



Diş Ünit Su Sistemlerinde İnfeksiyon Kontrolü

The Infection Control on Dental Unit Water Systems

Dr. Ömer Engin BULUT¹

¹ Başkent Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Ağız Diş Çene Hastalıkları ve Cerrahisi Anabilim Dalı,
Ankara, Türkiye.

¹ Department of Oral and Maxillofacial Surgery,
Faculty of Dentistry, University of Baskent, Ankara, Turkey.

Anahtar Kelimeler: Biyofilm, Diş üniti su yolu, Mikrobiyal su kalitesi, İnfeksiyon kontrolü, Temizleyici ajanlar.

Key Words: Biofilm, Dental unit waterlines, Microbial water quality, Infection control, Cleansing agents.

Yazışma Adresi/Address for Correspondence:

Doç. Dr. Ömer Engin BULUT

2. Menekşe Sokak No: 32/4 Kızılay, ANKARA/TÜRKİYE

e-posta: omerenginbulut@hotmail.com

Diş ünitlerinde, yıkama ve soğutma amacıyla kullanılan suyun yapısal özellikleri açısından bir takım farklılıklar söz konusu olabilir. Örneğin; içilebilir çeşme suyu, deiyonize su ve/veya steril distile su sistemin sıvı haznesinde yer alabilmektedir (1,2). Diş ünitiye ait sudaki mikrobiyolojik kontaminasyonun ilk kez Blake tarafından rapor edilmesi; sistemde kullanılan suyun kalite ve standardının bilimsel açıdan güvenli bir sınıra çekilmesi için önemli bir uyarı olmuştur (3). Çoğu ülkede içilebilir çeşme suyu için verilen mikrobiyolojik sınır “500 cfu/mL \geq bakteri” olarak saptanmıştır (4-6). Ancak bu rakam, cerrahi yaklaşım içermeyen dolgu, diş kesimi, ölçü alma, ortodontik bant yerleştirme gibi standart diş tedavilerinde kullanılan su için bile yüksek bulunmuş ve 2000 yılında Amerikan Diş Hekimleri Birliği tarafından “200 cfu/mL \geq bakteri” olarak belirlenmiştir (1,2,4-6). Bu saptama diş ünitiye ait suyun mikrobiyolojik kontaminasyonunu engellemeye ait birçok bilimsel araştırmanın mihenk taşı olmasına karşın; son yıllarda Avrupa Birliğine ait ülkelerde bu sınır “100 cfu/mL \geq bakteri”ye kadar çekilmiştir (1,2,4,5). Günümüze kadar yapılan araştırmalar diş üniti su yolu iyileştirilmemiş cihazlardan elde edilen çıkış suyundaki bakteri değerinin 992 cfu/mL’den 1.6×10^8 cfu/mL’ye kadar değişebileceğini sergilemiştir (1,2,4,7-9). Çok değişik sayı ve tipte bakteri, fungus, protozoon ve amip diş üniti su yolu iyileştiril-



memiş cihazlardan alınan sudan izole edilebilmiştir (4,7,9-12). Diş üniti su yolunda serbest halde dolaşan planktonik fazdaki mikroorganizmaların birincil kaynağının kullanılan sudan çok, diş ünitedeki su borularının iç cidarında oluşan mikrobiyal biyofilm tabakası olduğu ileri sürülmüştür (1,2,4,5,7,10,13). Ortaya çıkan bu veriler nedeniyle suyun mikrobiyolojik kontaminasyonunu engellemeyi hedefleyen birçok bilimsel araştırmada, öncelikle diş üniti su yolunda oluşan mikrobiyal tabakanın incelenmesi ön plana çıkmıştır.

