

手术优先模式治疗骨性III类错颌畸形的研究进展

娜菲斯·阿不力米提^{1,2*}, 买买提吐逊·吐尔地^{1,2#}

¹新疆医科大学第一附属医院, 附属口腔医院, 口腔颌面创伤正颌外科, 新疆 乌鲁木齐

²新疆维吾尔自治区口腔医学研究所, 新疆 乌鲁木齐

收稿日期: 2024年2月19日; 录用日期: 2024年3月12日; 发布日期: 2024年3月20日

摘要

正畸-正颌联合治疗是矫正严重牙颌面畸形的主要方法, 包括传统正畸-正颌治疗和手术优先方案(surgical first approach, SFA)。常规正畸-正颌治疗包括3个不同的治疗阶段: 术前正畸去代偿、正颌手术矫正骨骼和术后正畸调整咬合。为了防止术前正畸引起的面部畸形进一步恶化, 缩短整体治疗时间以及提高患者满意度, 研究者们提出了手术优先入路。即患者术前不进行正畸治疗, 直接进行手术截骨, 再术后正畸改良咬合关系。与传统的正畸-正颌联合治疗相比, SFA具有明显的优势, 但同时适应病例的选择也更为严格。SFA作为传统正畸治疗的替代方案, 近年来已成为研究热点之一, 为了达到更完美的效果, 其对数字化的应用, 术前手术设计和操作者能力的要求不断增加。本文就手术优先方式的发展、适应证、非适应症、优缺点、数字化技术的应用进行综述, 希望能为临床医生在选择治疗方式时提供一定的参考价值。

关键词

手术优先, 正畸-正颌联合治疗, 正颌外科, 数字化技术

Research Progress of Surgical Priority Model in the Treatment of Bone Class III Malocclusion

Nafeisi Abulimiti^{1,2*}, Maimaitituxun Tuerdi^{1,2#}

¹Department of Oral and Maxillofacial Trauma and Orthognathic Surgery, Affiliated Stomatological Hospital, The First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi Xinjiang

²Xinjiang Uygur Autonomous Region Institute of Stomatology, Urumqi Xinjiang

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 娜菲斯·阿不力米提, 买买提吐逊·吐尔地. 手术优先模式治疗骨性 III 类错颌畸形的研究进展[J]. 临床医学进展, 2024, 14(3): 870-876. DOI: 10.12677/acm.2024.143784

Received: Feb. 19th, 2024; accepted: Mar. 12th, 2024; published: Mar. 20th, 2024

Abstract

Combined orthodontic-orthognathic treatment is the primary method for correcting severe occlusal facial deformities, including the traditional orthodontic-orthognathic treatment and surgical first approach (SFA). Conventional orthodontic-orthognathic treatment consists of three different stages of treatment: preoperative orthodontic decompensation, orthognathic bone correction, and postoperative orthodontic occlusal adjustment. In order to prevent the further deterioration of facial deformities caused by preoperative orthodontics, shorten the overall treatment time and improve patient satisfaction, the researchers proposed a surgical priority approach. That is, patients do not undergo orthodontic treatment before surgery, or try to use the shortest time before surgery to fine-tune the orthodontic, directly perform surgical osteotomy, and then orthodontic improvement of the occlusal relationship after surgery. Compared with the traditional orthodontic-orthognathic combined treatment, SFA has obvious advantages, but at the same time, the selection of adaptive cases is stricter. As an alternative to traditional orthodontic treatment, SFA has become one of the research hotspots in recent years, and in order to achieve more perfect results, its requirements for digital application, preoperative surgical design and operator ability are increasing. In this paper, the development, indications, off-indications, advantages and disadvantages, and the application of digital technology of surgical priority methods are reviewed, hoping to provide certain reference value for clinicians when choosing treatment methods.

