

[DOI]10.12016/j.issn.2096-1456.2019.11.011

· 综述 ·

Biodentine 的材料特性及临床应用现状

王萍, 张映娟

桂林市口腔医院牙体牙髓科, 广西 桂林(541001)

【摘要】 Biodentine 是一种生物活性牙本质替代材料,其主要成分为高纯度的硅酸三钙,而不含有硅酸二钙。Biodentine 的固化时间较短,虽然其溶解度较高但几乎不影响材料体积。X-ray 阻射性小,孔隙率较低,容积密度较高,抗压强度大且不受潮湿或干燥环境影响,抗酸蚀能力强,可增加牙本质抗折能力,无细胞毒性,具有良好的生物相容性,对多种细菌具有抗菌活性,尤其是对血链球菌具有较强的抗菌性。2010年开始,Biodentine 广泛应用于牙体修复、盖髓术、牙髓切断术、等临床治疗。在临床应用中,Biodentine 主要作为永久性的牙本质替代物或是在6个月内作为临时的牙釉质替代物。Biodentine 作为一种新型的牙本质替代材料在临床中应用的还时间较短,其远期疗效仍有待进一步的随访观察。

【关键词】 Biodentine; 牙科材料; 硅酸三钙; 理化特性; 抗菌活性; 牙体修复
盖髓术

【中图分类号】 R781.05 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 2096-1456(2019)11-0745-04

开放科学(资源服务)标识码(OSID)

【引用著录格式】 王萍,张映娟. Biodentine 的材料特性及临床应用现状[J]. 口腔疾病防治, 2019, 27(11): 745-748.

Material properties and clinical application status of Biodentine WANG Ping, ZHANG Yingjuan. Department of Conservative and Endodontic Dentistry, Guilin Stomatological Hospital, Guilin 541001, China

Corresponding author: WANG Ping, Email: 760910534@qq.com, Tel: 86-20-84403983

【Abstract】 Biodentine is a bioactive dentin replacement material whose main component is high-purity tricalcium silicate without dicalcium silicate. It has a shorter cure time; although it has a higher solubility, it hardly affects the volume of the material. It has a low X-ray barrier property, low porosity, high bulk density, and high compressive strength and is not affected by moisture or a dry environment. It has strong acid corrosion resistance, can increase dentin resistance, and has biocompatibility due to the lack of cytotoxicity. It has antibacterial activity against various bacteria, with strong antibacterial activity against *Streptococcus sanguis*. Since 2010, Biodentine has been widely used in clinical treatments such as dental restoration, pulp capping, pulpectomy, et al. In clinical applications, Biodentine is primarily used as a permanent dentin substitute or as a temporary enamel substitute within 6 months. As a new dentin substitute material with a short clinical application time, the long-term efficacy of Biodentine requires further follow-up observation studies.

【Key words】 Biodentine; dental materials; tricalcium silicate; physicochemical properties; antibacterial activity; dental restoration; pulp capping

J Prev Treat Stomatol Dis, 2019, 27(11): 745-748

Biodentine 是一种新型生物活性牙本质替代材料,主要成分为高纯度的硅酸三钙。由于 Biodentine 具有良好的机械性能、可操作性和生物相容

性,逐步在儿童牙病、牙体牙髓病等领域得到推广和应用,本文就其材料特性和临床应用的研究进展作一综述。

【收稿日期】 2018-12-08; **【修回日期】** 2019-04-15

【基金项目】 广西省科技计划项目(桂科攻 1598012-40)

【通信作者】 王萍,副主任医师,本科, Email: 760910534@qq.com, Tel: 86-20-84403983

1 Biodentine 的基本性能

1.1 Biodentine 的组成

Biodentine 是粉末胶囊剂型,使用时粉液比为

1:1。粉剂主要成分为高纯度的硅酸三钙,液体为氯化钙溶液和赋形剂。Setbon等^[1]分析了未水合的Biodentine粉末的化学元素组成为碳、氧、硅、钙、锆。

