

· 临床前瞻 ·

# 以功能性牙缺失为策略指引适老性口颌系统 功能修复的实践和挑战

程怡婷 满毅 刘洋 蔡和 程然 程立 吴芳龙 吴红崑 余钒源 廖雪阳  
孙一民 王婧 杨雪 朱锦怡 程兴群 易祖木 叶玲 胡涛  
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  
口腔医学+前沿医学创新中心 四川大学华西口腔医院, 成都 610041

**[摘要]** 随着老龄化趋势的加剧,老年口腔保健和诊疗面临巨大挑战。老年人牙列、肌肉、关节的增龄性改变使其咀嚼功能、修复需求等均有所下降,且因全身健康状况的不同,个体差异较大。在考虑功能需求、口颌及全身健康的兼容性及卫生经济学等因素后,笔者认为,老年人的口腔修复不应仅仅局限于传统的缺失牙逐一替换方案,而应寻求更加个性化和更适合老年人的修复方案。“功能性牙缺失”这一全新概念,更新了老年人口颌修复的最低标准,引入了适老性口颌功能修复理念。本文基于“功能性牙缺失”概念,阐述了牙体牙列、牙周黏膜、肌肉、关节、全身健康及其他相关诊疗策略,提出了“适老性口颌软硬组织一体化修复”的全新理念:关注口颌系统与全身健康之间的联系,完善“可及功能判定”;兼顾患者个人需求,综合评估口颌系统客观情况,优化“适宜功能评估”;利用人工智能等辅助技术与设备,为老年人精准实施适配性的功能修复方案,实现“诊疗计划制定”;通过随访、宣教、预防保健等措施,加强“健康管理及维护”,以期有效提高老年人群生活质量,并最终实现健康老龄化的目标。

**[关键词]** 口颌系统; 功能恢复; 健康老龄化; 牙缺失; 共病; 咀嚼功能

**[中图分类号]** R78 **[文献标志码]** A **[doi]** 10.7518/hxkq.2025.2024188



本文链接 开放科学标识码

## Practice and challenge of age-friendly functional restoration of stomatognathic system based on the strategy of functional tooth loss

Cheng Yiting, Man Yi, Liu Yang, Cai He, Cheng Ran, Cheng Li, Wu Fanglong, Wu Hongkun, Yu Fanyuan, Liao Xueyang, Sun Yimin, Wang Jing, Yang Xue, Zhu Jinyi, Cheng Xingqun, Yi Zumu, Ye Ling, Hu Tao

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

Supported by: National Key Research and Development Program (2023YFC3605600); National Natural Science Foundation of China (72104162); Research and Development Program of West China Hospital of Stomatology, Sichuan University (LCYJ-ZD-202301)

Correspondence: Hu Tao, E-mail: hutao@scu.edu.cn

**[Abstract]** Geriatric oral health care encounters significant challenges with the increase in the proportion of older individuals. Age-related changes in the dentition, muscles, and joints result in a decline in objective masticatory function,

subjective restoration requirements, and acceptability among the elderly population, with individual variations influenced by systemic health. Considering functional requirements, the adaptability of stomatognathic and systemic health conditions, health economics and other factors, the authors believe that it should not be limited to

**[收稿日期]** 2024-05-11; **[修回日期]** 2024-08-20

**[基金项目]** 国家重点研发计划 (2023YFC3605600); 国家自然科学基金 (72104162); 四川大学华西口腔医院探索与研发项目 (LCYJ-ZD-202301)

**[第一作者]** 程怡婷, 硕士, E-mail: cyt\_1021@163.com

**[通信作者]** 胡涛, 教授, 博士, E-mail: hutao@scu.edu.cn

the conventional “one-to-one” strategy for replacing missing teeth in geriatric prosthodontics. There is an urgent need for a precise and adaptable restoration strategy that is more suitable for older individuals. The proposal of a new concept of functional tooth loss updates the minimal restoration standards for elderly patients and establishes the theory of age-friendly functional restoration. Based on the restoration strategy of functional tooth loss, this paper proposes a new concept termed “age-friendly functional restoration of the stomatognathic system”, which integrates treatment considerations including endodontics, periodontology, mucosa, muscles, temporomandibular joint, and systemic health. Efforts should be made in four areas as follows. Firstly, the “assessment of accessible function” should be enhanced by considering the interrelationship between stomatognathic and systemic health. Secondly, the “evaluation of appropriate function” is supposed to be optimised in view of subjective needs and objective evaluation of the stomatognathic system. Moreover, the “formulation of treatment plans” needs to be accomplished with the aid of assistive technologies, such as artificial intelligence, to accurately exert appropriate functional restoration. Lastly, the “management and maintenance of health” is likely to be strengthened through follow-ups, propaganda and education, and preventive healthcare, so as to improve quality of life and ultimately achieve healthy ageing among older individuals.

**[Key words]** stomatognathic system; functional restoration; healthy aging; tooth loss; multimorbidity; masticatory function

随着全世界老年人口数量的增加和预期寿命的增长,老年口腔保健和诊疗需求日益增长<sup>[1]</sup>。老年患者口腔系统具有牙体牙列缺失或缺损患病率高、咀嚼功能下降、口腔软组织易损性增强等特征。中国拥有全世界最大的老年群体<sup>[2-3]</sup>,患者对口腔修复的期望值增加,为老年人口颌系统功能修复和生活质量提高带来了巨大挑战<sup>[4-5]</sup>。口腔健康老龄化强调达到并维持老年人群口腔健康和正常口颌系统功能,这是老年口腔健康诊疗及管理的理想目标之一。尽管目前其具体标准尚未完全达成一致,但牙齿数目、口腔功能及口腔健康相关生活质量(oral health-related quality of life, OHRQoL)被认为是口腔健康老龄化的重要指标。

牙缺失是老年人群最常见的口腔疾病之一,其位置和数量反映了患者口腔疾病史、口腔诊疗史及其保健理念<sup>[6-7]</sup>。第四次全国口腔健康流行病学调查结果显示,我国65~74岁老年人群平均缺失牙数为9.5颗,无牙率为4.5%<sup>[8]</sup>。牙缺失可影响患者口腔功能及生活质量。对缺失牙的替换修复一直以来是牙列缺损及牙列缺失的主要修复方式<sup>[9]</sup>,可显著改善患者的口腔功能及生活质量。然而,随着老龄、超老龄患者数量的增加,患者口颌—全身基本情况的多变性、复杂化,以及生活质量评估、伤残调整寿命年、卫生经济学等理论和方法的建立与普及,目前的修复方法及理念的局限性和可推广性逐渐受到广大口腔医务工作者的关注<sup>[9]</sup>。

1992年,WHO指出至少需要20颗牙齿(即功能牙列)以满足功能及美学的需求<sup>[10-11]</sup>。功能性牙

缺失是近年提出的、用于评估65岁及以上老年人口腔健康状况的全新指标。不同于传统定义的牙缺失指标,功能性牙缺失包括牙列中所有缺失且未修复的天然牙、第三磨牙(无视功能有无)、残根等无功能的存留牙,以及可摘义齿等对口腔功能修复尚存争议的修复体等<sup>[12]</sup>。种植修复义齿等可显著改善口腔功能的修复体,不算在功能性牙缺失概念内<sup>[13]</sup>。功能性牙缺失的核心内涵在于牙齿功能,并以颌内存留的有潜在咬合功能的牙齿作为临床目标。研究<sup>[12]</sup>发现,16颗功能性牙缺失是一个关键临界点,是老年人OHRQoL的有效预测指标,且初步数据分析表明其与老年人内在能力、肌肉减少症等全身健康状况密切相关。该指标的提出为老年人群口腔修复诊疗方案的制订提供了一个新的可探索的理论依据。

本文以功能性牙缺失为引导策略,综合考量了牙体牙列缺损缺失的修复需求、咀嚼及咬合功能的恢复等,结合OHRQoL、伤残调整寿命年、卫生经济学等现代理念,通过总结老年人口颌系统软硬组织的增龄性变化,提出了老年人群口颌系统软硬组织一体化的适老性功能修复策略,为老年人群口腔主动健康提供全新的服务理念。

## 1 口颌系统老龄化

衰老是指个体组织、器官、系统随时间推移发生生理变化和功能性下降的过程<sup>[14]</sup>,当与年龄相关的机体变化累积至破坏机体平衡并影响功能时,亦可造成病理改变。口颌系统由牙列及

