



咬合的增龄性变化及其临床诊疗与防治策略

王美青

复旦大学附属口腔医院暨口腔医学院 上海市口腔医院颌学研究院(上海 201199)

【摘要】 咬合是指上下牙之间的接触关系,其生物力学特征可影响口颌面颈等部的运动功能以及精神心理状态。本综述从正常咬合的功能特点及其增龄性变化、异常咬合对健康的影响及其可能的神经生理学机制、咬合的增龄性变化及其对策这3个方面介绍咬合的增龄性变化及其临床诊疗与防治策略。咬合面的异常磨损将导致咬合生物力学关系发生变化,动物实验研究表明,异常咬合可造成:(1)牙周创伤;(2)通过三叉神经中脑核神经元与三叉神经运动核、面神经核、副神经核、舌下神经核、迷走神经背核等神经核团的运动神经元之间的突触联系,导致口颌面颈肌功能障碍以及迷走神经相关的内脏运动功能异常;(3)通过影响外侧僵核神经元的活动,导致焦虑等精神心理反应。口腔修复体与天然牙之间存在磨损系数差异,长期佩戴口腔修复体,可增加天然牙与人工牙之间磨损不匹配进而出现咬合干扰的风险。牙体磨损是增龄性咬合变化最常见的表现,一些老年患者不仅有错骀、缺牙、修复体,而且常伴有牙周病,缺牙久未修复还可出现邻牙倾斜、对颌牙伸长等渐进性咬合紊乱,在这些错骀、牙周病以及缺牙相关问题的基础上叠加增龄性磨损,不仅可增加异常咬合对健康的影响程度,而且会增加治疗难度。为此,对于错骀和牙周病,应重视早期诊断、早期治疗,以预防进入老年期后出现矫治非常困难的局面;对于缺牙应及时修复,防止出现继发性咬合紊乱;对于口腔修复体,应关注材料的选择和修复体力学关系的设计,避免使用过硬的材料修复缺牙,避免形成干扰性咬合接触,并应定期更换修复体,以降低与生理性磨损不均相关的咬合问题及其继发性健康问题。

【关键词】 咬合 增龄性变化 口腔功能 牙齿磨损 防治 综述

Age-Related Changes in Occlusion and the Clinical Management and Prevention Strategies

Wang Meiqing , Occlusion Institute, Shanghai Stomatological Hospital, Stomatological Hospital and School of Stomatology, Fudan University, Shanghai 201199, China

【Abstract】 Occlusion refers to the contact relationship between the upper and lower teeth. Its biomechanical properties influence motor function, most often in the orofacial and cervical regions, and the patient's psychological well-being as well. In this review, we summarized age-related changes in occlusion and the corresponding clinical management and preventive strategies from three perspectives—the functional characteristics of normal occlusion and their age-related changes, the effects of abnormal occlusion on health and the potential neurophysiological mechanisms involved, and age-related changes in occlusion and the corresponding preventive and therapeutic approaches. Abnormal wear of the occlusal surfaces alters the biomechanical relationship of occlusion. Animal studies have shown that abnormal biomechanical occlusion may result in the following problems: 1) periodontal trauma; 2) dysfunction of the orofacial and cervical muscles and vagus nerve-related visceral motor dysfunction through synaptic connections between neurons in the mesencephalic trigeminal nucleus and motor neurons in the trigeminal motor, facial, accessory, hypoglossal, and dorsal vagal nuclei; and 3) psychological responses such as anxiety, mediated via effects on neuronal activity in the lateral habenular nucleus. The wear coefficients of dental restorative prostheses differ from those of natural teeth. Long-term use of dental prostheses increases the risk of wear mismatch between natural and artificial teeth, which may lead to increased risk of occlusal interference. Tooth wear is the most common manifestation of age-related changes in occlusion. In addition to malocclusion, missing teeth, and pre-existing prostheses, many older patients also present with periodontal disease. Prolonged failure to replace missing teeth may lead to progressive occlusal disturbances, characterized by tilting of adjacent teeth and elongation of opposing teeth. When age-related wear is superimposed on malocclusion, periodontal disease, and missing teeth, it not only exacerbates the adverse health effects of abnormal occlusion but also substantially complicates treatment. Therefore, early diagnosis and treatment of malocclusion and periodontal diseases are essential to the prevention of situations where orthodontic intervention becomes extremely challenging in old age. Missing teeth should be restored promptly to prevent secondary occlusal disorders. For dental prostheses, careful attention should be paid to material selection and biomechanical design. Excessively hard materials should be avoided to prevent the

development of interfering occlusal contacts. In addition, prostheses should be replaced regularly to reduce occlusal problems arising from uneven physiological wear and the associated secondary health consequences.

