

颞下颌关节紊乱病与正畸治疗的研究进展

杨修远, 周建萍*

重庆医科大学附属口腔医院正畸科, 口腔疾病研究重庆市重点实验室, 口腔生物医学工程重庆市高校市级重点实验室, 重庆市卫生健康委口腔生物医学工程重点实验室, 重庆

收稿日期: 2025年11月4日; 录用日期: 2025年11月29日; 发布日期: 2025年12月5日

摘要

颞下颌关节紊乱病是累及咀嚼肌、颞下颌关节及相关结构的常见疾病。其典型症状包括关节区疼痛、弹响、张口受限及咀嚼功能障碍, 严重影响患者生活质量和健康。长期以来, 正畸治疗与颞下颌关节紊乱病的关系存在巨大争议: 早期理论认为“理想咬合”可预防颞下颌关节紊乱病, 而现代循证医学证实二者无明确因果关系。然而, 这并不意味着颞下颌关节评估在正畸诊疗中可被忽视。相反, 因正畸操作可能改变咬合状态、关节负荷及神经肌肉协调性, 颞下颌关节紊乱病的筛查、动态监测及风险管理已成为保障治疗安全的核心环节。本文系统阐述颞下颌关节紊乱病评估在正畸全程管理中的必要性, 旨在为临床提供标准化路径, 规避医疗风险。

关键词

颞下颌关节紊乱病, 正畸治疗, 诊断, 诊疗规划

Research Progress on Temporomandibular Disorders and Orthodontic Treatment

Xiuyuan Yang, Jianping Zhou*

Department of Orthodontics, College of Stomatology, Chongqing Medical University & Chongqing Key Laboratory of Oral Diseases & Chongqing Municipal Key Laboratory of Oral Biomedical Engineering of Higher Education & Chongqing Municipal Health Commission Key Laboratory of Oral Biomedical Engineering Laboratory of Oral Diseases, Chongqing

Received: November 4, 2025; accepted: November 29, 2025; published: December 5, 2025

Abstract

Temporomandibular joint disorder is a common disease involving masticatory muscles, tempo-

*通讯作者。

文章引用: 杨修远, 周建萍. 颞下颌关节紊乱病与正畸治疗的研究进展[J]. 临床医学进展, 2025, 15(12): 908-917.
DOI: 10.12677/acm.2025.15123485

romandibular joints and related structures. Its typical symptoms include joint pain, snapping, limited mouth opening and masticatory dysfunction, which seriously affect the quality of life and health of patients. For a long time, there has been a huge controversy about the relationship between orthodontic treatment and temporomandibular joint disorders: early theories believed that “ideal occlusion” could prevent temporomandibular joint disorders, while modern evidence-based medicine confirmed that there was no clear causal relationship between the two. However, this does not mean that temporomandibular joint assessment can be ignored in orthodontic diagnosis and treatment. On the contrary, because orthodontic operation may change the occlusal state, joint load and neuromuscular coordination, the screening, dynamic monitoring and risk management of temporomandibular joint disorders have become the core links to ensure the safety of treatment. This paper systematically expounds the necessity of the evaluation of temporomandibular disorders in the whole process management of Orthodontics, aiming to provide a standardized path for clinical practice and avoid medical risks.

Keywords

Temporomandibular Disorders, Orthodontic Treatment, Diagnosis, Diagnosis and Treatment Planning

Copyright © 2025 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

颞下颌关节紊乱病(Temporomandibular Disorders, TMD)是一组累及颞下颌关节(TMJ)、咀嚼肌及相关颌面部结构的复杂疾病群,其病因多样且症状表现不一。TMD被认为是牙科领域最具争议的疾病之一,其确切病因往往难以确定或被描述为多因素性质[1]-[3]。作为第二常见的肌肉骨骼和神经肌肉疾病(仅次于慢性下背痛),TMD每年在全球范围内造成巨大的经济负担和健康影响[4][5]。TMD的常见症状包括咀嚼肌或关节区域的疼痛、下颌运动受限、关节弹响或摩擦音、头痛、耳痛和面部疼痛等[2]-[5]。这些症状的持续存在和进展会对患者的生活质量和心理健康造成显著损害。

流行病学数据显示,颞下颌关节区域的疼痛相对常见,在18岁以上人群中约有10%的发生率,主要影响青年和中年成人,且女性患病率约为男性的两倍[6]。这种性别差异可能与激素影响、心理社会因素以及女性更频繁寻求医疗帮助有关[4][5]。鉴于TMD的广泛流行及其对患者生活的影响,对其病因、诊断和治疗的深入理解至关重要。

正畸治疗作为口腔领域的重要组成部分,旨在纠正牙齿和颌骨畸形,改善咬合功能和面部美观。历史上,正畸治疗与TMD之间是否存在因果关系,以及正畸治疗在TMD管理中的必要性,一直备受争议[7][8]。早期观点曾认为咬合不正与TMD的发生密切相关,正畸治疗可能导致或治愈TMD[9]。然而,随着研究方法的进步和大量循证医学证据的积累,这一领域形成了新的共识。本文旨在对颞下颌关节紊乱病在正畸治疗中的必要性进行综述,探讨其病因、诊断、正畸治疗与TMD的关系、临床管理策略以及未来研究方向。

