

## Derleme

Matür daimi dişlerde vital pulpa tedavilerine güncel bir bakış-  
derleme makalesiMerve Sarı,  Pelin Tüfenkçi Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,  
Endodonti Anabilim Dalı, Hatay, Türkiye

## ÖZET

Çürükle ekspozite matür daimi dişlerin tedavisinde geleneksel kök kanal tedavisine alternatif olarak vital pulpa tedavilerinin uygulanması tartışmalı bir konudur. Diş pulpasının bir kısmının veya tamamının sağlığını korumayı amaçlayan vital pulpa tedavileri minimal müdahale prensibine dayanmaktadır ve indirekt kuafaj, direkt kuafaj, parsiyel pulpotomi ve total pulpotomi prosedürlerini içermektedir. Vital pulpa tedavileri kök kanal tedavisi ile karşılaştırıldığında daha hızlı ve teknik olarak daha az karmaşık olmasıyla birlikte kanal tedavisi sonrası görülebilen renk değişikliği, kök kırığı veya rezidüel periapikal inflamasyon gibi istenmeyen etkiler açısından daha avantajlıdır. Vital pulpa tedavilerinin geleneksel endikasyonları, geri dönüşümlü pulpitis teşhisi konmuş, kök oluşumu tamamlanmış veya henüz tamamlanmamış dişlerin tedavisi ile sınırlı kalmıştır. Bununla birlikte, rejeneratif endodontinin ortaya çıkışı ve invaziv müdahaleyi azaltmayı amaçlayan biyolojik temelli tedavilerin teşviki, çürükle ekspozite pulpanın histopatolojisinin ve iltihaplı pulpanın iyileşme potansiyelinin daha iyi anlaşılması, hidrofilik kalsiyum silikat simanlar gibi yüksek sızdırmazlık yeteneği ve biyoaktif poyansiyeli olan yeni materyallerin geliştirilmesi, vital pulpa tedavilerinin geri dönüşümsüz pulpitis işaret eden belirti ve semptomları olan dişlerde de bir tedavi protokolü olarak benimsenmesini teşvik etmiştir. Bununla birlikte mevcut kanıtların büyük bir bölümü nispeten düşük hasta sayısı içeren çalışmalarla desteklenmektedir. Sonuç olarak daha temsili pulpa teşhis araçlarının geliştirilmesi ve kanıta dayalı yönetim stratejilerinin oluşturulabilmesi için bu konuyla ilgili iyi tasarlanmış ileriye dönük araştırmalara olan ihtiyaç devam etmektedir.

**ANAHTAR KELİMELEER:** Kalsiyum silikat; kök kanal tedavisi; pulpit; pulpotomi

**KAYNAK GÖSTERMEK İÇİN:** Sarı M, Tüfenkçi P. Matür Daimi Dişlerde Vital Pulpa Tedavilerine Güncel Bir Bakış-Derleme Makalesi. ActaOdontolTurc 2024;41(2):75-81

Makale gönderiliş tarihi: 16 Temmuz 2023; Yayına kabul tarihi: 11 Eylül 2023  
\*İletişim: Dr. Öğr. Üyesi, Merve Sarı, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi,  
Endodonti Anabilim Dalı, Hatay, Türkiye.  
E-mail: [mervess94.ms@gmail.com](mailto:mervess94.ms@gmail.com)

**EDİTÖR:** Bağdagül Helvacioğlu Kıvanç, Gazi Üniversitesi,  
Ankara, Türkiye

**YAYIN HAKKI:** © 2024 Sarı M, Tüfenkçi P. Bu eserin yayın hakkı [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) ile ruhsatlandırılmıştır. Sınırsız kullanım, dağıtım ve her türlü ortamda çoğaltım, yazarlar ve kaynağın belirtilmesi kaydıyla serbesttir.

**FINANSAL DESTEK:** Bulunmamaktadır.

**ÇIKAR ÇATIŞMASI:** Bulunmamaktadır.

[Abstract in English is at the end of the manuscript]

Diş pulpasının bir kısmının veya tamamının sağlığını korumayı amaçlayan vital pulpa tedavileri (VPT) minimal müdahale prensibine dayanmaktadır ve indirekt kuafaj, direkt kuafaj, parsiyel pulpotomi (PP) ve total pulpotomi (TP) prosedürlerini içermektedir.<sup>1</sup> Vital pulpa dişin beslenmesini sağlar ve patolojik uyarınlara algılayan bir biyosensör gibi davranır. İrritan faktörlere karşı inflamatuvar cevap oluşturur ve sekonder ve tersiyer dentin oluşumunun indüklenmesi konusunda savunmaya yardımcı olur. Bu nedenle çürük ve travmatik nedenlerle sert doku kaybının söz konusu olduğu dişlerde pulpa vitalitesinin devam ettirilmesi önemlidir.<sup>2</sup>

Çürük dişlerin tedavisinde indirekt ve direkt pulpa kuafajı prosedürleri uzun bir süredir kullanılmaktadır. Öngörülemeyen sonuçlara bağlı olarak VPT'nin geleneksel endikasyonları, geri dönüşümlü pulpitis teşhisi konmuş, kök oluşumu tamamlanmış veya henüz tamamlanmamış dişlerin tedavisi ile sınırlı kalmıştır. Son yıllarda, rejeneratif endodontinin ortaya çıkışı ve invaziv müdahaleyi azaltmayı amaçlayan biyolojik temelli tedavilerin teşviki, hidrofilik kalsiyum silikat simanlar gibi yeni materyallerin ortaya çıkışı, pulpa bağışıklığının ve biyolojisinin daha iyi anlaşılması, VPT'nin yalnızca çürükten etkilenmiş dişlerde değil; aynı zamanda geri dönüşümsüz pulpitis işaret eden belirti ve semptomları olan dişlerde de bir tedavi protokolü olarak benimsenmesine olanak sağlamıştır.<sup>3,4</sup> Bu derlemede VPT'ye ilişkin olarak matür daimi dişlerde pulpa hastalıklarının sınıflandırılması, tedavi seçenekleri ve VPT amacıyla kullanılan güncel materyallerden bahsedilmesi amaçlanmıştır.

