

· 专家共识 ·

瓷美学修复中预备体边缘与修复体边缘的 专家共识

于海洋¹ 岳莉¹ 刘伟才² 刘峰³ 牛丽娜⁴ 邵龙泉⁵ 廖红兵⁶ 骆小平⁷ 李鸿波⁸
江青松⁹ 于皓¹⁰ 赵彬¹¹ 吴哲¹² 李长义¹³ 吴国锋⁷ 王焱¹⁴ 牟雁东¹⁵ 刘云松³
张海洋¹⁶ 陈吉华⁴ 刘洪臣⁸

1. 口腔疾病研究国家重点实验室 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. 同济大学附属口腔医院, 上海 200072; 3. 北京大学口腔医(学)院, 北京 100081;
4. 第四军医大学口腔医院, 西安 710032; 5. 南方医科大学南方医院, 广州 510280;
6. 广西医科大学附属口腔医院, 南宁 530013; 7. 南京大学医学院附属口腔医院, 南京 210008;
8. 解放军总医院第一医学中心口腔科, 北京 100853;
9. 首都医科大学附属北京口腔医院, 北京 100006;
10. 福建医科大学附属口腔医院, 福州 350002; 11. 山西医科大学口腔医(学)院, 太原 030012;
12. 广州医科大学附属口腔医院, 广州 510013; 13. 天津医科大学口腔医院, 天津 300070;
14. 中山大学光华口腔医学院·附属口腔医院, 广州 510055;
15. 电子科技大学附属医院·四川省人民医院口腔科, 成都 610072;
16. 吉林大学口腔医院, 长春 130021

[摘要] 瓷美学修复是固定修复的热点, 如何提升其边缘修复效果一直是瓷美学修复诊疗水平提升、相关并发症防治的重点以及医技合作的难点。但长期以来固定修复中对边缘的定义与分类、预备术以及制作工艺、质检等还存在诸多不完整的认知, 医技统筹合作不足, 而实操中医生或技师常常也缺乏核查牙体预备磨切量、预备体与修复体外形形态的可靠方法, 大多依赖目测观察和个人经验。这些认知和医技实操的模糊欠缺, 使得当前固定修复的边缘质量难以获得进一步的提升。随着数字化诊疗及制作技术在瓷美学修复中的大量运用, 数字化牙科扫描及数控切削对边缘质量提出了更高更明确的要求, 无法被扫描识别的边缘, 无法信息化, 再便捷的数字化流程也无法进行下去; 不符合数控加工规范的过薄过锐的边缘即使扫描成功, 也无法准确切削。为了更好地解决上述难题, 有效提升边缘质量, 集合了参与专家的共同意见, 本文将从边缘涉及的不规则微小目标修复体空间的分析设计梳理入手, 采用口腔立体几何“线一面一体”视角, 定义了预备体边缘和修复体边缘“两个边缘”的内涵, 并对8个亚分类概念进行解读, 进一步提出可及性好的两个边缘宽度的实测方法, 以及临床和制作的质检实测核查方案。以实测核查几何量一目标修复体空间为特征的两个边缘的新认识与新方案, 将对全程数字化瓷美学修复提供更好的支撑。

[关键词] 预备体边缘; 修复体边缘; 瓷美学修复; 数字化; 实测; 医-患-技交流合作

[中图分类号] R 783.3 **[文献标志码]** A **[doi]** 10.7518/hxkq.2022.02.001



开放科学(资源服务)
标识码(OSID)

Consensus on the preparation margin and restoration margin in ceramic esthetic rehabilitation Yu Haiyang¹, Yue

Li¹, Liu Weicai², Liu Feng³, Niu Lina⁴, Shao Longquan⁵,
Liao Hongbing⁶, Luo Xiaoping⁷, Li Hongbo⁸, Jiang Qing-
song⁹, Yu Hao¹⁰, Zhao Bin¹¹, Wu Zhe¹², Li Changyi¹³, Wu
Guofeng⁷, Wang Yan¹⁴, Mou Yandong¹⁵, Liu Yunsong³,
Zhang Haiyang¹⁶, Chen Jihua⁴, Liu Hongchen⁸. (1. State

[收稿日期] 2021-12-01; **[修回日期]** 2022-01-05

[基金项目] 国家自然科学基金(82071145); 四川大学交叉学科创新项目(RD-03-202009)

[作者简介] 于海洋, 教授, 博士, E-mail: yhyang6812@scu.edu.cn

[通信作者] 于海洋, 教授, 博士, E-mail: yhyang6812@scu.edu.cn

Key Laboratory of Oral Diseases & National Clinical Research Center for Oral Diseases & West China Hospital of Stomatology, Sichuan University, Chengdu 610041, China; 2. Hospital of Stomatology, Tongji University, Shanghai 200072, China; 3. School and Hospital of Stomatology, Peking University, Beijing 100081, China; 4. School of Stomatology, The Fourth Military Medical University, Xi'an 710032, China; 5. Nanfang Hospital, Southern Medical University, Guangzhou 510280, China; 6. College of Stomatology, Guangxi Medical University, Nanning 530013, China; 7. Nanjing Stomatological Hospital, Medical School of Nanjing University, Nanjing 210008, China; 8. Research Institute of Stomatology, Chinese PLA General Hospital, Beijing 100853, China; 9. Beijing Stomatological Hospital, School of Stomatology, Capital Medical University, Beijing 100006, China; 10. School and Hospital of Stomatology, Fujian Medical University, Fuzhou 350002, China; 11. Shanxi Medical University School and Hospital of Stomatology, Taiyuan 030012, China; 12. Affiliated Stomatology Hospital of Guangzhou Medical University, Guangzhou 510013, China; 13. Stomatological Hospital, Tianjin Medical University, Tianjin 300070, China; 14. Guanghua School of Stomatology, Hospital of Stomatology, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510055, China; 15. Dept. of Stomatology, Sichuan Provincial People's Hospital, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610072, China; 16. Hospital of Stomatology, Jilin University, Changchun 130021, China)

Supported by: The National Natural Science Foundation of China (82071145); The Research Fund of Inter-disciplinary Innovation Project from Sichuan University (RD-03-202009). Correspondence: Yu Haiyang, E-mail: yhyang6812@scu.edu.cn.