2. 颞下颌关节紊乱病的病因与发病机制

TMD的病因学是一个复杂且多因素的过程,涉及生物力学、神经肌肉、心理社会和生物学等多种因素的相互作用[10][11]。

2.1. 咬合因素

咬合(occlusion)与 TMD 的关系是长期以来最具争议的领域之一。历史上, Costen 在 1934 年首次提出咬合与 TMJ 功能之间的关系, 认为牙齿状况的变化(如垂直距离丧失、深覆合)会导致 TMJ 的解剖学改变, 进而引起耳部症状, 并建议通过咬合调整来改善症状[9]。此后, 咬合干扰被认为是 TMD 的风险因素, 如 Ramfjord 在 1961 年通过肌电图研究指出, 磨牙症中咬合的正中关系与正中咬合之间的差异可能导致咀嚼肌过度负荷[9]。

然而, 现代科学共识普遍认为, 咬合因素在 TMD 病因中扮演的是辅助性角色, 而非主要病因[2] [9]。许多设计合理的研究未能证实咬合不正与 TMD 之间存在强烈的因果关系。例如, 基于人群的研究未能证实深覆合/覆合覆盖与 TMD 症状之间的关联。尽管后牙反合被认为可能影响咀嚼系统功能, 甚至造成下颌不对称生长, 但其是否直接导致关节盘移位仍存在争议, 有研究认为其在年轻青少年中并非 TMJ 弹响的风险因素[9]。Michelotti 等人(2004 年)的研究表明, 咀嚼系统对急性咬合干扰具有适应性, 个体可能通过改变咀嚼肌活动来适应, 且未报告 TMD 症状[9]。部分研究者提出“过度警觉假说”, 即对咬合敏感的个体可能会增加咀嚼肌活动, 从而导致疼痛和功能障碍[9]。

2.2. 心理社会因素

心理社会因素在 TMD 的发生、发展和维持中扮演着越来越重要的角色, 是 TMD 生物心理社会模型的核心组成部分。

2.2.1. 压力、焦虑与抑郁

多项研究一致表明, TMD 患者表现出更高的压力、焦虑和抑郁水平[2] [10] [11]。Warzocha 等人(2024 年)的系统评价指出, 抑郁和焦虑是影响 TMD 发展的统计学显著因素, 且抑郁症状与关节疼痛的关联性强于肌肉疼痛, 而焦虑症状与肌肉疼痛的关联性强于关节疼痛[2]。心理困扰可能导致肌肉过度活跃, 进而引起肌肉疲劳、咀嚼障碍和咬合不协调, 从而促进 TMD 发展。

2.2.2. 睡眠质量

Warzocha 等人(2024 年)的系统评价也证实了睡眠质量差与 TMD 之间存在统计学上的显著关系[2]。睡眠剥夺可导致皮质醇水平升高和应激反应, 进而引起白天交感神经系统激活和肌肉活动增加, 从而增加 TMD 症状的风险[2]。

2.3. 生物学因素

2.3.1. 性别与激素

TMD 在女性中, 尤其是育龄期女性中更为常见, 患病率约为男性的 2 至 3 倍[2]-[5]。这一差异可能与女性生殖激素(特别是雌激素)的波动和影响有关, 雌激素可能通过增加关节松弛度、增强关节炎症反应以及影响中枢疼痛处理机制来增加 TMD 风险[6]。然而, TMD 的性别差异在儿童中不明显[6]。

2.3.2. 年龄

TMD 主要发生于年轻和中年成人, 在 45~50 岁后患病率下降[5]。Osiewicz 等人(2017 年)的研究显示, 关节痛和关节盘移位患者的平均年龄低于骨关节炎/骨关节病患者, 提示关节盘移位可能是内部紊乱的初始表现, 随后逐渐发展为炎症-退行性疾病[12]。

2.3.3. 创伤

研究表明, 创伤性损伤是 TMD 的重要病因之一, 可直接影响 TMJ 结构, 导致炎症和关节退变[4] [5]。

2.3.4. 遗传因素

有研究表明, 遗传突变与 TMD 之间存在统计学上的显著关联[2]。此外, 具有特定基因变异(如儿茶酚-O-甲基转移酶基因)的个体, 若有正畸治疗史, 其发生 TMD 的风险可能显著更高, 这为 TMD 的病因研究开辟了新方向[9]。

2.3.5. 系统性疾病

高血压、胰岛素抵抗、自身免疫性疾病(如桥本甲状腺炎、类风湿性关节炎、青少年特发性关节炎)、Ehlers-Danlos 综合征和凝血功能障碍等系统性疾病也被认为是影响 TMD 发展的重要因素[9]。

