



[DOI]10.12016/j.issn.2096-1456.2018.02.001

· 专家论坛 ·

颞下颌关节紊乱病与关节内压

张志光， 刘文静

中山大学光华口腔医学院·附属口腔医院口腔颌面外科, 广东省口腔医学重点实验室, 广东 广州(510055)



【通信作者简介】 张志光,二级教授,一级主任医师,博士生导师。中山大学光华口腔医学院·附属口腔医院原副院长。现任口腔颌面外科课程负责人、颞下颌关节病诊治中心主任、中华口腔医学会颞下颌关节病学及咬合专业委员会主任委员、中华口腔医学会口腔颌面外科专业委员会副主任委员、广东省口腔医学会副会长、广东省口腔医学会口腔颌面外科专业委员会名誉主任委员、中国整形美容协会副会长兼口腔整形美容分会候任会长,广东省整形美容协会会长、广东省整形美容协会口腔整形美容分会主任委员;担任《中华口腔医学杂志》、《中华口腔医学研究杂志(电子版)》、《中国口腔颌面外科杂志》等杂志编委;先后主持国家自然科学基金2项、省部级科研项目10项、卫生部临床学科重点项目1项;获得国家专利12项及计算机软件著作权1项;在国内外发表学术论文180余篇,其中被SCI收录35篇;主编专著1部,副主编专著1部,参编专著12部;获国家教委科技进步三等奖1项,广东省科学技术进步奖二等奖2项,广东省科学技术奖一等奖1项。2008年获国际牙医师学院院士,2011年获中山大学教学名师,招收硕士研究生、博士研究生、博士后共56名。2014年被评为中山大学首届名医,2000年评为国务院特殊津贴专家。

【摘要】 颞下颌关节是口腔颌面部咀嚼系统的枢轴关节,承担着口腔颌面部语言、咀嚼等复杂精细的功能运动。当颞下颌关节发生病理变化或者功能异常时,除了影像学、滑液的理化性质和生物因子的表达发生变化,关节内的压力数值也随之发生变化,并在一定程度上反映出颞下颌关节紊乱病的病理机制和病程。本文将作者课题组近30年来对正常及病理情况下颞下颌关节内压的变化规律相关研究,及其对颞下颌关节组织变化和生物力学的影响等进行阐述,以期为颞下颌关节紊乱病的临床诊疗提供新的思路。

【关键词】 口腔; 颞下颌关节; 颞下颌关节紊乱病; 关节内压

【中图分类号】 R782.6 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 2096-1456(2018)02-0069-06

【引用著录格式】 张志光,刘文静. 颞下颌关节紊乱病与关节内压[J]. 口腔疾病防治, 2018, 26(2): 69-74.

Temporomandibular disorders and intra-articular pressure ZHANG Zhiguang, LIU Wenjing. Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Hospital of Stomatology, Guanghua School of Stomatology, Sun Yat-sen University, Guangdong Provincial Key Laboratory of Stomatology, Guangzhou 510055, China
Corresponding author: ZHANG Zhiguang, Email: drzhangzg@163.com, Tel: 0086-20-83870387

【Abstract】 Temporomandibular joint is the pivot joint system in oral and maxillofacial chewing system, bearing the intricate function such as speaking and chewing movement. During the process of derangement or functional impairment of temporomandibular joint, there are some changes in radiograph or the synovial fluid physical and chemical proper-

【收稿日期】 2017-08-02; **【修回日期】** 2017-10-20

【基金项目】 国家自然科学基金项目(10972242); 卫生部临床重点项目(卫规财行[2010]439号)

【通信作者】 张志光,教授,博士, Email: drzhangzg@163.com



ties. Besides, the variation of intra-articular pressure also reflects the pathological mechanism and course of temporomandibular joint disorders. This article will review our related researches on intra-articular pressure of temporomandibular joint in the last 30 years, including the fluctuating rule, its significance of intra-articular pressure in TMJ and the effect of that on the joint physiopathology and biomechanics, to provide new ideas for clinical diagnosis and treatment of temporomandibular disorders.

