



## DİŞ PREPARASYONU ve PULPAL CEVAP: Literatür Derlemesi

### TOOTH PREPARATION and PULPAL RESPONSE: Literature Review

Dr. Özlem ACAR\*

Doç. Dr. Selim ERKUT \*

**Makale Kodu/Article code:** 866

**Makale Gönderilme tarihi:** 08.06.2012

**Kabul Tarihi:** 13.08.2012

#### ÖZET

Diş kesimi sonrası pulpa dokusunda gözlenen duyarlılık sabit protetik uygulamalarda temel bir problemdir. Dentinde çeşitli uyaranlara karşı gözlenen hassasiyeti morfolojik ve fonksiyonel gözlemlerle bağdaştırmak zor olmakla birlikte dental ağrı mekanizması hidrodinamik teori ile açıklanmaktadır. Diş yüzeyine (Isı, mekanik ve restoratif işlemler) iç (pulpa odası yönünde) ya da dış (pulpa odasının ters yönünde) yönlerde uygulanan dış uyaranlar dentin tübüllerinde dentin sıvısının hareket etmesine neden olmaktadır. Tübül içeriğinin hızlı hareketi A ve C fibrillerini uyarabilmektedir. Dış yönde gözlenen direk sıvı hareketi pulpal yöndeki sıvı hareketine kıyasla pulpal mekanoreseptörlerin aktivasyonunda daha etkili olmaktadır. Pulpal dokuda olası termal hasarı önlemek amacıyla, preparasyon kısa aralıklarla ve soğutucu su ile yapılmalı, ayrıca frez seçimine gereken özen gösterilmelidir.

**Anahtar Kelimeler:** Dentin Duyarlılığı, Hidrodinamik Teori, Preparasyon

#### ABSTRACT

Pulp tissue reaction to tooth preparation for direct or indirect restorations is one of the major concerns in fixed prosthodontics. Although the sensitivity of dentine to a variety of stimuli is difficult to correlate with morphological and functional observations, hydrodynamic theory was used to explain dental pain mechanism. External stimuli (e.g., thermal, mechanical and dental restorative processes) applied to human tooth cause either an inward (toward the pulp chamber) or outward (away from the pulp chamber) dentinal fluid flow in dentinal microtubules. A rapid shift of tubule content may activate A and C fibers. Outward dentinal fluid shift is more effective than inward movement to activate mechanoreceptors. Tooth preparations should be performed with use of short grinding intervals and cooling water temperature and special care should be concerned on bur selection because of possible thermal damage to the dental pulp.

**Key Words:** Dentin Sensitivity, Hydrodynamic Theory, Preparation

#### DENTİNİN FİZYOLOJİK YAPISI

Diş kesimi; diş yapısının korunması, tutuculuk, apikal ve oblik kuvvetlere karşı dirençli olma, yapısal sağlık, marginal bütünlük ile periodonsiyumun korunması prensiplerine dayanmaktadır. Diş kesiminin minede sınırlandırıldığı laminate restorasyonlar dışında metal destekli ve tam seramik restorasyonlarda yaklaşık 1-2 mm eksiltme miktarı önerilmekte ve diş kesimi dentin üzerinde sonlandırılmaktadır.<sup>1</sup>

Mine için tampon vazifesi gören dentin, odontoblast hücreleri tarafından oluşturulan mezoderm kökenli bağ dokusudur.<sup>2</sup> Dentin, intratübüler dentinal sıvı ve pulpal sıvı vasıtasıyla pulpa vaskülarizasyonu ile bağlantılı, tübüllerle sarılmış mikroskobik bir sünger yapı olarak tanımlanmaktadır.<sup>3</sup>

Dentin tübüleri; mine dentin birleşiminden dentine kadar, tüm dentin boyunca uzanan kanalcıklardır. Her tübül odontoblastların stoplazmik hücre uzantıları olan thomes liflerini içermektedir. Tübüllerin sayısı ve çapı pulpaya yaklaşıldıkça artmaktadır.<sup>2</sup> Fizyolojik

\*Başkent Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Ankara



olarak bütünlüğü bozulmamış olan tübül sıvısı; dengeli, dinamik ve mine dokusu ile sınırlandırılmıştır. Bu oluşum hücrelerin yenilenmesi için gerekli olan içeriği sağlamaktadır. Diş kesimini takiben dentin tübüllerinin açığa çıkması ile denge bozulmakta ve dentinal sıvı tübüllerde sınırlandırılmamaktadır. Dentin tübüllerinin pulpa ya da mine sonlanmalarında sıvı kaybı ve yerdeğişimi gözlenebilmektedir.<sup>4</sup>

