

• 论 著 •



**郭传斌** 北京大学口腔医(学)院院长,主任医师、教授、博士生导师。研究方向及专长为口腔颌面肿瘤诊治及口腔癌转移机制研究、数字外科技术在颅底区肿瘤诊治的应用及颅颌面手术机器人的研发。

主要学术贡献:(1)在国内率先开展头颈癌患者的临床营养学研究课题,主持建立适用于消瘦型营养不良患者的快速、客观、准确的营养评价方法,满足了临床需要,有关研究成果获2001年度北京市科学技术进步奖三等奖;(2)开展各种颈淋巴清扫术在口腔癌治疗的应用及副神经的保留与重建,建立口腔鳞癌颈淋巴结转移动物模型,研究转移机制及转移标志物,成果获2016教育部高等学校自然科学奖二等奖;(3)较大规模开展颅底肿瘤治疗的手术入路及导航手术研究,以降低手术风险,提高颅底肿瘤的手术治疗效果。率先研发颅颌面精确诊疗机器人系

统,研制出两个辅助手术机器人样机,属本专业领域首创。

主持完成国家级课题4项,省部级4项,在研国家级项目1项,省部级1项。迄今共发表论文180篇,其中60篇被SCI收录;获各种科技奖励10次。

兼任中华口腔医学会副会长,中国医师协会口腔医师分会会长,中国抗癌协会头颈外科专业委员会副主任委员,中华口腔医学会口腔医学教育专业委员会主任委员,中华口腔医学会第三届口腔医学设备器材分会主任委员,中华口腔医学会第二届口腔医疗服务分会副主任委员,国务院学位委员会第七届学科评议组成员(召集人),全国医学专业学位研究生教育指导委员会口腔医学分会召集人,国际先进数字技术基金会共同主任等,是《中华口腔医学杂志》等10本学术杂志的副主编和编委,享受国务院特殊津贴,为国家卫生健康委员会有突出贡献的中青年专家。

=====

## 数字化下颌运动记录及咀嚼肌肌电图在下颌骨 肿瘤患者口颌功能评价中的应用

王 晶,陈俊鹏,王 洋,许向亮,郭传斌<sup>△</sup>

(北京大学口腔医学院·口腔医院,口腔颌面外科 国家口腔疾病临床医学研究中心 口腔数字化医疗技术和材料国家工程实验室 口腔数字医学北京市重点实验室,北京 100081)

[摘 要] 目的:将数字化下颌运动记录与肌电图相结合,观察单侧下颌骨体部及升支肿瘤患者术前、术后下颌运动和咀嚼肌功能临床特点,初步探索运动和咀嚼肌功能的相互关系和产生机制。方法:纳入单侧下颌骨体部及升支病变术前患者6例以及下颌骨单侧病变节段性切除及颌骨重建术后患者3例。采用下颌运动记录系统及表面肌电图系统,采集患者下颌边缘运动、咀嚼运动的运动轨迹,同时记录双侧咬肌、颞肌表面肌电图,采集患者静息、最大力咬合时双侧咬肌、颞肌表面肌电图。在数字化虚拟模型上观测运动轨迹,并分析下颌边缘运动的幅度和方向。分析患者健、患侧静息,最大力咬合,双侧咀嚼时的咀嚼肌电活动特点,计算不对称指数、活动指数。结果:术前患者最大开口度均值为(35.20±6.87)mm,3例患者轻度张口受限,所有患者张口轨迹均偏向患侧。侧向运动中患侧运动平均幅度(10.34±1.27)mm,健侧(6.94±2.41)mm,差异有统计学意义。术后患者最大开口度均值为(30.65±17.32)mm,下颌边缘运动特点与术前患者一致。术前患者最大力咬合时,患侧咬肌肌电活动[44.20

基金项目:北京大学临床科学家计划专项(BMU2019LCKCJ009)-中央高校基本科研业务费、北京大学口腔医院青年基金(PKUSS20180202) Supported by the Fundamental Research Funds for the Central Universities: Peking University Clinical Scientist Program (BMU2019LCKCJ009) and Youth Fund of Peking University School and Hospital of Stomatology (PKUSS20180202)

<sup>△</sup> Corresponding author's e-mail, guodazuo@vip.sina.com

网络出版时间:2019-5-10 15:14:27 网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.4691.R.20190509.1412.015.html>

(5.70, 197.90)  $\mu\text{V}$ ]和颞肌的肌电活动中位数[42.15 (22.90, 155.00)  $\mu\text{V}$ ]略低于健侧咬肌[45.60 (7.50, 235.40)  $\mu\text{V}$ ]和健侧颞肌[63.30 (44.10, 126.70)  $\mu\text{V}$ ]咀嚼时未见异常。术后则出现了个性化的改变,部分患者患侧肌电活动减弱,部分患者患侧肌电活动亢进。结论:良、恶性肿瘤及手术均可造成下颌运动和双侧咬肌和颞肌的肌电活动异常。

