

我国颞下颌关节专业学位论文的发展及演进分析

肖琦钦¹ 赵文丽^{1,2} 任明君^{1,2} 林丽丽^{1,3} 刘尧^{1,2} 苏展^{1,2}

¹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 四川大学华西口腔医院,成都 610041; ²四川大学华西口腔医院正颌及关节外科,成都 610041; ³四川大学华西口腔医院学工部,成都 610041

通信作者:苏展,Email:su_zhan@qq.com

【摘要】 目的 分析和总结我国颞下颌关节专业学位论文的发展及演进情况,探讨学位论文的研究热点、发展趋势及前沿趋势。方法 采用计量分析的方法,基于中国知网(CNKI)数据库中检索到的1993—2023年658篇颞下颌关节专业学位论文为数据源,运用Cite Space软件进行可视化处理和分析。通过高频关键词、关键词共现、突现关键词、聚类分析及时间轴分析等技术手段,系统归纳学位论文的研究热点和发展趋势。结果 髁突、髁突软骨和骨关节炎是研究中出现频次最高的关键词。研究热点从早期的生物力学、技术研究转向结构解析和疾病机理的深入探讨。学科交叉性得到突出展示,显示了学科发展的多元化趋势。结论 未来研究需进一步关注新技术的应用、学科交叉的深入及在细胞与分子水平上的研究,以促进颞下颌关节专业的人才培养和研究的全面发展和创新。

【关键词】 颞下颌关节; 学位论文; 可视化分析; 研究热点; 发展趋势

基金项目:四川大学高等教育教学改革工程(第十期)研究项目(SCU10174)

引用著录格式:肖琦钦,赵文丽,任明君,等.我国颞下颌关节专业学位论文的发展及演进分析[J/OL].中华口腔医学研究杂志(电子版),2024,18(4):250-256.

DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2024.04.006

The development and evolution analysis of degree theses in temporomandibular joint specialization in China

Xiao Qiqin¹, Zhao Wenli^{1,2}, Ren Mingjun^{1,2}, Lin Lili^{1,3}, Liu Yao^{1,2}, Su Zhan^{1,2}

¹State Key Laboratory of Oral Diseases & National Center for Stomatology & National Clinical Research Center for Oral Diseases, West China Hospital of Stomatology, Sichuan University, Chengdu 610041, China; ²Orthognathic and TMJ Surgery Department, West China Hospital of Stomatology, Sichuan University, Chengdu 610041, China; ³Student Affairs Department, West China Hospital of Stomatology, Sichuan University, Chengdu 610041, China

Corresponding author: Su Zhan, Email: su_zhan@qq.com

【Abstract】 Objective Aimed to analyze and summarize the development and evolution of dissertations in the field of temporomandibular joint (TMJ) specialization in China, discussing the research hotspots, development trends, and frontier trends of these dissertations to provide references for education and research in this field. **Methods** Using bibliometric analysis, this research was based on 658 temporomandibular joint specialization dissertations retrieved from the China National Knowledge Infrastructure (CNKI) database from 1993 to 2023. The Cite Space software was employed for visualization processing and analysis. Based on the methods including high-frequency keywords, keyword co-occurrence, emergent keywords, cluster analysis, and timeline analysis, the research hotspots and development trends of these dissertations were systematically summarized. **Results** The most frequently

occurring keywords in the research were condyle, condylar cartilage, and osteoarthritis. Research hotspots shifted from early biomechanics and technical studies to in-depth discussions on structural analysis and disease mechanisms. The interdisciplinarity of the field was prominently displayed, showing the diversified trend in the development of the discipline. **Conclusions** Future research needs to further focus on the application of new technologies, the deepening of interdisciplinary research, and research at the cellular and molecular levels, in order to promote the comprehensive development and innovation of talent training and research in TMJ education.

[Key words] Temporomandibular joint; Academic dissertation; Visualization analysis; Research hotspots; Development tendency

Fund program: Research Project of Higher Education Teaching Reform (10th), Sichuan University (SCU10174)

DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2024.04.006

颞下颌关节专业是口腔医学的重要组成部分。我国颞下颌关节专业始于20世纪50年代,到80年代进入快速发展期,至今已走过半个世纪。然而,对于该专业的高等教育发展情况缺乏系统性研究^[1-2]。有鉴于此,本研究回顾总结了我国近30年口腔医学研究生颞下颌关节专业硕、博士学位论文,基于关键词进行可视化处理,总结本领域学位发展趋势与研究热点,从而为我国口腔医学颞下颌关节专业的人才培养提供参考与指导。