Keywords

Surgery-First, Orthodontic-Orthognathic Surgery, Orthognathic Surgery, Digital Technology

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

骨性 III 类错颌是常见的先天性颌面部畸形, 约占成人错颌畸形的 14% [1]。其特征是下颌骨与上颌骨存在明显的错位, 通常表现为下颌骨过度发育或上颌骨过度收缩, 导致颌骨畸形和异常咬合。这种畸形的牙齿代偿通常演变为上颌牙列的颊向倾斜和下颌牙列的舌侧倾斜, 同时伴随着面部畸形、咀嚼困难以及语言功能障碍等问题[2]。对于已经完成生长发育且颌骨严重错位的成年患者, 单纯通过正畸掩饰治疗或者正颌手术治疗均无法有效改善面部形态, 将二者联合起来的传统正畸 - 正颌联合治疗是骨性 III 类错颌目前最主流的治疗方法[3]。

2. 手术优先的发展

传统正畸 - 正颌联合治疗严重骨性 III 类错颌畸形的过程是先进行术前正畸, 再进行正颌外科手术, 最后以术后正畸收尾。术前正畸的目的是去除牙齿代偿, 排列整齐上下颌牙齿, 协调上下牙弓宽度。术前阶段一般需要一到两年不等的時間, 多项研究表明术前正畸所花费的时间最少为 12 个月, 平均在 17 个月[4], 最长则可达 47 个月[5]。

除治疗时间较长外, 术前正畸还会使患者的面部轮廓形态进一步恶化, 对其生活质量产生严重的负

面影响。通常还存在牙龈萎缩、牙龈增生、龅齿增多、牙根吸收,加重咬合功能障碍、咀嚼及言语不适等风险,种种因素导致患者的心理问题加重,进而不愿意配合医生完成整体的治疗工作[6][7]。因此,“手术优先”的概念应运而生。

手术优先(SFA)是指患者省去术前正畸的阶段,直接进行正颌手术以达到快速改变面部轮廓的目的,再进行术后正畸调整咬合。直到20世纪60年代,大多数正颌手术都是在没有进行术前正畸治疗的情况下进行的。Baek等[8]在2011年研究指出,单靠正颌手术既不能充分矫正骨骼差异,也不能产生稳定的术后咬合。因此,正畸治疗和正颌手术治疗二者缺一不可。然而,存在牙齿拥挤、上下颌牙弓间宽度严重不调、咬合早接触等问题,同时对面部美观的需求强烈,迫切渴望在短期内改善面部外形的患者,在正颌手术前可进行“最小术前正畸”。一般来说进行1至2个月,不长于6个月的时间,在此期间可做微量的咬合调整和少量去代偿以消除合干扰,方便术中找到截骨位置及术后较容易地建立相对稳定的咬合[9]。

Uribe等[10]提出了类似的“改良手术先行模式”以缩短术前正畸的时间,但此阶段仅仅是以去除咬合干扰为治疗目的,而不是完全去除牙齿代偿、排齐牙列和调整牙弓。改良手术先行模式通常不超过6个月,当术后咬合无法达到稳定的位置,有牙尖干扰的可能时,为了实现较成功正畸-正颌联合治疗最好先进行简单的、不延长整体时间的术前正畸来消除干扰。

3. SFA 适应症

目前,对SFA病例的选择国内外还未达成严格统一的标准。随着临床医生经验的丰富,科学技术和材料设备的不断发展,SFA的适应症正在逐步扩大。选择合适的病例是完成成功的正畸-正颌手术联合治疗的关键。

(1) 排列整齐或稍拥挤的前牙;(2) Spee曲线相对平坦;(3) 前牙牙长轴正常或轻微的前后轴向倾;(4) 非拔牙病例;(5) 上下牙列之间至少有3个稳定的咬合接触点[7][8][11]。

在更复杂的病例中,对外科手术医生和正畸医生的经验有着较高的要求,必须仔细考虑手术过程中牙齿、颌骨和软组织协调的复杂性,深入地共同讨论术前和术后正畸治疗计划,并且需要正畸医生和外科医生进行紧密的合作,共同商讨术后咬合的确定。

4. SFA 非适应症

SFA在患者选择方面非常有限,在某些情况下,不进行术前正畸可能导致非常严重的后果,例如中线偏斜、开合等[7]。调整上述情况至正常咬合是十分困难的,这就增加了第二次手术甚至治疗失败的风险。因此,以下病例在选择SFA作为治疗方案时需要非常谨慎。

(1) 牙列严重拥挤、覆合覆盖过大、Spee曲线较深、严重高角、上颌与下颌宽度比例严重失调的患者,省略术前正畸可能导致术后出现严重的咬合干扰;(2) 个别牙齿有严重的扭转;(3) 拔牙病例;(4) 严重的面部不对称或偏颌患者;(5) 预计手术后会开合的病例;(6) 颞下颌关节紊乱者;(7) 牙周病活动期患者[12]。

