

儿童错殆畸形早期矫治的研究进展

甘梓淇 曹阳

中山大学附属口腔医院, 光华口腔医学院, 广东省口腔医学重点实验室, 广州 510055

通信作者: 曹阳, Email: caoyang@mail.sysu.edu.cn



曹阳

【摘要】 儿童错殆畸形的早期矫治是当今正畸乃至整个口腔医学领域中的热门话题,同时也颇具争议。大部分的口腔正畸临床医生提倡对儿童错殆畸形进行早期干预,及时去除影响口颌系统发育的不良因素,阻断颌面部异常的生长趋势,以缩短后续正畸时间和降低治疗难度。然而,也有部分学者认为早期矫治收益不大。本文

从错殆畸形的病因出发,通过回顾文献并结合临床经验,分析各类错殆畸形的特点,讨论各类错殆早期矫治的必要性与理想矫治时机,并就早期矫治的经典研究与最新研究进展进行简要概述。

【关键词】 错殆畸形; 颌面生长发育; 早期矫治; 病因学

基金项目: 中国牙病防治基金会科研项目(A2021-106)

引用著录格式: 甘梓淇,曹阳. 儿童错殆畸形早期矫治的研究进展[J/OL]. 中华口腔医学研究杂志(电子版), 2022, 16(5):269-274.

DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2022.05.001

Progress in the early orthodontic treatment for malocclusion of children

Gan Ziqi, Cao Yang

Hospital of Stomatology, Guanghua School of Stomatology, Sun Yat-sen University, Guangdong Provincial Key Laboratory of Stomatology, Guangzhou 510055, China

Corresponding author: Cao Yang, Email: caoyang@mail.sysu.edu.cn

【Abstract】 The early orthodontic treatment for malocclusion of children is a hot but controversial topic in orthodontics and even in the entire dental field. Most orthodontic specialists are in favor of the early intervention for malocclusion of children, since it can remove the adverse factors affecting the development of maxillofacial regions and redirect the abnormal growth of jaws, so as to reduce the difficulty and duration of the subsequent orthodontic treatment. However, some scholars suggest that the early orthodontic

treatment does not seem to be beneficial. Based on review of the current literature and clinical experience, this article analyzes the etiologies and characteristics of different types of malocclusions, and then discusses the necessity and ideal timing of the early intervention for children. Classical studies and the latest advances of the early orthodontic treatment are summarized here.

【Key words】 Malocclusion; Maxillofacial development; Early orthodontic treatment; Etiology

Fund program: Scientific Research Project of China Dental Disease Prevention Foundation (A2021-106)

DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2022.05.001

早期矫治是在儿童生长发育的早期阶段,多指乳牙列期及混合牙列期,对其进行较为简单的正畸预防和阻断治疗,从而引导牙、牙列、颌和颌面部正常生长。早期干预可及时去除影响儿童口颌系统发育的牙性、功能性及骨性不良因素,有效阻断颌面部异常的生长趋势、诱导上下颌骨协调发育,并改善乳恒牙列咬合关系,以降低后续正畸治疗时间与难度。然而,早期矫治也一直存在争议,部分学者认为生长发育早期的患儿其错殆畸形尚未完全显现难以精准诊疗,并且早期治疗疗程长、效果不确定,为患儿及家庭带来额外的经济负担,还可能消耗患儿晚期矫治的依从性,因此提倡延期矫治^[1-2]。基于此,本文旨在通过回顾文献结合临床经验,分析各类错殆畸形的病因及特点,讨论各类错殆是否具有早期矫治的必要性,并就儿童错殆畸形早期矫治的经典研究与最新研究进展进行简要概述。

一、错殆畸形的病因

错殆畸形的病因是多方面的,受累个体的颌面复合体在发育过程中受遗传因素、病理性因素及行为因素的影响而形成的牙颌面异常^[3-4]。具体可表现为颌骨大小与牙齿大小的不匹配,或上颌骨与下颌骨大小、形状的不匹配,以及空间位置的异常。明确错殆畸形的病因是矫治开始的第一步,也是影