[关键词] 下颌运动; 肌电图; 头颈部肿瘤; 修复重建; 咀嚼肌

[中图分类号] R782.13 [文献标志码] A [文章编号] 1671-167X(2019)03-0571-08

doi: 10.19723/j.issn.1671-167X.2019.03.029

## Application of digital mandibular movement record and masticatory muscle electromyography in the evaluation of stomatognathic function in patients with mandibular tumor

WANG Jing, CHEN Jun-peng, WANG Yang, XU Xiang-liang, GUO Chuan-bin<sup>△</sup>

(Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Peking University School and Hospital of Stomatology & National Clinical Research Center for Oral Diseases & National Engineering Laboratory for Digital and Material Technology of Stomatology & Beijing Key Laboratory of Digital Stomatology, Beijing 100081, China)

**ABSTRACT Objective:** To study the clinical characteristics of mandibular movement and masticatory muscle function in preoperative and postoperative patients with unilateral mandibular tumors in the region of mandibular body and ramus by combining digital mandibular movement records with electromyography, and to preliminarily explore the relationship and mechanism between movement and masticatory muscle function. **Methods:** Six preoperative patients with tumor in unilateral body and ramus of mandible were included, and three postoperative patients with unilateral segmental resection and reconstruction of mandibular bone were included. The mandibular movement recording system and surface electromyography system were used to collect the movement trajectory of the patients' mandibular marginal movement and chewing movement, and the surface electromyography of bilateral masseter and temporalis was recorded concurrently. The surface electromyography of bilateral masseter and temporalis was collected when the patients were at relaxation and at maximal voluntary clenching (MVC). The motion trajectory was observed on the digital virtual model, and the motion amplitude and direction of mandibular marginal movements were analyzed. The characteristics of masticatory electromyogram (EMG) activity in affected and unaffected sides at relaxation, MVC and bilateral mastication were analyzed, and the asymmetry indexes and activity indexes were calculated. **Results:** The preoperative mean maximum opening of the patients was (35.20 ± 6.87) mm. Three patients had mild mouth opening limitation, and all the patients' mouth opening trajectory was skewed to the affected side. During lateral movements, the mean range of motion of the affected side [(10.34 ± 1.27) mm] and that of the healthy side [(6.94 ± 2.41) mm] were significantly different. The maximum opening of the postoperative patients was (30.65 ± 17.32) mm, and the mandibular marginal movement characteristics were consistent with those of the patients before surgery. During MVC in the preoperative patients, the median EMG activities of the masseter muscle [44.20 (5.70, 197.90)  $\mu\text{V}$ ] and the temporalis muscle [42.15 (22.90, 155.00)  $\mu\text{V}$ ] on the affected side were slightly lower than those of the masseter [45.60 (7.50, 235.40)  $\mu\text{V}$ ] and the temporalis muscle [63.30 (44.10, 126.70)  $\mu\text{V}$ ] on the healthy side. In the postoperative patients, individualized changes occurred. Some patients suffered from weakened electromyographic activity on the affected side, while some other ones showed hyperelectromyographic activity on the affected side. **Conclusion:** Both benign and malignant tumors as well as their surgery can cause abnormal mandibular movements and change of electromyographic activity of bilateral masseter and temporalis muscles.

**KEY WORDS** Mandibular movement; Electromyography; Head and neck tumor; Rehabilitation and reconstruction; Masticatory muscle

下颌良、恶性肿瘤累及下颌骨、髁突,可以造成大范围下颌骨病变,需要手术切除。肿瘤及手术所造成的颌骨缺损,不仅严重影响面部外形,还因累及咀嚼肌群、感觉和运动神经导致下颌运动、咀嚼等生理功能障碍,严重影响患者的生活质量和社会功能。发生在下颌骨的肿瘤尤其是髁突肿瘤患者可有张口受限、下颌偏斜、下颌运动困难、语言和咀嚼障碍、颞下颌关节紊乱等下颌运动功能异常表现<sup>[1-4]</sup>。有47%的颌面部肿瘤患者会出现张口受限(< 35

mm)<sup>[5]</sup>。目前文献报道中,仅累及升支和体部的下颌骨的肿瘤对下颌运动影响尚不明确,文献报道以病例报告为主,测量指标多数仅关注张口度,更细致的测量非常有限。自1989年Hidalgo<sup>[6]</sup>将游离腓骨瓣应用于颌骨缺损的修复重建以来,以腓骨瓣为代表的血管化骨组织瓣已成为下颌骨缺损修复的最主要方法。重建后的患者在总体幸福感、美观、咀嚼吞咽能力等方面,比非重建患者均具有明显优势<sup>[7]</sup>。下颌骨切除重建患者较正常人下颌运动功能下降,

目前研究较少,测量指标主要仍集中于张口度及对颞下颌关节的临床定性描述<sup>[8-10]</sup>,缺少对于下颌运动的精确跟踪记录以及定量指标。颌面肿瘤重建术后患者的最大咬合力及对应的肌电活动均低于正常受试者<sup>[11]</sup>,但目前尚未检索到下颌运动与肌电活动的对应关系的报道,对于肿瘤及术后患者咀嚼肌系统变化对下颌运动功能的影响机制未见研究报道。

