

· 临床研究 ·

成人正畸术后美观人群的颅颌面特征和 前牙目标位设计

程俊鑫 朱钰洁 李玥霖 郑英成 王军

口腔疾病防治全国重点实验室 国家口腔医学中心 国家口腔疾病临床医学研究中心

四川大学华西口腔医院, 成都 610041

[摘要] 目的 以正畸患者为基础, 探究成人正畸术后美观人群的颅颌面特征, 并为前牙目标位设计提供参考。方法 从1 055例成人正畸患者中, 经过纳入标准、排除标准和术后美学评价, 最终纳入338例术后美观人群进行头影测量分析。统计描述术后美观人群的头影测量均值, 广义估计方程比较性别、骨性矢状向分类 (ANB) 的差异, 单因素分析评价不同性别中年龄、骨性指标和软组织指标的相关性, 多因素分析评价骨组织指标、软组织指标对正畸切牙指标拟合的影响。结果 术后美观人群中, 男女性在颅骨和下颌骨长度、下颌骨顺旋程度、骨性颏部突度、上颌切牙唇倾度、上唇厚度、面下 1/3 高度、鼻部突度差异存在统计学意义。术后美观骨性 I 类人群中, 男性和女性的骨性颏部突度差异无统计学意义, 男性下唇突度比女性更小, 其余性别差异与不区分骨性矢状向分类的美观人群结果一致。男性在不同骨性分类中, 上下唇突度、软组织颏部突度差异存在统计学意义, 但骨性 II 类比骨性 I 类人群的上唇基底部更薄, 骨性 III 类比骨性 I 类人群的下唇面高更大。女性在不同骨性分类中, 上唇突度、上唇面高、软组织颏部突度差异存在统计学意义, 但骨性 III 类比骨性 I 类人群的上唇基底部更厚。术后美观人群中, 男女性的上唇厚度、女性上唇基底部厚度及下唇面高与年龄存在相关性。男性患者上唇突度与后颅底长度、下颌体长度、ANB、上颌骨矢状向长度存在相关性, 下唇突度与下颌升支高度、下颌骨顺旋情况、骨性颏部突度存在相关性。女性患者上唇突度与 SNA、ANB、上颌骨矢状向长度、下颌骨顺旋情况、骨性颏部突度存在相关性, 下唇突度与 ANB、下颌骨顺旋情况、骨性颏部突度存在相关性。使用多个骨性指标拟合牙性指标时, 男性的牙性指标 IMPA 和女性的牙性指标 G Vert-U1 的 adjusted R^2 (分别为 0.712、0.795) 最大。同时使用多个骨性和软组织指标拟合牙性指标时, 男女性的 G Vert-U1 的 adjusted R^2 (分别为 0.836、0.842) 最大, 其中男性 G Vert-U1 主要受软组织颏部突度和鼻基底部突度影响, 女性 G Vert-U1 主要受鼻基底部突度和 ANB 影响。结论 本研究以正畸患者为基础, 展示了成人正畸术后美观人群的颅颌面特征, 发现了性别、年龄、骨组织与软组织指标的相关性, 基于多个骨组织和软组织对牙性指标进行拟合, 为正畸前牙目标位美学设计提供参考。

[关键词] 美观; 正畸; 颅颌面特征; 前牙目标位设计; 头影测量参考标准

[中图分类号] R783.5 **[文献标志码]** A **[doi]** 10.7518/hxkq.2024.2023443



本文链接

开放科学标识码

Craniofacial features and incisor position design of esthetics population after orthodontic treatment

Cheng Junxin, Zhu Yujie, Li Yuelin, Zheng Yingcheng, Wang Jun

State Key Laboratory of Oral Diseases & National Center for Stomatology & National Clinical Research Center for Oral Diseases & West China Hospital of Stomatology, Sichuan University, Chengdu 610041, China

Supported by: Sichuan Health Commission Medical Science and Technology Program (21ZD003); Research and Develop Program of West China Hospital of Stomatology, Sichuan University (RD-03-202101)

Correspondence: Wang Jun, E-mail: wangjunv@scu.edu.cn

[收稿日期] 2023-12-18; **[修回日期]** 2024-04-29

[基金项目] 四川省卫生健康委员会医学科技项目 (21ZD003); 四川大学华西口腔医院探索与研发项目 (RD-03-202101)

[作者简介] 程俊鑫, 住院医师, 硕士, E-mail: jxcheng@stu.scu.edu.cn

[通信作者] 王军, 教授, 博士, E-mail: wangjunv@scu.edu.cn

[Abstract] Objective This study aims to provide craniofacial features and incisor position prediction models among esthetics population after orthodontic treatment. **Methods** A total of 338 patients with esthetic profiles were selected from 1 055 post-orthodontic adults based on inclusion and exclusion criteria and scored by five dental students. Mean values of cephalometric measurement were demonstrated with gender and sagittal skeletal pattern (ANB) differences assessed by generalized estimating equation. Correlations among age, skeletal, and soft tissue variables in different genders were determined. Multivariate analysis was used to assess the influence of skeletal and soft tissue variables on orthodontic incisor position. **Results** Within the esthetic cohort after orthodontic treatment, gender differences existed in cranial and mandibular length, mandibular rotation, protrusion of pogonion, inclination of maxillary incisors, upper lip thickness, lower 1/3 face height, and nose protrusion. However, in class I malocclusion, the development of the chin showed no significance, whereas the protrusion of the lower lip significantly differed between genders, with less protrusion in males. In males, the protrusion of lip and chin varied among groups, with thinner basic upper lip thickness of class II than class I and greater lower lip height of class III than class I. In females, the protrusion and height of the upper lip and chin varied in groups, with thicker basic upper lip thickness of class III than class I. Upper lip thickness, female basic upper lip thickness, and female lower lip height were correlated with age. The protrusion of the upper lip was mainly correlated with posterior cranial base, mandibular body length, ANB in male and SNA, ANB, sagittal maxillary length, mandibular rotation, and protrusion of pogonion in female. The protrusion of the lower lip in males was mainly correlated with ramus height, mandibular rotation, protrusion of pogonion in male and ANB, mandibular rotation, and protrusion of pogonion in females. After employing skeletal variables to fit dental parameters, optimal results were achieved in male IMPA (adjusted $R^2=0.712$) and female G Vert-U1 (adjusted $R^2=0.795$). After employing skeletal and soft tissue variables simultaneously, optimal results were achieved in male and female G Vert-U1, which was mainly influenced by the protrusion of the chin and nasal base in males (adjusted $R^2=0.836$) and the protrusion of the nasal base as well as ANB in females (adjusted $R^2=0.842$). **Conclusion** This study demonstrated the craniofacial features of esthetics population after orthodontic treatment and revealed the correlation of gender, age, skeleton, and soft tissues to provide reliable prediction models for aesthetic orthodontic incisor position.

[Key words] aesthetics; orthodontics; craniofacial feature; incisor position design; cephalometric standard

容貌美学的提升是口腔正畸治疗的重要目标，健康、功能、美学共同构成口腔治疗的三大核心要素^[1-3]。正畸术后美观通常是指在保证咬合功能、牙列整齐、牙周健康的前提下，追求不同骨面型的容貌美观尤其是侧貌美观^[4]。前牙的定位对于患者软组织侧貌协调非常重要，也是正畸医生方案设计的主要考虑因素之一。Andrew六要素^[5]中使用GALL线与上颌中切牙唇侧最突点的距离作为矢状向颌骨关系判断。但是由于中国人群的前额部普遍较欧美人群更为突出，上颌中切牙唇侧最突点的判定有时不如切缘点明确，因此从软组织额点做垂直于眶耳平面的校正GALL线，判断上颌中切牙切缘到校正GALL线的距离（G Vert-U1）也被考虑为一种前牙分析方法。Tweed、Downs、Steiner、McNamara、Arnett分析法中也涉及了前牙定位的正常参考标准^[6-10]。但目前所使用的头影测量指标正常参考值不一定代表美学标准，且颜面部美学不仅仅和前牙的位置相关，也受到颅颌面骨性结构、软组织特征等因素的影响。我国的

错殆畸形发病率高^[11-12]，且相较于欧美人群存在更高的拔牙矫治比例，治疗更加复杂，但目前仍缺乏基于中国人群大样本量的正畸术后美观人群颅颌面特征标准参考，以及以此为基础的正畸前牙目标位设计。这限制了正畸美学设计从经验性向科学性的发展。因此本项研究将成人正畸治疗结束的不同骨性矢状向分类的美观人群头影测量数据进行提炼，反映颅颌面特征，同时分析性别、年龄、骨性指标与软组织指标的相关性，并以此为基础对正畸前牙目标位的设计提供参考。

1 材料和方法

1.1 研究对象

本项研究为回顾性研究，经四川大学华西口腔医院医学伦理委员会审查批准（WCHSIRB-D-2022-472）。

收集2021年2月—2023年4月于四川大学华西口腔医院正畸科就诊并完成治疗的1 055例患者

为研究对象,所有纳入本研究的患者均知情同意。

患者纳入标准:1) 正畸初诊为成年的患者(18~40岁);2) 正畸治疗结束时,无拥挤,前牙正常覆殆覆盖,尖牙及磨牙关系正常;3) 具有完整的术后口内照、面相照、全景片、侧位片。排除标准:1) 术后牙列缺损或存在间隙;2) 存在面部或下颌骨不对称、颅颌面缺损、颅颌面发育异常及综合征;3) 具有正颌手术史、软组织充填术史、面部整形史;4) 图像信息未达到测量标准。纳入研究患者正畸初诊的平均年龄为男性23岁(18~32岁),女性25岁(18~39岁);正畸结束的平均年龄为男性26岁(20~37岁),女性27岁(20~44岁)。

