

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2018.14.014

偏突颌畸形患者手术后面部软组织的三维测量研究*

刘文静¹ 史雨林¹ 许方方¹ 商洪涛¹ 刘彦普^{1Δ} 刘斌^{2Δ}

(1 军事口腔医学国家重点实验室, 口腔疾病国家临床医学研究中心, 陕西省口腔疾病临床医学研究中心, 第四军医大学口腔医院 口腔颌面外科 陕西 西安 710032; 2 军事口腔医学国家重点实验室, 第四军医大学口腔医院实验中心 陕西 西安 710032)

摘要 目的:探讨偏突颌畸形患者手术后面部软组织变化规律, 明确其正侧面部对称性改变及各标志点变化范围, 以指导手术方案设计。**方法:**收集于我科行正畸正颌联合治疗的 15 例偏突颌畸形患者, 分别在正颌手术前后采集患者面部软组织三维扫描数据, 建立统一坐标系, 测量术前和术后软组织解剖标志点的坐标变化。统计分析不对称性系数及各标志点变化, 比较术前术后数据。**结果:**患者手术后面部对称性改变结果中, 额前点、额顶点、额下点、双侧鼻翼基点、双侧颊点的不对称系数比较差异有统计学意义($P<0.05$)。患者正面像中除上唇缘点外各选择标志点水平方向的坐标变化均有统计学意义($P<0.05$), 且可见额顶点、额下点、双侧鼻翼基点呈显著变化($P<0.001$), 说明其面下 1/3 对称性得到改善, 各标志点纠偏程度也整体呈自上而下的逐渐增强的变化趋势。**结论:**正颌手术能够有效改善偏突颌畸形患者面部软组织的不对称性。

关键词:正颌外科; 偏突颌畸形; 软组织; 三维扫描

中图分类号: R782.2 文献标识码: A 文章编号: 1673-6273(2018)14-2669-05

Three-dimensional Assessment of Soft-tissue for Facial Asymmetry Patients before and after Surgery*

LIU Wen-jing¹, SHI Yu-lin¹, XU Fang-fang¹, SHANG Hong-tao¹, LIU Yan-pu^{1Δ}, LIU Bin^{2Δ}

(1 State Key Laboratory of Military Stomatology & National Clinical Research Center for Oral Diseases & Shaanxi Clinical Research Center of Oral Diseases & Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Stomatology, The Fourth Military Medical University, Xi'an, Shaanxi, 710032, China; 2 State Key Laboratory of Military Stomatology & Laboratory Center, School of Stomatology, The Fourth Military Medical University, Xi'an, Shaanxi, 710032, China)

ABSTRACT Objective: To evaluate the regulation of soft-tissue three-dimensional changes for skeletal Class III malocclusion patients with facial asymmetry after orthognathic surgery. To define the change of sagittal symmetry and spatial variation of each mark point three-dimensionally caused by maxillary LeFort I osteotomy and bilateral sagittal split ramus osteotomy (BSSRO), so as to provide guidance for the design of operation plan. **Methods:** 15 patients (female: 9 and male: 6, mean age: 23 years) of skeletal Class III deformity with facial asymmetry who underwent bimaxillary orthognathic surgery in Department of Oral and Maxillofacial Surgery School of Stomatology, FMMU, were included. Three-dimensional facial scanning images were respectively obtained preoperatively (T0) and 6 months postoperatively (T1). Coordinate system was built to measure the change of soft-tissue anatomic points and asymmetry index before and after surgery. **Results:** There was a statistically significant difference in the asymmetry coefficient among pogonion, gnathion, menton and bilateral alar base points and bilateral buccal points before and after surgery ($P<0.05$). The change of coordinates in the horizontal direction of the selected markers except for the upper lip edge points was statistically significant ($P<0.05$), and the pogonion, menton and bilateral alar base points showed significant changes ($P<0.001$), which illustrates the lower 1/3 of facial symmetry is improved; the coordinate changes of anatomic points gradually increased from top to bottom. **Conclusion:** Orthognathic surgery can improve the symmetry of skeletal Class III malocclusion patients with facial asymmetry.