[Abstract] In esthetic rehabilitation, methods used to enhance the margin quality have always been the focus and difficulty of improving the level of diagnosis and treatment, prevention and treatment of complications, and collaboration between clinicians and technicians. However, it is impeded by the ambiguous definition and classification of margin, unstandardized tooth preparation, manufacturing process of restoration, and lack of reliable means of checking the quantitative requirements of preparation or restoration. The digital technologies that are increasingly applied, such as intra-oral scanner, impression scanner, and computerized numerical control cutting machine, have strict requirements about margin quality. Failure of recognizing margins by these scanners will hinder the digital process of diagnosis and treatment. Even if these sharp and narrow margins are successfully scanned, they cannot be milled accurately. To overcome these problems, this article demonstrated the clear and complete definition of preparation margin and restoration margin, as well as their subclassifications, by analyzing the target restoration space from a geometric perspective. Practical approaches to measuring the margin width and inspecting the margin quality were proposed. The new and full understanding and proposal about preparation margin and restoration margin characterized by measurements will effectively support the thoroughly digitalized process of esthetic rehabilitation using porcelain in fixed prosthodontics, which is based on the guidance of values.

[Key words] preparation margin; restoration margin; esthetic porcelain rehabilitation; digitalization; physical measurement; clinician-patient-technician collaboration

瓷美学修复是固定修复的热点，一般是通过牙体预备磨除一部分牙体组织，使用瓷修复材料进行目标牙外轮廓或内部分层空间的替换，从而获得牙体或牙列美学效果改善的一种治疗方式。随着微创理念的普及，不少患者求医问药的关注点转变为最小医源性损伤和最少疾病负担。与此相呼应，当前瓷美学修复中预备时的“微创”、修复体“超薄”已经成为行业热词，也使得修复体替换的牙体预备空间常常小于1 mm，而这类微小空间的设计、获得和转移的专业需求，客观上也呼唤着高精度的预备手术、更精细的数控切削以及更有效的医—患—技交流合作^[1-2]。在预

备体的制备和修复体的制作中，二者的“量与形”控制是重点，而高质量边缘的实现又是“量与形”控制的核心目标，是瓷美学修复诊疗水平提升、相关并发症防治的重点，也是当前医技交流的盲点和难点^[3]。

随着瓷贴面、瓷嵌体等数字化美学修复方式的丰富，预备体的边缘已经不再局限于颈部边缘，甚至可以位于冠部任何位置，因此传统固定修复中对预备体和修复体边缘的定义有待升级完善。从牙体预备实操层面看，临床医生大多依赖个人经验，但常用的肉眼目测观察下很难对预备体的边缘做到精准的手术控制与一对一核查；在制

作端,技师对修复体边缘的制作与质检,也缺少客观的可实测检验的指标。这些认知和实操常规的不足,也直接影响了医技交流合作的效果。随着数字化瓷美学修复中的普及使用,临床对牙体预备尤其是边缘的预备质量提出了更高的要求。因此,为了全程数字化瓷美学修复的顺利实施,在临床端获得高质量的预备体十分重要,也是后面制作端生产高质量数字化修复体的必要条件,这些问题的解决亟需对于两个边缘的内涵有更为完整和准确的理解。

本文依据参与专家们的讨论意见,结合牙体预备技术以及数字化诊疗技术的规范要求^[4-5],从口腔立体几何的视角,对瓷美学修复中预备体边缘和修复体边缘进行定义与分类讨论,并提出两个边缘的命名方式、实测及质量检验方法,剖析边缘质量提升的途径,为实现全程数字化瓷美学修复提供了新思路。

1 美学修复中边缘的认知现状

1.1 现有的关于边缘的评价认知

预备体的边缘线是修复体与剩余牙体组织之间的外侧边界,根据剖面外形分为刃状、斜面、凹面、肩台4种主要形式,是医师通过边缘设计和牙体预备获得的界面。预备体与修复体边缘质量的高低将直接影响固定修复长期、稳定的有效性^[6-8]。一个具有可重复性、精准且平滑的预备体边缘将显著提高固定修复的边缘密合质量,能有效避免边缘微渗漏所导致的继发龋、牙周附着丧失等并发症的发生,这也正契合了固定美学修复中“基于牙体牙髓、牙周及功能健康的固定修复”的核心理念^[6-8]。口腔修复中的边缘不仅代表了医师临床操作过程中牙体预备范围的边界,还代表了临床医师和技师间信息交流的边界,代表了修复体与天然牙及邻近软硬组织的边界,更直接关系到“最小医源性损伤和最少疾病负担”能否实现。

1.2 “边缘”认知的现状

1.2.1 国内修复学教材中边缘的相关定义 目前国内的本科及研究生等教材对边缘相关概念定义主要是基于全冠预备体,不涉及瓷贴面、瓷嵌体等。如人民卫生出版社第8版本科生规划教材《口腔修复学》中将预备体边缘称为肩台,而瓷贴面修复中颈部肩台只是边缘的一部分或一种,而瓷嵌体中边缘也可能在牙冠部非颈部的位置,即肩台是

边缘的一种常见形式而已,二者是包含或从属关系;同时教材又将肩台定义为90°的直角肩台,宽1 mm,位置明确位于颈部,没有包含当前美学修复中已有的应用范围;另外,根据剖面外形分为刃状、斜面、凹槽、肩台等4种设计形式^[7]。而在“十三五”研究生规划教材《口腔固定修复学》中的论述是将修复体边缘定义为修复体—预备体复合体唯一与口腔环境发生沟通的区域,而修复体与剩余牙体组织之间的边界就是预备体的边缘线,根据剖面外形又分为刃状、斜面、凹面、肩台、带斜面肩台等5种主要形式。其是通过医师边缘设计和牙体预备的操作获得的界面;同时其也将边缘终止线定义为预备体与剩余牙体组织形成的连续过渡的边缘形式^[3]。由此可见,目前国内教材对“边缘”尚未进行全面的解释,结合美学修复的重点运用需求,实际上容易产生认知混淆。

1.2.2 国外学者对于边缘(margin)与完成线(finishing line)的定义 其实在国外的口腔固定修复学中,边缘和完成线的解释也呈现定义不明确、涵义模糊的状态,2017年*Journal of Prosthetic Dentistry*第9版修复学词表中对完成线和边缘的表述模糊,其将完成线定义为:“为预备和未预备的牙体结构与修复材料的边缘的连接处(the junction of prepared and unprepared tooth structure with the margin of a restorative material)”,将边缘定义为:“包括了修复体的外边缘以及预备体的边界的完成线(A boundary surface of a tooth preparation is termed the finish line or finish curve)”。这个定义让边缘和完成线互为解释,更没有明确区分边缘及完成线的主体到底是修复体还是预备体^[9]。

