节上腔可视化系统。穿刺定位严格遵循生物力学锚定理论:首针定位于盘后带-双板区过渡带体表投影区(Frankfort 平面下 15 mm),经外耳道前壁微切口(≤ 3 mm)导入器械,于颞弓根部形成锚定点。为抵抗早期功能训练中的剪切力,采用 0 号非吸收缝线(华威)行水平褥式缝合,完成关节盘双锚点固定,构建具有空间向量特性的盘-髁复合体稳定结构^[22]。

1.2.2 MRI 影像获取

所有患者均于术前及术后 1、3、6 个月由宁波口腔医院放射科完成颞下颌关节多模态 MRI 序列采集。采用磁共振成像系统(uMR 586,联影医疗,上海),配备头部线圈,进行扫描:T₁ 加权成像(T₁-weighted, T₁W)扫描参数:重复时间(repetition time, TR) 498 ms,回波时间(echo time, TE) 11.04 ms,视野(field of view, FOV) 13 cm,层厚 3.0 mm。T₂ 加权成像(T₂-weighted, T₂W)扫描参数:TR 3 200 ms,TE 54.6 ms,FOV 13 cm,层厚 3.0 mm。扫描方法:①扫描前排除受试者拍摄干扰因素;②扫描时受试者取仰卧位,采用真空负压垫固定颅颈复合体,通过激光定位系统校准 Frankfort 平面与扫描床平面垂直,确保外耳道中心点与表面线圈等中心点三维空间配准(偏差容限 ± 1 mm);③功能位采集时,闭口位要求维持最大牙尖交错位,开口位要求患者最大程度开口并以可调式医用开口器固定。

1.2.3 测量指标

所有术前及术后 1、3、6 个月 MRI 图像均由同一经验丰富的正畸科医生进行阅片和测量。由同一测量者同一时间重复测量 3 次,在间隔两周后,随机选取 30 侧关节样本重新测量。将两次测量结果用 ICC 组内相关系数进行观察者内部的一致性检验。

视觉模拟评分法(visual analogue scale, VAS)疼痛评分:向患者清晰说明规则“请根据过去 1 周内颞下颌关节区域(耳前区/咀嚼时)的最严重疼痛

程度进行评分”。评估安排在 8:00~17:00 时间段内进行。

盘髌角:于 Auto CAD 2023 上采用 Drace-Enzmann 法^[23]进行测量,经过髌突顶部作一圆,该圆与其前、后和上表面内切,其圆心 O 点即为髌突中心点,D 点为关节盘后带后缘中点,OD 连线为盘-髌中心连线,过 O 点作垂直于眶耳平面的垂线,OD 连线与垂线的夹角即为盘髌角,见图 1。

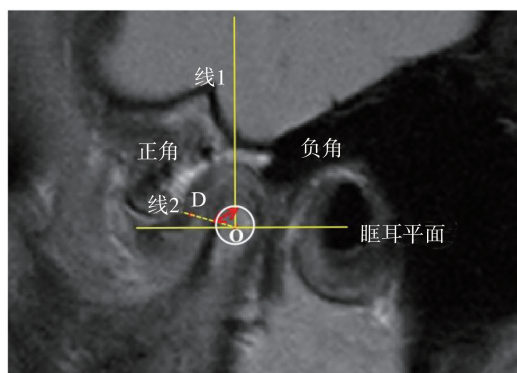


图 1 Drace-Enzmann 法测量盘髌角

Figure 1 Disc-condyle angle measurement by Drace-Enzmann method

盘髌位置测量^[24]:采用 X-Y 坐标测量法,X 轴定义为连接关节结节最下点与外耳道最上点的基准轴线,Y 轴为经关节窝最高点作 X 轴的法平面垂线,两轴交点确立为坐标系原点(O 点)。c 点为髌突中心点,d 点为关节盘后带后缘中点。开闭口位时两坐标值间的距离即为关节盘和髌突动度,见图 2。