响矫治效果、减少矫治后复发的重要环节。

1. 遗传因素:早在1993年,Lauweryns等^[5]研究提出牙颌面的异常有40%可归因于遗传因素。研究发现,相比于牙弓宽度与形状更多地受环境影响,颌骨及上下牙列矢状向的不调受遗传因素的影响更大^[6]。Harris等^[7]通过大量的头影测量研究提出Ⅱ类错颌畸形的多基因遗传的概念,表明Ⅱ类错颌畸形儿童的颅面骨模式同样是可遗传的。尤其Ⅱ类2分类错颌畸形表现出明显的家族聚集性,具有极强的遗传特性^[8]。Watanabe等^[9]同样提出Ⅲ类错颌畸形具有高度的遗传倾向。此外有报道称,与水平和矢状生长模式相比,垂直生长模式更易受遗传的控制,遗传倾向更为明显^[10]。近年的病因学研究将错颌畸形的遗传因素进一步深入到了基因水平。多项系统评价报道,FGFR2、MSX1、MATN1、MYO1H和ACTN3等基因突变与骨性Ⅱ类错颌畸形正相关^[11-12];MYO1H、GHR和FBN3等基因的变异与骨性Ⅲ类错颌畸形关系密切^[13];FGF7、FGF10等基因则被报道与垂直向发育关系密切^[14-15]。

2. 病理性因素:包括全身系统性疾病和其他口腔疾病。

(1)全身系统性疾病:①唇腭裂是口腔颌面部最常见的先天畸形,它可诱发牙发育不全或先天缺牙,并且随着软组织发生纤维化,会抑制上颌骨的生长,导致上颌骨水平向、矢状向与垂直向尺寸的减小,从而导致后牙反颌与Ⅲ类错颌畸形^[16];②垂体分泌生长激素过多时会造成儿童巨人症,其在口颌系统的表现为下颌骨过度生长、上颌骨增宽的Ⅲ类错颌倾向^[17];③同样易出现Ⅲ类错颌倾向的先天畸形还有唐氏综合征^[18],患儿通常具有短且平坦的颅底、平坦的鼻骨及巨大的舌体,颌骨表现为上颌骨长度缩短,且下前面高较长的Ⅲ类骨面型等^[19]。

(2)其他口腔疾病:未经治疗的乳牙龋坏,以及牙髓根尖周感染是儿童错颌畸形发生的高危因素。一方面,因严重龋齿导致的疼痛或因牙冠大面积缺损造成的咀嚼不便易使儿童形成偏侧咀嚼的习惯^[20]。长期的不对称咀嚼可诱使儿童面部生长发育得不对称,如双侧髁突的差异性生长^[21],双侧升颌肌群的厚度改变^[22],以及恒磨牙的错位建颌,形成单侧锁颌和偏颌等牙面畸形^[23]。另一方面,因龋导致的乳牙早失可直接影响牙弓的长度、宽度与高度,使得继承恒牙萌出间隙不足、上下颌牙弓宽度不匹配及垂直高度丧失,最终造成牙列拥挤、深覆

盖、深覆颌和错位咬合等错颌畸形的发生^[24]。此外,乳牙的根尖周炎症有感染继承恒牙牙胚和根周结构的危险,可导致恒牙的发育异常或萌出异常^[25]。

3. 行为因素:包括口呼吸与异常吞咽,以及其他不良习惯。

(1)口呼吸与异常吞咽:口呼吸习惯是临床上常见的错颌畸形的诱发因素。通常由于各种疾病引起的鼻气道阻塞,如腺样体和腭扁桃体肥大、鼻炎和鼻窦炎、鼻甲肥大等,导致患儿被迫用口腔呼吸替代鼻腔呼吸^[26];当病理性堵塞解除,仍有小部分患者保持口呼吸习惯,称为习惯性口呼吸。病因上来看,对于腺样体肥大的患儿,从鼻腔呼吸到口腔呼吸模式的改变使得颌骨及舌体下降,出现下颌骨顺时针旋转、下面高增加和开颌等临床表现。由于气流长期从口腔通过妨碍硬腭的正常下降,且因舌体处于较低位、舌肌与颊肌平衡被打破,导致腭穹隆高拱,上颌牙弓狭窄、前突,下颌处于被迫后退位,易形成高角Ⅱ类错颌畸形^[27]。而扁桃体肥大的患儿为缓解口咽部气道堵塞、呼吸困难,下颌和舌体被迫前伸,可造成下颌前突、前牙反颌的Ⅲ类错颌畸形。