在这些患者中,术后矫正Spee曲线会引起下颌旋转,导致手术效果不稳定和复发。因此仍提倡使用传统的正畸-正颌联合治疗方案,在术前正畸阶段去除上下颌牙齿代偿[13]。

5. SFA 优点

手术优先的优点是在治疗初期即可通过正颌手术截骨更快地达到理想的颌面部骨骼的位置[14],避免了在术前正畸过程中因去除牙齿代偿所导致的患者面部外观的进一步恶化。Liou等[7]研究表明SFA方案有效缩短整体正畸-正颌联合治疗的时间,是由于手术诱发了区域加速现象(regional acceleratory phe-

nomenon, RAP)。RAP 通常发生在正颌手术后的早期阶段, 持续时间一般为数周至数月。这种现象可能是由于手术引起的局部炎症反应和骨代谢变化, 导致牙槽骨的重塑和牙齿的移动加速。牙齿运动加速意味着牙齿能够更快地移动到理想的位置, 从而缩短矫正治疗的时间, 可以更快地纠正错颌畸形, 改善牙齿美观和咀嚼功能。同时, SFA 即刻改变异常的颌骨位置, 随之改善口腔周围肌肉的位置, 需要移动的牙齿运动方向与软组织的位置相协调。这使得术后正畸在去除肌肉限制的情况下更有效地移动牙齿[15]。

研究发现, 大多数成人骨性 III 类错颌畸形患者更希望快速改善面部轮廓, 更快地看到矫正效果可能会增强患者的自信心, 使他们更愿意坚持治疗并保持良好的口腔卫生习惯, 提高生活质量。手术优先的种种优点恰好满足了这些条件[16]。

6. SFA 缺点

SFA 虽然在近年来得到了大多数临床外科医生的认可, 但依旧存在一些不足之处[17]。传统治疗方法与 SFA 相比, 在术前正畸时可以去除牙齿代偿, 获得相对稳定的咬合位置, 在手术过程中实现较准确的颌骨的移动, 术后更容易实现相对稳定的咬合关系和相对固定的颌位。由于 SFA 省略了术前正畸阶段, 缺乏相对稳定可靠的参考咬合位置, 使得术前手术设计变得困难, 使预测手术结果的准确性降低。在术后正畸过程中, 牙齿的补偿、牙弓的协调和咬合关系的建立是同时发生的, 使术后正畸的难度大大增加[18]。再者, 有明显咬合干扰的患者, 尤其是 Spee 曲线较深的, 在正颌手术前制作咬合关系模型时, 往往难以获得协调的上下颌骨关系。与此同时, SFA 虽然可以快速改善面部轮廓, 并加速治疗进程, 由于此方法需要通过截骨解决颌骨问题以及牙齿代偿问题, 正颌手术的骨块设计移动量应大于传统模式下的移动量, 也就是说 SFA 需要更多的外科干预[7]。在通过正颌手术解决了以面部畸形为主诉的问题后, 患者往往无法坚持完成术后正畸这一必要步骤。然而术后正畸是恢复良好的牙尖交错颌、牙弓协调和保护颞下颌关节的关键[19]。因此, 在临床实践中, 向患者清楚地解释术后正畸的重要性需要是非常有必要的。为了最大限度地减少治疗失败的风险, 外科医生和正畸医生需要更密切地合作, 以确定术中截骨后颌骨位置和术后咬合关系, 相应地需要增加患者的就诊次数及诊疗时间, 确保治疗的每一步在医生的可控范围之内。

尽管已有研究表明, “手术优先”方法与常规治疗方法在治疗骨性颌面畸形方面的疗效和术后稳定性相似[13][20]。然而, 大多数病例报告目前都是回顾性研究, 前瞻性研究和动物实验的报道文献较少, 并且缺乏大样本的长期临床病例对照观察性研究。因此, “手术先行”方法的长期稳定性和复发率仍需进一步探究[21]。