VPT uygun çürük yönetimini, mikrobiyal tahribatı ortadan kaldırmayı ve açığa kalan dentini ve pulpayı

dış uyaranlardan korumak için sızdırmaz bir dental biyomateryal yerleştirerek olası yeni bakteriyel invazyonu önlemeyi amaçlar. Terapötik olarak VPT, kök kanal tedavileri (KKT) ile karşılaştırıldığında daha hızlı, teknik olarak daha az karmaşık ve invazivdir; aynı zamanda KKT sonrası görülebilen renk değişikliği, kök kırığı veya rezidüel periapikal inflamasyon gibi istenmeyen etkileri de azaltır.<sup>5,6</sup>

Pulpa-dentin kompleksi fonksiyonel olarak bir bütündür;<sup>7</sup> ancak en azından doğru teşhis ve net tedavi protokolleri oluşturmak için sert doku (çürük) ve yumuşak doku hastalığı (pulpitis) ayrı ayrı düşünülmelidir. Çürük yaygın bir hastalık olmasına rağmen, hastalık seviyesinin doğru teşhisini yapmak en yetenekli klinisyen için bile zor olabilir. Klinisyen hasta için en uygun tedavi stratejisini geliştirmek için hastanın öyküsünden (semptomlar, diyet, oral hijyen seviyesi vb.), klinik muayeneden, uygun radyografilerden ve fiber optik flüoresan ışık, çürük boyaları gibi diğer teşhis araçlarından elde edilen bilgilerden yararlanabilir. Çürük bir lezyonun derinliği bite-wing radyografi üzerinden değerlendirilebilir. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (CBCT) çürük lezyonun sınırları hakkında daha doğru bir izlenim verebilir; ancak bunun daha yüksek radyasyon dozu, radyopak restorasyonların varlığı nedeniyle görüntünün bozulması, maliyet gibi sınırlamaları vardır. Genel olarak radyografik görüntü, incelenmekte olan doku içindeki mineral içeriğinin seviyesi hakkında yalnızca yaklaşık bir fikir verir ve lezyonun aktivitesi veya dentin-pulpa kompleksi içindeki pulpanın durumu hakkında bir bilgi vermez.<sup>8</sup>

Çürük, fermente edilebilir karbohidratlarla desteklenen mikrobiyal biyofilm kaynaklı bir hastalıktır. Çürük varlığında dentin-pulpa kompleksi, mikroorganizma (mo) ve mo ürünlerinin pulpa difüzyonunu azaltmak için dentin tübüllerinin sklerozu ve tersiyer dentin oluşumu gibi savunma reaksiyonları gösterir.<sup>9</sup> Skleroz ve ölü odontoblastların yenileriyle değiştirilmesinin yanı sıra, bir çürük lezyonunun ilerlemesi sırasında dentin demineralize edildiğinde pulpa-dentin kompleksinden TGF- $\beta$ , ADM, IGF-1 /-2 gibi bir dizi büyüme faktörü salınır. Bu büyüme faktörleri, pulpa onarımı ve rejenerasyonunda yer alan süreçleri artırarak pulpa yanıtı üzerinde olumlu bir etkiye sahip olabilir.<sup>10, 11</sup>

Uzun yıllar boyunca klinik belirti ve semptomlar ile pulpanın histolojik durumu arasındaki ilişki sorgulanmış; çürük lezyonu varlığında dentin ve pulpanın iyileşme süreci araştırılmıştır. Hyman ve Cohen<sup>12</sup> histolojik incelemelerin yapıldığı çalışmaların retrospektif analizi yoluyla yaygın endodontik testlerin tanısız faydasını değerlendirmiştir. Testlerin genellikle hastalısız olma olasılığı yüksek olan bireyleri yeterince tanımlayabildiğini, ancak hastalık pozitif bireyleri belirlemede önemli ölçüde daha az etkili olduğunu gözlemlemiştir. Geri dönüşümsüz pulpitis için pozitif olarak test edilen dişler, histolojik inceleme temelinde sıklıkla hastalık negatif olarak tespit edilmiştir.

Klinik olarak normal, geri dönüşümlü ve geri dönüşümsüz pulpitis teşhisi konmuş dişlerin çekim sonrası histolojik olarak da değerlendirildiği bir çalışmada 59 dişin 57'sinde (%96.6) normal pulpa/geri dönüşümlü pulpitis klinik tanısı histolojik tanı ile eşleşmiştir. 32 dişin 27'sinde (%84.4) geri dönüşümsüz pulpitis klinik tanısı histolojik tanı ile uyumuş; kalan 5 dişin ise histolojik olarak geri dönüşümlü pulpitis aşamasında olduğu gösterilmiştir. Pulpa dokusuna ilerleyen enfeksiyonun geri dönüşümsüz pulpitisli dişlerde sık görülen bir bulgu olduğu, ancak normal/ geri dönüşümlü pulpitisli dişlerde hiç görülmediği bildirilmiştir.<sup>13</sup>

### Pulpa hastalığının sınıflandırılması

Amerikan Endodontistler Birliği (AAE), 2013 yılında pulpitisin klinik belirtilere ve semptomlara bağlı olarak geri dönüşümlü veya geri dönüşümsüz pulpitis olarak sınıflandırılmasını kabul etmiştir.<sup>14</sup> Geri dönüşümlü pulpitisde sıcak/soğuk uyararla birlikte semptomlar görülür, uyarının uzaklaştırılmasından saniyeler sonra rahatlama sağlanır, spontan ağrı ve perküsyon ağrısı görülmez. Geri dönüşümsüz pulpitisde ise termal uyarılardan sonra semptomlar uzun süre devam eder (30 saniyeden daha uzun), spontan ağrı ve sıklıkla yansıyan ağrı görülür, hastada pozisyon değişiklikleriyle ağrı tetiklenebilir ve hasta ağrı kesici alma ihtiyacı hisseder.

Pulpadaki iltihabın şiddetini basit bir şekilde kategorize eden ve pulpitisin kompleks doğasını yansıtmak için yetersiz olan geleneksel sınıflandırma, geri dönüşümsüz pulpitis tanısı konmuş vakalarda bildirilen PP ve TP başarısını açıklamakta yetersiz kalmaktadır.<sup>15</sup> <sup>16</sup> Histolojik çalışmalar çürükle ekspoz dişlerde pulpa iltihabının daha derin dokuları içermekten ziyade genellikle ekspoz bölgesine komşu alanla sınırlı olduğunu göstermiştir. Koronalde şiddetli inflamasyonun olduğu lokal alanlar ve mikro abseler gözlenirken, enfekte bölgenin apikalindeki pulpa dokusunun sağlıklı olabileceği rapor edilmiştir.<sup>17</sup> Klinik olarak geri dönüşümsüz pulpitisde işaret eden semptomları olan dişlerden elde edilen histolojik kesitlerde pulpa-dentin kompleksinin rejeneratif potansiyelinin belirgin olması, mevcut pulpitis sınıflandırmasının gözden geçirilmesi gerekebileceğini göstermektedir.<sup>13</sup> Bu amaçla Wolters ve ark.,<sup>18</sup> hem pulpa hasarının lokalize doğasını yansıtmak hem de pulpitisin semptomları ile vital pulpa tedavileri arasında bir ilişki kurmak için başlangıç, hafif, orta ve şiddetli şeklinde dört farklı pulpitis kategorisine sahip bir sınıflandırma önermiştir.

**Başlangıç Pulpitis:** Soğuk uyarana karşı artmış yanıt söz konusudur ancak perküsyon veya spontan ağrı gözlenmez. Tedavisinde uyarının ortadan kaldırılması önerilmektedir.