### **HİDRODİNAMİK TEORİ ve HİDRODİNAMİK UYARANLAR**

Dentinin en azından üçte ikisinin sinir yapısından yoksun olduğu bilinmektedir. Bu nedenle sıklıkla gözlenen dentin duyarlılığını yapısal ve fonksiyonel gözlemlerle bağdaştırmak oldukça zordur.<sup>5</sup> Dental ağrının hissedilme mekanizmasını açıklamak amacıyla 3 farklı teori ortaya konulmuştur. Bunlar Sinirsel Teori (Neural Theory), Odontoblastik Transdüksiyon Teorisi (Odontoblastic Transduction Theory) ve Hidrodinamik Teoridir (Hydrodynamic Theory). Bu teoriler arasında Hidrodinamik Teori dental ağrının hissedilmesinde en çok kabul görendir. Bu teori, dentin tübülleri içerisindeki sıvının hareketi sonucu mekanoreseptörlerin uyarılması esasına dayanmaktadır.<sup>6, 7</sup> Diğer bir ifade ile; sinir ağrı içermeyen dentinin su kaybı, sondlama, sıcaklık değişiklikleri ve hipertonic solusyon uygulamaları gibi uyarılara karşı hassas olmasının sebebi pulpaya veya pre-dentinal bölgeye yakın olan sinir yapılarına ağrı uyarılarının hidrodinamik mekanizma ile iletimidir.<sup>5</sup> Ekspoz ya da kırılmış dentin üzerine potasyumklorit uygulamasının ağrıya neden olmamasına rağmen, hızlı hava uygulamasına ya da sondlamaya karşı ağrı cevabı gözlenmesi dentinin sinir ağrına sahip olmadığını açıkça göstermektedir.<sup>8, 9</sup>

Dentin ekstraselüler sıvı içeren milyonlarca dentin tübülü ile kapiller kuvvetin dağılması için ideal bir yapıya sahiptir.<sup>5</sup> Dentin tübüllerinde gözlenen sıvı hareketi yeterince hızlı olduğunda pulpa-dentin bölgesinde olduğu bilinen sinir sonlanmalarını (A ve C sinir liflerini) aktive edebilir.<sup>7</sup> Narhi<sup>10</sup> prepare edilmemiş dişte gözlenen sıcak uygulamasının temel olarak C liflerini aktive ettiğini bildirirken, Brannstrom<sup>7</sup> kuru ısının açığa çıkarılmış dentin üzerine uygulanmasının A liflerini aktive ettiğini ifade etmektedir. A ve C liflerinin soğuk uyarana verdiği tepkiyi değerlendiren araştırmacılar ilk sıcaklık azalmasında A fibrillerinin uyarıldığını, birkaç saniyelik

zaman dilimi sonrası intradental sıcaklığın ikincil ağrı komponenti olan C fibrillerini uyarmak için yeterli değere ulaştığını ifade etmektedir.<sup>11</sup> Ancak Ikeda ve ark.<sup>12</sup> A ve C fibrillerin fonksiyonel farklılıklarının belirgin olmadığını ve A fibrillerin bir grubu olan Ac fibrillerin (Pulpa içi iletim hızı 2m/s'den az ve pulpa dışı iletim hızı 2m/s'den fazla olan fibriller) dental ve pulpal ağrıyı karmaşık hale getirdiklerini bildirmişlerdir.

Genel bir ifade ile dentinden kaynaklanan ağrıyı ikiye ayırabiliriz. Birincisi soğuk, preparasyon, sondlama ve hava uygulamasıyla sinir liflerinin deformasyonu sonucu gözlenen kısa keskin ağrıdır. Bu ağrı tübül içeriğinin hızlı bir biçimde dış yönde hareketi ile oluşmakta ve A fibrillerinin uyarılmasına neden olmaktadır. İkincisi ise sıcak uygulaması sonucu gözlenen, tübül içeriğinin pulpal yöndeki hareketi ile oluşan ağrıdır.<sup>5</sup> Bu uyarın C fibrillerin aktive olmasına neden olmaktadır.<sup>10</sup> Mekanik harekete duyarlı reseptörlerin iç ve dış yönde harekete neden olan uyarılara karşı aynı oranda hassas olmadığı teorik olarak gösterilmiştir.<sup>13</sup> Yapılan hayvan çalışmalarında dış yönde gözlenen sıvı hareketinin iç (pulpal) yöndeki sıvı hareketine kıyasla pulpal mekanoreseptörlerin aktivasyonunda daha etkili olduğu bildirilmiştir.<sup>14, 15</sup> Benzer şekilde insan premolar dişleri üzerine pozitif ve negatif basınç oluşturularak dentin hassasiyetinin değerlendirildiği bir çalışmada, dış yönde harekete neden olan uyarıların daha fazla hassasiyete neden olduğu gösterilmiştir.<sup>6</sup>

