

· 口腔医学研究 ·

无牙颌种植固定重建修复术后咀嚼肌电评价研究

李 北^{1,2}, 褚壮壮^{1,2}, 于林凤², 周薇娜², 钱 敏³, 汤春波^{1,2*}

¹南京医科大学口腔疾病研究江苏省重点实验室, 南京医科大学附属口腔医院种植科; ²南京医科大学口腔医学院口颌面疼痛与颞下颌关节病研究中心; ³南京医科大学附属口腔医院修复科, 江苏 南京 210029

[摘要] 目的:利用表面肌电图分析天然牙列、全颌种植固定修复以及全口义齿患者的咀嚼肌肌电活动特征。方法:测量并记录实验对象的双侧咬肌(masseter muscle, MM)、颞肌(temporal muscle, TA)在下颌姿势位、最大自主紧咬、习惯性咀嚼时的肌电值,并利用获得的连续肌电值的平均值进行标准化,计算咀嚼肌的不对称指数(asymmetry index, As)、活动指数(activity index, Ac)、转矩指数(torque coefficient, Tc),并比较天然牙组、种植组以及全口义齿组之间的指标差异。结果:在下颌姿势位时,3组组间颞肌、咬肌肌电值存在显著差异($P < 0.05$)。其中种植组的左侧咬肌活性与天然牙列相似均显著低于全口义齿组($P < 0.05$),而全口义齿组的左侧颞肌、右侧咬肌则分别于天然牙列组及种植组对应的咀嚼肌存在显著差异($P < 0.05$),并且其下颌转动趋势显著高于种植组与天然牙组($Tc: P < 0.05$)。在最大自主紧咬以及咀嚼运动中,3组均表现出对称的咀嚼肌活动,种植组表现出与天然牙列相似的咀嚼运动模式即 $TA > MM (Ac < 0)$ 。在咀嚼不同质地食物时,种植组与天然牙组咀嚼肌肌电值增加显著($P < 0.05$),但3组组间肌电变化值无显著差异。结论:无牙颌种植固定重建患者咀嚼运动模式以及协调性与天然牙列相似,可作为良好的修复功能重建方式。

[关键词] 无牙颌;种植固定修复;表面肌电图;咀嚼功能评价

[中图分类号] R783.3

[文献标志码] A

[文章编号] 1007-4368(2019)12-1849-04

doi: 10.7655/NYDXBNS20191235

随着种植技术及材料的发展,无牙颌种植固定修复类似天然牙的咀嚼效果稳定、舒适,增强患者的自信并满足了患者的心理需求,逐渐成为牙列缺失患者的优选方案,但是随之而来的并发症也逐渐凸显。Papaspyridakos等^[1]报道10年内无任何修复并发症的仅有8.6%,无牙颌种植固定修复机械并发症的5年发生率为33.3%,10年达到66.6%。

文献表明对于成年人的咬合修复,咀嚼肌的功能具有持久的惯性运动特征,修复后形态与咀嚼肌的功能运动不协调更容易导致修复的并发症产生、咀嚼肌的失代偿甚至慢性疼痛^[2]。表面肌电图(surface electromyography, sEMG)无痛、无创、可重复性高,广泛应用于功能重建后的评价研究^[3-4]。因此本研究拟采用表面肌电图法探究本研究中心种植固定重建修复术后患者咀嚼肌电的特征并评估在不同功能状态下的神经肌肉协调情况。

[基金项目] 国家自然科学基金(81470778);南京市科技发展计划项目(201605011);东南大学-南京医科大学合作研究项目(2242018K3DN03)

*通信作者(Corresponding author), E-mail: cbtang@njmu.edu.cn

1 对象和方法

1.1 对象

对照组纳入标准:①面部对称,身体健康;②牙列完整,磨牙关系中性,前牙覆合覆盖正常;③无颞下颌关节紊乱症状、体征及病史;④否认磨牙症以及无明显的偏侧咀嚼习惯。实验组纳入标准:①完成修复至少6个月;②定期随访进行口腔维护;③口内无明显活动性病变如种植体周围黏膜红肿、溢脓、种植体松动等;④无颞下颌关节功能紊乱及磨牙症体征及主诉。本研究经本院伦理委员会批准,并经患者知情同意。

