

论 著

相位对比增强显微CT显示根管内空洞修复体周围间隙的研究*

白 阳¹ 李 明^{2,*} 姜文玲³

1.哈尔滨医科大学附属第一医院口腔颌面外科(黑龙江 哈尔滨 150001)

2.北大荒集团总医院一分院眼耳鼻喉科(黑龙江 哈尔滨 150036)

3.哈尔滨医科大学附属第一医院群力分院口腔科(黑龙江 哈尔滨 150001)

【摘要】目的 本研究旨在评价同步加速器相位对比(phase-contrast, PC)μCT在牙体修复界面显示牙体间隙和区分牙体、修复体和牙髓材料的可行性。方法 在上颌磨牙上制备标准化窝洞,模拟根管治疗:(1)生理盐水冲洗;(2)NaOCl+17%EDTA冲洗;(3)同第2组,然后用氢氧化钙;(4)同第2组,再用根管封闭剂。使用酸洗粘结剂和复合材料多层技术清洁和修复进入洞。样品进行了热循环(1000次循环, 5-55℃)。进行基于同步加速器的μCT成像,获得样品在50%AgN₃浸泡前后的吸收和PCμCT图像。将PC-μCT图像与吸收μCT图像和常规光学显微镜图像进行比较。结果 未染色标本的PCμCT能够最好地显示修复材料和牙髓材料的间隙和区分,从而污染洞表面。PCμCT结果显示,AgNO₃染色导致了对间隙大小的高估,这是由于AgNO₃顺行和逆行浸润到牙髓小管中,而对间隙较大的估计则是由于AgNO₃渗透不足。结论 同步加速器PCμCT成像可以更好地显示牙修复体界面的间隙和材料的差异。硝酸银染色的μCT成像显示出一定程度的高估和低估。未来的研究目标应该是结合未染色标本的PCμCT成像,以验证用其他方法获得的结果。

【关键词】相位对比增强显微CT;牙体间隙;牙髓材料

【中图分类号】R781.3

【文献标识码】A

【基金项目】黑龙江省重点研发计划指导类项目(GZ20210457)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.12.013

A Study on Phase Contrast Enhanced Micro CT Imaging of Gaps around Root Canal Cavity Restorations*

BAI Yang¹, LI Ming^{2,*}, JIANG Wen-ling³.

1.Department of Oral and Maxillofacial Surgery, First Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150001, Heilongjiang Province, China

2.Department of Eye Ear Nose and Throat, First Branch of Beidahuang Group General Hospital, Harbin 150036, Heilongjiang Province, China

3.Department of Stomatology, Qunli Branch, First Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150001, Heilongjiang Province, China

ABSTRACT

Objective This study aims to evaluate the phase contrast (PC) of synchronous accelerators μ The feasibility of CT displaying dental gaps and distinguishing between dental, restorative, and pulp materials at the dental restoration interface. **Methods** Prepare standardized cavities on maxillary molars and simulate root canal treatment: (1) Rinse with physiological saline; (2) NaOCl+17% EDTA rinsing; (3) Same as group 2, then use calcium hydroxide; (4) Same as group 2, then use root canal sealant. Clean and repair the entrance hole using acid wash adhesive and multi-layer composite material technology. The sample underwent thermal cycling (1000 cycles, 5-55 °C). Performing synchronous accelerator based μ CT imaging to obtain the absorption and PC of the sample before and after 50% AgN₃ immersion μ CT images. Connect PC- μ CT images and absorption μ Compare CT images with conventional optical microscope images. **Results** PC of unstained specimens μ CT can best display the gap and distinction between repair materials and dental pulp materials, thereby contaminating the surface of the cavity. PC μ The CT results showed that AgNO₃ staining led to an overestimation of gap size, which was due to the anterograde and retrograde infiltration of AgNO₃ into the pulp tubules, while the estimation of larger gaps was due to insufficient infiltration of AgNO₃. **Conclusion** Synchronous Accelerator PC μ CT imaging can better display the gaps and material differences at the interface of dental restorations. Silver nitrate staining μ CT imaging shows a certain degree of overestimation and underestimation. The future research goal should be to combine PC from unstained specimens μ CT imaging to verify results obtained using other methods.