**Hafif Pulpitis:** Soğuk, sıcak ve tatlı uyarılara karşı artan ve 20 saniyeye kadar uzayabilen yanıt gözlenir. Perküsyon ağrısı veya spontan ağrı durumunda ağrı kesiciler etkilidir. Tedavisinde uyarının ortadan kaldırılması veya indirekt pulpa kuafajı önerilmektedir.

Orta Pulpitis: Semptomlar daha belirgindir, soğuk uyarana karşı güçlü ve uzamış yanıt gözlenir. Perküsyon ağrısı veya spontan ağrı durumunda ağrı kesiciler ortalama bir fayda sağlar. Tedavisinde koronal pulpotomi önerilmektedir.

Şiddetli Pulpitis: Sıcak uyarılara karşı belirgin ağrı reaksiyonu gözlenir. Ağrı kesiciler pek rahatlama sağlamaz ve şiddetli ağrıdan dolayı hasta gece uyuyamaz. Perküsyon ağrısı gözlenir. Tedavisinde koronal pulpotomi önerilmesiyle birlikte kanamanın kontrol altına alınmaması durumunda kanaldaki tüm inflamasyon dokuyu çıkarmak için KKT yapılması gerektiği bildirilmiştir.

Total Pulpa Nekrozu: Soğuk testine negatif yanıt alınır. Hasta geçmiş dönemde bir ağrı öyküsünü bildirebilir. Perküsyon ağrısı gözlenebilir. Radyografik incelemede inflamasyon izlerine rastlanabilir. Tedavi olarak geleneksel KKT yapılmalıdır.

### **Pulpa dokusundaki inflamasyonun derecesinin saptanması**

Pulpa hastalıklarının tedavisine yönelik endikasyonlara ilişkin anlayış hala belirsizliğini korumaktadır. Ağrının özellikleri ve şiddeti gibi klinik semptomlar, pulpadaki inflamasyon derinliğinin ve pulpanın onarımı başlatıp başlatamayacağını kesin göstergeleri değildir.<sup>19</sup> Pulpa dokusundaki inflamasyon derecesini tanımlamak ve VPT prognozunu tayin etmek için çeşitli biyobelirteçler üzerinde çalışmalar devam etmektedir. Biyobelirteçler, normal fizyolojik, patolojik süreçlerin veya terapötik bir müdahaleye farmakolojik tepkilerin göstergeleri olarak biyolojik sıvılarda nesnel olarak ölçülebilen hücresel, biyokimyasal, moleküler değişiklikleri ifade eder.<sup>20</sup> Pulpa inflamasyonu, hücresel ve moleküler aracılı bir süreçtir. Sürecin hafif ve orta şiddetten ağır inflamasyona ilerlemesi, dental pulpa dokusunun inflamatuvar mediyatör profilindeki değişikliğin devamı niteliğindedir. Moleküler faz, makroskopik ve mikroskopik inflamatuvar değişikliklerden önce gelir.<sup>21</sup> Bu nedenle pulpal kandaki bu biyobelirteçlerin kalitatif ve kantitatif değerlendirilmesi, pulpa durumunu göstermek için nesnel bir yöntem olabilir. Sharma ve ark.<sup>22</sup> semptomatik geri dönüşümsüz pulpitis klinik tanısı olan dişlerde, aktif matriks metalloproteinaz-9 (aMMP-9) konsantrasyonunun normal pulpal dişlerden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca çalışma sonuçlarına göre aMMP-9 konsantrasyonu ile pulpotomi başarısı arasında önemli bir ilişki kurulmuştur. Yazarlar pulpal kandaki aMMP-9 miktarının belirleyici bir faktör olduğunu ve pulpotomi sonucunu tahmin etmek için prognostik bir araç olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir. MMP'ler, dokuların normal ve patolojik yeniden modellenmesi sırasında meydana gelen hücre dışı matriks bileşenlerinin bozulmasından sorumlu çinkoya bağımlı endopeptidazlardır. İnflamasyon sırasında diş pulpasında incelenen çeşitli MMP'ler (1, 2, 3, 8 ve 9) arasında, MMP-9'un pulpa dokusunun parçalanmasında çok önemli bir role sahip olduğu düşünülmektedir.<sup>23-26</sup>

Akbal Dinçer ve ark.<sup>27</sup> semptomatik geri dönüşümsüz pulpitisli dişlerin pulpa dokusu ve dişeti oluğu sıvısı

(DOS) örneklerinde, sağlıklı dişlerin pulpa dokusu ve DOS örneklerine göre Nörokinin A (NKA), Substans P (SP), Interlökin (IL)-8 ve MMP-8'in anlamlı olarak arttığını gözlemlemişlerdir. Bununla birlikte semptomatik geri dönüşümsüz pulpitis tanılı dişlerde inflamasyon pulpa ekstripe edildikten 1 hafta sonra DOS örneklerinde NKA, SP, IL-8 ve MMP-8 düzeylerinin anlamlı olarak düştüğü belirlenmiştir. Ayrıca ağrı skoru yüksek olan semptomatik geri dönüşümsüz pulpitisli hastaların pulpa dokusu örneklerinde SP, IL-8 ve MMP-8 düzeylerinin ağrı skoru düşük olanlara göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. NKA ve SP gibi nöropeptidler birçok çalışmaya konu olmuştur. NKA ve SP'nin pulpa ve periodonşiyumda bulunduğu bilinmektedir.<sup>28</sup> Bu nöropeptidler, miyelinsiz C liflerinde ve bazı A delta liflerinde bulunur. Pulpa yaralanmalarında C tipi sinir lifleri uyarıldığında ve dokuda bradikinin ve prostaglandinler bulunduğu SP ve NKA salınır.<sup>29,30</sup> Vazodilatasyon sırasında SP'nin rolü gösterilmiştir. SP, makrofajların kemotaksisini ve fagositozunu<sup>31</sup> ve araşidonik asit metabolitleri ve sitokinlerin üretimini artırabilir.<sup>32</sup> NKA, glandüler sekresyonun, vazodilatasyonun ve plazma ekstrasvazasyonunun artırılmasında etkilidir. SP ve NKA, orta ile şiddetli ağrı sinyallerinin oluşumunda ve transferinde görevli nörotansmitterlerdir.<sup>33</sup>