排除标准:①口颌面部疼痛、颞下颌关节紊乱综合征者;②牙齿松动或牙列缺损未行修复者;③注射过影响肌肉活性药物者;④系统性疾病可能影响肌肉收缩或者无法正确理解指令者。

根据上述标准纳入研究对象,天然牙列组:15例(男7例,女8例),平均年龄(54.0 ± 10.8)岁;全口义齿组:9例(男5例,女4例),平均年龄(67.7 ± 5.9)岁;种植组:全颌种植固定修复15例(男13例,女2例),

平均年龄(63.7±10.5)岁。

本研究采用美国 Myotronics-Noromed 的牙科学神经肌肉分析系统(K7系统),设置成四通道进行咀嚼肌肌电图记录和分析。材料选用双极表面电极,参考电极,10 mm厚医用棉卷、体积相似的圆形山楂球和日本豆。

1.2 方法

在安静的房间内,受试对象放松、端坐,使用75%酒精擦拭皮肤进行脱脂干燥,顺着肌纤维方向将双极电极片贴于患者左右侧咬肌中部、颞肌前束表面,将参考电极贴于颈部皮肤表面,电极贴放位置参考图1,并指导患者完成下颌功能运动:①下颌姿势位;②最大自主紧咬状态:包括在自然牙列或修复体以及10 mm厚的棉卷上;③咀嚼运动:咀嚼山楂(软物)和日本豆(硬物)。记录15 s肌电值。所有测试均由同一个操作者完成,每例患者至少重复测量3次并记录稳定波形数据取其均值,每次实验间隔2~3 min防止肌肉疲劳。

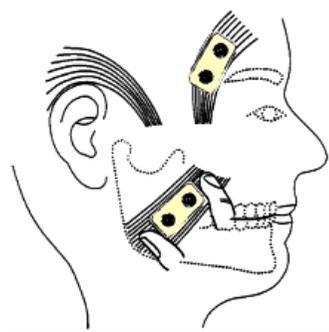


图1 电极位置

利用K7评价系统及其配套分析软件进行肌电信号的处理和分析,获得连续肌电值的平均值,利用获得的肌电均值进行标准化并计算功能运动协调指数。

①不对称指数(asymmetry index, As)。颞肌不对称指数(asymmetry index of temporalis muscle, As-TA),咬肌不对称指数(asymmetry index of masseter muscle, As-MM),左侧颞肌(left temporalis muscle, LTA),右侧颞肌(right temporalis muscle, RTA),左侧咬肌(left masseter muscle, LMM),右侧咬肌(right masseter muscle, RMM),绝对值(absolute, Abs)。

$As - TA = \text{Abs} \left(\frac{LTA - RTA}{LTA + RTA} \right) \times 100\%$;

$As - MM = \text{Abs} \left(\frac{LMM - RMM}{LMM + RMM} \right) \times 100\%$

②活动指数(activity index, Ac)。Ac=(LMM+

RMM)-(LTA+RTA))/(LTA+RTA+LMM+RMM)×100%

③下颌转矩指数(torque coefficient, Tc)。Tc=Abs((RTA+LMM)-(LTA+RMM))/(LTA+RTA+LMM+RMM)×100%

1.3 统计学方法

采用SPSS 23.0软件包进行统计学分析,在MPP、MVC、习惯性咀嚼状态下,3组的连续标准化肌电值、肌电变化值、As-TA、As-MM、Ac以及Tc进行非参数检验(Kruskal-Wallis test),并对组间有统计学差异的进行两两比较(pairwise comparison),组内不同状态下采用配对T检验,P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 下颌姿势位肌电特征

在下颌姿势位时,3组Ac均为负值,即TA>MM,说明在维持下颌姿势位时颞肌前束更占优势。K-S检验可见3组组间颞肌、咬肌肌电值均存在显著差异(P<0.05),其中种植组的LMM活性与天然牙列相似均显著低于全口义齿组(P<0.05),而全口义齿组的LTA、RMM则分别与天然牙列组及种植组咀嚼肌存在显著差异(P<0.05,表1、2)。