异常的吞咽方式多指儿童延续婴儿型的吐舌吞咽,常与异常的伸舌习惯伴行^[28],根据舌尖与牙齿接触的位置不同,可造成局部的开颌或前牙唇倾、间隙。

(2)不良习惯:造成错颌畸形最常见的不良习惯为吮指习惯和不良唇习惯。吮吸拇指时舌移至低位,并在上颌产生向外的推力,同时颊肌向内的压力增大,内外肌力平衡打破,造成上牙弓缩窄、前突,前牙开颌以及后牙反颌等错颌畸形^[29]。吮其他指时下颌多过度前伸,造成切颌或反颌。不良唇习惯以咬下唇最为常见,下唇吸吮时诱发下唇轮匝肌和颊肌强烈收缩,导致下切牙内倾、覆盖加大,妨碍下牙弓前段发育,引起下颌后缩^[30]。相反,上唇吸吮可导致上颌发育受限和前牙反颌。吮颊习惯儿童则常见牙弓狭窄、后牙开颌。

二、不同类型错颌畸形早期矫治的必要性与矫治方法

对不同类型的错颌畸形明确成因后方可针对病因制订后续治疗方案、确定矫治的最佳时期。如混合牙列期出现的暂时性错颌畸形(如暂时性牙列拥挤等)无须进行额外的早期干预,定期观察即可。对于遗传因素占主导的错颌畸形,应评估患儿

生长发育的潜力,结合患儿颌面畸形的严重程度、患儿直系亲属颌面畸形的严重程度,以及患儿及其家属的矫治意愿综合考量。对于病理性因素引起的错殆畸形应视具体疾病类型而定,如对于唇腭裂的患儿的正畸干预,应在多学科联合下进行全生命周期的序列治疗;而对于唐氏综合征患儿颌骨畸形的纠正则应等到生长停止后再开始^[18]。对于行为因素引起的错殆畸形,应尽早干预,及时去除口呼吸、异常吞咽或其他口腔不良习惯,以免口颌畸形进一步恶化。

总体而言,除了有明显遗传因素或伴全身系统性疾病颌面畸形,大部分乳牙列及混合牙列阶段的错殆为牙性、功能性或轻中度骨性畸形,早期进行干预可有效纠正部分牙性或骨性不调,从而降低恒牙列期矫治的复杂性、减少成年后正颌手术的可能性,甚至部分患者可以避免二期矫正^[31]。

1. II类错殆:包括II类1分类错殆与II类2分类错殆。

(1)II类1分类错殆:目前,对于II类1分类错殆畸形是否需行双期矫治是最具争议的。部分学者认为,早期行双期矫治纠正II类1分类错殆并不比在青春生长高峰期间的单期矫治更有效,也不能显著降低第二阶段治疗的复杂性——包括拔牙的必要性、正颌手术的比例及第二阶段矫治的治疗时间^[31-33]。Cozza等^[34]的研究结果显示,功能矫治器带来的下颌骨额外生长的效果主要发生在青春生长高峰期,而非乳牙列期或混合牙列的早期。Pavoni等^[35]的研究得出类似的结论,在青春生长高峰期前的II类矫正,其矫治效果主要是牙槽的改变,而在青春生长高峰期的治疗则可获得颌骨矢状关系的长期改善。因此,可延迟II类1分类错殆的治疗直至患儿到达青春生长高峰期。但这并不意味着II类1分类的早期干预不能带来额外收益,I期矫治可显著降低第二阶段矫治时切牙牙根吸收率^[36],减少切牙外伤的风险^[32]并为患儿带来心理益处。此外,部分II类错殆由于翼外肌薄弱,与升颌肌群肌力失调,导致颌骨被迫后位。早期的功能矫治可诱导咀嚼肌改建,建立新的神经肌肉平衡,以利于颌骨的正常生长^[37]。

若II类1分类错殆合并横向不调(后牙的反殆或正锁殆)或垂直向不调(深覆殆或开殆),正畸早期介入则十分必要,通常需要矫治器的联合使用。如对于高角的骨性II类患儿,可使用Activator联合头帽高位牵引,在抑制上颌骨生长、促进下颌骨生

长的同时避免下颌顺时针旋转、下颌平面角的增加。并且使用逐步前导下颌替代一次性咬合跳跃,以减少下前牙唇倾及殆平面的旋转。对于覆盖很大且覆殆深的II类患儿,伴或不伴上牙弓狭窄,均可使用快速扩弓装置联合Twin-block双板矫治器,前导下颌的同时进行上颌骨缝的扩宽,以匹配导向前的下颌骨宽度。除了传统的固定与活动矫治系统外,无托槽隐形矫治系统MA/A6等,可实现排齐、压低、下颌前导的同步进行,对于需要控制前牙位置的II类病例有一定优势。