3. TMD 的诊断与评估

TMD 的诊断需要一个全面而多学科的方法, 整合病史、临床检查和影像学评估, 并采用标准化的诊断工具以提高准确性和可比性。

3.1. 标准化诊断工具

为了标准化 TMD 患者的分类和研究, 研究人员开发了标准化的诊断工具:

3.1.1. 研究性诊断标准(Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders, RDC/TMD)

于 1992 年引入, 旨在标准化 TMD 患者群体的分类, 并通过双轴评估同时评估生理和心理特征[2] [6] [12]。

3.1.2. 颞下颌关节紊乱病诊断标准(Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders, DC/TMD)

是 RDC/TMD 的更新版本, 也是目前全球临床医生使用最广泛的工具, 它使诊断标准化并为客观数据比较提供了基础[2] [10] [12]。

3.1.3. 双轴评估(Dual-Axis Evaluation): 是 DC/TMD 和 RDC/TMD 的关键特征

轴 I (Axis I): 侧重于评估物理因素和诊断分类, 包括肌肉紊乱、关节盘移位和其他关节病症(如关节痛、骨关节炎或骨关节病) [10] [12]。诊断基于口腔病史采集和临床评估指南。

轴 II (Axis II): 通过问卷评估疼痛相关的残疾和心理状态, 包括疼痛强度、功能受限、抑郁、焦虑和躯体化水平[2] [5]。例如, 分级慢性疼痛量表(Graded Chronic Pain Scale, GCPS)用于评估疼痛相关的损害程度, 而症状检查表-90R 抑郁量表(SCL-DEP)和躯体化量表(SCL-SOM)用于评估心理状态[10] [12]。

3.2. 临床检查

检查时应详细询问患者的症状(疼痛性质、位置、频率、持续时间、诱发因素)、病程、既往治疗史、全身健康状况、心理社会状况以及是否存在口周不良习惯。同时包括头颈部全面检查、咀嚼肌触诊(咬肌、颞肌、翼外肌)、咬合分析、下颌运动功能检查(开口度、下颌运动轨迹、是否存在偏斜或受限)以及 TMJ 触诊和听诊(是否存在弹响、摩擦音或疼痛) [5]。

3.3. 影像学检查

影像学检查是辅助诊断和评估 TMJ 结构变化的重要工具, 但其结果需与临床表现相结合进行解释。磁共振成像(Magnetic Resonance Imaging, MRI)是评估关节内病变(如关节盘位置、形态、关节积液、关节囊和滑膜异常)的金标准, 尤其适用于怀疑内部紊乱、感染或炎症病变时[13]。MRI 能提供高清晰度的软组织图像, 动态 MRI 还可评估关节盘运动和髁突平移。计算机断层扫描(Computed Tomography, CT)是评

估骨骼成分(如髁突、关节窝、关节结节的骨质改变,如扁平化、骨赘形成、侵蚀、硬化、骨囊肿)的最佳模式,尤其在创伤、手术重建和评估钙化游离体时有用[4]。锥形束计算机断层扫描(Cone-Beam Computed Tomography, CBCT)在骨骼细节方面与 CT 相当,优势在于辐射剂量较低,但在软组织清晰度方面显著不足[4] [5]。全景 X 线片可用于初步评估下颌骨不对称和较大的骨质改变,如髁突增生[9]。

3.4. 数字化技术评估

“4D 诊断”通过在传统三维图像中引入时间维度,能够捕捉和分析动态过程。高精度 4D-CBCT 图像能够更准确地捕捉 TMJ 的动态运动(如开口、闭口、侧向运动等),精细评估髁突、关节窝、关节盘等组织的形态变化和运动轨迹。这将有助于识别微小的骨骼退行性改变和关节盘移位,并为 TMD 的诊断和治疗提供更精确的依据[14]。人工智能(AI)和深度学习(DL)技术在改善 CBCT 和 4D-CBCT 图像质量以及辅助诊断方面展现出巨大潜力。由于 4D-CBCT 图像常受限于投影数据欠采样导致的条纹伪影和噪声,DL 重建算法(DLRs)被开发出来以最小化噪声并提高图像清晰度[15] [16]。AI 在 TMJ 骨关节炎(OA)诊断中的应用已取得进展。通过 AI 模型对 CBCT 图像的分析,可以辅助识别 TMJ OA 的特征,如髁突扁平、吸收。

4. 正畸治疗与 TMD 的关系

正畸治疗与 TMD 之间的关系是一个长期存在争议的话题,历史上充斥着互相矛盾的观点和研究结果。然而,随着研究方法的改进和大量循证医学证据的积累,当前的科学共识逐渐清晰。

4.1. 历史观点与争议的演变

早期的观点,受 Costen 假说等影响,曾错误地认为某些错颌畸形(如深覆合、后牙反合)与 TMJ 紊乱密切相关,并主张正畸治疗能够预防或治愈 TMD [9]。这种观点在口腔界广泛流行,甚至导致了正畸治疗后 TMD 症状出现而引发的法律诉讼,促使正畸界对两者关系进行深入研究[8] [9]。然而,自 1980 年代后期,越来越多的高质量研究开始挑战这些传统观点。Greene 和 Laskin 在 1988 年列举了 10 个关于正畸与 TMD 关系的“误区”,指出这些观点缺乏确凿证据支持[9]。