资料与方法

一、数据检索

在中国知网(CNKI)数据库中检索颞下颌关节专业学位论文(检索关键词为颞下颌关节,检索学科为口腔医学,检索范围为学位论文),时间跨度为1993年1月1日至2023年1月1日,精确检索到658条检索结果,其中最早的1篇发表在2001年。将检索结果以Refworks格式导出。

二、研究工具

以Cite Space软件为分析工具,对检索文献进行计量分析,并通过图谱清晰展现该领域的研究热点与发展趋势等特点^[3]。进一步基于该软件可视化分析的功能,对所得学位论文进行系统归纳与分析,得到高频关键词、关键词共现、关键词聚类分析、关键词时间轴分析与关键词突现分析等。

三、研究方法

以导出的658篇论文为源数据,在Cite Space软件中设置参数:节点类型选择“Keywords”,时间跨度设置为“1993—2023”,时间切片设置为“1”,G指数设置为“k=20”,阈值设置为“Top N = 50”,运行软件进行可视化分析。

结 果

一、高频关键词与关键词共现

根据关键词出现的频次,按大小取前10位得到高频关键词表(表1)。关键词的中心性越高,起到的中枢作用越强;首次出现的年份可以体现出该关键词开始发展的时间。结果显示,排名前3的关键词依次为“髁突”(47次)、“髁突软骨”(33次)和“骨关节炎”(27次),其中髁突的频次与中心性(0.28)均居于首位。此外,“髁突软骨”“下颌骨”和“生物力学”等关键词也具有较高的中心性。

表1 我国口腔医学研究生颞下颌关节相关学位论文高频关键词表(前10位)

关键词	频数	中心性	首次出现年份
髁突	47	0.28	2007年
髁突软骨	33	0.21	2001年
骨关节炎	27	0.06	2012年
下颌骨	21	0.14	2002年
关节盘	18	0.04	2003年
生物力学	16	0.09	2002年
动物模型	14	0.06	2002年
下颌偏斜	14	0.01	2007年
咬合	13	0.07	2003年
软骨下骨	13	0.08	2006年

注:中心性为关键词的中介中心性,中心性的大小体现连接文献的多少。

关键词共现结果如图1所示,共显示297个节点和495条连线。结果显示,近30年我国口腔医学研究生颞下颌关节相关学位论文研究关键词之间连接度较高,共现关系较强,有多个节点起着桥梁作用。如髁突、髁突软骨、下颌骨和生物力学等具