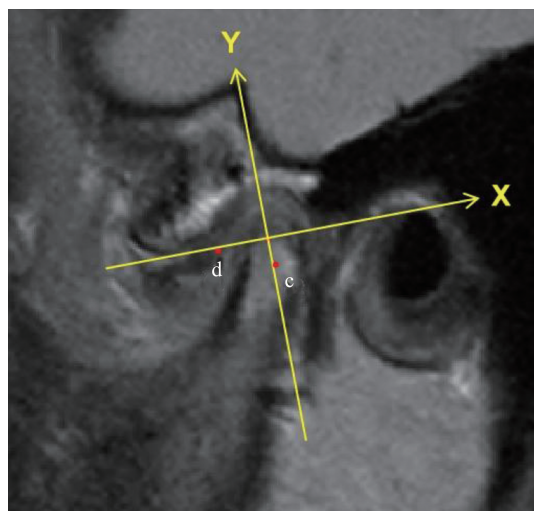


图 2 坐标测量法测量关节盘和髌突位置

Figure 2 Coordinate-based measurement for disc-condyle position

关节盘内外侧移位:基于 Schmitter 等^[25]介绍的方法,线 a 表示连接髌突外极与内极的最大横径

轴线,线 b 为经髌突内外极顶点作线 a 的两侧垂线,线 c 为平行于线 b,经过关节盘内外侧解剖极限点,测得内外侧距离分别为 e(-)、f(-)。正常关节盘位置满足 e(-)或 f(-)值均>0。如一侧移位时,所得 e(-)或 f(-)值为负值。为去除放大率的影响,取值 $e' = e(-)/a$, $f' = f(-)/a$ 。此法用于判断及测量关节盘的内外侧移位情况,见图 3。

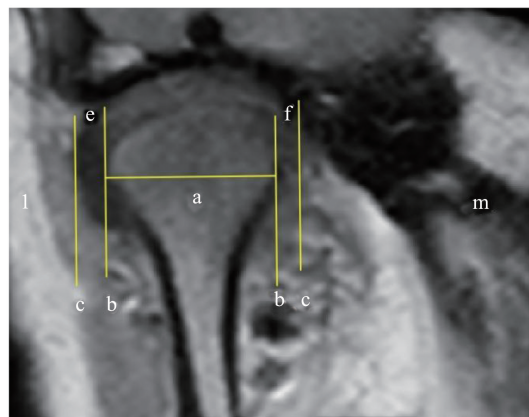


图 3 关节盘内外侧移位测量方法(右侧 TMJ)

l: 外侧; m: 内侧。

Figure 3 Medirolateral disc displacement measurement (Right TMJ)

l: Lateral direction; m: Medial direction.

1.3 统计学处理

采用 SPSS 27.0 统计学软件。分类资料以 $n(\%)$ 表示,采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验比较冠状位内外侧移位比例组间差异。采用 Shapiro-Wilk 检验评估计量资料的正态性分布,若服从正态分布以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用两独立样本 t 检验;非正态分布资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,两组间比较采用 Wilcoxon 秩和检验,采用 Kruskal-Wallis H 检验比较 3 组及以上整体差异,若差异有统计学意义进行两两比较。相关性分析,数据不符合正态分布,采用 Spearman 相关分析。检验水准 $\alpha = 0.05$ (双侧)。

2 结果

2.1 正常组与手术组临床症状对比

Wilcoxon 秩和检验显示,正常组初诊与物理治疗/观察随访的 VAS 疼痛评分中位数为 0(0,1)分,差异无统计学意义($P > 0.05$)。Kruskal-Wallis H 检验结果显示,正常组与 A_0 组、 A_{1M} 组、 A_{3M} 组、 A_{6M} 组的 VAS 疼痛评分不全相同($H = 160.00, P < 0.001$)。两两比较结果显示,正常组与 A_0 组、 A_{1M} 组、 A_{3M} 组、 A_{6M} 组的 VAS 疼痛评分差异均有统计学意义($P < 0.05$), A_0 组 VAS 疼痛评分最高[7(6,8)分],而 A_{1M} 组、 A_{3M} 组和 A_{6M} 组 VAS 疼痛评分随时间推移呈

下降趋势: A_{1M} 组为3(2,5)分、 A_{3M} 组为2(1,2)分、 A_{6M} 组为1(0,1)分。Kruskal-Wallis H 检验结果显示, A_0 组与 A_{1M} 组、 A_{3M} 组、 A_{6M} 组的VAS疼痛评分不全相同($H=141.70, P<0.001$)。两两比较结果显示, A_{1M} 组、 A_{3M} 组、 A_{6M} 组较 A_0 组差异均有统计学意义($P<0.05$); A_{1M} 组与 A_{3M} 组、 A_{6M} 组差异均有统计学意义($P<0.05$), A_{3M} 组与 A_{6M} 组差异有统计学意义($P<0.05$)。