4.2. 当前科学共识:既不致病也不治愈

目前,主流科学共识认为,正畸治疗既不会导致 TMD 的发生,也不会对其有预防或治愈作用[9] [17] [18]。许多长期纵向研究,如 Dibbets 和 van der Weele (1997 年)对接受不同正畸治疗的儿童进行 20 年监测,以及 Luther (2007 年)和 Mohlin (2007 年)的综述,均得出结论:正畸治疗与 TMD 的体征和症状之间无因果关系,也不会增加其风险[8] [9] [19]。一项 Meta 分析(2003 年)报告称,没有研究表明传统正畸治疗(包括拔牙、功能矫治器、头帽等)会增加 TMD 的患病率[9]。另一项 20 年队列纵向研究(2008 年)总结认为,有正畸治疗史的患者发生新的或持续性 TMD 的风险并未更高[9]。口颌系统具有很强的适应能力,TMJ、肌肉、牙齿和骨骼都能适应咬合变化。无 TMD 病史的患者对咬合变化的适应性更强[19]。

尽管存在普遍共识,一些近期的系统评价和 Meta 分析仍提出需要谨慎。例如,Alam 等人(2023 年)的一项 Meta 分析指出,正畸治疗可能会增加 TMD 的发生风险,并指出 TMD 患者经历正畸问题的几率更高[7]。Coronel-Zubiate 等人(2022 年)的 Meta 分析也认为,正畸治疗与 TMD 发生之间存在关联,接受正畸治疗的个体发生 TMD 的可能性增加 1.84 倍[17]。然而,这些研究的结论可能受到其纳入研究的异质性、诊断标准和随访时间等因素的影响。一些批评指出,这些 Meta 分析可能存在选择偏倚,其结论可能与多数个体研究的结果相悖[20]。

4.3. 特定正畸干预对 TMJ 的影响

多项研究表明, 作为正畸治疗计划一部分的拔牙不会增加 TMD 的风险[9]。此外, 髁突的“理想”位置一直是正畸学和口腔修复学中的争议焦点。无症状个体可能在关节窝内具有前位、正常或后位髁突, 这表明髁突位置的个体差异很大, 并非单一的理想位置与 TMD 风险相关[9]。Mishra 等人(2018 年)通过 CBCT 评估发现, 生长发育期 I 类和 III 类骨骼型患者的髁突位置无显著差异[21]。Ruf 和 Pancherz (1998 年)的研究发现, 正确的正畸治疗不会对 TMJ 产生长期不良影响[9]。Fang 等人(2009 年)的研究表明, 联合正畸和正颌外科治疗(包括双侧下颌升支矢状劈开截骨术)可以安全地用于纠正骨性 III 类错颌, 而不会引起额外的 TMJ 症状[22]。然而, 正颌手术对 TMJ 的影响仍需更多严谨研究来评估。一项系统评价显示, 前牵引面罩(PFM)治疗可能促进 TMJ 的形态适应性改变和髁突移位, 但通常不会加重 TMJ 症状, 甚至可能对骨性 III 类错颌伴 TMD 的患者有益[23]。在 TMD 患者的正畸治疗中, 使用 TADs 进行后牙压低可以改善咬合和面部美观, 同时有助于 TMJ 的稳定, 特别是在存在开放性咬合的病例中[24]。

多项研究一致表明, 与传统固定矫治器相比, 隐形矫治器在美观性、舒适度、言语干扰方面获得了更高的患者满意度[25]。对于常常伴有疼痛症状的 TMD 患者而言, 减轻治疗过程中的不适感, 可能有助于降低其生理和心理应激水平, 从而对 TMD 症状的控制产生积极影响。一些观点认为, 通过改善咬合对齐, 隐形矫治甚至可能缓解部分 TMD 症状。然而, 目前评估隐形矫治对 TMD 患者特殊风险或益处的高质量直接证据非常有限。许多探讨正畸与 TMJ 关系的研究, 为避免混淆变量, 通常会将有严重 TMD 病史或症状的患者排除在研究之外[26][27]。有荟萃分析显示, 隐形矫治器在治疗后 1-3 年内的复发风险可能高于传统固定矫治器[28]。因此, 未来的研究聚焦于更加深入的生物力学分析和多学科的合作与创新, 有利于解决相应的争议。

4.4. 咬合与 TMD 因果关系的 Hill 标准

将错颌畸形与 TMD 关联的证据与 Hill (1965 年)提出的因果关系标准进行对比, 可以发现以下不足[9]。因果时序: 文献中存在肌肉疼痛导致咬合改变的研究, 与“原因先于结果”的标准相悖。关联强度: 咬合因素对 TMD 风险的增加作用有限, 并非越严重的错颌畸形越易患 TMD。生物学合理性: TMD 在育龄女性中患病率较高, 而错颌畸形在性别和年龄之间分布均匀, 这与生物学合理性不符。

