

## UU VÀ NHƯỢC ĐIỂM CỦA MTA VÀ BIODENTINE™ TRONG ỨNG DỤNG LÂM SÀNG Ở TRẺ EM

- Nguyễn Thị Mai Phương<sup>1</sup> ● Diệp Bửu Chi<sup>2</sup> ● Bùi Ngọc Phương Dung<sup>1,\*</sup>
- Phan Ngọc Thảo Suong<sup>1</sup> ● Nguyễn Đức Thanh Bình<sup>1</sup> ● Lê Thành Trục<sup>1</sup>
- Lưu Quang Vinh<sup>1</sup> ● Dương Khang Nguyên<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bệnh viện Răng Hàm Mặt TP. Hồ Chí Minh

<sup>2</sup> Trường Đại học Y Dược TP. Hồ Chí Minh

### TÓM TẮT

Ở Việt Nam, tỷ lệ sâu răng vĩnh viễn ở trẻ cao khi răng vừa mới mọc (20,9%) và tăng theo tuổi. Chấn thương răng là một tình trạng phổ biến ở trẻ em và là nguyên nhân phổ biến nhất dẫn đến chét tủy ở răng trước vĩnh viễn chưa đóng chóp. Các khiếm khuyết ở vùng răng cửa trước có ảnh hưởng tiêu cực lên sự khỏe mạnh về tinh thần và xã hội của trẻ, trong khi việc mất các răng hàm, nhất là răng cối lớn thứ nhất hàm dưới có ảnh hưởng lên khớp cắn và chức năng ăn nhai, cũng như có sự tiêu xương sau nhổ răng. Do đó việc giữ lại răng cho trẻ cho đến tuổi trưởng thành là rất quan trọng để giảm bớt các điều trị phức tạp và tốn kém sau này. Hiện nay nhiều vật liệu mới đã ra đời với sự cải tiến về sinh học và khả năng kích thích sửa chữa mô răng và lành thương như vật liệu Calcium Silicate (Mineral trioxide aggregate (MTA), Biodentine™), có hiệu quả cao trong điều trị bảo tồn và điều trị tủy răng. Tuy nhiên các loại vật liệu này vẫn còn tồn tại một số nhược điểm. Trong bài này, các ca lâm sàng được trình bày bao gồm các bệnh lý về tủy (hoại tử tủy, viêm tủy không hồi phục) và chấn thương răng (răng rơi khỏi ổ, gãy ngang thân răng). Hai loại vật liệu được sử dụng trong điều trị là Proroot MTA và Biodentine™. Trong một số ca lâm sàng, Biodentine™ và MTA được trộn với nhau theo tỉ lệ 2:1. Về kết quả điều trị, MTA và Biodentine™ với tính đều cho kết quả tốt trên hầu hết các ca lâm sàng. Tuy nhiên, nhược điểm chính của MTA là gây đổi màu răng sau một thời gian, do đó không thích hợp để trám các răng cần tính thẩm mỹ, trong khi nhược điểm của Biodentine™ là độ cản quang thấp gây khó khăn trong quá trình điều trị. Việc trám bằng hỗn hợp Biodentine™ và MTA theo tỉ lệ 2:1 đã khắc phục được nhược điểm độ cản quang kém của Biodentine™. Về khả năng gây đổi màu răng, cần theo dõi thêm các ca lâm sàng để cho ra kết quả.

**Từ khóa:** *biodentine™, Mineral trioxide aggregate, độ cản quang, đổi màu răng*

## ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF MTA AND BIODENTINE™ IN PEDIATRIC DENTISTRY PRACTICES

- Nguyen Thi Mai Phuong ● Diep Buu Chi ● Bui Ngoc Phuong Dung
- Phan Ngoc Thao Suong ● Nguyen Duc Thanh Binh ● Le Thanh Truc
- Luu Quang Vinh ● Duong Khang Nguyen

### ABSTRACT

The proportion of dental caries in Vietnamese children is relatively high since the first permanent tooth erupted (20.9%). Dental trauma is popular in children and the most common cause of pulp necrosis of immature anterior teeth. Imperfections of anterior teeth negatively affect children's

\* Tác giả liên hệ: BS. Bùi Ngọc Phương Dung, Email: pdung2811@gmail.com

(Ngày nhận bài: 11/09/2022; Ngày nhận bản sửa: 28/10/2022; Ngày duyệt đăng: 20/11/2022)

psychological and social health, while loss of molars, especially lower first molar causes malocclusion and chewing dysfunction as well as loss of alveolar. Therefore, it is important to maintain the children's teeth until adulthood to minimize complex and expensive treatment later.