其牙周支持结构、口腔黏膜、唾液腺、上下颌骨、颞下颌关节和咀嚼肌肉等组成,主要负责咬合、咀嚼及食物的初级消化<sup>[15]</sup>。咀嚼是口腔系统最重要的生理功能之一,与老年人OHRQoL显著相关<sup>[16]</sup>。咀嚼功能由关节、肌肉、牙列等因素决定,包括客观生理条件可达到的客观咀嚼功能和患者自我感知、评价的可执行的主观咀嚼功能。随着衰老的进展,口腔系统各部分均会发生结构和功能的变化,均可导致客观和主观咀嚼功能的老齡化改变。牙缺失等口腔疾病的发生并不是衰老正常和必然的结果,如果不加干预可导致严重的病理改变及功能障碍,严重影响老年人的口腔健康。

### 1.1 牙齿硬组织老齡化的生理病理变化

随着年龄增加,牙釉质因磨耗而厚度降低,其生物学性能亦呈明显下降趋势<sup>[14-15]</sup>。在全生命周期中,釉质厚度可因磨耗减少约1/3<sup>[17]</sup>。釉质磨损可增加龋易感性,牙本质暴露可导致牙本质敏感的发生,牙齿脆性的提高会增加牙隐裂的风险<sup>[14-15,17]</sup>。此外,龋病是衰老过程中常发生的疾病之一<sup>[18]</sup>。与衰老相关的多种因素,如牙龈退缩、唾液流量减少等,已被证实会增加根面龋的发病风险<sup>[19]</sup>。研究<sup>[8]</sup>发现,我国老年人群患龋率远高于其他年龄组的成年人,其中根面龋是老年人群的主要口腔问题之一。

牙齿磨损等牙齿硬组织的增龄性改变并不会导致咀嚼功能的下降<sup>[20]</sup>,但牙缺失、存留牙严重龋病等病理变化,可造成咀嚼功能障碍<sup>[21]</sup>。因此,功能性牙缺失的概念同时纳入了缺失牙和无功能存留牙。以功能性牙缺失作为评价指标的研究<sup>[12]</sup>进一步证实了,牙体硬组织病理改变与咀嚼障碍显著相关。牙缺失是导致咬合不稳定的重要危险因素,可能导致牙移位、垂直距离降低和牙列破坏,加重老年人的咀嚼功能障碍<sup>[15]</sup>。磨牙是提供支持的主要牙齿,其缺失可能造成支持丧失和咬合面积减少,显著影响老年人的咬合力<sup>[16,22]</sup>。除缺失牙外,无功能存留牙也会加重咀嚼障碍。尽管增加存留牙数会为老年人提供更好的咀嚼效能,但自我保健意识不足和口腔系统机能的衰老性退化也可导致高患龋率,如若残冠、残根较多,则会显著降低咀嚼面积(即牙列有效咬合面积)和咬合力。一方面,咬合力的受损可显著降低老年人的客观咀嚼功能和咀嚼效率<sup>[16,22]</sup>;另一方面,牙缺失和无功能牙齿的存留可能限制老年人对食物的选择,导致老年人只能进行被动的食物选择,被迫改变饮食模式<sup>[12,23]</sup>,使得老年人营养状况恶

化,降低老年人的咀嚼功能<sup>[22]</sup>。

### 1.2 口腔软组织老齡化的生理病理变化

随着年龄增长,牙周支持能力会适度减弱<sup>[15]</sup>。牙龈可出现轻度退缩,牙冠根比会稍有增加<sup>[15]</sup>。附着丧失 $\leq 3$  mm,在不伴有不适症状或牙齿生理动度的明显改变时,仍可被认为是牙周组织老齡化的正常生理变化<sup>[15]</sup>。牙周病患率随年龄增加而增加,牙周破坏累积会显著影响老年人牙齿固位,甚至造成牙缺失<sup>[7,24]</sup>,而未修复的牙缺失则会加速牙槽骨的吸收破坏<sup>[25]</sup>。

研究<sup>[15]</sup>证实,随着年龄增长,口腔黏膜弹性上皮和角质层厚度减少,同时黏膜微血管减少,黏膜“脆弱性”增加。此外,牙槽黏膜的机械感觉和疼痛感知等功能随年龄增长而减弱<sup>[26]</sup>,而佩戴活动义齿会对之造成影响,活动义齿的持续性刺激使疼痛感受器变得敏感,疼痛感觉信号增强,导致口腔疼痛的发生与持续<sup>[25]</sup>。义齿创伤、义齿卫生和口腔卫生等口腔环境改变可能引起菌群失调,继而引发念珠菌感染<sup>[27-28]</sup>。此外,活动义齿的持续性压力可能增加黏膜损伤及慢性炎症的风险,并降低黏膜对咀嚼力感知的敏感性<sup>[26,29]</sup>,从而改变老年人群的主观咀嚼行为。

唾液腺是显著受衰老影响的腺体之一<sup>[30]</sup>。临床和动物研究<sup>[30]</sup>证实,随年龄增加,唾液腺腺泡细胞萎缩,腺体可呈纤维化或脂肪化改变,下颌腺亦可伴有导管扩张。唾液腺结构改变引起其功能障碍。研究<sup>[15]</sup>发现,老年人唾液流速和流量均较年轻人显著降低,其中下颌腺和舌下腺唾液流速下降最为显著,腮腺和小唾液腺唾液变化不明显<sup>[30]</sup>。

随年龄增长,老年人舌部菌状乳头密度及舌尖血管密度下降,味蕾数量减少,味觉敏感度降低<sup>[31]</sup>。味觉障碍的发生发展,可导致老年人食欲下降,改变饮食模式,影响主观咀嚼行为和客观咀嚼功能,继而导致营养不良及肌肉减少。牙列状况与肌肉活动密切相关<sup>[32]</sup>,舌与口周肌肉的减少也被认为是老年人群口腔功能退行性改变的原因之一<sup>[33]</sup>。咀嚼肌是口腔系统最重要的组成部分之一,与咀嚼和吞咽行为密切相关<sup>[34]</sup>。咀嚼肌与牙齿的协同作用是决定老年人的咀嚼能力和效率的关键因素<sup>[35]</sup>。一方面,随着年龄增长,老年人机体肌肉的数量和质量下降,舌、口周肌肉等参与咀嚼功能的肌肉退化,肌纤维萎缩,肌肉运动功能降低,舌压降低,咀嚼功能和吞咽功能受限<sup>[33-34,36-37]</sup>。另一方面,咀嚼肌因衰老发生的退化

变性可能导致疼痛并发症，进一步改变老年人的主观咀嚼行为。

### 1.3 颞下颌关节老龄化的生理病理变化

衰老是关节退行性疾病的主要致病因素之一。颞下颌关节退行性变是一种常见的慢性肌肉骨骼疾病<sup>[38]</sup>，在65岁及以上人群中的患病率可高达45%~70%<sup>[39]</sup>。颞下颌关节在全生命周期内均承担着言语功能和咬合负荷<sup>[40]</sup>。随着衰老进展，下颌髁突软骨、关节软骨下骨、滑液及相关组织的结构、功能和协调性进行性丧失<sup>[39-40]</sup>，髁突软骨可被骨骼取代，失去正常结构，造成颞下颌关节变性和运动障碍，增加老年人关节不适及疼痛风险<sup>[39-41]</sup>。

颞下颌关节在适应老年人群咬合功能变化的过程中常发生结构重塑和退行性变，当结构重塑超出生理极限时，可发生病理改变<sup>[42]</sup>。颞下颌关节退行性变可伴随骨关节炎（osteoarthritis, OA）的发生。OA是颞下颌关节紊乱病（temporomandibular disorders, TMD）最严重的亚型，衰老和生物力学因素是其主要的启动因素<sup>[43]</sup>。咬合与颞下颌关节的生物力学性能相关，动物模型通过构建异常咬合诱导颞下颌关节OA发生<sup>[43]</sup>。磨牙缺失被认为是TMD的可能病因之一<sup>[9]</sup>。有较多功能性牙缺失甚至牙列缺失的患者，其咬合关系的破坏和咬合功能的改变直接影响了颞下颌关节的受力和运动模式，使得口颌系统功能失衡<sup>[42]</sup>。部分或全部牙齿的缺失可导致髁突骨吸收，形成角状髁突或扁平髁突，而老年人关节窝顶部代偿性骨形成能力的下降，可造成颞下颌关节骨结构的异常变化和关节应力的增加，继而改变髁突运动功能和咀嚼功能<sup>[16,42]</sup>。