2.2 正常组与 A_0 、 A_{6M} 组盘髁角及其动度对比

2.2.1 冠状位比较

冠状位上,正常组62侧关节盘均可见(100%),其中外侧移位3侧(4.84%)、内侧移位3侧(4.84%),总侧移率9.68%; A_0 组关节盘不可见; A_{6M} 组可见关节盘20/83侧(24.10%),其中外侧移

位1侧(5.00%)、内侧移位5侧(25.00%),在可见关节盘的亚组中,矢状位盘髁角测量值为 $(-30.35 \pm 32.85)^\circ$ 。Fisher精确检验表明,正常组与 A_{6M} 组可见关节盘中的内侧与外侧移位的比例差异无统计学意义($P=0.545$)。

2.2.2 矢状位比较

矢状位测量显示,盘髁角具有良好可重复性($ICC=0.92$)。无论闭口位还是开口位,正常组盘髁角与 A_0 、 A_{6M} 组差异均有统计学意义($P<0.001$),其中 A_{6M} 组 $0^\circ \sim -60^\circ$ 占51.81%(43/83侧)。开闭口运动正常组与 A_0 、 A_{6M} 组差异均有统计学意义($P<0.001$)。 A_0 组盘-髁动度均显著低于正常组,且差异有统计学意义($P<0.001$)。见表1。

表1 3组间矢状位TMJ MRI测量值
Table 1 Sagittal MRI measurements of TMJ structures for three groups

项目	正常组	A_0 组	A_{6M} 组	H	P
盘髁角(闭口位)	$0.00^\circ(-6.25^\circ, 0.00^\circ)$	$74.00^\circ(64.00^\circ, 89.00^\circ)^*$	$-64.00^\circ(-81.00^\circ, -38.00^\circ)^\Delta$	151.80	<0.001
盘髁角(开口位)	$-37.00^\circ(-50.25^\circ, -26.50^\circ)$	$45.00^\circ(16.00^\circ, 58.00^\circ)^*$	$-52.00^\circ(-64.00^\circ, -34.00^\circ)^\Delta$	103.35	<0.001
关节盘开闭口动度/mm	7.35(5.40, 8.85)	4.10(2.20, 6.50)*	3.30(1.60, 4.50) $^\Delta$	49.85	<0.001
髁突开闭口动度/mm	9.10(7.30, 11.30)	5.50(3.70, 7.30)*	2.70(1.70, 5.30) $^\Delta$	70.53	<0.001

* $^\Delta P<0.001$ vs. 正常组。

2.3 术后随时间盘髁角及其动度的变化

2.3.1 冠状位变化

冠状位, A_{1M} 组出现关节盘10侧,侧移3/10侧; A_{3M} 组出现关节盘11侧,侧移2/11侧; A_{6M} 组出现关节盘20侧,侧移6/20侧。 χ^2 检验表明,3组间可见关节盘中的内侧与外侧移位的比例差异无统计学意义($\chi^2=4.518, P=0.104$)。

2.3.2 矢状位变化

矢状位上,无论闭口位还是开口位,盘髁角随时间推移逐渐增大,但增加量减少。Kruskal-Wallis H 检验结果显示, A_0 组与 A_{1M} 组、 A_{3M} 组、 A_{6M} 组的盘髁角不全相同(闭口位 $H=190.70, P<0.001$;开口位 $H=178.00, P<0.001$)。两两比较结果显示, A_0 组与 A_{1M} 组、 A_{3M} 组、 A_{6M} 组的盘髁角差异均有统计学意义