1.2 术后美学评价

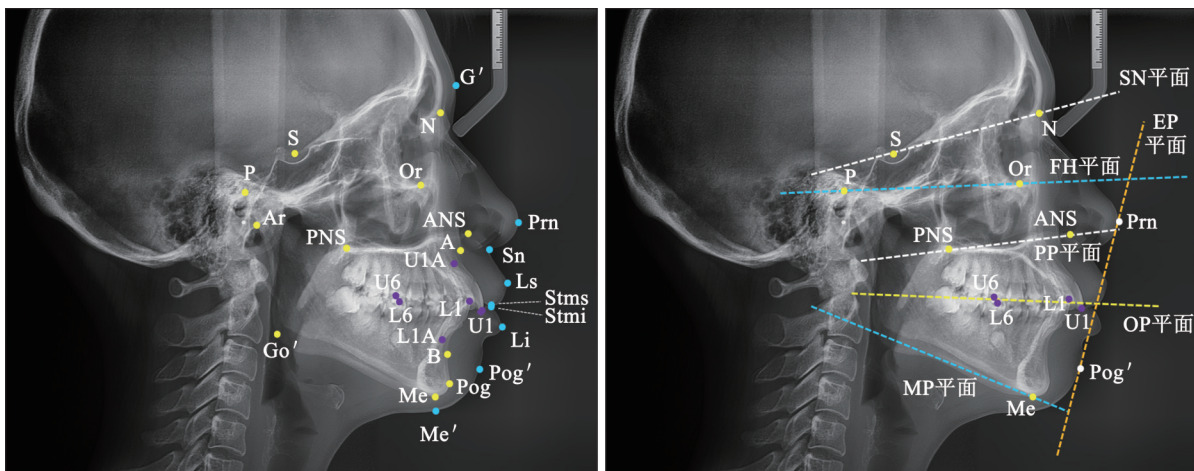
所有纳入研究的患者均遵循四川大学华西口腔医院正畸科结束治疗的标准拍照流程,包括下颌位置和软组织位置的标准化,且均在专用摄影室进行拍摄。拍照时,患者背景为白色、无阴影,患者目视前方,头部和背部直立,面部肌肉处于自然放松状态,下颌处于休息位,上下颌牙齿处于休息位但微微接触。患者的面相资料包括正常放松状态和微笑露齿状态下的正面相、45°侧面

相、侧面相,共6张照片。

患者的面相资料由5名经过培训的口腔医学生独立完成评判,包括3名女生和2名男生。每一名评判者对患者的美观判断有3个评价等级(不美观、一般、美观),3个评价等级分别对应0分、1分、2分。得到3个及以上的“美观”评价且无“不美观”评价的患者(美观评分≥8分),纳入本研究进行头影测量分析。本研究最终纳入338例术后美观患者进行头影测量分析。

1.3 头影测量分析

患者的头影侧位片均使用相同设备口腔X射线机(Veraviewepocs,森田公司,日本)进行拍摄,患者头位正常,上下牙处于牙尖交错位,唇部自然放松。采用Uceph软件(版本4.3.2)将患者侧位片转化为平行眶耳平面的状态,并在该软件上进行头影测量标志点标注和测量。头影测量指标从颅颌面相关头影测量方法Jarabak-Bjork分析法^[13]、Ricketts分析法^[14]、美观相关分析^[9-10,15]和Andrews六要素^[5]中进行选取(图1,表1)。骨性Ⅰ类人群的头影测量指标为 $1 \leq ANB \leq 4$,骨性Ⅱ类人群为 $ANB > 4$,骨性Ⅲ类人群为 $ANB < 1$ 。



左为头影测量的标志点, S: 蝶鞍点; N: 鼻根点; Or: 眶点; P: 耳点; Ar: 关节点; ANS: 前鼻棘点; PNS: 后鼻棘点; A: 上牙槽座点; B: 下牙槽座点; Pog: 颏前点; Me: 颏下点; Go': 下颌角点, 过下颌升支后缘的切线和过下颌Me点下颌体的切线的交点; U1: 上切牙切缘点; L1: 下切牙切缘点; U1A: 上切牙根尖点; L1A: 下切牙根尖点; U6: 上颌第一磨牙咬合点; L6: 下颌第一磨牙咬合点; G': 软组织额点; Prn: 鼻尖点; Sn: 鼻底点; Ls: 上唇突点; Li: 下唇突点; Stms: 上唇下缘最低点; Stmi: 下唇上缘最高点; Pog': 软组织颏前点; Me': 软组织颏下点。右为头影测量分析参考平面, SN: S点和N点的连线; FH: Or点和P点的连线; PP: ANS点和PNS点的连线; OP: U1点和L1点的中点与U6点和L6点的中点的连线; MP: 过Me点做下颌体下缘的切线; EP: Prn和Pog'点的连线。

图1 头影测量的标志点及参考平面

Fig 1 Landmarks and reference planes used for cephalometric measurements

1.4 统计分析

采用G*Power 3.1.9软件^[16]进行研究样本量计

算,效应量设置0.5, α 误差设置0.05,统计效力(1- β)设置0.95,两组间样本量比例设置为1:3

(一般进行正畸治疗的男性和女性比例为 1 : 3^[17]), 得到本研究所需样本量为 234 例, 其中组 1 (男性) 样本量为 59 例, 组 2 (女性) 样本量为 175 例。888 例患者面相美学打分被用于评价评价者 (口腔医学生) 和被评价者 (患者) 之间相同性

别和不同性别得分的差异, 通过广义估计方程发现二者差异无统计学意义 ($P=0.259$)。30 张头影侧位片用于评估标注者间和标注者内的可靠性, Bland-Altman 方法分析标注者间和标注前后 1 个月的差异, 发现相关系数均大于 0.95。

表 1 头影测量指标定义

Tab 1 Definition of cephalometric measurements

测量指标	定义
骨性指标	
S-N	前颅底长度, 从蝶鞍点 (S) 到鼻根点 (N) 的距离
S-Ar	后颅底长度, 从蝶鞍点 (S) 到关节点 (Ar) 的距离
Ar-Go'	下颌升支高度, 从关节点 (Ar) 到下颌角点 (Go')
Go'-Me	下颌体长度, 从下颌角点 (Go') 到颏下点 (Me) 的距离
Na-S-Ar	鞍角, S-N 和 S-Ar 之间的夹角
S-Ar-Go'	关节角, S-Ar 和 Ar-Go' 之间的夹角
Ar-Go'-Me	下颌角, Ar-Go' 和 Go'-Me 之间的夹角
SNA	上颌骨矢状向关系, S-N 和 N-A 之间的夹角
SNB	下颌骨矢状向关系, S-N 和 N-B 之间的夹角
ANB	上下颌骨矢状向关系, N-A 和 N-B 之间的夹角
A-N perp	上颌骨矢状向长度, N-A 的连线投影到 FH 平面的长度
SN-MP	下颌骨顺旋情况, SN 平面和 MP 平面的夹角
FMA	下颌骨顺旋情况, FH 平面和 MP 平面的夹角
PP-MP	下颌骨顺旋情况, PP 平面和 MP 平面的夹角
Pog-NB	骨性颏部突度, 颏前点和 N-B 之间的距离
牙性指标	
G Vert-U1	上颌切牙矢状向位置, U1 到从软组织额点 (G') 做眶耳平面 (FH) 垂线的距离
U1-NPog	上颌切牙矢状向位置, U1 到面平面 (N-Pog) 之间的距离
L1-NPog	下颌切牙矢状向位置, L1 到面平面 (N-Pog) 之间的距离
U1-NA	上颌切牙矢状向位置, U1 到 NA 之间的距离
L1-NB	下颌切牙矢状向位置, L1 到 NB 之间的距离
U1-SN	上颌切牙唇倾度, U1-U1A 和 SN 平面形成的后下角
U1-PP	上颌切牙唇倾度, U1-U1A 和 PP 平面形成的后下角
IMPA	下颌切牙唇倾度, L1-L1A 和 MP 平面形成的后上角
FMIA	下颌切牙唇倾度, L1-L1A 和 FH 平面形成的后下角
U1-L1	上下颌切牙夹角, U1-U1A 和 L1-L1A 形成的夹角
OP-FH	胎平面倾斜度, OP 平面和 FH 平面之间的夹角
软组织指标	
UL-EP	上唇突度, 上唇突点 (Ls) 点到审美线 (EP 平面) 的距离
LL-EP	下唇突度, 下唇突点 (Li) 点到审美线 (EP 平面) 的距离
Z 角	软组织颏前点 (Pog') 和唇最突点的连线与 FH 平面的夹角
上唇基底厚度	A 点向下 3 mm 上颌骨边缘的位置与鼻底点的距离
上唇厚度	U1 最突点和上唇最突点 (Ls) 的距离
Sn-Stms	上唇面高, 鼻底点 (Sn) 和上唇下缘最低点 (Stms) 的连线投影到 FH 垂线的距离
Stmi-Me'	下唇面高, 下唇上缘最高点 (Stmi) 和软组织颏下点 (Me') 的连线投影到 FH 垂线的距离
Sn-Me'	下面高, 鼻底点 (Sn) 和软组织颏下点 (Me') 的距离
Prn-Sn Vert	鼻尖突度, 鼻尖点 (Prn) 到鼻底点 (Sn) 做 FH 平面垂线的距离
G Vert-Sn	鼻底突度, 鼻底点 (Sn) 到软组织额点 (G') 做 FH 平面垂线的距离
G Vert-Pog'	软组织颏部突度, 软组织颏前点 (Pog') 到软组织额点 (G') 做 FH 平面垂线的距离

通过统计描述报告本研究中的基本信息,使用广义估计方程比较正畸术后美观人群的性别、骨性矢状向分类(ANB)差异。通过单因素分析评价不同性别中年龄、骨性指标和软组织指标的相关性,多因素分析评价骨组织指标、软组织指标(不包括唇突度)对牙性指标拟合的影响。通过逐步多因素分析模型提炼有效拟合牙性指标的数学方程。 $P<0.05$ 被认为差异具有统计学意义。