BİYOFİLM OLUŞUMU

Diş üniteleri, yapılarında su taşıyan küçük çaplı boru ve tüpler içermektedir ve bu sistem diş üniti su yolu olarak isimlendirilir (1,4,5,13). Poliüretan veya polivinil yapısındaki borular cam veya çelik yapıdaki borulara oranla daha fazla hidrofilitik ve pürüzlü olup; adezyon için daha ideal bir ortam oluşturur (14,15). Dar çaplı boru veya tüplerdeki iç yüzey alanının su hacmine oranı oldukça yüksektir (4,7). Bu durum su akış hızını oldukça yavaşlatır hatta durağan hale getirir (16). Su akış hızının azaldığı bu bölgede su içinde yer alan moleküller boru lümenine kimyasal veya fiziksel kuvvetlerle tutunur. Oluşan bu moleküller alt tabakaya, bakteri yüzeyindeki diğer moleküller; Van der Waal's kuvvetleri, elektrostatik kuvvetler, hidrofobik kuvvetler ya da bakterideki fimbrialar, piluslar veya adhesinlerin oluşturduğu kimyasal adsorpsiyon yardımıyla bağlanır (17-19). Ortaya çıkan bu ilk mikrobiyal bağlantı zayıf ve geri dönüşebilir karakterdedir. Başlangıç bağlantısını takiben mikroorganizmalar sessiz bir faza girer. Sessiz faz sürecinde mikroorganizmalar genetik yapılarını değiştirebilir (4,7,20,21). Büyüme hızı ve gen transkripsiyonu açısından değişime uğramış fenotiplerin ortaya çıkışıyla birlikte sessiz faz biter ve hızlı büyüme fazı başlar. Bu dönemde mikroorganizmalar hücre dışı polimerik maddenin (glikokaliks) ana bileşenini oluşturan ekzopolisakkaridi (EPS) salgılar. EPS genel olarak doğal şeker, amino şeker ve bazı asitlerden oluşan heterojen bir yapı sergiler. Nemli ve yapışkan yapıdaki EPS, mikroorganizmaları boru yüzeyine bağlayarak akışkanın oluşturacağı koparma kuvvetlerine karşı direnç kazandırır (7,22). EPS aynı zamanda bakteriler için bir kılıf ve fibröz bir matriks oluşturur. Serbest haldeki diğer mikroorganizmalar ve artık maddeler bu karmaşık matrik-

se takılabileceği gibi, moleküller arası etkileşimle de yüzeye tutunabilir (23). Buna göre sulu ortamda, polisakkarid materyalden oluşan bir matriksin yer aldığı yüzeye geri dönüşümsüz bağlanan mikrobiyal tabaka "biyofilm" olarak nitelendirilmektedir (7,24). Biyofilm adı verilen bu yapı sadece mikroorganizmalardan oluşan hücresel bileşenleri değil aynı zamanda mineral kristallerini, korzyon kıvrımlarını, çamur parçacıklarını veya kan ürünlerini de içerebilir (7). Matriks içerisine yerleşen mikrokolonilerin giderek büyümesi biyofilm kalınlığının 1000 µm'ye kadar erişmesine yol açabilir (25). Biyofilm tabakasındaki matriks bakterilerin fiziksel yer değişimini engellediği gibi oluşturduğu kimyasal reaksiyonlarla karşı ajanların içe doğru difüzyonunu da önler. Biyofilme yapışık bakteriler fagositoza karşı dirençlidir, ancak fagositik enzimler biyofilm tabakasını yıkıma uğratarak planktonik bakterilerin biyofilmden serbest hale geçmesine yol açabilir (2). Biyofilmden kaynaklanan bu salınım akut enfeksiyonların kaynağı olabilir. Sonuç olarak, diş üniti su yolu boyunca gelişmiş aktif bir biyofilm tabakası hem hastalar hem de diş hekimliği çalışanları için potansiyel bir çarpaz enfeksiyon kaynağı olacaktır (7).

DIŞ ÜNİTİ SU YOLUNUN MİKROBİYAL YAPISI

Diş üniti su yolundaki mikrobiyal yapı planktonik faz adı verilen serbest haldeki mikroorganizmalar ile biyofilm içinde yer alan yapışık mikroorganizmalardan oluşur (4,7,10). Planktonik hücrelerden olgun biyofilm oluşumu Costerton ve Mills tarafından tarif edilmiştir (26,27). Biyofilmi oluşturan planktonik hücrelerin kaynağını ya ünite kullanılan su ya da hasta ağızından kaynaklanan retraksiyon oluşturmaktadır (28). Diş üniti su yolu kesitlerine ait elektron mikroskop çalışmalarında ilk yapıyı, ekzopolimerik madde yapımının başlangıcını, mikrokolonilerin oluşumunu ve hücresel elemanlı olgun biyofilmi gösteren kesitler elde edilmiştir (4,14,29-31).

Biyofilmdeki yapışık mikroorganizmalar planktonik fazdakilerden bazı farklılıklar gösterebilir. Örneğin; derin tabakadaki yapışık mikroorganizmalardan bazıları beslenmeyi ve oksijen kullanımını sınırlı tutarak yavaş ürer (7). Bu durum düşük besin yoğunluklu steril distile suda bile yaşayabilmelerinin güzel bir göstergesidir. Biyofilm mikroorganizmalarının gen transkripsiyonu açısından



değişime uğramış fenotiplere dönüşmeleri sonucunda; fagositoza karşı bir direnç de söz konusu olabilir (2,4). Yine bu tabakada yer alan mikroorganizmaların dezenfeksiyona karşı dirençleri oldukça fazladır (16). Ancak biyofilmin yüzeyinde yer alanlar hem daha hızlı üreme gösterir hem de kolaylıkla biyofilm tabakadan uzaklaşabilir. Besin azlığına ve antimikrobik ajanlara karşı daha dayanıksızdırlar (4).