($P<0.05$), A_{1M} 与 A_{3M} 、 A_{6M} 组闭口位盘髁角差异无统计学意义($P>0.05$), A_{1M} 与 A_{3M} 、 A_{6M} 组开口位盘髁角差异有统计学意义($P<0.05$),而 A_{3M} 与 A_{6M} 组开闭口位盘髁角差异无统计学意义($P>0.05$)。盘-髁动度随时间推移逐渐增大,Kruskal-Wallis H 检验结果显示, A_0 组与 A_{1M} 组、 A_{3M} 组、 A_{6M} 组的盘髁动度不全相同(关节盘动度 $H=13.95, P=0.003$;髁突动度 $H=104.81, P<0.001$)。两两比较结果显示, A_0 组与 A_{1M} 组、 A_{3M} 组盘-髁动度差异均有统计学意义($P<0.05$), A_{1M} 组与 A_{3M} 组、 A_{6M} 组盘动度差异均无统计学意义($P>0.05$),髁动度差异均有统计学意义($P<0.05$),而 A_{3M} 组与 A_{6M} 组盘-髁动度差异无统计学意义($P>0.05$),见表2,图4。

表2 关节镜下关节盘复位术前各时间点MRI测量值的变化/ $M(P_{25}, P_{75})$
Table 2 Dynamic changes in MRI measurements before and after arthroscopic disc repositioning

项目	A_0 组	A_{1M} 组	A_{3M} 组	A_{6M} 组	H	P
盘髁角(闭口位)	$74.00^\circ(64.00^\circ, 89.00^\circ)$	$-72.00^\circ(-90.00^\circ, -54.00^\circ)^*$	$-65.00^\circ(-85.00^\circ, -44.00^\circ)^*$	$-64.00^\circ(-81.00^\circ, -38.00^\circ)^*$	190.70	<0.001
盘髁角(开口位)	$45.00^\circ(16.00^\circ, 58.00^\circ)$	$-73.00^\circ(-96.00^\circ, -50.00^\circ)^*$	$-55.00^\circ(-71.00^\circ, -37.00^\circ)^{**}$	$-52.00^\circ(-64.00^\circ, -34.00^\circ)^{**}$	178.00	<0.001
关节盘开闭口动度/mm	4.10(2.20, 6.50)	2.60(1.40, 5.00)*	2.50(1.70, 4.20)*	3.30(1.60, 4.50)	13.95	0.003
髁突开闭口动度/mm	5.50(3.70, 7.30)	1.30(0.90, 2.10)*	2.60(1.50, 3.60) **	2.70(1.70, 5.30) **	104.81	<0.001

* $P<0.05$ vs. A_0 组; ** $P<0.05$ vs. A_{1M} 组; $^\Delta P<0.05$ vs. A_{3M} 组。

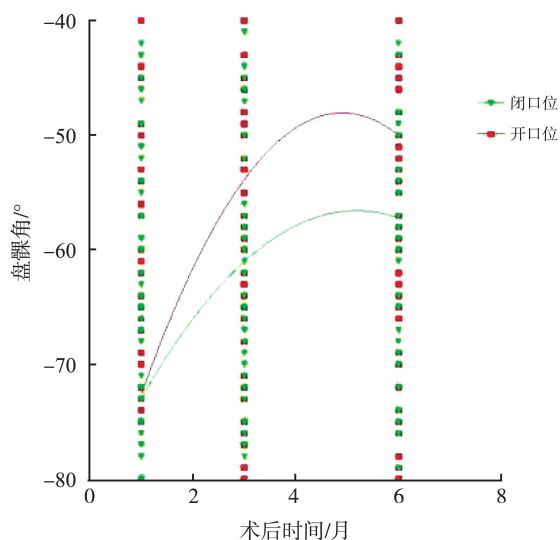


图4 术后不同时间点开闭口位关节盘的变化
Figure 4 Changes in the articular disc position during open and closed-mouth movements at different postoperative time points