Nowadays, new biomaterials with the ability of stimulating dental tissue's self-repair and healing have been invented such as Calcium Silicate (Mineral trioxide aggregate (MTA), Biodentine™), which is efficient in conservative and pulpal treatment. However, these materials still have some drawbacks. In this report, we present cases of pulp conditions requiring endodontic treatment (pulp necrosis, irreversible pulpitis) and dental trauma (avulsed teeth, tooth fractures). In these cases, the filling materials utilised were MTA and Biodentine™. In some cases, a mixture of Biodentine™ and MTA (ratio 2:1) was used. MTA and Biodentine™ have good results in most of cases. However, the main defect of MTA is that it changes the color of teeth so it is unsuitable for the front teeth. On the other hand, Biodentine™ has low radiopacity that affects the treatment process. Filling teeth with Biodentine™ and MTA mixture solves the problem of Biodentine™'s low radiopacity. More follow-ups are needed to verify the discoloration.

**Keywords:** *biodentine™, Mineral trioxide aggregate, radiopacity, discoloration*

## 1. GIỚI THIỆU

Ở Việt Nam, theo báo cáo của Nguyễn Thị Hồng Minh, Trịnh Đình Hải, tỉ lệ sâu răng vĩnh viễn ở trẻ cao khi răng vừa mới mọc (6-8 tuổi - 20.9%) và tăng dần theo tuổi, từ sau 9 tuổi, tỉ lệ sâu răng ở trẻ em nghiêm trọng hơn (34.4% - 43.7 %) [1]. Chấn thương răng là một tình trạng phổ biến ở trẻ em, và là nguyên nhân phổ biến nhất dẫn đến chết tủy ở răng trước vĩnh viễn chưa đóng chóp, có 25% trẻ em trong độ tuổi đến trường bị chấn thương răng [2 -3]. Các khiếm khuyết ở vùng răng cửa trước có ảnh hưởng tiêu cực lên sự khỏe mạnh về tinh thần và xã hội của trẻ [2], trong khi việc mất các răng hàm, nhất là răng cối lớn thứ nhất hàm dưới có ảnh hưởng lên khớp cắn và chức năng ăn nhai [3] cũng như có sự tiêu xương sau nhổ răng. Do đó việc giữ lại răng cho trẻ cho đến tuổi trưởng thành là rất quan trọng để giảm bớt các điều trị phức tạp và tốn kém sau này.

Hiện nay nhiều vật liệu mới đã ra đời với sự cải tiến về sinh học và khả năng kích thích sửa chữa mô răng và lành thương như vật liệu Calcium Silicate (MTA, Biodentine™) [6 – 7] có hiệu quả cao trong điều trị bảo tồn và điều trị tủy răng. Tuy nhiên các loại vật liệu này vẫn còn tồn tại một số nhược điểm.

**Mineral trioxide aggregate (MTA)** là một hỗn hợp gồm các thành phần sau: Portland cement (75%), bismuth oxide (20%), và gypsum (5%). Thành phần chính của MTA, Portland cement bao gồm dicalcium silicate, tricalcium silicate, tricalcium aluminate, và tetracalcium aluminoferrite. MTA được trình bày dưới dạng bột và dung dịch, khi trộn có dạng bột nhão và đông cứng dần trong môi trường miệng [4].

Các ứng dụng lâm sàng của MTA bao gồm: [5]

- Che tủy trực tiếp hoặc gián tiếp
- Lấy tủy buồng
- Trám bít lỗ thủng
- Trám bít ống tủy
- Phẫu thuật nội nha
- Răng chưa đóng chóp
- Răng bị chấn thương

- Răng nội tiêu/ngoại tiêu
- Tái tạo mạch máu

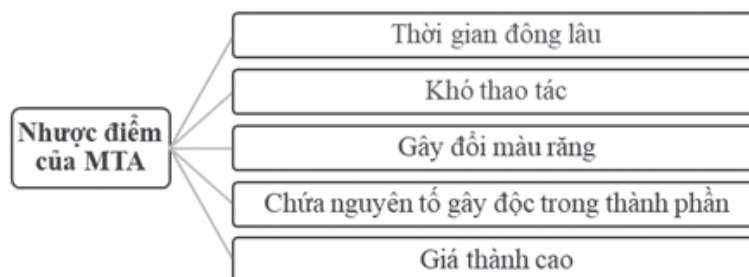
**Biodentine™** (Septodont) là một loại xi măng chịu nước được coi như là vật liệu thay thế ngà răng, đặc biệt là sử dụng trong liệu pháp bảo tồn tủy sống (Vital pulp therapy – VPT). Biodentine™ gồm bột và nước được đóng gói dưới dạng con nhộng và ống dung dịch. Thành phần của bột bao gồm 80% tricalcium silicate, 15% calcium carbonate và 5% zirconium oxide [6]; phần nước bao gồm nước, calcium, chlorine, sodium và magnesium [7].