El Salhy ve ark.<sup>34</sup> geri dönüşümsüz pulpitisli dişlerde IL-6, IL-8, IL-10, TNF- $\alpha$  ve IFN- $\gamma$  sitokin seviyelerinin, normal dişlere kıyasla anlamlı olarak daha yüksek olduğunu saptamışlardır. Lökositler ve diğer hücreler tarafından salgılanan polipeptidler olan sitokinler, immün ve inflamatuvar yanıtın modülatörleri olarak işlev görürler; inflamatuvar ve antiinflamatuvar sitokinler olarak ayrılırlar. İnflamatuvar sitokinler arasında IL-2, IL-6, IL-8, interferon (IFN)- $\gamma$  ve tümör nekroz faktörü (TNF)- $\alpha$  bulunurken, anti-inflamatuvar sitokinler arasında IL-4, IL-10 ve IL-13 bulunur. İnflamatuvar sitokinler, iltihaplanmaya aracılık eder ve iltihabı artırırken, anti-inflamatuvar sitokinler genellikle inflamasyonu baskılar. Sitokinler, inflamasyonun ve bunun doku nekrozuna ilerlemesinin yol gösterici faktörleridir.<sup>35</sup> İnflamatuvar ve alerjik hastalıkların tedavisinde yeni terapötik stratejiler için potansiyel hedeflerdir.<sup>36</sup>

Nakanishi ve ark.<sup>37</sup> tarafından yapılan bir çalışma, pulpal kan örneklerindeki Immunglobulin (Ig)-G, Ig-A, Ig-M, elastaz ve Prostaglandin (PGE)<sub>2</sub> düzeylerinin pulpitisin inflamatuvar durumunun göstergeleri olarak hizmet edebileceğini ortaya koymuştur. Özellikle PGE<sub>2</sub> seviyelerinin, geri dönüşümsüz pulpitis tanısında yararlı bir belirteç olabileceğini bildirmişlerdir. PGE<sub>2</sub>, araşidonik asit öncüsünden sentezlenen biyolojik olarak aktif lipidlerdir. PGE<sub>2</sub>, ağrı, vasküler dilatasyon, artmış vasküler geçirgenlik ve lökosit migrasyonu dahil olmak üzere birçok inflamatuvar etkiyi indükler ve ayrıca bağışıklık sisteminde çok sayıda fonksiyona sahiptir.<sup>38,39</sup>

Diş pulpasının inflamatuvar ve inflamatuvar olmayan durumlarını ayırtmak için çeşitli inflamatuvar araçların (Ig'ler, sitokinler, PGE'ler, proteazlar vb.) araştırılması devam etmektedir. Bununla birlikte biyokimyasal analiz sürecinin pratik zorluğu, pulpa hastalığına özgü medi-

atörlerin ve eşik değerlerinin tanımlanmasının güçlüğü sebebiyle bu yöntemlerin güvenilirliği doğrulanana kadar hasta öyküsü, klinik ve radyografik muayene bulguları tedavi kararına yardımcı olabilir. Hipervaskülarizasyon bir inflamasyon göstergesi olduğu için pulpadaki kanama varlığının ve hemostaz süresinin değerlendirilmesi de bir diğer yöntemdir. Geleneksel olarak 5-10 dakika içinde hemostaz sağlanamıyorsa pulpanın geri dönüşümsüz şekilde inflame olduğu ve KKT'nin endike olduğu öne sürülmesine karşın;<sup>40</sup> daha uzun hemostaz süresi gösteren dişlerde VPT'nin başarılı olduğu bildirilen vaka raporları da bulunmaktadır.<sup>41</sup> Taha ve Abdelkader<sup>42</sup> geri dönüşümsüz pulpitis tanısı konulan vakalarda PP veya TP sırasında vakaların % 84'ünde 6 dakika içinde kanamanın kontrol altına alınabildiği bildirilmiştir. Tan ve ark.<sup>43</sup> hemostaz süresi 1 ya da 1 dk'dan kısa olan, 2-5 dk veya 5-10 dk olan dişler arasında pulpotomi başarı yüzdeleri açısından anlamlı bir fark olmadığını bildirmişlerdir. Linsuwanont ve ark.'nın<sup>40</sup> geri dönüşümsüz pulpitis belirti ve semptomları olan, çürükle ekspoze 66 daimi dişte uyguladığı TP sonuçlarına göre hemostaz süresinin tedavi sonucu üzerinde bir etkisi bulunmamaktadır. Ayrıca çalışmada hemostaz süresinin geri dönüşümlü-geri dönüşümsüz pulpitis ayırt etmede önemli bir faktör olmadığı; hemostaz süresi ile pulpa dokusundaki inflamasyonun derecesi arasındaki ilişkinin hiçbir zaman tam olarak araştırılmadığı belirtilmiştir. Sonuç olarak VPT kararı verebilmek için vital dokunun görüntülenmesi ve hemostazın sağlanması önemli olsa da hemostaz süresinin VPT prognozunda etkili bir faktör olduğunu gösteren bir veri henüz bulunmamaktadır.<sup>44</sup>

Pulpa yarısının dezenfeksiyonu ve kanama kontrolü için fizyolojik salin veya sodyum hipoklorit (NaOCl) kullanılabilir.<sup>45</sup> Çürükle ekspoze dişlerde pulpa yarısının kontamine olduğu düşüncesiyle NaOCl kullanılması tavsiye edilmektedir.<sup>8</sup> Direkt pulpa kuafajı uygulanan dişlerde pulpa yarısı ve kavite dezenfeksiyonu için fizyolojik salin ve %2.5 NaOCl kullanılan dişlerde 1 yıllık takip sonrası başarı oranları sırasıyla %55 ve %89 olarak bulunmuştur. NaOCl'nin yüksek etkinlik göstermesi biyofilm tabakasını ve nekrotik yumuşak dokuyu çözebilme yeteneğiyle ilişkilendirilmiştir.<sup>46</sup>

### Vital pulpa tedavilerinin sınıflandırılması

Pulpa ekspoze olduktan sonra klinik tedavi kararına yardımcı olmak amacıyla Sınıf I ve Sınıf II pulpa kaplaması olacak şekilde bir sınıflandırma önerilmiştir.<sup>8</sup>

**Sınıf I:** Bu geleneksel pulpa kuafajı prosedürü, travmaya bağlı kırık veya iyatrojenik perforasyon neticesinde pulpanın yüzeysel olarak ekspoze olduğu durumlar için endikedir. İşlem öncesi derin çürük lezyonu yoktur; pulpa ekspozenin klinik olarak sağlam dentinde olduğu ve altta yatan pulpa dokusunun sağlıklı olduğu beklentisi ile hareket edilir.

**Sınıf II:** İşlem öncesi derin veya aşırı derin çürük lezyonunun olduğu durumlarda klinik olarak ekspoze bölgesine komşu pulpanın inflame olduğu yargısı ile hareket edilir. Ciddi bir mikrobiyal tehdit beklendiğin-

den, operasyon mikroskobu eşliğinde çürüğün uzaklaştırılmasını, hemostazın sağlanmasını, %5.25 NaOCl kullanımını ve hidrofilik kalsiyum silikat siman ile restorasyonu içeren geliştirilmiş bir tedavi protokolü önerilir.