【Key words】 Stomatology; Temporomandibular joint; Temporomandibular disorders; Intra-articular pressure

颞下颌关节紊乱病(Temporomandibular disorders, TMD)是口腔颌面部的常见疾病之一,是一类复杂的、涉及多因素的疾病,其病因及病理机制的不明确,给其诊断及基于相应病因机制的治疗带来困难。虽然目前临幊上以保守治疗为基础的综合序列治疗改善了部分患者的困扰,仍有一部分患者因为疗效不佳和过长的治疗程序而感到痛苦。因此,对TMD的发病机制及生物力学的影响一直是学者的研究对象和关注点^[1]。然而在众多因素中,关节内压(intra-articular pressure, IAP)作为这一力学微环境中的重要生物力学病理机制之一却较少被关注。

1 IAP的概念

IAP是关节腔内的流体压力,不仅反映了关节内外因素在各种功能状态下共同作用的综合结果,同时其腔内应力变化是维持关节结构和功能,反映其继发生物学效应和改建的主要调控因素之一。健康的颞下颌关节是维持频繁的下颌运动和咀嚼力传导的基础,而关节内应力的改变可能改变关节结构的组成与运动稳定,继而导致关节功能紊乱和软骨组织的降解破坏,因而对TMD的发病起着重要的作用^[2]。

2 颞下颌关节IAP的变化规律及其意义

本课题组自1988年起近30年间对颞下颌关节的关节腔内的流体压力进行了研究。从动物模型关节内压变化规律到正常人群关节内压测量和TMD病例进行系列研究,先后开发了关节内压测量仪和相关软件,建立正常人群口颌系统各种功能活动的IAP正常值,并利用流体力学分析研究,率先建立颞下颌关节滑液动力学的动态仿真模型,分析颞下颌关节各种生理、病理情况下以及手术过程中IAP、滑液流动和流体压力的变化规律^[3-9]。

2.1 中国正常人颞下颌关节IAP的参考值及其意义

本课题组前期^[6]采用Philip心内压测量仪,对符合纳入标准的22例,共43侧正常成年人志愿者(其中男女各11人,男性21侧,女性22侧)的颞下颌关节进行关节上腔一次成功穿刺,穿刺液清亮,对11种功能运动状态时颞下颌关节内压进行测量,获得目前唯一可供参考的正常人颞下颌关节IAP的参数。结果显示正常志愿者的下颌在开口、前伸、侧方和咀嚼等运动时颞下颌关节IAP主要为负值,范围为-22.3~+6 mmHg。其中当处于息止颌位时,男性IAP约为-3.68 mmHg,女性IAP约为-2.05 mmHg,平均-2.87 mmHg;咀嚼运动时IAP最低,平均-11.86 mmHg;而闭口运动时IAP最高,平均2.88 mmHg。在下颌功能运动中IAP的变化并非杂乱无章,以简单的开闭口运动为例,张口时IAP为负压,闭口时IAP逐渐升高,变化较为平缓,不超过10 mmHg。

下颌运动时变化的IAP与关节囊毛细血管中血液、关节囊间质、关节间隙的流体之间的静水压差以及胶体渗透压共同驱动着关节腔内滑液与外周循环之间的生理循环。颞下颌关节滑液正常规律的循环流动既保证关节界面的润滑,也影响关节物质代谢、细胞增殖、凋亡和细胞间信号传导等生理过程,成为维持颞下颌关节生理功能的另一重要调节因素。当IAP为负压时,有利于关节液的交换,防止水肿形成;而IAP升高时,则有利于将关节腔中的代谢产物和有害物质运走,防止进一步积液及血供的损害并维持滑膜的新陈代谢^[10]。

近年来,在一些体外和基础研究中也认为关节内负压在促进骨创伤的愈合中有独特的优势。关节内的负压必然导致低氧微环境,低氧有利于增加大鼠骨髓间充质干细胞的成骨能力^[11]。Yang等^[12-13]证实间断的负压可以成功诱导人骨髓干细胞向成骨细胞分化,促进成骨作用并阻止骨吸



收。负压可能促进血管上皮细胞的增殖和迁移,有利于血管的形成,从而为生长提供营养^[14]。在负压微环境中,关节液的IL-1β和TNF-α的含量比对照组低^[15],而这些炎性因子产生的炎性产物或基质蛋白酶不仅促使骨组织降解,而且阻碍组织愈合^[16]。那么负压的关节内环境不仅减少这些因子的分泌,继而减少其他炎性介质的释放,从而阻止骨和软骨组织的破坏降解,有利于愈合。