Keywords: Phase Contrast Enhanced Micro CT; Interstitial Space between Teeth; Dental Pulp Materials

牙齿修复界面的间隙形成和微泄漏已通过细菌、流体过滤、染料渗透和研磨方法以及扫描电子显微镜(SEM)和共聚焦激光扫描显微镜等几种方法进行了研究。这些方法的主要限制是无法获得牙齿修复界面的三维信息,以及在制备过程中破坏样品。为了克服这一限制,人们提出了常规μCT成像^[1]。

μCT图像采集是基于组织和材料对x射线吸收的差异。虽然牙釉质、牙本质和复合材料之间的区分通常是可行的,但胶粘剂层和牙釉质层之间的区分仍然是个问题,因为粘剂表现出与空气或水类似的低X射线吸收能力^[2]。因此,在μCT图像上,间隙和粘合层都表示为黑色区域。此外,间隙和粘合层厚度通常与体素大小相似,这进一步使它们的检测变得复杂^[3]。然而,粘剂的使用在临床实践中是普遍存在的,因为它提供了复合材料对牙齿结构的粘接,并防止了牙齿修复界面处的间隙形成^[4]。因此,从没有粘剂的研究中获得的结果具有有限的临床价值。尽管商业粘剂或试验性不透射线粘剂已经上市,但直到现在,它们还没有用于μCT间隙评估研究。其余的μCT研究使用50%硝酸银(AgNO₃)渗透,旨在增强GAP的可视化^[5]。同样,这些研究也显示出一定的局限性,因为它们无法确定修复材料和牙齿结构之间的差距,因为一些修复材料具有类似于AgNO₃的衰减。

此外,由于体积小,AgNO₃通过牙本质小管穿透牙本质,导致对比度丧失,使这种方法不如传统的立体显微镜准确。此外,AgNO₃还渗透到不完全渗透的混合层,在那里形成不同模式的纳米沉积物,因此在这些μCT研究中区分微渗透和纳米渗透是有问题的^[6]。近年来,高分辨率X射线衬衬成像为研究开辟了新的可能。分析吸收对比度较弱的软生物组织和材料的几项研究的结果显示,与传统放射照相相比,X射线成像在图像对比度方面有很大改善^[7]。在传统的放射学中,成像依赖于样品的X射线吸收特性,并且可以用几何光学的方法来表示。图像对比度是由样品的密度、成分或厚度的变化产生的,并且完全基于对X射线透射量的检测。关于X射线相位的信息不被考虑在内,这项技术的主要局限性是具有成分射线吸收的样品的固有对比度较差^[8]。与吸收射线照相术相反,个人计算机成像技术是基于对物体在入射波上产生的相移的观察。通常,如果X射线源具有与同步辐射光源相同的高空间相干性,则可以访问相位信息。这种成像非常适合于边缘检测揭示内部结构中的空洞和缝隙,例如根管填充物,这些空洞和缝隙通常是传统μCT无法发现的^[9]。因此,本研究的目的是评价基于同步加速器的PCμCT在显示牙齿修复界面处的间隙和区分间隙、修复体和牙髓材料的可行性。

【第一作者】白 阳,女,主治医师,主要研究方向:口腔颌面外科。E-mail: shuxu775@126.com

【通讯作者】李 明,男,主治医师,主要研究方向:口腔疾病的研究。E-mail: shuxu775@126.com

1 资料与方法

1.1 研究资料 本研究为2022年6月至2023年6月期间开展,选择四类无龋人上颌磨牙样本。超声清洁牙齿,在手术显微镜下24倍放大检查无裂纹,在0.9%生理盐水中保存2周。首先在水喷雾冷却下制备牙髓腔,然后制备标准化锥形圆柱体,髓室底部直径为4mm,向咬合面的壁发散度约为6°。使用相距5.5mm的两个钻石刀片分别在髓室底板下方2mm和上方3.5mm切开牙齿,从而获得带有标准化进入腔的5.5mm高的牙齿样本。

每个样本都经过了不同的前处理^[3,5]。样本I(对照):0.9%生理盐水冲洗(涂抹层完整)。标本II:为最大限度地模拟临床根管治疗的过程,将5.25%NaOCl1mL充填进根管,每隔3min取出NaOCl1mL,加入新鲜NaOCl1mL,总体积10mL,总接触时间30min,然后用1mL 17%EDTA冲洗1min。样本III:按照上述冲洗方案,在墙壁上涂抹Ca(OH)₂糊剂,放置5分钟,然后用5个棉球在70%酒精中湿润去除。样本IV:按照相同的冲洗方案,在壁上涂抹根管封闭剂,放置5分钟,然后用5个棉球在70%酒精中湿润去除。