Diş üniti su yoluna ait birçok değişik sayı ve tipte bakteri, fungus, protozoon ve amip rapor edilmiştir (4,7,9-12). Bu mikrobiyal hayatın büyük çoğunluğunu heterotrofik, mezofilik bakteriler topluluğu oluşturur (6). Biyofilmdaki birincil topluluk sulu ortamlarda kolaylıkla gelişebilen saprofitik gram-negatif bakterilerdir (7). Tall ve arkadaşları temiz bir ünitin hava-su spreyindeki biyofilm oluşumunu elektron mikroskopunda incelemişler ve altı ayın sonunda alınan örneklerden *Pasteurella pneumotropica*, *Pseudomonas* spp., *Ochrobactrum anthropi*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Pasteurella haemolytica*, *Burkholderia pickettii*, *Pseudomonas stutzeri*, *Pseudomonas acidovorans*, *Aeromonas salmonicida*, *Acinetobacter calcoaceticus*, *Brevundimonas vesicularis*, *Pasteurella* spp., *Burkholderia cepacia*, *Psychrobacter phenylpyruvica*, *Pseudomonas putida*, *Flavobacterium* spp., *Flavobacterium odoratum* ve *Moraxella urethralis*'i izole etmişlerdir (32). Maryland Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesinde yapılan bir başka çalışmada ise diş üniti su yolundaki biyofilmden *B. pickettii*, *B. cepacia*, *P. phenylpyruvica*, *Moraxella osloensis*, *Sphingomonas paucimobilis*, *Myroides odoratum*, *B. vesicularis*, *Achromobacter* spp., *S. maltophilia*, *Staphylococcus* spp., *Bacillus* spp., *P. stutzeri* ve *Alcaligenes faecalis* izole edilmiştir (13).

Shepherd ve arkadaşlarının diş üniti su yolundaki biyofilmin bir dezenfektan vasıtasıyla temizlenmesini ele alan araştırmasındaki baskın mikroorganizmalar, suda görülen çevresel gram-negatif ve gram-pozitif bakteri türleridir (33). Bunlar gram-negatif *Actinobacter*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Sphingomonas*, *Xanthomonas*, gram-pozitif *Bacillus* ve gram-pozitif *Streptococcus*'tur. Araştırmacıların elde ettiği ilginç bulgu, diş üniti su yolunun %80'indeki streptokokların oral kaviteye ait *Streptococcus sanguis*, *Streptococcus mutans/sobrinus*, *Streptococcus intermedius*, *Streptococcus mitis* ve *Streptococcus salivarius* olmasıdır. Bu durum aynı zamanda hastadan köken alan diş üniti su yolu kontaminasyonunun bir işaretidir.

Değişik çalışmalarda izole edilmiş çok sayıda bakteri türünden bazıları literatürde daha fazla tartışılmış ve klinik açıdan özellikle immün sistemi zayıf hasta gruplarında oluşturabileceği riskler gündeme getirilmiştir (1,2,5-7,10,11,34). Fırsatçı olarak bilinen *Moraxella*, *Klebsiella*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Legionella pneumophila* ve *non-tuberculosis Mycobacterium* bu grupta yer alan mikroorganizmalardır. Örneğin; Challacombe ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada 194 tane diş üniti su örnekleri 44 aylık süre içerisinde üç ile altı kez incelenmiş ve ünitlerin %25'inde *L. pneumophila* izole edilmiştir (11). Araştırmacılar *L. pneumophila* ile kontamine olan ünitlerin vücut direnci düşük hasta grupları için risk teşkil ettiğini ileri sürmüşlerdir. Walker ve arkadaşlarının yedi Avrupa Birliği ülkesinde eş zamanlı olarak yaptıkları diş üniti su yolu mikrobiyolojik analizinde 280 örneğin 102'sinde *Mycobacterium* türleri izole edilmiştir (1). Elde edilen örneklerin %51'indeki bakteri kontaminasyon miktarı 200 cfu/mL'nin üzerindedir. Öte yandan bakteriler kadar funguslar da diş üniti su yolunun göze çarpan mikroorganizmalarıdır (1,6). Porteous ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada sürekli klor dioksit ile dezenfekte edilmiş ünitlerin su yolunda sıra dışı bir mantar olan *Exophiala mesophila* izole edilmiştir (6). Araştırmacılar sürekli kullanılan bu dezenfektanın ortam pH'sını 7'ye taşıyarak fungusların üremesi için ideal bir çevre yarattığını ileri sürmüştür. Kimyasalların sürekli kullanımının söz konusu olduğu ünitlerde diş üniti su yolunun düzenli olarak test edilmesinin bu tip fırsatçı mikroorganizmaların belirlenmesinde önemli bir yaklaşım olacağı belirtilmiştir. Walker ve arkadaşlarının geniş kapsamlı mikrobiyolojik çalışmasının İngiltere, Hollanda ve İspanya bölümünde yer alan ünitlerde *Candida* türlerine rastlanılmıştır (1). *Candida* türlerine rastlanması ünitlerdeki antiretraksiyon valflerinin yetersiz çalışmasına ve ağız sıvılarının diş üniti su yolu sistemine geri kaçışına bağlanmıştır.