(2)II类2分类错殆:不同于II类1分类错殆矫治时机的争议,对于II类2分类错殆畸形则提倡早期主动干预,尽早恢复上前牙唇倾度,以免限制下颌骨垂直向和矢状向的生长,避免因下颌骨及髁突长期处于被迫后位对颞下颌关节的不利影响。

2. III类错殆:因上、下颌骨的差异性生长,III类错殆畸形往往随着儿童生长发育进一步恶化,因此建议行早期阻断治疗。对于能配合的患儿,在乳牙列期即可进行简单的正畸干预,以实现最大的骨效应。通常认为,4岁是乳牙列期III类纠正的黄金时期,配合度高的患儿可提前至3岁半。使用上颌殆垫式矫治器、下颌连冠式斜面导板等活动式矫治器可较好解决乳前牙的反殆。采用2×4矫治技术结合III类牵引也是实现乳前牙反殆矫正有效且经济的方法^[31]。

混合牙列期是纠正III类错殆畸形最为关键的时期。对于牙性III类错殆伴前牙拥挤的患儿,可采用2×4矫治技术纠正前牙反殆并消除咬合干扰。对于功能性和轻中度骨性III类错殆,在破除不良习惯引起的下颌习惯性前伸的前提下可加以矫形治疗。研究显示,约60%的III类患儿存在上颌骨矢状向与横向的发育不足^[38],因此面罩式前牵引联合快速扩弓装置是纠正此类患儿III类骨面型的较佳选择。早期使用面罩式前牵引治疗对牙与颌骨参数均有积极影响,且对提升患儿的自尊水平有利。对于轻、中度上颌发育不足且无严重垂直向不调的III类患儿,使用此类矫治器可减少未来对正颌手术的需求^[39-40]。此外,随机对照试验显示,面罩联合上颌交替快速扩缩比面罩联合单纯快速扩弓对上颌骨前移更有利,对上颌骨缝松解效果更明显^[41]。面罩式前牵引联合快速扩弓装置也被报道用于乳牙反殆的矫治中^[42],并可带来有利的骨效应^[43]。然而,因乳牙固位差、支抗不足,限制了乳牙列期前牵引

联合扩弓装置在临床上的普及。

随着骨支抗的出现,有学者提倡使用骨支持式面罩前牵引替代牙支持式,以获得更大的骨效应,减少不良的牙代偿。因骨支持式面罩前牵引导致的上颌磨牙伸长量小,可减少下颌后下旋转的不利影响,尤其适用于高角的Ⅲ类错殆^[44-45]。为了提高贴合度和舒适度,Franchi等^[46]运用3D面部扫描、数字化设计和3D打印技术制作了个性化定制面罩前牵引,提高了患者的依从性,获得了预期的矫治效果。此概念性验证临床病例的成功,可促使该矫治系统的进一步发展,如治疗监测传感器的开发以及使用强机械性能的3D打印聚合物代替金属附件的可能,以追求更大的临床收益。

然而,并非所有Ⅲ类患儿都对早期矫治的反应良好。有研究归纳,将垂直骨面生长型、无下颌功能性移位、髁突不对称性生长、严重骨性畸形、遗传因素明显、配合度低和无生长潜力等视为影响Ⅲ类错殆早期矫治成功的消极因素^[47]。该研究强调,应告诫具有消极因素的患者,即使早期矫治成功将来也有正颌手术的可能。因此,无论使用何种方式进行Ⅲ类的早期治疗,在早期干预结束后的2~4年应进行后续的头影测量检查,预测个体下颌骨的生长速度和方向,以确定恒牙列期的Ⅲ类错殆畸形是否可通过正畸治疗掩饰或需要未来的正颌手术纠正。

3. 横向不调:横向不调多见于上颌宽度发育不足,常因吮指习惯或口呼吸习惯导致。上颌牙弓狭窄可使下颌发生功能性移位,使下颌被迫处于后位以适应咬合造成Ⅱ类错殆,或被迫侧方移位导致偏颌的发生,对颞下颌关节造成负担。基于以上,横向不调应尽早进行纠正,避免下颌的功能性移位演变成骨性畸形,增加后续正畸治疗的难度与时间。