## 2 口腔健康及咀嚼功能与全身健康

口颌系统具有咀嚼、吞咽、言语、美观等多种功能。研究<sup>[12,44-45]</sup>发现，功能性牙缺失与老年人生理功能及心理社会功能密切相关，可直接影响老年人OHRQoL及口腔老龄化状态。其中，咀嚼功能是口腔功能的综合表现和最重要的生活质量标志<sup>[46]</sup>。牙缺失是咀嚼功能障碍的主要危险因素<sup>[1,47]</sup>。功能性牙缺失可造成口颌系统结构和功能的改变，进而影响老年人咀嚼功能。此外，老年人的咀嚼功能与全身健康密切相关。已有研究<sup>[21]</sup>报道，咀嚼障碍与营养摄入减少、身体功能下降，以及衰弱、肌肉减少症等多种全身健康不良结局

相关。全身共病可被视为老年人群口腔健康及咀嚼功能的双向关联因素<sup>[46,48]</sup>（图1）。



图1 功能性牙缺失对口颌系统及全身健康的不良影响

Fig 1 The harmful effects of functional tooth loss on the stomatognathic system and general health

### 2.1 口腔健康及咀嚼功能影响全身健康

口腔健康和咀嚼状况可影响全身共病的发生发展。口腔疾病在病因学上与心脑血管疾病、呼吸系统疾病、代谢疾病、认知障碍等多种系统性疾病相关<sup>[3,49-52]</sup>。流行病学证据显示，牙缺失亦可增加食管癌、胃腺癌等恶性肿瘤的患病风险<sup>[53]</sup>。功能性牙缺失可造成老年人饮食模式的被动改变，进而影响老年人的营养状况。咀嚼功能与营养状况的相关性已被证实<sup>[46,54]</sup>。咀嚼障碍的老年人会倾向于摄入营养价值和热量均较低的软食，饮食中蛋白和能量摄入减少，从而导致营养不良<sup>[44,46,55]</sup>。被动的食物选择限制可直接影响老年人OHRQoL，亦可导致老年人社交进食受限，减少其社会活动，影响其身体功能和心理社会能力<sup>[12,46]</sup>。肌肉骨骼状况不良和营养不良是老年人咀嚼障碍的第二、第三危险因素，仅次于牙缺失<sup>[47]</sup>。营养摄入状况的恶化可造成老年人肌肉容量降低，步速、步态等身体运动功能和活动能力下降<sup>[21,44,56-58]</sup>，导致衰弱和肌肉减少症。研究<sup>[1,22]</sup>已证实，咀嚼功能障碍是老年人衰弱和肌肉减少症的风险因素。此外，咀嚼功能下降和营养状况恶化可能是牙缺失与代谢综合征、动脉粥样硬化、认知障碍等疾病相关的可能机制<sup>[51]</sup>，咀嚼能力较差所致的饮食结构改变可能促进糖尿病的发展<sup>[46]</sup>。

### 2.2 共病及多重用药影响口腔健康及咀嚼功能

老年人全身共病及其口腔表现可提高口腔疾

病及咀嚼障碍的发生风险。研究<sup>[59]</sup>发现,65~84岁老年人中有65%可能患有两种或以上的慢性疾病,85岁及以上老年人中有82%受到共病困扰。衰弱、肌肉减少症、癌症等慢性疾病的发生发展可导致咬肌等骨骼肌肌肉减少,舌压降低,进一步加重咀嚼功能障碍<sup>[46]</sup>。牙周炎是糖尿病的第六大并发症,血糖控制不良可能导致牙周炎症及骨吸收的进一步恶化<sup>[60-61]</sup>。有研究<sup>[46]</sup>报道,患有慢性阻塞性肺疾病、吞咽困难、消化不良和厌食症的患者,其咀嚼能力明显降低。患有脑梗等疾病致身体行动能力明显下降的患者,其饮食控制和吞咽功能明显受损,且其口腔保健行为显著减少,可能发生严重的咀嚼及进食问题<sup>[48,62]</sup>。

此外,老年人系统性疾病的治疗及多重用药与口腔健康和咀嚼功能密切相关<sup>[22,48,63]</sup>。目前研究发现,糖尿病、舍格伦综合征、阿尔茨海默病可改变唾液流速,已有超400种药物被证实与唾液流量减少相关,超250种药物被发现可影响味觉<sup>[30-31]</sup>。放疗化疗等疗法或心血管疾病药物、抗胆碱能药物、精神药物等多种药物的联合使用所致的唾液分泌减少,可能导致口腔菌群改变,加速龋病、牙齿磨损、牙周炎等多种口腔疾病的发生发展,甚至导致咀嚼功能的丧失<sup>[15,48,62]</sup>。多重用药引起的味觉改变可能导致饮食改变及营养不良,继而造成肌肉减少及咀嚼障碍<sup>[31]</sup>。

### 3 适老性口颌软硬组织一体化修复

第四次全国口腔健康流行病学调查显示,我国65~74岁老年人中47.7%有未修复的缺失牙,13.1%的老年人佩戴非正规义齿<sup>[8]</sup>。老年患者缺失牙的适宜性修复仍是目前老年口腔诊疗面临的主要问题。基于此临床现状,本研究团队提出“适老性口颌系统功能修复”的策略。适老性口颌系统功能修复要求当老年人有口腔健康功能修复需求时,口腔医生应结合其全身健康状况、饮食偏好及主观咀嚼需求,判定其可达到的口腔功能限度,多维度综合考虑牙体牙列缺失缺损情况、牙周和黏膜状况、关节肌肉和现存咬合能力等生理或病理性结构及功能变化,评估最适合老年人实际健康状况的口颌功能状态,制定“以功能一口颌健康—全身健康适配性修复为核心,达到最适宜的口颌健康功能为目标”的个性化、适老性口颌系统一体化修复方案。口腔诊疗应以“首先实现咀嚼功能,兼顾吞咽、言语、美观等口颌功能

综合改善”为目标,通过口颌软硬组织一体化修复,配合系统性疾病专科诊疗方案干预和饮食咨询,帮助老年人通过最小化干预措施来提高全身健康状况和生活质量。此外,应通过健康宣教、随访监测等健康管理和维护方式,实现口腔功能的长期良好状态和口腔的健康老龄化(图2)。人工智能等新型技术可用于辅助完成功能评估、疾病诊断、治疗决策等,并扩大口腔保健及诊疗服务的可及性<sup>[64]</sup>。

#### 3.1 全身及口腔整体诊疗规划及策略

老年人一体化修复必须考虑其全身健康状况,针对糖尿病、凝血障碍、认知障碍等能加重口腔疾病、影响口腔诊疗开展或降低口腔保健行为的疾病,应配合临床医学专科医生尽早干预<sup>[62]</sup>。完整的病史记录有助于口腔医生判断口腔疾病风险或影响口腔诊疗的因素,并将其纳入口腔诊疗计划<sup>[65]</sup>。口腔诊疗计划和全身疾病治疗应倡导“双向奔赴”:既要充分考虑全身疾病发生或进展时能否进行口腔诊疗,评估患者可耐受何种程度的口腔疾病治疗,尽量降低治疗风险;也要知晓牙周病等口腔疾病会影响或恶化部分系统性疾病的进程,不应在全身健康完全好转后才开展相关治疗。预防和治疗系统性疾病,减轻老年人机体功能障碍,有助于恢复或改善老年人的咀嚼能力;定期检查,通过早期预防和及时治疗,可以避免咀嚼障碍的发生发展,亦有助于促进老年人全身健康的改善<sup>[46]</sup>。口腔医生应具备系统性疾病的相关知识,与临床医学专科医生及老年患者家属密切沟通配合,逐步开展口腔诊疗干预,降低口腔疾病及系统性疾病发生发展的风险,同步改善口腔及全身健康状态<sup>[66-67]</sup>。