Key words: Orthognathic surgery; Laterognathism of the mandible; Facial soft tissue; Three-dimensional

Chinese library classification (CLC): R782.2 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2018)14-2669-05

前言

偏突颌畸形是临床上最常见的颌面部不对称畸形, 最主要的特征就是颌骨的不对称, 临床主要表现为面下 1/3 不对称,

* 基金项目: 国家重点研发计划 " 增材制造与激光制造 " 重点专项 (2017YFB1104100)

作者简介: 刘文静 (1992-), 硕士研究生, 住院医师, 主要研究方向: 颅颌面创伤正颌外科, 电话: 18561268019, E-mail: 362303164@qq.com

Δ 通讯作者: 刘斌 (1960-), 硕士生导师, 教授, 主要研究方向: 组织再生, E-mail: kqyljd@fmmu.edu.cn, 电话: 029-84776175;

刘彦普 (1957-), 博士研究生导师, 教授, 研究方向: 颅颌面创伤正颌外科, E-mail: 403564281@qq.com

(收稿日期: 2018-02-27 接受日期: 2018-03-21)

外观上最明显的标志是颏部的偏斜^[1]。颌面部骨性不对称畸形往往通过正颌手术矫正^[2]。在正颌手术方案计划中,美学及对称性因素往往成为关键^[3]。相对于一般的牙颌面畸形而言,面部不对称畸形的矫治比较复杂。对于正颌医师,复杂的面部不对称畸形手术方案的制定很难把握,因此对软组织进行三维扫描并进行术前预测是非常必要的^[4]。以往通过二维层面的头影测量片对于正颌手术面部变化进行评估,多是对侧面容貌变化的研究,对于正侧面面部软组织,对称性的偏移则难以测量^[5,6]。随着三维软组织扫描技术的发展,我们可以获得面部软组织的三维数字化图像,进行正面观及对称性的研究^[7]。本研究主要探讨了偏突颌畸形患者手术后面部软组织变化规律,明确了其正侧面面部对称性改变及各标志点变化范围,以期指导手术方案设计。

1 资料和方法

1.1 研究对象

选取 2016 年 12 月 -2017 年 3 月于第四军医大学附属口腔医院口腔颌面外科行正颌正颌联合治疗的偏突颌畸形患者。纳入标准: ① 病例资料收集完整的发育性偏突颌畸形患者,年龄限制为 18-30 岁; ② 符合上颌后缩下颌前突手术适应症,在三维重建模型上测量颏顶点与正中矢状面距离 >4 mm。排除

标准: ① 唇腭裂、半侧颜面肥大及其他颅颌面综合征; ② 颞下颌关节肿瘤等疾病导致颌面发育不对称畸形; ③ 面部其他外伤史及手术史; ④ 全身系统性疾病等; 剔除标准: ① 术后未能按时复诊者; ② 术后 6 个月时体重较术前变化大于 2 kg 以上者。

1.2 治疗方法

所有患者均为正颌 - 正颌联合治疗,正颌科及颌面外科联合会诊,确定治疗方案,术前经过正颌治疗,排齐牙列去除代偿性倾斜,协调牙弓形态及宽度不调,术后正颌微调咬合。所有患者均于经鼻气管插管全麻下顺利完成双颌外科手术。根据患者畸形程度,部分患者辅助水平截骨颧成形术或下颌骨轮廓修整术。术中骨断端采用钛钉钛板坚固内固定术。

1.3 面部软组织三维扫描图像的获取

使用非接触式白结构光 3D 扫描仪 (Artec Eva 手持式 3D 扫描仪,美国)对患者术前术后均进行扫描,并收集其术前(T0)和术后 6 月 (T1) 全头颅 CT 扫描 (Philips Brilliance 64 排螺旋 CT, Netherlands, 扫描层厚 1.25 mm)。面部白结构光扫描时嘱患者面部肌肉放松,自然头位,双眼平视前方,上下唇自然闭合。扫描过程中患者保持睁眼,保持距离患者 80~100 cm,所有扫描由一名医生完成。