1.2 研究方法 高填充的两步酸洗粘合剂按照制造商的说明分三层涂敷。用磷酸酸蚀根管腔全表面20 S,然后用水喷雾冲洗5 S,然后用空气喷雾轻轻干燥,同时注意不要使牙本质干燥,使表面略有湿润。将粘结剂PQ1均匀涂抹于牙本质中,用微刷摩擦10 S,然后用10 S的温和风干除去溶剂^[8]。使用LED固化灯将粘合层光固化20 S。以相同的方式施加另外两层粘合剂,以获得三层PQ1。用复合材料修复入路洞。材料是以2mm厚的增量施加的,仔细地适应进入腔的壁,并利用强度为1200 mW/cm²的LED固化光分别固化40 S。制备的样品在0.9%的生理盐水中保存24小时,以确保材料完全固化^[9]。所有样品在5°C至55°C之间热循环1000次;停留和转移时间分别为15 S和10 S。制备的样品在SYRMEP光束线上以吸收和PCμCT模式进行扫描。由于同步加速器X射线束的垂直尺寸自然有限,每个样品的上下部分的图像必须分开采集,每个样品大约需要4小时。使用34keV的X射线能量,以0.25°的推进角旋转每个样品180°,获得1440张X光片。

探测器系统为水冷12/16位、4008×2672像素的ccd相机,像素大小为4.5-μm,视场为18×12mm。它被耦合到放置在直光纤耦合器上的Gadox闪烁体上。在2×2的入库配置中使用了该CCD。吸收和PC成像的检测器样品距离分别为34mm和200mm。使用STP软件执行图像重建,采用Raven's方法去除环形伪影。在获得未染色样品的吸收和PC图像后,将样品在50%硝酸银缓冲液中浸泡10h。浸泡前,每个样品的牙冠样品用指甲油覆盖,在牙齿修复界面周围留出1mm的间隙。这使得AgNO₃可以渗透到复合收缩过程中形成的界面缝隙中,同时防止它通过牙冠表面的其他缺陷进入界面。浸泡后,将AgNO₃溶液在自来水中冲洗,并对样品进行PC成像^[10]。通过可视化层叠的重建切片来分析数据,三维重

建。在3D图像重建中,只有牙齿修复时的间隙被可视化,而修复材料本身内的空洞被排除在使用3D形态操作的可视化之外。

在PCμCT扫描后,将样品包埋在聚甲基丙烯酸甲酯中,沿着μCT图像重建中显示的最大间隙进行横向切割,然后对切割表面进行温和抛光。通过使用带有照相机的光学显微镜,在25倍放大下获得两个表面的光学图像。这些图像被缝合在一起,并分析是否存在间隙和AgNO₃渗透。

1.3 统计学方法 所有数据分析用SPSS 26.0软件进行。P值<0.05被认为具有统计学意义。分类变量用绝对值和频率记录,连续变量用均值±标准差记录。对分类变量进行适当的 χ^2 分析,对正态分布的连续变量进行独立t检验。

2 结果

2.1 利用PCμCT成像实现缝隙可视化 具体如图1所示,基于同步加速器的PCμCT成像优于吸收μCT成像,因为提高了清晰度、对比度、更好地区分不同材料以及间隙的大小和位置。最常见的间隙位置是在粘结剂-牙本质界面,而在粘结剂-牙本质界面没有发现间隙。一些样品也显示出复合材料本身的缝隙(粘结性断裂)。PCμCT图像分析显示,形成的间隙宽度为9~36μm。