此外,应做好患者的口腔健康宣教、管理和维护。一方面,应加强对老年人及其家属的口腔保健宣教工作<sup>[50]</sup>,强调刷牙、牙间隙清洁、漱口、义齿清洁等口腔保健行为,贯彻终身预防的理念,强调社会经济因素及行为因素对口腔健康的影响<sup>[5,24]</sup>。含氟牙膏或氯己定漱口水可辅助口腔护理以提供牙体或牙周的额外保护<sup>[14,63]</sup>。饮食指导也是口腔宣教的重要组成部分<sup>[32,54]</sup>。减糖、低糖饮食可有效改善口腔卫生,降低龋病风险并改善牙龈状况<sup>[18,67]</sup>。避免辛辣等刺激性食物饮食习惯亦可有效减少对口腔黏膜的刺激。另一方面,口腔医生应利用慢病健康管理体系,建立患者口腔及全身健康档案,结合人工智能、机器学习等前沿技术,定期检查、按时随访、及时干预,利用数字化信

息管理系统监测患者口腔健康的动态变化，建立“监测—干预—评价”一体化、智能化管理的医养

结合诊疗体系<sup>[68]</sup>。

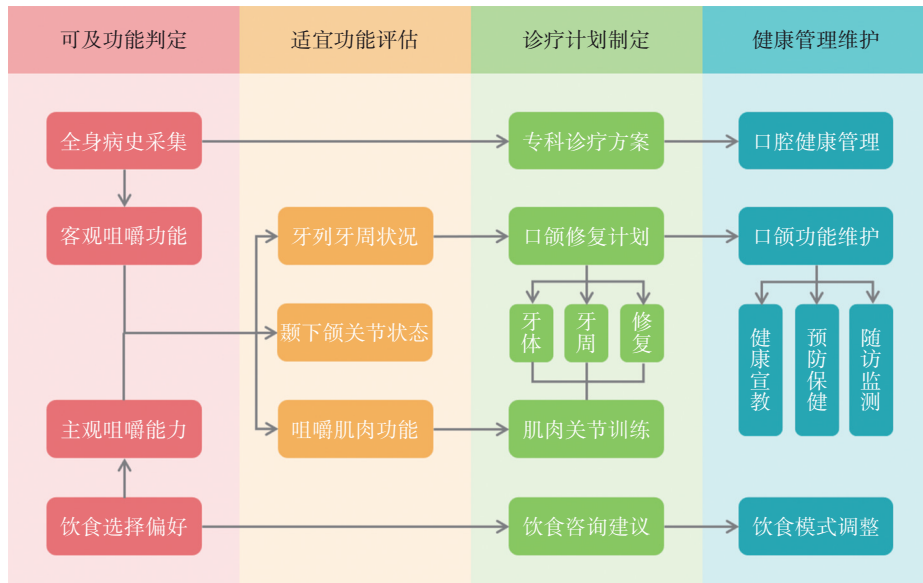


图 2 适老性口颌软硬组织一体化修复的诊疗流程

Fig 2 The diagnosis and treatment progress of the age-friendly functional restoration of the stomatognathic system

### 3.2 修复诊疗策略

牙缺失引起的口腔及全身健康状况下降，通常通过缺失牙逐一替换的修复方案（种植、固定桥、活动义齿）来治疗。可摘义齿是老年患者牙列修复的常用方案，但其对口腔功能及OHRQoL的改善效果并不理想<sup>[69-70]</sup>，且可能引起继发龋、牙龈炎、黏膜病变等临床并发症<sup>[71-72]</sup>。适配性及稳定性较差、对功能恢复无明显效果的义齿，对咀嚼肌肉及咀嚼功能均会产生负面影响<sup>[32,73]</sup>。种植义齿可长期有效地维持较好的口腔功能，但缺失牙数目较多或无牙胎时，种植修复对患者的口腔及全身健康状况要求较高，且维护负担和经济负担也较重<sup>[74-75]</sup>。由此可见，尽管缺失牙逐一替换的修复策略可最大限度恢复牙列完整性和咬合稳定性，但该治疗策略的卫生经济学考量、功能需求量考虑、口颌—全身健康适配性等尚待进一步研究<sup>[9]</sup>。随着年龄增长和衰老进展，患者咀嚼肌活动减少，客观咀嚼功能减弱<sup>[15]</sup>。因此，在综合成本效益和患者需求的考虑下，完整牙弓并不一定是口腔诊疗的必需目标。老年人在实际牙列修复治疗中对咀嚼功能的需求较成年人低；且在全身共病和系统性功能退行性改变的影响下，其实际需求常存在较大的个体差异<sup>[76]</sup>。

WHO指出，保留至少20颗牙是维持口腔功能及美学的最低目标<sup>[11,77]</sup>。因此，诸多研究<sup>[77]</sup>一直将20颗牙视为功能性天然牙列的界值。Witter等<sup>[78]</sup>提

出了短牙弓（shortened dental arch, SDA）的概念，即包括前牙和前磨牙区域的短牙弓可以满足功能性牙列的要求。研究<sup>[78]</sup>指出，磨牙是牙齿疾病的高风险对象，具有最高的菌斑堆积量、最低的牙槽骨高度评分和最低的牙周附着水平，是最易受龋病及牙周病影响的牙齿，且对牙周治疗的反应较差。在此基础上，对磨牙的修复是可选的，而前牙和前磨牙是牙弓保留中最重要的部分，在口腔诊疗中应优先修复<sup>[9,78]</sup>。尽管研究表明，SDA是具有良好功能和成本效益的老年人修复策略<sup>[79]</sup>，但SDA对老年患者营养状况及OHRQoL的恢复效果存在争议<sup>[80-82]</sup>，因此SDA常不作为常规修复方案<sup>[77]</sup>。目前仍缺乏针对老年患者的适应性修复策略，以帮助口腔诊疗在患者需求和功能修复中取得平衡。

功能性牙缺失概念证实，16颗功能牙是维持老年人口颌健康和OHRQoL的最低标准<sup>[12]</sup>，其在SDA概念的基础上，诠释了老年人的最低修复目标（即修复治疗后需达到的最低功能牙数目）。老年人口颌系统各组分结构改变的适应能力，影响其可恢复的功能限度，超出其适应能力的修复会额外增加其生理负担<sup>[9]</sup>，也更易导致口腔黏膜组织的损伤。此外，老年人群对口腔美学方面也有较高的需求<sup>[9,83]</sup>。不同于临床医生对口颌功能的评估标准，老年人对义齿更换的需求常受到美学需求的影响<sup>[84]</sup>。研究<sup>[12]</sup>发现，近40%的老年患者受到

美观问题的困扰,拥有更多数目功能性牙缺失的老年人更易表现出对牙齿外观的不满。基于此概念,缺失牙逐一替换的修复方案不一定是老年人的首选修复方案。适老性口颌系统功能修复应结合患者全身健康、咀嚼力、颞下颌关节状况、生活习惯和生活质量等多因素,评估其最适咀嚼强度及适应能力,在维护存留功能牙健康状态的基础上,有针对性、选择性地修复部分功能性缺失牙,以恢复其适配的咀嚼能力,并达到符合预期的美观状态。在此方案中,相较于修复体数量而言,准确判断患者主观实际需求及客观咀嚼功能更应是修复方案关注的核心问题。此外,可将计算机辅助和人工智能技术结合到诊疗计划中,如辅助规划种植体植入方案、修复体颜色选择、修复体自动化设计、修复体铸造优化等,以获得更好、更适宜的修复效果<sup>[85-86]</sup>。