2.2 最大自主紧咬状态下肌电特征

在最大自主紧咬状态下,不同于全口义齿,种植组表现出与天然牙列相似的咀嚼收缩活动,即TA>MM(Ac<0,P<0.05)。从下颌姿势位至最大自主紧咬时As-MM、Ac以及Tc减小,表明咀嚼肌稳定性以及协调性增加(表1、2)。

2.3 习惯性咀嚼运动状态下肌电特征

在咀嚼运动状态下,种植组显示出与天然牙列相似的收缩模式,即TA>MM。3组咬肌、颞肌均表现出对称的收缩活动,咀嚼肌对称指数组间无显著差异。配对t检验结果天然牙组及种植组在咀嚼硬物时咀嚼肌肌电活性显著大于咀嚼软物(P<0.05),而全口义齿组内肌电值无统计学差异,三组组间肌电变化值之间无显著差异(表3)。

3 讨论

All-on-Four技术的广泛应用简化了无牙颌固定修复的流程、实现即刻负载,取得了理想的效果^[5-6]。表面肌电图作评估修复术后咀嚼肌功能已被广泛应用,并且表现了良好的可重性^[7]。本研究通过记录实验仪器输出的连续肌电均值,并采用棉卷紧咬

对肌电值进行标准化处理以避免个体差异性以及技术因素对结果造成影响^[8]。

在下颌姿势位时,Ac均为负值,说明颞肌前束在维持下颌姿势的中更占优势,并且与天然牙列相比,修复重建患者的颞肌肌电活性更高。有研究表明口颌系统平衡的任何改变都可能引起肌肉张力的变化,颞肌的张力变化更为明显^[9],但在本研究结果显示单侧颞肌肌电均值小于均2 μv,属于正常范围。

相比于下颌姿势位,在最大自主紧咬下,随着咬合接触点数目、面积的增加,双侧肌肉收缩同步,肌肉的不对称指数减小,Ac趋向于0,Tc值降低,下颌趋向稳定。本研究中种植组与天然牙列组在最大紧咬以及咀嚼食物运动中均显示出相似的运动模式,即颞肌前束标准化肌电活性大于咬肌,与Del-lavia等^[10]结果一致。相反 Rossi等^[11]通过对比All-on-4全颌种植固定义齿修复、天然牙列以及传统义

表1 在MPP,MVC,咀嚼山楂以及日本豆状态下3组的双侧颞肌、咬肌标准化肌电值(MPP状态下是原始肌电值)
($\bar{x} \pm s$)

	肌肉类型	天然牙列组(n=15)	种植组(n=15)	全口义齿组(n=9)
MPP(μv)	LTA	0.9 ± 0.4*	1.3 ± 0.7*	1.6 ± 0.4
	RTA	0.9 ± 0.6	1.5 ± 1.8	1.7 ± 1.0
	LMM	0.7 ± 0.2*	0.8 ± 0.6*	2.0 ± 1.1
	RMM	0.7 ± 0.4*	0.5 ± 0.5*	1.4 ± 0.8
MVC(%)	LTA	95.2 ± 37.0	89.9 ± 23.4	76.6 ± 21.8
	RTA	89.9 ± 23.4	85.7 ± 39.3	84.8 ± 11.9
	LMM	82.5 ± 33.9	71.7 ± 30.1	87.4 ± 11.2
	RMM	70.4 ± 33.9	79.7 ± 32.5	85.9 ± 10.1
山楂(%)	LTA	46.9 ± 24.2	53.9 ± 29.4	54.5 ± 24.3
	RTA	54.1 ± 24.9	49.9 ± 25.9	37.3 ± 9.8
	LMM	43.0 ± 36.0	51.5 ± 31.8	57.0 ± 19.6
	RMM	45.1 ± 28.6	48.0 ± 20.7	52.8 ± 20.3
日本豆(%)	LTA	52.7 ± 22.9	64.8 ± 38.9	71.8 ± 98.55
	RTA	59.5 ± 21.5	51.8 ± 35.8	45.3 ± 107.94
	LMM	47.9 ± 40	58.8 ± 32.3	63.2 ± 52.96
	RMM	46.0 ± 22.3	55.2 ± 28.3	52.7 ± 64.68