Bakteriler ve funguslar kadar bazı cihazlarda insan için potansiyel patojen kabul edilen amip ve protozoonlara da rastlanılmıştır. *Hartmanella*, *Vanella* ve *Vahlkampfia* türleri en sık izole edilen mikroorganizmalardır. Sık olmamakla birlikte *Acanthamoebae* ve *Naegleria* türleri de görülmektedir (35). MacKenzie ve Hayes yüksek derecede dirençli protozoon *Cryptosporidium*'un şehir şebeke su-



larından kontaminasyonunu rapor etmiştir (36,37). Öte yanda Shearer virüslerin diş üniti su yolunda çoğalamadığını belirtmiştir (10).

Diş Üniti Su Yolundaki Biyofilm Potansiyel Bir Çapraz İnfeksiyon Kaynağı Olabilir mi?

Son 40 yılda yapılan çalışmalar diş üniti su yolundaki biyofilmin mikrobik yapısının oldukça geniş bir dağılım sergilediğini ortaya koymuştur. Her ne kadar izole edilen bazı türler insan için primer patojen olmasa da bazıları, özellikle fırsatçı olarak bilinen *Moraxella*, *Klebsiella*, *Pseudomonas aeruginosa*, *L. pneumophila* ve *non-tuberculosis Mycobacterium* gibi türler gerek tedavi gören hastalar gerekse çalışan personel için çapraz infeksiyon riski oluşturmuştur.

İlk kez 1987 yılında Martin *P. aeruginosa*'nın etken olduğu diş üniti su yolundan kaynaklanan iki çapraz infeksiyon olgusu rapor etmiştir (34). Raporunda, aynı merkezde iki kanser hastasına yapılan dolgudan iki-üç gün sonra, konulan matriks bant bölgelerinde gelişen ağrılı şişliklerden bahsedilmiş ve infekte bölgelerden alınan örneklerde *P. aeruginosa* izole edilmiştir. İnfekte bölgelerden alınan örneklerdeki *P. aeruginosa* ile diş üniti su yolundaki suşların piyosin tiplendirmesi çapraz infeksiyonu doğrular nitelikte çıkmıştır. Bu durum hastalıkları nedeniyle immün sistemi baskılanmış bireylerde fırsatçı mikroorganizmaların yarattığı lokal bir çapraz infeksiyonu en iyi şekilde tarif etmektedir.

Diş üniti su yolundaki fırsatçı patojenler her zaman hastaları değil diş hekimliği çalışanlarını da tehdit etmektedir. Özellikle aerotor başlığı gibi cihazların ağız ortamında oluşturduğu aerosol, hasta kadar diş hekimi ve yardımcı personelin de su zerreciklerini inhale etmesine olanak sağlar. Bu durum *L. pneumophila*'nın konakçı organizmaya geçişine yardımcı olabilir (11). Reinthaler ve arkadaşlarının 107 diş hekimliği personeline yönelik serolojik bir çalışmada yedi farklı *Legionella* türüne ait antikor taraması yapılmıştır (38). Personelin %34'ü, *L. pneumophila* antijenine pozitif reaksiyon göstermiştir. Araştırmacılar çalışma sonucunda elde edilen yüksek antikor prevalanslarının diş hekimliği personelinin mutlaka pnömone tarzında bir infeksiyon geçirdiğinin göstergesi olamayacağını; ancak düşük sayıda mikroorganizmayı sürekli vücuda alarak, Pontiac ateşi gibi orta şiddette bir infeksiyona ya da daha hafif seyreden subklinik bir infeksiyona maruz kalındığının bir belirtisi olabileceğini ile-

ri sürmüşlerdir. Bununla beraber, Atlas ve arkadaşları lejyonelloz nedeniyle hayatını kaybeden bir diş hekiminin kendi kliniğinde kullandığı ünite yüksek oranda *Legionella* türlerinin izole edildiğini bildirmiş ve buradan kaynaklanan bir çapraz infeksiyonun diş hekiminin ölümüne neden olabileceğini belirtmişlerdir (39).