髁突软骨的完整性也是颞下颌关节正常运动的保证,本课题组利用自制压力装置,模拟关节内压力环境,对体外培养的兔下颌髁突软骨细胞施以不同压力,发现压力的大小和作用时间对软骨细胞合成蛋白多糖均有影响,其中-0.05 MPa的压力持续作用30 min不仅能促进细胞增殖,而且促进软骨细胞蛋白多糖的合成代谢,为负压的颞下颌关节微环境的动力特征提供证据,提示在关节腔内的力学环境利用种子细胞进行软骨组织工程的可能^[17]。

2.2 颞下颌关节IAP变化的病理学意义

IAP会随着关节运动和关节疾病的严重程度而产生异常波动。Nitzan^[18]对35位TMD患者关节内压的监测中发现在开口时关节内压范围约为-130~-5 mmHg,而在磨牙时关节内压波动范围为8~200 mmHg。特别是在不良的咀嚼习惯和咬合紊乱的情况下,关节负荷明显异常^[19]。很多关节疾病如风湿性关节炎、骨关节炎患者,由于关节腔中渗出积液会导致关节内负压消失,IAP升高^[20],从而导致滑膜毛细血管网等关节组织血流量减少。那么,较长时间的缺血可导致骨组织的坏死^[21];异常的关节内压力负荷也可能引起细胞因子、促炎因子、基质降解酶类及其他涉及关节疾病发生发展的生物活性分子的产生^[22-23],这些都成为造成关节病理变化迁延不愈的重要原因。

由于颞下颌关节独特的结构特征,以及承担复杂的功能运动,IAP的变化受众多因素的影响,如关节盘的状态、关节腔大小、滑液量多少、髁突位置、关节解剖形态、滑膜的穿透性、关节囊的顺应性等。尽管笔者在研究中发现颞下颌关节紊乱病患者的IAP差异很大,但部分患者存在一定规律。如关节盘不可复性盘前移位患者尽管在影像学诊断上同为不可复性盘前移位,临床表现也基本相同,但其关节上腔内压却有较大差异。课题组通过记录16位颞下颌关节盘不可复性前移位患者共22侧关节内压测量值以及相关