### 3.3 牙体牙髓诊疗策略

因牙根暴露的增加,根面龋在老年人群中患病率较高<sup>[65]</sup>。此外,牙齿磨损是存留牙常见的牙体问题<sup>[65]</sup>。考虑到老年人诊疗耐受度及术后护理等因素,目前对老年人龋病,尤其是根面龋,提倡实施非侵入性或微创干预措施<sup>[19,87]</sup>。应注意调整修复体与存留牙的邻接关系,评估患者患龋风险,通过饮食建议、口腔卫生宣教和局部用氟等龋病一级预防策略,早期预防龋病的发生。氟化物因其安全性、非侵入性的特点,被推荐作为老年人龋病的初级防治措施<sup>[88]</sup>。临床上常采用的局部用氟措施包括应用含氟牙膏、定期使用氟保护漆等<sup>[88]</sup>。研究<sup>[89]</sup>发现,每天使用两次高氟牙膏(5 000 ppm)可有效阻止近80%根面龋的发生或进展。鉴于国内目前尚未推行高氟牙膏,每3月使用一次氟保护漆(22 500 ppm)也可取得与之相当的防治效果<sup>[90]</sup>。氟化氨银(silver diamine fluoride, SDF)可抑制细菌生长和牙本质胶原降解,促进再矿化,是预防和治疗根面龋的有效方法<sup>[19,87,89]</sup>。每年使用一次38% SDF(44 200 ppm)在预防和控制根面龋方面可获得与每年使用4次氟保护漆(22 500 ppm)相似的疗效,且具有较高的成本效益<sup>[19,89]</sup>。然而,SDF可致处理后的牙齿永久变色<sup>[19,89]</sup>,或因操作不当导致患者及医务人员皮肤、衣物、器械等长期甚至永久着色<sup>[90]</sup>。此外,SDF的金属气味、牙髓细胞毒性、牙龈及黏膜刺激性等也限制了其在老年人龋病诊疗中的应用<sup>[87,90-91]</sup>。SDF临床应用具有一定的技术敏感性,使用时应采用橡皮障等措施减少对牙龈的损伤<sup>[92]</sup>。目前SDF在国内尚未完全推

广。但有研究<sup>[19,89]</sup>发现,由于老年人对疼痛或侵入性操作的回避,当龋病位于不易看见或不明显的区域时,多数老年患者更倾向于接受SDF治疗而非充填治疗。

然而,当患牙龋病或缺损较重、必须充填或修复时,应及时提供治疗干预,必要时可配合局部脱敏治疗改善患者的不适症状;应尽可能减少急性疼痛或不适的发生,避免对患牙的紧急干预或麻醉下干预<sup>[87]</sup>。对无法耐受过多侵入性治疗的患者,可通过姑息治疗等方式简易处理。对保留价值高且可修复其功能的患牙,在患者有保牙意愿且可耐受口腔治疗的情况下,通过根管治疗等方式保留功能牙。条件允许时可利用人工智能辅助开展牙体牙髓疾病诊疗。研究证实,基于卷积神经网络的深度学习方法及相关人工智能技术在龋病、根尖周病变等牙体牙髓疾病的诊疗中表现出准确率和一致性>90%的诊断性能。但人工智能辅助临床决策可能导致侵入性治疗决策的增加<sup>[93-95]</sup>,其具体实施指南还需更多研究进一步完善<sup>[96]</sup>。

### 3.4 牙周及黏膜诊疗策略

牙周炎是老年人最常见的口腔问题之一<sup>[62]</sup>,直接影响着存留牙的固位和牙缺失的发生发展,故牙周治疗是老年人口腔一体化修复方案的重要内容。牙周炎患者或牙周炎高危患者可定期使用氯己定漱口水以控制感染进展<sup>[18]</sup>。建议定期为老年人提供预防性和非手术性牙周治疗,以维持其牙周支持能力,对于已患共病的老年人,必要时评估牙周手术治疗的适宜性<sup>[65]</sup>。对出现咀嚼疼痛或牙周脓肿等急症的老年患者,可采取脓肿切开引流、局部冲洗上药等紧急干预措施。在修复诊疗中,应评估牙周组织对修复治疗的反应,调整修复体位置、材料、边缘、密合度等,尽量减少修复体对牙周的不良影响。对拟行种植修复的老年人,应结合其身体行动能力和口腔卫生状况评估口腔卫生维护能力及种植风险,减少菌斑相关并发症的发生<sup>[97]</sup>。可利用人工智能及时辅助高危人群及风险因素的识别,以实现牙周病发生发展的早期监测、预防和管理<sup>[64]</sup>。

口角炎、创伤性溃疡和义齿性口炎是义齿修复后患者常见的口腔黏膜病变<sup>[72]</sup>。对口腔黏膜不适或义齿修复后的患者,应嘱其加强口腔卫生的维护、义齿修复体的正确使用及清洁,预防相关口腔黏膜病的发生或加重。同时,应定期随访观察患者义齿形态、固位、功能、稳定性等,及时

调改可能引起口腔黏膜不适的修复体，必要时予以黏膜保护剂以降低对黏膜的创伤<sup>[46]</sup>。值得注意的是，需对口腔黏膜癌变高风险的老年患者进行软组织的监测，以确保对口腔潜在恶性疾患的及时干预，防止癌变发生<sup>[98]</sup>。人工智能可有助于黏膜病变筛查和组织病理学诊断，但其精度和普适性仍需更进一步的研究证实<sup>[99-100]</sup>。

### 3.5 其他诊疗策略

去除非功能性存留牙是一体化修复的重要组成部分。对于残根、第三磨牙等无法行使口腔功能但仍存留于口内的牙齿，应在保证患者健康状况且无拔牙禁忌证的条件下尽早拔除，同时，应去除患者口内的不良修复体，避免局部病灶长期存留造成持续的局部或全身炎症。对存在较高感染风险的患者，在口腔手术前应预防性使用抗生素，以防止菌血症等并发症的发生<sup>[18]</sup>。此外，唾液刺激药物和人工唾液仍是唾液分泌不足的主要治疗方式，但应注意相关药物对哮喘、心血管疾病等系统性疾病的影响，以及药物可能产生的低血压等严重副作用，同时应避免人工唾液的过度补充所致的口腔菌群失调及相关严重后果<sup>[30]</sup>。利用苹

果酸和泛醇改善口干的代谢疗法逐渐兴起，可在适宜条件下合理运用<sup>[30]</sup>。肌肉和关节训练是除修复治疗外改善老年人咀嚼能力的主要方法之一<sup>[46]</sup>。伴有肌肉功能下降的咀嚼障碍患者可结合必要的肌肉训练，如叩齿、咀嚼口香糖、舌运动等，以减少肌肉衰老和退化的不利影响，改善咀嚼功能<sup>[36,46]</sup>。

### 4 展望与挑战

功能性牙缺失可导致患者咀嚼功能下降和饮食模式改变，对吞咽、言语等生理功能和与人交往等心理社会功能带来不利影响，显著降低老年人的生活质量<sup>[12]</sup>，因此及时修复功能性缺失牙是老年人群口腔诊疗、实现其口腔健康老龄化的重点。但传统的缺失牙逐一替换的修复策略及可摘义齿等修复方式可能导致口腔功能过度恢复或恢复不良，加重老年人的生理负担。然而，目前精准性、适老性修复的推广应用主要面临着四大难题，亟待进一步研究和完善（图3）。

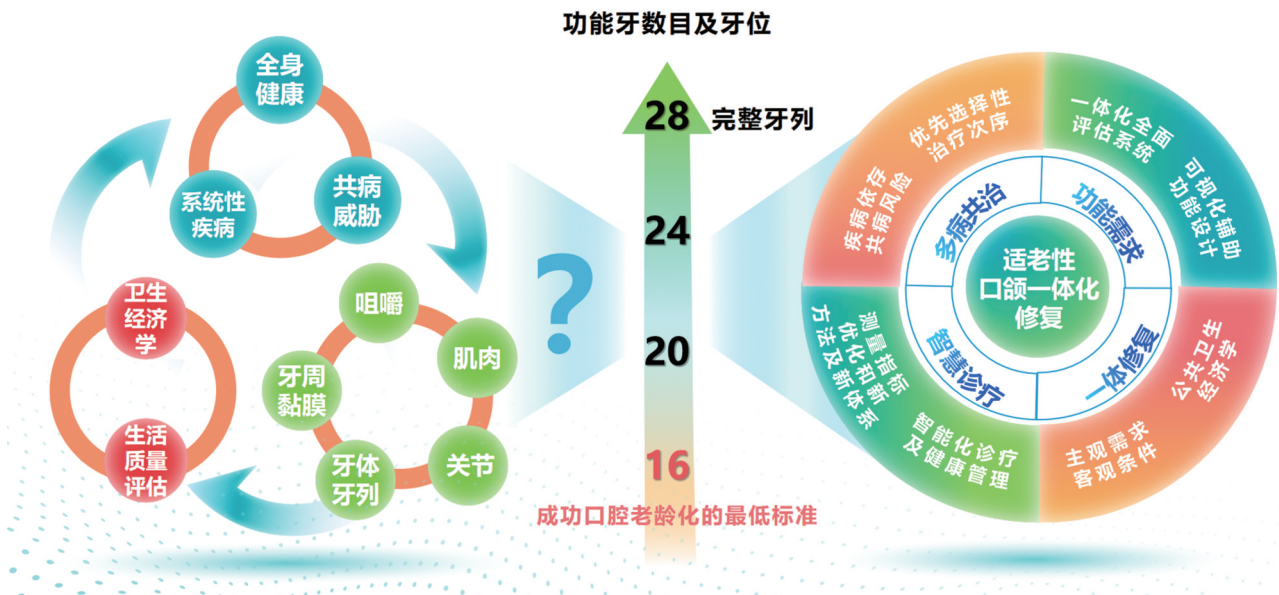


图 3 老年人口颌健康—全身健康适老性功能修复的挑战和模式展望

Fig 3 The challenge and mode prospect of the age-friendly functional restoration of the stomatognathic and general health