对患者开展术前、术后的下颌运动及咀嚼肌功能监测,系统、详尽地评价其功能,了解个体下颌运动特征,将下颌运动功能测量融入到重建手术的术前设计、术中实现和术后康复全过程中,用以指导和评价颌骨肿瘤重建手术改进和治疗效果,这些对下颌肿瘤患者个性化术后康复、生活质量的提高都具有重要的意义。本研究将数字化下颌运动描记与肌电图相结合,建立下颌肿瘤患者术前、术后下颌运动功能及咀嚼肌功能检查的流程方法和监测评价指标,初步总结此类患者的下颌运动和咀嚼肌功能特点,以探索肿瘤及术后患者咀嚼肌系统变化对下颌运动功能的影响机制。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究对象的选取

选取2018年9月至2019年2月在北京大学口腔医院口腔颌面外科就诊患者,纳入标准:(1)下颌骨单侧病变需要节段性切除的患者;(2)下颌骨单侧病变已经节段性切除并行颌骨重建的患者。排除标准:(1)沟通不畅或无法按照指令完成动作者;(2)下颌牙列缺失或多牙松动者;(3)下颌骨病理性骨折者。本研究获得北京大学口腔医院医学伦理委员会的批准(批准号:PKUSSIRB-201942015),所有研究对象均签署知情同意书。

### 1.2 临床资料收集

收集患者资料,包括性别、年龄、诊断、临床检查、CT影像、手术切除范围及修复重建方式。术前患者肿瘤范围指下颌骨受到肿瘤波及的范围,由2位有经验的口腔颌面外科医生独立根据术前CT影像进行评估,受到影响的肌肉根据临床检查及CT影像综合判断。术后患者下颌骨切除范围、受到影响的肌肉均按照手术记录及CT影像确定。

### 1.3 下颌运动及咀嚼肌肌电活动记录

采用Zebris颌运动记录系统(Zebris Medical GmbH公司,德国)采集患者下颌边缘运动、咀嚼运动的运动轨迹,同时记录双侧咬肌、颞肌表面肌电图,采集患者静息(relax)、最大力咬合(maximal voluntary clenching, MVC)时双侧咬肌、颞肌表面肌

电图。

**1.3.1 安装方法** 患者取坐位,将下颌颌叉临时粘接于下嘴唇颊面,以鼻根、双侧耳孔为基准,安装运动记录系统的面弓部分;固定后,将下颌颌叉与下颌记录架相连接;颞肌前份、咬肌中份皮肤去除油脂,将表面电极片固定于对应位置皮肤上,负极固定于远离咀嚼肌的颈前或颈后(图1)。安装完成后,系统将根据头架的安装位置确定初始髁突位置,再根据颌叉固定后的下颌运动来确定髁突及下切牙点的功能位置。

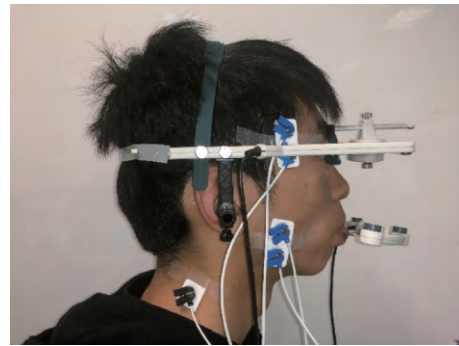


图1 Zebris颌运动记录系统的安装

Figure 1 Installation of Zebris jaw movement record system

**1.3.2 下颌运动及咀嚼肌肌电活动采集流程** 根据文献[12-14]的方法,设计下颌运动及肌电活动的采集流程如下:(1)记录3次最大开口、闭口咬合的全轨迹;(2)记录3次下颌左侧最大边缘运动至恢复正中咬合的全轨迹;(3)记录3次下颌右侧最大边缘运动至恢复正中咬合的全轨迹;(4)记录10次自由空咀嚼的轨迹和肌电活动(0.9 s/次,声音指导);(5)记录10次左侧嚼口香糖的轨迹和肌电活动(0.9 s/次,声音指导);(6)记录10次右侧嚼口香糖的轨迹和肌电活动(0.9 s/次,声音指导);(7)记录静息肌电活动和持续最大力咬合5 s的肌电活动。

### 1.3.3 下颌运动坐标系的建立和虚拟可视化模型

以正中关系位下颌切牙点为坐标系原点, $X$ 轴平行于左右髁突连线, $Y$ 轴垂直于双侧髁突与鼻根点所组成的平面, $Z$ 轴经过原点垂直于 $X$ 轴和 $Y$ 轴形成的平面。下颌运动轨迹带入虚拟可视化模型(Zebris Medical GmbH公司,德国),观察下颌运动趋势和特点。如图2所示,该模型可以调整观察方向,在正视图、侧视图、顶视图几个不同方向动态观测下颌边缘运动、咀嚼运动,并可以动态观测双侧髁突的三维运动。