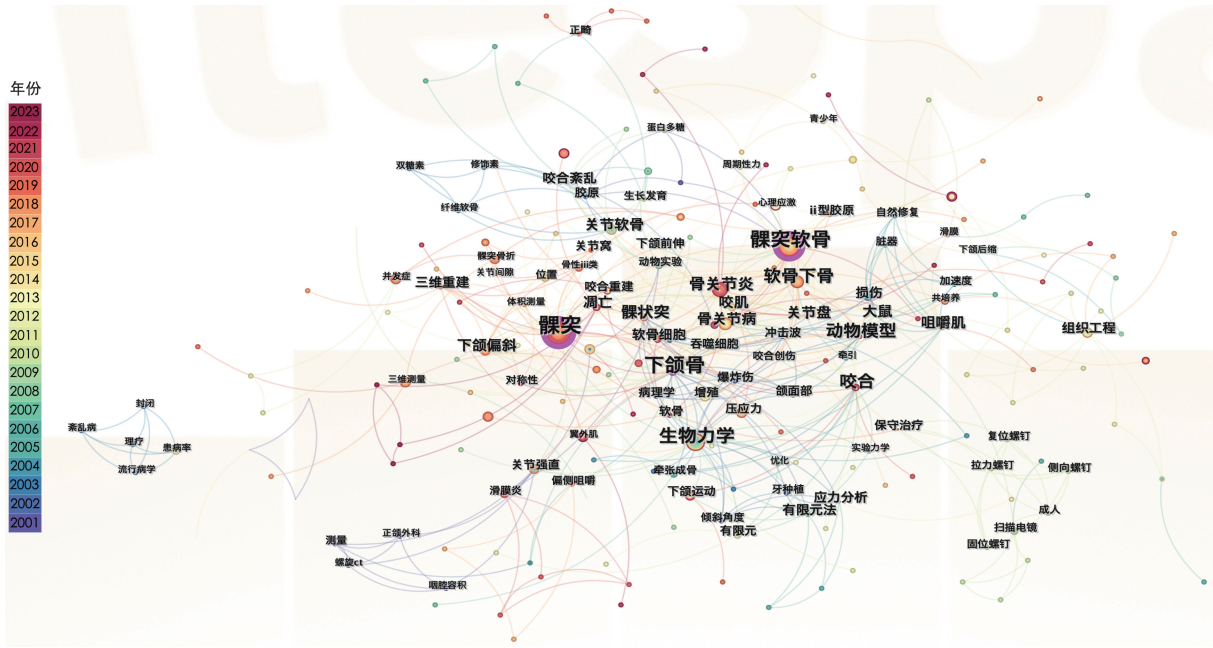


图1 我国口腔医学研究生颞下颌关节相关学位论文关键词共现结果图 各节点代表关键词,节点越大则关键词的频次越大,节点之间的连线表示2个关键词在同 一篇论文中出现,各点与线条的颜色由紫色到红色分别表示 2001—2023年(对应关系如左侧图标所示)。

有较高中心性的节点与多个节点相连,在共现知识图谱中具有重要的连接作用。由这些节点不断延伸出软骨下骨、咀嚼肌、骨关节炎和下颌偏斜等研究分支。“颞突及其亚单位”,包括颞突、颞突软骨、软骨下骨和软骨细胞等,是颞下颌关节相关疾患发生、发展过程中的重要环节。同时,骨关节炎是颞下颌关节常见病,发病率高、覆盖人群广,通过关键词共现知识图谱可以发现,“颞突及其亚单位”及骨关节炎是口腔医学研究生颞下颌关节专业学位论文研究的热点,并且围绕“颞突及其亚单位”,其周围结构如关节盘、关节窝、关节间隙和咀嚼肌等,分析方法如生物力学、有限元法、三维重建和动物模型等,相关疾病如骨关节炎、下颌偏斜、关节强直和颞突骨折等也得到了深入研究并延伸出分支,该网络呈现出研究重心明显、内容全面、方法多样和相互联系紧密的特点。

二、关键词突现、聚类与时间轴

突现关键词指为在某一时间段频次突然增加的关键词,突现强度最高的12个关键词如图2所示。发现随着时间推移,研究热点演变呈现从力学探索与技术研究发展向结构解析与疾病机理的转化,例如在2010年前,研究热点主要是生物力学、有限元法和头影测量等基础测量与力学模拟等,而在2010年后,颞突、咬肌等组织结构和颞突骨折、骨关节炎和骨性Ⅲ类错殆畸形等疾病内容逐渐成为研

究主流。部分关键词在同一段时间内呈现出较高突现强度,2004—2007年,生物力学、有限元法、咬合紊乱和头影测量4个关键词同时突现,多项研究通过头影测量或有限元法等方法对咬合紊乱患者的颞下颌关节进行了生物力学分析;2015—2017年,颞突软骨、颞突、颞突骨折和软骨下骨4个关键词同时突现,表明“颞突及其亚单位”的研究在这一时期成为研究热点。

关键词	首次出现年份	突现强度	开始年份	结束年份	2001—2023年
生物力学	2002	4.11	2002	2008	[Timeline bar]
有限元法	2002	3.03	2002	2007	[Timeline bar]
咬合紊乱	2002	2.87	2002	2009	[Timeline bar]
头影测量	2004	3.15	2004	2008	[Timeline bar]
组织工程	2010	2.93	2010	2011	[Timeline bar]
咬肌	2007	2.85	2010	2011	[Timeline bar]
颞突软骨	2001	3.73	2011	2017	[Timeline bar]
颞突	2007	4.14	2014	2021	[Timeline bar]
颞突骨折	2014	2.66	2014	2018	[Timeline bar]
软骨下骨	2006	2.95	2015	2017	[Timeline bar]
骨关节炎	2012	4.75	2018	2023	[Timeline bar]
慢性Ⅲ类	2018	2.91	2018	2019	[Timeline bar]

图2 我国口腔医学研究生颞下颌关节相关学位论文关键词突现结果 开始年份和结束年份表示该关键词作为研究前沿的起始和终止年份。浅蓝色线条代表该关键词尚未出现,深蓝色代表开始出现,红色代表成为研究热点。

关键词聚类结果如图3所示, Q 值为 0.722 9, S 值为 0.941 4, 聚类效果良好。总体上看,近 30 年的研究热点较为多元和分散,可得到 12 个聚类,按中心性排名分别为生物力学、颞突软骨、咀嚼肌、颞