综合来看, 虽然正畸治疗会导致咬合关系的改变, 但口颌系统通常具有良好的适应性。正畸治疗本身并不被认为是 TMD 的主要致病因素, 其对 TMJ 的影响更多表现为适应性重塑。

4.5. 正畸治疗对肌源性 TMD 和关节源性 TMD 的差异化影响

研究表明, 正畸治疗对肌源性 TMD 患者的改善作用显著, 包括减少咀嚼肌的疼痛和提高患者的咀嚼效率[29]。正畸治疗可通过牙齿位置调整, 恢复下颌运动轨迹的稳定性和咬合平衡, 从而减少肌肉紊乱。同时通过分布均匀的牙列排列, 减少肌肉的额外负担和局部肌肉紧张。在矫治过程中, 还可以优化咬合接触点, 减少功能干扰和肌肉过度使用。

有研究提示, 当关节盘严重前移的关节源性 TMD 患者在矫正后咬合关系改善时, 仍可能维持部分疼痛或功能受限[30]。因此, 仅依赖正畸治疗可能对于改善关节病变的效果并不显著。正畸治疗通常无法逆转已经发生的关节盘损伤, 需结合其他治疗措施, 例如关节冲洗、物理治疗甚至手术。如骨关节炎导致的关节功能障碍, 对正畸治疗的反应较差, 需要针对炎症的专门治疗。

5. 正畸治疗在颞下颌关节紊乱病管理中的必要性与挑战

鉴于 TMD 的复杂性和多因素病因, 正畸治疗在 TMD 管理中的必要性并非一概而论, 而应结合患者

的具体情况, 采取个体化和多学科的治疗策略。

5.1. 正畸治疗在 TMD 管理中的作用定位

5.1.1. 非主要治疗手段

正畸治疗通常不被视为 TMD 疼痛的主要治疗手段。对于急性 TMD 症状的患者, 首先应通过保守、可逆的方法进行症状管理, 待疼痛缓解和关节状况稳定后再考虑正畸治疗[2] [9]。然而, 正畸科被明确列为 TMD 多学科管理团队中的一个组成部分, 尤其在需要全面解决患者问题时。正畸治疗可以通过纠正咬合不正、改善颌面部结构和牙齿排列, 从而可能间接辅助缓解 TMD 症状, 或作为综合治疗方案的一部分[31]。

虽然正畸治疗不会直接导致 TMD, 但在治疗过程中可能会出现 TMD 症状的暂时性增加, 特别是肌筋膜疼痛, 且这种恶化与患者的心理社会状况、性别和错颌类型显著相关[2]。因此, 在对 TMD 患者进行正畸治疗时, 需要格外谨慎, 避免对 TMJ 施加不必要的生物力学负荷。

5.1.2. 正畸治疗的必要性体现在特定情况下

对于伴有严重的骨性或牙性错颌畸形的 TMD 患者, 正畸治疗是必要的。这些畸形不仅影响美观, 还可能导致颌功能障碍或对 TMJ 造成异常负荷。同时, 单侧髁突增生(CH)会导致面部不对称和咬合关系异常, 正畸治疗是实现牙齿排齐的关键步骤, 常需要与高位髁突切除术等正颌外科手术相结合[9]。青少年特发性关节炎(JIA)导致的 TMJ 受累, 可能引起下颌骨发育受影响, 导致进行性安氏 II 类错颌和前牙开颌, 此时正畸治疗结合功能性矫治器或正颌外科手术是必要的[9]。

在正畸治疗前, 对于 TMD 患者, 使用稳定化咬合板等方法稳定髁突位置和症状是重要的, 这有助于确定真实的下颌位置, 从而制定更可靠的正畸治疗计划。

5.1.3. 与正颌外科联合治疗

对于复杂的牙颌面畸形和 TMD 患者, 正畸联合正颌外科治疗可以显著改善症状和颌面部美学。例如, Togashi 等人(2013 年)的研究显示, 正畸正颌外科治疗对牙颌面畸形患者的 TMJ 症状具有有益影响[32]。

5.2. 正畸治疗中的挑战

尽管多数科学证据不支持正畸治疗导致 TMD, 但一项针对巴西正畸医生的调查发现, 许多正畸医生仍然相信正畸治疗可以引起 TMD 症状, 这与当前的科学证据不符[8]。这种认知差异可能影响临床决策和患者沟通。

TMD 的病因是高度多因素的, 涉及咬合、创伤、情绪压力、深部疼痛输入和口周不良习惯等多个层面[19] [33]。这使得确定正畸治疗在 TMD 发展中的确切作用变得困难。例如, 错颌畸形本身(如交叉咬合、II 类错颌)可能与 TMD 症状(如 TMJ 弹响、肌痛)存在关联, 但正畸治疗能否有效缓解这些风险, 以及如何区分正畸效果与自然病程, 仍需更多研究[18] [33]。

许多早期研究在 TMD 评估协议上存在不足, 缺乏标准化临床工具, 且缺乏足够长的随访数据来全面分析治疗对 TMJ 的长期影响。这给制定明确的临床指南带来了困难。