2 结果

纳入研究的338例术后美观患者中,男性61例,女性277例。61例男性患者中,骨性Ⅰ类27例,骨性Ⅱ类24例,骨性Ⅲ类10例;277例女性患者中,骨性Ⅰ类141例,骨性Ⅱ类102例,骨性Ⅲ类34例。

2.1 术后美观人群中的性别差异

不同性别正畸术后美观人群头影测量结果见表2。骨性指标上,男性比女性有更大的颅骨和下颌骨,下颌骨顺旋更小,骨性颏部突度更大。牙性指标上,男性上颌切牙更唇倾,骀平面的倾斜度更小。软组织指标上,男性上唇更厚,面下1/3高度更大,鼻部更突出。

不同性别正畸术后骨性Ⅰ类美观人群中头影测量结果见表3。相较于不区分骨性矢状向分类的美观人群,骨性Ⅰ类美观人群的男性和女性的骨性颏部突度(Pog-NB)差异无统计学意义,男性下唇突度(LL-EP)比女性更小,其余性别差异在不区分骨性矢状向分类(表2)和骨性Ⅰ类(表3)中一致。

2.2 术后美观人群中骨性矢状向分类差异

男性术后美观人群中不同骨性矢状向分类的头影测量结果见表4。骨性指标上,骨性Ⅱ类患者比骨性Ⅰ类患者有更小的下颌体长度和更小的SNB角,骨性Ⅲ类患者比骨性Ⅰ类患者有更大的下颌角和更小的上颌骨矢状向长度。牙性指标上,骨性Ⅱ类患者比骨性Ⅰ类患者以面平面为参考平面时上颌切牙、下颌切牙(U1-NPog, L1-NPog)更前突,下颌切牙更唇倾,骀平面倾斜度更大,以上颌骨为参考平面时上颌切牙(U1-NA)更直立且靠后,以软组织额点垂线为参考平面时上颌切牙位置(G Vert-U1)二者差异无统计学意义;骨性Ⅲ类患者比骨性Ⅰ类患者上颌切牙较上颌骨更前突且唇倾(U1-NA, U1-SN, U1-PP),下颌切牙更直立。软组织指标上,骨性Ⅱ类患者比骨

性Ⅰ类患者上下唇更突出,上唇基底部更薄,软组织颏部更靠后;骨性Ⅲ类患者比骨性Ⅰ类患者下唇更突出,下唇面高更大,软组织颏部更前突。

表2 不同性别正畸术后美观人群头影测量结果

Tab 2 Cephalometric measurement results of aesthetic population with different genders after orthodontic treatment

测量指标	女性 (277例)	男性 (61例)	合计 (338例)	P值
骨性指标				
S-N/mm	62.7±3.7	66.1±4.0	63.4±4.0	<0.001
S-Ar/mm	33.2±3.0	37.2±3.8	33.9±3.5	<0.001
Ar-Go'/mm	45.5±4.3	51.5±5.9	46.5±5.2	<0.001
Go'-Me'/mm	69.7±4.4	73.4±5.9	70.4±4.9	<0.001
Na-S-Ar/°	124.9±4.8	124.3±5.1	124.8±4.9	0.392
S-Ar-Go'/°	152.5±8.8	151.7±5.3	152.4±8.3	0.346
Ar-Go'-Me'/°	115.9±6.0	114.8±7.5	115.7±6.3	0.251
SNA/°	80.9±3.1	81.4±3.4	81.0±3.1	0.378
SNB/°	77.6±3.3	78.3±4.1	77.7±3.5	0.169
ANB/°	3.4±2.2	3.0±2.4	3.3±2.3	0.302
A-N perp/mm	-0.5±3.0	-0.8±2.9	-0.5±3.0	0.460
SN-MP/°	34.0±5.3	31.2±6.6	33.5±5.6	0.002
FMA/°	25.4±5.7	23.2±5.8	25.0±5.8	0.009
PP-MP/°	23.8±5.1	21.2±5.9	23.3±5.4	0.001
Pog-NB/mm	1.5±1.2	2.0±1.4	1.6±1.2	0.023
牙性指标				
G Vert-U1/mm	-2.6±4.4	-3.4±3.8	-2.7±4.3	0.119
U1-NPog/mm	7.9±2.7	7.6±2.9	7.8±2.7	0.506
L1-NPog/mm	4.9±2.6	4.7±2.4	4.8±2.5	0.640
U1-NA/mm	4.1±2.4	4.5±2.7	4.2±2.5	0.298
L1-NB/mm	5.7±2.1	5.9±2.3	5.7±2.1	0.552
U1-SN/°	101.4±7.3	104.3±7.7	101.9±7.4	0.006
U1-PP/°	111.6±7.0	114.3±7.3	112.1±7.1	0.007
IMPA/°	97.9±7.6	99.4±9.8	98.2±8.0	0.263
FMIA/°	56.7±7.9	57.3±8.5	56.8±8.0	0.589
U1-L1/°	126.7±8.7	125.1±9.6	126.4±8.9	0.226
OP-FH/°	10.6±4.4	8.9±4.0	10.3±4.4	0.003
软组织指标				
UL-EP/mm	-0.8±1.8	-1.0±1.8	-0.9±1.8	0.475
LL-EP/mm	0.6±2.0	0.5±2.0	0.6±2.0	0.711
Z角/°	70.1±7.0	68.9±6.5	69.9±6.9	0.202
上唇基底部厚度/mm	14.0±1.6	16.0±1.8	14.4±1.8	<0.001
上唇厚度/mm	14.7±2.2	16.4±1.8	15.0±2.3	<0.001
Sn-Stms/mm	21.7±2.1	23.0±2.3	21.9±2.2	<0.001
Stmi-Me'/mm	42.2±3.3	46.1±4.7	42.9±3.9	<0.001
Sn-Me'/mm	70.2±4.8	75.6±5.4	71.2±5.3	<0.001
Prn-Sn Vert/mm	12.6±1.9	14.0±1.7	12.9±1.9	<0.001
G Vert-Sn/mm	6.8±3.1	7.7±2.3	7.0±3.0	0.008
G Vert-Pog'/mm	0.0±6.4	-0.1±5.7	0.0±6.3	0.918

注: P值为女性与男性间的统计分析。

表 3 不同性别正畸术后骨性 I 类美观人群中头影测量结果

Tab 3 Cephalometric measurement results of aesthetic population of skeletal class I with different genders after orthodontic treatment

测量指标	女性 (141 例)	男性 (27 例)	整体 (168 例)	P 值
骨性指标				
S-N/mm	62.6±3.5	65.6±3.8	63.1±3.7	<0.001
S-Ar/mm	33.1±2.9	36.5±3.0	33.7±3.1	<0.001
Ar-Go'/mm	46.0±3.9	51.8±6.2	46.9±4.8	<0.001
Go'-Me'/mm	69.9±4.1	73.5±5.2	70.5±4.4	<0.001
Na-S-Ar/°	124.9±4.7	123.9±5.2	124.8±4.8	0.322
S-Ar-Go'/°	151.8±10.8	152.1±5.1	151.9±10.1	0.846
Ar-Go'-Me'/°	115.4±6.1	113.0±8.7	115.0±6.6	0.166
SNA/°	80.7±3.0	81.3±3.2	80.8±3.0	0.295
SNB/°	77.9±3.0	78.8±3.4	78.1±3.0	0.173
ANB/°	2.7±0.9	2.5±0.8	2.7±0.9	0.162
A-N perp/mm	-0.7±2.9	-1.0±2.8	-0.7±2.8	0.622
SN-MP/°	33.2±5.1	29.4±7.1	32.6±5.6	0.007
FMA/°	24.5±5.4	21.7±6.3	24.1±5.6	0.025
PP-MP/°	23.0±5.1	19.6±6.0	22.4±5.4	0.006
Pog-NB/mm	1.7±1.2	2.1±1.5	1.7±1.3	0.132
牙性指标				
G Vert-U1/mm	-2.5±4.0	-4.0±3.9	-2.7±4.0	0.058
U1-NPog/mm	7.1±2.3	6.5±2.3	7.0±2.3	0.200
L1-NPog/mm	4.1±2.2	3.6±2.1	4.0±2.2	0.258
U1-NA/mm	4.4±1.8	4.4±1.5	4.4±1.7	0.982
L1-NB/mm	5.1±1.7	4.9±2.0	5.1±1.7	0.586
U1-SN/°	101.9±6.0	105.0±7.1	102.4±6.3	0.029
U1-PP/°	112.1±5.9	114.9±6.7	112.6±6.1	0.044
IMPA/°	97.2±7.5	98.9±9.8	97.5±7.9	0.367
FMIA/°	58.3±6.7	59.4±6.4	58.5±6.6	0.418
U1-L1/°	127.7±8.7	126.6±9.7	127.5±8.9	0.569
OP-FH/°	10.1±3.8	8.2±3.9	9.8±3.9	0.015
软组织指标				
UL-EP/mm	-1.1±1.7	-1.3±1.6	-1.1±1.7	0.628
LL-EP/mm	0.5±1.9	-0.4±1.8	0.3±1.9	0.027
Z 角/°	71.4±6.0	71.3±5.8	71.4±6.0	0.946
上唇基底厚度/mm	14.0±1.4	16.5±1.5	14.4±1.7	<0.001
上唇厚度/mm	14.8±2.0	16.4±1.6	15.1±2.1	<0.001
Sn-Stms/mm	21.4±1.7	22.6±2.3	21.6±1.9	0.008
Stmi-Me'/mm	42.2±3.2	45.0±4.3	42.7±3.5	0.001
Sn-Me'/mm	69.5±4.4	73.8±4.3	70.1±4.6	<0.001
Prn-Sn Vert/mm	12.4±1.6	13.6±1.7	12.6±1.7	<0.001
G Vert-Sn/mm	6.6±3.0	7.7±2.2	6.7±2.9	0.015
G Vert-Pog'/mm	0.8±5.5	0.7±5.4	0.8±5.5	0.945

