

PERİODONTAL TEDAVİDE HAVA-TOZ AŞINDIRICILARDAN HAVA-TOZ BİYOFİLM ERADİKASYONUNA BİR GÜNCELLEME

Özet

Biyofilm, dişlerin mine ve kök yüzeyleri, oral yumuşak dokular ve dental implant yüzeyleri üzerine sıkıca tutunan, temel olarak polisakkaritlerden oluşan matriks içindeki mikrobiyal hücre topluluğudur. Dental biyofilm çürük oluşumu ve periodontal hastalıklar için primer etyolojik faktördür ve sağlıklı dento-gingival kompleksin sürdürülebilmesi için biyofilmin tümüyle elimine edilmesi ve kontrol altına alınması gerekmektedir. Geleneksel parlatma lastiği ya da fırça ile parlatma macunu kullanılarak yapılan biyofilm uzaklaştırma yönteminin minenin florür açısından zengin dış tabakasını kaldırdığı ve zamanla sement ve dentinde önemli kayba ve çizilmelere neden olduğu gösterilmiştir. Son yıllarda biyofilmin uzaklaştırılmasında geleneksel yöntemlere karşı çok iyi bir alternatif olan hava-toz sistemleri kullanılmaya başlanmıştır. Bu derlemenin amacı hava-toz sistemlerindeki son gelişmelere kapsamlı bir genel bakış sağlamaktır. Hava-toz sisteminde kullanılan tozların sert ve yumuşak dokular, restoratif materyaller, ortodontik aapareyler üzerindeki etkisini geçmişten günümüze değerlendirmektedir.

GİRİŞ

Biyofilm, dişlerin mine ve kök yüzeyleri, oral yumuşak dokular ve dental implant yüzeyleri üzerine sıkıca tutunan, temel olarak polisakkaritlerden oluşan matriks içindeki mikrobiyal hücre topluluğudur [1]. Biyofilm tabakası içerisinde yer alan mikroorganizmaların oluşturduğu asitler, toksinler ve enzimler; ağız ortamında görülebilen tüm hastalıklarda primer etyolojik faktördür [1]. Dental biyofilmin hem çürük oluşumunda hem de periodontal hastalıklara sebebiyet vermede etkili olduğu bilinen bir gerçektir [2]. Sağlıklı dento-gingival kompleksin sürdürülebilmesi için dişeti alanındaki supra ve subgingival bakterilerin ve bakteriyel ürünlerin oluşturduğu eksternal depozitlerin diş ve kök yüzeylerinden uzaklaştırılması gerekir [3]. Geleneksel parlatma lastiği ya da fırça ile parlatma macunu kullanılarak yapılan biyofilm uzaklaştırma yönteminin minenin florür açısından zengin dış tabakasını kaldırdığı ve zamanla sement ve dentinde önemli kayba ve yüzey çizilmelerine neden olduğu gösterilmiştir [4]. Geleneksel biyofilm uzaklaştırma yöntemi dışında biyofilm ve yüzey lekelerini uzaklaştırma yöntemlerinden biri de hava, toz ve su aşındırıcılarının kullanıldığı sistemlerdir [5]. Yapılan in vivo çalışmalarda, hava-toz sistemlerinin diş lekeleri ve dental plağı uzaklaştırmada geleneksel yöntemlere karşı çok iyi bir alternatif olduğu bildirilmiştir [6]. Hava-toz sistemleri ile diğer teknikler ile ulaşılamayan furkasyon alanları, derin ceplerin bulunduğu kök yüzeyleri, yüzey girintileri ve birbirine yakın kökler gibi zor bölgelerde etkili biyofilm eradikasyonu yapılabildiği rapor edilmiştir [7]. Hava-toz sistemleri ile polisaj daha az hekim hatasına sebebiyet vermesi ve ulaşılması zor bölgelerde de etkili olması nedeniyle geleneksel yöntemlere göre daha etkili, hızlı ve basit bir teknik olarak öne çıkmıştır [8].