### 1.4 下颌运动数据和肌电活动数据分析

下颌运动轨迹数据采用文献[12-15]的方法

进行分析及计算。测量下颌边缘运动时的下切牙点的运动幅度及偏斜方向。表面肌电活动数据仅测量双侧咬肌和颞肌在静息、最大力咬合、咀嚼食物运动时的平均电压。根据静息、最大力咬合状态时的表面肌电活动平均电压计算出不对称指数以及活动指数,计算公式为:总不对称指数=(健侧咬肌+健侧颞肌-患侧咬肌-患侧颞肌)/(健侧咬肌+健侧颞肌+患侧咬肌+患侧颞肌),其正值越大代表健侧肌肉相对患侧肌肉越强;咬肌不对称指数=(健侧咬肌-患侧咬肌)/(健侧咬肌+患侧咬肌),其正值越大代表健侧咬肌越强;颞肌的不对称指数与咬肌计算方法及含义一致;活动指数=(健侧咬肌+患侧咬肌-健侧颞肌-患侧颞肌)/(健侧咬肌+患侧咬肌+健侧颞肌+患侧颞肌),其正值越大代表咬肌相对颞肌越强。

### 1.5 统计学分析

采用 Microsoft office Excel 软件进行实验数据的录入和管理,SPSS 22.0 软件进行统计分析。术前患者计量资料中符合正态分布总体的数据采用配对 t 检验,不符合正态分布总体的数据采用非参数检验。术后患者样本量过小,未采用统计推断分析。

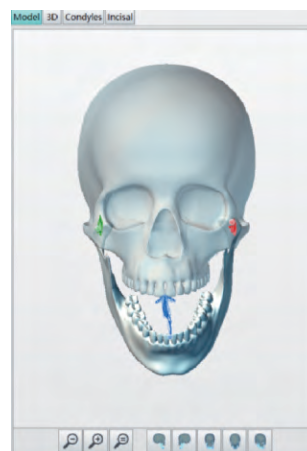


图 2 下颌运动虚拟可视化模型

Figure 2 The virtual visualization model of mandibular movement

## 2 结果

### 2.1 患者临床资料

本研究纳入 9 例临床病例,其中男性患者 4 例,女性患者 5 例;良性病变 7 例,恶性病变 2 例;重建术前 6 例,重建术后 3 例。所有肿瘤位于下颌骨体部及升支,并未累及髁突。恶性病变均为牙龈癌侵犯局部骨质,并未大范围累及颊部、咬肌区、翼下颌区。表 1、2 列出了所有患者临床资料。

表 1 下颌肿瘤患者术前临床资料

Table 1 Demographic data of preoperative mandibular tumor patients

No.	Gender	Age/years	Diagnosis	Benign/malignant	Tumor range	Muscle involved
1	F	64	Gingival SCC	M	Right second premolar to middle ramus	Part of temporalis and medial pterygoid
2	F	18	Right mandibular fibrosis	B	Right second premolar to middle ramus	None
3	F	57	AME	B	Right first molar to upper ramus	Part of temporalis
4	F	73	Gingival SCC	M	Left first premolar to middle ramus	Part of masseter and temporalis
5	M	55	AME	B	Right first molar to sigmoid notch	Part of masseter and temporalis
6	F	22	AME	B	Right first molar to condylar neck	Part of masseter and medial pterygoid

F, female; M, male; SCC, squamous cell carcinoma; AME, ameloblastoma; B, benign; M, malignant.

表 2 下颌肿瘤重建术后患者临床资料

Table 2 Demographic data of reconstructed mandibular tumor patients

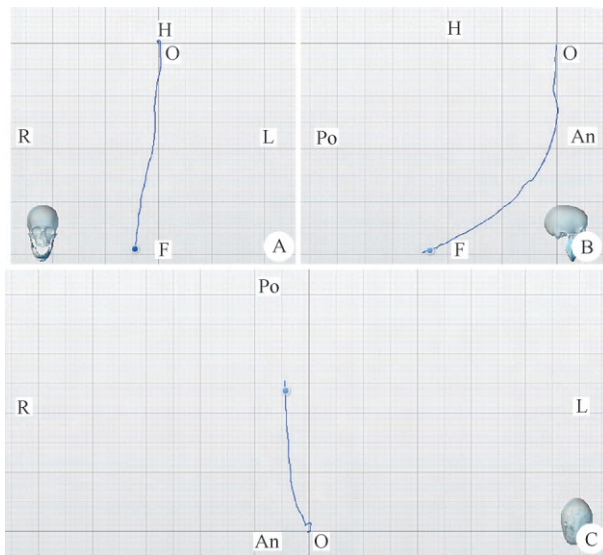
No.	Gender	Age/years	Diagnosis	Postoperation time	Osteotomy range	Muscle involved	Reconstruction method
7	M	24	AME	17 months	Right lateral incisor to right condylar neck	Part of the masseter, temporalis and medial pterygoid, lateral pterygoid	Fibula free flap
8	M	33	AME	9 months	Right central incisor to right mandibular angle	Part of the masseter, medial pterygoid	Iliac crest free flap
9	M	38	AME	10 months	Left canine to left condylar neck	Part of the masseter, temporalis and medial pterygoid	Fibula free flap

M, male; AME, ameloblastoma.