Bu nedenle soğuk nedeniyle dış yönde gözlenen sıvı akışının neden olduğu ağrı, sıcak uyarıların sebep olduğu ağrıdan daha etkilidir ve soğuk uyarılarda ağrı çok çabuk hissedilirken, sıcak uyarılar az keskin, uzun soluklu bir ağrıya neden olmaktadır.<sup>16,17</sup> Dentin hipersensitivitesinden şikayet eden hastaların yaklaşık olarak % 75'inin soğuk uyarılara karşı hassas oldukları ifade edilmiştir.<sup>18</sup> Tübül sıvı hareketinin dentin hassasiyetine neden olduğu gerçeğinin yanı sıra, mine dokusu kaldırılmış tüm dentin yüzeylerinde hassasiyet gözlenmeyebilmektedir. Hassasiyet gösteren ve göstermeyen dentinlerin taramalı elektron mikroskobu ile analiz edildiği bir çalışmada, geniş dentin tübülleri ve ince smear tabakası hassasiyet oluşumu ile ilişkilendirilmiştir.<sup>19</sup>

### **Hidrodinamik Uyarılar**

Tübül içeriğinin hareketine neden olan hidrodinamik uyarılar birçok çalışmada



değerlendirilmiştir. Brannstrom<sup>20</sup> vital dentinin hava ile kurutulmasının odontoblast ve çekirdeklerinin dentin tübül kompleksinin pulpal bölgelerine aspire olmasına neden olduğunu bildirmiştir. Odontoblast çekirdeklerinin tübül içerisindeki hareketi dentin tübüllerindeki sıvı hareketini göstermektedir. Bunun yanısıra ağrıyı her zaman odontoblast çekirdeklerinin yer değiştirmesi ile özdeşleştirmek doğru değildir.<sup>7</sup> Su soğutması altında yapılan preparasyonda gözlenen hafif ağrıya veya kurutucu kağıt, ya da hipertonic sükröz uygulamalarında gözlenen keskin ağrıya odontoblast çekirdeklerinin yer değiştirmemiş olduğu belirtilmektedir.<sup>21</sup> Tam kapatılmamış ya da açıkta bırakılmış dentin altında dış yönde gözlenen yavaş sıvı akışının odontoblastların dentin tübüllerine hareketine neden olmakla birlikte ağrıya sebep olmadığı ifade edilmiştir.<sup>7</sup> Brannström<sup>5</sup> 1972 yılında yaptığı çalışmada açığa çıkarılmış dentin yüzeyinde ağrı oluşturan tüm uyarıların ortak özelliklerinin tübül içeriğini hareket ettirebilme yetenekleri olduğunu ifade etmektedir.

Dentin üzerine direk hava uygulanması sonucu buharlaşma ile tübül içeriğinde kayıp oluşmaktadır. Bu kayıp kapiller çekim kuvvetini harekete geçirmekte ve sıvı yüzeyde buharlaşma ile kaybedilen miktarı karşılamak amacıyla dış yönde hareket etmektedir. Kurutmanın ilk saniyelerinde tübül içeriğinin 5-10 µm hareket ettiği gösterilmiştir. Bu olaylar çok hızlı bir şekilde seyretmektedir.<sup>22</sup> Berggren ve Braennstroem<sup>23</sup> maksimum sıvı akışının saniyede 2-4 mm olduğunu göstermişlerdir. Buradan yola çıkılarak; tüm dentin tübül içeriği buharlaşma ile uzaklaştırılabilse pulpadan gelecek sıvı ile bu içeriğin bir saniyeden daha kısa bir zaman diliminde yerine gelebileceği farz edilmektedir.<sup>5</sup> Benzer şekilde diğer bir çalışmada yaklaşık olarak 10-20 saniye hava uygulanması halinde, odontoblast çekirdeklerinin 20-50 µm hareket ettiği gösterilmektedir.<sup>7</sup>

Tübül sıvısını dışarı yönde uzaklaştıran diğer faktörler mekanik uyarılar (sondlama ve preparasyon), kuru ısı ve soğuk uygulamasıdır. Camps ve ark.<sup>24</sup> dentin yüzeyinin mekanik olarak çizilmesinin dentinde plastik ve elastik deformasyona neden olabileceğini ifade etmektedir. Gözlenen bu deformasyonlar dentin sıvısının pulpa yönünde hareketi ve buna bağlı olarak mekanoreseptörlerin uyarılmasıyla sonuçlanabilmektedir. Bu bulgular Hidrodinamik teoriyi destekler niteliktedir.<sup>24</sup> Soğuk uygulanması ise tübül sıvısının büzülmesine ve tübüllerin pulpal sonlanmalarındaki içeriğin dış yöndeki hareketine neden

olmaktadır.<sup>16</sup> Yapılan hesaplamalara göre 20-30°C' lik sıcaklık azalması, örnek olarak dondurma tüketilmesi, sıvının 3-4 µm dış yönde hareketine neden olmaktadır.<sup>25</sup> Bu küçük ama hızlı dış yönde gözlenen sıvı hareketi odontoblastların tübüllere hareket etmesine neden olmasa da pulpa dentin sınır hattında bulunan duyu sinir ağrını aktive etmek için yeterli olmaktadır.<sup>7</sup> Dentinin periferel 1/3 ünde ısının 20° düşmesi halinde, pulpal sonlanmadaki tübül içeriği 5 µm hareket etmektedir. Bu yer değiştirme miktarının 1-2 saniye hava uygulandığında oluşan yer değiştirme ile aynı olduğu ifade edilmiştir.<sup>16</sup>