注：P 值为女性与男性间的统计分析。

女性术后美观人群中不同骨性矢状向分类的头影测量结果见表 5。骨性指标上，骨性 II 类比骨

性 I 类患者有更小的下颌升支长度、SNB，更大的关节角、SNA 和上颌骨矢状向长度，更顺旋的下颌平面和突度更小的骨性颈部；骨性 III 类比骨性 I 类患者有更小的关节角、SNA、上颌骨矢状向长度和更大的 SNB。牙性指标上，骨性 II 类患者和骨性 I 类患者的差异与男性一致；骨性 III 类患者的上颌切牙以上颌骨为参考平面 (U1-NA) 则较骨性 I 类患者更前突，以面平面为参考平面 (U1-NPog) 时则更靠后，上颌切牙更唇倾，下颌切牙更靠后且直立，殆平面倾斜度 (OP-FH) 更小。在软组织指标上，骨性 II 类患者的上唇比骨性 I 类患者更突出，Z 角更小，上唇面高更大，软组织颈部更靠后；骨性 III 类患者的上唇比骨性 I 类患者更靠后，Z 角更小，上唇基底厚度更厚，上唇面高更小，软组织颈部更前突。

2.3 软组织变化的影响因素

2.3.1 软组织指标和年龄的相关性分析

软组织指标和年龄的散点图见图 2，可见大部分软组织指标的离散程度较大，表明正畸术后不同美观个体的软组织指标差异偏大。软组织指标和年龄的相关性分析见表 6。男性上唇厚度与年龄存在相关性，变化比例为 -0.157 mm/年；女性上唇厚度也与年龄存在相关性，变化比例为 -0.119 mm/年。除此之外，女性的上唇基底厚度、下唇面高也与年龄存在相关性，变化比例分别为 -0.073 mm/年和 -0.089 mm/年。

2.3.2 软组织指标和骨组织指标的相关性分析

软组织指标和骨组织指标的单因素分析见图 3，软组织指标和骨组织指标变化的对应比例见图 4。正畸术后美观人群中，软组织的突度、厚度与骨组织指标存在相关性。

在男性中， $P < 0.01$ 认为软组织指标和骨组织指标存在显著的相关性。男性患者上唇突度与后颅底长度、下颌体长度、ANB、上颌骨矢状向长度存在相关性，下唇突度与下颌升支高度、下颌骨顺旋情况、骨性颈部突度存在相关性，受上下唇共同影响的 Z 角与下颌升支高度、SNB、ANB、下颌骨顺旋情况存在相关性。上唇基底厚度与前后颅底长度、下颌体长度、ANB 存在相关性，上唇突度和骨性指标未发现相关性。上唇面高与前后颅底长度存在相关性，下唇面高与后颅底长度、下颌升支高度、下颌体长度、ANB 存在相关性，下面高与前后颅底长度、下颌体长度、关节角、下颌骨顺旋情况存在相关性。鼻尖突度与后颅底长度、SNA、上颌骨矢状向长度存在相关性，

鼻底突度与下颌升支高度、SNA、SNB、上颌骨矢状向长度存在相关性,软组织颏部突度与下颌升支高度、关节角、SNA、SNB、ANB、上颌骨矢状向长度存在相关性(图3、4)。

表4 男性术后美观人群中不同骨性矢状向分类的头影测量结果

Tab 4 Cephalometric measurement results of aesthetics male population after orthodontic treatment with different sagittal skeletal pattern

测量指标	骨性 I 类	骨性 II 类	骨性 III 类	P 值		
				整体	II - I	III - I
骨性指标						
S-N/mm	65.6±3.8	66.3±3.6	67.1±5.7	0.651	-	-
S-Ar/mm	36.5±3.0	37.3±3.4	39.1±5.7	0.324	-	-
Ar-Go'/mm	51.8±6.2	50.0±5.5	54.2±5.2	0.081	-	-
Go'-Me'/mm	73.5±5.2	71.1±3.3	78.5±9.2	0.007	0.040	0.091
Na-S-Ar/°	123.9±5.2	125.3±4.9	123.2±5.6	0.445	-	-
S-Ar-Go'/°	152.1±5.1	152.0±5.8	150.1±4.5	0.435	-	-
Ar-Go'-Me'/°	113.0±8.7	115.2±6.4	118.4±5.1	0.050	0.310	0.016
SNA/°	81.3±3.2	81.6±3.7	80.8±3.5	0.809	-	-
SNB/°	78.8±3.4	76.3±3.6	81.7±4.9	0.001	0.009	0.077
ANB/°	2.5±0.8	5.3±1.0	-1.0±1.8	<0.001	<0.001	<0.001
A-N perp/mm	-1.0±2.8	0.2±3.1	-2.6±1.6	0.001	0.153	0.025
SN-MP/°	29.4±7.1	32.9±6.0	31.9±6.1	0.152	-	-
FMA/°	21.7±6.3	24.3±5.9	25.0±3.2	0.091	-	-
PP-MP/°	19.6±6.0	22.3±5.7	22.9±5.2	0.143	-	-
Pog-NB/mm	2.1±1.5	1.8±1.3	1.9±1.2	0.748	-	-
牙性指标						
G Vert-U1/mm	-4.0±3.9	-3.7±3.7	-1.2±3.1	0.041	0.753	0.017
U1-NPog/mm	6.5±2.3	9.6±2.2	5.8±3.1	<0.001	<0.001	0.483
L1-NPog/mm	3.6±2.1	6.4±2.1	3.5±1.8	<0.001	<0.001	0.860
U1-NA/mm	4.4±1.5	3.0±2.1	8.5±3.0	<0.001	0.008	<0.001
L1-NB/mm	4.9±2.0	7.5±2.0	4.4±1.7	<0.001	<0.001	0.446
U1-SN/°	105.0±7.1	100.6±5.6	111.1±8.7	<0.001	0.012	0.040
U1-PP/°	114.9±6.7	111.2±6.3	120.1±7.8	0.002	0.041	0.051
IMPA/°	98.9±9.8	104.1±7.3	89.6±7.4	<0.001	0.029	0.001
FMIA/°	59.4±6.4	51.7±7.6	65.5±6.3	<0.001	<0.001	0.007
U1-L1/°	126.6±9.7	122.4±9.5	127.5±8.4	0.170	-	-
OP-FH/°	8.2±3.9	10.7±3.7	6.4±3.6	0.002	0.016	0.156
软组织指标						
UL-EP/mm	-1.3±1.6	-0.2±1.6	-2.3±1.6	0.001	0.014	0.082
LL-EP/mm	-0.4±1.8	1.3±2.0	1.0±1.4	0.002	0.001	0.011
Z角/°	71.3±5.8	64.7±6.0	72.5±4.2	<0.001	<0.001	0.505
上唇基底厚度/mm	16.5±1.5	15.2±1.6	17.0±2.0	0.002	0.002	0.415
上唇厚度/mm	16.4±1.6	16.2±1.9	16.8±1.9	0.685	-	-
Sn-Stms/mm	22.6±2.3	23.2±2.2	23.8±2.7	0.366	-	-
Stmi-Me'/mm	45.0±4.3	45.3±3.7	51.0±5.5	0.004	0.808	0.001
Sn-Me'/mm	73.8±4.3	76.1±4.6	79.7±7.4	0.017	0.061	0.012
Prn-Sn Vert/mm	13.6±1.7	14.2±1.6	14.7±1.6	0.187	-	-
G Vert-Sn/mm	7.7±2.2	7.8±2.7	7.5±1.7	0.889	-	-
G Vert-Pog'/mm	0.7±5.4	-2.6±5.7	3.9±3.7	<0.001	0.028	0.038

注: P 值(整体)为骨性 I 类、骨性 II 类、骨性 III 类患者三者间的统计分析。当 P 值(整体) < 0.05 时, 进行骨性 II 类与骨性 I 类、骨性 III 类与骨性 I 类两者间的统计分析; P 值(整体) ≥ 0.05 时, 不再进行两者间的统计分析, 使用“-”表示。

表 5 女性术后美观人群中不同骨性矢状向分类的头影测量结果

Tab 5 Cephalometric measurement results of aesthetics female population after orthodontic treatment with different sagittal skeletal pattern