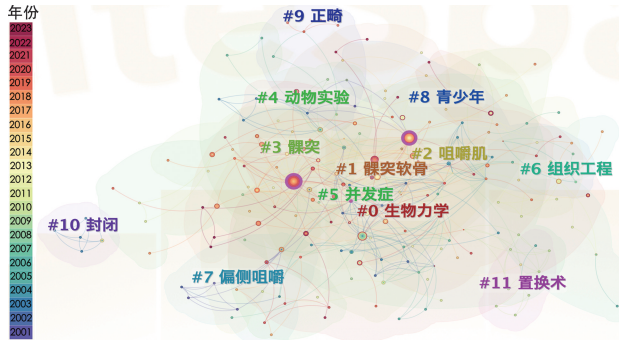


图3 我国口腔医学研究生颞下颌关节相关学位论文聚类图谱 各标签为聚类中心点,即在一个聚类中与其余关键词关系最密切的关键词;序号#0~#11表示,序号的大小代表该聚类下包含的关键词的多少;各点与线条的颜色由紫色到红色分别表示2001—2023年(对应关系如左侧图标所示)。

突、动物实验、并发症、组织工程、偏侧咀嚼、青少年、正畸、封闭和置换术,每个聚类代表1个研究领域或方向,排名前列的聚类主题可认为是我国口腔医学研究生颞下颌关节专业学位论文的关键研究方向。而从聚类与时间轴来看(图4),髁突软骨、动物实验和偏侧咀嚼3个聚类出现最早,于2001年出现;聚类生物力学与咀嚼肌紧随其后,分别出现于2002年和2003年。生物力学、髁突软骨和咀嚼肌3个聚类出现时间较长,长约20年。自2020年来,聚类髁突软骨下的关键词最多,研究最为活跃。从关键词和时间轴来看,每年涌现出8~19个新的关键词,表明该专业研究内容逐步创新。以每5年为1组,

发现2001—2005年期间涌现关键词最多并且包含了髁突软骨、下颌骨和生物力学等中心性较强的关键词,为该专业的发展奠定了良好的基础。2006—2010年涌现出髁突、软骨下骨等中心性较高的关键词。2011年及以后,骨关节炎为频次和中心性最高的关键词,表明其为近年来的研究热点。

讨论

一、研究热点

1. 髁突及髁突软骨:髁突是颞下颌关节的重要组成部分,是颞下颌关节功能的核心^[4]。其表面被覆着一层纤维软骨,对力学传导、关节适配和能量耗散等起关键作用^[5]。髁突病变如移位、炎症和改建等是颞下颌关节疾病的常见病因。髁突及髁突软骨相关研究一直是颞下颌关节领域的研究热点与重点,其研究内容主要集中在组织形态学、生物力学和病理生理学等。近年来,髁突及髁突软骨的微观解析,髁突形态与位置的受力分析,髁突及髁突软骨的组织工程修复以及各类治疗手段对髁突退行性病变的治疗效果等也引起广泛关注与深入研究^[6-7]。随着研究技术发展,细胞及分子层面上的研究,如髁突软骨细胞的再生与髁突软骨细胞中细胞因子的表达,也正逐渐成为研究热点^[8]。