Các ứng dụng của Biodentine™ bao gồm: [8]

- Liệu pháp bảo tồn tủy sống: che tủy gián tiếp, che tủy trực tiếp/lấy tủy buồng, điều trị tiêu chân răng.
- Điều trị tủy răng: phục hồi răng bị thủng sàn/thủng chân, tạo nút chặn chóp ở răng chưa đóng chóp, trám ngược sau phẫu thuật cắt chóp.

**Bảng 1.** So sánh các đặc tính cơ học, hóa học và vật lý của MTA và Biodentine™ [9], [10]

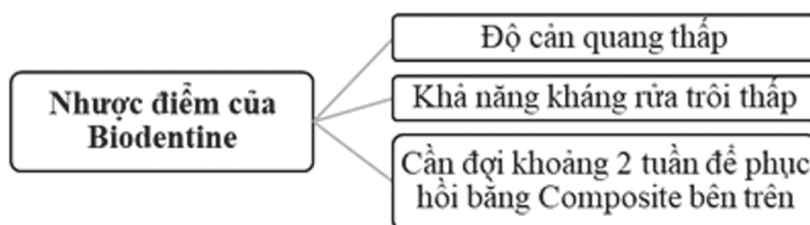
		MTA (ProRoot)	Biodentine™
<b>Thời gian đông (phút)</b>	Khởi đầu	175	6
	Kết thúc	70	10.1
<b>Độ pH</b>			Cao nhất trong vài ngày đầu (11.6 -12.3), giảm dần đến 8.9–10.7 trong 4 tuần
<b>Mật độ (g/cm<sup>3</sup>)</b>		1.882 (0.002)	2.206 (0.002)
<b>Độ bền nén</b>	Sau 24 giờ	45.84±1.32 MPa	200 MPa
	Sau 1 tháng	86.02±10.32 MPa	297 MPa
<b>Độ bền uốn</b>		14.27 MPa	34 MPa
<b>Độ cứng Vickers</b>		37.54 – 53.56	48.4
<b>Độ cản quang</b>	Tương đương với độ dày của tấm nhôm	7.17 mm	3.5 mm
<b>Độ hòa tan</b>		Ít hoặc không hòa tan, tùy thuộc vào tỉ lệ bột: nước (độ tan cao khi trộn nhiều nước). Độ tan tăng theo thời gian [11].	Tùy thuộc vào thành phần bột, nước. 2.74% sau 1 ngày, 4.6 – 7.3% sau 1 tháng [12].
<b>Khít sát và khả năng dán</b>		Cao hơn	Thấp hơn
<b>Sức kháng lực đẩy</b>		Thấp hơn	Cao hơn



Hình 1. Nhược điểm của MTA [9]

Bảng 2. Đặc tính sinh học của MTA và Biodentine™ [9]

MTA	Biodentine™
<b>Tính kháng khuẩn</b>	Có tính kháng khuẩn đáng kể đối với E. faecalis
	Có khả năng kháng khuẩn và kháng nấm cao hơn
<b>Tính tương hợp sinh học và gây độc tế bào</b>	Tính gây độc tế bào thấp hơn so với GIC khi nghiên cứu trên nguyên bào sợi nước. Tính tương hợp sinh học của MTA và Biodentine™ tương đương nhau.
<b>Hoạt tính sinh học và tiềm năng tái tạo</b>	Cả hai vật liệu góp phần trong sự biệt hóa sớm của nguyên bào răng và khởi đầu của sự khoáng hóa Có khả năng dẫn tạo xương
	Khả năng tạo tinh thể apatite và các nguyên tố của răng cao hơn MTA. Tăng đáng kể sự tăng sinh, di động và bám dính của tế bào gốc; thúc đẩy sự khoáng hóa, tạo ngà phản ứng và cầu ngà đặc khi tiếp xúc trực tiếp với tủy



Hình 2. Nhược điểm của Biodentine™ [9]

## 2. CA LÂM SÀNG

Trong các ca lâm sàng dưới đây, chúng tôi sử dụng ProRoot MTA (Dentsply Sirona) và Biodentine™ (Septodont)