7. 数字化技术的应用

一直以来, 临床医生通过各种技术来诊断骨性 III 类错颌, 如拍摄头颅侧位片、CBCT, 口腔内扫描等。然而, 由于在 SFA 正颌手术中存在无法确定咬合关系的问题, 可能在术后出现咬合偏斜、开合等不尽人意的结果。随着科技的进步, 医学成像分析技术在以相当快的速度发展, 数字化技术在正颌外科手术中得到广泛应用。

过去几十年里, 科学技术还不能制作精细的解剖模型, 只能建立粗糙的颅面部模型来研究解剖结构。进入 20 世纪 90 年代, 外科医生可以以 2D 切片为基础, 自动生成高质量的 3D 数字模型, 使颅颌面畸形变得更直观[22]。更有趣的是, 可以操作 CT 图像, 并模拟简单的外科手术。21 世纪以来, 医学图像分析软件取得了巨大突破, 能够从 CT 扫描中提取颅骨的复杂几何信息, 通过计算机重建患者的颌骨、牙列以及面部软组织 3D 模型, 操纵该 3D 数字模型来模拟详细的手术过程, 并且使用 CAD-CAM 技术虚拟术中植入模型。例如在正颌手术中预测截骨线的位置, 虚拟截骨和植入术中定位板, 甚至对术后下颌骨和

牙齿运动方向进行推演[23]。

这样一来, 不仅可以用 3D 技术更加准确地诊断骨性 III 类错颌畸形, 还可以通过计算机辅助设计虚拟地实施手术, 外科医生可以比较和优化各种手术选项, 避免术后咬合不稳定和骨骼错位[24], 确保治疗计划顺利并准确地进行。同时, 可以更真实地评估是否适用于患者进行 SFA, 在很大程度上避免了为不合适的病人选择手术优先方案。在术前更是有机会使患者直观地了解正颌手术的过程, 帮助缓解由于未知带来的焦虑和恐惧感, 同时可视化达到所需结果的复杂性。CAD/CAM 技术、3D 医学图像(包括但不限于 CT 和 MRI)以及医学图像分析软件的共同应用, 在过去几十年中已经为颌面外科的临床实践带来了质的飞跃[25] [26]。

目前, CAD/CAM 技术在正颌外科手术中的应用日益增多, 大大降低了手术失败的发生率。科技是把双刃剑, 为医生及患者提供便利的同时, 对医生技术及经验的要求增加, 对计算机设备及复杂软件的需求增加, 由于费用高昂, 给患者家庭增添了额外的经济负担。这些都是在未来需要攻克的难题。

8. 讨论

手术优先是治疗骨性 III 类错颌的有效方法, 但手术适应症的选择和手术时机一直是争议的焦点。尽管 SFA 的正颌治疗过程存在困难, 但这种治疗方式因其结果可靠稳定, 具有一些传统方法无法实现的优势, 在临床工作中逐渐得到推广。对于边缘性病例, 即使患者希望降低手术成本和风险更愿意采用正畸掩饰治疗而非正颌手术, 正畸医师也应综合分析患者的年龄、病因学、遗传学、软组织样貌、咬合关系等因素, 结合医学图像分析软件制定更适合患者的治疗方案[27]。

计算机辅助设计和制造技术与 SFA 相结合, 建立虚拟模型, 制造术中导向器, 进行模拟手术过程, 大大提高了结果的可预测性, 提高了治疗精度, 证实了治疗效果。但有几个因素影响正颌手术的疗效。例如骨骼质量, 术后咬合的稳定性, 软组织的适应能力, 颞下颌关节的稳定性, 手术技术、术后护理、个体差异等。提高我们对这些因素及其不稳定影响的认识是正颌外科手术进入下一个阶段的重要基础[28] [29]。

只有临床医生逐渐积累经验, 认真、严谨地考虑病例选择的各个方面, 严格把握适应症, 选择合适的病例, 进行个体化的评估, 合理、科学的正颌正畸治疗设计, 以及正颌外科医生和正畸医生充分、密切地相互配合, 才能期望获得满意的治疗效果。