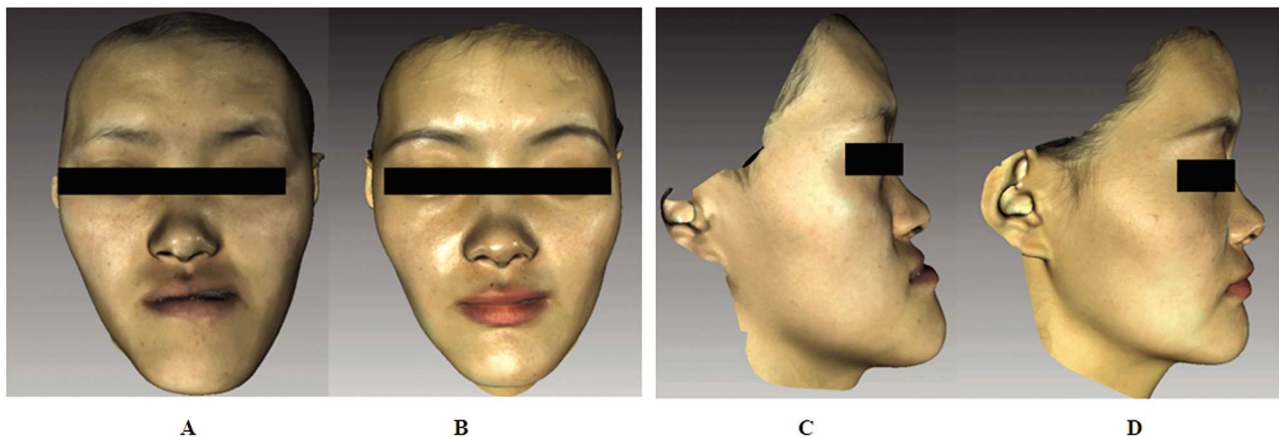


图 1 软组织三维扫描成像手术前后对比图

A 术前正面像 B 术后正面像 C 术前侧面像 Profile(T0) D 术后侧面像

Fig.1 Soft-tissue 3D scanning imaging before and after surgery

A Frontal image(T0) B Frontal image (T1) C Profile(T0) D Profile(T1)

1.4 图像处理

首先,将所有三维扫描仪获取的面部 3D 面像三角面片多帧数据于扫描仪器配套软件(Artec Studio, 美国)中完成坏点处理、补洞、光滑等预处理,获得 STL 格式三维面像数据。将全头颅 CT 扫描的 DICOM 原始数据导入 Proplan CMF 3.0 软件中,获得头颅骨 3D 模型及面部皮肤软组织(skin)数据,再将术前及术后 STL 格式面部三维面像数据导入 Proplan CMF 3.0, 于是将所有软硬组织置于同一三维空间中。以 Skin 数据为媒介, Skin 数据与术前术后软组织扫描面像拟合,将所有数据置于同一坐标系。由于螺旋 CT 为卧位扫描获取数据,据文献^[8,9]知前额、鼻根 T 型区软组织较为稳定,遂以该区域为拟合区域。所有 3D 数据均以 STL 格式导出后导入其他软件使用。

在 Proplan CMF 3.0 软件中调整 CT 数据至 Frankfurt 平面,软件默认确立唯一空间直角坐标系,XOY 平面为双侧眶下

缘点和双侧外耳道上点之中点所确立平面,ZOY 平面为过原点且垂直于屏幕的平面,XOZ 平面过原点且垂直于上述两平面。手动选取软组织标志点,从而获取各标志点三维坐标。