2. 生物力学:生物力学基于物理原理和方法定量研究生物体中的力学问题。颞下颌关节力学环

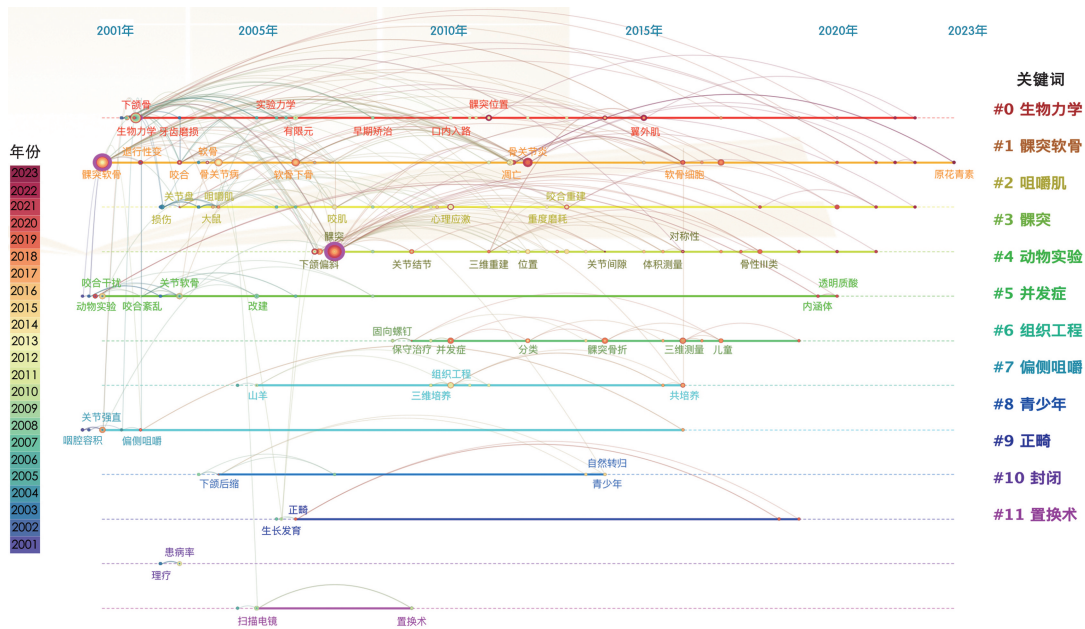


图4 我国口腔医学研究生颞下颌关节相关学位论文时间轴图谱 各节点代表关键词,节点越大则关键词的频次越大,各节点之间的弧形连线表示2个关键词在同1篇论文中出现,各点与弧线的颜色由紫色到红色分别表示2001—2023年(对应关系如左侧图标所示)。各聚类对应的直线线条为该聚类出现与终止的时间。

境复杂,既往难以获得力学检测数据。三维有限元建模分析作为一种实用、有效的力学分析方法,被广泛应用于颞下颌关节的疾病发展及治疗效果的研究中。利用三维有限元分析,人们已基本明确关节运动中髁突功能面的受力情况^[9]。随着技术发展与方法创新,髁突受力的真实世界研究取得长足发展。髁突软骨的杨氏模量、剪切模量和极限压缩应力等力学指标均已被明确或探索。

颞下颌关节在受到异常作用力的情况下,髁突及软骨会出现应力性病变乃至骨关节炎,关节盘会退行性变乃至穿孔变性,因此对不同情况下颞下颌关节的应力分析显得尤为重要^[10]。同时,髁突改建也是治疗效果评估的一重要指标^[11]。近年来,生物力学研究从静态到动态的转变即生物仿真技术的发展,为模型构建、病理机制探索和手术方案设计等提供了理论依据及指导作用^[12-13]。

3. 骨关节炎:颞下颌关节骨关节炎(temporo-mandibular joint osteoarthritis, TMJOA)是一种常见的退行性关节病变,可导致患者疼痛和运动受限^[14]。基础研究常着重于探索软骨进行性退变的病理机制,从单个趋化因子、生长因子和蛋白水平^[15-16],逐渐深入到信号通路中的多分子水平^[17]。随着纳米医学和微创理念的发展,近年多项研究积极探索纳米粒子在TMJOA治疗中的可行性^[18]。临床研究上,关节腔药物注射是一种疗效确切的保守治疗方案。但关节腔注射药物种类繁多、疗效不确切;因此,多项研究对不同药物的治疗效果进行探索与比较:从传统的透明质酸钠、非甾体类抗炎药至近年来出现的富血小板血浆、新型臭氧药物或多药联合应用^[19-20]。然而,手术治疗对于TMJOA疗效评估,或手术治疗与保守治疗的疗效对比仍缺乏高质量学位论文研究。

二、前沿趋势

颞下颌关节是人体最精密的关节之一,其可能受到多种因素的影响而出现临床症状^[21]。颞下颌关节紊乱病(temporomandibular joint disorder, TMD)是口腔第四大疾病,在我国的患病率高达31%~56%^[22],其关节功能结构解剖的多样性,发病机制的复杂性和不确定性,给其诊断以及治疗带来困难。因此,对TMD患者颞下颌关节组织结构、力学特点、发病机制和治疗方法的探究是颞下颌关节相关研究的热点之一。随着对疾病的认识加深,人们发现组织退行性改变,尤其是软骨与软骨下骨微结构破

坏是TMD发生、发展中不可忽视的一环。关于颞下颌关节微结构的高清解析,以及病理状态下微结构损害、微成分流失和微力学失效等成为TMD研究领域的前沿趋势。同时,随着研究技术的发展和研究内容的深入,例如软骨细胞的凋亡、炎症因子的变化以及信号通路的发现等,TMD治疗研究逐渐向在细胞和分子层面促进组织再生、改善组织炎症的趋势发展^[23-24]。