在破除口腔不良习惯、解决患儿气道问题纠正口呼吸后,可选用牙支持式固定或可摘式扩弓器纠正后牙反殆。研究显示,牙支持式的固定式扩弓器比可摘式扩弓器对后牙反殆的矫正效果更好,其中各类牙支持式的固定式扩弓器之间比较矫治效果无明显差异^[48]。对于MSE骨性扩弓器多用于成人或腭中缝已闭合患者,在儿童的早期矫治中较少涉及,在此不做深入探讨。此外,对上牙弓狭窄的患者进行上颌扩弓后,可增加鼻通气量与总气道容积^[49-50],这对有口呼吸习惯的患儿经鼻呼吸的改善具有临床意义。

4. 垂直向不调:包括深覆殆与开殆。

(1) 深覆殆:在乳牙列期或混合牙列期因恒磨

牙及恒前磨牙尚未萌出、建殆,可能会出现短暂的轻度前牙深覆殆,一般无须提前干预,定期复诊观察即可。若覆殆过深且造成咬合创伤,则需进行治疗。常使用2×4矫治技术联合多用途弓压低切牙,解除殆创伤;或配合平面导板,压低切牙同时分离后牙咬合,促进后牙萌出以打开咬合。若为内倾性深覆殆同样应及时干预,此时应优先纠正上前牙的唇倾度,解除因上前牙舌倾对下颌的锁结,恢复下颌生长的空间,再解决深覆殆问题。

(2) 开殆:开殆畸形往往不会自愈,需要正畸医生进行及时干预。然而,开殆早期矫治的成功与否主要取决于其病因,若仅改善了患儿的覆殆而未解决开殆的病因,矫治结束后开殆极易复发^[51]。因此,对开殆患儿除了常规口腔内外检查、头影测量外,还应着重评估患儿的咀嚼、吞咽和呼吸功能,以及是否有不良习惯,是否有明显的遗传因素。

对于气道堵塞导致口呼吸引起的开殆,应尽早请耳鼻喉科会诊,解除鼻咽部阻塞,恢复鼻腔通气。若患儿在解决气道问题后仍习惯性口呼吸,可配合前庭盾矫治器纠正。此外,口呼吸患儿舌体常处于低位,可佩戴舌牵引器或嘱患儿进行自主的肌功能训练,引导舌体上抬,以避免矫治后开殆复发。对于因不良舌习惯、吮指习惯等引起的开殆,需佩戴腭刺/舌栅矫治器破除不良习惯。值得一提的是,研究显示固定式的腭刺/舌栅矫治器对覆殆的改善更为明显,可摘式矫治器的治疗效果则依赖于患者的依从性。然而,大多数情况下可摘式矫治器具有更佳的舒适度,因患儿可以逐渐佩戴以适应矫治器,并可在进食和刷牙时取下,从心理学的角度来看是更为有利的^[52]。对于有明显遗传倾向的严重骨性开殆,早期干预的效果有限,可待患儿成年后行正畸正颌联合治疗解决。