### 2.2 下颌运动特点

2.2.1 开闭口运动特点 术前6位患者最大开口度均值为(35.20 ± 6.87) mm, 3人轻度张口受限, 均为良性肿瘤, 3人正常。所有术前患者张口型均偏向患侧。患者2和6闭口中期有弹响。术后患者最大开口度均值为(30.65 ± 17.32) mm, 患者8张口度只有18.40 mm, 而患者9张口度正常, 达到42.90 mm。同样的, 所有术后患者张口型均偏向患侧。图3显示一例典型术前患者最大张口运动轨迹, 该患者右侧下颌骨肿瘤, 张口轨迹偏向右侧。



A, coronal view; B, sagittal view; C, axial view; H, head; F, foot; R, right; L, left; Po, posterior; An, anterior; O, initiation point.

图3 最大张口运动时的切点运动轨迹

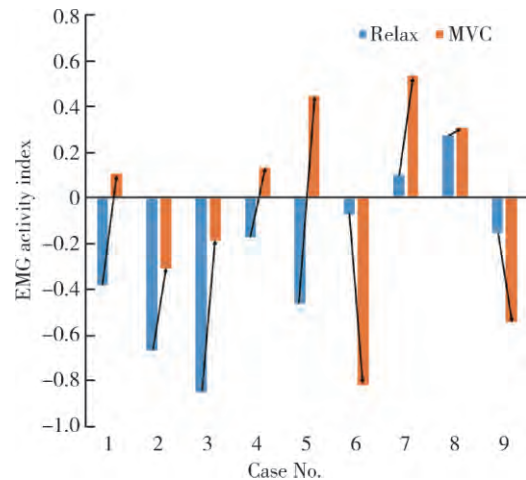
Figure 3 Trajectory of the incisal point during maximum opening

2.2.2 边缘运动特点 术前患者前伸运动平均幅度为(8.35 ± 3.37) mm, 前伸运动除1位患者不规则运动外, 均偏向患侧。侧向运动向患侧运动平均幅度为(10.34 ± 1.27) mm, 向健侧运动平均幅度为(6.94 ± 2.41) mm, 差异有统计学意义(P = 0.08)。术前仅患者5向健侧侧方运动受限明显, 其他患者均无明显侧方运动受限。术后患者前伸运动平均幅度为(9.40 ± 8.87) mm, 前伸运动也偏向患侧。侧方运动向患侧运动平均幅度(7.23 ± 5.90) mm, 向健侧运动平均幅度(5.97 ± 3.29) mm, 也呈现向患侧运动幅度较大的趋势, 因患者数量少, 未做统计检验。术后患者8前伸及侧方运动均明显受限, 患者7和9前伸侧方运动良好。

### 2.3 肌电活动特点

不对称指数结果显示, 术前患者在静息状态下, 除患者5外, 均为患侧肌肉活动高于健侧。最大力咬合状态下, 除患者5, 其余患者患侧咬肌的肌电活

动均低于健侧; 除患者2和4, 其余患者患侧颞肌的肌电活动均低于健侧。总不对称指数在静息和最大力咬合之间差异显著( $t = -2.34, P = 0.07$ ), 静息时不对称指数平均值-0.17, 代表患侧肌电活动高于健侧, 最大力咬合时颞肌不对称指数平均值0.11, 代表患侧肌电活动低于健侧。颞肌不对称指数在静息和最大力咬合之间差异显著( $t = -2.61, P = 0.05$ ), 静息时颞肌不对称指数平均值-0.21, 代表患侧颞肌肌电活动高于健侧, 最大力咬合时颞肌不对称指数平均值0.12, 代表患侧颞肌肌电活动低于健侧。活动指数结果显示, 术前患者静息状态测得的咬肌活动低于颞肌活动, 最大力咬合时, 除患者6外, 余患者活动指数正向改变, 即咬肌活动度增强大于颞肌, 患者6负向改变(图4)。咀嚼时肌电图显示, 患侧和健侧咀嚼时均为工作侧肌电活动高于非工作侧。