参考文献

- [1] 贺红, 彭聪. 骨性 III 类错牙合正畸治疗[J]. 中国实用口腔科杂志, 2010, 3(5): 265-269.
- [2] 鲍秋红. 成人骨性安氏 III 类错(牙合)不同垂直骨面型切牙冠根形态的 CBCT 分析[D]: [硕士学位论文]. 呼和浩特: 内蒙古医科大学, 2023. <https://doi.org/10.27231/d.cnki.gnmyc.2023.000307>
- [3] Proffit, W.R. and White Jr., R.P. (2015) Combined Surgical-Orthodontic Treatment: How Did It Evolve and What Are the Best Practices Now? *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **147**, S205-S215. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2015.02.009>
- [4] Luther, F., Morris, D.O. and Hart, C. (2003) Orthodontic Preparation for Orthognathic Surgery: How Long Does It Take and Why? A Retrospective Study. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, **41**, 401-406. [https://doi.org/10.1016/S0266-4356\(03\)00163-3](https://doi.org/10.1016/S0266-4356(03)00163-3)
- [5] Mahmood, H.T., Ahmed, M., Fida, M., et al. (2018) Concepts, Protocol, Variations and Current Trends in Surgery First Orthognathic Approach: A Literature Review. *Dental Press Journal of Orthodontics*, **23**, 36.e1-36.e6. <https://doi.org/10.1590/2177-6709.23.3.36.e1-6.onl>
- [6] O'Brian, K., Wright, J., Conboy, F., et al. (2009) Prospective, Multi-Center Study of the Effectiveness of Orthodontic/Orthognathic Surgery Care in the United Kingdom. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **135**, 709-714. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2007.10.043>
- [7] Liou, E.J., Chen, P.H., Wang, Y.C., et al. (2011) Surgery-First Accelerated Orthognathic Surgery: Orthodontic Guide-