测量指标	骨性 I 类	骨性 II 类	骨性 III 类	P 值		
				整体	II - I	III - I
骨性指标						
S-N/mm	62.6±3.5	63.0±3.8	62.5±4.1	0.612	-	-
S-Ar/mm	33.1±2.9	33.3±3.3	32.8±3.0	0.714	-	-
Ar-Go'/mm	46.0±3.9	44.2±4.7	46.8±3.9	0.001	0.002	0.269
Go'-Mc/mm	69.9±4.1	69.0±4.7	71.0±4.5	0.054	-	-
Na-S-Ar/°	124.9±4.7	124.8±5.0	125.4±5.0	0.802	-	-
S-Ar-Go'/°	151.8±10.8	154.5±6.1	149.5±4.3	<0.001	0.015	0.040
Ar-Go'-Mc/°	115.4±6.1	116.4±6.0	116.5±5.4	0.358	-	-
SNA/°	80.7±3.0	81.8±3.0	79.4±3.0	<0.001	0.003	0.032
SNB/°	77.9±3.0	76.3±3.1	80.0±3.3	<0.001	<0.001	0.001
ANB/°	2.7±0.9	5.6±1.1	-0.6±1.5	<0.001	<0.001	<0.001
A-N perp/mm	-0.7±2.9	0.2±3.3	-1.7±2.4	0.002	0.030	0.038
SN-MP/°	33.2±5.1	35.8±4.8	31.7±5.6	<0.001	<0.001	0.130
FMA/°	24.5±5.4	27.4±5.7	22.8±4.8	<0.001	<0.001	0.057
PP-MP/°	23.0±5.1	25.6±4.8	22.0±4.7	<0.001	<0.001	0.286
Pog-NB/mm	1.7±1.2	1.3±1.0	1.7±1.2	0.042	0.022	0.825
牙性指标						
G Vert-U1/mm	-2.5±4.0	-3.4±4.8	-0.5±3.7	0.001	0.119	0.005
U1-NPog/mm	7.1±2.3	9.6±2.3	6.0±2.8	<0.001	<0.001	0.040
L1-NPog/mm	4.1±2.2	6.4±2.3	3.3±2.5	<0.001	<0.001	0.072
U1-NA/mm	4.4±1.8	2.6±1.6	7.6±2.7	<0.001	<0.001	<0.001
L1-NB/mm	5.1±1.7	7.0±1.8	3.9±2.2	<0.001	<0.001	0.002
U1-SN/°	101.9±6.0	97.7±6.3	110.2±6.5	<0.001	<0.001	<0.001
U1-PP/°	112.1±5.9	108.0±6.1	119.8±6.5	<0.001	<0.001	<0.001
IMPA/°	97.2±7.5	100.8±6.7	92.5±7.1	<0.001	<0.001	0.001
FMIA/°	58.3±6.7	51.8±6.4	64.8±7.1	<0.001	<0.001	<0.001
U1-L1/°	127.7±8.7	125.6±8.4	125.7±9.6	0.141	-	-
OP-FH/°	10.1±3.8	12.5±4.2	6.7±4.1	<0.001	<0.001	<0.001
软组织指标						
UL-EP/mm	-1.1±1.7	0.0±1.7	-2.0±2.0	<0.001	<0.001	0.010
LL-EP/mm	0.5±1.9	1.0±2.1	0.2±2.0	0.058	-	-
Z角/°	71.4±6.0	66.4±6.6	75.6±6.1	<0.001	<0.001	<0.001
上唇底部厚度/mm	14.0±1.4	13.8±1.9	14.8±1.3	0.001	0.440	0.001
上唇厚度/mm	14.8±2.0	14.7±2.4	14.7±2.5	0.829	-	-
Sn-Stms/mm	21.4±1.7	22.5±2.2	20.4±1.9	<0.001	<0.001	0.008
Stmi-Me'/mm	42.2±3.2	42.0±3.4	42.8±3.3	0.531	-	-
Sn-Me'/mm	69.5±4.4	71.9±5.0	68.0±4.3	<0.001	<0.001	0.067
Prn-Sn Vert/mm	12.4±1.6	12.8±2.2	12.6±1.9	0.288	-	-
G Vert-Sn/mm	6.6±3.0	7.2±3.4	6.5±2.3	0.204	-	-
G Vert-Pog'/mm	0.8±5.5	-2.7±6.8	4.8±4.8	<0.001	<0.001	<0.001

注：P 值（整体）为骨性 I 类、骨性 II 类、骨性 III 类患者三者间的统计分析。当 P 值（整体）<0.05 时，进行骨性 II 类与骨性 I 类、骨性 III 类与骨性 I 类两者间的统计分析；P 值（整体）≥0.05 时，不再进行两者间的统计分析，使用“-”表示。

在女性中，由于女性样本量更大，P<0.001 认为软组织指标和骨组织指标存在显著的相关性。

女性患者上唇突度与 SNA、ANB、上颌骨矢状向长度、下颌骨顺旋情况、骨性颏部突度存在相关

性,下唇突度与ANB、下颌骨顺旋情况、骨性颈部突度存在相关性,Z角除了与上文提到的ANB、上颌骨矢状向长度、下颌骨顺旋情况、骨性颈部突度存在相关性之外,还与下颌升支高度、下颌体长度、下颌角存在相关性。上唇基底部厚度与前颅底、下颌体长度存在相关性,上唇厚度则主要与下颌升支高度存在相关性。上唇面高主要与前后颅底长度、下颌体长度、ANB、下颌升支顺旋情况存在相关性,下唇面高主要与前后颅底长度、下颌升支、下颌体长度、下颌角、下颌骨顺旋情

况存在相关性,下面高存在相关性的骨性指标除上唇面高中提到的前后颅底长度、下颌体长度、ANB、下颌升支顺旋情况外,还包括下颌角、SNB。鼻尖突度与后颅底长度、SNA、SNB、上颌骨矢状向长度存在相关性,鼻底突度与下颌升支高度、SNA、SNB、上颌骨矢状向长度、下颌骨顺旋情况存在相关性,软组织颈部突度与后颅底、下颌升支、下颌体长度、关节角、SNA、SNB、ANB、上颌骨矢状向长度、下颌骨顺旋情况存在相关性(图3、4)。

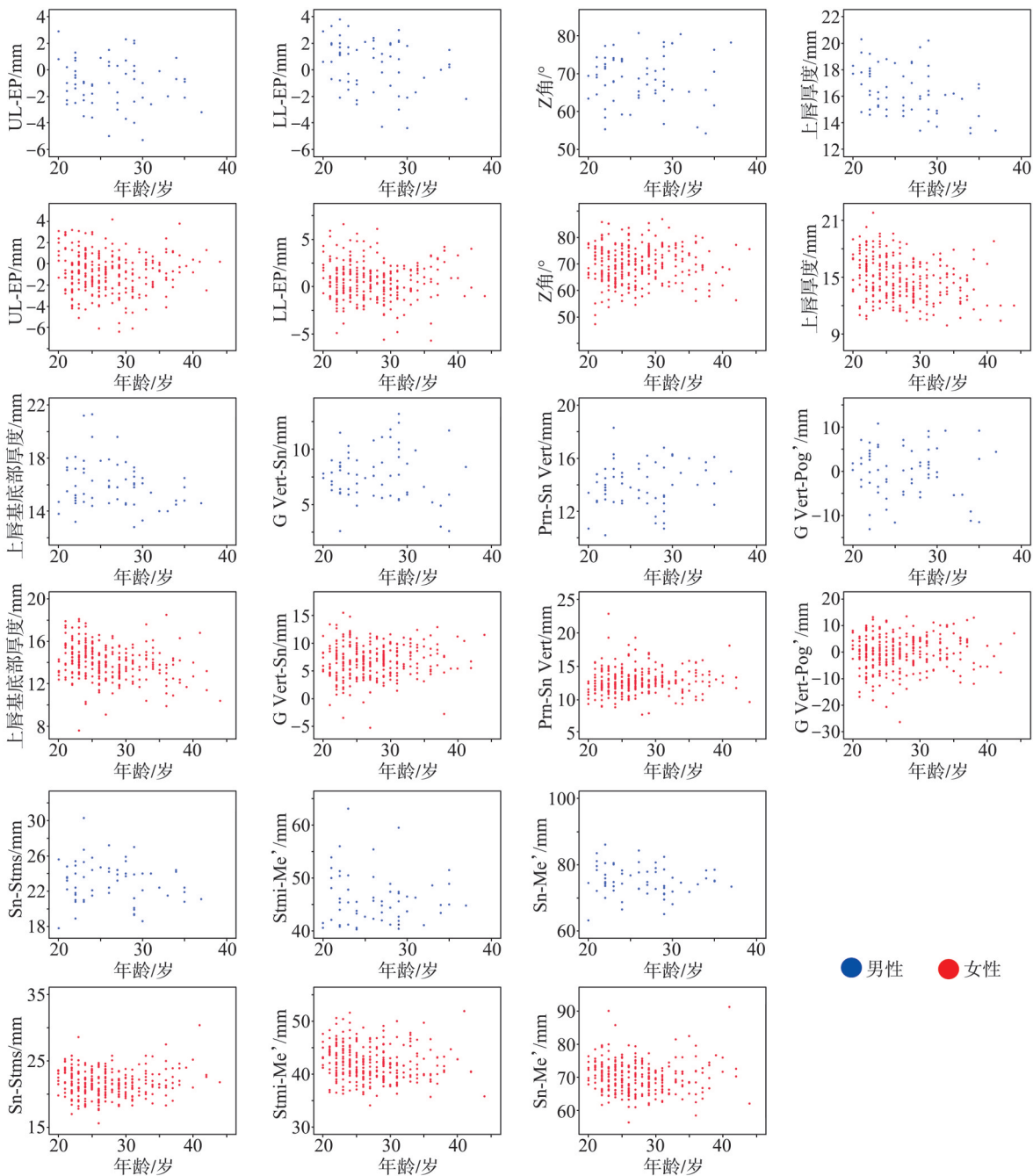


图 2 软组织指标和年龄的散点图

Fig 2 Scatter plot of soft tissue indicators and age

表 6 软组织指标和年龄的相关性分析

Tab 6 Correlation analysis between soft tissue indicators and age

测量指标	男性			女性		
	相关系数	P值	斜率	相关系数	P值	斜率
UL-EP	-0.106	0.417	-	-0.052	0.389	-
LL-EP	-0.150	0.247	-	-0.023	0.707	-
Z角	0.005	0.971	-	0.029	0.628	-
上唇基底厚度	-0.242	0.061	-0.098	-0.225	<0.001	-0.073
上唇厚度	-0.385	0.002	-0.157	-0.267	<0.001	-0.119
Sn-Stms	-0.136	0.294	-	0.063	0.294	-
Stmi-Me'	-0.077	0.556	-	-0.136	0.024	-0.089
Sn-Me'	-0.137	0.291	-	-0.063	0.299	-
Prn-Sn Vert	0.151	0.246	-	0.073	0.228	-
G Vert-Sn	-0.054	0.678	-	0.078	0.194	-
G Vert-Pog'	-0.054	0.680	-	0.076	0.207	-