Mills, 2000 yılında yayınladığı raporunda diş üniti su yolundaki kontaminasyon nedeniyle çapraz infeksiyona maruz kalmış iki ayrı olgudan bahsetmiştir (40). İlk olguda bakteriyel endokardite yol açan gram-negatif su bakterisi *Moraxella* hem diş üniti su yolunda hem de hasta da izole edilmiştir. Diğer olgu ilki kadar bilimsel bir kanıt sunmasa da "Amerika Birleşik Devletleri ulusal kanallarından CBS televizyonunun sabah haberlerine" konu olmuş bir beyin apsisi olgusudur.

Tedavi edilmemiş diş üniti su yoluna ait mikrobiyal yapı genelde saprofit karakterdeki çevresel mikroorganizmalardan oluşmuşsa da; fırsatçı mikroorganizmaların yol açtığı ve hatta bazen ölümle sonuçlanabilen çapraz infeksiyon riski taşıyabilmektedir. Buna göre diş hekimi hem kendisinin hem de hastasının sağlığı açısından diş üniti su yolundaki biyofilm oluşumunu kontrol etmeli ve bu sistem içindeki suyun içerdiği bakteri miktarını 200 cfu/mL'nin altına düşürmeyi hedeflemelidir.

Diş Üniti Suyundan Kaynaklanabilecek Potansiyel Çapraz İnfeksiyon Riskini Azaltmak İçin Ne Yapmalı?

Diş hekimine gelen hastalar arasında diş üniti suyundan direkt olarak kaynaklanan geniş yayımlı çapraz infeksiyonlara rastlanılmamıştır (2,40). Ancak Martin'in 1987 yılında sunduğu rapor ile diş üniti su yolunun çapraz infeksiyon oluşturma riskinin bilimsel olarak dokümanite edilmesi bu sisteme ait mikrobiyal hayatın kontrol altına alınmasını önemli kılmıştır (34). Özellikle 2000 yılında Amerikan Diş Hekimleri Birliği tarafından "200 cfu/mL \geq bakteri" olarak belirlenen sınıra erişmek için yoğun araştırmalar yapılmıştır.

Son 20 yılda diş üniti su yolundaki mikroorganizma sayısının azaltılması için "antiretraksiyon valfleri", "filtrasyon", "boşa akıtma", "biyosid ve kimyasal dezenfektanlar", "klorlama", "peroksit ozon ve ultraviyole", "bağımsız temiz su sistemleri", "otoklav edilebilir sistemler", "elektrokimyasal



olarak aktive edilmiş su" ve "kurutma" gibi değişik yöntemler denenmiştir (7). Bu konuyla ilgili ilk ortak düşünce ünite şehir şebeke suyunun direkt olarak kullanılmamasıdır. Araştırmacılar tarafından diş üniti için önerilen yapı, su haznesi bağımsız olan kapalı sistem diş üniti su yoludur (2,4,7, 28,30,33).

Sistemdeki mikrobiyal hayatın kontrol altına alınması için önerilen bir başka yöntemde diş üniti su yolundan sistem kullanılmadan önce bol su geçirilmesidir (boşa akıtma). Amerikan Diş Hekimleri Birliği tarafından önerilen uygulama, her sabah iki dakika, her hasta arasında 20-30 saniye süreyle hava-su spreyinin ve başlıkların takıldığı birimlerden boşa su akıtılmasıdır (4). Tatilleri takip eden günlerde iki dakikadan daha uzun uygulamalar önerilmektedir. İki dakikalık uygulamalar bakteri miktarını %99 azaltabilir hatta sekiz dakikalık sabit "boşa akıtma" atık sudaki bakteri oranını %0'a çekebilir. Ancak bu değerler sabit değildir ve hızla yükselir (4). Bunun sebebi uygulanan "boşa akıtma" yönteminin temelde planktonik mikroorganizmaları etkilemesi ve asıl kaynak olan biyofilmi ortadan kaldırmamasıdır. Öte yanda diş üniti su yoluna takılan filtrasyon sistemleri de benzer sonuçlar vermekte ve biyofilm oluşumunu tek başına engellememektedir (7).

Bazı araştırmacılar diş üniti su yolunun kuru kalmasının problemi çözebileceğini düşünmüştür. Fiehn ve Larsen'in 18 ünite yönelik negatif ve pozitif kontrol gruplu çalışmalarında 19 gün boyunca deney grubundaki ünitelerin suyu her gün boşaltılarak sistem günde 16 saat kurutulmuş ve buradan toplanan atık su örnekleri mikrobiyolojik olarak incelenmiştir (5). Kurutulma uygulanmış örneklerdeki bakteri miktarı başlangıca göre önemli bir düşüş sergilese de 19. gün sonunda ortaya çıkan değerler (ortalama 16.000 cfu/mL) arzu edilen standartların oldukça üstündedir. Araştırmacılar kurutma yönteminin asıl kaynak olan biyofilmi ekarte etmekte tek başına etkili olamayacağını ileri sürmüştür. Biyofilmin organik matriksi yapışık hücrelerin dehidratasyonunu engelleyecek bir yapı sergiler. Bu durum biyofilmin kısa süreli kurutmaya karşı dayanıklı kalmasını sağlar (24).