2018年*British Dental Journal*(BDJ)第2版临床指南中将边缘与完成线分为两个独立的概念,并将两者分别使用“修复体(restoration)”和“预备体(preparation)”的修辞限定进行描述^[10]。BDJ指南中指出预备体完成线(preparation finish line)在预备体的外周边界上(The preparation finish line is at its perimeter),同时修复体完成线(restoration finish line)也在修复体的外周边界上,且理想情况下应与预备体边缘线一致(The restoration finish line is at its perimeter and, ideally, should correspond to the preparation finish line),同时其将预备体边缘宽度(preparation margin width)和修复体边缘宽度(restoration margin width)定义为通过预备体轴壁或修复体内边缘和外边缘的某点到完成线上平行预备体长轴的水平距离(A verti-

cal line is constructed from the finish line parallel with the long axis of the preparation)。总体上看,该指南对完成线和边缘进行了更详细的分类描述,并进行了位置的确定,但具体定义仍不明确,如预备体边缘到底属于“线、面、体”中的哪一个呢?用线来解释体,用体来解释线,实际上依然是线、面、体不分,其逻辑依然不符合口腔立体几何学常规的要求。

2 基于立体几何视角对于“边缘”概念及分类的新认识

从对上述国内外的牙体预备中的“边缘”问题的探讨,可以看出目前国内外关于修复体、预备体和相邻组织交界区的定义局限于全冠修复形式,整体上看还不完整,面对美学修复以及口腔数字化发展的要求,牙体预备中的边缘相关概念亟待丰富完善。

为此,本共识基于口腔立体几何视角,对两个边缘进行亚类细分并提出更为准确且可实测的与可量化的定义,具体如下。

2.1 预备体边缘 (preparation margin)

预备体边缘是临床医师经过美学与功能分析和牙体预备操作后在预备完成的牙体组织上获得的界面,其相关概念包括完成面 (finishing surface)、预备体边缘 (preparation margin) 以及预备体完成线 (preparation finish line)。三者的关系在三维空间里范围由大变小,呈包含关系 (图1)。

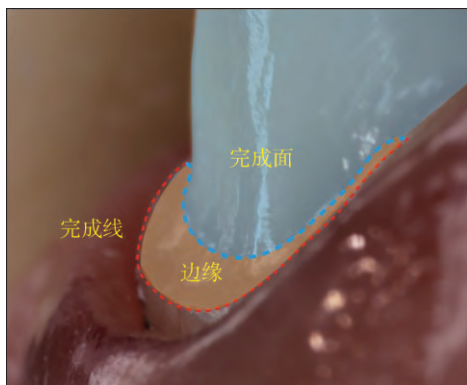


图1 前牙预备体完成面、边缘及完成线的位置关系 (唇侧观)

Fig 1 The relationship among finishing surface, preparation margin and preparation finish line of anterior teeth (labial view)

1) 完成面。完成面是指完成牙体预备后,在预备体表面形成的切割面。该面为修复体内表面所覆盖,起到支撑修复体所承受的机械应力的作

用,剩余牙体组织越多,其受力面积越大,支撑力越大。在美学修复体,例如前牙瓷贴面,完成面的面积大小、余留釉质多少还关系到其粘接的可靠性。

2) 预备体边缘。预备体边缘是指完成面与未预备牙体组织间的分界区域 (一般为完成面上距完成线1 mm以内,如果为冠修复再治疗的患者,由于继发龋,其范围也可能会大于1 mm),其形态和大小范围的设计与所对应的不同修复体材料以及修复方式有关,且其预备的引导方式主要由完成边缘预备的工作头的形态及尺寸引导。

3) 预备体完成线。预备体完成线是指预备体边缘与不进行修复的牙体组织间所形成的分界线。该条线为牙体预备操作在预备体上的终止线,根据不同前牙美学修复形式预备体完成线所在的位置,可分为颈部完成线、近远中完成线、切缘完成线及舌腭侧完成线等。大家比较关注的预备体颈部完成线多数情况位于釉质组织较薄的颈部区域,颈部完成线又根据其于游离龈缘的位置关系可分为龈上、平龈及龈下预备体完成线,临床上需综合考虑生物学宽度与修复的美学效果进行决策。平龈完成线设计既能实现修复体外边缘的美学效果和粘接效果,又能维护牙龈等软组织的健康,目前在微创瓷美学修复中应用广泛^[1]。此外,因直接暴露于口腔中的各种细菌及理化刺激因素等,预备体完成线还是抵抗修复体边缘微渗漏的门户^[11]。

4) 预备体边缘宽度 (preparation margin width)。预备体边缘宽度是指完成面到牙体预备前牙体外形轮廓的线距,即边缘区域的牙体预备量的厚度。其宽度需要根据不同的修复方式、目标修复体空间、修复材料性能及修复体加工方式来决定,当前主要是通过半径或直径控制实现,是预备体边缘质量的一个重要指标。在最小医源性损伤及微创牙体预备理念的指导下,进行尽可能实现微量精准的牙体预备,既能获得远离髓腔的安全距离,减少术后敏感等并发症;在粘接修复中也可以尽量保留更多的釉质组织以提高后续的粘接效果^[1,12-13]。

2.2 修复体边缘 (restoration margin)

修复体边缘为覆盖在预备体上且基于其形态设计的修复体的最外侧边界区域,为立体结构,包括修复体外边缘 (restoration outer margin)、修复体内边缘 (restoration inner margin) 和修复体完成线 (restoration finish line),这三者间的关系见

图2。

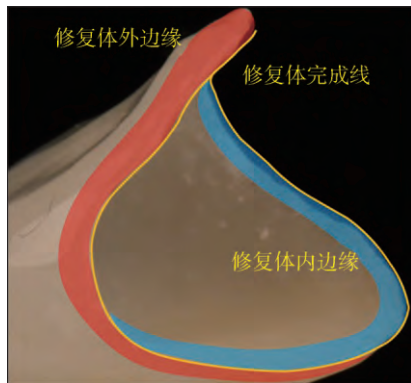


图2 前牙冠修复体外边缘、修复体内边缘和修复体完成线的位置

Fig 2 The locations of restoration outer margin, restoration inner margin and restoration finish line of anterior crown

1) 修复体外边缘。修复体外边缘是指修复体边缘的外侧与口腔环境相对的部分。修复体外边缘的形态需要恢复合理的生理突度, 从而保证周围软组织健康, 避免发生废用性萎缩或损伤^[11], 修复体外边缘形态是保证修复治疗美学效果的重要因素。