注：P值为软组织指标与年龄间的统计分析。P值<0.05时，计算软组织指标与年龄间线性回归方程的斜率；P值>0.05时，不计算斜率，使用“-”表示。

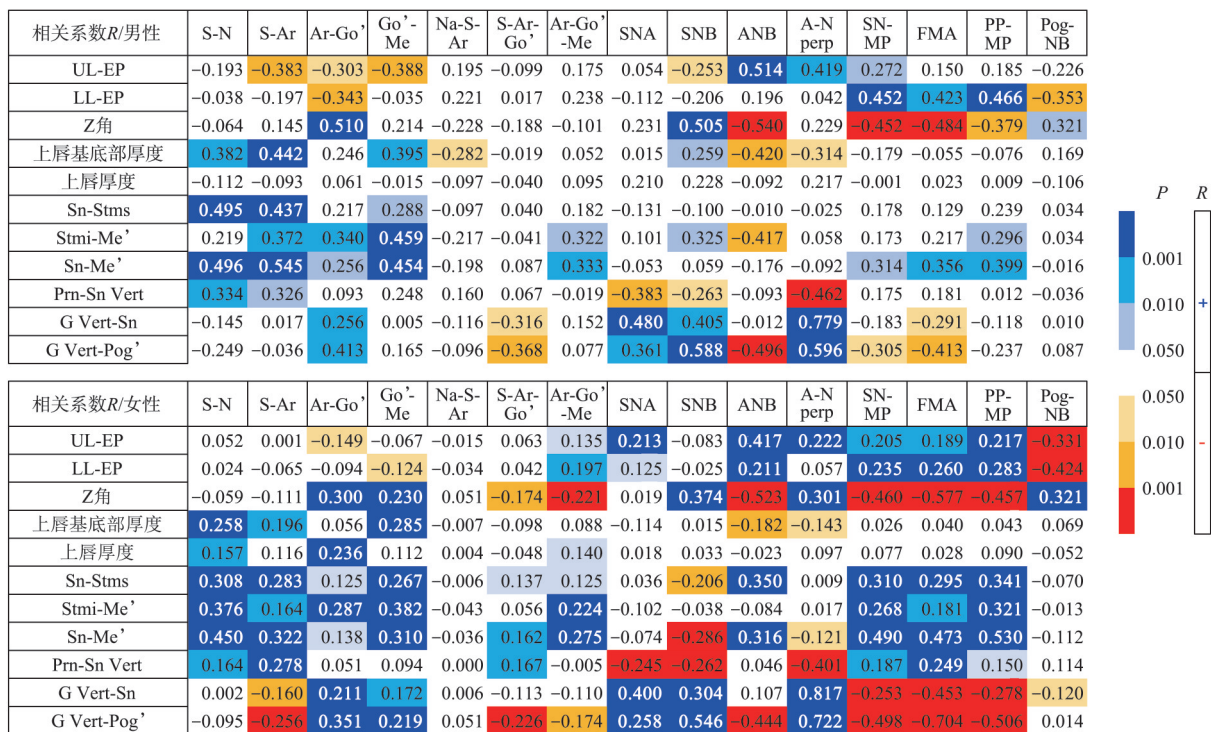


图 3 软组织指标和骨组织指标的单因素分析

Fig 3 Univariate analysis of soft tissue and skeletal tissue indicators

2.4 正畸术后美观人群牙性目标位拟合效果

正畸术后美观女性人群中整体（同时包含骨性 I、II、III类）、骨性 I类、骨性 II类、骨性 III类情况下的牙性指标的逐步多因素分析结果见表 7~10。在本研究包含的 11 个牙性指标中，U1-L1 和 OP-FH 不是临床常用的前牙定位指标，因此选用剩余 9 个牙性指标作为牙性目标位拟合的目标对象，上颌前牙矢状向位置 3 个（G Vert-U1、U1-NPog、U1-NA）、下颌前牙矢状向位置 2 个（L1-

NPog、L1-NB）、上颌前牙唇倾度 2 个（U1-SN、U1-PP）、下颌前牙唇倾度 2 个（IMPA、FMIA）。由于男性样本量较少，只在女性人群中测试了整体（同时包含骨性 I、II、III类）、骨性 I类、骨性 II类、骨性 III类情况下的牙性指标的拟合效果，结果表明，在正畸术后美观女性人群中绝大多数牙性指标在进行拟合时不需要区分骨性 I、II、III类，且整体美观人群的 adjusted R²较区分骨性 I、II、III类人群更大。

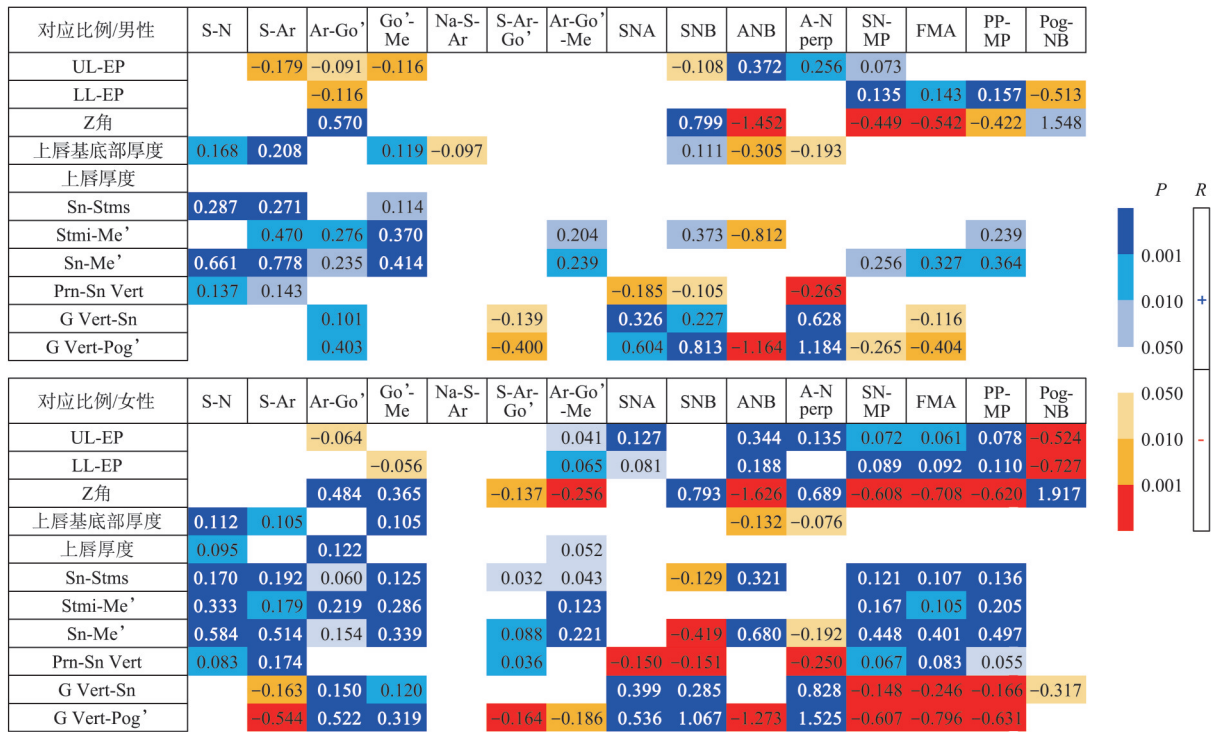


图 4 软组织指标和骨组织指标变化的对应比例

Fig 4 Corresponding proportion of changes in soft tissue indicators and skeletal tissue indicators

表 7 正畸术后美观女性人群的逐步多因素牙性指标 adjusted R²分析结果

Tab 7 Adjusted R² results of stepwise multivariate analysis of variables with dental indicators among aesthetics female population after orthodontic treatment

项目	骨性指标	骨性+软组织矢状向指标	骨性+软组织指标
G Vert-U1	0.795	0.840	0.842
U1-NPog	0.515	0.515	0.541
L1-NPog	0.533	0.544	0.585
U1-NA	0.521	0.530	0.531
L1-NB	0.421	0.438	0.458
U1-SN	0.516	0.528	0.554
U1-PP	0.493	0.507	0.534
IMPA	0.559	0.572	0.572
FMIA	0.581	0.594	0.594

正畸术后美观不同性别人群的牙性指标的逐步多因素分析结果见表7、表11。通过骨性和软组织指标拟合牙性目标位时,男性中不同牙性指标的效果比女性离散程度更大,即不同牙性指标的 adjusted R²值大小差异更大,男女性 G Vert-U1 均获得了最好的拟合效果,也就是最高的校正自由度的决定系数 (adjusted R²_{男性}=0.836, adjusted R²_{女性}=0.842)。男性在综合骨性和软组织指标预测前牙定位时可选择 G Vert-U1,若仅通过骨性指标

预测前牙定位可选择 IMPA。而女性中,由于 G Vert-U1 拟合效果明显优于其他指标,则在前牙目标位设计时,考虑使用 G Vert-U1 为预测指标。

表 8 正畸术后美观骨性 I 类女性人群的逐步多因素牙性指标 adjusted R²分析结果

Tab 8 Adjusted R² results of stepwise multivariate analysis of variables with dental indicators among aesthetics female population with skeletal class I after orthodontic treatment

项目	骨性指标	骨性+软组织矢状向指标	骨性+软组织指标
G Vert-U1	0.800	0.838	0.838
U1-NPog	0.384	0.384	0.384
L1-NPog	0.417	0.426	0.450
U1-NA	0.157	0.187	0.187
L1-NB	0.181	0.222	0.228
U1-SN	0.348	0.351	0.376
U1-PP	0.316	0.324	0.348
IMPA	0.526	0.551	0.551
FMIA	0.421	0.441	0.441

骨性指标预测男女性 IMPA 的逐步多因素分析结果见表 12。男性 IMPA 受到 ANB、SNB、SN-MP 的影响,预测公式为: IMPA=194.604+1.972×ANB-1.065×SN-MP-0.867×SNB。女性 IMPA 受到 ANB、SN-MP、SNA、Pog-NB、S-Ar 的影响,预测公式为: IMPA=224.188+2.594×ANB-1.169×SN-