Direkt kuafaj, PP veya TP farklı pulpa koruma seviyeleri ile ilişkilidir. Direkt pulpa kuafajı yalnızca ekspoze pulpanın sağlam dentinle çevrili olduğu; kırmızı, homojen kanamanın gözlemlendiği ve kanamanın 2-3 dk içerisinde kontrol edilebildiği durumlar için önerilmektedir. PP veya TP seçimi ise, pulpa odasında sağlıklı kanayan pulpa dokusunun tanımlanabileceği ve hemostazın kolayca sağlanabileceği yere dayanmaktadır. Ekspoze sahasında sağlıklı pulpa dokusuna rastlanmadıysa veya makul bir süre içinde hemostaz sağlanamadıysa, pulpa dokusu apikal yönde kademeli olarak uzaklaştırılır; bu prosedür, sağlıklı bir yaranın optimal özellikleri gözlenene kadar tekrarlanır. Hem çok köklü hem de tek köklü dişlerde bu optimal koşulların sağlanamaması durumunda KKT endikedir.<sup>17, 18</sup>

Hastalığın mümkün olan en erken aşamada sonlandırılması, maksimum sağlıklı canlı dokunun korunması VPT'nin temelini oluşturmaktadır. Semptomatik geri dönüşümsüz pulpitis teşhisi konmuş matür daimi dişlerde PP ve TP uygulanması, tüm pulpa dokusunun uzaklaştırıldığı KKT'ye alternatif olarak yüksek başarı oranları göstermiştir.<sup>16,47,48</sup>

Semptomatik geri dönüşümsüz pulpitis teşhisi konmuş matür daimi molar dişlerde Mineral Trioxide Aggregate (MTA) ile uygulanan TP (%89.8), PP'ye (%80.8) kıyasla daha yüksek başarı oranı göstermiştir ancak bu sonuç istatistiksel olarak anlamlı değildir; bununla birlikte TP için post-operatif ağrı yoğunluğunun daha düşük olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada PP ile TP'ye kıyasla daha çok sayıda vakada hemostaz kontrolü sağlanamamıştır; yazarlara göre bu durum, PP'de koronal pulpa dokusunun yüzeysel olarak uzaklaştırılması nedeniyle etkilenen pulpanın tamamen çıkarılmamasından kaynaklanabilir.<sup>49</sup> Benzer şekilde Baranwal ve ark.<sup>50</sup> semptomatik geri dönüşümsüz pulpitis teşhisi konmuş matür daimi molar dişlerde Biodentine ile uygulanan TP ve PP için 1 yıllık takip sonucu başarı oranları (sırasıyla %92.8, %80.7) arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığını bildirmiştir. PP tedavisi ile TP'ye kıyasla daha fazla sayıda vakada dentin köprüsü oluşumu sağlanmıştır; bu sonuç odontoblastik farklılaşma ve tersiyer dentin oluşumu için hücre açısından zengin bölge olan koronal pulpanın korunmasıyla ilişkilendirilmiştir.

TP, enfekte pulpa dokusunun uzaklaştırılması açısından daha yüksek şans sağlarken,<sup>42</sup> daha invazivdir ve genellikle dişin duyarlılık testlerine yanıtız hale gelmesine neden olur.<sup>51</sup> Buna karşılık PP, hücre açısından zengin koronal pulpa dokusunu koruyan, servikal dentin birikiminin devam etmesini sağlayan ve dolayısıyla dişlerin kırılma riskini önleyen daha konservatif bir seçenektir.<sup>52</sup> Ayrıca, önemli miktarda koronal pulpa dokusu kaldığı için diş daha öngörülebilir bir iyileşme ve pulpa duyarlılığı tepkisi verir.<sup>15</sup>



## Vital pulpa tedavilerinde kullanılan materyaller

Uygun teknik ve materyallerle uygulanan VPT, pulpa hastalığının ilerlemesini önlemede etkili olabilir. Pulpa kaplama materyalleri, yüksek düzeyde vaskülarize olan pulpa dokusu ile doğrudan temas halindedir; bu nedenle bu materyallerin biyoyumlu olması, sitotoksik olmaması önemlidir. Bununla birlikte doku/materyal arayüzünde mineralize bir bariyer oluşturmaya yönelik biyolojik süreçleri tetikleyen biyoaktif özelliklere sahip olması ve mineralize doku oluşmadan önce pulpayı korumak için sızdırmazlık kapasitesinin yüksek olması, antibakteriyel etkinlik göstermesi VPT'nin başarısında önemli bir role sahiptir.<sup>8,53</sup> Kalsiyum hidroksit (CH), alkali pH'sı sayesinde antibakteriyel etkinlik göstermesi ve dentinogenesizi indüklemeye potansiyeli sebebiyle uzun yıllar boyunca geleneksel pulpa kaplama ajanı olarak kullanılmıştır.<sup>54</sup> Bununla birlikte, CH'nin yapısal stabilitesinin düşük olması zamanla çözünerek ekspoz bölgesinde pulpanın bakteriyel veya kimyasal sızıntıya açık bir hale gelmesine neden olur. Bu nedenle CH, son yıllarda yerini hidrofilik kalsiyum silikat simanlara (KSS) bırakmıştır. VPT materyali olarak CH kullanıldığında oluşan dentin köprüsünün değişken kalınlıkta olduğu ve çok sayıda tünel defekti içerdiği gösterilmiştir; KSS kullanımı ile CH'ye kıyasla daha kısa sürede, daha kalın ve homojen yapıda dentin köprüsü oluşumu sağlanabilir.<sup>55,56</sup> Ayrıca biyoyumlu yapıdaki KSS'nin, CH'ye kıyasla pulpa üzerinde daha düşük şiddette ve kısa süreli bir inflamasyon oluşturduğu bildirilmiştir.<sup>57</sup> Bu özellikler KSS kullanılan VPT'lerde üstün klinik sonuçlar elde edilmesine yardımcı olmuş olabilir.<sup>58</sup> Çürükle ekspoz daimi dişlerde direkt pulpa kuafajının başarı oranlarını değerlendiren bir metaanaliz çalışması, MTA ve Biodentine'nin benzer etkinlik gösterdiğini ve bu materyallerin CH'ye kıyasla daha yüksek başarı sağladığını göstermiştir.<sup>59</sup> Taha ve Khazali,<sup>15</sup> klinik olarak geri dönüşümsüz pulpitis teşhisi konan matür daimi dişlerde MTA ile uygulanan PP'nin 2 yıllık takipte iyi bir başarı oranı gösterdiğini (%85); CH vakalarının yarısından fazlasının (%57) 2 yıl içerisinde başarısız olduğunu bildirmişlerdir. Asgary ve ark.<sup>60</sup> tarafından 2006 yılında tanıtılan Calcium Enriched Mixture (CEM) de çürükle ekspoz daimi dişlerde TP materyali olarak kullanılmış ve MTA'ya benzer şekilde yüksek klinik başarı elde etmiştir.