三、总结

早期矫治是使用相对简单与经济的矫治器以纠正处于乳牙列期或混合牙列期患儿的错殆畸形,引导患儿牙颌面的正常发育。大多数情况下,早期干预是必要且有效的,为第二阶段的正畸治疗减少了难度与时间。但也存在需延迟治疗的错殆类型,需要临床医生仔细甄别。在行早期矫治时,既要遵循各类错殆畸形标准化的理想治疗时机,同时也要考虑到个体最佳的治疗效果、最小化可能的风险,以及尽可能缩短矫治疗程,为患者取得最佳的成本、收益比。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Kluemper GT, Beeman CS, Hicks EP. Early orthodontic treatment: What are the imperatives? [J]. *J Am Dent Assoc*, 2000, 131(5):613-620. DOI:10.14219/jada.archive.2000.0235.
- [2] Sunnak R, Johal A, Fleming PS. Is orthodontics prior to 11 years of age evidence-based? A systematic review and meta-analysis [J]. *J Dent*, 2015, 43(5):477-486. DOI:10.1016/j.jdent.2015.02.003.
- [3] Neela PK, Atteeri A, Mamillapalli PK, et al. Genetics of dentofacial and orthodontic abnormalities [J]. *Glob Med Genet*, 2020, 7(4):95-100. DOI:10.1055/s-0040-1722303.
- [4] Saghiri MA, Eid J, Tang CK, et al. Factors influencing different types of malocclusion and arch form—A review [J]. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*, 2021, 122(2):185-191. DOI:10.1016/j.jormas.2020.07.002.
- [5] Lauweryns I, Carels C, Vlietinck R. The use of twins in dentofacial genetic research [J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 1993, 103(1):33-38. DOI:10.1016/0889-5406(93)70101-S.
- [6] Cassidy KM, Harris EF, Tolley EA, et al. Genetic influence on dental arch form in orthodontic patients [J]. *Angle Orthod*, 1998, 68(5):445-454. DOI:10.1043/0003-3219(1998)068<0445:GIODAF>2.3.CO;2.
- [7] Harris JE, Kowalski CJ, Walker SJ. Intrafamilial dentofacial associations for class II, Division 1 probands [J]. *Am J Orthod*, 1975, 67(5):563-570. DOI:10.1016/0002-9416(75)90301-2.
- [8] Peck S, Peck L, Kataja M. Class II Division 2 malocclusion: A heritable pattern of small teeth in well-developed jaws [J]. *Angle Orthod*, 1998, 68(1):9-20. DOI:10.1043/0003-3219(1998)068<0009:CIDMAH>2.3.CO;2.
- [9] Watanabe M, SudA N, Ohshima K. Mandibular prognathism in Japanese families ascertained through orthognathically treated patients [J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2005, 128(4):466-470. DOI:10.1016/j.ajodo.2004.09.018.
- [10] Savoye I, Loos R, Carels C, et al. A genetic study of anteroposterior and vertical facial proportions using model-fitting [J]. *Angle Orthod*, 1998, 68(5):467-470. DOI:10.1043/0003-3219(1998)068<0467:AGSOAA>2.3.CO;2.
- [11] Gershater E, Li C, Ha P, et al. Genes and pathways associated with skeletal sagittal malocclusions: A systematic review [J]. *Int J Mol Sci*, 2021, 22(23):13037. DOI:10.3390/ijms222313037.
- [12] George AM, Felicita AS, Milling Tania SD, et al. Systematic review on the genetic factors associated with skeletal class II malocclusion [J]. *Indian J Dent Res*, 2021, 32(3):399-406. DOI:10.4103/ijdr.IJDR_59_20.
- [13] Dehesa-Santos A, Iber-Diaz P, Iglesias-Linares A. Genetic factors contributing to skeletal class III malocclusion: A systematic review and meta-analysis [J]. *Clin Oral Investig*, 2021, 25(4):1587-1612. DOI:10.1007/s00784-020-03731-5.