[Key words] Occlusion Age-related changes Oral function Tooth wear Prevention and treatment Review

咬合(dental occlusion),简称殆,指上下牙之间的接触关系,也称咬合关系。咬合不仅涉及美观,而且涉及咀嚼等生理活动,我课题组的最新研究显示,咬合异常还可以影响口颌面颈等部的运动功能^[1-2]和精神心理状态^[3],而且有迹象表明,缺牙以及咬合功能障碍,还可能与老年痴呆症等认知功能障碍的发生有关^[4]。由于咬合形态是功能活动的解剖结构基础,目前临床上依然从咬合形态的角度来阐述咬合功能的特点。

随着年龄的增长,咬合将出现较多的变化,例如:牙的轻微近中移动和舌侧倾斜,下牙列拥挤度增加,覆殆减小,临床牙冠增大,牙体磨损等^[5-8],在临床上可见牙本质

暴露。如果牙磨损严重,咬合面正常的凸凹形态将明显丧失,咬合面呈现出一系列斑驳的大小不一的磨损面,如果伴有牙周病、牙齿缺失以及修复体等疾病和治疗方面的咬合变化(图1),增龄后的咬合关系将变得更加复杂,成为楔形缺损等难治性牙体疾病的危险因素^[9]。咬合变化对咬合功能会产生怎样的影响,是即将到来的老龄化社会不可忽视的群体健康问题。本文基于近年来有关研究报道和笔者的临床经验与研究所得,就以上咬合的增龄变化相关问题谈谈看法。文中涉及人体的图片均经过上海市口腔医院医学伦理委员会审批使用,批准号沪口院伦审[2026]028号。

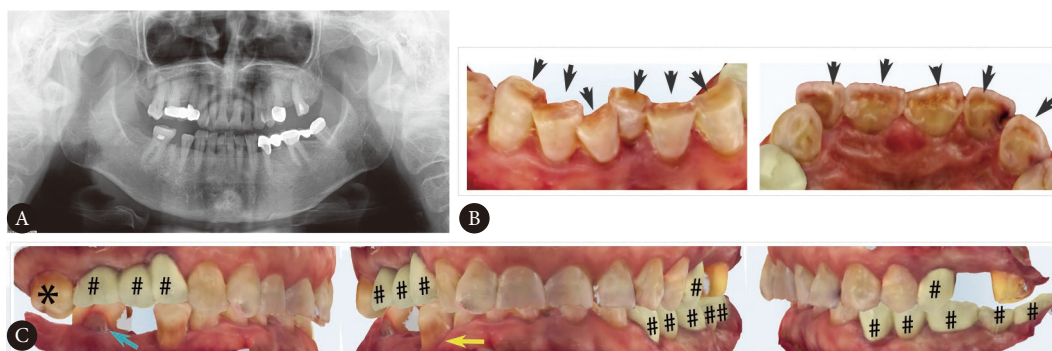


图 1 老年咬合案例

Fig 1 A case of occlusion obtained from an older adult

A, Complete panoramic X-ray; B, occlusal surfaces of upper and lower anterior teeth. The arrows show uneven wear. C, Frontal and lateral view of the occlusion. # indicates porcelain bridge. * indicates elongated maxillary second molar caused by missing of the opposing tooth. The blue arrow shows secondary caries, and the yellow arrow shows gingival recession and root exposure.

1 正常咬合的功能特点及其增龄性变化

咬合可以出现在上下牙最广泛、最紧密接触的牙尖交错殆(intercuspal occlusion, ICO),这是自然闭口时所达到的一种咬合状态,是咬合运动的出发点和返回终点,可以看作是其他咬合运动的原点,常简称为静态咬合(static occlusion);咬合还可以出现在下颌前伸、后退以及侧方咬合运动中,在咬合运动中的咬合接触,常简称为动态咬合(dynamic occlusion)。咬合接触出现的部位,直接影响着咬合功能。

正常的静态咬合关系中,上颌前牙的咬合接触部位位于切牙和尖牙的舌侧,位置在舌面隆突以下(切缘方向);下颌前牙的咬合接触部位则位于切牙的切缘及尖牙的牙尖斜缘偏唇面的部位,一般向唇面延伸的幅度不超

过1 mm;后牙的咬合接触部位主要位于支持尖附近,以支持尖相关的牙尖斜面、靠近牙窝底的牙窝壁(图2a)以及边缘嵴的殆侧斜面为主,不宜在牙窝底和牙尖顶。

动态咬合关系中,理想的咬合接触应出现在殆导所在相关部位,对于前牙,动态咬合接触主要出现在上颌前牙舌面和下颌前牙切缘;对于后牙,动态咬合接触主要出现在上颌颊尖舌斜面、舌尖颊斜面,以及下颌颊尖顶附近的颊斜面和舌斜面(图2b)。不同的下颌运动接受不同的殆导引导,进行流畅、平滑、无障碍的咬合运动。

咬合接触所在部位的牙体组织可因经年累月的咀嚼等摩擦作用而出现功能性耗损,使得原来比较局限的点式咬合接触变成相对广泛的咬合接触小面,原来不接触的咬合区域逐渐成为咬合接触区域(图1B),而这些咬合接触可能对正常流畅、光滑的咬合运动形成干扰,进而反