Prof. Dr. Bülent Kurtiş
Gazi Üniversitesi Diş
Hekimliği Fakültesi
Periodontoloji Anabilim Dalı
Ankara, Türkiye
mbulent@gazi.edu.tr

Arş. Gör. Tuğba Çavuş
Gazi Üniversitesi Diş
Hekimliği Fakültesi
Periodontoloji Anabilim Dalı
Ankara, Türkiye
tugbacavus@gazi.edu.tr

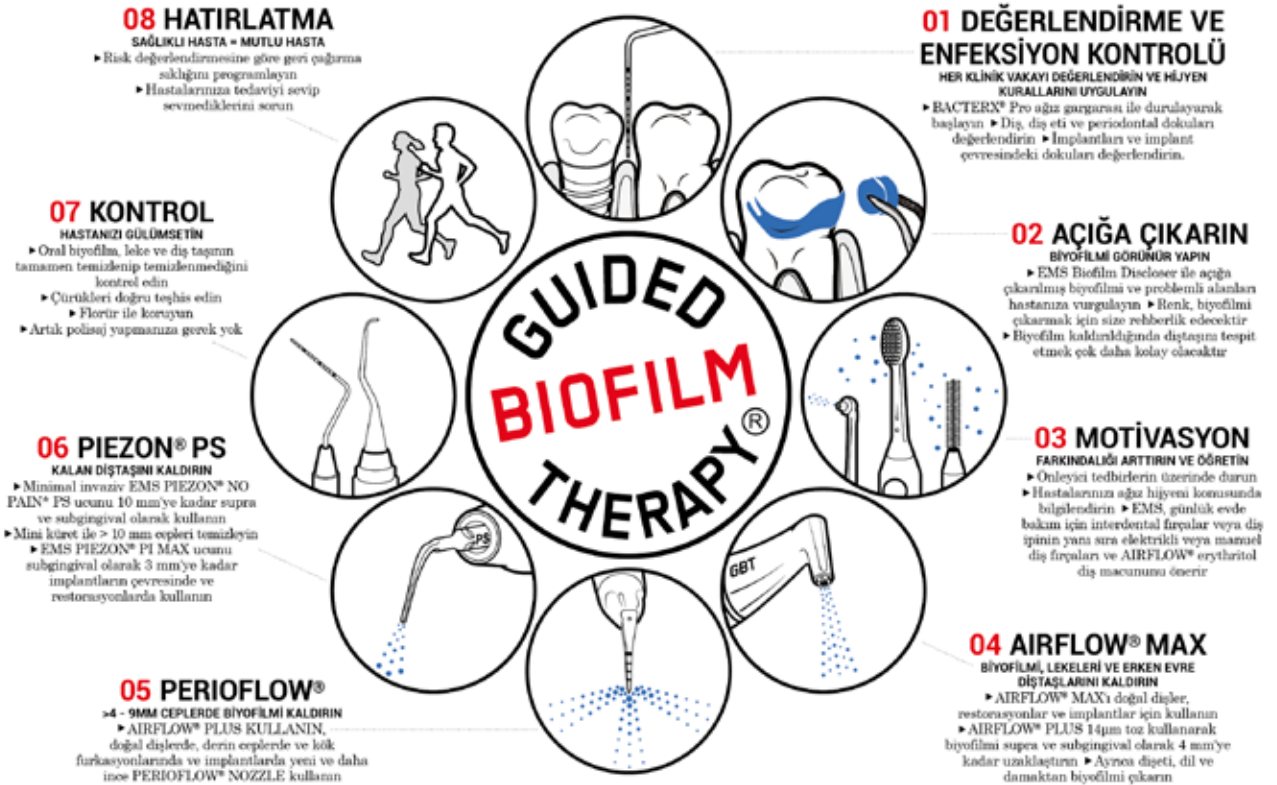
GBT, 2016 yılında tanımlanan modern, sistematik, modüler ve bilimsel olarak kanıtlanmış bir protokoldür. Bu protokol, başarılı tedavi sonuçları elde etmek için profesyonel profilaksi kombinasyonunun iyi bir ev bakımı ile tamamlanması gerektiğini bildiren EFP (EUROPEAN FEDERATION of Periodontology) kılavuzlarını takip etmektedir. Bu yaklaşımda takip edilen işlemler 8 adımda gerçekleştirilmektedir (Şekil 1). Birinci adımda dişler ve implantlar çevresindeki mevcut hastalık detaylı muayene ile klinik ve radyografik olarak teşhis edilmektedir. İkinci adımda tek kullanımlık boyama süngerleri ile biyofilm görünür hale getirilmektedir. Bu sayede biyofilm hakkında önemli bilgilendirmeler yapılmakta ve uzaklaştırılması için çeşitli teknikler ve fırçalar önerilerek motivasyon sağlanmaktadır. Boyama ve motivasyon işlemlerinden sonraki adım, mevcut biyofilmin, lekelerin ve henüz kalsifiye olamamış biyofilmin diş ve implant yüzeylerinden geliştirilmiş hava-toz sistemleri kullanılarak uzaklaştırılmasıdır. GBT protokolündeki altıncı adım supra ve subgingival sert