Şeker ve kalsiyumklorür gibi hipertonic solüsyonlar ile doldurucular ve kağıt gibi emici materyallerin uygulanması dehidratasyon oluşturarak tübül içeriğinin yine dış yöndeki hareketine neden olabilmektedir.<sup>26</sup> Çiğneme basıncı ise boşluklardaki sıvının hacmini değiştirebilmektedir. Sıvı hacimdeki bu artma veya azalma ise interdental A sinir liflerinin aktive olmasına neden olmaktadır.<sup>5</sup>

Vital dentinin hava ile kurutulması ya da ısı uygulanması histolojik olarak değerlendirildiğinde; hava ile kurutma sonucu odontoblastların ani ve kuvvetli aspirasyonu, aspire edilen odontoblastların dentin tübüllerinden otoliz ve dış yöndeki hareketle hızlıca kayboldukları ve aspire edilen hücrelerin inflamasyon oluşturmadığı gözlenmiştir. Bunlara ilave olarak 1-3 aylık takip periyodunda pulpa dokusunda iyileşmenin net biçimde görüldüğü, yeni odontoblast hücrelerinin reorganize olduğu ve kesilmiş tübüllerin altında reperative (tamir) dentin oluşumuna öncülük ettiği gösterilmiştir.<sup>20</sup> Nyborg ve Bransstrom<sup>27</sup> pulpal hasar oluşturmadan yapılan preparasyon sonrası 150°C ısı uyguladıkları örneklerin hemen değerlendirilen kesitlerinde odontoblastlarda aspirasyon ve kayıplar olduğunu gösterecek şekilde 1 ay sonra değerlendirilen kesitlerde çok az örnekte lokalize nekroz olduğunu bildirmişlerdir. Değerlendirmelerde pulpa boynuzlarında hücreden zengin bölgenin yokluğu, hücresel dejenerasyon ve hücre sayısının azaldığı ifade edilirken, pulpalarda nekrotik alan yada eksudatif hücre belirleyicileri gözlenmemiştir. Preparasyon sonrası sıcak uygulamasının kalıcı pulpal hasara neden olmadığı da ifade edilmiştir.<sup>27</sup>

## DİŞ PREPARASYONU

Diş preparasyonu sırasında hassasiyet daha çok servikal bölgedeki kavite duvarlarında gözlenirken



pulpal veya aksiyal duvarlar daha az hassasiyet göstermektedir. Bu farklılık proksimal ve bukkal kaviterlerin pulpal duvarlarının alan başına hassasiyete neden olabilecek daha az tübüle sahip olmalarına bağlanabilmektedir.<sup>7</sup> Preparasyon sırasında; ısı oluşumu, kurutma, dentin tübüllerinin sıvı kaybı ve odontoblastların kesilmesi yolları ile pulpal hasar oluşabilmektedir. Isı oluşumunun sıvıda genişlemeye neden olduğu ve bunun sonucunda tübül içeriğinin pulpal yönde hareket ettiği unutulmamalıdır.<sup>28</sup> Bu hareket sıcaklığın ısıtılmış sıvı şeklinde uygulanmasıyla gözlenirken, kuru ısı buharlaşmanın artmasına ve dış yönde tübül hareketine neden olmaktadır.<sup>20</sup> Başış ve ark.<sup>29</sup> diş kesiminin insan pulpasında inflamatuvar cevaba neden olabileceğini histolojik yöntemlerle gösterirken, Jackson ve ark.<sup>30</sup> diş kesimi sonrası değerlendirdikleri 603 dişten 166'sına kron simantasyonu öncesi kanal tedavisi yapılmasının gerekli olduğunu yaptıkları bir klinik çalışmada göstermişlerdir. Preparasyon nedeniyle oluşan pulpal ağrıyı değerlendirirken kullanılan soğutma yöntemi ve frez tercihi önem kazanmaktadır.