2.2 有无硝酸银的PC-μCT成像与光学显微镜的比较 具体如图2所示,图2显示了样品I在50%AgNO₃中浸泡前后的对应矢状图。对比未染色和AgNO₃渗入的PC-μCT图像,可以看到AgNO₃间隙仅在标本的上部外层被穿透。AgNO₃还表现为由间隙向牙本质小管的逆行渗入。肾小管穿透深度是间隙宽度的3到5倍。由于AgNO₃渗透的间隙本身和渗透的牙本质之间不可能区分,因此在这些区域观察到的间隙大小可能被高度高估(图2B)。在修复的深层发现了一种相反的情况,AgNO₃无法穿透所有形成的缺口,特别是较宽的缺口(图2B),导致低估了缺口。在所有四个研究样本中都发现了类似的观察结果。当将硝酸银渗透的PCμCT图像与显微图像进行比较时,准确的大小和边界在PCμCT图像中更容易确定间隙,而在显微镜图像中更容易识别AgNO₃渗透的模式。在PCμCT图像中,AgNO₃渗透被视为不透射线的白线或区域,与在显微镜图像中被视为间隙和牙本质小管的黑色或灰色染色的AgNO₃渗透很好地相关。

2.3 氢氧化钙糊剂和根管封闭剂的可视化研究 如图3-图4所示,使用PCμCT成像也可以清楚地看到分别在样品III和IV中使用的Ca(OH)₂糊剂和根管封闭剂对洞壁和粘结层的污染。这两种材料都在空洞(图3B、3C)和空洞的线角(图3D)中发现。污染导致在Ca(OH)₂糊状层和粘结层之间产生间隙(图3A、3C和图4A)。与样品I和II中的观察结果类似,缺口没有被AgNO₃渗透(图4C-4D)。包括物理切片的光学显微镜样品的制备洗掉了Ca(OH)₂糊状物,这在物理切片程序之前的PCμCT图像中清晰可见(图4C-4D)。

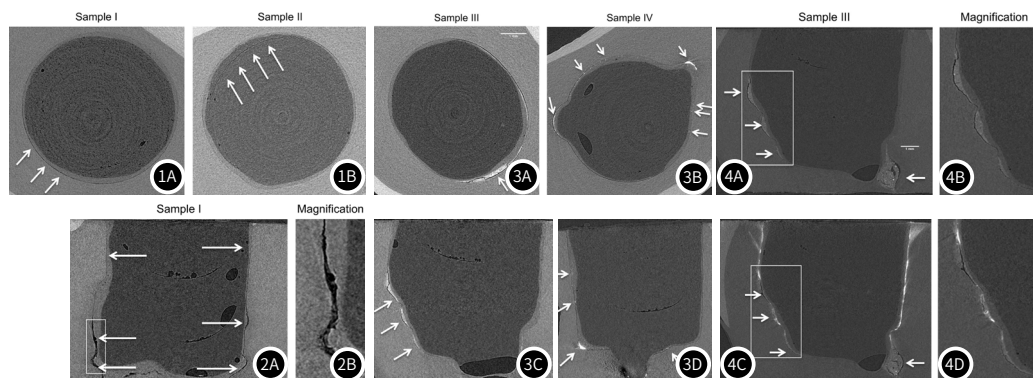


图1A-图1B 样本I(1A)和样本II(1B)的相位对比μCT图像。在轴位图像(1A和1B)中,可发现间隙(箭头):牙本质与粘结剂之间(1A),粘结剂与复合体之间(1B)。这两幅图像都显示,样品对外的界面保持完好。

图2A-图2B 匹配样本I的矢状面(2A)和相应的放大面(2B)的图像。(2A, 2B)硝酸银渗透前的PC-μCT图像,在修复体的两侧可见粘结剂-牙本质界面的间隙(箭头)。样品上半部窄,下半部宽。

图3A-图3D 样本三(3A, 3C)和样本四(3B, 3D)的相位对比μCT图像。在轴位图像(3A)中,在粘附层和牙本质之间存在一层Ca(OH)₂糊状物(箭头),并且在该区域还观察到一条缝隙。在修复的另一边,没有缝隙。在矢状图(3C)中,在Ca(OH)₂糊状层和牙本质之间有一个间隙,在Ca(OH)₂糊状物内部有一个间隙。在修复的另一边,没有缝隙。在标本IV(3B)的轴位图像中,粘附层和牙本质之间在根管封闭剂(箭头)夹杂物和间隙。在修复的另一边,没有缝隙。在样本IV(3D)的矢状面图像中,修复体的两侧存在缝隙,粘附层内存在根管封闭剂包裹物(箭头)。