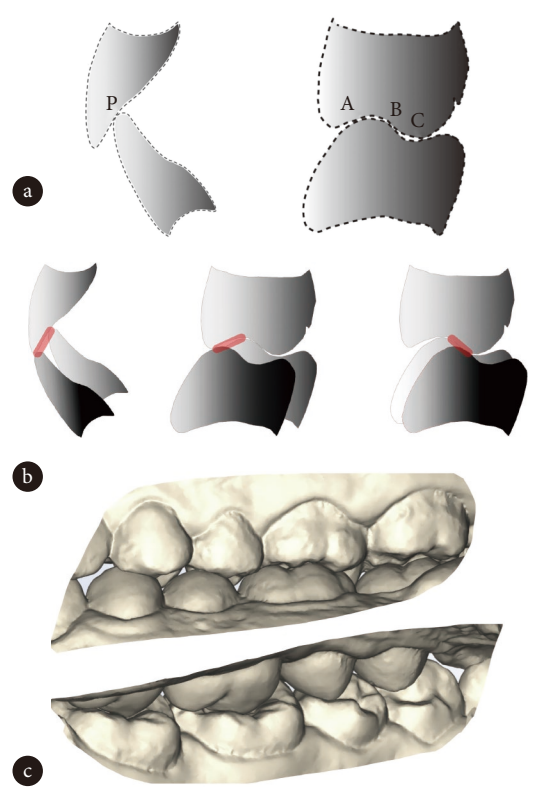


图 2 切牙 (左图) 和磨牙 (右图) 的静态咬合接触部位示意图 (a) ; 动态咬合接触部位示意图 (b) ; 分殆颊面观 (上图) 和舌面观 (下图) (c)

Fig 2 Schematic diagram (a) of static occlusal contact sites of the incisor teeth (left panel, denoted by P) and molar teeth (right panel, denoted by A, B, and C); schematic diagram (b) of dynamic occlusal contact region as indicated by the red lines on the incisive and occlusal surfaces of the maxillary teeth; an example (c) of the free-of-contact (FOC) shown as loose or none of the contacts viewed from the buccal side (top panel) and the lingual side (bottom panel)

射性调节咀嚼肌的收缩活动,以期避免这些干扰性咬合接触(简称咬合干扰)对牙齿、牙周组织造成创伤(简称咬合创伤),其结果是增加了咀嚼肌的负担,一方面按照高级中枢的指令,行使正常的咀嚼功能,另一方面不断接受

额外的外周反馈,调整收缩的方式,降低创伤风险,因而容易出现肌肉疲劳直至肌功能障碍。

显然,咬合接触并非越多越好,尽管较多的咬合接触可能会增加静态咬合的稳定性,但同时也对下颌运动产生较多的约束作用,阻碍流畅、平滑的下颌运动,因此应避免不必要的咬合接触。实际上,在正常静态咬合关系中,存在着大量“咬合不接触”的情况,这种静态咬合时存在的咬合不接触称为分殆(free of contact, FOC)(图2c),分殆为咬合面上容纳食物以及进行研磨食物的咬合运动提供了自由的空间,是正常静态咬合的重要组成部分;在正常动态咬合接触变化过程中,一些有咬合接触的部位,会随着下颌运动幅度的增加而变得无咬合接触,该现象称为殆分离(disocclusion),殆分离减少了对下颌运动的约束以及出现咬合干扰的机会,从而保证下颌运动的灵活性和流畅性,是正常动态咬合的重要组成部分。增龄性磨损的咬合特点是咬合接触增加而分殆减少、对下颌运动的约束增加而运动的灵活度减少。

2 异常咬合对健康的影响及其可能的神经生理学机制

异常咬合对健康的影响,不仅包括咀嚼能力下降及其相关的营养均衡问题(实际上现代社会因咀嚼能力下降而造成营养问题的可能性已经很小),而且包括运动系统和精神心理两方面的神经病理性反应,动物实验等研究表明,异常咬合对运动系统功能的影响,主要包括躯体运动功能(含口颌面颈运动功能)和内脏运动功能两个部分(图3)。

2.1 异常咬合对躯体运动功能的影响

2.1.1 异常咬合对口颌面运动功能的影响

由异常咬合导致的口颌面部健康问题最常见症状是口颌面疼痛、下颌运动功能障碍以及颞下颌关节杂音等

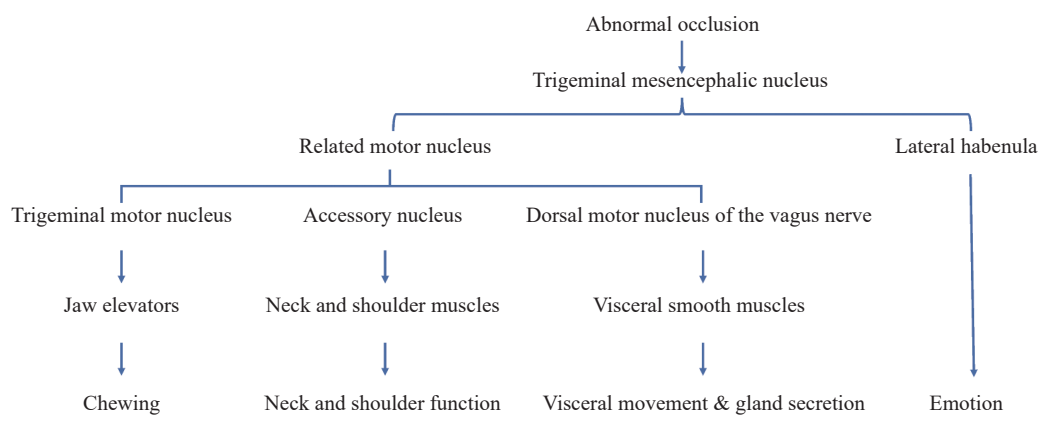


图 3 异常咬合影响运动功能和情绪状态的神经传导框图

Fig 3 Neural conduction sketch for the effect of occlusal abnormalities on motor function and emotional state