Kurutma, boşa akıtma, filtrasyon veya kapalı sistem ünitelerin kullanılması gibi yöntemler atık sudaki bakteri miktarını kalıcı olarak 200 cfu/mL'nin

altına çekememiştir (2,5,7). Daha sonraki çalışmalar sistem içinde sürekli veya aralıklı kimyasal dezenfektanların kullanımına odaklanmıştır. İlk akla gelen ajan %5.25'lik sodyum hipoklorid (çamaşır suyu) olmuştur. Meiller ve arkadaşlarının sodyum hipoklorid, gluteraldehid ve izopropanolden oluşan üç farklı kimyasal dezenfektana yönelik çalışmalarında hem atık sudaki bakteri miktarı hem de diş üniti su yoluna ait elektron mikroskop kesitleri incelenmiştir (13). On beşinci günün sonunda sodyum hipoklorid ve izopropanolün kullanıldığı grupların hem atık sudaki hem de biyofilm tabakasındaki canlı bakteri miktarı, kontrol grubuna kıyasla, istatistiksel açıdan önemli oranda azalmıştır. Ancak gluteraldehid herhangi bir etki göstermemiştir. Öte yanda elektron mikroskop incelemeleri hiçbir grupta biyofilm matriksinin yok edilmediğini ortaya koymuştur. Bu durum ilgili dezenfektanların her ne kadar canlı bakteri miktarını azaltsa da biyofilmi tam anlamıyla ekarte edemediğini işaret etmektedir. Nitekim Wirthlin ve Szymanska raporlarında sodyum hipokloridin planktonik bakteri miktarını düşürebileceğini ancak, biyofilmin hipokloride 150 ile 3000 kez daha dirençli olduğunu belirtmişlerdir (4,7). Hipoklorid ile ilgili bir başka can sıkıcı durum, biyofilm matriksiyle girdiği reaksiyon sonucunda açığa çıkan ürünlerdir. Bu ürünlerden trihalometanlar karsinogenik etkiye sahiptir (4). Literatürdeki bu veriler çamaşır suyu gibi klor bazlı dezenfektanların diş üniti su yolunda kullanımını gündem dışına itmiştir. Öte yanda Kettering ve arkadaşlarının listerin, dentosept, rembrant, klorheksidin glukonat ve sodyum floridden oluşan beş farklı dezenfektana yönelik araştırmalarında planktonik bakteri miktarı 200 cfu/mL'nin altına düşerken biyofilm tabakası tamamen ortadan kaldırılamamıştır (14).

Shepherd gibi birçok yazar, diş üniti su yolunda asıl çözümün planktonik mikroorganizmaları elimine etmek yerine biyofilm tabakasının tamamen ortadan kaldırılmasında yattığını belirtmişlerdir (33). Buna göre Wirthlin ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada alkalin peroksit, aktif klor dioksit ve stabilize klor dioksitten oluşan üç farklı kimyasal ajan, iki haftalık bir periyotta kontrol grubuyla karşılaştırılacak şekilde test edilmiştir (4). Yapılan mikrobiyolojik değerlendirmeler ile elektron mikroskopu incelemeleri aktif klor diok-



sit ile stabilize klor dioksidin hem planktonik bakterileri 200 cfu/mL'nin altına indirdiğini hem de biyofilm tabakasını hemen hemen yok ettiğini ortaya koymuştur. Ancak çalışmadaki takip süresinin iki hafta gibi kısa bir zaman dilimi içermesi ortaya çıkan sonuçları tartışmalı kılabilir. Nitekim, Porteous ve arkadaşlarının stabilize klor dioksit ile yönelik 15 haftaya yayılan, araştırmasında da sıradışı bir mantar olan *E. mesophila* izole edilmiştir (6). Panagakos ve arkadaşlarının etken maddesi hidrojen peroksit ve gümüşten (H_2O_2 -Ag) oluşan zerosil (Sanosil®) yönelik çalışmalarında hem mevcut biyofilm hem de planktonik mikroorganizmalar ortamdan kaldırılmıştır (28). Ancak Szymanska'nın derlemesinde belirttiği gibi bu maddeye yönelik daha uzun süreli takipler gerekmektedir (7). Aksi takdirde klor dioksitte karşımıza çıkan durum zerosil için de geçerli olabilir. Öte yanda biyofilm oluşumunu engelleyecek nitelikteki ajanın, yüzey yükünü nötralize eden elektroartırıcı özellikte bir ajan olması önerilmiştir. Gelecekteki araştırmaların bu konu üzerinde yoğunlaşacağı düşünülmektedir.