对 TMJ 软组织(如关节盘、韧带)的评估通常需要 MRI, 但在正畸治疗期间进行 MRI 存在实际困难, 导致研究中缺乏这方面的全面数据, 限制了对 TMJ 内部结构变化的深入理解[23] [34]。

女性性别、焦虑、抑郁和躯体症状是 TMD 的显著风险因素[34]。这意味着正畸医生不仅要处理牙齿和颌骨问题, 还可能需要识别和转诊患者的心理健康问题, 这超出了传统正畸治疗的范畴。

6. 挑战与未来展望

尽管 TMD 与正畸治疗关系的研究取得了显著进展, 但仍面临诸多挑战, 亟需未来研究来解决。

6.1. 方法学局限性

现有研究存在方法学上的异质性, 包括诊断标准的差异、样本量不足、缺乏长期随访的随机对照研究、混杂因素控制不佳等, 这使得研究结果难以进行系统比较和 Meta 分析[2] [9]。未来的研究应采用更严格的设计, 包括标准化诊断工具(如 DC/TMD)、更大样本量和长期纵向随访。

6.2. TMD 病因学的复杂性

TMD 的多因素病因决定了单一因素研究的局限性。未来研究应更深入地探讨生物、心理和社会因素之间的复杂相互作用机制, 例如遗传-环境交互作用, 以揭示 TMD 的真实病理生理过程[2]。

6.3. 正畸治疗对 TMJ 影响的深入研究

尽管普遍认为正畸治疗不直接导致 TMD, 但对正畸力学、不同矫治器类型(如隐形矫治器)以及正畸拔牙对 TMJ 生物力学和髁突适应性重塑的长期影响仍需更详细的探究[9] [19]。特别是对有 TMD 病史或高风险患者, 需要更精细地评估正畸治疗的风险与收益。

6.4. 个体化治疗方案的优化

TMD 患者的异质性要求个体化的治疗方案。未来的研究应致力于开发更精准的预测模型, 以识别高风险患者, 并根据患者独特的生物、心理和社会特征, 制定个性化的正畸治疗和 TMD 管理策略[31]。

6.5. 先进技术应用

利用先进的影像学技术(如动态 MRI、3D CBCT)结合生物力学模型和有限元分析, 可以更深入地理解 TMJ 的生物力学行为和正畸治疗对其解剖结构及功能的影响[1] [4] [21]。神经影像学和生物标志物的研究也可能提供新的见解。

7. 总结

颞下颌关节紊乱病(TMD)是一种普遍存在且病因复杂的颌面部疾病, 其发病涉及生物力学、心理社会 and 生物学等多种因素。正畸治疗作为改善牙齿排列和咬合关系的重要手段, 与 TMD 的关系长期以来备受关注。当前的科学共识表明, 正畸治疗本身既不会引起也不会预防 TMD 的发生。然而, 这并非意味着正畸医生可以忽视 TMD。

正畸治疗在 TMD 管理中的必要性体现在以下几个方面: 首先, 正畸医生作为口腔健康的守门人, 在对患者进行正畸治疗前, 有责任对 TMD 进行全面筛查和评估, 以识别潜在或已存在的 TMJ 问题。其次, 对于伴有严重牙颌面畸形或生长发育异常的 TMD 患者, 正畸治疗是改善其颌功能和面部美学不可或缺的一部分, 尤其是在与其他保守或外科治疗相结合时。最后, 在 TMD 患者进行正畸治疗期间, 需要采取谨慎的临床管理策略, 优先解决急性 TMD 症状, 并密切监测和管理可能出现的 TMJ 症状, 确保治疗过程安全有效。

总而言之, 正畸治疗在 TMD 管理中并非普适的“治疗”或“预防”手段, 而是多学科综合管理中的一个重要环节。其必要性体现在对患者整体健康状况的全面评估、对特定牙颌面畸形的纠正以及在确保 TMJ 健康的前提下提供高质量的正畸服务。未来的研究应通过更严格的方法学, 进一步阐明正畸治疗在不同 TMD 亚型患者中的具体作用和潜在益处, 从而为临床实践提供更坚实的证据基础, 最终优化患者