1.2 Biodentine的理化性能

1.2.1 固化时间 根据产品说明书介绍,Biodentine的初始固化时间为12 min左右。然而,按照ISO 9917-1:2007标准进行的研究显示,Biodentine的固化时间分别为 $(15\pm1)\text{min}$ ^[2]和 $(13.1\pm1.1)\text{min}$ ^[3]。Kaup等^[4]的研究显示,Biodentine的最终固化时间为 $(85.66\pm6.03)\text{min}$ 。相关研究认为相对于ProRoot MTA,Biodentine的固化时间更短。Darvell等^[5]认为这与Biodentine中不含有硅酸二钙有关,因为硅酸二钙会减缓水合反应过程。同时,氯化钙加速了水合反应过程,缩短了固化时间。唾液和血液的污染都会增加固化时间,其中血液污染的影响更为显著。

1.2.2 溶解度及离子析出 按照ISO 6876:2001标准进行的试验^[3,4]显示,10 d内Biodentine与ProRoot MTA的溶解度近似,10 d以后Biodentine的溶解度显著增加,这或许与钙、硅离子的析出有关。尽管Biodentine的溶解度高于ProRoot MTA,可是溶解现象仅仅发生在材料与液体接触的表面,对材料体积的影响是微不足道的。在钙离子释放方面,研究显示在第1天、第3天、第7天和第14天后,Biodentine释放的钙离子明显多于MTA Angelus和GCMTA^[3]。Biodentine在早期释放的钙离子较多。随时间的推移,钙离子的释放量逐渐减少。30 d时,钙离子的释放量明显低于术后第1天^[6]。

1.2.3 X线阻射性 Biodentine的X线阻射性明显低于ProRoot MTA、MTA Angelus、Micro Mega MTA、MTA Plus和Neo MTA Plus^[4,7-8]。此外,一些研究显示Biodentine的X线阻射性甚至低于ISO 6876:2001标准的要求^[4,7]。在一项锥形束CT的研究中发现Biodentine和MTA产生的伪影远小于银汞合金^[9-10]。

1.2.4 孔隙率及抗压强度 Biodentine和ProRoot MTA相对于BioaggregateTM,MTA Angelus和MTA Plus有较低的平均孔径、孔隙率和总孔隙面积,更高的容积密度^[11-12]。Biodentine的抗压强度也高于MTA Angelus,GCMTA和calcium-enriched mixture^[3,13]。浸泡于次氯酸钠液中并不会降低Biodentine的抗压强度,而暴露于EDTA溶液时则相反^[14]。将Biodentine和WMTA同时暴露于不同的pH(4.4、5.4、

6.4和7.4)环境中7 d后,Biodentine有相对更高的抗压强度、更强的抗酸蚀能力^[15]。

Biodentine相对于ProRoot MTA、Angelus MTA和GCMTA有更高的硬度、弹性模量和挠曲强度^[3-4,13]。其维氏显微硬度与健康牙本质相当,是ProRoot MTA的两倍^[4]。表面抗压强度不受潮湿或干燥环境的影响^[16]。但是,酸性环境会降低Biodentine的表面抗压强度^[15]。

1.2.5 抗折性能 Biodentine和MTA对牙本质抗折性能的影响无统计学差异,但是与Vitapex相比,Biodentine和MTA能明显增加牙本质抗折性能^[17]。

1.2.6 生物相容性 与其他任何修复材料一样,Biodentine的生物相容性也得到了研究,以确保其在细胞上应用时的安全性。通过艾姆斯试验评价其对细菌菌株的遗传毒性及其在人类淋巴细胞中对微核的形成的影响,证明了该材料没有任何诱变效应;同样,当在人类牙髓细胞上进行测试时,用Comet分析也没有发现DNA断裂或损伤;这些结果表明,Biodentine在体外没有基因毒性作用^[18]。材料的生物相容性也通过体内试验进行了研究,研究人员使用Biodentine进行了直接和间接盖髓术,在这两种情况下,体内试验中均未发现Biodentine对靶细胞的活性产生影响^[18]。另外,学者们对Biodentine对牙髓细胞分泌特异性蛋白的影响进行了研究,如成牙本质细胞中巢蛋白(人类成牙本质细胞特定的标记)和牙本质涎蛋白的表达,发现Biodentine不但不会抑制这些蛋白质的表达,而且能诱导其表达和增强细胞的矿化能力^[19]。进一步的研究证实,在使用MTT法测定Biodentine和MTA对人类MG63成骨细胞的毒性试验中,两者均无细胞毒性^[20]。并且在一定浓度下,Biodentine可促进人骨肉瘤细胞MG63增殖及成骨活性^[21]。MTA以及低浓度Biodentine与小鼠间充质干细胞有良好的生物相容性;在小鼠间充质干细胞向成骨方向分化过程中有促进分化矿化作用,可以作为根管的根尖封闭材料^[22]。