1.5 定点及测量

根据 Richmond^[10]提出的面下 1/3 标志点,本实验确定软组织测量标志点包括:鼻尖点(Pm)、上唇缘点(Ls)、下唇缘点(Li)、双侧口角点(Rch/Lch)、颏前点(Pg)、颏顶点(Gn)、颏下点(Me)、双侧下颌角点(Rgo/Lgo)、双侧颊点(Rchk/Lchk)。依据得到的各标志点坐标,初步计算各结构标志点的不对称系数 AI(Asymmetry Index),比较其术前及术后变化,从而评价术后效果。对于位于中线上的结构标志点:鼻尖点、上唇缘点、下唇缘点、颏前点、颏顶点、颏下点,不对称系数为其到正中矢状面的距离;对于面部双侧对称的解剖标志点:双侧鼻翼基点、双侧鼻翼点、双侧口角点、双侧颊点、双侧下颌角点,其 $AI = \sqrt{(X_l - X_r)^2 + (Y_l - Y_r)^2 + (Z_l - Z_r)^2}$ (l 代表左侧同名标志点坐

标,r代表右侧同名标志点坐标)^[11]。

所有研究对象的三维扫描由同一研究者完成,并在一定时间内对其完成2次定标,对两次的坐标值进行配对t检验,结果显示各点坐标值差异无统计学意义($P>0.05$),取两次坐标均值为结果进行统计。

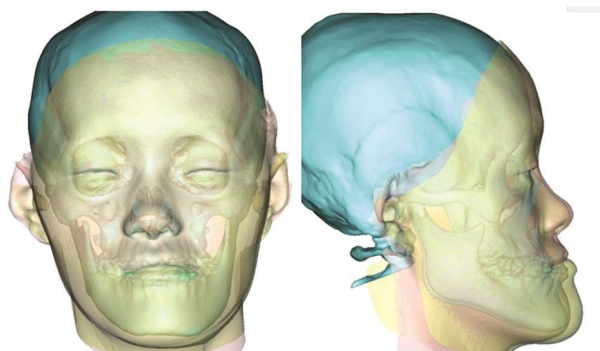


图2 Proplan CMF 3.0 拟合效果图

Fig.2 Alignment diagram in Proplan CMF 3.0

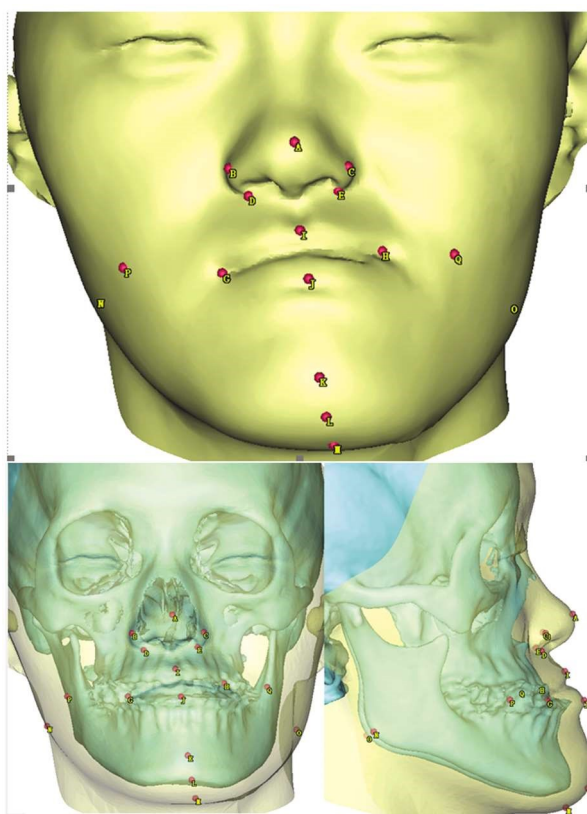


图3 各标志点示意图

A 鼻尖点 B/C 双侧鼻翼点 D/E 双侧鼻翼基点 GH 双侧口角点 I 上唇缘点 J 下唇缘点 K 颏前点 L 颏顶点 M 颏下点 NO 双侧下颌角点 PQ 双侧颊点

Fig.3 Diagram of soft-tissue landmarks

A pronasal; B/C alare; D/E base point of nasal alar; G/H cheilion; I labiale superius; J labiale inferius;