1) 口颌系统作为全身健康的重要组成部分，两者的相互作用是影响口腔诊疗计划的重要因素。在难以精准判断疾病间的相互依存性和共病风险危害性的情形下，如何决定疾病治疗的优先选择性及诊疗次序，如何多病共治以快速恢复老年人口颌及全身健康，以及如何依据口颌系统与全身健康的关系进行适老性功能修复是首要难题。

2) 口颌系统功能受到口腔软硬组织及颞下颌关节等多组分的影响，如何明确并整合以牙体牙列、牙周黏膜、肌肉、关节、咀嚼五方面为核心的现有测量指标，建立更实用更便捷的一体化全面评估体系，智能、精准地综合评价老年人口颌系统功能需求是技术难点。

3) 在准确评估全身健康及口颌系统功能后，

如何基于以上两点,结合公共卫生经济学考量及生活质量评估,兼顾患者主观需求与客观条件,依据功能牙数目、牙位及口腔软硬组织状况,制定最适宜老年人功能修复的一体化修复方案是长期挑战。

4) 随着人工智能的蓬勃发展,临床诊疗与人工智能的结合成为未来医疗的必然趋势。利用增强现实或虚拟仿真等技术及其相关智慧化设施,构建智能化医患交互式辅助设备,如可视化功能修复方案辅助设计软件等,助力智能化口腔诊疗流程及健康管理的顺利开展与普及。利用人工智能加强口腔健康监测,促进口腔健康教育,提高口腔保健效率,协助制定口腔卫生决策<sup>[101]</sup>,让老年患者更适应口腔诊疗,享受到更普及、更优质、更便捷、更适宜、更持续的医疗服务是时代的机遇。

因此本文提出“适老性口颌软硬组织一体化修复”理念,要求口腔医生结合全面的口腔及全身健康史、风险因素、功能状态及免疫系统衰老等生理病理状况,综合评估患者实际及预期生活质量,了解患者自身诉求,制定最适宜的个性化口腔诊疗计划,达到适配性修复的疗效,改善老年患者口颌健康及生活质量,以实现口腔健康老龄化<sup>[66]</sup>。

利益冲突声明:作者声明本文无利益冲突。

### [参考文献]

- [1] Dibello V, Zupo R, Sardone R, et al. Oral frailty and its determinants in older age: a systematic review[J]. *Lancet Healthy Longev*, 2021, 2(8): e507-e520.
- [2] Fang EF, Xie C, Schenkel JA, et al. A research agenda for ageing in China in the 21st century (2nd edition): focusing on basic and translational research, long-term care, policy and social networks[J]. *Ageing Res Rev*, 2020, 64: 101174.
- [3] Shao R, Hu T, Zhong YS, et al. Socio-demographic factors, dental status and health-related behaviors associated with geriatric oral health-related quality of life in Southwestern China[J]. *Health Qual Life Outcome*, 2018, 16(1): 98.
- [4] Yin W, Yang YM, Chen H, et al. Oral health status in Sichuan Province: findings from the oral health survey of Sichuan, 2015-2016[J]. *Int J Oral Sci*, 2017, 9(1): 10-15.
- [5] Wang L, Cheng L, Yuan B, et al. Association between socio-economic status and dental caries in elderly people in Sichuan Province, China: a cross-sectional study[J]. *BMJ Open*, 2017, 7(9): e016557.
- [6] Peres MA, Macpherson LMD, Weyant RJ, et al. Oral diseases: a global public health challenge[J]. *Lancet*, 2019, 394(10194): 249-260.
- [7] Agudio G, Buti J, Bonaccini D, et al. Longevity of teeth in patients susceptible to periodontitis: clinical outcomes and risk factors associated with tooth loss after active therapy and 30 years of supportive periodontal care[J]. *J Clin Periodontol*, 2023, 50(4): 520-532.
- [8] 王兴. 第四次全国口腔健康流行病学调查报告[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2018.  
Wang X. Report of the fourth National Oral Health Epidemiological survey[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2018.
- [9] Omar R. The evidence for prosthodontic treatment planning for older, partially dentate patients[J]. *Med Princ Pract*, 2003, 12(Suppl 1): 33-42.
- [10] Petersen PE, Yamamoto T. Improving the oral health of older people: the approach of the WHO Global Oral Health Programme[J]. *Community Dent Oral Epidemiol*, 2005, 33(2): 81-92.
- [11] Recent advances in oral health. Report of a WHO Expert Committee[J]. *World Health Organ Tech Rep Ser*, 1992, 826: 1-37.
- [12] Cheng Y, Cheng L, Zhu F, et al. New measure of functional tooth loss for successful oral ageing: a cross-sectional study[J]. *BMC Geriatr*, 2023, 23(1): 859.
- [13] Duong HY, Rocuzzo A, Stähli A, et al. Oral health-related quality of life of patients rehabilitated with fixed and removable implant-supported dental prostheses[J]. *Periodontol 2000*, 2022, 88(1): 201-237.
- [14] Xie Y, Chen S, Sheng L, et al. A new landscape of human dental aging: causes, consequences, and intervention avenues[J]. *Ageing Dis*, 2023, 14(4): 1123-1144.
- [15] Lamster IB, Asadourian L, Del Carmen T, et al. The aging mouth: differentiating normal aging from disease[J]. *Periodontol 2000*, 2016, 72(1): 96-107.
- [16] Huang YF, Liu SP, Muo CH, et al. The impact of occluding pairs on the chewing patterns among the elderly[J]. *J Dent*, 2021, 104: 103511.
- [17] Barreto de Oliveira RD, de Sousa FB, Algarni AA, et al. Susceptibility of dental enamel of different ages to caries-like lesion development[J]. *Caries Res*, 2020, 54(5/