#### **Soğutma Yöntemleri:**

Preparasyon sırasında kullanılan aletin dişe temas ettiği noktada hava-su soğutması temasının pulpal hasarı önlemede temel faktör olduğu görüşü yaygındır. Hava-su soğutmasız yapılan preparasyon, odontoblast nükleuslarının dentin kanalcıkları içine çekilmesine (aspirasyon) ve bu yolla postoperatif ağrı ve hassasiyete neden olmaktadır.<sup>20</sup> Langeland ve ark.<sup>31</sup> yeterli miktarda hava-su soğutması ile yapılan preparasyonlarda başlangıç pulpal reaksiyonunun gözlenmediğini bildirmiştir. Bu soğutmanın yetersiz olduğu durumlarda ise, dentinin zarar görmüş kesitlerine ilave olarak kesilmiş dentin tübüllerinin pulpal sonlanmalarında odontoblastlar ve eritroblastlar gösterilmiştir.<sup>31</sup> Zach ve Cohen<sup>32</sup> yüksek ya da düşük hızla susuz yapılan preparasyonların pulpa nekrozuna neden olabileceğini bildirmişlerdir. Pulpal ısıda 10 saniye boyunca meydana gelen 5°F(2°C)'lık ısı artışının odontoblastlarda hasara neden olabileceği, 10°F(5°C)'lık ısı artışının derin pulpal hasara neden olabileceği ve 30°F(18°C)'lık ısı artışının ise sıklıkla pulpa nekrozu ile sonuçlanabileceğini ifade etmişlerdir.<sup>32</sup> Zach ve Cohen<sup>33</sup> bir başka çalışmalarında 5.5°C'den daha fazla sıcaklık artışı durumunda %40 oranında inflamasyonun oluştuğunu, sıcaklığın normal

değerin 11°C üzerine çıkması sonucu nekroz gözlendiğini bildirmişlerdir. Pulpal dokunun 5.5°C den daha fazla sıcaklık artışını tolere edemeyeceğini ifade eden Calvacanti ve ark<sup>34</sup> ise hekimlerin su akış miktarını kontrol altında tutmalarının gerekliliğini vurgulamışlardır. Schubert<sup>35</sup> pulpal fibroblastlar için 41.5°C sıcaklık değerinin kritik limit olarak kabul edilmesi gerektiğini bildirmektedir. Su soğutması altında preparasyon yapıldığında dikkat edilmesi gereken diğer bir önemli nokta ise soğutucu suyun sıcaklığıdır. Pulpanın vitalitesinin korunması için su sıcaklığının 30-32 °C arasında olması önerilmektedir.<sup>36</sup> Bununla birlikte yetersiz soğutma durumunda aralıklı aşındırmanın yararlı olmadığı, yüksek hız, kontrollü ısı ve hafif kuvvet üçlemesinin minimal patolojik pulpal cevaba neticeleneceği sonucuna ulaşılmıştır.<sup>37</sup>

Ancak tüm araştırmacılar preparasyon sırasında pulpal hasar oluşmaması için, hava-su ile yapılan soğutmanın en etkili yöntem olduğu konusunda fikir birliği içinde değildiler.<sup>27,38-40</sup> Schuchard ve Watkins'in<sup>38</sup> vital dişler üzerinde yaptıkları çalışmada sadece hava soğutması ile yapılan preparasyonlarda sıcaklık 30 saniyede 4.9°F(2°C), 90 saniyede ise 10°F(10°C) düşmektedir. Bu çalışmada düşük dentin iletkenliğinin ve pulpadaki dolaşımın pulpa odasına yönelen ısıyı dağıttığı sonucuna ulaşıırken, hava-su karışımı ile yapılan soğutmanın tek başına hava kullanımına göre çok az miktarda üstünlük gösterdiği bildirilmiştir.<sup>38</sup> California üniversitesinde yapılan 7 yıllık çalışmada preparasyon sırasındaki soğutma sadece hava kullanılarak yapılmıştır. 37000 dişin takip edildiği bu çalışmada pulpal patojide herhangi bir artış gözlenmemiştir.<sup>39</sup> Bouschor ve Matthews<sup>40</sup> 1865 dişi sadece hava soğutması altında prepare etmiş ve 4 yıllık takip sonunda dişlerin hala vital ve sağlıklı olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde Lockard<sup>41</sup> sadece su soğutması kullanılarak yapılan diş kesiminin en az pulpal hasarla sonuçlanabileceğini retrospektif bir çalışma ile göstermektedir. Ancak havanın suya göre daha az ısınma kapasitesine sahip olduğu, istenmeyen ısının absorbe edilmesinde daha az etkin olduğu, lokal kurutma sonucu sıvı kaçışına ve dentin dokusundaki odontoblastlarda fizyolojik hasara neden olabileceği göz ardı edilmemelidir. Bu bilgiler doğrultusunda olası pulpal hasarı göz önünde bulundurularak hava soğutmasının sadece görmenin tek problem olduğu durumlarda ve preparasyon bitim aşamasındaki son düzeltmelerde kullanılması önerilebilir.