内镜检查结果,根据其IAP变化将其分为以下3种类型^[4]。

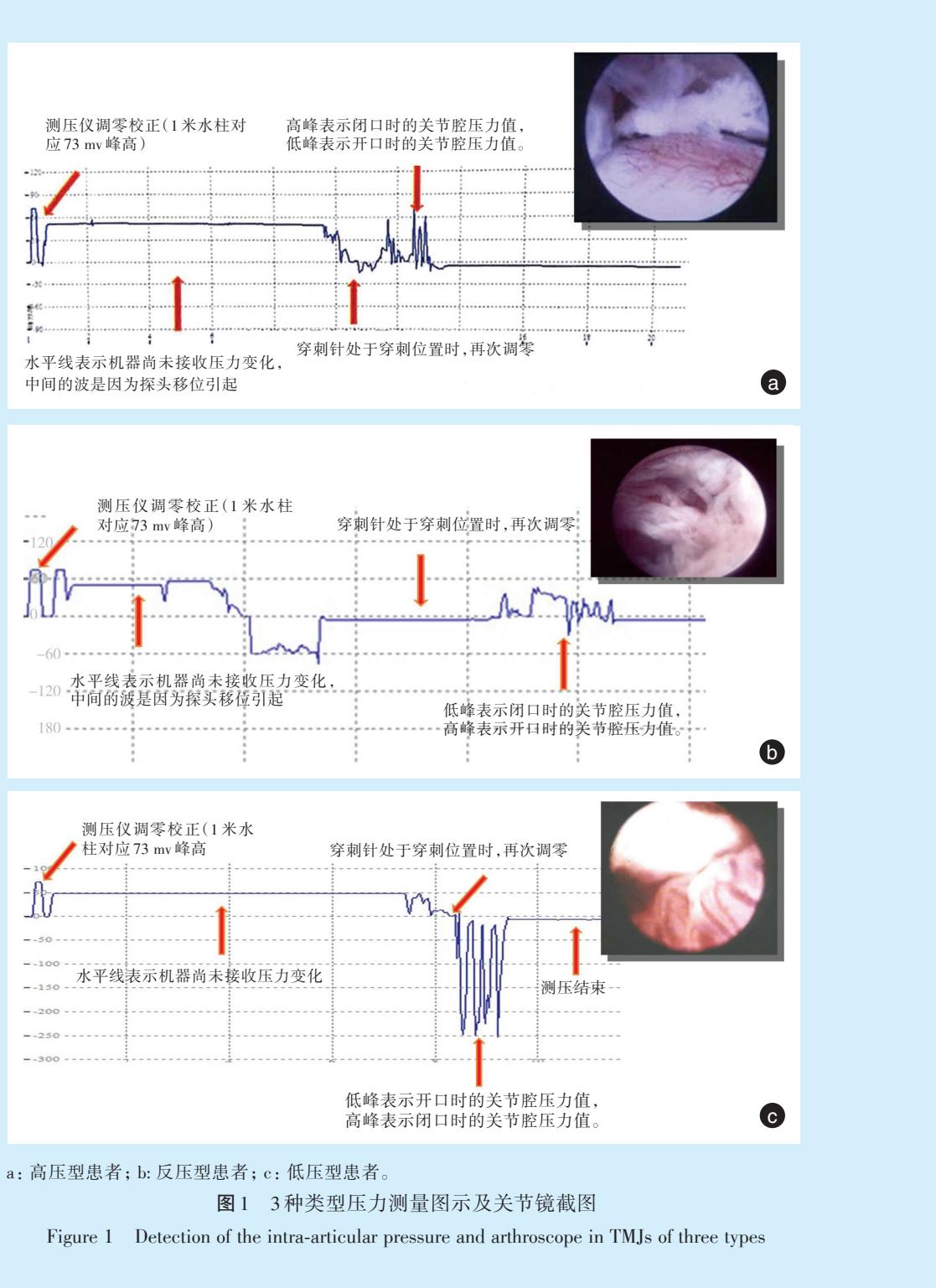
2.2.1 高压型 关节上腔内IAP普遍升高且波动幅度增大,开口位压力平均为(7.11 ± 17.87) mmHg,闭口位平均为(9.65 ± 7.03) mmHg; IAP的异常增高改变关节囊内滑膜结构的穿透性,因而波动幅度较正常人剧烈,且闭口位时IAP高于开口位(图1a)

2.2.2 反压型 IAP变化异常,即在开口位压力值高于闭口位,开口位压力为平均(7.48 ± 8.49) mmHg,闭口位为平均(-3.91 ± 6.25) mmHg。在反压型患者中,根据前期内镜观察结果,患者的关节结构病理改变严重,存在大量的纤维假壁,既相互黏连制动,又将关节上腔分成若干“小憩室”,妨碍关节内的液体流动,从而导致关节内压波动异常。此类患者常表现在关节上腔注射少量灌洗液便形成强灌注压、关节上腔不同进针点IAP值差异性大等特征,从而阻碍关节组织微循环导致组织破坏进展。所以对此类患者可根据IAP的具体情况考虑关节镜下灌洗清除异常物质、松解黏连等治疗(图1b)。

2.2.3 低压型 又称“吸盘型”,即关节腔内压处于异常负压,开口位压力平均为(-114.49 ± 91.61) mmHg,闭口位为平均(-61.24 ± 24.03) mmHg。在低压型患者中,由于功能紊乱,关节盘跟随髁突运动时,紧密附着于关节窝上,关节盘不能顺利滑动复位,临床上常表现为大张口疼痛。尽管影像学上表现为前移位,开口度仍在接受范围之内。对于这类型患者则以改善异常负压,消除吸盘效应为主要治疗目标(图1c)。