MPP:下颌姿势位;MVC:最大自主紧咬。与全口义齿组比较,*P<0.05。

表2 在MPP,MVC,咀嚼山楂以及日本豆状态下,3组的颞肌、咬肌不对称指数,活动指数以及下颌转矩指数(% , $\bar{x} \pm s$)

	项目	天然牙列组(n=15)	种植组(n=15)	全口义齿组(n=9)
MPP(%)	As-TA	7.7 ± 6.7	11.1 ± 21.4	16.4 ± 16.6
	As-MM	11.5 ± 12.6	23.6 ± 19.6	18.4 ± 9.9
	Ac	-9.1 ± 13.6	-24.32 ± 30.6	-3.2 ± 28.9
	Tc	9.2 ± 7.5	12.6 ± 19.1	12.3 ± 14.2
MVC(%)	As-TA	5.7 ± 2.1	7.0 ± 18.7	14.6 ± 22
	As-MM	5.5 ± 2.8	8.8 ± 27.2	6.5 ± 8.0
	Ac	-6.3 ± 9.4*	-2.1 ± 18.4*	3.8 ± 3.0
	Tc	4.4 ± 2.5	5.1 ± 17.8	8.7 ± 13.0
山楂(%)	As-TA	6.1 ± 4.4	10.1 ± 6.5	17.2 ± 22
	As-MM	9.4 ± 8.5	13.3 ± 11.9	12.0 ± 9.6
	Ac	-1.4 ± 8.3*	-1.3 ± 13.7*	10.5 ± 15.7
	Tc	5.2 ± 6.9	4.4 ± 7.4	6.3 ± 8.8
日本豆(%)	As-TA	4.9 ± 3.2	11.1 ± 7.5	12.3 ± 11.4
	As-MM	7.6 ± 8.0	5.5 ± 11.4	16.5 ± 27
	Ac	-4.0 ± 8.2	-1.3 ± 14.9	1.1 ± 36
	Tc	5.3 ± 4.9	7.4 ± 6.6	3.5 ± 3

MPP:下颌姿势位;MVC:最大自主紧咬。与全口义齿组比较,*P<0.05。

表3 咀嚼山楂以及日本豆时配对t检验结果

肌肉名称	$(t, \bar{x} \pm s)$		
	天然牙列组 (n=15)	种植组 (n=15)	全口义齿组 (n=9)
LTA	13.6 ± 12.1 [*]	19.8 ± 25.6 [*]	16.5 ± 12.8
RTA	21.4 ± 27.0 [*]	17.2 ± 18.8 [*]	14.4 ± 20.0
LMM	26.3 ± 33.7 [*]	18.9 ± 22.3 [*]	12.0 ± 9.0
RMM	12.6 ± 16.7 [*]	16.4 ± 16.6 [*]	13.2 ± 16.9

* $P < 0.05$ 。

齿在不同功能运动状态下标准化肌电均值,结果表明种植患者的与天然牙列者的咀嚼收缩模式相似,即在咀嚼运动中咬肌的活性大于颞肌前束。这可能与本实验在进行肌电标准化电位记录时,棉卷放置在后牙区,在紧咬过程中导致标准咬肌肌电值较颞肌前束更大,显然分母增大后,比值减少,标准化咬肌的值小于标准化颞肌前束。有文献提出咀嚼单位的数目以及咬合接触点的分布可能会对肌电活性产生一定影响^[10],因此颞肌活性高于咬肌活性考虑可能与前部牙弓咬合接触点增加相关。其次重建修复患者由于长期牙列缺损、缺失或者低效率的咀嚼导致承担主要咀嚼功能的咬肌的萎缩^[12],颞肌长期代偿性活动导致咀嚼肌运动模式发生改变有关。