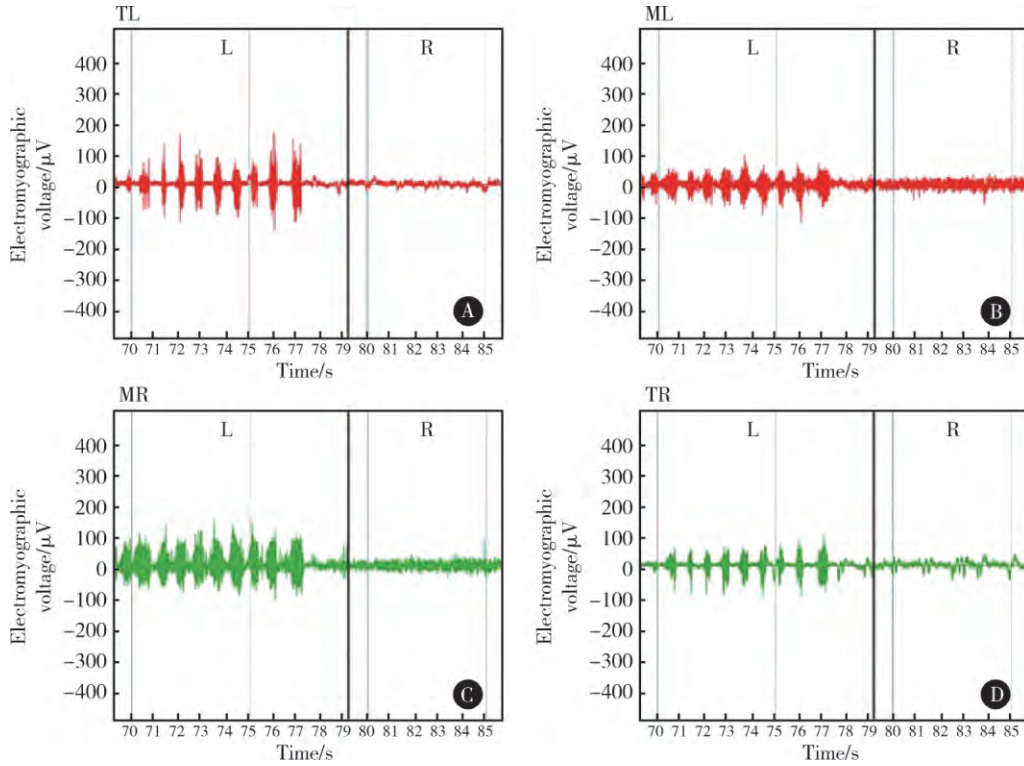
EMG, electromyography; MVC, maximal voluntary clenching.

图4 活动指数在静息和最大力咬合状态下的变化趋势

Figure 4 Activity index change from relax to maximal voluntary clenching

术后患者静息状态下患侧咬肌肌肉活动略低于健侧, 患侧颞肌活动略高于健侧, 但相差均不大。最大力咬合时, 患者7和8健侧电活动高, 咬肌活动高于颞肌; 患者9患侧电活动高, 颞肌活动高于咬肌。咀嚼时肌电图显示, 健侧咀嚼时, 两侧升颌肌群均有主动规律的肌电活动, 工作侧肌电活动并未高于非工作侧, 而在患侧咀嚼(牙龈咀嚼)时, 患者8双侧均无主动规律的肌电活动(图5), 但患者9工作侧颞肌活动高于非工作侧, 咬肌活动双侧一致。

表3显示了术前、术后患者咬肌和颞肌肌电活动的均值, 表4显示了术前、术后患者不对称指数。



Right mandibular bone of the patient was the affected side. A , EMG of TL; B , EMG of ML; C , EMG of MR; D , EMG of TR; TL , left temporalis; ML , left masseter; MR , right masseter; TR , right temporalis; L , chewing on left side; R , chewing on right side; EMG , electromyography.

图 5 术后患者 8 健侧、患侧分别咀嚼口香糖时两侧咬肌及颞肌的肌电图

Figure 5 Electromyography of both masseter muscle and temporalis muscle during chewing gum on the healthy side and the affected side in postoperative patient no. 8

表 3 咀嚼肌肌电活动的数据分析

Table 3 Analysis of electromyogram of masticatory muscles

Muscle and kinetics	Preoperative/ $\mu V$ , median ( min , max)	Postoperative/ $\mu V$ , median ( min , max)
Relax		
UM	3.90 ( 2.30 , 7.60)	8.00 ( 5.60 , 11.00)
AM	4.50 ( 2.00 , 5.70)	5.20 ( 4.90 , 6.00)
UT	8.15 ( 4.10 , 21.80)	5.60 ( 3.20 , 7.80)
AT	9.85 ( 5.80 , 59.20)	5.90 ( 5.90 , 7.00)
MVC		
UM	45.60 ( 7.50 , 235.40)	77.80 ( 53.50 , 95.00)
AM	44.20 ( 5.70 , 197.90)	65.20 ( 13.70 , 103.90)
UT	63.30 ( 44.10 , 126.70)	34.90 ( 28.80 , 165.60)
AT	42.15 ( 22.90 , 155.00)	19.90 ( 13.90 , 371.80)

MVC , maximal voluntary clenching; UM , unaffected masseter; AM , affected masseter; UT , unaffected temporalis; AT , affected temporalis.