图4A-图4D 匹配样本III的矢状面(4A, 4C)和相应的放大面(4B, 4D)的图像。(4A, 4B)硝酸银渗透前的PCμCT图像显示Ca(OH)₂糊剂(箭头)的残留物以及洞的左壁和右下角的缝隙。(4C, 4D)硝酸银渗透后的PCμCT图像显示制剂右侧有间隙形成并逆行渗入牙本质,而氢氧化钙糊剂与牙本质之间的间隙未见渗透(箭头)。

3 讨论

我们的研究表明, 基于同步加速器的高分辨率PC μ CT成像不仅可以很好地区分牙本质和复合体, 而且还可以区分粘附层和间隙。这反映了由于聚合收缩在牙齿修复界面形成的间隙的良好可视化, 并能够确定间隙的大小和位置^[11]。与以前的研究不同, 本研究中的样品是使用粘合剂制备的, 再现了临床过程, 也没有用造影剂AgNO₃渗透。粘接系统和复合材料的选择是基于它们的X射线吸光度, 其中使用了含有40%二氧化硅的高填充粘结剂和吸光度低于牙本质的复合材料^[12]。所用复合材料的低吸收率使得能够充分穿透充分成像所需的辐射, 因为吸收率较高的材料会导致几乎完全的X射线衰减, 并在重建图像中形成伪影。由于低辐射强度和低光子能量(34keV), 这在同步加速器成像中尤其重要^[13]。除了选择材料适当吸收的情况下, PC μ CT图像质量明显改善, 优于吸收 μ CT成像。PC成像有助于可视化材料、牙本质和缝隙之间的边界。我们的观察证实了先前使用同步加速器PS μ CT的研究结果, 该研究显示根管充填材料的分化程度有所提高^[14]。

在牙齿修复界面的某些区域, 当聚合收缩应力超过粘结强度时, 会发生剥离并导致缝隙产生。在所研究的样本中, 在修复的一侧发现了缺口, 而对侧壁保持完好^[15]。此外, 在修复体的底部也发现了缺口。先前的一项研究也描述了这两种截然不同的脱粘模式。在那项研究中, 无法确定相对于胶粘层的间隙。在我们的研究中, 很明显, 缝隙主要位于粘结剂-牙本质界面上, 即牙本质与粘附层之间, 导致牙本质裸露。这证实了以前使用扫描电子显微镜成像的研究结果, 报告在牙本质-粘附剂界面形成间隙^[16]。在两个样本中, 发现了复合材料内的粘结性断裂和来自修复体顶部的粘结剂(图1), 这在以前的研究中没有报道。

在涂有Ca(OH)₂糊剂或根管封闭剂的样本中, 发现粘结剂对这些材料的适合性很差(图3和图4)。这两种材料的薄薄、约0.1毫米厚的涂抹通常在凹陷和空洞的线角中发现。应该注意的是, 尽管在实验室条件下, 它们使用五个棉球、浸泡在70%酒精中进行了细致的口腔清洁, 提供了更好的空洞视觉控制, 但它们仍然持续存在^[7]。此外, 在PC μ CT图像分析中, 在粘附层内发现了这两种材料(图3, 图4)。这表明, 使用酒精颗粒的标准临床程序可能无法有效地将这些材料从洞壁上完全去除, 从而导致粘合剂在应用过程中进一步受到污染。应用硝酸银前后的PC μ CT图像对比显示, 未染色标本和浸润性标本之间有不同之处。在渗入的样品的表层, AgNO₃穿透了在未染色的样品中也可见的缝隙, 而在样品的深层, 特别是较宽的缝隙没有被AgNO₃渗透(图2、图4), 因此保持空白^[5]。因此, 这将导致低估了在缺口最大的地区用AgNO₃渗透测量的缺口大小。有研究观察到了同样的现象^[2], 并用空气滞留来解释这一现象, 这阻碍了AgNO₃的渗透。有趣的是, 在随后的 μ CT成像研究中, 这一限制并未得到解决。