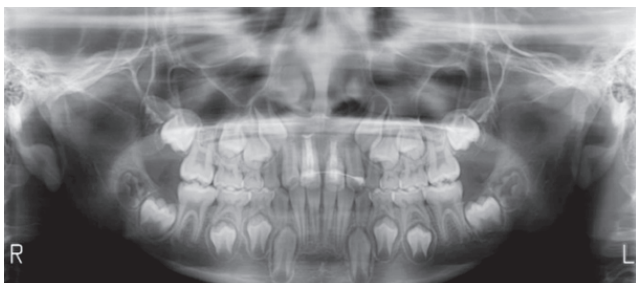
### 2.1. Ca lâm sàng 1

Bệnh nhân nam, 9 tuổi, bị chấn thương hai răng cửa trước hàm trên, răng 11 và 21 rơi khỏi ổ răng, được cắm lại và cố định bằng Composite. Sau 1 tháng, bệnh nhân được tái khám, không ghi nhận triệu chứng sưng đau hay lỗ dò; răng 11, 21 được lấy tủy chân và trám bít ống tủy bằng MTA, chụp phim

kiểm tra [Hình 3]. Khi tái khám 1 tuần sau trám bít thấy răng 11, 21 đổi màu nhiều [Hình 4].

### 2.2. Ca lâm sàng 2 [13]

Bệnh nhân nam được lấy tủy buồng răng 21 và trám buồng tủy bằng MTA [5a], răng 11, 21 đã được trám và đắp mặt răng bằng Composite. Một thời gian sau tái khám thấy răng 21 có sự đổi màu nhìn thấy rõ trên lâm sàng [5b].



Hình 3. Răng kiểm tra sau khi trám bít bằng MTA

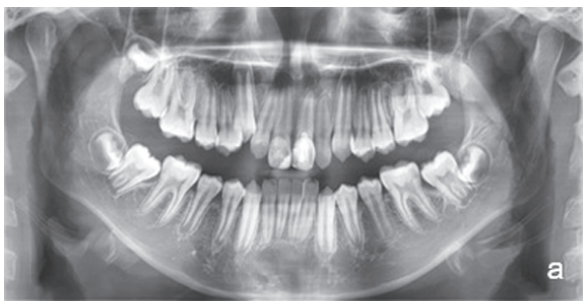


Hình 4. Răng 11, 21 đổi màu sau trám bít bằng MTA

### 2.3. Ca lâm sàng 3

Bệnh nhân nữ, 7 tuổi, đến khám vì gãy 2 răng cửa giữa hàm trên do chấn thương cách 2 ngày. Bệnh nhân bị gãy ngang 2/3 thân răng 11,21. Răng 11, 21 không lung lay. Thử tủy (+). Răng 11 có điểm lộ tủy phía gần, răng 21 không có điểm lộ tủy.

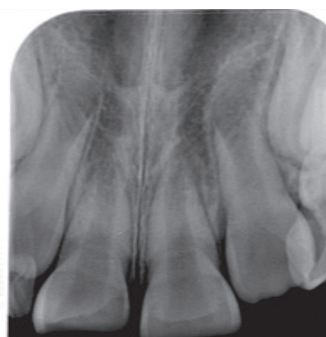
Trên phim X quang thấy R11 gãy ngang chạm buồng tủy phía gần, răng 21 gãy ngang thân răng, sát tủy. Răng 11,21 chưa đóng chóp, lamina dura liên tục, dây chằng nha chu không dẫn, không có sang thương quanh chóp [6]. Chẩn đoán: Chấn thương răng 11, 21; răng 11 lộ tủy.



Hình 5.

a. Phim toàn cảnh chụp sau khi trám tủy buồng răng 21 bằng MTA;

b. Răng 21 đổi màu sau trám.



Hình 6. Phim X quang cho thấy răng 11 gãy ngang chạm buồng tủy phía gần, răng 21 gãy ngang thân răng, sát tủy. Răng 11,21 chưa đóng chóp.