- lines and Setup for Model Surgery. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, **69**, 771-780. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2010.11.011>
- [8] Baek, S.H., Ahn, H.W., Kwon, Y.H., *et al.* (2010) Surgery-First Approach in Skeletal Class III Malocclusion Treated with 2-Jaw Surgery. *Journal of Craniofacial Surgery*, **21**, 332-338. <https://doi.org/10.1097/SCS.0b013e3181cf5fd4>
- [9] 樊蓉, 常新. 手术优先模式治疗骨性牙颌面畸形的研究进展[J]. *口腔医学*, 2022, 42(5): 471-475. <https://doi.org/10.13591/j.cnki.kqyx.2022.05.017>
- [10] Uribe, F., Agarwal, S., Shafer, D., *et al.* (2015) Increasing Orthodontic and Orthognathic Surgery Treatment Efficiency with a Modified Surgery-First Approach. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **148**, 838-848. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2014.10.038>
- [11] Choi, D.S., Garagiola, U. and Kim, S.G. (2019) Current Status of the Surgery-First Approach (Part I): Concepts and Orthodontic Protocols. *Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery*, **41**, Article No. 10. <https://doi.org/10.1186/s40902-019-0194-4>
- [12] Amodeo, G., Meuli, S., Carboni, A., *et al.* (2020) Surgery First and Invisalign System: Combined Digital Approach. *Journal of Craniofacial Surgery*, **31**, 1681-1686. <https://doi.org/10.1097/SCS.0000000000006392>
- [13] Jeong, W.S., Lee, J.Y. and Choi, J.W. (2017) Large-Scale Study of Long-Term Anteroposterior Stability in a Surgery-First Orthognathic Approach without Presurgical Orthodontic Treatment. *Journal of Craniofacial Surgery*, **28**, 2016-2020. <https://doi.org/10.1097/SCS.0000000000003853>
- [14] Nagasaka, H., Sugawara, J., Kawamura, H., *et al.* (2009) "Surgery First" Skeletal Class III Correction Using the Skeletal Anchorage System. *Journal of Clinical Orthodontics*, **43**, 97-105.
- [15] Yu, H.B., Mao, L.X., Wang, X.D., *et al.* (2015) the Surgery-First Approach in Orthognathic Surgery: A Retrospective Study of 50 Cases. *International Journal of Oral & Maxillofacial Surgery*, **44**, 1463-1467. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2015.05.024>
- [16] Kim, C.S., Lim, S., Kung, H., *et al.* (2014) Stability of Mandibular Setback Surgery with and without Presurgical Orthodontics. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, **72**, 779-787. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2013.09.033>
- [17] Kwon, T.G. and Han, M.D. (2019) Current Status of Surgery First Approach (Part II): Precautions and Complications. *Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery*, **41**, Article No. 23. <https://doi.org/10.1186/s40902-019-0206-4>
- [18] Park, H.M., Lee, Y.K., Choi, J.H., *et al.* (2014) Maxillary Incisor Inclination of Skeletal Class III Patients Treated with Extraction of the Upper First Premolars and Two-Jaw Surgery: Conventional Orthognathic Surgery vs Surgery-First Approach. *The Angle Orthodontist*, **84**, 720-729. <https://doi.org/10.2319/072113-529.1>
- [19] Min, B.H., Choi, H. and Back, S.H. (2014) Comparison of Treatment Duration between Conventional Three-Stage Method and Surgery-First Approach in Patients with Skeletal Class III Malocclusion. *The Journal of Craniofacial Surgery*, **25**, 1752-1756. <https://doi.org/10.1097/SCS.0000000000001002>
- [20] Yang, L., Xiao, Y.D., Liang, Y.J., *et al.* (2017) Does the Surgery-First Approach Produce Better Outcomes in Orthognathic Surgery? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, **75**, 2422-2429. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2017.06.002>
- [21] Park, J., Choi, J., Yang, I., *et al.* (2015) Patient's Satisfaction in Skeletal Class III Cases Treated with Two-Jaw Surgery Using Orthognathic Quality of Life Questionnaire. *Journal of Craniofacial Surgery*, **26**, 2086-2093. <https://doi.org/10.1097/SCS.0000000000001972>
- [22] Zhao, L., Patel, P.K. and Cohen, M. (2012) Application of Virtual Surgical Planning with Computer Assisted Design and Manufacturing Technology to Cranio-Maxillofacial Surgery. *Archives of Plastic Surgery*, **39**, 309-316. <https://doi.org/10.5999/aps.2012.39.4.309>
- [23] Ima, J., Kangb, S.H., Leea, J.Y., Kimb, M.K. and Kima, J.H. (2014) Surgery-First Approach Using a Three-Dimensional Virtual Setup and Surgical Simulation for Skeletal Class III Correction. *The Korean Journal of Orthodontics*, **44**, 330-341. <https://doi.org/10.4041/kjod.2014.44.6.330>
- [24] Choi, J.W., Lee, J.Y., Yang, S.J., *et al.* (2015) The Reliability of a Surgery-First Orthognathic Approach without Presurgical Orthodontic Treatment for Skeletal Class III Dentofacial Deformity. *Annals of Plastic Surgery*, **74**, 333-341. <https://doi.org/10.1097/SAP.0b013e318295dcce>
- [25] Swennen, G.R., Mollemans, W., De Clercq, C., Abeloos, J., Lamoral, P., Lippens, F., *et al.* (2009) A Cone-Beam Computed Tomography Triple Scan Procedure to Obtain a Three-Dimensional Augmented Virtual Skull Model Appropriate for Orthognathic Surgery Planning. *Journal of Craniofacial Surgery*, **20**, 297-307. <https://doi.org/10.1097/SCS.0b013e3181996803>
- [26] Choi, J.Y., Song, K.G. and Baek, S.H. (2009) Virtual Model Surgery and Wafer Fabrication for Orthognathic Surgery. *International Journal of Oral & Maxillofacial Surgery*, **38**, 1306-1310. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2009.06.009>
- [27] Zhu, Y., Zou, Y., Yu, Q., *et al.* (2018) Combined Surgical-Orthodontic Treatment of Patients with Cleidocranial Dysplasia: Case Report and Review of the Literature. *Orphanet Journal of Rare Diseases*, **13**, Article No. 217.

<https://doi.org/10.1186/s13023-018-0959-3>

- [28] Plooij, J.M., Maal, T.J., Haers, P., *et al.* (2011) Digital Three-Dimensional Image Fusion Processes for Planning and Evaluating Orthodontics and Orthognathic Surgery: A Systematic Review. *International Journal of Oral & Maxillofacial Surgery*, **40**, 341-352. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2010.10.013>
- [29] Brunso, J., Franco, M., Constantinescu, T., *et al.* (2016) Custom-Machined Miniplates and Bone-Supported Guides for Orthognathic Surgery: A New Surgical Procedure. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, **74**, 1061.E1-1061.E12. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2016.01.016>