的治疗效果和生活质量。

参考文献

- [1] Jain, A., Reddy, M., Raghav, P., Jain, S., *et al.* (2016) Biomechanics of TMJ and Its Clinical Relevance to Orthodontics: A Review. *International Journal on Health Sciences and Research*, **6**, 326-336.
- [2] Warzocha, J., Gadomska-Krasny, J. and Mrowiec, J. (2024) Etiologic Factors of Temporomandibular Disorders: A Systematic Review of Literature Containing Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (DC/TMD) and Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (RDC/TMD) from 2018 to 2022. *Healthcare*, **12**, Article 575. <https://doi.org/10.3390/healthcare12050575>
- [3] Burakoff, R.P. and Kaplan, A.S. (1993) Temporomandibular Disorders: Current Concepts of Epidemiology, Classification, and Treatment. *Journal of Pain and Symptom Management*, **8**, 165-172. [https://doi.org/10.1016/0885-3924\(93\)90145-1](https://doi.org/10.1016/0885-3924(93)90145-1)
- [4] Liu, F. and Steinkeler, A. (2013) Epidemiology, Diagnosis, and Treatment of Temporomandibular Disorders. *Dental Clinics of North America*, **57**, 465-479. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2013.04.006>
- [5] Morales, H. and Cornelius, R. (2016) Imaging Approach to Temporomandibular Joint Disorders. *Clinical Neuroradiology*, **26**, 5-22. <https://doi.org/10.1007/s00062-015-0465-0>
- [6] LeResche, L. (1997) Epidemiology of Temporomandibular Disorders: Implications for the Investigation of Etiologic Factors. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, **8**, 291-305. <https://doi.org/10.1177/10454411970080030401>
- [7] Alam, M.K., Abutayyem, H., Alzabni, K.M.D., Almuyi, N.H.S., Alsabilah, K.A.S., Alkubaydan, F.S.T., *et al.* (2023) The Impact of Temporomandibular Disorders on Orthodontic Management: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cureus*, **15**, e44243. <https://doi.org/10.7759/cureus.44243>
- [8] Coêlho, T.G.D.S. and Caracas, H.C.P.M. (2015) Perception of the Relationship between TMD and Orthodontic Treatment among Orthodontists. *Dental Press Journal of Orthodontics*, **20**, 45-51. <https://doi.org/10.1590/2176-9451.20.1.045-051.oar>
- [9] Michelotti, A. and Iodice, G. (2010) The Role of Orthodontics in Temporomandibular Disorders. *Journal of Oral Rehabilitation*, **37**, 411-429. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2010.02087.x>
- [10] Rollman, G.B. and Gillespie, J.M. (2000) The Role of Psychosocial Factors in Temporomandibular Disorders. *Current Review of Pain*, **4**, 71-81. <https://doi.org/10.1007/s11916-000-0012-8>
- [11] Chisnoiu, A.M., Picos, A.M., Popa, S., Chisnoiu, P.D., Lascu, L., Picos, A., *et al.* (2015) Factors Involved in the Etiology of Temporomandibular Disorders—A Literature Review. *Medicine and Pharmacy Reports*, **88**, 473-478. <https://doi.org/10.15386/cjmed-485>
- [12] Osiewicz, M.A., Lobbezoo, F., Loster, B.W., Loster, J.E. and Manfredini, D. (2018) Frequency of Temporomandibular Disorders Diagnoses Based on RDC/TMD in a Polish Patient Population. *Cranio*, **36**, 304-310.
- [13] Emshoff, R., Rudisch, A., Innerhofer, K., Brandlmaier, I., Moschen, I. and Bertram, S. (2002) Magnetic Resonance Imaging Findings of Internal Derangement in Temporomandibular Joints without a Clinical Diagnosis of Temporomandibular Disorder. *Journal of Oral Rehabilitation*, **29**, 516-522. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2842.2002.00883.x>
- [14] Zhi, S.H., Kachelrieß, M. and Mou, X.Q. (2021) Spatiotemporal Structure-Aware Dictionary Learning-Based 4D CBCT Reconstruction. *Medical Physics*, **48**, 6421-6436. <https://doi.org/10.1002/mp.15009>
- [15] Zhi, S.H., Kachelrieß, M. and Mou, X.Q. (2021) CycN-Net: A Convolutional Neural Network Specialized for 4D CBCT Images Refinement. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, **40**, 3054-3064. <https://doi.org/10.1109/tmi.2021.3081824>
- [16] Kazimierczak, W., Kędziora, K., Janiszewska-Olszowska, J., Kazimierczak, N. and Serafin, Z. (2024) Noise-Optimized CBCT Imaging of Temporomandibular Joints—The Impact of AI on Image Quality. *Journal of Clinical Medicine*, **13**, Article 1502. <https://doi.org/10.3390/jcm13051502>
- [17] Peck, C.C., Goulet, J., Lobbezoo, F., Schiffman, E.L., Alstergren, P., Anderson, G.C., *et al.* (2014) Expanding the Taxonomy of the Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders. *Journal of Oral Rehabilitation*, **41**, 2-23. <https://doi.org/10.1111/joor.12132>
- [18] Egermark, I., Carlsson, G.E. and Magnusson, T. (2005) A Prospective Long-Term Study of Signs and Symptoms of Temporomandibular Disorders in Patients Who Received Orthodontic Treatment in Childhood. *The Angle Orthodontist*, **75**, 645-650.
- [19] Goodacre, C.J., Roberts, W.E., Goldstein, G. and Wiens, J.P. (2021) Does the Stomatognathic System Adapt to Changes in Occlusion? Best Evidence Consensus Statement. *Journal of Prosthodontics*, **30**, 5-11. <https://doi.org/10.1111/jopr.13310>
- [20] Thirumoorthy, S. and Gopal, S. (2023) Association between Orthodontic Treatment and the Occurrence of Temporomandibular Disorders: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Indian Orthodontic Society*, **57**, 1-11. <https://doi.org/10.4103/jios.1354>