#### Quá trình điều trị:

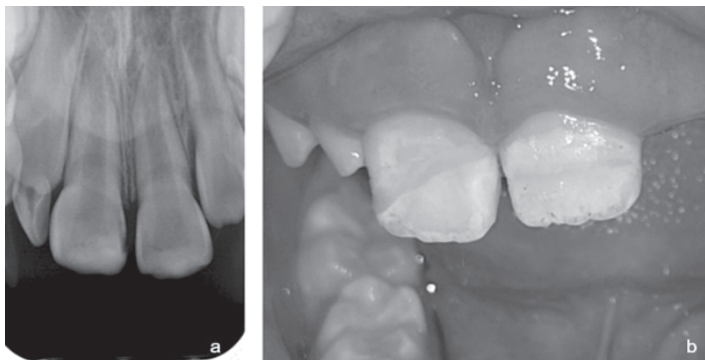
Ngày khám đầu: Răng 11: Lấy tủy buồng, trám bít bằng Biodentine™. Răng 21: che tủy gián tiếp bằng Biodentine™. Chụp phim kiểm tra, gần như không thể thấy vật liệu trám bít cản quang trên phim. [7a]. Trám tạm bằng GIC.

Tái khám sau 1 tuần: bệnh nhân không đau hay sưng, gõ dọc (-), thử tủy răng 11 (+), răng 21 (+); răng 11, 21 không có hiện tượng đổi màu. Gắn lại mảnh răng gãy bằng Composite [7b].



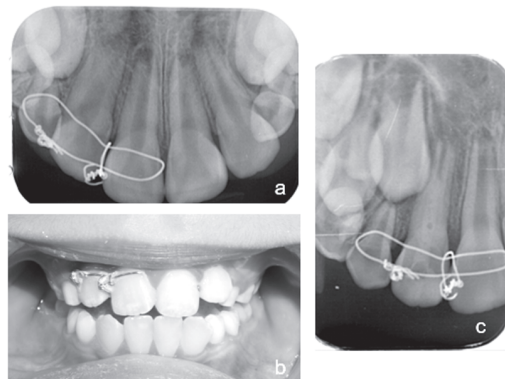
#### 2.4. Ca lâm sàng 4

Bệnh nhân nam 9 tuổi, bị chấn thương răng cửa hàm trên. Răng 12 rơi khỏi ổ răng, đã được cố định bằng chỉ thép. [Hình 8a]. Chụp phim X quang thấy răng 12 chưa đóng chóp. [Hình 8b]. Sau 1 tuần, bệnh nhân được điều trị lấy tủy chân răng 12 và trám bít ống tủy bằng Biodentine™. Trên phim chụp kiểm tra thấy độ cản quang của Biodentine™ gần giống với ngà răng [8c].



**Hình 7.**

- a. Phim chụp sau khi lấy tủy buồng, gần như không thấy vật liệu trám bít trên phim;  
b. Gắn lại mảnh răng gãy bằng Composite.



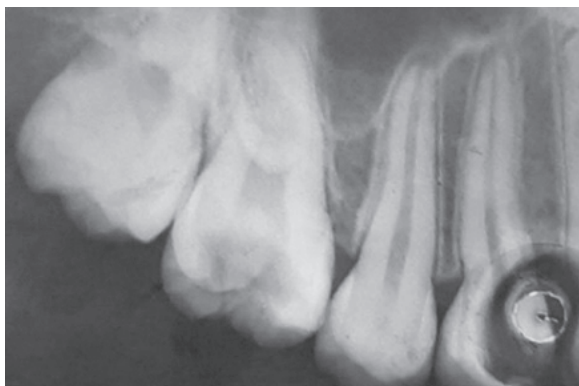
**Hình 8.**

- a. Phim X quang cho thấy răng 12 chưa đóng chóp;  
b. Răng 12 được cố định bằng chỉ thép;  
c. Phim kiểm tra sau khi đã trám bít ống tủy bằng Biodentine™, độ cản quang của Biodentine™ gần bằng với ngà răng

#### 2.5. Ca lâm sàng 5

Bệnh nhân nữ 12 tuổi, đến khám vì đau răng sau hàm trên bên trái khi ăn nhai cách 3 tuần. Bệnh nhân khai thấy đau răng sau hàm trên bên trái khi ăn nhai, đau nhiều và kéo dài khoảng 1 phút. Bệnh nhân đau nhiều về đêm.

Khám thấy bệnh nhân có lỗ sâu lớn ở mặt nhai răng 26, đáy mềm, rìa xung quang mất khoáng [Hình 9], sau khi làm sạch phần ngà mềm thấy có điểm lộ tủy ở phía xa. Răng 26 gõ dọc (-), thử tủy (+). Trên phim quanh chóp thấy hình ảnh sang thương mất chất ở thân răng 26, sát sừng tủy phía xa, khoảng dây chằng nha chu không dẫn, không có sang thương quanh chóp [Hình 10].