2) 修复体内边缘。修复体内边缘是指修复体边缘的内侧与预备体相对的部分。在尽可能小的误差范围内(包括印模与模型制作等因素), 修复体内边缘应与预备体边缘形态和位置吻合。在修复体制作过程中, 修复体内边缘在距离预备体完成线冠根方向上0.5~1 mm范围内是与预备体完成面密合的, 但在预备体边缘外的区域, 技师会在代型表面涂布代型隙料或利用计算机辅助设计与辅助制作(computer-aided design/computer-aided manufacturing, CAD/CAM)设计一定的空间以容纳修复体与预备体之间的黏固剂, 该空间大小80~100 μm ^[10]。

3) 修复体完成线。修复体完成线是指修复体内、外边缘交界转角处线角的顶点连线, 是修复体形态止于口腔软硬组织的终止线, 其形态位置与预备体完成线相对应, 完整密合且具有良好机械化学生物性能的修复体完成线是瓷美学修复体远期效果的重要保障^[11]。

4) 修复体边缘宽度(restoration margin width)。修复体边缘宽度是指修复体内边缘到外边缘之间的线距。其宽度即为目标修复体空间(target restoration space, TRS)的厚度, 与修复材料的最小厚度及目标修复体设计、预备体边缘等相关, 是修复体设计制作及质检时的重要指标。

2.3 修复体边缘与预备体边缘的空间位置关系

修复体边缘与预备体边缘空间上互为对应, 在设计和制作中两者既互相限制也相辅相成。在进行边缘设计时, 同样也需要考虑到TRS。而TRS是根据患者自身条件经过美学与功能设计获得的目标修复体形态和位置所需的最小空间^[14]。

在现代美学修复的时代趋势中, 无论是临床操作还是工艺制作都愈发强调精准和微创的理念, TRS的重要性也日益彰显。在TRS数论中, TRS分为体内空间(internal target restoration space)、体外空间(external target restoration space)^[15]。两者通过原有牙体形态分开, 分界明确, 可在预备过程中通过预备引导沟指导牙体预备。在修复体边缘区域, 同样也分为体外空间以及体内空间, 如前文所述, 预备体边缘宽度即为体内空间指标, 而修复体边缘宽度则代表TRS。则有修复体边缘宽度等于TRS, 也等于体内空间与体外空间之和, 以及预备体边缘宽度等于体内空间的TRS数量关系(图3)。

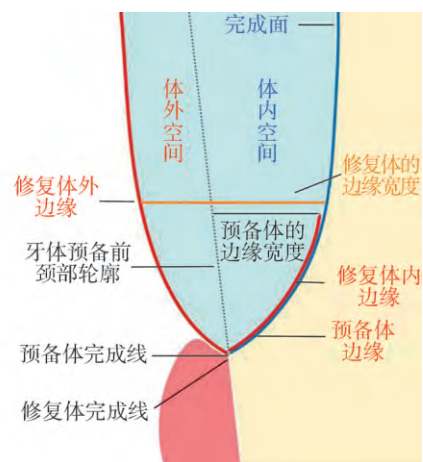


图3 前牙预备体边缘和修复体边缘及TRS分类的关系

Fig 3 The association among preparation margin, restoration margin and TRS types of anterior teeth

2.4 基于立体几何视角的“边缘”命名法

从上面论述可以看出, 瓷美学修复中的边缘并不能简单的定义为一条线, 而是一个在几何空间中可量化的区域。在临床实践中, 我们认识到在该区域的任意剖面中, 可以通过其宽度—角度—形态等参数, 对其位置进行更加准确的描述。此外, 边缘的位置还需标明与龈缘、牙尖、殆缘等的相对位置关系。通过整合以上参数可对临床上具体病例中的边缘采用“预备体/修复体宽度—角度—形态—空间位置”的格式进行命名, 其中空间位置还包括了龈缘位置关系参数: 龈上、龈

下、平齐龈缘；边缘涉及范围参数：瓷全冠的360°或唇颊侧、舌腭侧边缘，瓷贴面边缘是否过触点、是否过切缘等位置参数。例如：0.3 mm—135°—浅凹槽形—平齐龈缘边缘或0.7 mm—90°—内圆角肩台—龈下0.5 mm 360°瓷全冠边缘，这样可以将边缘的立体形态以及空间位置准确的进行记录与区分，也方便医技之间的准确沟通，提升医技的合作效能。

3 基于立体几何视角的边缘预备方式及决策树

常见的瓷美学修复类型主要包括全冠和贴面两种。不同类型的修复体可选用的修复体边缘宽度和形态有所区别，与之相对应的预备体边缘宽度和形态也会有差别。由于边缘的设计与车针形态息息相关，因此边缘宽度、形态的设计决定了预备边缘时选用的车针的直径和形态。而边缘宽度则对预备精度提出要求，从而决定了牙体预备过程应该选择的视野和引导方式。

3.1 边缘预备的车针选择

修复体材料的机械性能和美学性能对修复体/预备体边缘的宽度和形态影响很大。陶瓷的断裂主要受韧性和强度控制，在较小程度上受弹性模量和硬度的影响^[16]。修复体越厚，抗断裂能力越强，疲劳寿命越长^[17]。综合考虑材料的各种力学特征，为了防止修复体边缘断裂，不同种类的陶瓷对修复体的最小厚度提出了相应的要求^[18]。本文仅讨论修复体边缘厚度（宽度）等于预备体边缘宽度的情况。长石质陶瓷和玻璃陶瓷应用于全

冠修复时，边缘宽度要求为1 mm。长石质瓷贴面的颈部边缘预备量最小仅需0.1 mm；玻璃陶瓷贴面的颈部边缘最小预备量为0.3~0.4 mm。而以 Vita Enamic 为代表的复合瓷材料无论作为全冠还是贴面，由于其树脂成分多，弹性好，需要的边缘最小宽度较玻璃陶瓷小，仅为0.8 mm和0.2 mm。传统氧化锆尽管具有优越的机械性能，但其半透明性低，需要使用饰面瓷来改善美学性能^[18]，因此需要大量的牙体组织，边缘的预备量达到1.0~1.2 mm。近年来随着数字化加工制作技术的发展，具有高强度高美学性能的高透氧化锆逐步投入使用，使边缘预备量降低到0.8~1.0 mm，但其最小尺寸也根据制作工艺有所增减^[4]。瓷全冠和瓷贴面的边缘形态以凹槽形为主。瓷全冠的边缘更宽，而肩台边缘的牙体预备量较凹槽形边缘多，故还能选择肩台边缘形式。宽约0.1 mm的瓷贴面边缘可制备成羽状。此外，不同的印模方式以及修复体加工方式也会影响牙体预备的边缘宽度设计。光学印模受到扫描深度以及口内操作情况的影响，过窄的预备体边缘可能会影响光学印模成像，从而影响修复体的设计以及制作。同时在修复体CAD/CAM的加工制作过程中，受到切削设备精度的限制，过锐的边缘形态无法制作，因此需要根据临床所选用的印模方式以及修复体加工设计方式进行边缘宽度及形态的设计。