颞下颌关节紊乱病相关问题,可伴有咀嚼能力下降,有时下颌因丧失稳定的位置而经常处于晃动(寻找位置)状态,无法顺利完成基本的咀嚼动作,其神经病理生理机制是:异常咬合信息经牙周的三叉神经中脑核外周感受器感受,通过三叉神经中脑核I型谷氨酸囊泡膜转运体(vesicular glutamate transporter 1, VGLUT1)介导的兴奋性投射,向三叉神经运动核传递,从而影响咀嚼肌的功能^[1];通过同样的机理,三叉神经中脑核神经元的兴奋性信号还可向面神经核传递,影响面部表情;向舌下神经核传递,影响舌的功能^[2]。另外,如果大量牙齿缺失以及重度磨损,可导致面下1/3的垂直高度降低,呈苍老面形;如果前牙缺失,可影响发音。

2.1.2 异常咬合对躯体运动功能的影响

异常咬合对躯体运动功能的影响,最常见的是颈肩部疼痛,进而出现颈曲变直,甚至转头功能障碍,个别患者可有双侧肩不一样高(高低肩)、双腿感到不一样长(长短腿)、轻度的脊柱侧弯、上肢麻木和酸痛、下肢运动不协调、躯体平衡能力较差等躯体运动系统的问题,另外还可引起耳鸣。异常咬合引起这一系列症状的基本原理是:感受咬合本体觉的三叉神经中脑核神经元向面神经核的兴奋性投射(VGLUT1介导),可兴奋面神经支配的镫骨肌,导致听小骨活动异常^[2];三叉神经中脑核神经元还有向副神经核^[2]乃至中转后向脊髓前角神经元的同类投射,从而影响肩颈乃至四肢、躯干的运动功能。另外,三叉神经中脑核还有向小脑的投射^[10],从而影响躯体平衡。有关文献指出,咀嚼活动减退与中风、肌少症、肌萎缩侧索硬化等运动系统疾病之间存在负相关关系^[11]。

2.1.3 内脏运动功能

异常咬合对内脏运动功能的影响,主要与三叉神经中脑核神经元向迷走神经背核运动核神经元的VGLUT1介导的兴奋性投射有关,迷走神经背核的主要功能之一是调节内脏器官的肌收缩,包括降低心率、调节呼吸、促进胃肠道的蠕动、促进消化液的分泌、促进甲状腺素、胰岛素的分泌等,因此,异常咬合所导致的三叉神经中脑核异常兴奋,通过兴奋迷走神经,导致胸、腹部许多内脏器官的平滑肌异常活动,出现心率、呼吸、胃肠活动以及腺体分泌(例如:甲状腺素、胰岛素等)等变化^[12],进而引起相应症状。文献报道的牙周病与糖尿病等老年病的关联性^[13],咀嚼活动减退与慢性阻塞性肺疾病、消化不良、吞咽困难、厌食症和颈动脉粥样硬化等系统性疾病之间的负相关关系^[14]等,可能都不同程度地与异常咬合相关的迷走神经功能变化有关。

2.2 异常咬合对身心健康的影响

异常咬合与精神心理问题的关系备受关注,临床上常有这样的情形:有些咬合对美观的影响并不明显,外形上基本为“个别正常殆”,但由于咬合接触相关的异常咬合力作用,可造成以焦虑、抑郁为主要特征的精神心理问题,甚至有患者不堪忍受其困扰而出现自杀倾向。异常咬合与精神心理问题的关系,不是简单的牙齿美观问题所导致的心理反应,其生理学基础之一是:异常咬合可以兴奋外侧僵核神经元,外侧僵核神经元在情绪调控方面发挥着重要作用,长期的异常咬合所诱导的外侧僵核神经元的异常兴奋,将导致焦虑、抑郁等异常心理反应^[3]。另外,内脏功能活动与情绪的关系非常密切,迷走神经背核异常兴奋相关的内脏运动功能变化,也可影响情绪进而出现抑郁等相关心理反应。

3 咬合的增龄性变化及其对策

增龄性咬合变化主要包括:以牙体组织逐渐减少(异常磨损)为临床特征的牙体病,以牙周组织丧失、牙齿松动为临床特征的牙周病,以及不同范围的缺牙与修复。另外,随着增龄后一些不均匀磨损的发生以及牙体修复治疗体的出现,局部咬合力不佳造成牙折的情况也时有发生^[15]。目前针对咬合增龄性变化的对策主要包括以下三个方面。

3.1 天然牙咬合的增龄性变化及其对策

3.1.1 预防

许多老年咬合问题,在生长发育期就存在,例如:深覆殆和反殆等,深覆殆的切牙经常咬伤黏膜,个别后牙反殆对下颌运动功能产生明显的干扰作用^[16-17]。在青壮年时期,机体代偿能力较强,或因其他因素(例如工作繁忙等)的存在,常导致患者不能及时诊治相关咬合问题,但在牙齿增龄性磨损后,这些异常咬合所致的创伤刺激作用愈加凸显,一旦出现创伤性牙周病、缺牙等问题,治疗复杂度将明显增加。临床上,中老年患者的龋病、牙周病等问题常受到重视,而错殆问题却经常被忽视。

除错殆外,可造成老年功能异常的咬合问题,还包括个别牙缺失后未能及时修复所导致的继发性咬合紊乱,即:邻牙向缺牙间隙倾斜以及对颌牙的伸长,这种继发性咬合紊乱可形成以非轴向力为主的咬合接触(图4A左)^[18-19],直接修复将加大邻牙异常受力、致其出现松动等问题,尽早修复缺牙可避免继发性咬合紊乱的出现。