在咀嚼运动时,中枢神经系统利用牙周膜以及肌梭感受器等进行感觉信号传入,通过改变下颌肌肉活动来调整运动输出以适应食物的物理特性,从而改变下颌的运动和咀嚼力^[13]。正常咀嚼行为的特征是咀嚼硬的食物时下颌肌肉的整体活动比咀嚼软的食物时更活跃,这与本研究结果一致,天然牙列与种植组在咀嚼软硬物前后肌电值增加显著,表明肌肉收缩功能的增加,咀嚼效率的提高。相比于传统的全口义齿,种植固定重建修复在固位、稳定以及舒适度等方面表现优越,患者满意度更高^[14],而在适应不同质地食物的可能也要归结于“骨感知”现象的存在:即在缺乏牙周膜感受器信号输入的情况下,颞下颌关节、肌肉、黏膜、骨膜以及皮肤的机械感受器负责外周信号的传输,以此调节下颌运动,并参与种植义齿修复的神经肌肉反馈通路^[15]。

[参考文献]

- [1] Papaspyridakos P, Chen CJ, Chuang SK, et al. A systematic review of biologic and technical complications with fixed implant rehabilitations for edentulous patients [J]. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2012, 27(1): 102-110
- [2] 张 豪. 复杂修复的咬合设计理念及关键临床步骤 [J]. *中国实用口腔杂志*, 2019, 12(1): 10-13
- [3] Elsyad MA, Shawky AF. Masticatory function with ball

- and resilient telescopic anchors of mandibular implant-retained overdentures: A crossover study [J]. *Quintessence Int*, 2017, 48(8): 615-620
- [4] de Rossi M, Palinkas M, de Lima-Lucas B, et al. Masticatory muscle activity evaluation by electromyography in subjects with zygomatic implants [J]. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 2017, 22(3): e392-e397
- [5] 吴沂蓁, 李明, 汪乔那, 等. “All-on-four”无牙颌种植即刻负重技术的临床效果观察 [J]. *南京医科大学学报(自然科学版)*, 2017, 37(10): 1339-1344
- [6] Maló P, de Araújo Nobre M, Lopes A, et al. The All-on-4 concept for full-arch rehabilitation of the edentulous maxilla: A longitudinal study with 5-13 years of follow-up [J]. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2019, 21(4): 538-549
- [7] Im YG, Han SH, Park JI, et al. Repeatability of measurements of surface electromyographic variables during maximum voluntary contraction of temporalis and masseter muscles in normal adults [J]. *J Oral Sci*, 2017, 59(2): 233-245
- [8] Mapelli A, Tartaglia GM, Connelly ST, et al. Normalizing surface electromyographic measures of the masticatory muscles: Comparison of two different methods for clinical purpose [J]. *J Electromyogr Kinesiol*, 2016, 30: 238-242
- [9] Liu ZJ, Yamagata K, Kasahara Y, et al. Electromyographic examination of jaw muscles in relation to symptoms and occlusion of patients with temporomandibular joint disorders [J]. *J Oral Rehabil*, 2010, 26(1): 33-47
- [10] Dellavia C, Francetti L, Rosati R, et al. Electromyographic assessment of jaw muscles in patients with All-on-Four fixed implant-supported prostheses [J]. *J Oral Rehabil*, 2012, 39(12): 896-904
- [11] De Rossi M, Santos CM, Miglioranza R, et al. All on Four® fixed implant support rehabilitation: a masticatory function study [J]. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2014, 16(4): 594-600
- [12] Grigoriadis J, Kumar A, Svensson P, et al. Perturbed oral motor control due to anesthesia during intraoral manipulation of food [J]. *Sci Rep*, 2017, 7: 46691
- [13] Lund JP. Mastication and its control by the brain stem [J]. *Crit Rev Oral Biol Med*, 1991, 2(1): 33-64
- [14] Martín-Ares M, Barona-Dorado C, Guisado-Moya B, et al. Prosthetic hygiene and functional efficacy in completely edentulous patients: satisfaction and quality of life during a 5-year follow-up [J]. *Clin Oral Implants Res*, 2016, 27(12): 1500-1505
- [15] Bhatnagar VM, Karani JT, Khanna A, et al. Osseoperception: An implant mediated sensory motor control- a review [J]. *J Clin Diagn Res*, 2015, 9(9): ZE18-20

[收稿日期] 2019-05-13