- mandibular Disorders: Smoke and Mirrors in the Form of a Systematic Review? *Evidence-Based Dentistry*, **24**, 85-88. <https://doi.org/10.1038/s41432-023-00893-5>
- [21] Mishra, R.K., Kharbanda, O.P. and Balachandran, R. (2017) 3D CBCT Evaluation of Condyle Position in Skeletal Class I & Class III Growing Subjects. *Orthodontic Journal of Nepal*, **7**, 9-14. <https://doi.org/10.3126/ojn.v7i2.20153>
 - [22] Fang, B., Shen, G.F., Yang, C., Wu, Y., *et al.* (2009) Changes in Condylar and Joint Disc Positions after Bilateral Sagittal Split Ramus Osteotomy for Correction of Mandibular Prognathism. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, **38**, 726-730.
 - [23] Huang, X., Cen, X. and Liu, J. (2018) Effect of Protraction Facemask on the Temporomandibular Joint: A Systematic Review. *BMC Oral Health*, **18**, Article No. 38. <https://doi.org/10.1186/s12903-018-0503-9>
 - [24] Lee, G.H., Lee, S.M., Sun, K.Y. and Jae, H.P. (2020) Orthodontic Treatment of TMD Patients with Posterior Intrusion Using TADs. *Temporary Anchorage Devices in Clinical Orthodontics*, **41**, 415-431.
 - [25] AlMogbel, A. (2025) Patient Satisfaction with Clear Aligners vs. Traditional Braces: A Comparative Study. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, **17**, S1291-S1293. https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_252_25
 - [26] Zhang, Y.Y., Zheng, J.J., Wu, Q.Y., Jiang, T.L., *et al.* (2024) Three-Dimensional Spatial Analysis of Temporomandibular Joint in Adolescent Class II Division 1 Malocclusion Patients: Comparison of Twin-Block and Clear Functional Aligner. *Head & Face Medicine*, **20**, Article No. 4. <https://doi.org/10.1186/s13005-023-00404-y>
 - [27] Wang, Y.L., Zhou, S.Q., Zheng, J., Yan, L., *et al.* (2024) Comparison of Treatment Effects between Clear Aligners and Fixed Appliances in Patients Treated with Miniscrew-Assisted Molar Distalization. *European Journal of Orthodontics*, **46**, cjae021. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjae021>
 - [28] Alsultan, M., Alqefari, J.N. and Almotairy, N. (2024) Knowledge Differences between General Practitioners and Orthodontists about Invisalign Clear Aligner Treatment—A Cross-Sectional Survey-Based Study. *Clinical and Investigative Orthodontics*, **83**, 106-111. <https://doi.org/10.1080/27705781.2024.2366747>
 - [29] Coronel-Zubiarte, F., Marroquín-Soto, C., Geraldo-Campos, L., Aguirre-Ipenza, R., Urbano-Rosales, L., Luján-Valencia, S., *et al.* (2022) Association between Orthodontic Treatment and the Occurrence of Temporomandibular Disorders: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, **14**, e1032-e1043. <https://doi.org/10.4317/jced.59970>
 - [30] Ugolini, A., Garbarino, F., Di Vece, L., Silvestrini-Biavati, F. and Lanteri, V. (2020) Determining Risk Factors for the Development of Temporomandibular Disorders during Orthodontic Treatment. *Applied Sciences*, **10**, Article 8216. <https://doi.org/10.3390/app10228216>
 - [31] Araújo, P.V.D.S., Saraiva, W.M., Pereira, N.C., Vieira-Andrade, R.G., Santos, C.C.D.O. and Fonseca-Silva, T. (2018) Evaluation of Symptoms of Temporomandibular Disorders in Orthodontic Appliance Users. *International Journal of Odontostomatology*, **12**, 99-104. <https://doi.org/10.4067/s0718-381x2018000100099>
 - [32] Togashi, M., Kobayashi, T., Hasebe, D., Funayama, A., Mikami, T., Saito, I., *et al.* (2013) Effects of Surgical Orthodontic Treatment for Dentofacial Deformities on Signs and Symptoms of Temporomandibular Joint. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, Medicine, and Pathology*, **25**, 18-23. <https://doi.org/10.1016/j.ajoms.2012.05.014>
 - [33] Ângelo, D.F., Faria-Teixeira, M.C., Maffia, F., Sanz, D., Sarkis, M., Marques, R., *et al.* (2024) Association of Malocclusion with Temporomandibular Disorders: A Cross-Sectional Study. *Journal of Clinical Medicine*, **13**, Article 4909. <https://doi.org/10.3390/jcm13164909>
 - [34] Małgorzata, P., Małgorzata, K., Karolina, C. and Gala, A. (2020) Diagnostic of Temporomandibular Disorders and Other Facial Pain Conditions—Narrative Review and Personal Experience. *Medicina*, **56**, Article 472. <https://doi.org/10.3390/medicina56090472>