$MP-1.266 \times SNA-1.111 \times Pog-NB+0.269 \times S-Ar$ 。

表 9 正畸术后美观骨性 II 类女性人群的逐步多因素牙性指标 adjusted R² 分析结果

Tab 9 Adjusted R² results of stepwise multivariate analysis of variables with dental indicators among aesthetics female population with skeletal class II after orthodontic treatment

项目	骨性指标	骨性+软组织矢状向指标	骨性+软组织指标
G Vert-U1	0.825	0.859	0.859
U1-NPog	0.323	0.352	0.457
L1-NPog	0.377	0.438	0.527
U1-NA	0.057	0.083	0.083
L1-NB	0.221	0.305	0.317
U1-SN	0.334	0.367	0.410
U1-PP	0.187	0.187	0.256
IMPA	0.417	0.436	0.436
FMIA	0.439	0.494	0.494

表 10 正畸术后美观骨性 III 类女性人群的逐步多因素牙性指标 adjusted R² 分析结果

Tab 10 Adjusted R² results of stepwise multivariate analysis of variables with dental indicators among aesthetics female population with skeletal class III after orthodontic treatment

项目	骨性指标	骨性+软组织矢状向指标	骨性+软组织指标
G Vert-U1	0.697	0.714	0.714
U1-NPog	0.488	0.488	0.488
L1-NPog	0.545	0.545	0.545
U1-NA	0.477	0.477	0.595
L1-NB	0.186	0.186	0.302
U1-SN	0.474	0.606	0.606
U1-PP	0.590	0.620	0.620
IMPA	0.478	0.478	0.478
FMIA	0.150	0.223	0.223

骨性指标预测男女性 G Vert-U1 的逐步多因素分析结果见表 13。G Vert-U1 在男女性中都受到上颌骨矢状向长度、上下颌骨矢状向关系的影响。男性 G Vert-U1 的预测公式为： $G Vert-U1=-0.168+1.059 \times A-N perp-1.043 \times ANB$ 。女性 G Vert-U1 的预测公式为： $G Vert-U1=0.872+1.263 \times A-N perp-0.833 \times ANB$ 。

颅颌面指标预测 G Vert-U1 的逐步多因素分析结果见表 14。男性 G Vert-U1 的 adjusted R² 随着矢状向软组织指标的加入而明显提高（表 11），受到软组织颏部突度、鼻基底突度、下颌骨顺旋情况、上唇基底厚度、上唇突度和下颌体长度

的影响，预测公式为： $G Vert-U1=-7.245+0.378 \times G Vert-Pog'+0.851 \times G Vert-Sn+0.165 \times FMA-0.427 \times$ 上唇厚度 $-0.502 \times$ 上唇基底厚度 $+0.116 \times Go'-Me$ 。女性 G Vert-U1 主要受到鼻基底突度、上下颌骨矢状向关系、上颌骨矢状向长度和上唇基底厚度的影响，预测公式为： $G Vert-U1=1.594+0.452 \times A-N perp-0.838 \times ANB+0.888 \times G Vert-Sn-0.689 \times$ 上唇基底厚度 $-0.273 \times Pog-NB+0.070 \times Stmi-Me'$ 。

表 11 正畸术后美观男性人群的逐步多因素牙性指标 adjusted R² 分析结果

Tab 11 Adjusted R² results of stepwise multivariate analysis of variables with dental indicators among aesthetics male population after orthodontic treatment

项目	骨性指标	骨性+软组织矢状向指标	骨性+软组织指标
G Vert-U1	0.646	0.836	0.836
U1-NPog	0.609	0.646	0.669
L1-NPog	0.491	0.524	0.558
U1-NA	0.570	0.650	0.629
L1-NB	0.414	0.458	0.478
U1-SN	0.481	0.516	0.559
U1-PP	0.590	0.620	0.620
IMPA	0.478	0.478	0.478
FMIA	0.150	0.223	0.223

3 讨论

本研究以成人正畸患者为基础探讨了正畸术后美观人群的头影测量参考范围，分析了性别、骨性矢状向分类的差异，从而进一步明确年龄、骨性指标与软组织指标的相关性，以此为基础对牙性指标进行拟合，为正畸前牙目标位美学设计提供参考。

本研究发现，与女性相比，男性术后美观人群的颅骨、下颌骨长度更长，骨性颏部突度更大，下颌骨顺旋程度更低，这与 Al Maaitah 等^[13]的研究一致，同时，男性有更厚的上唇厚度和上唇基底厚度、更大的上唇面高和下唇面高、更突出的鼻部，这与其他学者^[18]的研究一致。传统观念认为骨性 I 类患者面型和牙齿角度相对完美，本研究发现骨性 I 类男女性差异基本和未区分骨性矢状向分类的术后美观人群基本一致，但男性下唇突度较女性小，男女性骨性颏部突度无明显差异。Berneburg 等^[19]研究认为，具有骨性 I 类面型的欧洲美观人群的男女性软组织颏部趋向一致。

表 12 骨性指标预测男女性 IMPA 的逐步多因素分析结果

Tab 12 Stepwise multivariate analysis of skeletal indicators with IMPA in both genders

性别	R ² 值	adjusted R ² 值	自变量	B 值 (95%CI)	β 值	P 值
男性	0.726	0.712	截距	194.604 (152.881, 236.328)		<0.001
			ANB	1.972 (1.287, 2.657)	0.493	<0.001
			SN-MP	-1.065 (-1.307, -0.823)	-0.719	<0.001
			SNB	-0.867 (-1.329, -0.406)	-0.368	<0.001
女性	0.567	0.559	截距	224.188 (200.637, 247.739)		<0.001
			ANB	2.594 (2.278, 2.911)	0.762	<0.001
			SN-MP	-1.169 (-1.319, -1.020)	-0.808	<0.001
			SNA	-1.266 (-1.518, -1.014)	-0.513	<0.001
			Pog-NB	-1.111 (-1.675, -0.546)	-0.170	<0.001
			S-Ar	0.269 (0.062, 0.477)	0.107	0.011

表 13 骨性指标预测男女性 G Vert-U1 的逐步多因素分析结果

Tab 13 Stepwise multivariate analysis of skeletal indicators with G Vert-U1 in both genders

性别	R ² 值	adjusted R ² 值	自变量	B 值 (95%CI)	β 值	P 值
男性	0.658	0.646	截距	-0.168 (-1.172, 0.836)		0.739
			A-N perp	1.059 (0.848, 1.271)	0.812	<0.001
			ANB	-0.793 (-1.043, -0.543)	-0.514	<0.001
女性	0.796	0.795	截距	0.872 (0.433, 1.311)		<0.001
			A-N perp	1.263 (1.184, 1.342)	0.876	<0.001
			ANB	-0.833 (-0.941, -0.726)	-0.426	<0.001

表 14 颅颌面指标预测 G Vert-U1 的逐步多因素分析结果

Tab 14 Stepwise multivariate analysis of craniofacial indicators with G Vert-U1

性别	R ² 值	adjusted R ² 值	自变量	B 值 (95%CI)	β 值	P 值			
男性	0.852	0.836	截距	-7.245 (-14.007, -0.484)		0.036			
			G Vert-Pog'	0.378 (0.272, 0.484)	0.576	<0.001			
			G Vert-Sn	0.851 (0.596, 1.106)	0.526	<0.001			
			FMA	0.165 (0.090, 0.240)	0.257	<0.001			
			上唇厚度	-0.427 (-0.661, -0.193)	-0.203	0.001			
			上唇基底厚度	-0.502 (-0.760, -0.244)	-0.237	<0.001			
			Go'-Me	0.116 (0.039, 0.193)	0.182	0.004			
			女性	0.845	0.842	截距	1.594 (-1.494, 4.683)		0.310
			A-N perp			0.452 (0.258, 0.646)	0.313	<0.001	
ANB	-0.838 (-0.933, -0.742)	-0.428	<0.001						
G Vert-Sn	0.888 (0.689, 1.087)	0.625	<0.001						
上唇基底厚度	-0.689 (-0.916, -0.461)	-0.255	<0.001						
Pog-NB	-0.273 (-0.457, -0.089)	-0.073	0.004						
Stmi-Me'	0.070 (0.004, 0.136)	0.052	0.038						

中国人群与欧美人群存在颅颌面特征差异,研究^[20]认为具有人群中的平均颅颌面特征的人更具有吸引力,这也说明基于我国人群探究正畸术后美观人群颅颌面特征的重要性。在临床诊疗中,常常会有骨性Ⅱ类、骨性Ⅲ类患者寻求正畸治疗,仅仅依靠骨性Ⅰ类美观的人群的颅颌面特征难以对存在骨性矢状不调的患者进行美学诊疗设计。本研究发现,男性术后美观人群中骨性Ⅱ类患者

主要表现为下颌体长度偏小、SNB 偏小,软组织表现为上下唇较审美线前突,软组织颏部靠后,但值得注意的是此类患者的上唇基底部会更薄,体现了软组织厚度对男性骨性Ⅱ类的代偿;骨性Ⅲ类患者下颌角偏大和上颌骨矢状向长度偏小,软组织颏部前突,但下面高更大且下唇更突出,体现了下面高垂直向对矢状向的协调、下唇突度对软组织颏部的协调。女性术后美观人群中,骨

性Ⅱ类患者主要表现为更大的上颌骨、更小的下颌升支、更大的关节角、突度更小的骨性颏部，软组织表现为上唇更突出、Z角更小、软组织颏部更靠后、上唇面高更大；骨性Ⅲ类患者表现为更小的上颌骨、更小的关节角和更大的SNB，软组织表现为上唇更靠后、软组织颏部更前突，但上唇基底厚度更厚，体现了上唇基底厚度对女性骨性Ⅲ类的代偿。值得注意的是，在术后美观人群中，并未发现骨性Ⅲ类人群明显的下颌骨长度过大，且女性不同骨性矢状向分类患者中，下唇突度也无明显的差异。