Nem varlığında polimerize olabilmesi,<sup>61</sup> yüksek sızdırmazlık kabiliyeti,<sup>62</sup> kalsiyum iyon salımı,<sup>63</sup> iyi biyolojik özelliklere sahip olması<sup>64</sup> nedeniyle MTA ve Biodentine gibi KSS esaslı materyaller VPT'de sıklıkla kullanılmaktadır.<sup>54</sup> MTA, Biodentine'e benzer biyolojik, kimyasal ve fiziksel özellikler gösterir. Bununla birlikte Biodentine, daha kısa polimerizasyon süresi ve diş dokusunda daha az renk değişikliğine sebep olması gibi avantajlara sahiptir.<sup>65</sup> MTA, 40 dakika içerisinde başlangıç polimerizasyonunu tamamlar ve 140 dakikada tamamen katılaşırken,<sup>66</sup> Biodentine nispeten kısa bir sertleşme süresine sahiptir ve 9-12 dakikada başlangıç polimerizasyonunu tamamlar, 45 dakika sonra tamamen katılaşır. Bu kısa polimerizasyon süresi likit karışımına eklenen kalsiyum klorid ile ilişkilidir ve klinik kullanım kolaylığı sağlar.<sup>67</sup>

## Takip değerlendirmesi

VPT uygulanan dişler klinik ve radyografik olarak takip edilmelidir. Avrupa Endodonti Derneği (ESE), VPT için post-operatif 6. ayda klinik değerlendirme ve 12. ayda klinik/radyografik değerlendirme ve ardından 4 yıl boyunca (gerekirse) yıllık aralıklarla takip önermektedir.<sup>8</sup> İdeal olarak diş asemptomatik olmalı, palpasyon veya perküsyonda hassas olmamalı, abse veya sinüs yolu olmamalıdır. Ayrıca diş pulpa duyarlılığı (termal/elektirik) testine uzun süreli veya abartılı bir yanıt olmaksızın pozitif yanıt vermemelidir. Diş radyografik olarak değerlendirildiğinde, internal kök rezorpsiyonu, yeni periapikal patoloji belirtileri olmamalıdır; pre-operatif dönemde var olan periapikal patolojide iyileşme belirtileri gözlenmemelidir.<sup>44,68</sup> TP uygulanmış dişler elektrikli pulpa testi veya termal testlere yanıt vermeyebilir; klinik ve radyografik başarısızlık belirtilerinin yokluğunda tedavi başarılı olarak değerlendirilebilir.<sup>69</sup> Aravind ve ark.<sup>70</sup> MTA ile TP uygulanan semptomatik geri dönüşümsüz pulpitisli dişlerde 1 yıllık takip sonucu klinik ve radyografik olarak başarılı kabul edilen dişlerin %94.7'sinin elektrikli pulpa testine pozitif yanıt verdiğini ancak bu dişlerin yalnızca %13.5'inin soğuk testine yanıt verdiğini gözlemiştir.

## SONUÇ

Geleneksel olarak geri dönüşümsüz pulpitis teşhisi konmuş matür daimi dişlerde kalsiyum silikat bazlı materyaller ve uygun teknik kullanılarak gerçekleştirilen vital pulpa tedavileri klinik ve radyografik olarak yüksek başarı oranı sağlıyor gibi görünmektedir. Bununla birlikte tedaviye ilişkin olarak pulpa hastalıklarının sınıflandırılması, dentin-pulpa kompleksinin tamir yeteneğinin daha iyi anlaşılması ve kanıta dayalı uygulamalar geliştirebilmek için iyi tasarlanmış klinik deneylere olan ihtiyaç devam etmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Duncan HF, Galler KM, Tomson PL, Simon, S., El-Karim, I., Kundzina, R., et al. European Society of Endodontology position statement: Management of deep caries and the exposed pulp. *Int Endod J* 2019;7:923-34.
2. Sabeti M, Huang Y, Chung YJ, Azarpazhooh A. Prognosis of Vital Pulp Therapy on Permanent Dentition: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *J Endod* 2021;11:1683-95.
3. Duncan HF, Cooper PR, Smith AJ. Dissecting dentine-pulp injury and wound healing responses: consequences for regenerative endodontics. *Int Endod J* 2019;3:261-6.
4. Smith AJ, Duncan HF, Diogenes A, Simon S, Cooper PR. Exploiting the Bioactive Properties of the Dentin-Pulp Complex in Regenerative Endodontics. *J Endod* 2016;1:47-56.
5. Chang HH, Chang YJ, Yeh CL, Lin TA, Lin CP. Development of calcium phosphate/calcium sulfate biphasic biomedical material with hyaluronic acid containing collagenase and simvastatin for vital pulp therapy. *Dent Mater* 2020;6:755-64.
6. Rocha CT, Rossi MA, Leonardo MR, Rocha LB, Nelson-Filho P, Silva LA. Biofilm on the apical region of roots in primary teeth with vital and necrotic pulps with or without radiographically evident apical pathosis. *Int Endod J* 2008;8:664-9.
7. Pashley DH. Dynamics of the pulpo-dentin complex. *Crit Rev Oral Biol Med* 1996;2:104-33.
8. Bjørndal L, Simon S, Tomson PL, Duncan HF. Management of deep

caries and the exposed pulp. *Int Endod J* 2019;7:949-73.