### **Frez Seçimi**

Preparasyon sırasında uygulanan soğutma yöntemi kadar kullanılan dönel ve kesici aletlerinde pulpal hasar üzerinde etkisi bulunmaktadır. Rotasyonel hız rpm ile ifade edilmektedir. 12.000 rpm düşük hızı, 12.000-200.000 rpm orta hızı, 200.000 rpm ise yüksek hızı ifade etmektedir.<sup>2</sup> Düşük hız yüksek kuvvet uygulama gerekliliğini beraberinde getirdiği için etkin değilken, yüksek hız düşük tork birlikteliği ısı, basınç ve vibrasyonu minimuma indirmesi nedeniyle hızlı ve etkin preparasyon yapılmasına olanak sağlamaktadır. Bununla birlikte preparasyon anında kesim aletine aşırı basınç uygulanmasını engelleyen yüksek hız düşük tork birlikteliği, 50 gramı aşan basınç uygulamalarında dönel aletin durmasına neden olabilmektedir. Preparasyon sırasında rotasyonel aletlerin diş üzerinde sabit bir şekilde tutulması dakikadaki devir sayısını azaltmaktadır ve etkin kesim yapabilmek için daha fazla kuvvet uygulanmasına neden olabilmektedir. Bu durumun sonucu olarak daha fazla sürtünme ısınması gözlenmektedir sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca yapılan bir invitro çalışmada kavite preparasyonu sırasında soğutucu su miktarının azaltılarak, hava basıncı ve yükün artırılmasının pulpa ısısını arttırdığı gösterilmiştir.<sup>42</sup> Günümüzde elmas, tungsten karbit, çelik ve tungsten carbid bitirme frezleri preparasyon sırasında kullanılan frezlerdir. Elmas frezlerde partikül büyüklüğü diş yüzeyinde oluşan ısı oluşumu dolayısıyla pulpal hasar üzerinde etkilidir. Kalın grenli elmas frezlerin diş preparasyonu sırasında pulpa odasında daha belirgin ısı artışına neden olduğu bildirilmiştir.<sup>43</sup> Tungsten karbit frezlerin ise elmas frezlere göre pulpa odasında daha az basınç ve sıcaklık değişikliğine neden olduğu gösterilmiştir.<sup>44</sup>

Diğer yandan preparasyon sırasında oluşan travmadan sonra pulpal yenilenmenin anahtarının bakteri ve bakteri ürünleri sızıntısının önlenmesi olabileceği de göz ardı edilmemelidir.<sup>45, 46</sup> Oluşabilecek herhangi bir olası hassasiyeti önlemek söz konusu olduğunda ise, diş kesimi sonrası açığa çıkan dentin yüzeyinin 2 ya da 3 aşamalı dentin bonding sistemler ile erken dönemde tıkanması önerilebilir.<sup>47, 48</sup>

Bunlara ilave olarak dentin duyarlılığı değerlendirilirken, dişeti çekilmeleri ve sonrasında gözlenen atrizyon<sup>49</sup>, hastanın yaşı<sup>50</sup>, geride kalan dentin kalınlığı<sup>51,52</sup>, uygulanan geçici kron sistemleri, simantasyon sırasında uygulanan bonding ve adezive sistemler gibi diğer faktörler de göz önünde bulundurulmalıdır.

### **SONUÇLAR**

Birçok vakada gözlenen dentin hassasiyeti Hidrodinamik Teori ile açıklanmaktadır. Tübül sıvısının buharlaşma ile ya da mekanik olarak uzaklaştırılması, hipertonik solusyonlar ya da emici kağıtlarla dehidratasyonu, soğuk nedeniyle tübül içeriğinin büzülmesi dış yönde harekete neden olurken, ısı pulpa yönünde harekete neden olmaktadır. Tübül içeriğinde gözlenen hızlı kayma hareketi A ve C fibrillerini uyarmaktadır. Soğuk nedeniyle gözlenen ağrı, sıcak sitomulusların sebep olduğu ağrıdan daha etkilidir bununla birlikte, soğuk uyaranlarda ağrı çok çabuk hissedilirken, sıcak uyaranlar az keskin, uzun soluklu bir ağrıya neden olmaktadır. Preparasyon; ısı oluşumu, kurutma, dentin tübüllerinin sıvı kaybı ve odontoblastların kesilmesi yollarıyla ağrı oluşumuna neden olabilir. Preparasyon sırasında soğutma, hava soğutması ya da hava-su soğutması ile yapılabilir ancak hava-su soğutmasının sadece hava soğutmasına göre üstünlüğü pek çok çalışmada gösterilmiştir. Preparasyon esnasında aralıklı aşındırma yapılmalı, aşırı kuvvet uygulanmamalı ve özellikle kalın grenli (coarse) elmas frez kullanımında ısı oluşumuna dikkat edilmelidir.