三、学科交叉

1. 颞下颌关节与殆学:多篇学位论文对各种错殆畸形状态下颞下颌关节的结构特征以及调殆治疗TMD的效果等进行了深入探究^[25-27]。TMD与咬合紧密相关,异常咬合会导致髁突位置改变,从而导致摩擦、关节内压力增加,进而引起肌肉紧张、关节结构紊乱的发生。颞下颌关节的异常改变也会影响下颌骨及下颌牙弓的位置,导致错殆畸形的发生^[28-29]。

2. 颞下颌关节与正畸学:已有多项研究聚焦正畸与颞下颌关节的相互关系。需要进行正畸治疗的错殆畸形患者同时患有TMD的可能性较高,在正畸过程中由于咬合发生变化导致的颞下颌关节软、硬组织改建,也可能出现患者罹患TMD的情况^[30]。同时,正畸治疗是以恢复患者的咬合平衡为主,对口颌系统的功能性、稳定性及牙周健康等多方面都要进行考量,通过正畸治疗解决错殆畸形问题,并在一定程度上缓解颞下颌关节症状,已成为部分TMD患者的治疗选择之一^[31]。

3. 颞下颌关节与颌面外科学:颞下颌关节疾病是颌面外科的治疗范畴之一,在颞下颌关节出现骨折、结构损伤等情况并在保守治疗无效的情况下,常常需要外科手术治疗^[32]。同时,部分颌面外科手术可能对颞下颌关节造成影响^[33]。在颌面外科研究领域,与颞下颌关节相关的研究热点为对各种手术治疗方法 and 手术并发症进行探究,例如分析不同手术治疗方法对髁突骨折的治疗效果、正颌术后对颞下颌关节结构及受力的影响等^[34-35]。

4. 颞下颌关节与修复学:TMD的发生与多种因素相关,其中包括牙列缺损后未得到及时修复导致咬合紊乱,颌位关系改变,造成颞下颌关节负荷过重而出现TMD症状^[36]。故此时对于TMD的最佳治疗方案为咬合重建。因此,已有多项研究分析不同咬合重建的方法对TMD症状的影响因素,其中包括髁突旋转角度、髁突位置和颞下颌关节腔间隙等^[37]。

四、结论

我国颞下颌关节专业的学位论文内容全面、重点突出、持续发展。髁突及其亚结构单位一直是本专业学位论文关注的焦点。围绕此热点问题,我国颞下颌关节专业学位论文重点关注了结构解析、生物力学和骨关节炎等研究方向。不仅在表观上进行了大量的形态学和临床技术研究,还在微观分子层面对疾病的发生机制与组织病理进行了探索。颞下颌关节专业与殆学、正畸学、颌面外科学及修复学之间的存在密切联系,充分体现了该专业多学科交叉的特点。

国外颞下颌关节专业研究与国内的总体发展趋势一致,由生物力学研究,到疾病症状的机制研究,以进一步分析病因、细分疾病种类和明确诊断标准^[38]。而后对治疗方案进行丰富与完善,如咬合板的保守治疗,关节穿刺和灌洗术的微创治疗,药物开发由透明质酸过渡到富血小板血浆^[39]。然而,国外进入分子和细胞学领域和组织再生领域,较国内稍早^[4]。

人体大关节与颞下颌关节的组成结构类似,其主要研究内容包括疾病的发生机制、诊断和治疗。但与颞下颌关节领域的研究内容主要为关节疼痛和运动障碍不同,大关节领域研究范围更广,在关节炎、创伤和肿瘤等多方面进行了深入研究。与此同时,针对治疗方法的研究而言,颞下颌关节疾病治疗方法以微创和无创为主,大关节的外科治疗方法研究更为广泛。目前,两者的研究都已深入到细胞与分子水平,并且聚焦于炎症信号通路的研究^[40]。

综上,颞下颌关节专业的人才培养不仅要把握专业前沿、结合临床现状,还要开阔视野、加强交叉,才能更好地提升学位教育水平,促进学科发展。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明 肖琦钦、赵文丽、任明君:数据收集、论文撰写;林丽、刘尧:数据整理、统计学分析;苏展:研究指导

参 考 文 献

[1] 刘洪臣. 我国颞下颌关节病的研究与临床进展[J]. 中华口腔医学杂志, 2014, 49(7): 385-389. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1002-0098.2014.07.001.

[2] 马绪臣. 我国颞下颌关节紊乱病研究及临床工作展望[J]. 中华口腔医学杂志, 1998, 33(4): 3-5. DOI: 10.3760/j.issn:1002-0098.1998.04.001.