**Hình 9.** Sang thương mất chất lớn ở răng 26



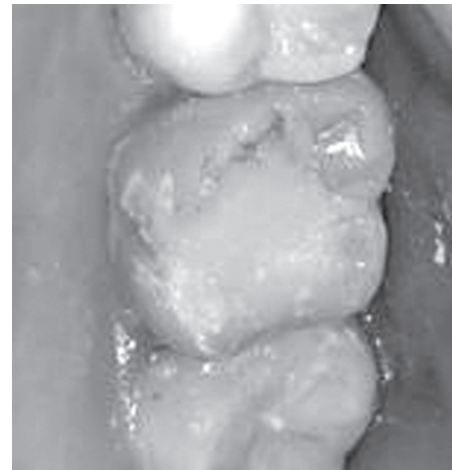
**Hình 10.** Lỗ sâu lớn ở mặt nhai răng 26

Chẩn đoán: Răng 26 viêm tủy không hồi phục.

Điều trị: Ngày đầu lấy tủy buồng toàn phần răng 26, trám lót bằng hỗn hợp Biodentine™ và MTA

theo tỉ lệ 2:1, trám tạm bằng GIC [Hình 11], Chụp phim kiểm tra [Hình 12]. Tái khám sau 1 tuần: Bệnh nhân không đau hay sưng, gõ dọc âm tính. Thử điện cho kết quả: Răng 16 (+), răng 26 (+).

**Hình 11.** Phim kiểm tra sau khi trám buồng tủy răng 26 bằng hỗn hợp Biodentine™ và MTA. Hỗn hợp có độ cản quang cao hơn so với ngà răng.



**Hình 12.** Trám răng 26 bằng GIC

### 2.6. Ca lâm sàng 6

Bệnh nhân nữ 10 tuổi đến khám vì chấn thương răng cửa hàm trên cách lúc đến khám 3 giờ. Khám thấy bệnh nhân bị gãy 1/2 thân răng 11, có điểm lộ tủy phía gần [Hình 13].



**Hình 13.** Răng 11 gãy thân răng lộ tủy phía gần.

Điều trị: lấy tủy buồng một phần răng 11, trám buồng tủy bằng hỗn hợp Biodentine™ và MTA theo tỉ lệ 2:1, trám tạm bằng GIC. Tái khám sau 1 tuần: Bệnh nhân không có triệu chứng sưng đau hay lỗ dò, răng 11 không đổi màu. Chụp phim kiểm tra thấy hỗn hợp trám bít có độ cản quang cao hơn so với ngà răng [Hình 14]. Tháo miếng trám tạm và trám tái tạo răng 11 bằng Composite [Hình 15].



**Hình 14.** Phim sau khi trám buồng tủy bằng hỗn hợp Biodentine™ và MTA. Hỗn hợp có độ cản quang cao hơn so với ngà răng.



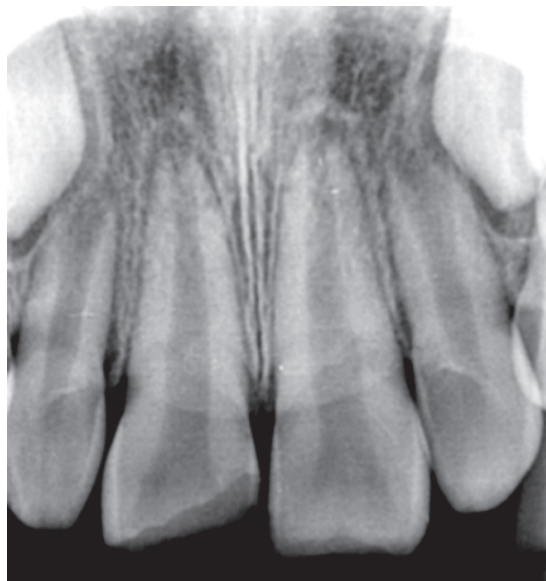
**Hình 15**  
a. Răng 11 tái khám sau 1 tuần, răng không đổi màu  
b. Trám tái tạo răng 11 bằng Composite

### 2.7. Ca lâm sàng 7

Bệnh nhân nam 10 tuổi, đến khám vì chấn thương răng cửa hàm trên cách 2 ngày. Khám thấy bệnh nhân bị gãy 1/2 thân răng 11 [Hình 16], có điểm lộ tủy lớn, thử tủy (-). Trên phim X quang thấy răng 11 gãy ngang chạm buồng tủy, răng 11 chưa đóng chóp, lamina dura liên tục, dây chằng nha chu không dẫn, không có sang thương quanh chóp [Hình 17].