2.4 不同手术位术后6个月盘髁角变化

术中关节盘手术位角度在 $0^{\circ} \sim -30^{\circ}$ 范围内, A_{6M} 组闭口位盘髁角为 $-15.50^{\circ} (-26.25^{\circ}, -2.50^{\circ})$,开口位盘髁角为 $-13.50^{\circ} (-59.50^{\circ}, -1.25^{\circ})$ 。在 $-30^{\circ} \sim -60^{\circ}$ 范围内, A_{6M} 组闭口位盘髁角为 $-61.00^{\circ} (-75.00^{\circ}, -32.50^{\circ})$,开口位盘髁角为 $-45.00^{\circ} (-65.00^{\circ}, -29.00^{\circ})$ 。在 $-60^{\circ} \sim -90^{\circ}$ 范围内, A_{6M} 组闭口位盘髁角为 $-67.00^{\circ} (-79.00^{\circ}, -43.00^{\circ})$,开口位盘髁角为 $-53.00^{\circ} (-65.00^{\circ}, -29.00^{\circ})$ 。Kruskal-Wallis H 检验结果显示, $0^{\circ} \sim -30^{\circ}$ 组与 $-30^{\circ} \sim -60^{\circ}$ 组、 $-60^{\circ} \sim -90^{\circ}$ 组的开闭口位盘髁角不全相同(闭口位 $H=8.19, P=0.017$;开口位 $H=3.55, P=0.170$)。两两比较结果显示, $0^{\circ} \sim -30^{\circ}$ 组与 $-30^{\circ} \sim -60^{\circ}$ 组、 $-60^{\circ} \sim -90^{\circ}$ 组闭口位盘髁角均差异有统计学意义($P < 0.05$), $-30^{\circ} \sim -60^{\circ}$ 组与 $-60^{\circ} \sim -90^{\circ}$ 组闭口位盘髁角差异无统计学意义($P > 0.05$)。

2.5 ADDWoR ADRO 后盘手术位与盘动度的相关性分析

将术后1个月至3个月(A_{1M} 至 A_{3M})的盘髁角变化量定义为 A_{1M} 至 A_{3M} 相同状态时的盘动度,术后1个月至6个月(A_{1M} 至 A_{6M})的盘髁角变化量定义为 A_{1M} 至 A_{6M} 相同状态时的盘动度。从术后1个月至3个月、6个月(A_{1M} 至 A_{3M} 、 A_{6M}),Spearman 相关性分析:闭口位盘动度与盘手术位呈负相关($r_s = -0.486, P < 0.001$; $r_s = -0.550, P < 0.001$);开口位盘动度与盘手术位相关性无统计学意义($r_s = -0.214, P = 0.052$; $r_s = -0.145, P = 0.190$)。

3 讨论

ADDWoR 是导致口颌面部疼痛、功能障碍的常见疾病。当前 ADRO 因其微创性和确切疗效,已成为临床重要治疗手段,部分术式(如杨氏术式)报道的解剖复位率高达 98.56%^[13]。然而,现有疗效评价体系存在显著局限,制约了手术技术的精准优化与长期疗效提升:①传统研究多依赖静态影像评估术后盘位置^[12-13],无法捕捉动态功能运动中的盘-髁协同性;②约 25%~33% 的 ADD 患者存在冠状位移分量^[14-15],而单一矢状位评估假阳性率高达 38%^[16];③术后咬合关系适应性改变及生物力学重建机制尚未阐明。针对上述局限,本研究创新性构建盘-髁复合体动态功能评估体系:结合双平面(矢状位+冠状位)动态 MRI 与临床症状量化分析,首次实现 ADDWoR ADRO 后三维功能运动的时序性追踪。

本研究结果显示,ADRO 虽显著改善了 ADDWoR 的矢状位盘位置(术后 6 个月 51.81% 病例盘髁角恢复至生理范围),且疼痛接近正常水平,但手术组盘-髁动度仍显著低于正常组。这种解剖复位与动态功能解离现象提示:线性固位术式虽能矫正解剖关系,但牺牲了韧带的弹性缓冲功能,导致盘-髁动态协调性滞后。其机制可能与双板区弹性模量降低、瘢痕形成及韧带再附着延迟相关^[26-27],未来需探索模拟韧带力学的弹性固位材料,以平衡静态复位与动态需求。

动态 MRI 进一步显示,ADRO 后关节盘冠状位(侧向)移位纠正不足,这可能源于开口运动时髁突的水平滑动,加剧了关节盘侧向偏移,导致术后冠状位稳定性不足。因此后期需结合序列治疗(如咬合板等),以提升颞下颌关节在静、动态下的稳定性,维持良好的盘-髁关系。