[3] 陈悦, 陈超美, 刘则渊, 等. CiteSpace 知识图谱的方法论功能[J]. 科学学研究, 2015, 33(2): 242-253. DOI: 10.3969/j.issn.1003-2053.2015.02.009.

[4] Acri TM, Shin K, Seol D, et al. Tissue engineering for the temporomandibular joint [J]. *Adv Healthc Mater*, 2019, 8(2): e1801236. DOI: 10.1002/adhm.201801236.

[5] Chandrasekaran P, Kwok B, Han B, et al. Type V collagen regulates the structure and biomechanics of TMJ condylar cartilage: A fibrous-hyaline hybrid [J]. *Matrix Biol*, 2021, 102: 1-19. DOI: 10.1016/j.matbio.2021.07.002.

[6] Su Z, Tan P, Zhang J, et al. Understanding the mechanics of the temporomandibular joint osteochondral interface from micro- and nanoscopic perspectives [J]. *Nano Lett*, 2023, 23(24): 11702-11709. DOI: 10.1021/acs.nanolett.3c03564.

[7] Hu S, Yi Y, Ye C, et al. Advances in 3D printing techniques for cartilage regeneration of temporomandibular joint disc and mandibular condyle [J]. *Int J Bioprint*, 2023, 9(5): 761. DOI: 10.18063/ijb.761.

[8] Bechtold TE, Kurio N, Nah HD, et al. The roles of indian hedgehog signaling in TMJ formation [J]. *Int J Mol Sci*, 2019, 20(24): 6300. DOI: 10.3390/ijms20246300.

[9] Shu J, Luo H, Zhang Y, et al. 3D printing experimental validation of the finite element analysis of the maxillofacial model [J]. *Front Bioeng Biotechnol*, 2021, 9: 694140. DOI: 10.3389/fbioe.2021.694140.

[10] Jha N, Kim T, Ham S, et al. Fully automated condyle segmentation using 3D convolutional neural networks [J]. *Sci Rep*, 2022, 12(1): 20590. DOI: 10.1038/s41598-022-24164-y.

[11] 游弋. 单侧颞下颌关节强直三种治疗术式对双侧髁突生物力学影响的三维有限元研究[D]. 长沙: 中南大学, 2007.

[12] Teng H, Shu J, Wang Q, et al. Three-dimensional finite element analysis of temporomandibular joints in patients with jaw deformity during unilateral molar clenching before and after orthognathic surgery [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2021, 100(7): e24540. DOI: 10.1097/MD.00000000000024540.

[13] Zhang L, Qin H, Abdelrehem A, et al. Biomechanical evaluation of a standard temporomandibular joint prosthesis and screw arrangement optimization: A finite element analysis [J]. *J Craniofac Surg*, 2023, 34(6): 1888-1894. DOI: 10.1097/SCS.00000000000009471.

[14] Qin W, Zhang Z, Yan J, et al. Interaction of neurovascular signals in the degraded condylar cartilage [J]. *Front Bioeng Biotechnol*, 2022, 10: 901749. DOI: 10.3389/fbioe.2022.901749.

[15] Wang D, Yang H, Zhang M, et al. Insulin-like growth factor-1 engaged in the mandibular condylar cartilage degeneration induced by experimental unilateral anterior crossbite [J]. *Arch Oral Biol*, 2019, 98: 17-25. DOI: 10.1016/j.archoralbio.2018.11.002.

[16] 李亚祯. 大鼠下颌前伸模型中髁突改变及髁突 mTORC1 信号通路的研究[D]. 青岛: 青岛大学, 2019.

[17] Liu X, Li Y, Zhao J, et al. Pyroptosis of chondrocytes activated by synovial inflammation accelerates TMJ osteoarthritis cartilage degeneration via ROS/NLRP3 signaling [J]. *Int Immunopharmacol*, 2023, 124 (Pt A): 110781. DOI: 10.1016/j.intimp.2023.