- [14] Cruz CV, Mattos CT, Maia JC, et al. Genetic polymorphisms underlying the skeletal class III phenotype [J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2017, 151(4):700-707. DOI:10.1016/j.ajodo.2016.09.013.
- [15] Xiong X, Li S, Cai Y, et al. Targeted sequencing in FGF/FGFR genes and association analysis of variants for mandibular prognathism [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2017, 96(25):e7240. DOI:10.1097/MD.0000000000007240.
- [16] Wolford LM, Stevao EL. Correction of jaw deformities in patients with cleft lip and palate [J]. *Proc (Bayl Univ Med Cent)*, 2002, 15(3):250-254. DOI:10.1080/08998280.2002.11927848.
- [17] Belmehdi A, Chbicheb S. Oral disorders related to acromegaly [J]. *Pan Afr Med J*, 2019, 34:96. DOI:10.11604/pamj.2019.34.96.19873.
- [18] Allareddy V, Ching N, Macklin EA, et al. Craniofacial features as assessed by lateral cephalometric measurements in children with Down syndrome [J]. *Prog Orthod*, 2016, 17(1):35. DOI:10.1186/s40510-016-0148-7.
- [19] Silva Jesuino FA, Valladares-Neto J. Craniofacial morphological differences between Down syndrome and maxillary deficiency children [J]. *Eur J Orthod*, 2013, 35(1):124-130. DOI:10.1093/ejo/cjr105.
- [20] Gilchrist F, Marshman Z, Deery C, et al. The impact of dental caries on children and young people: What they have to say? [J]. *Int J Paediatr Dent*, 2015, 25(5):327-338. DOI:10.1111/ipd.12186.
- [21] Kilic N, Kiki A, Oktay H. Condylar asymmetry in unilateral posterior crossbite patients [J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2008, 133(3):382-387. DOI:10.1016/j.ajodo.2006.04.041.
- [22] Kiliaridis S, Mahboubi PH, Raadsheer MC, et al. Ultrasonographic thickness of the masseter muscle in growing individuals with unilateral crossbite [J]. *Angle Orthod*, 2007, 77(4):607-611. DOI:10.2319/101105-360.
- [23] Iodice G, Danzi G, Cimino R, et al. Association between posterior crossbite, skeletal, and muscle asymmetry: A systematic review [J]. *Eur J Orthod*, 2016, 38(6):638-651. DOI:10.1093/ejo/cjw003.
- [24] de Oliveira BF, Seraidarian PI, de Oliveira SG, et al. Tooth displacement in shortened dental arches: A three-dimensional finite element study [J]. *J Prosthet Dent*, 2014, 111(6):460-465. DOI:10.1016/j.prosdent.2013.07.022.
- [25] Cordeiro MM, Rocha MJ. The effects of periradicular inflammation and infection on a primary tooth and permanent successor [J]. *J Clin Pediatr Dent*, 2005, 29(3):193-200. DOI:10.17796/jcpd.29.3.5238p10v21r2j162.
- [26] Chung Leng Muñoz I, Beltri Orta P. Comparison of cephalometric patterns in mouth breathing and nose breathing children [J]. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2014, 78(7):1167-1172. DOI:10.1016/j.ijporl.2014.04.046.
- [27] Koca CF, Erdem T, Bayindir T. The effect of adenoid hypertrophy