1.2.7 抗菌活性 Biodentine对血链球菌的抗菌活性最强,显著高于MTA Angelus和ProRoot MTA;对变形链球菌的抗菌活性最弱,其抗菌活性极小或几乎没有;对唾液链球菌的抑菌活性则明显低于MTA Angelus和ProRoot MTA^[23-25];对粪肠球菌的抑菌活性与MTA Angelus相当,但明显高于ProRoot MTA和MTA Plus;对白色念珠菌的抗真菌活性与MTA Angelus和MTA Plus相似,但显著高于Pro-

Root MTA^[26-27]。

2 Biodentine 在牙髓治疗中的应用

2.1 直接盖髓术

Nowicka 等^[28]对计划进行正畸治疗需要拔除的28颗无龋牙制备一类洞机械露髓,使用Biodentine和MTA进行直接盖髓。手术当天有7位患者感觉有中度疼痛,其中4位来自Biodentine组,3位来自MTA组;其他患者没有症状。所有试验对象在拔除前进行冷测试和电活力测试证实牙髓均有活力,进行X线检查也未发现根尖周炎症。6周后的组织学结果显示Biodentine组牙髓组织没有炎症并且在材料下方形成了完整的牙本质桥。断层扫描数据显示Biodentine组所形成的修复性牙本质密度更高,体积更大^[29]。以上试验的结论显示Biodentine可以用于直接盖髓术。

2.2 间接盖髓术

Koubi 等^[30]用Biodentine作为后牙充填物进行了临床随机对照研究。试验纳入了397个研究对象并进行了3年随访。Biodentine在深龋治疗作为直接充填材料同时恢复牙本质和牙釉质结构。研究指标包括了材料粘稠度、工作时间,与操作器械的附着性,易操作性,解剖形态、边缘密闭性、邻接关系质量、边缘着色、表面光洁度、继发龋和术后疼痛。试验结果显示,Biodentine易于操作,有良好的解剖形态、边缘密闭性和很好的邻接关系。在随访过程中,Biodentine组与Z100复合树脂组均未发现术后疼痛反应。术后6个月Biodentine组解剖形态发生改变、出现边缘渗漏、邻接关系不够紧密,牙髓活力测试反应良好。基于这些变化,试验者对Biodentine组进行了补充治疗,将Biodentine作为牙本质的替代物保留,在其上方充填Z100复合树脂替代牙釉质,并进行了3年的术后随访。本研究的结论是Biodentine可以在6个月内作为后牙牙釉质的暂时性替代物。当在其表面充填Z100复合树脂后,Biodentine可以做为良好的永久性牙本质替代材料。此外,Biodentine还可以像天然的牙本质一样进行切割和成形^[30]。另一个临床试验显示,Biodentine和Fuji IX作为间接盖髓材料对不可复性牙髓炎的治疗效果差异没有统计学意义^[31]。

2.3 牙髓切断术

Biodentine应用于牙髓切断术临床研究较少。1项临床对照试验研究对4~9岁儿童的84颗牙齿随机使用Biodentine和MTA进行治疗。所有牙齿

术后用不锈钢冠进行修复。在6个月和12个月时对试验对象进行临床和X线影像学评估。Biodentine组和MTA组各有1颗磨牙根管内出现了内吸收。总的来说,两组在12个月后均有较高的临床成功率^[32]。而另外两项临床研究显示,在随访时间为6个月及9个月时,Biodentine与MTA一样有较高的影像学成功率^[33-34]。