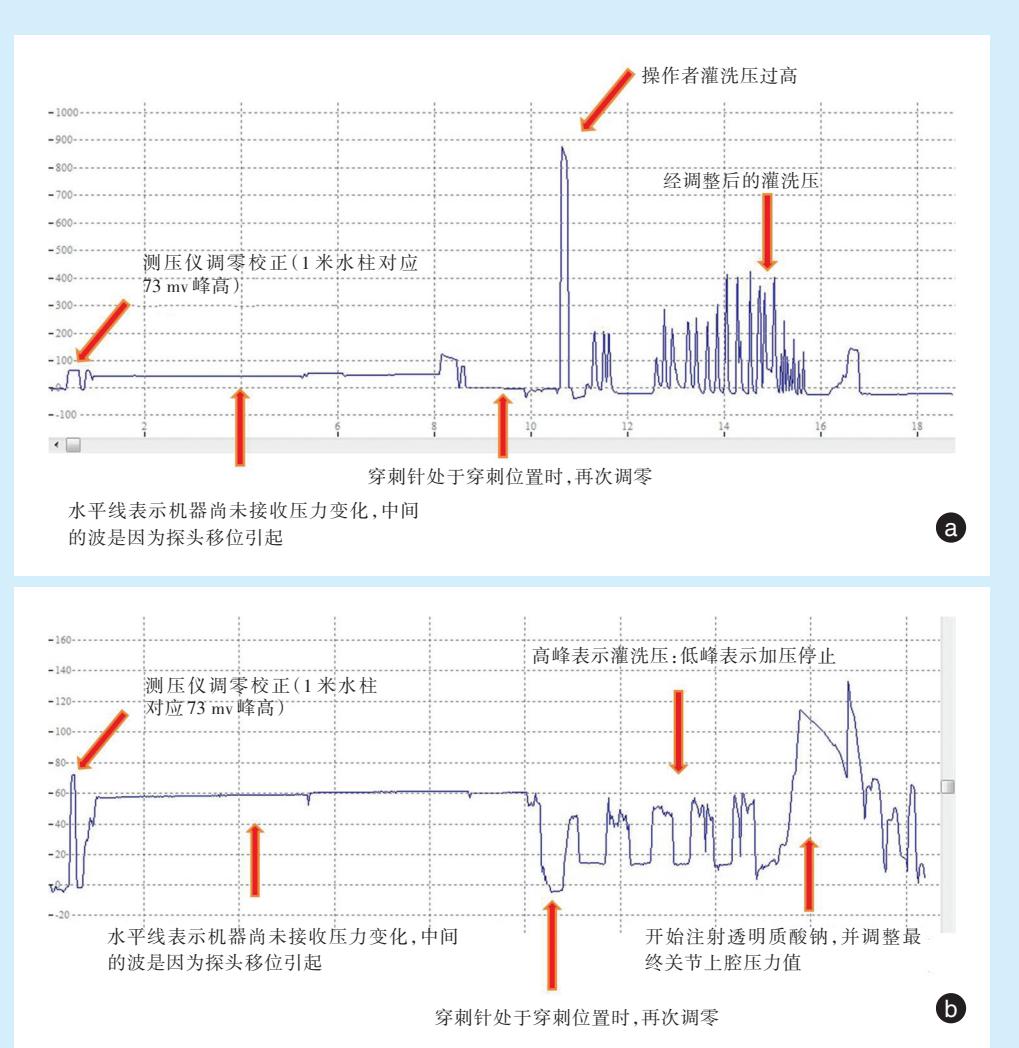
3 TMD的“调压”治疗

经保守治疗无效的颞下颌关节不可复性盘前移位患者,关节灌洗术为主流选择。然而对介入手术操作的时机、操作技术和疗效评判上不同学者的看法并不一致,对患者的个体治疗模式更多依赖个人经验。目前,关节灌洗术的方法有单针灌洗法、双针灌洗法。其中单针灌洗法的灌注压波动幅度最为敏感,容易出现较高的灌注压(图2a),而双针灌洗法则可根据不同灌洗针的孔径组合、灌洗力量从而实现较为平稳灌注压进行关节灌洗(图2b)。同为不可复性盘前移位患者,因为IAP的差异性,只有合理的选择灌洗方式才可以明显减少关节灌洗术后并发症和提高关节灌洗术的临床疗效^[9]。