现代人的智齿不仅经常阻生,而且萌出后常有位置不正、因对颌牙先天缺失而过度萌出以及咬合关系异常等问题(图4A右)^[20-21],这些问题均应尽早治疗(通常采取的方法是拔除位置异常的第三磨牙),否则,可能会影响其他

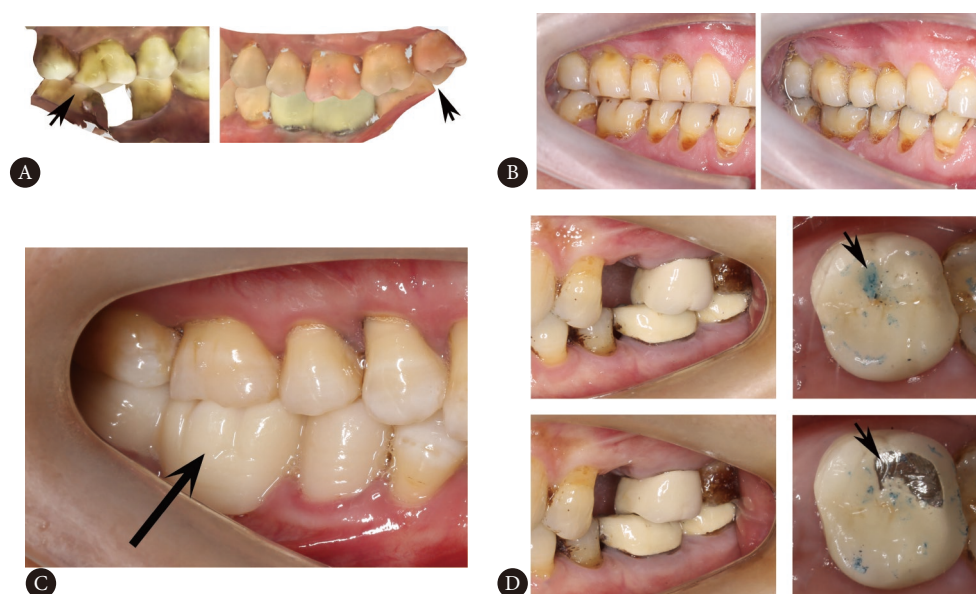


图4 后牙缺失导致的渐进性咬合紊乱(左, 箭头)和第三磨牙伸长(右, 箭头)(A);磨损导致的咬合面变平(左), 通过调骀重塑咬合面形态(右)(B);预备不足而完成的烤瓷修复(C, 箭头);针对烤瓷修复体磨损不足而进行的调骀(D, 箭头)

Fig 4 Examples (A) of progressive occlusal disturbance caused by posterior tooth losing (left panel, indicated by the arrow) and elongation of the third molar (right panel, indicated by the arrow); flattening of the occlusal surface caused by wear (left panel), and reshaping of the occlusal surface through occlusal adjustment (right panel) (B); porcelain restoration without sufficient preparation (C, indicated by the arrow); compensational occlusal adjustment targets the insufficient wear of the restored teeth (D, indicated by the arrows)

牙的生理性磨损活动, 进而增加老年后咬合治疗的难度。

3.1.2 调骀治疗

天然牙最突出的咬合增龄性变化是磨损, 一方面, 磨损后的咬合面沟窝结构不再明显, 另一方面, 还可能因为磨损不均匀而形成高尖陡壁。在咬合高度尚可的情况下, 可采用调骀的方法进行骀面修形(modification), 降低高耸牙尖的高度, 缓解陡峭牙尖斜面的陡度, 对一些磨损呈平面的咬合面, 则用调骀的方法构建分骀(图4B), 恢复和谐的咬合接触关系, 从而提高咀嚼效率。

3.1.3 正畸治疗

有些错骀引起的功能问题可因增龄性磨损而加重, 缺牙后一些错位牙不宜做基牙, 因此, 在基本健康条件允许的情况下, 对于老年患者仍应考虑正畸治疗方案, 并酌情进行必要的正畸、修复联合治疗。

老年人正畸治疗目标是: (1) 牙倾斜度正常, 从而有利于基牙以及有不同程度牙周组织退缩的天然牙承受相应的咬合力; (2) 咬合的凸凹接触关系正常, 从而避免咬合干扰的出现; (3) 适当的前后牙覆骀覆盖。值得注意的是, 老年人对前牙区的美观要求较低, 增龄后, 牙齿的色泽、外形都较年轻人有所变化, 一味追求美学效果常会降低性价比。

3.1.4 修复治疗

缺牙是老年咬合最常见的问题之一, 余留牙的咬合情况直接影响咬合力水平和咀嚼能力^[22], 维持老年人的

咬合功能有助于预防老年人日常生活能力的下降。对348例71岁老人的8年观察结果表明, 部分缺牙或全口缺牙患者的下肢伸直力量以及单腿站立能力都低于不缺牙者^[23]。还有研究指出, 缺牙数量及余留牙的咬合特点与老年认知障碍有关^[24-25], 后牙咬合丧失是重要的认知障碍危险因素^[26], 一项为期3年的前瞻性队列研究指出: 可以依据余留牙数量以及咬合力水平预测70~80岁老年人的认知下降情况^[27]。虽然这些研究结果仍存在一定的争议^[28-29], 但是维持一定的咬合支持(包括义齿咬合支持)是老年人健康的重要标志之一^[30]。