根据边缘的形态设计，选择形态与之匹配的车针，平角车针直径应大于等于边缘宽度，尖形或弧形应大于等于边缘宽度的两倍（图4）。

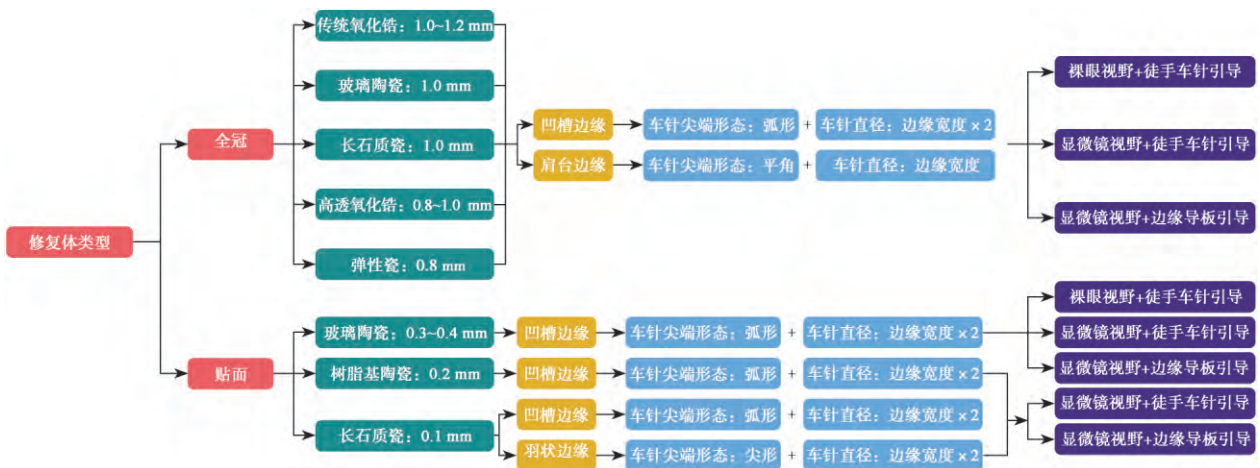


图 4 美学修复边缘预备车针及引导方式决策树

Fig 4 The decision tree of esthetic restoration preparation

3.2 边缘预备的视野和引导方式选择

当边缘的预备量大、精度要求不高时，可以

在裸眼下进行操作。但当边缘预备量小于人眼能识别的最小距离0.2 mm时^[19]，裸眼下进行牙体预

备很难精准地控制预备体形态及预备量。而牙科显微镜可以提供高倍率的视野,帮助医生更精准地磨除牙体组织^[20],显著改善边缘预备的准确度^[21]。对于操作精度达到0.1~0.3 mm的瓷贴面边缘预备,建议全程在显微镜或高倍放大镜下进行^[22]。

传统的边缘预备中,医生借助车针通过目测来确定磨除量,主要依靠其经验判断。对于经验不足的人来说,很容易出现较大的误差。而针对边缘预备的序列展开的“三定三选三磨法”^[23],既有统筹学上的优势,也方便术者全面把握边缘预备术。

随着数字化技术的进步,三维打印的备牙导板可以将术前的设计准确转移到口内。导板引导下的牙体预备在颈部的误差可以控制在0.2 mm以内^[20],未来有望研发出更高精度的导板来满足瓷贴面的边缘预备要求(图4)。

3.3 选择合适边缘预备术的决策树

在明确修复体类型的前提下,推荐大家参考“三定三选三磨”的高精度肩台预备法则^[24]，“三定”即确定目标牙固定修复体的材料、确定目标牙预备体边缘的位置、确定目标牙预备体肩台的形态及尺寸；“三选”即选择牙体边缘预备所用的切削工具、选择牙体边缘预备所用的牙科手机以及牙体预备所用的放大视野；“三磨”即目标牙体边缘的初步预备、牙体边缘的精细预备以及牙体边缘的最终抛光。本文归纳提出了选择合适边缘预备术的决策树(图4),即先确定固定修复体使用的瓷材料,然后设计预备体边缘的宽度、形态,之后根据边缘的宽度、形态选择相应直径和形态的车针,最后再根据预备精度的要求选择合适的牙体预备视野及引导方式。

3.4 其他预备方式及器械工具

牙体预备车针属于旋转预备器械,已有研究证实其对预备体边缘的预备效果与医师操作熟练程度、对器械的掌控能力紧密相关^[25]。若医师使用旋转预备器械行牙体边缘预备时经验不足或控制不当,则高速旋转且不受控的车针容易降低预备体边缘预备质量,导致邻牙或牙龈软组织受损^[3]。因此,相较于常见的旋转预备器械,以釉质凿(enamel chisel)为代表的手用预备器械、超声波(ultrasonic)预备器械为代表的非旋转类预备器械受到了较广泛的关注及应用。

1) 釉质凿。釉质凿是一种用于精细修整预备体边缘的手用预备器械。根据其工作端形态,可

分为双面凿或单面凿;根据工作柄角度可分为直柄或弯柄^[3]。当临床医师完成牙体初步预备后,可借助口腔显微镜或高倍放大镜仔细观察预备体边缘的预备状态,并使用釉质凿对预备体边缘进行修整。此外,釉质凿还具有去除多余树脂粘接剂、测量预备体边缘尺寸等用途。由于采用手工修整的工作方式,釉质凿的工作效率远低于机用器械,但其具有可靠性高、不易造成医源性损伤等特点,已有研究^[26]表明其更适用于旋转类器械预备后的预备体边缘精修操作。