- on maxillofacial development: An objective photographic analysis [J]. *J Otolaryngol Head Neck Surg*, 2016, 45(1): 48. DOI: 10.1186/s40463-016-0161-3.
- [28] Hanson ML. Tongue thrust: A point of view [J]. *J Speech Hear Disord*, 1976, 41(2): 172-184. DOI: 10.1044/jshd.4102.172.
- [29] Borrie FR, Bearn DR, Innes NP, et al. Interventions for the cessation of non - nutritive sucking habits in children [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2015 (3) : CD008694. DOI: 10.1002/14651858.CD008694.pub2.
- [30] Germeç D, Taner TU. Lower lip sucking habit treated with a lip bumper appliance [J]. *Angle Orthod*, 2005, 75(6) : 1071-1076. DOI: 10.1043/0003-3219(2005)75[1071:LLSHTW]2.0.CO;2.
- [31] Schneider-Moser UEM, Moser L. Very early orthodontic treatment: When, why and how? [J]. *Dental Press J Orthod*, 2022, 27(2) : e22spe2. DOI: 10.1590/2177-6709.27.2.e22spe2.
- [32] Batista KB, Thiruvkatachari B, Harrison JE, et al. Orthodontic treatment for prominent upper front teeth (class II malocclusion) in children and adolescents [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2018, 3(3): CD003452. DOI: 10.1002/14651858.CD003452.pub4.
- [33] Dolce C, Schader RE, McGorray SP, et al. Centographic analysis of 1 - phase versus 2 - phase treatment for class II malocclusion [J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2005, 128(2) : 195-200. DOI: 10.1016/j.ajodo.2004.04.028.
- [34] Cozza P, Baccetti T, Franchi L, et al. Mandibular changes produced by functional appliances in class II malocclusion: A systematic review [J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2006, 129(5) : 599.e1 - 599.e12; discussion e1 - e6. DOI: 10.1016/j.ajodo.2005.11.010.
- [35] Pavoni C, Lombardo EC, Lione R, et al. Treatment timing for functional jaw orthopaedics followed by fixed appliances: A controlled long-term study [J]. *Eur J Orthod*, 2018, 40(4) : 430-436. DOI: 10.1093/ejo/cjx078.
- [36] Faxén Sepanian V, Sonnesen L. Incisor root resorption in class II division 2 patients in relation to orthodontic treatment [J]. *Eur J Orthod*, 2018, 40(3) : 337-342. DOI: 10.1093/ejo/cjx086.
- [37] Hiyama S, Ono PT, Ishiwata Y, et al. Neuromuscular and skeletal adaptations following mandibular forward positioning induced by the Herbst appliance [J]. *Angle Orthod*, 2000, 70(6) : 442 - 453. DOI: 10.1043/0003 - 3219 (2000) 070<0442: NASAFM>2.0.CO;2.
- [38] Guyer EC, Ellis EE 3rd, Mcnamara JA Jr, et al. Components of class III malocclusion in juveniles and adolescents [J]. *Angle Orthod*, 1986, 56(1) : 7-30. DOI: 10.1043/0003-3219(1986)056<0007:COCIMI>2.0.CO;2.
- [39] Silva DBHD, Gonzaga AS. Importance of orthodontic intervention of the class III malocclusion in mixed dentition [J]. *Dental Press J Orthod*, 2020, 25(5) : 57-65. DOI: 10.1590/2177-6709.25.5.057-065.bbo.
- [40] Nardoni DN, Siqueira DF, Cardoso Mde A, et al. Cephalometric variables used to predict the success of interceptive treatment with rapid maxillary expansion and face mask. A longitudinal study [J]. *Dental Press J Orthod*, 2015, 20(1) : 85-96. DOI: 10.1590/2176-9451.20.1.085-096.oar.
- [41] Liu W, Zhou Y, Wang X, et al. Effect of maxillary protraction with alternating rapid palatal expansion and constriction vs expansion alone in maxillary retrusive patients: A single-center, randomized controlled trial [J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2015, 148(4) : 641-651. DOI: 10.1016/j.ajodo.2015.04.038.
- [42] Pereira da Silva HCF, de Paiva JB, Rino Neto J. Anterior crossbite treatment in the primary dentition: Three case reports [J]. *Int Orthod*, 2018, 16(3) : 514-529. DOI: 10.1016/j.ortho.2018.06.027.
- [43] Baccetti T, Tollaro I. A retrospective comparison of functional appliance treatment of class III malocclusions in the deciduous and mixed dentitions [J]. *Eur J Orthod*, 1998, 20(3) : 309-317. DOI: 10.1093/ejo/20.3.309.
- [44] Clemente R, Contardo L, Greco C, et al. Class III treatment with skeletal and dental anchorage: A review of comparative effects [J]. *Biomed Res Int*, 2018; 7946019. DOI: 10.1155/2018/7946019.
- [45] Ngan P, Wilmes B, Drescher D, et al. Comparison of two maxillary protraction protocols: Tooth - borne versus bone - anchored protraction facemask treatment [J]. *Prog Orthod*, 2015, 16; 26. DOI: 10.1186/s40510-015-0096-7.
- [46] Franchi L, Vichi A, Marti P, et al. 3D printed customized facemask for maxillary protraction in the early treatment of a class III malocclusion: Proof-of-concept clinical case [J]. *Materials (Basel)*, 2022, 15(11) : 3747. DOI: 10.3390/ma15113747.
- [47] Zere E, Chaudhari PK, Sharan J, et al. Developing class III malocclusions: Challenges and solutions [J]. *Clin Cosmet Investig Dent*, 2018, 10: 99-116. DOI: 10.2147/CCIDE.S134303.
- [48] Ugolini A, Agostino P, Silvestrini-Biavati A, et al. Orthodontic treatment for posterior crossbites [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2021, 12(12) : CD000979. DOI: 10.1002/14651858.CD000979.pub3.
- [49] Zhao Y, Nguyen M, Gohl E, et al. Oropharyngeal airway changes after rapid palatal expansion evaluated with cone-beam computed tomography [J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2010, 137(4 Suppl) : S71-S78. DOI: 10.1016/j.ajodo.2008.08.026.
- [50] Smith T, Ghoneima A, Stewart K, et al. Three - dimensional computed tomography analysis of airway volume changes after rapid maxillary expansion [J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2012, 141(5) : 618-626. DOI: 10.1016/j.ajodo.2011.12.017.
- [51] Gracco A, Perri A, Siviero L, et al. Multidisciplinary correction of anterior open bite relapse and upper airway obstruction [J]. *Korean J Orthod*, 2015, 45(1) : 47-56. DOI: 10.4041/kjod.2015.45.1.47.
- [52] Pisani L, Bonaccorso L, Fastuca R, et al. Systematic review for orthodontic and orthopedic treatments for anterior open bite in the mixed dentition [J]. *Prog Orthod*, 2016, 17(1) : 28. DOI: 10.1186/s40510-016-0142-0.

(收稿日期:2022-08-10)

(本文编辑:王嫚)