另一方面, 观察到AgNO₃在牙本质中的渗透, 遵循两种不同的模式。第一种类型的渗透是在修复体的外围发现的。它起源于牙本质表面, 一直延伸到修复体壁。这种被称为顺行穿透的穿透是沿着牙本质小管的进程呈S型的^[17], 这一观察结果在类似的研究中不断被报道。有研究提出了不同的腔体设计来避免这个问题^[18]。第二种类型的穿透称为逆行穿透, 在空腔壁处可见。在这种情况下, 穿透间隙的AgNO₃继续从腔壁向外牙本质小管逆行扩散到牙本质小管中。原来是这样的微渗漏被定义为临床无法检测到的液体、细菌、分子和离子在腔壁和修复体之间的渗透。考虑到上述关于AgNO₃在样品不同区域存在的观察, 是否可以将AgNO₃渗透的整个牙本质体积视为微渗漏是值得怀疑的。渗透AgNO₃的体积通常称为微漏或间隙体积。最近的一项研究发现^[19], AgNO₃的入渗体积占修复总体积的21%, 大大超过了典型的3%的复合收缩值。考虑到AgNO₃入参与间隙的存在关系不大, 由于同时存在过低和过高的估计, 似乎不适合用于间隙体积的评估。AgNO₃渗透样品的 μ CT图像与光学图像的对比表明, AgNO₃渗透的可见性很好。与我们的研究结果相似, AgNO₃在 μ CT上的穿透深度与光学图像有很好的相关性。在V类制备的大块填充复合材料中也观察到同样的情况。在这两项研究中, 图像均可见AgNO₃浸润牙本质, 邻近腔壁^[20]。对比两种方法, AgNO₃浸润 μ CT图像中不同材料的边界比光学图像更清晰, AgNO₃染色的程度和模式在光学图像中更清晰^[21]。有趣的是, 在 μ CT图像中清晰可见的样品III中的Ca(OH)₂膏

体和样品IV中的根管密封胶在光学图像中无法识别(图4)。对此的一种解释可能是, 在光学显微镜下制备样品时, 这两种材料都被冲洗掉了, 因为这两种材料与牙本质的结合强度都很低^[22]。基于同步加速器的PC μ CT对腔壁间隙、胶粘剂、复合修复以及材料间的区分成像均优于吸收 μ CT。不幸的是, 由于同步加速器数量少、运行成本高、设置和图像采集时间长, 基于同步加速器的PC μ CT成像的可用性与吸收式 μ CT成像桌面设备相比受到限制^[23]。

综上所述, 通过对比吸收法和同步加速器PC μ CT法, 发现后者能更好地显示间隙和区分材料。因此, PC μ CT为修复性牙体中牙-牙-固界面的进一步研究提供了更好的选择。由于AgNO₃染色的 μ CT成像显示出一定的高估和低估, 因此未来的研究应旨在结合未染色样品的PC μ CT成像, 以验证其他方法获得的结果。