然而肌力(包括咀嚼肌、舌肌等)的增龄性减弱非常明显^[31], 导致肌量以及肌功能(例如行走能力)明显下降^[32], 增龄后的肌功能减退可影响下颌姿势位的垂直距离^[33]。通常可通过增加神经肌肉活动量(包括拉伸、阻力训练等)增加肌纤维内线粒体数量以及肌肉体积^[34], 对于咀嚼肌, 既可通过增加咀嚼活动来促进其功能^[35], 也可采用神经肌肉电刺激的方法, 维持肌功能活跃程度^[36], 两种措施都可以有效提高老年人的咬肌厚度和咬合力水平^[35-36]。另一方面, 从人群整体角度来讲, 对于部分缺牙的老年患者, 修复其全部缺牙既不合理, 也不必要, 许多研究表明, 人对咬合高度的适应性范围较宽, 因此, 并非所有的大面积磨损乃至垂直高度降低都需要咬合重建, 设立有限修复目标不仅有效、高效, 而且应作为一种合理的妥协治疗策略应用于日常诊疗中^[37]。

3.2 修复性咬合的增龄性变化及其对策

拥有修复体也是咬合最常见的增龄性变化之一,拥有修复体的咬合可简称为修复性咬合,修复性咬合应重点关注以下几个问题。

3.2.1 修复体殆面形态问题

修复体殆面结构直接影响着修复体及其基牙的负重与殆导特点,因此,修复体应保持恰当的外形,从而满足具体牙位功能性咬合接触的需要。有些患者不接受牙体失活的治疗建议,勉强进行后牙烤瓷冠修复(图4C),导致咬合面无法刻形,覆殆覆盖关系以及咬合面接触关系都不佳,久之出现咬合紊乱,被迫重新修复。

3.2.2 修复材料的硬度和磨损率问题

天然牙的硬度与咀嚼能力之间相互匹配,而许多修复体材料的硬度与天然牙有差别,树脂类材料的硬度相对较低,因此耐磨性相对较差,导致活动义齿使用年限仅约5-10年;氧化锆烤瓷类材料的硬度则相对较高,如果在青壮年时期就开始佩戴修复体,而修复材料的磨耗系数与天然牙材料的磨耗系数不同,将导致老年后天然牙出现明显的功能性磨损,而修复体却因磨损有限而成为咬合干扰(图4D),此时需要进行殆面调改,以人工方式实现相应的磨损,必要时重新修复。

咬合接触与咬合生物力之间的关系非常密切^[16,38],修复体(尤其是提供殆导的上颌磨牙修复体)的咬合接触,与口颌面痛密切相关^[39]。老年人咀嚼肌肌力明显下降,抵抗咬合干扰的能力将下降,老年修复体应采用硬度接近牙釉质甚至接近牙本质的修复材料,而不建议采用硬度远大于牙釉质的材料进行修复。

总之,咬合功能障碍,不仅可降低咀嚼能力,而且可影响躯体和内脏运动系统的功能,影响精神心理健康。增龄性咬合变化最常见的问题是磨损相关的咬合生物力变化,可造成牙周损伤(以及牙周组织炎症)、口颌面颈肌功能障碍、迷走神经相关的功能异常、焦虑等精神心理反应。老年群体的牙体、牙周疾病患病率较高,缺牙率较高,对咬合功能的诊疗需求较高^[11],因此,对老龄患者,一方面,应及时修复缺牙(必要时进行适当的正畸治疗),修复时应重点关注咬合生物力问题,包括现存天然牙和修复体的咬合面设计以及修复材料的选择等;另一方面,从预防的角度,应早期诊断,尽可能在老年期到来之前对一些异常咬合进行全面诊疗,从而提高口腔健康水平,预防继发性健康问题的出现。

* * *

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

Declaration of Conflicting Interests All authors declare no competing interests.