本研究结果显示,手术位角度是预后的关键因素:当术中盘复位至 $0^{\circ} \sim -30^{\circ}$ 时,术后盘-髁动度得到最大改善,动态特性几乎接近正常患者,从而能形成最佳、最协调的盘-髁关系,并有望在较短的时间内调整至盘髁生理位。盘髁角为 $-60^{\circ} \sim -90^{\circ}$ 时,关节盘动度减小,术后 6 个月内患者症状缓解、开口度改善,但其盘-髁动度及盘-髁关系的协同性尚未达到健康人的水平。基于此,为定性评估术后关节功能并描述手术后关节盘过矫正的程度,本研究定义

以下情况:当盘髁角为 $0^{\circ}\sim-60^{\circ}$ 时,关节盘位置为有利手术位;盘髁角超过 -60° 时,关节盘位置为真实过矫正位;盘髁角为 $0^{\circ}\sim90^{\circ}$ 时,关节盘位置为依赖咬合板的手术位;盘髁角超过 90° 时,关节盘位置处于复发状态。通过这些定义,本研究能够更准确地评估术后关节盘的位置及其对关节功能的影响,从而为治疗效果的评价提供科学依据。

综上所述,ADRO改善了ADDWoR的盘位置,矢状位复位改善尤为显著。手术矢状位过矫正位置的关节盘随时间推移可逐渐靠近生理位。ADRO后,颞下颌关节紊乱症状也随时间推移不断改善、消失。本研究推荐 $0^{\circ}\sim-30^{\circ}$ 为有利的过矫正手术位。为优化远期疗效,建议术后系统性应用个性化骀板重建咬合并配合肌功能训练,同时未来需着力探索模拟韧带力学的弹性固位材料,以更好地平衡解剖复位与动态功能需求。

参考文献:

- [1] 谷志远. 颞下颌关节盘前移位后相关组织的适应性改建与治疗决策[J]. 中华口腔医学杂志, 2017, 52(3): 148-151.
GU Zhiyuan. Adaptive remodeling of temporomandibular joint following anterior disc displacement and treatment decision making [J]. Chinese Journal of Stomatology, 2017, 52(3): 148-151.
- [2] 韩建辉, 雷杰, 刘木清, 等. 颞下颌关节盘不可复性前移位患者骨关节病表现的锥形束CT观察[J]. 中华口腔医学杂志, 2017, 52(1): 22-26.
HAN Jianhui, LEI Jie, LIU Muqing, et al. The images of osteoarthritis associated with anterior disc displacement without reduction detected by cone-beam CT[J]. Chinese Journal of Stomatology, 2017, 52(1): 22-26.
- [3] Naeije M, Te Veldhuis AH, Te Veldhuis EC, et al. Disc displacement within the human temporomandibular joint: a systematic review of a 'noisy annoyance'[J]. J Oral Rehabil, 2013, 40(2): 139-158.
- [4] Manfredini D, Guarda-Nardini L, Winocur E, et al. Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders: a systematic review of axis I epidemiologic findings [J]. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2011, 112(4): 453-462.
- [5] Valesan LF, Da-Cas CD, Réus JC, et al. Prevalence of temporomandibular joint disorders: a systematic review and meta-analysis[J]. Clin Oral Investig, 2021, 25(2): 441-453.
- [6] Yap AU, Lei J, Park JW, et al. Age distribution of East Asian TMD patients and age-related differences in DC/TMD axis I findings [J]. Cranio, 2024: 1-10. doi: 10.1080/08869634.2024.2316081
- [7] 杨驰. 颞下颌关节盘前移位与髁突骨吸收的关系及联合诊疗模式的探索[J]. 中华口腔医学杂志, 2017, 52(3): 157-160.
YANG Chi. The relationship between temporomandibular joint disc displacement and condylar resorption and the comprehensive treatment protocol [J]. Chinese Journal of Stomatology, 2017, 52(3): 157-161.
- [8] Costello A, Twilt M, Lerman MA, et al. Provider assessment of the temporomandibular joint in juvenile idiopathic arthritis: a retrospective analysis from the CARRA database[J]. Pediatr Rheumatol Online J, 2024, 22(1): 41. doi: 10.1186/s12969-024-00968-2
- [9] Zhang X, Sun J, He D. Review of the studies on the relationship and treatment of anterior disk displacement and dentofacial deformity in adolescents [J]. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol, 2023, 135(4): 470-474.
- [10] Shen P, Bai G, Xie Q, et al. Efficacy of arthroscopic diskopexy on condylar growth in temporomandibular joint anterior disk displacement: a randomized clinical trial [J]. Plast Reconstr Surg, 2024, 154(3): 544-555.
- [11] 房兵. 骨性II类错骀青少年的颞下颌关节结构异常及其对矫治的影响[J]. 中华口腔医学杂志, 2017, 52(3): 152-156.
FANG Bing. Relationship between the mandibular hypoplasia and temporomandibular joint internal derangement in adolescents with skeletal class II malocclusion [J]. Chinese Journal of Stomatology, 2017, 52(3): 152-156.
- [12] McCain JP, Podrasky AE, Zabiegalski NA. Arthroscopic disc repositioning and suturing: a preliminary report [J]. J Oral Maxillofac Surg, 1992, 50(6): 568-580.
- [13] Zhang SY, Liu XM, Yang C, et al. New arthroscopic disc repositioning and suturing technique for treating internal derangement of the temporomandibular joint: part II: magnetic resonance imaging evaluation [J]. J Oral Maxillofac Surg, 2010, 68(8): 1813-1817.
- [14] Larheim TA, Hol C, Ottersen MK, et al. The role of imaging in the diagnosis of temporomandibular joint pathology [J]. Oral Maxillofac Surg Clin North Am, 2018, 30(3): 239-249.
- [15] Litko-Rola M, Szkutnik J, Różyło-Kalinowska I. The importance of multisection sagittal and coronal magnetic resonance imaging evaluation in the assessment of tem-