**Hình 16.** Răng 11 gãy ngang thân răng..



**Hình 17.** Trên phim thấy răng 11 gãy ngang chạm buồng tủy. Răng 11 chưa đóng chóp.



**Hình 18.** Phim X quang sau khi trám buồng tủy bằng hỗn hợp Biodentine™ và MTA. Hỗn hợp có độ cản quang cao hơn so với ngà răng.

Chẩn đoán: chấn thương răng 11, hoại tử tủy răng 11.

Điều trị: lấy tủy chân răng 11, trám bít ống tủy bằng hỗn hợp Biodentine™ và MTA theo tỉ lệ 2:1, chụp phim kiểm tra [Hình 18]. Trám tái tạo răng 11 bằng Composite. Tái khám sau 1 tháng thấy răng 11 có đổi màu nhẹ ở vùng cổ răng.

### 3. BÀN LUẬN

Về kết quả điều trị, MTA và Biodentine™ với tính đều cho kết quả tốt trên hầu hết các ca lâm sàng. Trong một số ca chấn thương có răng rơi khỏi ổ, có thể xuất hiện ngoại tiêu do viêm, đây là một biến chứng thường gặp của răng cắm lại [14]. Trường hợp này ta hướng tới mục tiêu là giữ răng trên cung hàm để hạn chế tiêu xương cho bệnh nhân.

Nhược điểm chính của MTA được quan tâm trong bài này là gây đổi màu răng sau một thời gian [15], [13]; do đó không thích hợp để trám các răng cần tính thẩm mỹ, trong khi nhược điểm của Biodentine™ là độ cản quang thấp gây khó khăn trong quá trình điều trị [16].

Sự đổi màu của răng xảy ra cả trong các ca lấy tủy chân và lấy tủy buồng. Bismuth, thành phần tạo độ cản quang trong MTA, gây ra sự đổi màu răng, do oxide của nó. [9] Có nhiều yếu tố ảnh hưởng tới sự đổi màu của răng và MTA: nhiễm máu, MTA tiếp xúc với dung dịch NaOCl, sự hiện diện của oxy và ánh sáng trong ống tủy [11].



Độ cản quang của Biodentine™ tương đương với tấm nhôm có độ dày 3,5 mm, thấp hơn nhiều so với MTA (7,17 mm) [9]. Độ cản quang của Biodentine™ nhờ 5% zirconium oxide trong thành phần. [17] Trong các ca lâm sàng trên, khi sử dụng Biodentine™ làm vật liệu trám, độ cản quang trên phim của Biodentine™ gần giống với ngà răng, gây khó khăn cho việc đánh giá kết quả trám.

Việc trám bằng hỗn hợp Biodentine™ và MTA theo tỉ lệ 2:1 đã khắc phục được nhược điểm độ cản quang kém của Biodentine™. Về khả năng gây đổi màu răng, trên hai ca lâm sàng ghi nhận một ca không gây đổi màu và đổi màu nhẹ trong một ca. Cần theo dõi thêm nhiều ca lâm sàng để cho ra kết quả về sự đổi màu, có thể sẽ điều chỉnh lại tỉ lệ của hỗn hợp để cho ra kết quả tốt nhất. Việc trộn hỗn hợp hai vật liệu cũng giúp giảm chi phí điều trị cho bệnh nhân so với điều trị bằng MTA.