### **KAYNAKLAR**

1. Shilinburg HT. Fundamentals of Fixed Prosthodontics. In: 3 ed Quintessence Publishing Co, Chicago 1997. p. 26, 119.
2. Roberson TM, Heymann H0, Swift EJ. Sturdevants's Art and Science of Operative Dentistry In: 4 ed. Mosby, St. Louis Missouri 2002. p. 22-25, 343.
3. Pashley DH. Mechanistic analysis of fluid distribution across the pulpodentin complex. J Endod 1992;18:72-5.
4. Lam CW, Wilson PR. Crown cementation and pulpal health. Int Endod J 1999;32:249-56.
5. Brannstrom M, Astrom A. The hydrodynamics of the dentine; its possible relationship to dentinal pain. Int Dent J 1972;22:219-27.
6. Charoenlarp P, Wanachantararak S, Vongsavan N, Matthews B. Pain and the rate of dentinal fluid flow produced by hydrostatic pressure stimulation of exposed dentine in man. Arch Oral Biol



- 2007;52:625-31.
7. Brannstrom M. The hydrodynamic theory of dentinal pain: sensation in preparations, caries, and the dentinal crack syndrome. *J Endod* 1986;12:453-7.
  8. Brannstrom M. The elicitation of pain in human dentine and pulp by chemical stimuli. *Arch Oral Biol* 1962; Jan-Feb :59-62.
  9. Brannstrom M. Dentin sensitivity. *Arsb Goteb Tandlak Sallsk* 1964:15-35.
  10. Narhi MV. The characteristics of intradental sensory units and their responses to stimulation. *J Dent Res* 1985;64 Spec No:564-71.
  11. Mengel MK, Erkki J, Klaus-D K. Pain sensation during cold stimulation of the teeth: differential reflection of A $\delta$  and C fibre activity. *Pain* 1993;55:159-69.
  12. Ikeda H, Yamamoto H, Sunakawa M, Suda H. [Response properties of pulpal nerve fibers with different conduction velocities]. *Kokubyo Gakkai Zasshi* 1991;58:555-65.
  13. Min Lin ZYL, Bo Feng Bai, Feng Xu, Tian Jian Lu. Fluid Mechanics in Dentinal Microtubules Provides Mechanistic Insights into the Difference between Hot and Cold Dental Pain. *Plos One* 2011;6:18068.
  14. Matthews B, Vongsavan N. Interactions between neutral and hydrodynamic mechanisms in dentine and pulp. *Arch Oral Biol* 1994; 39 Suppl:87S-95S.
  15. Vongsavan N, Matthews B. The relationship between the discharge of intradental nerves and the rate of fluid flow through dentine in the cat. *Arch Oral Biol* 2007;52:640-7.
  16. Brannstrom M, Johnson G. Movements of the dentine and pulp liquids on application of thermal stimuli. An in vitro study. *Acta Odontol Scand* 1970;28:59-70.
  17. Pashley DH, Matthews WG, Zhang Y, Johnson M. Fluid shifts across human dentine in vitro in response to hydrodynamic stimuli. *Arch Oral Biol* 1996;41:1065-72.
  18. Chidchuangchai W, Vongsavan N, Matthews B. Sensory transduction mechanisms responsible for pain caused by cold stimulation of dentine in man. *Arch Oral Biol* 2007;52:154-60.
  19. Absi EG, Addy M, Adams D. Dentine hypersensitivity. A study of the patency of dentinal tubules in sensitive and non-sensitive cervical dentine. *J Clin Periodontol* 1987;14:280-4.
  20. Brannstrom M. The effect of dentin desiccation and aspirated odontoblasts on the pulp. *J Prosthet Dent* 1968;20:165-71.
  21. Brannström MA. A study on the mechanism on pain elicited from the dentin. *J Dent Res* 1964 Jul-Aug;:619-25.
  22. Brannstrom M, Linden LA, Astrom A. The hydrodynamics of the dental tubule and of pulp fluid. A discussion of its significance in relation to dentinal sensitivity. *Caries Res* 1967;1:310-7.
  23. Berggren G, Braennstroem M. The Rate of Flow in Dentinal Tubules Due to Capillary Attraction. *J Dent Res* 1965; Mar- Apr:408-15.
  24. Camps J, Salomon JP, Meerbeek BV, Tay F, Pashley D. Dentin deformation after scratching with clinically-relevant forces. *Arch Oral Biol* 2003;48:527-34.
  25. Trowbridge HO, Franks M, Korostoff E, Emling R. Sensory response to thermal stimulation in human teeth. *J Endod* 1980;6:405-12.
  26. Linden L, Brannstrom M. Fluid movements in dentine and pulp. An in vitro study of flow produced by chemical solutions on exposed dentine. *Odontol Revy* 1967;18:227-36.
  27. Nyborg H, Brannstrom M. Pulp reaction to heat. *J Prosthet Dent* 1968;19(6):605-612.
  28. Brannstrom M, Linden LA, Johnson G. Movement of dentinal and pulpal fluid caused by clinical procedures. *J Dent Res* 1968;47:679-82.
  29. Bagis B, Atilla P, Cakar N, Hasanreisoglu U. Immunohistochemical evaluation of endothelial cell adhesion molecules in human dental pulp: effects of tooth preparation and adhesive application. *Arch Oral Biol* 2007;52:705-11.
  30. Jackson CR, Skidmore AE, Rice RT. Pulpal evaluation of teeth restored with fixed prostheses. *J Prosthet Dent* 1992;67:323-5.
  31. Langeland K, Langeland LK. Pulp Reactions to Crown Preparation, Impression, Temporary Crown Fixation, and Permanent Cementation. *J Prosthet Dent* 1965;15:129-43.
  32. Zach LGC. Thermogenesis in operative techniques; Comparison of four methods. *J Prosthet Dent* 1962; 12: 977-84.
  33. Zach LCG. Pulp response to externally applied heat. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1965; 19: 515-30.