关节手术的相关治疗会改变相应的关节内压进而对治疗的效果产生影响，因此在大体(如踝关节)关节手术治疗时将关节内压的因素变化纳入评估范围已引起相关学者的关注^[24-26]。因此笔者采用双套管穿刺方法建立测压通道，对TMD患者IAP分析分型后根据不同的类型采用不同的关

节手术方式，例如对吸盘型患者，只需提升IAP便可改善患者的临床症状，灌洗后利用透明质酸钠调高IAP，常可获得良好的临床疗效；而对高压型患者，重点在于清除关节腔内炎性物质，可以选用灌注压较低的双针灌洗方法，盲目采用单针高压灌洗术可能适得其反；对反压型患者，推荐关



a: 患者接受单针灌洗时的关节上腔灌洗压力监测图; b:患者接受双针灌洗及术后调压治疗的压力监测图。

图2 压力监测图

Figure 2 Detection of the intra-articular pressure

节镜松解治疗作为首选治疗方案。参考 IAP 根据不同分型提供“加压”或“减压”的治疗方法,统称为“调压”治疗,既弥补了传统检查手段的系统性缺陷,也可以获得更好的治疗效果。

健康的颞下颌关节是正常良好的行使下颌运动的基础。关节内的负压可能为关节在运动中提供稳定并在促进正常的关节结构中起重要的作用,那么异常的IAP改变可引起临床及生物力学的变化,必然与关节内的相关结构改建和病理机制有关。基于此,笔者以关节内压作为关节疾病诊断和疗效评价的一个比较客观量化的指标,建立正常人群口颌系统各种功能运动的IAP参考值,并根据临床对TMD患者IAP的测定,首次从生物力学角度将

TMD划分为“高压型”、“低压型”和“反压型”,初步建立了以流体力学特征为依据的TMD“调压”治疗体系,以期形成以关节内压为轴心的临床诊断、方案制定、术式改进和疗效评价的完整规范化模式。目前,笔者研制的颞下颌关节内压测量系统采用了传统液体式压力测量的原理并与压力传感器的结合,该测量系统加入了计算机数据分析显示系统,实现了对测量数据的实时采集,以及关节内压力变化的动态分析^[3]。随着医学工程学技术的发展,超声、核磁共振及改良的电气设备的应用,使得压力的非介入性测量技术也逐渐成为了可能。提高测量的准确性、降低测量方法的技术门槛,实现从微创向无创医疗的发展也是未来关注方向。