### 3 讨论

本研究结果显示 3 例下颌肿瘤患者术前有轻度张口受限 与文献 [5] 报道一致 , 证实下颌体部、升支肿瘤对开口功能有影响。本研究中张口受限患者均为良性肿瘤 , 张口受限并不是肿瘤直接侵犯咀嚼

肌所导致 部分患者如患者 2 可能与升支肿瘤阻挡有关 患者 6 曾行开窗术 翼下颌韧带颞肌附着止点可能受首次开窗术影响。无论肿瘤良、恶性以及肿瘤大小范围 , 术前患者张口型均偏向患侧 , 前伸运动偏向患侧 , 侧向运动患侧运动幅度较健侧大。机制可能与术前患侧长期废用、闭口肌群肌肉力量减弱、

健侧肌群功能亢进、开口肌群牵拉不平衡有关,而这一可能的机制在同时监测的肌电活动中得到了证实,术前患者均有最大力咬合时患侧闭口肌群肌电活动较健侧弱的现象。肌电活动特点中,肿瘤术前患者在静息状态下,患侧肌肉活动较高,但静息时肌电活动弱,数值很小(3~20  $\mu\text{V}$ ),双侧差别并不大,受到表面电极片位置、粘帖牢固程度、距离肌肉的距

离影响,笔者认为不具有显著临床意义。在最大力咬合时,不同患者呈现了不同的咀嚼肌优势特点。患者1、2、3、4、5均为咬肌优势型,最大力咬合时咬肌肌电活动增强较颞肌明显,而患者6为颞肌优势型,提示手术时可以考虑患者咀嚼肌优势,恢复优势肌群与重建后颌骨的附着和咀嚼功能,最大程度获得术后功能恢复。

表4 肌肉活动不对称指数

Table 4 Index table of asymmetric muscle activity

Patients	Total asymmetry index	Masseter asymmetry index	Temporalis asymmetry index	Activity index
Relax				
1	-0.08	-0.04	-0.10	-0.38
2	-0.61	0.14	-0.75	-0.67
3	-0.18	0.07	-0.20	-0.85
4	-0.15	-0.14	-0.16	-0.18
5	0.13	-0.16	0.24	-0.47
6	-0.14	0.07	-0.31	-0.07
7	0.07	0.14	-0.03	0.10
8	0.14	0.38	-0.30	0.27
9	0.05	0.04	0.05	-0.16
MVC				
1	0.15	0.01	0.32	0.11
2	-0.26	0.02	-0.41	-0.31
3	0.32	0.43	0.24	-0.19
4	0.12	0.28	-0.10	0.13
5	-0.12	-0.23	0.17	0.45
6	0.48	0.14	0.51	-0.82
7	0.24	0.19	0.43	0.53
8	0.52	0.70	0.18	0.31
9	-0.37	-0.32	-0.38	-0.55

Positive values of asymmetry indexes indicate higher muscle activity on unaffected side, while negative values indicate higher muscle activity on affected side; positive value of activity index indicates that masseter activity is higher than temporalis activity, while negative value of activity index indicates higher activity on temporalis; MVC, maximal voluntary clenching.

研究中观察到,术后患者的咀嚼肌肌电活动与下颌运动特征并不对应,术后3位患者张口均偏向患侧,患侧侧方运动幅度较大,但患者7、8患侧肌电活动减弱,患者9患侧肌电活动亢进,说明除咀嚼肌本身收缩活动之外,可能还有其他因素影响咀嚼肌对下颌运动的控制,例如咀嚼肌在重建后骨移植体上是否再附着以及附着的位置,进一步研究中应关注咀嚼肌的附着和对下颌运动的控制机制。研究中3名术后患者检查时间均在术后半年以上,软组织愈合及肌肉附着已经完成,由于无口腔内牙列修复体的刺激,咀嚼功能明显减退。健侧咀嚼时,部分患者两侧升颌肌群可以有主动规律的肌电活动,说明

虽然术后咀嚼肌在下颌骨的附着点丧失,咀嚼肌功能仍可保留,但与术前患者的工作侧肌电明显高于非工作侧的状态不同。同时在运动轨迹的观察中也发现,术后患者健侧咀嚼时侧移幅度较小,提示单侧下颌骨切除及重建手术,对健侧咀嚼功能也有影响,而在患侧咀嚼(牙龈咀嚼)时,患者8患侧所有牙齿缺失,向检查者表示无法咀嚼,做患侧咀嚼动作,双侧也没有观察到主动规律的肌电活动。上述术后患者的观测提示,尽管患侧肌电活动存在甚至亢进,术后患者下颌运动仍然存在异常,部分患者咀嚼功能明显受损,患侧完全缺牙患者更为明显,提示术后尽早修复缺失牙的重要性。

数字化的下颌运动记录系统除了能够记录下颌运动轨迹、显示和分析下颌运动特点之外,还能够给出运动全过程的跟踪点坐标,与医学影像相结合,可以进行个性化的数字虚拟建模。本课题组前期研究中,通过光学跟踪的下颌运动装置,结合解剖结构,构建了正常人的髁突功能面三维运动的虚拟模型<sup>[16]</sup>。同时在研究中发现,患者的下颌运动及咀嚼肌活动的个体特征丰富,差异较大,并受到患者颞下颌关节紊乱等疾病的影响,通用模型可能无法适用于所有患者,因此建立患者个性化的模型则更为必要。