参 考 文 献

- [1] Liu X, Zhang C, Wang D, *et al.* Proprioceptive mechanisms in occlusion-stimulated masseter hypercontraction[J]. *Eur J Oral Sci*, 2017, 125(2): 127-134. DOI: 10.1111/eos.12331.
- [2] Liu X, Zhang C, Liu Q, *et al.* Dental malocclusion stimulates neuromuscular circuits associated with temporomandibular disorders[J]. *Eur J Oral Sci*, 2018, 126(6): 466-475. DOI: 10.1111/eos.12579.
- [3] Liu X, Zhou K, Yin N, *et al.* Malocclusion generates anxiety-like behavior through a putative lateral habenula-mesencephalic trigeminal nucleus pathway[J/OL]. *Frontiers in Molecular Neuroscience*, 2019, 12: 174. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31427925>. DOI: 10.3389/fnmol.2019.00174.
- [4] Nakamura T, Zou K, Shibuya Y, *et al.* Oral dysfunctions and cognitive impairment/dementia[J]. *J Neurosci Res*, 2021, 99(2): 518-528. DOI: 10.1002/jnr.24745.
- [5] Rajbhoj A A, Parchake P, Begnoni G, *et al.* Dental changes in humans with untreated normal occlusion throughout lifetime: a systematic scoping review[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2021, 160(3): 340-362. DOI: 10.1016/j.ajodo.2021.02.014.
- [6] Garib D, Miranda F, Massaro C. Normal occlusion in maturational life process[J/OL]. *Dental Press J Orthod*, 2023, 27(6): e22spe6. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36790248>. DOI: 10.1590/2177-6709.27.6.e22spe6.
- [7] Garib D, Miranda F, Massaro C, *et al.* Three-dimensional mandibular dental changes with aging[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2021, 159(2): 184-192. DOI: 10.1016/j.ajodo.2019.12.021.
- [8] Freitas K M S, Massaro C, Miranda F, *et al.* Comparison of aging of nonextraction treated and normal untreated occlusions: 40-year follow up[J/OL]. *Sci Rep*, 2024, 14(1): 25458. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39462009>. DOI: 10.1038/s41598-024-76976-9.
- [9] Branco N T T, Diniz I M A, Abreu L G, *et al.* Noncarious cervical lesions in the aging population analyzed through digital scanning: occlusal risk factors, dimensions, and morphology[J]. *Clin Oral Investig*, 2023, 27(10): 6177-6186. DOI: 10.1007/s00784-023-05234-5.
- [10] Shi M, Liu X, Zhang C, *et al.* Effect of dental malocclusion on cerebellar neuron activation via the dorsomedial part of the principal sensory trigeminal nucleus[J/OL]. *Eur J Oral Sci*, 2021, 129(4): e12788. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33945647>. DOI: 10.1111/eos.12788.
- [11] Peyron M A, Woda A, Bourdiol P, *et al.* Age-related changes in mastication[J]. *J Oral Rehabil*, 2017, 44(4): 299-312. DOI: 10.1111/joor.12478.
- [12] Liu X, Shi M, Ren H, *et al.* Excitatory impact of dental occlusion on dorsal motor nucleus of vagus[J/OL]. *Frontiers in Neural Circuits*, 2021, 15: 638000. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33776655>. DOI: 10.3389/fncir.2021.638000.
- [13] Xie Y, Chen S, Sheng L, *et al.* A new landscape of human dental aging: causes, consequences, and intervention avenues[J]. *Aging Dis*, 2023, 14(4): 1123-1144. DOI: 10.14336/AD.2022.1224.
- [14] Fan Y, Shu X, Leung K, *et al.* Associations of general health conditions with masticatory performance and maximum bite force in older adults: a systematic review of cross-sectional studies[J/OL]. *J Dent*, 2022, 123: 104186. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35691453>. DOI: 10.1016/j.jdent.2022.104186.
- [15] Murchie B D. Complications of an ageing dentition part 1: occlusal trauma and cracked teeth[J]. *Dent Update*, 2017, 44(4): 295-298. DOI: 10.12968/denu.2017.44.4.295.
- [16] Wang M, Mehta N. A possible biomechanical role of occlusal cusp-fossa contact relationships[J]. *J Oral Rehabil*, 2013, 40(1): 69-79. DOI: 10.1111/j.1365-2842.2012.02333.x.
- [17] Qi K, Guo S, Xu Y, *et al.* An investigation of the simultaneously recorded occlusal contact and surface electromyographic activity of jaw-closing muscles for patients with temporomandibular disorders and a scissors-