9. Bjørndal L. The caries process and its effect on the pulp: the science is changing and so is our understanding. *J Endod* 2008;7 Suppl:S2-5.
10. Cooper PR, Takahashi Y, Graham LW, Simon S, Imazato S, Smith AJ. Inflammation-regeneration interplay in the dentine-pulp complex. *J Dent* 2010;9:687-97.
11. Cooper PR, McLachlan JL, Simon S, Graham LW, Smith AJ. Mediators of inflammation and regeneration. *Adv Dent Res* 2011;3:290-5.
12. Hyman JJ, Cohen ME. The predictive value of endodontic diagnostic tests. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1984;3:343-6.
13. Ricucci D, Loghin S, Siqueira JF, Jr. Correlation between clinical and histologic pulp diagnoses. *J Endod* 2014;12:1932-9.
14. Endodontists AAo. Endodontic diagnosis. Available at: <https://www.aae.org>. Accessed 08.01.2019.
15. Taha NA, Khazali MA. Partial Pulpotomy in Mature Permanent Teeth with Clinical Signs Indicative of Irreversible Pulpitis: A Randomized Clinical Trial. *J Endod* 2017;9:1417-21.
16. Uesrichai N, Nirunsittirat A, Chuveera P, Srisuwan T, Sastraruji T, Chompu-Inwai P. Partial pulpotomy with two bioactive cements in permanent teeth of 6- to 18-year-old patients with signs and symptoms indicative of irreversible pulpitis: a noninferiority randomized controlled trial. *Int Endod J* 2019;6:749-59.
17. Ricucci D, Siqueira JF, Jr., Li Y, Tay FR. Vital pulp therapy: histopathology and histobacteriology-based guidelines to treat teeth with deep caries and pulp exposure. *J Dent* 2019;41-52.
18. Wolters WJ, Duncan HF, Tomson PL, Karim, I. E., McKenna, G., Dorri, M., et al. Minimally invasive endodontics: a new diagnostic system for assessing pulpitis and subsequent treatment needs. *Int Endod J* 2017;9:825-9.
19. Seltzer S, Bender IB, Ziontz M. The dynamics of pulp inflammation: correlations between diagnostic data and actual histologic findings in the pulp. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1963;846-71 contd.
20. Mayeux R. Biomarkers: potential uses and limitations. *NeuroRx* 2004;2:182-8.
21. Zanini M, Meyer E, Simon S. Pulp Inflammation Diagnosis from Clinical to Inflammatory Mediators: A Systematic Review. *J Endod* 2017;7:1033-51.
22. Sharma R, Kumar V, Logani A, Chawla, A., Mir, R. A., Sharma, S. et al. Association between concentration of active MMP-9 in pulpal blood and pulpotomy outcome in permanent mature teeth with irreversible pulpitis - a preliminary study. *Int Endod J* 2021;4:479-89.
23. Chang YC, Yang SF, Hsieh YS. Regulation of matrix metalloproteinase-2 production by cytokines and pharmacological agents in human pulp cell cultures. *J Endod* 2001;11:679-82.
24. Gusman H, Santana RB, Zehnder M. Matrix metalloproteinase levels and gelatinolytic activity in clinically healthy and inflamed human dental pulps. *Eur J Oral Sci* 2002;5:353-7.
25. Mente J, Petrovic J, Gehrig H, Rampf, S., Michel, A., Schürz, A., et al. A Prospective Clinical Pilot Study on the Level of Matrix Metalloproteinase-9 in Dental Pulpal Blood as a Marker for the State of Inflammation in the Pulp Tissue. *J Endod* 2016;2:190-7.
26. Wahlgren J, Salo T, Teronen O, Luoto H, Sorsa T, Tjäderhane L. Matrix metalloproteinase-8 (MMP-8) in pulpal and periapical inflammation and periapical root-canal exudates. *Int Endod J* 2002;11:897-904.
27. Akbal Dincer G, Erdemir A, Kisa U. Comparison of Neurokinin A, Substance P, Interleukin 8, and Matrix Metalloproteinase-8 Changes in Pulp tissue and Gingival Crevicular Fluid Samples of Healthy and Symptomatic Irreversible Pulpitis Teeth. *J Endod* 2020;10:1428-37.
28. Kim S. Neurovascular interactions in the dental pulp in health and inflammation. *J Endod* 1990;2:48-53.
29. Takamori K. A histopathological and immunohistochemical study of dental pulp and pulpal nerve fibers in rats after the cavity preparation using Er:YAG laser. *J Endod* 2000;2:95-9.
30. Caviedes-Bucheli J, Correa-Ortiz JA, García LV, López-Torres R, Lombana N, Muñoz HR. The effect of cavity preparation on substance P expression in human dental pulp. *J Endod* 2005;12:857-9.
31. Ruff MR, Wahl SM, Pert CB. Substance P receptor-mediated chemotaxis of human monocytes. *Peptides* 1985;107-11.

32. Lotz M, Vaughan JH, Carson DA. Effect of neuropeptides on production of inflammatory cytokines by human monocytes. *Science* 1988;4870:1218-21.
33. Awawdeh LA, Lundy FT, Linden GJ, Shaw C, Kennedy JG, Lamey PJ. Quantitative analysis of substance P, neurokinin A and calcitonin gene-related peptide in gingival crevicular fluid associated with painful human teeth. *Eur J Oral Sci* 2002;3:185-91.
34. Elsalhy M, Azizieh F, Raghupathy R. Cytokines as diagnostic markers of pulpal inflammation. *Int Endod J* 2013;6:573-80.
35. Ashida H, Mimuro H, Ogawa M, Kobayashi, T., Sanada, T., Kim, M. et al. Cell death and infection: a double-edged sword for host and pathogen survival. *J Cell Biol* 2011;6:931-42.
36. Kopf M, Bachmann MF, Marsland BJ. Averting inflammation by targeting the cytokine environment. *Nat Rev Drug Discov* 2010;9:703-18.
37. Nakanishi T, Matsuo T, Ebisu S. Quantitative analysis of immunoglobulins and inflammatory factors in human pulpal blood from exposed pulps. *J Endod* 1995;3:131-6.
38. Okiji T, Morita I, Sunada I, Murota S. The role of leukotriene B4 in neutrophil infiltration in experimentally-induced inflammation of rat tooth pulp. *J Dent Res* 1991;1:34-7.
39. Okiji T, Morita I, Sunada I, Murota S. Involvement of arachidonic acid metabolites in increases in vascular permeability in experimental dental pulpal inflammation in the rat. *Arch Oral Biol* 1989;7:523-8.
40. Linsuwanont P, Wimonutthikul K, Pothimoke U, Santiwong B. Treatment Outcomes of Mineral Trioxide Aggregate Pulpotomy in Vital Permanent Teeth with Carious Pulp Exposure: The Retrospective Study. *J Endod* 2017;2:225-30.
41. Bogen G, Chandler NP. Pulp preservation in immature permanent teeth. *Endod Topics* 2010;23:131-52.
42. Taha NA, Abdelkader SZ. Outcome of full pulpotomy using Biodentine in adult patients with symptoms indicative of irreversible pulpitis. *Int Endod J* 2018;8:819-28.
43. Tan SY, Yu VSH, Lim KC, Tan, B. C. K., Neo, C. L. J., Shen, L., et al. Long-term Pulpal and Restorative Outcomes of Pulpotomy in Mature Permanent Teeth. *J Endod* 2020;3:383-90.
44. Duncan HF, El-Karim I, Dummer PMH, Whitworth J, Nagendrababu V. Factors that influence the outcome of pulpotomy in permanent teeth. *Int Endod J* 2023;62-81.
45. Munir A, Zehnder M, Rechenberg DK. Wound Lavage in Studies on Vital Pulp Therapy of Permanent Teeth with Carious Exposures: A Qualitative Systematic Review. *J Clin Med* 2020;4.
46. Ballal NV, Duncan HF, Wiedemeier DB, Rai, N., Jalan, P., Bhat, V., et al. MMP-9 Levels and NaOCl Lavage in Randomized Trial on Direct Pulp Capping. *J Dent Res* 2022;4:414-9.
47. Asgary S, Eghbal MJ, Fazlyab M, Baghban AA, Ghoddusi J. Five-year results of vital pulp therapy in permanent molars with irreversible pulpitis: a non-inferiority multicenter randomized clinical trial. *Clin Oral Investig* 2015;2:335-41.
48. Qudeimat MA, Alyahya A, Hasan AA. Mineral trioxide aggregate pulpotomy for permanent molars with clinical signs indicative of irreversible pulpitis: a preliminary study. *Int Endod J* 2017;2:126-34.
49. Ramani A, Sangwan P, Tewari S, Duhan J, Mittal S, Kumar V. Comparative evaluation of complete and partial pulpotomy in mature permanent teeth with symptomatic irreversible pulpitis: A randomized clinical trial. *Int Endod J* 2022;5:430-40.
50. Baranwal HC, Mittal N, Yadav J, Rani P, Naveen Kumar PG. Outcome of partial pulpotomy versus full pulpotomy using biodentine in vital mature permanent molar with clinical symptoms indicative of irreversible pulpitis: A randomized clinical trial. *J Conserv Dent* 2022;3:317-23.
51. Taha NA, Ahmad MB, Ghanim A. Assessment of Mineral Trioxide Aggregate pulpotomy in mature permanent teeth with carious exposures. *Int Endod J* 2017;2:117-25.
52. Elmsmari F, Ruiz XF, Miró Q, Feijoo-Pato N, Durán-Sindreu F, Olivieri JG. Outcome of Partial Pulpotomy in Cariously Exposed Posterior Permanent Teeth: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Endod* 2019;11:1296-306.e3.
53. Parirokh M, Torabinejad M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--Part I: chemical, physical, and antibacterial properties. *J Endod* 2010;1:16-27.