Sonuç olarak; diş ünitesi su yolunun mikrobiyal hayattan arındırılması ya da başka bir deyişle potansiyel çapraz enfeksiyon riskinin azaltılması, öncelikle biyofilm oluşumunun önlenmesinde veya mevcut olanın yok edilmesinde yatmaktadır. Buna göre "American Dental Association (ADA)", "Organization for Safety and Asepsis Procedures (OASP)" veya "Centers for Disease Control and Prevention (CDC)" gibi kurumların yönergeleri esas alındığında yapılması gerekenleri şu şekilde sıralayabiliriz: Her sabah iki-üç dakika, her hasta arasında 20-30 saniye süreyle hava-su spreyinin ve başlıkların takıldığı birimlerden boşa su akıtılması, antiretraksiyon valflerinin kullanılması, kullanılan su kaynağının güvenilir ve temiz olması, biyofilm yok edebilecek nitelikte olan ve biyolojik yan etkileri bulunmayan kimyasalların sürekli veya belirli periyotlarla sistem içine uygulanması, filtrasyon sistemlerinin kullanılması ve en önemlisi diş ünitesi su yolunun mikrobiyolojik açıdan düzenli periyotlarla test edilmesidir. Henüz tüm bu özellikleri bünyesinde toplayan tek bir yöntemden bahsetmek mümkün değildir. Ancak önemli olan yukarıdaki uygulamaların ucuz ve kolay tatbik edilebilir olmasıdır.

KAYNAKLAR

1. Walker JT, Bradshaw DJ, Finney M, Fulford MR, Frandsen E, Stergaard E, et al. Microbiological evaluation of dental unit water systems in general dental practice in Europe. *Eur J Oral Sci* 2004;112: 412-8.
2. Kettering JD, Stephens JA, Munoz-Viveros CA, Naylor WP. Reducing bacterial counts in dental unit waterlines: Tap water versus distilled water. *J Contemp Dent Pract* 2002;15:1-9.
3. Blake GC. The incidence and control of bacterial infection of dental unit and ultrasonic scales. *Br Dent J* 1963;15:413-6.
4. Wirthlin MR, Marshall GW Jr, Rowland RW. Formation and decontamination of biofilms in dental unit waterlines. *J Periodontol* 2003;74:1595-609.
5. Fiehn NE, Larsen T. The effect of drying dental unit waterline biofilms on the bacterial load of dental unit water. *Int Dent J* 2002;52:251-4.
6. Porteous NB, Redding SW, Thompson EH, Grooters AM, De Hoog S, Sutton DA. Isolation of an unusual fungus in treated dental unit waterlines. *J Am Dent Assoc* 2003;134:853-8.
7. Szymanska J. Biofilm and dental unit waterlines. *Ann Agric Environ Med* 2003;10:151-7.
8. Barbeau J, Tanguay R, Faucher E, Avezard C, Trudel L, Côté L, et al. Multiparametric analysis of waterline contamination in dental units. *Appl Environ Microbiol* 1996;62:3954-9.
9. Abel LC, Miller RL, Micik RE, Ryge G. Studies on dental aerobiology: IV. Bacterial contamination of water delivered by dental units. *J Dent Res* 1971;50:1567-9.
10. Shearer BG. Biofilm and the dental office. *J Am Dent Assoc* 1996;127:181-9.
11. Challacombe SJ, Path FRC, Fernandes LL. Detecting *Legionella pneumophila* in water systems: Comparison of various dental units. *J Am Dent Assoc* 1995;126: 603-8.
12. Santiago JI, Huntington MK, Johnston AM, Quinn RS, Williams JF. Microbial contamination of dental unit water lines: Short-and long-term effects of flushing. *Gen Dent* 1994;42:528-35.
13. Meiller TF, Depaola LG, Kelley JI, Baqui AA, Turng BF, Falkler WA. Dental unit waterlines: Biofilms, disinfection and recurrence. *J Am Dent Assoc* 1999;130: 65-72.
14. Kettering JD, Munoz-Viveros CA, Stephens JA, Naylor WP, Zhang W. Reducing bacterial counts in dental unit waterlines: Distilled water vs. antimicrobial agents. *J Calif Dent Assoc* 2002;30:735-41.
15. Williams JF, Andrews N, Santiago JI. Microbial contamination of dental unit waterlines: Current preventive measures and emerging options. *Compend Contin Educ Dent* 1996;17:691-708.