- 6): 475-482.
- [18] Coll PP, Lindsay A, Meng J, et al. The prevention of infections in older adults: oral health[J]. *J Am Geriatr Soc*, 2020, 68(2): 411-416.
- [19] Sommerfeldt W, Gellert P, Müller A, et al. Older patients' perception of treating root caries with silver diamine fluoride-a qualitative study based on the Theoretical Domains Framework[J]. *J Dent*, 2023, 130: 104408.
- [20] Sterenberg BAMM, Kalaykova SI, Loomans BAC, et al. Impact of tooth wear on masticatory performance[J]. *J Dent*, 2018, 76: 98-101.
- [21] Okura M, Ogita M, Arai H. Are self-reported masticatory ability and regular dental care related to mortality[J]. *J Nutr Health Aging*, 2020, 24(3): 262-268.
- [22] Higashi K, Hatta K, Mameno T, et al. The relationship between changes in occlusal support and masticatory performance using 6-year longitudinal data from the SON-IC study[J]. *J Dent*, 2023, 139: 104763.
- [23] Poudel P, Paudel G, Acharya R, et al. Oral health and healthy ageing: a scoping review[J]. *BMC Geriatr*, 2024, 24(1): 33.
- [24] 张月, 雷蕾, 杨英明, 等. 社会经济地位对四川省老年人牙周健康状况的影响[J]. *中华老年口腔医学杂志*, 2021, 19(6): 333-338.  
Zhang Y, Lei L, Yang YM, et al. Association between socio-economic status and periodontal health status in elderly people in Sichuan Province[J]. *Chin J Geriatr Dent*, 2021, 19(6): 333-338.
- [25] Hu KF, Lin YC, Huang YT, et al. A retrospective cohort study of how alveolar ridge preservation affects the need of alveolar ridge augmentation at posterior tooth implant sites[J]. *Clin Oral Investig*, 2021, 25(7): 4643-4649.
- [26] Zhang L, Shimada A, Kusunoki T, et al. Effect of ageing and tooth loss on sensory function of alveolar mucosa[J]. *J Oral Rehabil*, 2022, 49(4): 391-397.
- [27] An JY, Darveau R, Kaeberlein M. Oral health in geroscience: animal models and the aging oral cavity[J]. *Geroscience*, 2018, 40(1): 1-10.
- [28] Le Bars P, Kouadio AA, Bandiaky ON, et al. Host's immunity and candida species associated with denture stomatitis: a narrative review[J]. *Microorganisms*, 2022, 10(7): 1437.
- [29] Gendreau L, Loewy ZG. Epidemiology and etiology of denture stomatitis[J]. *J Prosthodont*, 2011, 20(4): 251-260.
- [30] Toan NK, Ahn SG. Aging-related metabolic dysfunction in the salivary gland: a review of the literature[J]. *Int J Mol Sci*, 2021, 22(11): 5835.
- [31] Chia CW, Yeager SM, Egan JM. Endocrinology of taste with aging[J]. *Endocrinol Metab Clin North Am*, 2023, 52(2): 295-315.
- [32] Park YS, Hong HP, Ryu SR, et al. Effects of textured food masticatory performance in older people with different dental conditions[J]. *BMC Geriatr*, 2022, 22(1): 384.
- [33] Yamaguchi K, Hara K, Nakagawa K, et al. Association of aging and tooth loss with masseter muscle characteristics: an ultrasonographic study[J]. *Clin Oral Investig*, 2020, 24(11): 3881-3888.
- [34] Cicek M, Tumer MK, Unsal V. A study of chewing muscles: age-related changes in type I collagen and matrix metalloproteinase-2 expression[J]. *Arch Oral Biol*, 2020, 109: 104583.
- [35] Azzolino D, Passarelli PC, De Angelis P, et al. Poor oral health as a determinant of malnutrition and sarcopenia [J]. *Nutrients*, 2019, 11(12): E2898.
- [36] Huang YF, Chang WH, Liao YF, et al. Lip and tongue strength associated with chewing patterns in aging population[J]. *BMC Oral Health*, 2023, 23(1): 848.
- [37] Yamaguchi K, Hara K, Nakagawa K, et al. Ultrasonography shows age-related changes and related factors in the tongue and suprahyoid muscles[J]. *J Am Med Dir Assoc*, 2021, 22(4): 766-772.
- [38] Zhou Y, Xu M, Yadav S. Temporomandibular joint aging and potential therapies[J]. *Aging (Albany NY)*, 2021, 13(14): 17955-17956.
- [39] Zhou Y, Al-Naggar IMA, Chen PJ, et al. Senolytics alleviate the degenerative disorders of temporomandibular joint in old age[J]. *Aging Cell*, 2021, 20(7): e13394.
- [40] Cha S, Lee SM, Wang J, et al. Enhanced circadian clock in MSCs-based cytotherapy ameliorates age-related temporomandibular joint condyle degeneration[J]. *Int J Mol Sci*, 2021, 22(19): 10632.
- [41] Chen PJ, Dutra EH, Mehta S, et al. Age-related changes in the cartilage of the temporomandibular joint[J]. *Geroscience*, 2020, 42(3): 995-1004.
- [42] Zheng H, Shi L, Lu H, et al. Influence of edentulism on the structure and function of temporomandibular joint [J]. *Heliyon*, 2023, 9(10): e20307.
- [43] Zhang Y, Xu X, Zhou P, et al. Elder mice exhibit more severe degeneration and milder regeneration in tempo-

- mandibular joints subjected to bilateral anterior crossbite [J]. *Front Physiol*, 2021, 12: 750468.
- [44] Antoniadou M, Varzakas T. Breaking the vicious circle of diet, malnutrition and oral health for the independent elderly[J]. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 2021, 61(19): 3233-3255.
- [45] Colombo AP, Wu B. Aging and oral health: Biological and sociobehavioral perspectives[J]. *J Dent Res*, 2023, 102(8): 841-843.
- [46] Fan Y, Shu X, Leung KCM, 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]. *J Dent*, 2022, 123: 104186.
- [47] Lahoud T, Yu AY, King S. Masticatory dysfunction in older adults: a scoping review[J]. *J Oral Rehabil*, 2023, 50(8): 724-737.
- [48] Schimmel M, Aarab G, Baad-Hansen L, et al. A conceptual model of oro-facial health with an emphasis on function[J]. *J Oral Rehabil*, 2021, 48(11): 1283-1294.
- [49] Nihtilä A, Tuuliainen E, Komulainen K, et al. Preventive oral health intervention among old home care clients[J]. *Age Ageing*, 2017, 46(5): 846-851.
- [50] Gibney JM, Naganathan V, Lim MAWT. Oral health is essential to the well-being of older people[J]. *Am J Geriatr Psychiatry*, 2021, 29(10): 1053-1057.
- [51] Kiuchi S, Cooray U, Aida J, et al. Effect of tooth loss on cognitive function among older adults in Singapore[J]. *J Dent Res*, 2023, 102(8): 871-878.
- [52] Da D, Ge S, Zhang H, et al. Association between occlusal support and cognitive impairment in older Chinese adults: a community-based study[J]. *Front Aging Neurosci*, 2023, 15: 1146335.
- [53] Lo CH, Kwon S, Wang L, et al. Periodontal disease, tooth loss, and risk of oesophageal and gastric adenocarcinoma: a prospective study[J]. *Gut*, 2021, 70(3): 620-621.
- [54] Homsy G, Kumar A, Almotairy N, et al. Assessment of masticatory function in older individuals with bimaxillary implant-supported fixed prostheses or with a natural dentition: a case-control study[J]. *J Prosthet Dent*, 2023, 129(6): 871-877.
- [55] Qian SJ, Liu B, Shi J, et al. Effects of dental implants and nutrition on elderly edentulous subjects: protocol for a factorial randomized clinical trial[J]. *Front Nutr*, 2022, 9: 930023.
- [56] Watanabe Y, Okada K, Kondo M, et al. Oral health for achieving longevity[J]. *Geriatr Gerontol Int*, 2020, 20(6): 526-538.
- [57] Matsuyama Y, Listl S, Jürges H, et al. Causal effect of tooth loss on functional capacity in older adults in England: a natural experiment[J]. *J Am Geriatr Soc*, 2021, 69(5): 1319-1327.
- [58] Kotronia E, Brown H, Papacosta O, et al. Oral health problems and risk of incident disability in two studies of older adults in the United Kingdom and the United States [J]. *J Am Geriatr Soc*, 2022, 70(7): 2080-2092.
- [59] Skou ST, Mair FS, Fortin M, et al. Multimorbidity[J]. *Nat Rev Dis Primers*, 2022, 8(1): 48.
- [60] Chen Y, Zhang P, Luman ET, et al. Incremental dental expenditures associated with diabetes among noninstitutionalized U.S. adults aged  $\geq 18$  years old in 2016-2017 [J]. *Diabetes Care*, 2021, 44(6): 1317-1323.
- [61] Graves DT, Ding Z, Yang Y. The impact of diabetes on periodontal diseases[J]. *Periodontol 2000*, 2020, 82(1): 214-224.
- [62] Al-Nasser L, Lamster IB. Prevention and management of periodontal diseases and dental caries in the older adults[J]. *Periodontol 2000*, 2020, 84(1): 69-83.
- [63] Ogawa H, McKenna G, Kettratad-Pruksapong M. Prevention of oral functional decline[J]. *Int Dent J*, 2022, 72(4S): S21-S26.
- [64] Elani HW, Giannobile WV. Harnessing artificial intelligence to address oral health disparities[J]. *JAMA Health Forum*, 2024, 5(4): e240642.
- [65] Jablonski RY, Barber MW. Restorative dentistry for the older patient cohort[J]. *Br Dent J*, 2015, 218(6): 337-342.
- [66] Lamster IB. Geriatric periodontology: how the need to care for the aging population can influence the future of the dental profession[J]. *Periodontol 2000*, 2016, 72(1): 7-12.
- [67] Persson GR. Dental geriatrics and periodontitis[J]. *Periodontol 2000*, 2017, 74(1): 102-115.
- [68] Nelson S, Kim EGR, Kaelber DC. Integrating oral health into primary care: perspectives for older adults[J]. *J Dent Res*, 2023, 102(8): 849-853.
- [69] Nakai N, Kurogi T, Murata H. Oral health-related quality of life of conventional removable partial dentures, unilateral nonmetal clasp dentures, and shortened dental arch with 2-or 3-tooth unilateral distal extension tooth loss in the mandible: a randomized, crossover, clinical trial