软组织指标通常认为与性别、年龄变化关系很大，本研究发现在正畸术后美观人群横断面中，大多数软组织指标与年龄无明显的相关性，但男女性的上唇厚度依然与年龄存在相关性，其中男性变化更明显，女性的上唇基底厚度和下唇面高与年龄也存在相关性，表现为随着年龄的增加，厚度和高度都会降低。

软组织和骨组织之间具有相互联系，但其对应关系不一定为1:1，通过比较正畸术后美观人群的软硬组织变化比例将有助于更好的美学设计。正畸治疗主要通过改变唇突度实现美观的侧貌，其中最常见3个指标包括UL-EP、LL-EP和Z角，上述指标和多项骨性指标存在相关性。在男性术后美观人群中，上唇突度主要与上下颌骨矢状向关系存在相关性，下唇突度主要与下颌骨顺旋情况存在相关性，Z角主要与上下颌骨矢状向关系和下颌升支高度存在相关性；在女性术后美观人群中，上唇突度主要与上下颌骨矢状向关系存在相关性，下唇突度主要与骨性颏部突度存在相关性，Z角主要与上下颌骨矢状向关系、下颌骨顺旋情况存在相关性。这体现了上唇突度主要受上下颌骨矢状向关系影响，下唇突度主要受下颌骨影响，而Z角可以同时反映上下颌骨矢状向关系和下颌骨情况，且随着ANB的增加，男性上唇突度增加更大，随着下颌骨的顺旋，男性下唇突度也增加更大。其他软组织矢状向指标，上唇基底厚度与颅底长度、下颌体长度存在较强相关性，上唇突度只在女性中发现与下颌升支高度存在相关性，鼻尖突度、鼻基底突度、软组织颏部突度与上颌骨矢状向长度存在相关性，其中软组织颏部突度还与SNB、ANB存在相关性，软组织颏部突度在女性美观人群中还与下颌骨顺旋情况、下颌骨长度(Ar-Go, Go'-Me)存在相关性。这也展示了正畸术后美观人群的上唇基底厚度与骨

性矢状向长度发育的相关性，以及上颌骨矢状向长度与侧貌鼻部、颏部突度的重要相关性。对于软组织垂直向指标，男性上唇面高、下唇面高和下面高只与颅底长度或下颌体长度存在相关性，而女性的软组织垂直向指标除了与颅底长度存在相关性之外，还与下颌骨顺旋情况、上下颌骨矢状向关系存在相关性，体现了软组织面下1/3垂直向在女性美观中受更多骨性因素的影响。

Zhou等^[2]通过逐步多因素分析发现，U1-NPog在同时满足审美线和美观的骨性Ⅰ、Ⅱ类中国女性(1<ANB<7)的预测效果最好。本研究基于临床正畸治疗结束的数据，纳入了包含骨性Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类符合美观评价的男女性患者，发现下颌前牙唇倾度(IMPA)和上颌前牙矢状向位置(G Vert-U1)的潜在应用价值。骨性指标在正畸治疗前后通常难以改变，男性患者IMPA在单独通过骨性指标预测时，其影响因素包括上下颌骨矢状向和下颌骨顺旋情况，很好地反映了骨性二维特征；而女性患者G Vert-U1可通过上下颌骨矢状向关系和上颌骨矢状向长度的多元线性回归进行预测，反映了女性上颌骨矢状向长度在美观中的重要性。有时前牙正畸的设计难以仅依靠骨性指标实现，因此本研究依次纳入骨性、矢状向软组织、垂直向软组织指标对前牙目标位设计进行分析。与女性相比，男性G Vert-U1的adjusted R²随着矢状向软组织指标的纳入而明显提高，这可能是因为男性比女性的软组织更厚^[18]。男女性G Vert-U1的预测指标均包括鼻底、唇厚度、颏突度，也与Andrews六要素的上下颌骨矢状向关系及颏部突度相呼应^[9]。

综上，本研究具有以下内容和成果：1) 基于大量临床样本将正畸术后美观人群的颅颌面特征通过头影测量指标进行系统性呈现，展示了不同性别、骨性矢状向分类的颅颌面特征差异，为医生针对不同人群美学方案设计提供了参考。2) 比较了性别、年龄、骨组织对软组织指标的影响和对应比例，为医生分析软组织美学指标提供了基础。3) 结果表明，单独使用骨性指标时男性IMPA和女性G Vert-U1在前牙目标位设计具有临床应用潜力，联合使用骨性指标和软组织指标时G Vert-U1在男女性前牙目标位设计具有应用潜力。本研究也具有一定的局限性，首先，主观美学评价由5名口腔医学生完成，可能对美学的客观标准带来潜在影响，但考虑到评价小组中大部分成员认为是美观的，那么一般也能够满足国人的整体

审美;其次,本研究使用的是术后指标,未分析治疗前后骨性和软组织指标的变化。

在应用本研究结果时,应注意结合本研究纳入正畸术后美观人群颅颌面特征范围和实际治疗患者情况的包含关系后再进行使用,因为某些美观相关骨性或软组织特征无法单纯通过正畸或口腔治疗改变,应同时结合患者自身的实际美学需求、治疗前后软硬组织的变化预测、治疗过程中的变化趋势,最终确定前牙目标位。在精准医疗、智慧医疗时代,基于临床大数据模型和经验,提出具有高准确性、解释性和适用性的口腔诊疗模式和方法,成为提升口腔诊疗效果、服务全民口腔健康的重要方向。

利益冲突声明:作者声明本文无利益冲突。

[参考文献]

- [1] Ghaleb N, Bouserhal J, Bassil-Nassif N. Aesthetic evaluation of profile incisor inclination[J]. *Eur J Orthod*, 2010, 33(3): 228-235.
- [2] Zhou X, Zheng Y, Zhang Z, et al. Customized maxillary incisor position relative to dentoskeletal and soft tissue patterns in Chinese women: a retrospective study[J]. *Korean J Orthod*, 2022, 52(2): 150-160.
- [3] Nocini PF, Chiariini L, Bertossi D. Cosmetic procedures in orthognathic surgery[J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2011, 69(3): 716-723.
- [4] 马艳宁, 金作林. 口腔正畸与颌面部美学[J]. *华西口腔医学杂志*, 2023, 41(6): 628-634.
Ma YN, Jin ZL. Orthodontic program design based on aesthetic[J]. *West China J Stomatol*, 2023, 41(6): 628-634.
- [5] Andrews LF, Andrews WA. The six elements of orofacial harmony[J]. *Andrews J*, 2000, 1: 13-22.
- [6] Tweed CH. The Frankfort-mandibular plane angle in orthodontic diagnosis, classification, treatment planning, and prognosis[J]. *Am J Orthod Oral Surg*, 1946, 32: 175-230.
- [7] Downs WB. Variations in facial relationships; their significance in treatment and prognosis[J]. *Am J Orthod*, 1948, 34(10): 812-840.
- [8] Steiner CC. The use of cephalometrics as an aid to planning and assessing orthodontic treatment[J]. *Am J Orthod*, 1960, 46(10): 721-735.
- [9] Wu J, Hägg U, Rabie AB. Chinese norms of McNamara's cephalometric analysis[J]. *Angle Orthod*, 2007, 77(1): 12-20.
- [10] Arnett GW, Jelic JS, Kim J, et al. Soft tissue cephalometric analysis: diagnosis and treatment planning of dentofacial deformity[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 1999, 116(3): 239-253.
- [11] Zou J, Meng M, Law CS, et al. Common dental diseases in children and malocclusion[J]. *Int J Oral Sci*, 2018, 10(1): 7.
- [12] Lin M, Xie C, Yang H, et al. Prevalence of malocclusion in Chinese schoolchildren from 1991 to 2018: a systematic review and meta-analysis[J]. *Int J Paediatr Dent*, 2020, 30(2): 144-155.
- [13] Al Maaitah EF, Alomari S, Al-Khateeb SN, et al. Cranial base measurements in different anteroposterior skeletal relationships using Bjork-Jarabak analysis[J]. *Angle Orthod*, 2022, 92(5):613-618.
- [14] Bae EJ, Kwon HJ, Kwon OW. Changes in longitudinal craniofacial growth in subjects with normal occlusions using the Ricketts analysis[J]. *Korean J Orthod*, 2014, 44(2): 77-87.
- [15] Popovich F, Thompson GW. Craniofacial templates for orthodontic case analysis[J]. *Am J Orthod*, 1977, 71(4): 406-420.
- [16] Faul F, Erdfelder E, Lang AG, et al. G*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences[J]. *Behav Res Methods*, 2007, 39(2): 175-191.
- [17] 吴雁格, 刘家琦, 张真真, 等. 恒牙列X线头影测量127项指标正常值研究[J]. *口腔医学*, 2021, 41(9): 797-804.
Wu YG, Liu JQ, Zhang ZZ, et al. Establishment of 127 indexes of permanent dentition cephalometric norm[J]. *Stomatology*, 2021, 41(9): 797-804.
- [18] Alhumadi A, Al-Khafaji TJ, Hussein Alyassiri AM, et al. Gender differences in lower facial soft tissue thickness among different skeletal patterns, based on soft tissue cephalometric analysis[J]. *J Orthod Sci*, 2022, 11: 54.
- [19] Berneburg M, Dietz K, Niederle C, et al. Changes in esthetic standards since 1940[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2010, 137(4): 450.e1-450.e9.
- [20] Amaya J, Wen YE, Shang ZG, et al. A crowdsourced evaluation of facial averageness and attractiveness[J]. *Aesthet Surg J*, 2022, 43(1): NP1-NP11.

(本文编辑 李彩)