参考文献

- [1] 李赵娜, 刘应凯, 代天国. 应用锥形束CT在埋伏牙定位及临床治疗中指导价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(5): 10-12.
- [2] Xu X, Xi L, Wei L, et al. Deep learning assisted contrast-enhanced CT-based diagnosis of cervical lymph node metastasis of oral cancer: a retrospective study of 1466 cases[J]. Eur Radiol, 2023, 33(6): 4303-4312.
- [3] Wright M, Giddings H, Rahman B, et al. Use of oral contrast for CT scanning and time to diagnosis and treatment of acute appendicitis[J]. ANZ J Surg, 2023, 93(1-2): 115-119.
- [4] Vartak A, Malhotra M, Jaiswal P, et al. Role of (18)F-FDG PET/CT in guiding surgical management of clinically node negative neck (cN0) in carcinoma oral cavity[J]. Indian J Otolaryngol Head Neck Surg, 2023, 75(3): 1799-1805.
- [5] Tian Y, Zhang Y, He Y, et al. Plasmablastic lymphoma of the oral cavity in an HIV-positive patient: Assessment by (18)F FDG PET/CT[J]. Rev Esp Med Nucl Imagen Mol (Engl Ed), 2023, 42(1): 46-47.
- [6] Takeuchi A, Hyodoh H, Jin S, et al. Objective evaluation of oral and pharyngeal areas in autopsy cases of obstructive sleep apnea syndrome via postmortem CT[J]. Curr Med Imaging, 2023.
- [7] Sakkas A, Weiss C, Wilde F, et al. Impact of antithrombotic therapy on acute and delayed intracranial haemorrhage and evaluation of the need of short-term hospitalisation based on CT findings after mild traumatic brain injury: experience from an oral and maxillofacial surgery unit[J]. Eur J Trauma Emerg Surg, 2023.
- [8] Rocha N H, Zacchi S R, Sado H N, et al. Comparison of oral and IV 18 F-NaF PET/CT administration in the assessment of bone metastases in patients with breast or prostate cancers[J]. Clin Nucl Med, 2023, 48(9): e413-e419.
- [9] Renton M, Kiehl A Z, Toubassy D, et al. Optimizing outpatient oral contrast use in abdominal CT—a radiology pandemic response initiative to reduce patient time in the waiting room and reduce costs, while improving patient experience[J]. Can Assoc Radiol J, 2023, 74(4): 695-704.
- [10] 鲁诚, 兰卫东. 锥形束CT联合热牙胶技术治疗下颌第二磨牙C形根管的疗效[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(7): 27-30.
- [11] Ravn E J, Hasif S, Thomassen M, et al. Intravenous versus oral hydration to reduce the risk of postcontrast acute kidney injury after intravenous contrast-enhanced CT in patients with severe chronic kidney disease (ENRICH): a study protocol for a single-centre, parallel-group, open-labelled non-inferiority randomised controlled trial in Denmark[J]. BMJ Open, 2023, 13(9): e74057.
- [12] Park N, Barbieri G, Turcato G, et al. Multi-centric study for development and validation of a CT head rule for mild traumatic brain injury in direct oral anticoagulants: the HERO-M nomogram[J]. BMC Emerg Med, 2023, 23(1): 122.
- [13] Ohya Y, Inaba Y, Kubota M, et al. CT-assessed sarcopenia and prognostic nutritional index are associated with poor prognosis in oral squamous cell carcinoma[J]. Oral Maxillofac Surg, 2023.
- [14] Murbay S, Yeung S, Yip C Y, et al. Assessing enamel wear of monolithic ceramics with micro-CT and intra-oral scanner[J]. Int Dent J, 2023, 73(4): 496-502.
- [15] Menghini T L, Schwarz T, Dancer S, et al. Contrast-enhanced CT predictors of lymph nodal metastasis in dogs with oral melanoma[J]. Vet Radiol Ultrasound, 2023, 64(4): 694-705.
- [16] Mahato A, Jain A, Prakash V S, et al. Use of oral empagliflozin to obtain optimal blood sugar levels for conducting (18) F-FDG PET-CT in patients with hyperglycemia—a pilot study[J]. World J Nucl Med, 2023, 22(3): 191-195.
- [17] Cheng N M, Lin C Y, Liao C T, et al. The added values of (18)F-FDG PET/CT in differentiating cancer recurrence and osteoradionecrosis of mandible in patients with treated oral squamous cell carcinoma[J]. EJNMMI Res, 2023, 13(1): 25.
- [18] Boerkoel P, Abdellatif W, Walsh J P, et al. Gastropulmonary fistula following sleeve gastrectomy: use of dual-energy CT following oral contrast administration to confirm diagnosis[J]. Radiol Case Rep, 2023, 18(5): 1895-1897.
- [19] Bayerl N, May M S, Wuest W, et al. Iterative metal artifact reduction in head and neck CT facilitates tumor visualization of oral and oropharyngeal cancer obscured by artifacts from dental hardware[J]. Acad Radiol, 2023.
- [20] Alsufyani N, Alsufyani N, Alrasheed R. Cone beam CT features and oral radiologist's decision-making of arrested pneumatization of the sphenoid sinus[J]. Curr Med Imaging, 2023, 19(8): 907-913.
- [21] Kaida H, Kitajima K, Sekine T, et al. Prognostic significance of the harmonized maximum standardized uptake value of 18F-FDG-PET/CT in patients with resectable oral tongue squamous cell carcinoma: a multicenter study[J]. Dentomaxillofac Radiol, 2023, 52(7): 20230083.
- [22] Golikhatir I, Sazgar M, Jahanian F, et al. Comparison of the diagnostic accuracy of CT scan with oral and intravenous contrast versus CT scan with intravenous contrast alone in the diagnosis of blunt abdominal trauma[J]. Chin J Traumatol, 2023, 26(3): 174-177.
- [23] Ling X, Alexander G S, Molitoris J, et al. Identification of CT-based non-invasive radiographic biomarkers for overall survival stratification in oral cavity squamous cell carcinoma[J]. Res Sq, 2023.

(收稿日期: 2023-11-28)

(校对编辑: 韩敏求)