16. Fletcher M. *The physiological activity of bacteria attached to solid surfaces*. *Adv Microb Physiol* 1991;32: 53-85.
17. Carpentier B, Cerf O. *Biofilms and their consequences, with particular reference to hygiene and the food industry*. *J Appl Bacteriol* 1993;75:499-511.
18. O'Toole GA, Kolter R. *Flagellar and twitching motility are necessary for Pseudomonas aeruginosa biofilm development*. *Mol Microbiol* 1998;30:295-304.
19. Pratt LA, Kolter R. *Genetic analysis of Escherichia coli biofilm formation: Roles of flagella, motility, chemotaxis and type I pili*. *Mol Microbiol* 1998;30:285-93.
20. Sauer K, Camper AK. *Characterization of phenotypic changes in Pseudomonas putida in response to surface-associated growth*. *J Bacteriol* 2001;183:6579-89.
21. Rice AR, Hamilton MA, Camper AK. *Apparent surface associated lag time in growth of primary biofilm cells*. *Microb Ecol* 2000;41:8-15.
22. Zobell CE. *The effect of solid surface upon bacterial activity*. *J Bacteriol* 1943;46:39-56.
23. Costerton JW, Cheng K- J, Geesey GG, et al. *Bacterial biofilms in nature and disease*. *Annu Rev Microbiol* 1987;41:435-64.
24. Donlan RM. *Biofilms: Microbial life on surfaces*. *Emerging Infectious Diseases* 2002;8:881-90.
25. Characklis WG. *Fouling biofilm development: A process analysis*. *Biotechnol Bioeng* 1981;23:1923-60.
26. Costerton JW, Stewart PS, Greenberg EP. *Bacterial biofilm: A common cause of persistent infections*. *Science* 1999;284:1318-22.
27. Mills SE, Karpay RI. *Dental waterlines and biofilm-searching for solution*. *Compendium* 2002;23: 237-56.
28. Panagakos FS, Lassiter T, Kumar E. *Dental unit waterlines: Review and product evaluation*. *J N J Dent Assoc* 2001;72:20-5.
29. Cobb CM, Martel CR, McKnight SA, Pasley-Mowry C, Ferguson BL, Williams K. *How dose time-dependent dental unit waterline flushing affect planktonic bacteria levels?* *J Dent Educ* 2002;66:549-55.
30. Jorgensen MG, Detsch SG, Wolinsky. *Disinfection and monitoring of dental unit waterlines*. *Gen Dent* 1999; 47:152-6.
31. Karpay RI, Plamondon TJ, Mills SE, Dove SB. *Combining periodic and continuous sodium hypochlorite treatment to control biofilms in dental unit water systems*. *J Am Dent Assoc* 1999;130:957-65.
32. Tall BD, Williams HN, George KS, Gray RT, Walch M. *Bacterial succession within a biofilm in water supply lines of dental air-water syringed*. *Can J Microbiol* 1995;41:647-54.
33. Shepherd PA, Shojaei MA, Eleazer PD, Van Stewart A, Staat RH. *Clearance of biofilms from dental unit waterlines through the use of hydroperoxide ion-phase transfer catalysts*. *Quintessence Int* 2001;32:755-61.
34. Martin MV. *The significance of the bacterial contamination of dental unit water systems*. *Br Dent J* 1987;163:152-4.
35. Barbeau J, Avezard C, Faucher E, Zalzal S, Prévost AP. *Biofilms in dental unit waterlines: Ultrastructural and cytochemical analysis*. *Cell Materials* 1997;7: 135-46.
36. Mac Kenzie WR, Hoxie NJ, Proctor ME, Gradus MS, Blair KA, Peterson DE, et al. *A massive outbreak in Milwaukee of Cryptosporidium infection transmitted through the public water supply*. *N Engl J Med* 1994; 331:161-7.
37. Hayes EB, Matte TD, O'Brien TR, McKinley TW, Logsdon GS, Rose JB, et al. *Large community outbreak of cryptosporidiosis due to contamination of a filtered public water supply*. *N Engl J Med* 1989;320:1372-6.
38. Reinthaler FF, Mascher F, Stunzer D. *Serological examinations for antibodies against Legionella species in dental personnel*. *J Dent Res* 1988;67:942-3.
39. Atlas RM, Williams JF, Huntington MK. *Legionella contamination of dental-unit waters*. *Appl Environ Microbiol* 1995;61:1208-13.
40. Mills SE. *The dental unit waterline controversy: Defusing the myths, defining the solutions*. *J Am Dent Assoc* 2000;131:1427-41.