- [J]. *J Prosthet Dent*, 2024, 131(2): 220-226.
- [70] Gotfredsen K, Rimborg S, Stavropoulos A. Efficacy and risks of removable partial prosthesis in periodontitis patients: a systematic review[J]. *J Clin Periodontol*, 2022, 49 (Suppl 24): 167-181.
- [71] Choong EKM, Shu X, Leung KCM, et al. Oral health-related quality of life (OHRQoL) after rehabilitation with removable partial dentures (RPDs): a systematic review and meta-analysis[J]. *J Dent*, 2022, 127: 104351.
- [72] Martori E, Ayuso-Montero R, Martinez-Gomis J, et al. Risk factors for denture-related oral mucosal lesions in a geriatric population[J]. *J Prosthet Dent*, 2014, 111(4): 273-279.
- [73] Campos Sugio CY, Mosquim V, Jacomine JC, et al. Impact of rehabilitation with removable complete or partial dentures on masticatory efficiency and quality of life: a cross-sectional mapping study[J]. *J Prosthet Dent*, 2022, 128(6): 1295-1302.
- [74] Duong HY, Rocuzzo A, Stähli A, et al. Oral health-related quality of life of patients rehabilitated with fixed and removable implant-supported dental prostheses[J]. *Periodontol 2000*, 2022, 88(1): 201-237.
- [75] Park JC, Baek WS, Choi SH, et al. Long-term outcomes of dental implants placed in elderly patients: a retrospective clinical and radiographic analysis[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2017, 28(2): 186-191.
- [76] Nitschke I, Slashcheva LD, John MT, et al. Dental patient-reported outcomes in geriatric dentistry: a call for clinical translation[J]. *J Evid Based Dent Pract*, 2024, 24 (1s): 101958.
- [77] Tan H, Peres KG, Peres MA. Retention of teeth and oral health-related quality of life[J]. *J Dent Res*, 2016, 95 (12): 1350-1357.
- [78] Witter DJ, van Palenstein Helderma WH, Creugers NH, et al. The shortened dental arch concept and its implications for oral health care[J]. *Community Dent Oral Epidemiol*, 1999, 27(4): 249-258.
- [79] Curtis DA, Lin GH, Rajendran Y, et al. Treatment planning considerations in the older adult with periodontal disease[J]. *Periodontol 2000*, 2021, 87(1): 157-165.
- [80] McKenna G, Tada S, McLister C, et al. Tooth replacement options for partially dentate older adults: a survival analysis[J]. *J Dent*, 2020, 103: 103468.
- [81] Funke N, Fankhauser N, McKenna GJ, et al. Impact of shortened dental arch therapy on nutritional status and treatment costs in older adults: a systematic review[J]. *J Dent*, 2023, 133: 104483.
- [82] Schierz O, Reissmann DR, Rauch A, et al. Impact of shortened dental arch on oral health-related quality of life[J]. *J Evid Based Dent Pract*, 2021, 21(4): 101622.
- [83] Zaugg FL, Molinero-Mourelle P, Abou-Ayash S, et al. The influence of age and gender on perception of orofacial esthetics among laypersons in Switzerland[J]. *J Esthet Restor Dent*, 2022, 34(6): 959-968.
- [84] Reis LOB, Silva AER, Cascaes AM, et al. Agreement between self-rated denture condition and clinical examination in older adults[J]. *Gerodontology*, 2023, 40(1): 135-141.
- [85] Mangano FG, Admakin O, Lerner H, et al. Artificial intelligence and augmented reality for guided implant surgery planning: a proof of concept[J]. *J Dent*, 2023, 133: 104485.
- [86] Revilla-León M, Gómez-Polo M, Vyas S, et al. Artificial intelligence models for tooth-supported fixed and removable prosthodontics: a systematic review[J]. *J Prosthet Dent*, 2023, 129(2): 276-292.
- [87] Angst L, Nüesch N, Grandjean ML, et al. Caries management using silver diamine fluoride and providing domiciliary dental care for dependent older adults: a qualitative study of Swiss dentists[J]. *Community Dent Oral Epidemiol*, 2023, 51(3): 469-482.
- [88] Paris S, Banerjee A, Bottenberg P, et al. How to intervene in the caries process in older adults: a joint ORCA and EFCD expert Delphi consensus statement[J]. *Caries Res*, 2020, 54(5/6): 1-7.
- [89] Ericson D, Carlsson P, Gabre P, et al. Effect of a single application of silver diamine fluoride on root caries after 12 months in institutionalised older adults – A randomised clinical trial[J]. *Gerodontology*, 2023, 40(3): 390-397.
- [90] Zheng FM, Yan IG, Duangthip D, et al. Silver diamine fluoride therapy for dental care[J]. *Jpn Dent Sci Rev*, 2022, 58: 249-257.
- [91] Hu S, Muniraj G, Mishra A, et al. Characterization of silver diamine fluoride cytotoxicity using microfluidic tooth-on-a-chip and gingival equivalents[J]. *Dent Mater*, 2022, 38(8): 1385-1394.
- [92] Hiraishi N, Sayed M, Takahashi M, et al. Clinical and primary evidence of silver diamine fluoride on root caries management[J]. *Jpn Dent Sci Rev*, 2022, 58: 1-8.

- [93] Kühnisch J, Meyer O, Hesenius M, et al. Caries detection on intraoral images using artificial intelligence[J]. J Dent Res, 2022, 101(2): 158-165.
- [94] Li S, Liu J, Zhou Z, et al. Artificial intelligence for caries and periapical periodontitis detection[J]. J Dent, 2022, 122: 104107.
- [95] Mertens S, Krois J, Cantu AG, et al. Artificial intelligence for caries detection: randomized trial[J]. J Dent, 2021, 115: 103849.
- [96] Umer F, Habib S. Critical analysis of artificial intelligence in endodontics: a scoping review[J]. J Endod, 2022, 48(2): 152-160.
- [97] Müller F, Srinivasan M, Krause KH, et al. Periodontitis and peri-implantitis in elderly people experiencing institutional and hospital confinement[J]. Periodontol 2000, 2022, 90(1): 138-145.
- [98] Gomez-Rossi J, Hertrampf K, Abraham J, et al. Interventions to improve oral health of older people: a scoping review[J]. J Dent, 2020, 101: 103451.
- [99] Rokhshad R, Mohammad-Rahimi H, Price JB, et al. Artificial intelligence for classification and detection of oral mucosa lesions on photographs: a systematic review and meta-analysis[J]. Clin Oral Investig, 2024, 28(1): 88.
- [100] Elmakaty I, Elmarasi M, Amarah A, et al. Accuracy of artificial intelligence-assisted detection of oral squamous cell carcinoma: a systematic review and meta-analysis[J]. Crit Rev Oncol Hematol, 2022, 178: 103777.
- [101] Ducret M, Mörch CM, Karteva T, et al. Artificial intelligence for sustainable oral healthcare[J]. J Dent, 2022, 127: 104344.

#### · 专家简介 ·



胡涛, 教授/主任医师, 博士生导师, 四川大学华西口腔医学(学)院口腔预防科主任、口腔预防医学教研室主任。中华口腔医学会口腔预防专业委员会副主任委员, 四川省预防医学会副会长, 四川省口腔医学会口腔预防专业委员会主任委员。入选教育部新世纪优秀人才支持计划。发表学术论文150余篇, 主编学术专著3部, 参编6部。主持1项国家973前期计划、8项国家自然科学基金、2项国家重点研发项目课题等。获得2021年度四川省科技进步一等奖、2011年度二等奖各1项; 获得2021年四川省科普微视频一等奖、四川省教学成果二等奖。主持和参与制定多项国际、行业标准等, 获得多项发明专利。

(本文编辑 李彩)