34. Cavalcanti BN, Otani C, Rode SM. High-speed cavity preparation techniques with different water flows. *J Prosthet Dent* 2002;87:158-61.
35. L.Schubert. Temperature measurements in teeth using the light beam galvanometer during grinding and drilling 1957;768-72.
36. Lauer HC, Rothlauf W, Zwingers T. Effects of the temperature of cooling water during high-speed and ultrahigh-speed tooth preparation. *J Prosthet Dent* 1990:407-14.
37. Stanley HR, Jr., Swerdlow H. Reaction of the human pulp to cavity preparation: results produced by eight different operative grinding technics. *J Am Dent Assoc* 1959;58:49-59.
38. Schuhard A. Temperature response to increased rotational speeds *J Prosthet Dent* 1961;11:313-7.
39. Schuchard A, Watkins CE. Thermal and histologic response to high-speed and ultrahigh-speed cutting in tooth structure. *J Am Dent Assoc* 1965;71:1451-8.
40. Bouschor CF, Matthews JL. A four-year clinical study of teeth restored after preparation with an air turbine handpiece with an air coolant. *J Prosthet Dent* 1966;16:306-9.
41. Lockard MW. A retrospective study of pulpal response in vital adult teeth prepared for complete coverage restorations at ultrahigh speed using only air coolant. *J Prosthet Dent* 2002;88:473-8.
42. Ozturk B, Usumez A, Ozturk AN, Ozer F. In vitro assessment of temperature change in the pulp chamber during cavity preparation. *J Prosthet Dent* 2004;91:436-40.
43. Ottl P, Lauer HC. Temperature response in the pulpal chamber during ultrahigh-speed tooth preparation with diamond burs of different grit. *J Prosthet Dent* 1998;80:12-9.
44. Evans CD, Wilson PR. The effects of tooth preparation on pressure measured in the pulp chamber: a laboratory study. *Int J Prosthodont* 1999;12:439-43.
45. Cox CF, White KC, Ramus DL, Farmer JB, Snuggs HM. Reparative dentin: factors affecting its deposition. *Quintessence Int* 1992;23:257-70.
46. Bergenholtz G, Cox CF, Loesche WJ, Syed SA. Bacterial leakage around dental restorations: its effect on the dental pulp. *J Oral Pathol* 1982;11:439-50.
47. Hu J, Zhu Q. Effect of immediate dentin sealing on preventive treatment for postcementation hypersensitivity. *Int J Prosthodont* 2010;23:49-52.
48. Brannstrom M. Reducing the risk of sensitivity and pulpal complications after the placement of crowns and fixed partial dentures. *Quintessence Int* 1996;27:673-8.
49. Özcan E, Çanakçı CF. Dentin hipersensitivitesi ve şiddetiyle ilişkili etiyolojik faktörlerin incelenmesi. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 2010;20:145-52.
50. Murray PE, Lumley PJ, Franquin JC, Remusat M. Human odontoblast cell numbers after dental injury. *Journal of Dentistry* 2000;28:277-85.
51. Murray PE, Hafez AA, Smith AJ, Cox CF. Hierarchy of pulp capping and repair activities responsible for dentin bridge formation. *Am J Dent* 2002;15:236-43.
52. Kodonas K, Gogos C, Tziafas D. Effect of simulated pulpal microcirculation on intrapulpal temperature changes following application of heat on tooth surfaces. *Int Endod J* 2009;42:247-52.

#### Yazışma Adresi

Dr. Özlem ACAR  
Başkent Üniversitesi  
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı  
11. sok. No:26 06490  
Bahçelievler /Ankara-Türkiye  
telephone no: +90 312 215 13 36  
fax: +90 312 215 29 62  
e-mail: zlemacr@gmail.com