- bite relationship[J]. *J Electromyogr Kinesiol*, 2016, 28: 114-122. DOI: [10.1016/j.jelekin.2016.04.004](https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2016.04.004).
- [18] Wang M, Cao H, Liu F, *et al.* Association of tightly locked occlusion with temporomandibular disorders[J]. *J Oral Rehabil*, 2007, 34(3): 169-173. DOI: [10.1111/j.1365-2842.2006.01657.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2006.01657.x).
- [19] Wang M, Xue F, He J, *et al.* Missing posterior teeth and risk of temporomandibular disorders[J]. *J Dent Res*, 2009, 88(10): 942-945. DOI: [10.1177/0022034509344387](https://doi.org/10.1177/0022034509344387).
- [20] Guo S, Li B, Qi K, *et al.* Interferential effect of the over-erupted third molar on chewing movement[J]. *Arch Oral Biol*, 2017, 82: 147-152. DOI: [10.1016/j.archoralbio.2017.06.012](https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2017.06.012).
- [21] Guo S, Li B, Qi K, *et al.* Association between contact from an overerupted third molar and bilaterally redistributed electromyographic activity of the jaw closing muscles[J]. *J Oral Facial Pain Headache*, 2018, 32(4): 358-366. DOI: [10.11607/ofph.2022](https://doi.org/10.11607/ofph.2022).
- [22] Huang Y, Liu S P, Muo C H, *et al.* The impact of occluding pairs on the chewing patterns among the elderly[J/OL]. *J Dent*, 2021, 104: 103511. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33212204>. DOI: [10.1016/j.jdent.2020.103511](https://doi.org/10.1016/j.jdent.2020.103511).
- [23] Okuyama N, Yamaga T, Yoshihara A, *et al.* Influence of dental occlusion on physical fitness decline in a healthy Japanese elderly population[J]. *Arch Gerontol Geriatr*, 2011, 52(2): 172-176. DOI: [10.1016/j.archger.2010.03.011](https://doi.org/10.1016/j.archger.2010.03.011).
- [24] Da D, Ge S, Zhang H, *et al.* Association between occlusal support and cognitive impairment in older Chinese adults: a community-based study[J/OL]. *Front Aging Neurosci*, 2023, 15: 1146335. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37139086>. DOI: [10.3389/fnagi.2023.1146335](https://doi.org/10.3389/fnagi.2023.1146335).
- [25] Lee N, Kim H, Choi Y, *et al.* Assessment of subjective and objective masticatory function among elderly individuals with mild cognitive impairment[J]. *Aging Clin Exp Res*, 2023, 35(1): 107-115. DOI: [10.1007/s40520-022-02290-x](https://doi.org/10.1007/s40520-022-02290-x).
- [26] Asher S, Suominen A L, Stephen R, *et al.* Association of tooth location, occlusal support and chewing ability with cognitive decline and incident dementia[J]. *J Clin Periodontol*, 2025, 52(1): 24-39. DOI: [10.1111/jcpe.13970](https://doi.org/10.1111/jcpe.13970).
- [27] Hatta K, Gondo Y, Kamide K, *et al.* Occlusal force predicted cognitive decline among 70- and 80-year-old Japanese: a 3-year prospective cohort study[J]. *J Prosthodont Res*, 2020, 64(2): 175-181. DOI: [10.1016/j.jpor.2019.07.002](https://doi.org/10.1016/j.jpor.2019.07.002).
- [28] Jockusch J, Hopfenmüller W, Nitschke I. Chewing function and related parameters as a function of the degree of dementia: is there a link between the brain and the mouth?[J]. *J Oral Rehabil*, 2021, 48(10): 1160-1172. DOI: [10.1111/joor.13231](https://doi.org/10.1111/joor.13231).
- [29] Dintica C S, Marseglia A, Wårdh I, *et al.* The relation of poor mastication with cognition and dementia risk: a population-based longitudinal study[J]. *Aging (Albany NY)*, 2020, 12(9): 8536-8548. DOI: [10.18632/aging.103156](https://doi.org/10.18632/aging.103156).
- [30] Kimura M, Watanabe M, Tanimoto Y, *et al.* Occlusal support including that from artificial teeth as an indicator for health promotion among community-dwelling elderly in Japan[J]. *Geriatr Gerontol Int*, 2013, 13(3): 539-546. DOI: [10.1111/j.1447-0594.2012.00931.x](https://doi.org/10.1111/j.1447-0594.2012.00931.x).
- [31] Hatta K, Murotani U, Takahashi T, *et al.* Decline of oral functions in old-old adults and their relationship with age and sex: the SONIC study[J]. *J Am Geriatr Soc*, 2022, 70(2): 541-548. DOI: [10.1111/jgs.17535](https://doi.org/10.1111/jgs.17535).
- [32] Inui A, Takahashi I, Sawada K, *et al.* Teeth and physical fitness in a community-dwelling 40 to 79-year-old Japanese population[J]. *Clin Interv Aging*, 2016, 11: 873-878. DOI: [10.2147/CIA.S108498](https://doi.org/10.2147/CIA.S108498).
- [33] Goldstein G, Goodacre C, MacGregor K. Occlusal vertical dimension: best evidence consensus statement [J/OL]. *J Prosthodont*, 2021, 30(S1): 12-19. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33783090>. DOI: [10.1111/jopr.13315](https://doi.org/10.1111/jopr.13315).
- [34] Grünheid T, Langenbach G E J, Korfage J A M, *et al.* The adaptive response of jaw muscles to varying functional demands[J]. *Eur J Orthod*, 2009, 31(6): 596-612. DOI: [10.1093/ejo/cjp093](https://doi.org/10.1093/ejo/cjp093).
- [35] Kim M, Hong J, Lee G, *et al.* Effects of chewing exercises on the occlusal force and masseter muscle thickness in community-dwelling Koreans aged 65 years and older: a randomised assessor-blind trial[J]. *J Oral Rehabil*, 2020, 47(9): 1103-1109. DOI: [10.1111/joor.13036](https://doi.org/10.1111/joor.13036).
- [36] Chang M, Lee G, Jung Y, *et al.* Effect of neuromuscular electrical stimulation on masseter muscle thickness and maximal bite force among healthy community-dwelling persons aged 65 years and older: a randomized, double blind, placebo-controlled study[J/OL]. *Int J Environ Res Public Health*, 2020, 17(11): 3783. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32466588>. DOI: [10.3390/ijerph17113783](https://doi.org/10.3390/ijerph17113783).
- [37] Omar R. The evidence for prosthodontic treatment planning for older, partially dentate patients[J]. *Med Princ Pract*, 2003, 1: 33-42. DOI: [10.1159/000069842](https://doi.org/10.1159/000069842).
- [38] Duanmu Z, Liu L, Deng Q, *et al.* Development of a biomechanical model for dynamic occlusal stress analysis[J/OL]. *Int J Oral Sci*, 2021, 13(1): 29. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34493701>. DOI: [10.1038/s41368-021-00133-5](https://doi.org/10.1038/s41368-021-00133-5).
- [39] Song L, Zhang Z, Wang C, *et al.* Binary logistic regression analysis on the association of occlusion with the temporomandibular joint arthralgia in the partial denture wearers-a retrospective study[J]. *Int J Prosthodont*, 2023, 36(6): 154-167. DOI: [10.11607/ijp.8118](https://doi.org/10.11607/ijp.8118).

(2026-03-08收稿, 2026-06-24修回)

编辑 吕熙



开放获取 本文使用遵循知识共享署名—非商业性使用4.0国际许可协议(CC BY-NC 4.0), 详细信息请访问

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>。

OPEN ACCESS This article is licensed for use under Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (CC BY-NC 4.0). For more information, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.

© 2026 《四川大学学报(医学版)》编辑部

Editorial Office of *Journal of Sichuan University (Medical Sciences)*