- poromandibular joint disc position [J]. *Clin Oral Investig*, 2021, 25(1): 159-168.
- [16] Brooks SL, Westsson PL. Temporomandibular joint: value of coronal MR images [J]. *Radiology*, 1993, 188(2): 317-321.
- [17] Dong M, Sun Q, Yu Q, et al. Determining the optimal magnetic resonance imaging sequences for the efficient diagnosis of temporomandibular joint disorders [J]. *Quant Imaging Med Surg*, 2021, 11(4): 1343-1353.
- [18] Poluha RL, Cunha CO, Bonjardim LR, et al. Temporomandibular joint morphology does not influence the presence of arthralgia in patients with disk displacement with reduction: a magnetic resonance imaging-based study [J]. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*, 2020, 129(2): 149-157.
- [19] Serindere G, Aktuna Belgin C. MRI investigation of TMJ disc and articular eminence morphology in patients with disc displacement [J]. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*, 2021, 122(1): 3-6.
- [20] Schwab RJ. Upper airway imaging [J]. *Clin Chest Med*, 1998, 19(1): 33-54.
- [21] 曹鸿涛, 王美青, 刘满生, 等. 正常人开闭口位颞颌关节盘磁共振影像测量分析 [J]. *华西口腔医学杂志*, 2002, 20(4): 259-261.
CAO Hongtao, WANG Meiqing, LIU Mansheng, et al. Imagine analysis of temporomandibular joints of normal subjects at opening and closing positions with magnetic resonance imaging technique [J]. *West China Journal of Stomatology*, 2002, 20(4): 259-261.
- [22] 陈影. 颞下颌关节镜盘复位固定术的有效性评价 [D]. 上海: 上海交通大学, 2015.
- [23] Drace JE, Enzmann DR. Defining the normal temporomandibular joint: closed, partially open-, and open-mouth MR imaging of asymptomatic subjects [J]. *Radiology*, 1990, 177(1): 67-71.
- [24] 沈灵芝. RW-splint 治疗对颞下颌关节紊乱病患者髁突、关节盘的影响——回顾性临床研究 [D]. 广东: 南方医科大学, 2014.
- [25] Schmitter M, Kress B, Ludwig C, et al. Temporomandibular joint disk position assessed at coronal MR imaging in asymptomatic volunteers [J]. *Radiology*, 2005, 236(2): 559-564.
- [26] Nitzan DW. The process of lubrication impairment and its involvement in temporomandibular joint disc displacement: a theoretical concept [J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2001, 59(1): 36-45.
- [27] Tanaka E, van Eijden T. Biomechanical behavior of the temporomandibular joint disc [J]. *Crit Rev Oral Biol Med*, 2003, 14(2): 138-150.

(编辑:徐苗蓁)