54. da Rosa WLO, Cocco AR, Silva TMD, Mesquita, L. C., Galarça, A. D., Silva, A. F. D., et al. Current trends and future perspectives of dental pulp capping materials: A systematic review. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2018;3:1358-68.
55. Nair PN, Duncan HF, Pitt Ford TR, Luder HU. Histological, ultrastructural and quantitative investigations on the response of healthy human pulps to experimental capping with mineral trioxide aggregate: a randomized controlled trial. *Int Endod J* 2008;2:128-50.
56. Asgary S, Eghbal MJ, Parirokh M, Ghanavati F, Rahimi H. A comparative study of histologic response to different pulp capping materials and a novel endodontic cement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;4:609-14.
57. Schwendicke F, Brouwer F, Schwendicke A, Paris S. Different materials for direct pulp capping: systematic review and meta-analysis and trial sequential analysis. *Clin Oral Investig* 2016;6:1121-32.
58. Parirokh M, Torabinejad M, Dummer PMH. Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview - part I: vital pulp therapy. *Int Endod J* 2018;2:177-205.
59. Cushley S, Duncan HF, Lappin MJ, Chua, P., Elamin, A. D., Clarke, M., et al. Efficacy of direct pulp capping for management of cariously exposed pulps in permanent teeth: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J* 2021;4:556-71.
60. Asgary S, Eghbal MJ, Shahravan A, Saberi E, Baghban AA, Parhizkar A. Outcomes of root canal therapy or full pulpotomy using two endodontic biomaterials in mature permanent teeth: a randomized controlled trial. *Clin Oral Investig* 2022;3:3287-97.
61. Gandolfi MG, Iacono F, Agee K, Siboni, F., Tay, F., Pashley, D. H., et al. Setting time and expansion in different soaking media of experimental accelerated calcium-silicate cements and ProRoot MTA. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;6:e39-45.
62. Zarean P, Zarean P, Ravaghi A, Zare Jahromi M, Sadrameli M. Comparison of MTA, CEM Cement, and Biodentine as Coronal Plug during Internal Bleaching: An In Vitro Study. *Int J Dent* 2020;8896740.
63. Gandolfi MG, Taddei P, Modena E, Siboni F, Prati C. Biointeractivity-related versus chemi/physisorption-related apatite precursor-forming ability of current root end filling materials. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2013;7:1107-23.
64. Zanini M, Sautier JM, Berdal A, Simon S. Biodentine induces immortalized murine pulp cell differentiation into odontoblast-like cells and stimulates biomineralization. *J Endod* 2012;9:1220-6.
65. Camilleri J. Staining Potential of Neo MTA Plus, MTA Plus, and Biodentine Used for Pulpotomy Procedures. *J Endod* 2015;7:1139-45.
66. Islam I, Chng HK, Yap AU. Comparison of the physical and mechanical properties of MTA and portland cement. *J Endod* 2006;3:193-7.
67. Grech L, Mallia B, Camilleri J. Investigation of the physical properties of tricalcium silicate cement-based root-end filling materials. *Dent Mater* 2013;2:e20-8.
68. Zanini M, Hennequin M, Cousson PY. A Review of Criteria for the Evaluation of Pulpotomy Outcomes in Mature Permanent Teeth. *J Endod* 2016;8:1167-74.

69. Taha NA, About I, Sedgley CM, Messer HH. Conservative Management of Mature Permanent Teeth with Carious Pulp Exposure. *J Endod* 2020;9s:S33-s41.

70. Aravind A, R R, Sharma R, Rana, A., Sharma, S., Kumar, V., Chawla, A., et al. Response to Pulp Sensibility Tests after Full Pulpotomy in Permanent Mandibular Teeth with Symptomatic Irreversible Pulpitis: A Retrospective Data Analysis. *J Endod* 2022;1:80-6.

## Vital pulp treatments in mature permanent teeth: An up-to-date overview–review article

### ABSTRACT

Vital pulp therapy in mature permanent teeth with carious pulp exposure has been a controversial issue, with root canal therapy being the conventional standard of care. Vital pulp treatments, which aim to preserve the health of a part or all of the dental pulp, are based on the principle of minimal intervention and include indirect capping, direct capping, partial pulpotomy and total pulpotomy procedures. Vital pulp treatments are less time-consuming and less technically complex compared to root canal treatment. At the same time, it is more advantageous in terms of undesirable effects such as discoloration, root fracture or residual periapical inflammation that can be seen after root canal treatment. The traditional indications for vital pulp treatments have been limited to the treatment of teeth diagnosed with reversible pulpitis, with complete or incomplete root formation. However, the advent of regenerative endodontics, the promotion of biologically based therapies aimed at reducing intervention, a better understanding of the histopathology of caries-exposed pulp and the healing potential of inflamed pulp, the development of new materials such as hydraulic calcium silicate cement with sealing and bioactive potentials have promoted vital pulp treatment adoption as a treatment protocol in teeth with signs and symptoms indicative of irreversible pulpitis. However, most of the available evidence is supported by studies containing relatively low patient numbers. Consequently, there remains a need for well-designed prospective research on this topic to develop more representative pulp diagnostic tools and to establish evidence-based management strategies.

**KEYWORDS:** Calcium silicate; pulpitis; pulpotomy; root canal therapy