#### 4. KẾT LUẬN

Hiện nay, vật liệu Calcium Silicate đã được ứng dụng rộng rãi trong điều trị tủy răng với tính ưu việt về tương hợp sinh học, tuy nhiên mỗi loại vật liệu vẫn tồn tại những nhược điểm nhất định: MTA gây đổi màu răng, Biodentine™ có tính cản quang thấp. Để khắc phục các nhược điểm nêu trên của Biodentine™ và MTA, chúng tôi trộn hai vật liệu trên theo tỉ lệ 2:1. Hỗn hợp có độ cản quang cao hơn Biodentine™ và giảm được chi phí điều trị so với điều trị bằng MTA đơn thuần. Tuy nhiên việc hạn chế đổi màu răng chưa được ổn định, tỉ lệ có thể sẽ được điều chỉnh trong các ca lâm sàng sau và tiếp tục theo dõi.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Minh, N. T. H. , & Hải, T. Đình, “Tình trạng sâu răng vĩnh viễn ở trẻ em Việt Nam năm 2019,” *Tạp chí Y học Việt Nam*, vol. 502(1), 2021.
- [2] Gupta T, Sadana G, Rai HK, “Effect of Esthetic Defects in Anterior Teeth on the Emotional and Social Well-being of Children: A Survey,” *Int J Clin Pediatr Dent*, vol. 12(3), pp. 229-232, 2019.
- [3] Normando ADC, Maia FA, Ursi WJ, Simone L. , “Dentoalveolar changes after unilateral loss of the lower first,” *World J Orthod* , vol. 11(1), pp. 55-60, 2010.
- [4] N. Sarkar, R. Caicedo, P. Ritwik, R. Moiseyeva and I. Kawashima, “Physicochemical Basis of the Biologic Properties of Mineral Trioxide Aggregate,” *J Endod*, vol. 31(2), pp. 97-100, 2005.
- [5] Marco Antonio Hungaro Duarte, Clóvis Monteiro Bramante, Gustavo De Deus, “Clinical Applications,” in *Mineral Trioxide Aggregate in Dentistry: From Preparation to Application*, Verlag Berlin Heidelberg, Springer, 2014, pp. 103-130.
- [6] Camilleri, Josette; Sorrentino, Fran#ois; Damidot, Denis , “Investigation of the hydration and bioactivity of radiopacified tricalcium silicate cement, Biodentine and MTA Angelus,” *Dental Materials*, vol. 29(5), pp. 580-593, 2013.
- [7] Camilleri, J.; Kralj, P.; Veber, M.; Sinagra, E., “Characterization and analyses of acid-extractable and leached trace elements in dental cements,” *Int Endod J*, vol. 45(8), pp. 737-43, 2012.
- [8] Matthias Widbiller, Charlotte Jeanneau, Kerstin M. Galler, Patrick Laurent, and Imad About, “Biocompatibility and bioreactive properties of Biodentine,” in *Biodentine: Properties and Clinical applications*, Switzerland, Springer, 2022, pp. 31-50.
- [9] Kaur M, Singh H, Dhillon JS, Batra M, Saini M, “MTA versus Biodentine: Review of Literature with a Comparative Analysis,” *J Clin Diagn Res*, vol. 11(8), pp. ZG01-ZG05, 2017 Aug.
- [10] Islam, Intekhab; Chng, Hui Kheng; Yap, Adrian U. Jin, “Comparison of the Physical and Mechanical Properties of MTA and Portland Cement,” *J Endod*, vol. 32(3), no. 7, p. 193, 2006.
- [11] Mario Tanomaru-Filho, Juliane Maria Guerreiro-Tanomaru , “Properties of Hydrated Mineral Trioxide Aggregate,” in *Mineral Trioxide Aggregate in Dentistry: From Preparation to*

- Application*, Verlag Berlin Heidelberg, Springer, 2014, pp. 37-59.
- [12] Amre R. Atmeh and Timothy F. Watson, "Biodentine: Physico-Chemical Properties: From Interactions with Dental Tissues to Ageing," in *Biodentine: Properties and Clinical Applications*, Switzerland, Springer, 2014, pp. 11-30.
- [13] N. T. M. Phuong, "Điều trị chấn thương răng vĩnh viễn và chỉnh hình răng miệng ở trẻ em," 2021.
- [14] N. T. M. Phuong, "Ứng dụng điều trị lâm sàng của các dạng Mineral Trioxide Aggregate (MTA)," 2017.
- [15] Accorinte ML, Loguercio AD, Reis A, Carneiro E, Grande RH, Murata SS, Holland R, "esponse of human dental pulp capped with MTA and calcium hydroxide powder," *Oper Dent*, vol. 33(5), pp. 488-95, 2008 Sep-Oct.
- [16] Caron G, Azérad J, Faure MO, Machtou P, Boucher Y, "Use of a new retrograde filling material (Biodentine) for endodontic surgery: two case reports," *Int J Oral Sci*, vol. 6(4), pp. 250-3, 2014 Dec.
- [17] J. Camilleri, "Biodentine™ Microstructure and Composition," in *Biodentine™: Properties and Clinical applications*, Switzerland, Springer, 2014, pp. 1-10.
- [18] Duggal M, Tong HJ, Al-Ansary M et al., "Interventions for the endodontic management of non-vital traumatised immature permanent anterior teeth in children and adolescents: a systematic review of the evidence and guidelines of the European Academy of Paediatric Dentistry," *Eur Arch Paediatr Dent*, pp. 135-151, 2017.
- [19] Levin, Liran; Day, Peter; Hicks, Lamar; O'Connell, Anne; Fouad, Ashraf F.; Bourguignon, Cecilia; Abbott, Paul V., "International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: General Introduction," *Dental Traumatology*, vol. 36, no. 4, 2020.