K pogonion; L gnathion; M menton; N/O gonion; P/Q cheek point

1.6 统计学分析

运用 Microsoft Excel 2016 软件建立数据库,SPSS19.0 统计软件进行统计学分析:分别对术前及术后面部各点的不对称系数及其水平坐标进行配对t检验, $P<0.05$ 为差异具有统计学

意义。

2 结果

最终共收集 15 例,平均年龄(23.02 ± 3.53)岁(最小年龄 18 岁,最大年龄 30 岁),男 6 例,女 9 例。所有患者伤口均为 I 期愈合,外形满意,咬合良好,无开口受限、咀嚼不适等症状。

2.1 对称性评价

患者手术后面部对称性改变结果中,颏前点、颏顶点、颏下点、双侧鼻翼基点、双侧颊点的不对称系数比较差异有统计学意义($P<0.05$)。

表 1 位于中线上各标志点不对称系数变化

Table 1 AI changes of landmarks in the midline

Landmark	T0	T1	P
Prn	5.7± 3.99	5.37± 4.12	>0.05
Ls	6.25± 4.62	5.7± 4.11	>0.05
Li	6.44± 3.78	5.78± 3.60	>0.05
Pg	7.25± 5.55	5.62± 4.54	<0.05
Gn	7.70± 5.93	5.28± 4.40	<0.05
Me	7.35± 6.19	5.20± 4.30	<0.05

表 2 双侧对称标志点不对称系数变化

Table 2 AI changes of bilateral symmetric landmarks

Landmark	T0	T1	P
Rac/Lac	14.00± 6.58	13.88± 6.95	<0.05
Rch/Lch	15.15± 8.40	15.67± 6.65	>0.05
Rgo/Lgo	14.14± 7.05	13.75± 6.30	<0.05
Rchk/Lchk	15.95± 5.5	14.50± 6.15	<0.05

2.2 水平方向上标志点坐标变化

患者正面像中除上唇缘点外各选择标志点水平方向的坐标变化均有统计学意义($P<0.05$),且可见颏顶点、颏下点、双侧鼻翼基点呈显著变化($P<0.001$)。

表 3 水平方向各标志点坐标变化

Table 3 Horizontal dimension changes of soft tissue landmarks

Landmark	d	P
Prn	1.04± 1.00	<0.05
Ls	1.37± 2.00	0.06
Li	2.53± 1.80	<0.05
Pg	1.34± 1.34	<0.05
Gn	5.66± 3.40	<0.001
Me	6.66± 3.82	<0.001
Prn	6.67± 4.64	<0.05
Lac	1.16± 0.60	<0.001
Rac	2.15± 1.45	<0.001
Lal	2.24± 1.80	<0.05
Lal	1.93± 1.72	<0.05
Lch	2.59± 1.51	<0.001
Rch	2.10± 1.887	<0.05
Rchk	1.49± 1.3	<0.05
Lchk	1.45± 0.86	<0.001
Rgo	2.44± 2.54	<0.05
Lgo	2.22± 1.86	<0.05

3 讨论

随着数字化的发展,临床上越来越多的学者将目光从二维测量方法转向了三维测量方法。尤其对于颜面部不对称患者的畸形,通常是三维方向上的畸形,术前准确的三维测量对正颌治疗方案的制定及预后的判断至关重要。二维方法的局限性主要体现在依赖于头颅定位侧位片的侧面像变化,对于正面像的测量研究,尤其是软组织的三维测量则应依赖于更为精确的三维定点方法。本实验重点对偏突颌畸形患者正畸-正颌联合治疗的术前、术后的面部软组织的解剖标志点进行正面观方向上的量化测量分析,探究正畸-正颌联合治疗对于偏突颌畸形患者正侧容貌的矫正作用。