3 结 语

Biodentine在使用之前不需要对接触面进行预处理,可以跟天然牙本质一样进行切割和塑形,并且在其表面进行树脂充填时可以使用各种粘结剂进行粘结。它不仅是一种盖髓材料,而且可作为大块的永久性牙本质替代物来取代受损或缺失的牙本质结构,具有良好的应用前景。但其在临床应用时间较短,仍需要更多大样本病例研究和远期疗效观察。

参考文献

- [1] Setbon HM, Devaux J, Iserentant A, et al. Influence of composition on setting kinetics of new injectable and/or fast setting tricalcium silicate cements[J]. Dent Mater, 2014, 30(12): 1291-1303.
- [2] Jang YE, Lee BN, Koh JT, et al. Cytotoxicity and physical properties of tricalcium silicate-based endodontic materials[J]. Restor Dent Endod, 2014, 39(2): 89-94.
- [3] Dawood AE, Manton DJ, Parashos P, et al. The physical properties and ion release of CPP-ACP-modified calcium silicate-based cements[J]. Aust Dent J, 2015, 60(4): 434-444.
- [4] Kaup M, Schafer E, Dammaschke T. An *in vitro* study of different material properties of Biodentine compared to ProRoot MTA[J]. Head Face Med, 2015, 11: 16.
- [5] Darvell BW, Wu RC. "MTA"-an hydraulic silicate cement: review update and setting reaction[J]. Dent Mater, 2011, 27(5): 407-422.
- [6] Li X, Yoshihara K, De Munck J, et al. Modified tricalcium silicate cement formulations with added zirconium oxide[J]. Clin Oral Investig, 2017, 21(3): 895-905.
- [7] Tanalp J, Karapinar-Kazandag M, Dolekoglu S, et al. Comparison of the radiopacities of different root-end filling and repair materials[J]. Sci World J, 2013: 594950.
- [8] Camilleri J. Staining potential of Neo MTA plus, MTA plus, and Biodentine used for pulpotomy procedures[J]. J Endod, 2015, 41(7): 1139-1145.
- [9] Husniye DK, Dilek HY, Boulos B, et al. Contrast-to-noise ratio with different settings in a CBCT machine in presence of different root-end filling materials: an *in vitro* study[J]. Dentomaxillofac Radiol, 2016, 45(5): 20160012.
- [10] Helvacoglu - Yigit D, Demirturk Kocasarac H, Bechara B, et al.