2) 超声波预备技术:超声波牙体预备技术是采用超声波为驱动媒介进行牙体硬组织非旋转型切割的一种备牙技术^[3]。与传统的车针等旋转类预备器械在预备区域内产生360°全方向运动相比,超声波预备可在一定区域内仅产生单向或双向运动,该特点已被证实可减轻由于旋转类器械控制性不佳所导致的并发症,并形成预备质量更高的边缘形态,因此可能更适合预备体边缘的精细预备操作^[26]。按照超声波预备器械的工作尖覆盖金刚砂颗粒的程度,可将其分为无覆盖工作尖、覆盖直径工作尖、覆盖半径工作尖;根据工作尖端是否有预备宽度尺寸标记,可将其分为带有预备宽度指示的工作尖、无预备宽度指示的工作尖(图5)。目前超声波预备器械还存在功率相对较低、切割效率较低以及工作尖冷却降温效果较差等不足,希望随着口腔诊疗设备技术的不断进步,医源性创伤更小、操作可控性更佳的超声波预备器械能被广泛应用于预备体边缘的精细操作环节。

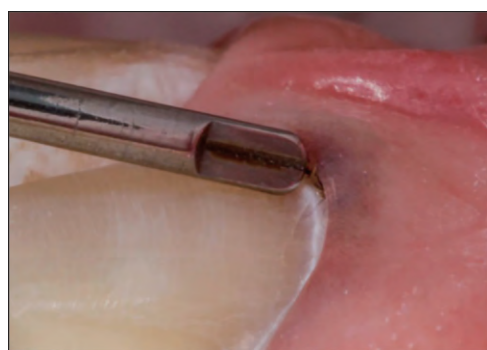


图5 尖端带有预备宽度指示标记的超声波预备工作尖

Fig 5 The ultrasonic preparation tip marked with a width indication

4 边缘质量的评估及要求

4.1 预备体质量的评估及要求

预备体边缘质量十分重要,其完成线连续性

会影响技师对肩台位置的判断并影响修复体最终的适合性。轴面转角处理不当、边缘抛光意识不强、视野不佳和排龈不当是直接导致预备体边缘不连续的潜在因素。临床上医生借助探针或肉眼判断预备体边缘质量会受低目力分辨率的限制,借助放大镜和牙科用显微镜可以帮助术者观察到更多细节,4倍放大镜和20倍显微镜分别可以使分辨率提升至50 μm和5 μm。

预备体边缘质量要求较为复杂,要从形态尺寸、粘接效果以及生物学美学等多个角度考量。教材中对预备体边缘的总体要求是圆缓连续,无不连续或锐角。但是如前文所述,预备体边缘形态设计与术中车针工作尖形态具有“形形相依”的对应关系,目前没有对应于预备斜面边缘和带斜坡肩台边缘使用的车针,因而需要从牙科工业支撑的及的车针形态和尺寸出发设计和考量预备体边缘形态。而对于不同形态的预备体边缘而言,现有知识理论要求也有所区别,其中刃状边

缘和斜面边缘未明确尺寸要求;凹槽边缘中浅凹槽边缘宽度要求0.5 mm,深凹槽边缘未明确;肩台边缘宽度明确尺寸为1 mm。

预备体边缘质量还包括支撑更好粘接效果的设计思路。根据预备体边缘釉柱方向与粘接强度间的关系可分为以下三类:粘接界面与釉柱方向垂直时强度最大;粘接界面与釉柱方向平行时强度最小;粘接界面与釉柱方向斜向时强度介于之间^[27]。不同的边缘形态所形成的粘接界面与釉柱之间的角度不同,粘接力也不同,90°内圆角形以及135°浅凹型边缘的粘接界面与釉柱垂直的部分较多,因此粘接强度也较90°肩台的预备边缘好(图6)。近年发表的一篇牙体预备专家共识^[1]中也提到,0.3~0.5 mm的90°内圆角形、135°浅凹形边缘是目前适用于瓷美学修复的边缘形态与尺寸。这两种肩台均具有肩台边缘容易辨认、密合性好、美学效果好等特点,135°浅凹形还具有保留更多牙体及粘接剂易于排出等优势^[23,28]。

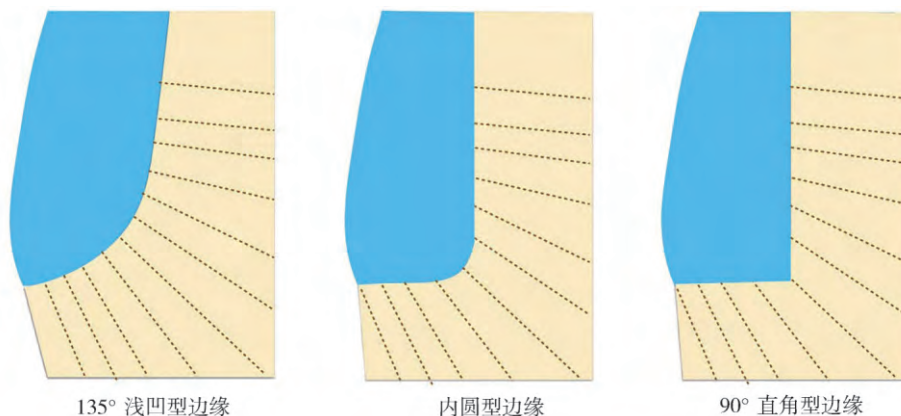


图6 不同边缘形态的釉柱与粘接界面方向示意图

Fig 6 Schematic diagram of the direction of enamel rod and bonding interface with different edge forms

在兼顾预备体边缘形态质量以及粘接质量的同时,我们还应关注并明确预备体边缘相对牙龈的位置关系。对于美学区修复而言,目前主流的边缘位置有齐平龈缘和龈缘以下两种设计,齐平龈缘位置具有印模更简单精确、良好自洁性等优点,可减少对于牙龈刺激、避免侵犯生物学宽度。还有研究^[29]表明,齐平龈缘的边缘设计有更好的扫描精度,有利于提高数字化制作的修复体边缘密合性,但这需要更加精准稳定的临床操作以避免修复体边缘线暴露的美学风险;相对的,龈下边缘增大了侵犯生物学宽度的风险,目前仅建议用于基牙颜色异常及基牙原有缺损或旧充填体边缘达到龈下的情况。总之,对于预备体边缘与牙龈的位置关系,总体上我们可以认为其位置越深

风险越高。

4.2 修复体边缘的评估及要求

修复体边缘厚度及形态要求与所选择的材料有关,修复体材料的美学性能、力学性能以及加工模式影响肩台的宽度和形态,早期的贵金属内冠厚度需要0.5 mm的底冠厚度,非贵金属内冠厚度至少也需要0.3 mm,全瓷中的氧化铝陶瓷、二硅酸锂基陶瓷都要求1 mm的肩台、线角135°或圆钝的线角,氧化钇稳定的四方晶相的CAD/CAM切削氧化锆厚度0.3 mm即可。