以往的三维研究多是硬组织的研究,而对于软组织变化的三维研究则多由 CT 数据软组织三维重建获得^[12-14]。本实验软组织数据由三维结构白光扫描获得,采集数据时患者坐位,可得到自然状态下面部软组织数据,且数据精度可达 0.1 mm。采集 CT 数据时患者要保持仰卧体位,对于面部软组织无骨组织支撑软组织区域如颊部,拍摄 CT 时会明显下陷^[6],本实验中采取 CT 软组织与白光扫描面像重叠配准可进一步证明。正畸科出于螺旋 CT 及 CBCT 拍摄时体位差异以及二者放射量之间差异的考虑,多选用坐位拍摄的 CBCT,而本实验从数据精度方面考虑,选用头颅螺旋 CT,以保证获得更高的精确性,并通过 CT 技术获取皮肤软组织(skin)成像数据,从而将其与三维扫描仪获取的面像加以拟合。Kau^[15]等也提出 3D 激光扫描方法作为无创测量方法是可靠且准确的,且该技术适合持续观察。目前,软组织三维重叠尚未有建立统一的方法系,本实验依据 Satosbi^[16]等人提出的方法将 CT 技术与三维结构光扫描面部成像技术融合在一起,使得一系列在软组织难以用肉眼观察到的点得以确定,对于研究和临床上均具有很好的准确性及可靠性。

本研究采用同一坐标系中坐标差反映软组织变化,坐标差即表示变化。因三维测量对于偏颌畸形患者正面观的研究更具代表性,本研究仅描述 X 轴变化。位于中线上的结构标志点不对称系数术前呈现逐渐增大趋势,这与颌面部骨性结构的不对称率呈由上而下加重趋势^[17]的表现相符;各点不对称系数结果由术前自上而下逐渐增大到术后趋于一致,说明正颌手术后其对称性的显著改善,且颊部三点不对称系数降低幅度最大,说明正颌手术对面下 1/3,尤其是颊部的对称性改善效果最大。面部双侧对应标志点:鼻翼基点、颊点、下颌角点均可见其对称性系数减小,说明面下 1/3 对称性得到改善。因偏突颌畸形患者不对称性自上而下增大的特点,各标志点水平方向坐标变化程度也整体呈自上而下逐渐增强的趋势,其中颊顶点、颊下点、双侧鼻翼基点呈显著变化,提示临床中如正颌外科设计中对颊部及鼻翼基点应予以更多重视^[18,19]。有研究^[20,21]表明尽管上颌骨 LeFortI 型截骨前徙术后会必不可少的采用鼻翼收紧缝合术,但术后依然存在约 1 mm 左右的鼻翼增宽^[22],因此鼻翼缩窄缝合时可以考虑适当的矫枉过正,以纠正软组织代偿。

正颌术后美学评价的对象是软组织的呈现状态,而正颌手术的对象是通过移动颌骨使之在三维空间中再定位,现有手段对于软组织尚不能达到精准预测术后面型^[23,24],医生如何制定

手术方案实现患者对于面部美学的追求则也见仁见智。本研究表明偏突颌畸形患者不对称畸形偏移量自上而下地增大,即便上颌咬合平面轻度偏斜,对下颌轮廓偏斜的矫正的影响也是显著的^[25]。临床手术设计时,对于轻度偏颌畸形患者,以往部分学者仅选用下颌单颌手术纠正,未能摆正上颌咬合平面及扭转的牙弓,单纯下颌截骨后退及轮廓成形术后效果可能欠佳^[26-28]。故对于存在咬合平面偏斜或牙弓扭转的偏突颌畸形患者,采用双颌手术可以使面部轮廓得到极大改善。

正畸正颌联合治疗患者治疗周期较长,通常需要两年甚至以上的时间,加之患者接受程度等因素,本实验样本相对不足,现对软组织变化进行了初步评价,对于反映口鼻周软组织改变相对的力度较弱,进一步研究将继续补足数据加以分析。基于本实验中 CT 技术与白光扫描技术的结合,后续实验研究将硬组织与软组织的改变结合观察,更深层次的评价颌骨移动对不同部位软组织变化的影响。希望能够更加精确地实现虚拟手术后患者面型的评估^[29],不仅能够帮助正畸正颌医生直观简便地制定手术方案,更有利于医患的交流。