- Evaluation and reduction of artifacts generated by 4 different root-end filling materials by using multiple cone-beam computed tomography imaging settings[J]. J Endod, 2016, 42(2): 307-314.
- [11] Camilleri J, Grech L, Galea K, et al. Porosity and root dentine to material interface assessment of calcium silicate-based root-end filling materials[J]. Clin Oral Investig, 2014, 18(5): 1437-1446.
- [12] Gandolfi MG, Siboni F, Botero T, et al. Calcium silicate and calcium hydroxide materials for pulp capping: biointeractivity, porosity, solubility and bioactivity of current formulations[J]. J Appl Biomater Funct Mater, 2015, 13(1): 43-60.
- [13] Natale LC, Rodrigues MC, Xavier TA, et al. Ion release and mechanical properties of calcium silicate and calcium hydroxide materials used for pulp capping[J]. Int Endod J, 2015, 48(1): 89-94.
- [14] Govindaraju L, Neelakantan P, Gutmann JL. Effect of root canal irrigating solutions on the compressive strength of tricalcium silicate cements[J]. Clin Oral Investig, 2017, 21(2): 567-571.
- [15] Elnaghy AM. Influence of acidic environment on properties of Biodentine and white mineral trioxide aggregate: a comparative study[J]. J Endod, 2014, 40(7): 953-957.
- [16] Caronna V, Himel V, Yu Q, et al. Comparison of the surface hardness among 3 materials used in an experimental apexification model under moist and dry environments[J]. J Endod, 2014, 40(7): 986-989.
- [17] 易思, 吴补领, 唐雷, 等. 牙体牙髓治疗材料对牙本质抗折性能的影响[J]. 中国临床解剖学杂志, 2017, 35(2): 207-210.
- [18] Laurent P, Camps J, De Me'o M, et al. Induction of specific cell responses to a Ca(3)SiO(5)-based posterior restorative material[J]. Dent Mater, 2008, 24(11): 1486-1494.
- [19] Zanini M, Sautier JM, Berdal A, et al. Biodentine induces immortalized murine pulp cell differentiation into odontoblast-like cells and stimulates biomineralization[J]. J Endod, 2012, 38(9): 1220-1226.
- [20] Attik GN, Villat C, Hallay F, et al. *In vitro* biocompatibility of a dentine substitute cement on human MG63 osteoblasts cells: Biodentine™ versus MTA(®)[J]. Int Endod J, 2014, 47(12): 1133-1141.
- [21] 翟姣妍, 王丽娜, 刘启成, 等. 生物活性牙本质替代物 Biodentine 对 MG63 细胞增殖及成骨作用的影响[J]. 中国组织工程研究, 2018, 22(18): 2843-2848.
- [22] 周媛, 叶茂昌, 武瑾, 等. 3 种牙髓生物活性材料对小鼠间充质干细胞骨向分化的影响[J]. 安徽医学, 2016, 37(8): 929-932.
- [23] Poggio C, Arciola CR, Beltrami R, et al. Cytocompatibility and antibacterial properties of capping materials[J]. Sci World J, 2014: 181945.
- [24] Poggio C, Beltrami R, Colombo M, et al. *In vitro* antibacterial activity of different pulp capping materials[J]. J Clin Exp Dent, 2015, 7(5): e584-e588.
- [25] Ceci M, Beltrami R, Chiesa M, et al. Biological and chemical-physical properties of root-end filling materials: a comparative study[J]. J Conserv Dent, 2015, 18(2): 94-99.
- [26] Bhavana V, Chaitanya KP, Gandhi P, et al. Evaluation of antibacterial and antifungal activity of new calcium-based cement (Biodentine) compared to MTA and glass ionomer cement[J]. J Conserv Dent, 2015, 18(1): 44-46.
- [27] Hiremath GS, Kulkarni RD, Naik BD. Evaluation of minimal inhibitory concentration of two new materials using tube dilution method: an *in vitro* study[J]. J Conserv Dent, 2015, 18(2): 159-162.
- [28] Nowicka A, Lipski M, Parafiniuk M, et al. Response of human dental pulp capped with Biodentine and mineral trioxide aggregate[J]. J Endod, 2013, 39(6): 743-747.
- [29] Nowicka A, Wilk G, Lipski M, et al. Abstract after direct pulp capping with Ca(OH)₂, MTA, Biodentine, and dentin bonding system in human teeth[J]. J Endod, 2015, 41(8): 1234-1240.
- [30] Koubi G, Colon P, Franquin JC, et al. Clinical evaluation of the performance and safety of a new dentine substitute, Biodentine, in the restoration of posterior teeth--a prospective study[J]. Clin Oral Investig, 2013, 17(1): 243-249.
- [31] Hashem D, Mannocci F, Patel S, et al. Clinical and radiographic assessment of the efficacy of calcium silicate indirect pulp capping: a randomized controlled clinical trial[J]. J Dent Res, 2015, 94(4): 562-568.
- [32] Cuadros-Fernández C, Lorente Rodríguez AI, S'aez-Martínez S, et al. Short-term treatment outcome of pulpotomies in primary molars using mineral trioxide aggregate and Biodentine: a randomized clinical trial[J]. Clin Oral Investig, 2016, 20(7): 1639-1645.
- [33] Niranjani K, Prasad MG, Vasa AA, et al. Clinical evaluation of success of primary teeth pulpotomy using mineral trioxide aggregate(?), laser and Biodentine(TM)- an *in vivo* study[J]. J Clin Diagn Res, 2015, 9(4): zc35-zc37.
- [34] Kusum B, Rakesh K, Richa K. Clinical and radiographical evaluation of mineral trioxide aggregate, biodentine and propolis as pulpotomy medicaments in primary teeth[J]. Restor Dent Endod, 2015, 40(4): 276-285.

(编辑部 张琳)



官网



公众号