本研究初步应用数字化下颌运动记录并同步记录咀嚼肌肌电活动的方法,探索了单侧下颌体部、升支良、恶性肿瘤患者下颌运动、咀嚼活动及咀嚼肌肌电活动的临床特点,结果显示在下颌骨良、恶性肿瘤患者中,无论术前还是术后,均有部分患者存在张口受限,全部患者张口运动均偏向患侧,向患侧方运动幅度较健侧大,提示良、恶性肿瘤及手术均可造成下颌运动的异常。同时测定的双侧咬肌和颞肌的肌电活动,则提示了下颌运动异常的发生机制。术前患者最大咬合状态下,患侧咬肌和颞肌的肌电活动均值略低于健侧,提示了患侧咀嚼肌功能受损,而咀嚼时未见异常,代偿功能良好。术后患者患侧肌电活动可以减弱或亢进,但咀嚼功能受损,提示下颌肿瘤患者骨重建后,咀嚼肌活动与下颌运动存在不一致性,需要进一步研究。本研究中下颌运动记录和同步肌电记录的方法在下颌骨肿瘤患者的术前、术后功能监测中具有一定的意义,能够反映患者的功能预后,并在一定程度上反映患者咀嚼功能减退的机制,可望为功能性修复重建提供方法探索和验证手段。本研究为探索性研究,患者例数较少,在以后的研究中增加患者例数,结合同一患者术前、术后对比,牙列修复后对比以及与正常人的对比,结合患者主观问卷调查,将会更进一步验证本文中的相关机制和结论。将数字化下颌运动记录中的动态运动轨迹数据与静态CT解剖图像相结合,可以建立个性化的虚拟手术设计模型,有望指导功能导向的手术设计和实施,实现更加个性化和精准的功能修复重建。

#### 参考文献

- [1] 袁道英,杨佑成,宋冰. 下颌骨髁状突骨软骨瘤一例报告[J]. 中华肿瘤防治杂志,2007,14(22): 1759-1760.

- [2] Krause I, Eisenstein B, Davidovits M, et al. Maxillo-mandibular brown tumor: a rare complication of chronic renal failure [J]. *Pediatr Nephrol*, 2000, 14(6): 499-501.
- [3] Park SR, chung SM, Lim JY, et al. Giant cell tumor of the mandible [J]. *Clin Exp Otorhinolaryngol*, 2012, 5(1): 49-52.
- [4] 徐保华,史宗道. 下颌髁突原发肿瘤:附12例报告[J]. 实用口腔医学杂志,2001,17(3): 249-250.
- [5] Marunick MT, Mathog RH. Mastication in patients treated for head and neck cancer: a pilot study. [J]. *J Prosthet Dent*, 1990, 63(5): 566-573.
- [6] Hidalgo DA. Fibula free flap: a new method of mandible reconstruction [J]. *Plast Reconstr Surg*, 1989, 84(1): 71-79.
- [7] Urken ML, Buchbinder D, Weinberg H, et al. Functional evaluation following microvascular oromandibular reconstruction of the oral cancer patient: a comparative study of reconstructed and non-reconstructed patients [J]. *Laryngoscope*, 1991, 101(9): 935-950.
- [8] Lee R, Slevin N, Musgrove B, et al. Prediction of post-treatment trismus in head and neck cancer patients [J]. *Br J Oral Maxillofac Surg*, 2012, 50(4): 328-332.
- [9] Kreeft AM, Krap M, Wismeijer D, et al. Oral function after maxillectomy and reconstruction with an obturator [J]. *Int J Oral Max Surg*, 2012, 41(11): 1387-1392.
- [10] Akashi M, Shibuya Y, Takahashi S, et al. Four-dimensional computed tomography evaluation of jaw movement following mandibular reconstruction: a pilot study [J]. *J Cranio Maxill Surg*, 2016, 44(5): 637-641.
- [11] Haraguchi M, Mukohyama H, Reisberg DJ, et al. Electromyographic activity of masticatory muscles and mandibular movement during function in marginal mandibulectomy patients [J]. *J Med Dent Sci*, 2003, 50(4): 257-264.
- [12] Yen CI, Chou PY, Chen CH, et al. Kinematic, kinetic and surface electromyography analysis following zygomatic fracture reconstruction [J]. *J Med Biol Eng*, 2017, 37(4): 468-473.
- [13] Ishida S, Shibuya Y, Kobayashi M, et al. Assessing stomatognathic performance after mandibulectomy according to the method of mandibular reconstruction [J]. *Int J Oral Max Surg*, 2015, 44(8): 948-955.
- [14] 樊英显,孙宏晨,徐勇忠. 颞下颌关节紊乱综合征患者咀嚼肌肌电分析[J]. 口腔医学研究,1994(3): 149-150.
- [15] Campillo B, Martín C, Palma JC, et al. Electromyographic activity of the jaw muscles and mandibular kinematics in young adults with theoretically ideal dental occlusion: reference values [J]. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 2017, 22(3): e383-e391.
- [16] 黄超,许向亮,孙玉春,等. 下颌髁突功能面三维运动轨迹的初步推算和模拟[J]. 中华口腔医学杂志,2018,53(10): 669-673.

(2019-03-18 收稿)

(本文编辑:刘淑萍)