学者^[23]研究了氧化锆陶瓷、二硅酸锂基陶瓷及镍铬合金制成的修复体边缘质量,发现氧化锆陶瓷和镍铬合金材料的修复体边缘适合性相当,明显优于二硅酸锂基陶瓷。Liang等^[29]和Al Hamad

等^[30]分别研究了用传统和数字化技术制作的陶瓷和二硅酸锂基陶瓷修复体边缘质量,发现不同技术制作的修复体边缘质量无明显差别。Renne等^[31]研究了不同椅旁设备切削制作的二硅酸锂基陶瓷修复体边缘质量,发现无明显差异。

作为立体几何中的“体”,修复体边缘要求与作为“面”预备体边缘空间相对应,但绝不重合,中间隔着黏固层。修复体边缘在预备体边缘外面恢复正确的目标修复体形态、颜色,还受修复材料的机械强度和修复体的成形加工方式的影响。修复体的数控加工受切削机的加工精度及能力的限制,一般要求修复体边缘的设计不能过度菲薄,同时不能有车针无法进行切削加工的锐角锐边等。同时在修复体边缘评估时,需要在放大或显微视野下检查修复体在代型上的边缘密合程度(40~120 μm)^[32],对修复体边缘质量进行边缘质量评测,不合格时需返工重新制作修复体;临床试戴时,也要在放大或显微视野下检查修复体边缘在预备体上的空间位置关系、密合程度,不达标时必须返工重做。

5 总结

瓷美学修复中预备体边缘和修复体边缘的质量高低是影响美学修复预后的重要风险因素,也是医一患一技交流的痛点和难点。针对全程数字化美学修复更高精度的要求,理解两个边缘的新认识与新方案是十分必要的。采用小空间下口腔立体几何“点一线一面”的空间视角,来丰富规范修复体边缘及预备体边缘的定义内涵,并将二者的空间位置关系及可实测的评估指标重新定义、重新命名,可以保证牙体预备及修复体制作过程中更好地贯彻各种数值要求和相关标准规范,才能使真正依赖数字的、可量化的、可靠的全程数字化美学修复流程得以最终实现。

致谢:衷心感谢四川大学华西口腔医院修复II科硕士生张熠强、博士生高静及罗天在本文讨论稿起草、征集专家意见以及统稿校对中所做的大量工作。

利益冲突声明:作者声明本文无利益冲突。

[参考文献]

- [1] Yu HY, Zhao YW, Li JY, et al. Minimal invasive microscopic tooth preparation in esthetic restoration: a specialist consensus[J]. *Int J Oral Sci*, 2019, 11(3): 31.
- [2] 刘峰. 微创和无创瓷贴面修复的适应范围[J]. *口腔颌面修复学杂志*, 2016, 17(6): 321-324.
- [3] Liu F. The indications of minimally invasive and non-invasive porcelain veneers[J]. *J Oral Maxillofac Prosthet*, 2016, 17(6): 321-324.
- [4] 于海洋. *口腔固定修复学*[M]. 2版. 北京: 人民卫生出版社, 2016.
- [5] Yu HY. *Fixed prosthodontics*[M]. 2nd ed. Beijing: People's Medical Publishing House, 2016.
- [6] Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. *Contemporary fixed prosthodontics*[M]. Amsterdam: Elsevier Health Sciences, 2015.
- [7] Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD, et al. *Fundamentals of fixed prosthodontics*[M]. Chicago: Quintessence Publishing Company, 1997.
- [8] Weaver JD, Johnson GH, Bales DJ. Marginal adaptation of castable ceramic crowns[J]. *J Prosthet Dent*, 1991, 66(6): 747-753.
- [9] Naert I, Van der Donck A, Beckers L. Precision of fit and clinical evaluation of all-ceramic full restorations followed between 0.5 and 5 years[J]. *J Oral Rehabil*, 2005, 32(1): 51-57.
- [10] 谭建国. 我国口腔美学发展的过去、现在和未来[J]. *中华口腔医学杂志*, 2019, 54(6): 368-372.
- [11] Tan JG. The past, present and future of development of oral esthetics in China[J]. *Chin J Stomatol*, 2019, 54(6): 368-372.
- [12] Ferro KJ, Morgano SM. The glossary of prosthodontic terms: ninth edition[J]. *J Prosthet Dent*, 2017, 117(5S): e1-e105.
- [13] Wassell R, Nohl F, Steele J, et al. *Extra-coronal restorations: concepts and clinical application*[M]. Berlin: Springer, 2018.
- [14] Yüksel E, Zaimoğlu A. Influence of marginal fit and cement types on microleakage of all-ceramic crown systems[J]. *Braz Oral Res*, 2011, 25(3): 261-266.
- [15] Wisithphrom K, Murray PE, About I, et al. Interactions between cavity preparation and restoration events and their effects on pulp vitality[J]. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 2006, 26(6): 596-605.
- [16] Wang P, Sun FF, Yu Q, et al. Three-dimensional analysis of the relationship between the structure of maxillary central incisor and the preparation of dental all-ceramic [J]. *PLoS One*, 2018, 13(12): e0209791.