总之,本研究证实了正颌手术对偏突颌畸形患者对称性的矫治作用,但面部骨性不对称畸形因其三维方向上的畸形,治疗复杂,手术效果的预测难度较大^[30],对于软组织三维测量的研究需要更多精准实验完善。在颌面部矫形治疗中,本实验提供的数据可提供部分参考。数字化正颌外科的发展有利于正颌手术实现规范化、精准化,希望在数据化及大数据时代的正颌手术可以发展得更加简便精确,最终能够实现"精准正颌外科"治疗。

参考文献(References)

- [1] Mundluru T, Almukhtar A, Ju X, et al. The accuracy of three-dimensional prediction of soft tissue changes following the surgical correction of facial asymmetry: An innovative concept [J]. International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 2017
- [2] Chang Y, Ruellas A C O, Yatabe M S, et al. Soft Tissue Changes Measured With Three-Dimensional Software Provides New Insights for Surgical Predictions [J]. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 2017
- [3] 刘彦普,顾晓明,彭品祥,等.颌面部不对称畸形的正颌外科治疗——附 44 例报告[J].实用口腔医学杂志, 2002, 18(4): 319-321
Liu Yan-pu, Gu Xiao-ming, Peng Pin-xiang, et al. The orthognathic treatment of maxillofacial asymmetry deformities - Clinical report of 44 cases[J]. Journal of Practical Stomatology, 2002, 18(4): 319-321
- [4] Xia J J, Gateno J, Teichgraber J F. New Clinical Protocol to Evaluate Craniomaxillofacial Deformity and Plan Surgical Correction[J]. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 2009, 67(10): 2093-2106
- [5] Hajeer M Y, Ayoub A F, Millett D T. Three-dimensional assessment of facial soft-tissue asymmetry before and after orthognathic surgery [J]. British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 2004, 42(5): 396-404
- [6] Ohba S, Kohara H, Koga T, et al. Soft tissue changes after a mandibular osteotomy for symmetric skeletal class III malocclusion[J]. Odontology, 2017, 105(3): 375-381
- [7] Kim M, Lee D, Lim Y, et al. Three-dimensional evaluation of soft tissue changes after mandibular setback surgery in class III malocclusion patients according to extent of mandibular setback, vertical skeletal