- 110781.
- [18] 王翔宇. 聚多巴胺纳米粒在颞下颌关节骨关节炎治疗中的实验研究[D]. 上海:上海交通大学, 2021.
- [19] Peng BY, Singh AK, Tsai CY, et al. Platelet-derived biomaterial with hyaluronic acid alleviates temporal - mandibular joint osteoarthritis: Clinical trial from dish to human [J]. *J Biomed Sci*, 2023,30(1):77. DOI:10.1186/s12929-023-00962-y.
- [20] 郭锦锦. PRP联合SH治疗颞下颌关节骨关节炎的临床研究[D]. 乌鲁木齐:新疆医科大学, 2021.
- [21] Matheus HR, Özdemir ŞD, Guastaldi FPS. Stem cell - based therapies for temporomandibular joint osteoarthritis and regeneration of cartilage/osteocondral defects: A systematic review of preclinical experiments [J]. *Osteoarthritis Cartilage*, 2022,30(9):1174-1185. DOI:10.1016/j.joca.2022.05.006.
- [22] 谢丛蔓. 中国大陆地区颞下颌关节紊乱病流行趋势的系统评价及Meta分析[D]. 重庆:重庆医科大学, 2020.
- [23] 冉春泉. FAM20家族蛋白调控小鼠关节软骨发育过程的机制研究[D]. 大连:大连医科大学, 2021.
- [24] 徐小杰. 下颌髁突软骨中Sox9⁺浅层软骨细胞及Col10⁺深层软骨细胞对异常咬合刺激的生物学响应[D]. 新乡:新乡医学院, 2021.
- [25] 郑博文,刘奕. 颞下颌关节紊乱病与错颌畸形特征的关系[J]. *中国实用口腔科杂志*, 2023,16(2):139-142. DOI:10.19538/j.kq.2023.02.003.
- [26] Racich MJ. Occlusion, temporomandibular disorders, and orofacial pain: An evidence - based overview and update with recommendations [J]. *J Prosthet Dent*, 2018,120(5):678-685. DOI:10.1016/j.prosdent.2018.01.033.
- [27] Manfredini D, Stellini E, Gracco A, et al. Orthodontics is temporomandibular disorder-neutral [J]. *Angle Orthod*, 2016,86(4):649-654. DOI:10.2319/051015-318.1.
- [28] 辜文妍. 反颌与颞下颌关节结构紊乱病相关性研究[D]. 乌鲁木齐:新疆医科大学, 2019.
- [29] 阴哲炜. 骨性I类和II类错颌畸形患者前伸髁道斜度与部分咬合因素的相关性分析及病例报告[D]. 福州:福建医科大学, 2021.
- [30] Macrì M, Murrura G, Scarano A, et al. Prevalence of temporomandibular disorders and its association with malocclusion in children: A transversal study [J]. *Front Public Health*, 2022,10:860833. DOI:10.3389/fpubh.2022.860833.
- [31] 高博韬,刘奕. 正畸联合多学科治疗颞下颌关节紊乱病的研究进展[J]. *中国实用口腔科杂志*, 2023,16(4):398-401. DOI:10.19538/j.kq.2023.04.004.
- [32] Matheson EM, Fermo JD, Blackwelder RS. Temporomandibular disorders: Rapid evidence review [J]. *Am Fam Physician*, 2023,107(1):52-58.
- [33] Ma H, Shu J, Wang Q, et al. Effect of sagittal split ramus osteotomy on stress distribution of temporomandibular joints in patients with mandibular prognathism under symmetric occlusions [J]. *Comput Methods Biomech Biomed Engin*, 2020,23(16):1297-1305. DOI:10.1080/10255842.2020.1796984.
- [34] 张舒萌. 成人髁突囊内B型骨折手术与保守治疗效果的对比研究[D]. 兰州:兰州大学, 2022.
- [35] 阿西纳夫 ABHINAV SHRESTHA. 三维分析骨性III类错颌者正颌外科手术前后髁突轴角与前后向位置的变化[D]. 南宁:广西医科大学, 2019.
- [36] 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. DOI:10.1016/j.heliyon.2023.e20307.
- [37] 龚子画. 对两种修复方式修复前、后颞下颌关节CBCT影像及临床症状的比较研究[D]. 锦州:锦州医科大学, 2021.
- [38] Buescher JJ. Temporomandibular joint disorders [J]. *Am Fam Physician*, 2007,76(10):1477-1482.
- [39] Zotti F, Albanese M, Rodella LF, et al. Platelet-rich plasma in treatment of temporomandibular joint dysfunctions: Narrative review [J]. *Int J Mol Sci*, 2019,20(2):277. DOI:10.3390/ijms20020277.
- [40] Lu K, Ma F, Yi D, et al. Molecular signaling in temporomandibular joint osteoarthritis [J]. *J Orthop Translat*, 2022,32:21-27. DOI:10.1016/j.jot.2021.07.001.

(收稿日期:2024-06-09)

(本文编辑:王嫚)