- [14] 于海洋. 美学修复的临床分析设计与实施: 第1册. 临床分析设计[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2014.
Yu HY. Clinical analysis design and implementation of aesthetic restoration: volume 1. Clinical analysis design [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2014.
- [15] 于海洋, 李俊颖. 目标修复体空间的内涵、分析及设计临床转移实施[J]. 华西口腔医学杂志, 2015, 33(2): 111-114.
Yu HY, Li JY. The concept, clinical design and transfer application of target restoration space[J]. West China J Stomatol, 2015, 33(2): 111-114.
- [16] Lawn B. Fracture of brittle solids[M]. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.
- [17] Zhang Y, Kelly JR. Dental ceramics for restoration and metal veneering[J]. Dent Clin North Am, 2017, 61(4): 797-819.
- [18] Rekow ED, Silva NR, Coelho PG, et al. Performance of dental ceramics: challenges for improvements[J]. J Dent Res, 2011, 90(8): 937-952.
- [19] Carr GB, Murgel CA. The use of the operating microscope in endodontics[J]. Dent Clin North Am, 2010, 54(2): 191-214.
- [20] Eichenberger M, Biner N, Amato M, et al. Effect of magnification on the precision of tooth preparation in dentistry[J]. Oper Dent, 2018, 43(5): 501-507.
- [21] Liu CX, Guo J, Gao J, et al. Computer-assisted tooth preparation template and predesigned restoration: a digital workflow[J]. Int J Comput Dent, 2020, 23(4): 351-362.
- [22] 于海洋. 关于牙体预备里的数字追问——从目测经验类比到数字引导[J]. 华西口腔医学杂志, 2021, 39(1): 9-19.
Yu HY. Questions about the numerical value and quantitative data transfer of tooth preparation—from experience guidance to digital guidance[J]. West China J Stomatol, 2021, 39(1): 9-19.
- [23] Pimenta MA, Frasca LC, Lopes R, et al. Evaluation of marginal and internal fit of ceramic and metallic crown copings using X-ray microtomography (Micro-CT) technology[J]. J Prosthet Dent, 2015, 114(2): 223-228.
- [24] 罗天, 李俊颖, 于海洋. 制备高精度牙预备体肩台的临床路径和预备方法[J]. 华西口腔医学杂志, 2020, 38(6): 712-717.
Luo T, Li JY, Yu HY. Clinical pathway and preparation method of high-precision tooth shoulder platform[J]. West China J Stomatol, 2020, 38(6): 712-717.
- [25] Funkenbusch PD, Rotella M, Chochlidakis K, et al. Multivariate evaluation of the cutting performance of rotary instruments with electric and air-turbine handpieces[J]. J Prosthet Dent, 2016, 116(4): 558-563.
- [26] da Silva TF, de Melo MP, Pereira JR, et al. Subjective qualitative assessment of the finish line of prosthetic preparations submitted to different finishing instruments [J]. J Prosthet Dent, 2016, 116(3): 375-381.
- [27] Shimada Y, Tagami J. Effects of regional enamel and prism orientation on resin bonding[J]. Oper Dent, 2003, 28(1): 20-27.
- [28] Bernauer SA, Müller J, Zitzmann NU, et al. Influence of preparation design, marginal gingiva location, and tooth morphology on the accuracy of digital impressions for full-crown restorations: an *in vitro* investigation[J]. J Clin Med, 2020, 9(12): E3984.
- [29] Liang SS, Yuan FS, Luo X, et al. Digital evaluation of absolute marginal discrepancy: a comparison of ceramic crowns fabricated with conventional and digital techniques[J]. J Prosthet Dent, 2018, 120(4): 525-529.
- [30] Al Hamad KQ, Al Rashdan BA, Al Omari WM, et al. Comparison of the fit of lithium disilicate crowns made from conventional, digital, or conventional/digital techniques[J]. J Prosthodont, 2019, 28(2): e580-e586.
- [31] Renne W, Wolf B, Kessler R, et al. Evaluation of the marginal fit of CAD/CAM crowns fabricated using two different chairside CAD/CAM systems on preparations of varying quality[J]. J Esthet Restor Dent, 2015, 27(4): 194-202.
- [32] Contrepois M, Soenen A, Bartala M, et al. Marginal adaptation of ceramic crowns: a systematic review[J]. J Prosthet Dent, 2013, 110(6): 447-454.e10.

(本文编辑 李彩)

· 专家简介 ·



于海洋,教授,博士研究生导师,一级临床专家。擅长显微美学修复、数字种植修复等。现任中华口腔医学会修复专业委员会候任主任委员,口腔修复国家临床重点专科负责人,四川大学口腔医学技术专业负责人,修复Ⅱ科主任。国际牙医师学院院士,教育部新世纪优秀人才;宝钢优秀教师;四川省有突出贡献的专家、四川省“天府万人计划”天府名师、健康四川——大美医者;《华西口腔医学杂志》、*Bone Research* 副主编。主笔国家及行业标准8项;研究成果获教育部自然科学一等奖,教学成果获国家教学成果二等奖等。主编规划教材《口腔固定修复学》《口腔医学美学》以及专著《数字引导式显微修复学》《引导式精准植入术》《口腔微距摄影速成》等29部。提出口腔 TRS 教论、美学修复形色-心三要素四维辩证论,发明了“牙体预备精准定深技术”“TRS 空间测量分析设计及转移技术”“定深孔显微牙体预备术”“实测引导种植术”“E-clasp”以及“TRS 可测量种植导板”“备牙定深导板”“分区粘接导板”“注射树脂导板”等多项临床技术方案;研发的多项软件及医疗器械产品已经成功转化临床。

《华西口腔医学杂志》加入开放科学计划

《华西口腔医学杂志》从2018年11月起正式加入开放科学计划(open science identity, OSID)。OSID 是通过在文章上添加开放科学(资源服务)标识码(OSID 码),为读者和作者提供一个与业界同行和专家进行学术交流的途径,同时提供系列增值服务,提升论文的科研诚信和科学价值。

OSID 是国家新闻出版署出版融合发展(武汉)重点实验室发起的一项促进学术交流、推动科研诚信的计划。通过扫描 OSID 码,作者可以使用电脑或手机上传简短的语音、视频、文字介绍,更加立体化地展示和传播科研成果,弥补纸刊载体的局限性,也可与本专业其他研究人员互动、交流,提升论文的阅读量、下载量和引用率,扩大论文和作者的影响力,同时让科研过程可追溯,提升了研究成果的诚信质量。

OSID 码包含以下内容:1) 作者介绍论文的语音(可上传5段语音,每段不超过10 min),内容包括研究方向、研究目的、研究意义,还可以介绍自己在研究前的准备工作、研究过程中的趣事等,从而展现更多的研究细节;2) 论文附加说明,可上传论文的相关图片和视频,使纸刊无法呈现的动态研究过程、模拟计算结果等得到更直观地展示,同时为自己的论文提供科研诚信支撑;3) 作者与读者在线交流问答,建立起论文的学术交流圈。

读者通过微信扫描论文上的 OSID 码,即可看到作者对文章的介绍,可以向作者提问,或针对有探讨价值之处与作者进一步互动沟通。科技期刊数字化是期刊发展的必经之路,随着移动互联网的普及,二维码作为纸质版和数字化产品的纽带,为读者和作者提供了一个方便快捷的交流通道以及更加丰富的内容表现形式。《华西口腔医学杂志》加入 OSID,一方面能给读者带来全新的阅读和讨论体验,另一方面能使作者更严肃负责地对待所著论文,促进优秀论文更好地传播,具有双向促进作用。

《华西口腔医学杂志》编辑部