- pattern, and genioplasty[J]. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology, 2010, 109(5): e20-e32
- [8] Kaklamanos E G, Kolokitha O. Relation between soft tissue and skeletal changes after mandibular setback surgery: A systematic review and meta-analysis [J]. Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery, 2016, 44(4): 427-435
- [9] Cheung M Y, Almukhtar A, Keeling A, et al. The Accuracy of Conformation of a Generic Surface Mesh for the Analysis of Facial Soft Tissue Changes[J]. PLOS ONE, 2016, 11(4): e152381
- [10] Božić M, Kau C H, Richmond S, et al. Novel method of 3-dimensional soft-tissue analysis for Class III patients [J]. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2010, 138(6): 758-769
- [11] 田凯月,李倩倩,刘筱菁,等.数字化设计矫治下颌前突偏斜畸形的疗效评估[J].中华口腔医学杂志, 2016, 51(10): 594-599
Tian Kai-yue, Li qiang-qian, Liu Xiao-jing, et al. Evaluation of therapeutic effect of virtual design for correcting facial asymmetry of skeletal Class III deformity[J]. Chinese Journal of Stomatology, 2016, 51(10): 594-599
- [12] Patel A, Islam S M S, Murray K, et al. Facial asymmetry assessment in adults using three-dimensional surface imaging [J]. Progress in Orthodontics, 2015, 16(1)
- [13] Suzuki-Okamura E, Higashihori N, Kawamoto T, et al. Three-dimensional analysis of hard and soft tissue changes in patients with facial asymmetry undergoing 2-jaw surgery [J]. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology, 2015, 120(3): 299-306
- [14] Abe N, Kuroda S, Furutani M, et al. Data-based prediction of soft tissue changes after orthognathic surgery: clinical assessment of new simulation software [J]. International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 2015, 44(1): 90-96
- [15] Christou T, Kau C H, Abou-Kheir N S, et al. The Use of Three-dimensional Evaluation in the Management of a Complex Patient With Mandibular Fracture[J]. Journal of Craniofacial Surgery, 2014, 25(3): e223-e228
- [16] Yamamoto S, Miyachi H, Fujii H, et al. Intuitive Facial Imaging Method for Evaluation of Postoperative Swelling: A Combination of 3-Dimensional Computed Tomography and Laser Surface Scanning in Orthognathic Surgery [J]. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 2016, 74(12): 2501-2506
- [17] 刘翔,陈文静.基于 CBCT 成像的成人安氏Ⅲ类颅颌面骨性不对称分析[J].口腔医学, 2017, (03): 233-236
Liu Xiang, Chen Wen-jing. Skeletal and dental analysis of Class III subdivision malocclusions using cone-beam computed tomography [J]. Stomatology, 2017, (03): 233-236
- [18] Olate S, Zaror C, Blythe J N, et al. A systematic review of soft-to-hard tissue ratios in orthognathic surgery. Part III: Double jaw surgery procedures[J]. Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery, 2016, 44(10): 1599-1606
- [19] San Miguel Moragas J, Van Cauteren W, Mommaerts M Y. A systematic review on soft-to-hard tissue ratios in orthognathic surgery part I: Maxillary repositioning osteotomy [J]. Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery, 2014, 42(7): 1341-1351
- [20] Worasakwutiphong S, Chuang Y, Chang H, et al. Nasal changes after orthognathic surgery for patients with prognathism and Class III malocclusion: Analysis using three-dimensional photogrammetry [J]. Journal of the Formosan Medical Association, 2015, 114(2): 112-123
- [21] Van Loon B, Verhamme L, Xi T, et al. Three-dimensional evaluation of the alar cinch suture after Le Fort I osteotomy [J]. International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 2016, 45(10): 1309-1314
- [22] Almukhtar A, Ayoub A, Khambay B, et al. State-of-the-art three-dimensional analysis of soft tissue changes following Le Fort I maxillary advancement [J]. British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 2016, 54(7): 812-817
- [23] Verhoeven T, Xi T, Schreurs R, et al. Quantification of facial asymmetry: A comparative study of landmark-based and surface-based registrations [J]. Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery, 2016, 44(9): 1131-1136
- [24] Schendel S A. Computer simulation in the daily practice of orthognathic surgery [J]. International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 2015, 44(12): 1451-1456
- [25] Lonic D, Sundoro A, Lin H, et al. Selection of a horizontal reference plane in 3D evaluation: Identifying facial asymmetry and occlusal cant in orthognathic surgery planning [J]. Scientific Reports, 2017, 7(1)
- [26] Meulstee J, Liebrechts J, Xi T, et al. A new 3D approach to evaluate facial profile changes following BSSO[J]. Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery, 2015, 43(10): 1994-1999
- [27] Lim Y, Chu E, Lee D, et al. Three-dimensional evaluation of soft tissue change gradients after mandibular setback surgery in skeletal Class III malocclusion [J]. The Angle Orthodontist, 2010, 80(5): 896-903
- [28] Kim M, Lee D, Lim Y, et al. Three-dimensional evaluation of soft tissue changes after mandibular setback surgery in class III malocclusion patients according to extent of mandibular setback, vertical skeletal pattern, and genioplasty[J]. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology, 2010, 109(5): e20-e32
- [29] Perez D, Ellis E. Implications of Sequencing in Simultaneous Maxillary and Mandibular Orthognathic Surgery [J]. Atlas of the Oral and Maxillofacial Surgery Clinics, 2016, 24(1): 45-53
- [30] Abe N, Kuroda S, Furutani M, et al. Data-based prediction of soft tissue changes after orthognathic surgery: clinical assessment of new simulation software [J]. International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 2015, 44(1): 90-96