参考文献

- [1] Israel HA. Internal derangement of the temporomandibular joint: new perspectives on an old problem[J]. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*, 2016, 28(3): 313-333.
- [2] Kuroda S, Tanimoto K, Izawa T, et al. Biomechanical and biochemical characteristics of the mandibular condylar cartilage[J]. *Osteoarthritis Cartilage*, 2009, 17(11): 1408-1415.
- [3] 许跃, 陈缵光, 张志光, 等. 颞下颌关节内压力测量系统的研制[J]. 中华口腔医学研究杂志(电子版), 2008, 2(3): 245-248.
- [4] Zhang ZG, Xu Y, Zheng YH, et al. Measurement and classification of intra-articular pressure in the temporomandibular joint with anterior disc displacement without reduction[J]. *Chin J Dent Res*, 2002, 5(2): 34-38.
- [5] 许跃, 张志光, 郑有华. 突发性严重绞锁颞下颌关节的压力测量和分析[J]. 华西口腔医学杂志, 2005, 23(1): 41-42.
- [6] 张志光, 任材年, 陈光晔, 等. 正常成人颞下颌关节腔内压测量与分析[J]. 中山医科大学学报, 1995, 1(3): 57-60.
- [7] Xu Y, Zhan J, Zheng Y, et al. Synovial fluid dynamics with small disc perforation in temporomandibular joint[J]. *J Oral Rehabil*, 2012, 39(10): 719-726.
- [8] Xu Y, Zhan JM, Zheng YH, et al. Computational synovial dynamics of a normal temporomandibular joint during jaw opening[J]. *J Formos Med Assoc*, 2013, 112(6): 346-351.
- [9] Xu Y, Lin H, Zhu P, et al. A comparative study between use of arthroscopic lavage and arthrocentesis of temporomandibular joint based on computational fluid dynamics analysis[J]. *PLoS One*, 2013, 8(11): e78953.
- [10] 张志光. 颞下颌关节紊乱病关节腔内压测量与关节镜外科[J]. 中华口腔医学杂志, 2004, 39(2): 168-170.
- [11] Lennon DP, Edmison JM, Caplan AI. Cultivation of rat marrow-derived mesenchymal stem cells in reduced oxygen tension: effects on in vitro and in vivo osteochondrogenesis[J]. *J Cell Physiol*, 2001, 187(3): 345-355.
- [12] Yang Z, Liu M, Zhang YG, et al. Effects of intermittent negative pressure on osteogenesis in human bone marrow-derived stroma cells[J]. *J Zhejiang Univ Sci B*, 2009, 10(3): 188-192.
- [13] Yang Z, Yao JF, Xu P, et al. Functions and mechanisms of intermittent negative pressure for osteogenesis in human bone marrow mesenchymal stem cells[J]. *Mol Med Rep*, 2014, 9(4): 1331-1336.
- [14] Baldwin C, Potter M, Clayton E, et al. Topical negative pressure stimulates endothelial migration and proliferation: a suggested mechanism for improved integration of Integra[J]. *Ann Plast Surg*, 2009, 62(1): 92-96.
- [15] Sun Z, Wang X, Ling M, et al. Acceleration of tendon-bone healing of anterior cruciate ligament graft using intermittent negative pressure in rabbits[J]. *J Orthop Surg Res*, 2017, 12(1): 60.
- [16] Liu W, Sun Y, He Y, et al. IL-1 β impedes the chondrogenic differentiation of synovial fluid mesenchymal stem cells in the human temporomandibular joint[J]. *Int J Mol Med*, 2017, 39(2): 317-326.
- [17] 郑卫平, 苏凯, 张志光, 等. 压力对体外培养下颌髁状突软骨细胞基质中蛋白多糖合成的影响[J]. 中山大学学报(医学科学版), 2006, 23(z1): 120-122.
- [18] Nitzan DW. Intraarticular pressure in the functioning human temporomandibular joint and its alteration by uniform elevation of the occlusal plane[J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 1994, 52(7): 671-680.
- [19] Linsen SS, Reich RH, Teschke M. Pressure pain threshold and oral health-related quality of life implications of patients with alloplastic temporomandibular joint replacement--a prospective study [J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2012, 70(11): 2531-2542.
- [20] Rutherford DJ. Intra-articular pressures and joint mechanics: should we pay attention to effusion in knee osteoarthritis?[J]. *Med Hypotheses*, 2014, 83(3): 292-295.
- [21] Wu K, Huang J, Wang Q. The use of superselective arteriography in the evaluation of the influence of intracapsular hip joint pressure on the blood flow of the femoral head[J]. *Med Princ Pract*, 2016, 25(2): 123-129.
- [22] Wu MJ, Lu HP, Gu ZY, et al. Involvement of the MAPK pathway in the pressure-induced synovial metaplasia procedure for the temporomandibular joint[J]. *Genet Mol Res*, 2016, 15(2). doi: 10.4238.
- [23] Wu M, Xu T, Zhou Y, et al. Pressure and inflammatory stimulation induced increase of cadherin-11 is mediated by PI3K/Akt pathway in synovial fibroblasts from temporomandibular joint[J]. *Osteoarthritis Cartilage*, 2013, 21(10): 1605-1612.
- [24] Krause F, Barandun A, Klammer G, et al. Ankle joint pressure changes in high tibial and distal femoral osteotomies: a cadaver study[J]. *Bone Joint J*, 2017, 99-B(1): 59-65.
- [25] Choi GW, Lee SH, Nha KW, et al. Effect of combined fibular osteotomy on the pressure of the tibiotalar and talofibular joints in supramalleolar osteotomy of the ankle: a cadaveric study[J]. *J Foot Ankle Surg*, 2016, 56(1): 59-64.
- [26] McConkey MJ, Valenzano DM, Wei A, et al. Effect of the proximal abducting ulnar osteotomy on intra-articular pressure distribution and contact mechanics of congruent and incongruent canine elbows Ex vivo[J]. *Vet Surg*, 2016, 45(3): 347-355.

(编辑 罗燕鸿, 徐平平)