eklentilerin yani dıştaşlarının piezon sistemle yüzeylere zarar vermeden temizlenmesidir. Yedinci adım yeniden değerlendirme ve motivasyon yapılması ve ihtiyaç halinde mikro el aletleriyle derin ceplerin debridmanını içermektedir. Son adım, hastanın tekrar çağırılma randevularının belirlenerek aralıklı GBT uygulamalarına devam edilmesidir [9].

Hava-Toz Sistemlerinde Kullanılan Tozlar

Alimünyum Trihidroksit- Kalsiyum Karbonat

Hava-toz sistemleri ilk kez 1945 yılında alüminyum oksit partikülleri ile kavite preparasyonu için geliştirilmiş ve yetmişli yılların sonuna doğru dental polisaj işlemlerinde sodyum bikarbonat tozları kullanılmaya başlanmıştır [4]. Hava-toz sistemlerinde sodyum intoleransı bulunan hastalar için alternatif olarak ilk geliştirilen toz alüminyum trihidroksittir (AT). AT suda çözünmez ve [10] Mohs sertlik derecesi 4 olup, partikül büyüklüğü 80 ile 325 mikron arasında değişiklik göstermektedir [11]. AT bazlı



Şekil 1. Guided Biofilm Therapy (GBT) protokolü.

aşındırıcı tozların sodyum bikarbonat tozlara göre çok daha fazla aşındırıcı özellikte olduğu [11] ve hava-toz uygulamalarında kullanılan AT'in hem mine de hem de kök yüzeylerinde ciddi defektlere neden olduğu tespit edilmiştir [12]. Bununla birlikte protetik tedaviler sırasında diş ve materyal pürüzlendirmesi için günümüzde halen kullanılmaktadır [13].

Hava-toz sistemlerinde kullanılan kalsiyum karbonat, kayalarda, deniz kabuğunda, incide ve yumurta kabuğunda bulunan ve doğal olarak oluşan bir maddedir. Kalsiyum karbonatın Mohs sertlik derecesi 3 olup partikül büyüklüğü ise 55 mikrondur [11]. AT gibi hava-toz sistemi uygulamalarında kullanılan kalsiyum karbonat da hem mine hem de kök yüzeyinde defektlere neden olduğu tespit edilmiştir [12]. Restorasyonlarda kullanımı önerilmemektedir [11].

Sodyum Bikarbonat (SB)

SB toksik olmayıp suda çözünebilir özelliktedir ve ilk üretilen geleneksel SB tozlarının 250 mikron ve üzerinde partikül büyüklüğünde olması, bu ajanların ağız içi sert ve yumuşak dokular ve restorasyonlar için yüksek aşındırıcılığı olan materyaller olarak kabul edilmelerine yol açmıştır [10]. Buna ilaveten SB tozlarının yüzey pürüzlülüğüne neden olarak biyofilm oluşumuna ve bakteriyel tutunmaya yol açabileceği de gösterilmiştir [10]. Bununla birlikte bu sistemler ve SB tozlar üzerinde yapılan çalışmalar devam etmiş ve partikül boyutlarının küçültülmesiyle etkili biyofilm eradikasyonu yapılabilirken diş yüzeylerindeki hasarın da çok daha az olduğu tespit edilmiştir.

SB bazlı aşındırıcı tozun Mohs sertlik derecesi 2,5'tir ve ortalama 74 mikron partikül büyüklüğüne sahiptir [11]. Partikül büyüklüğü, üreticiden üreticiye değişebilir ve genellikle bikarbonat kristalleri, toz akış özelliklerini korumak amacıyla hidrofobik özelliklerini arttıran %0,8 oranında silisyum oksit veya trikalsiyum fosfat ile karıştırılmaktadır [10].

Güncel çalışmalarda, küçük partikül boyutlarındaki SB'in hava-toz sistemlerinde kullanımının, sağlam mine yüzeylerinden supragingival plak ve lekeleri çıkarmak için güvenli ve etkili olduğu kanıtlanmış olup, [6] klinik olarak özellikle mine yüzeyinde önemli yüzey değişikliklerine veya madde kaybına neden olmadığı belirtilmiştir. Bununla birlikte SB'in, doğrudan kök yüzeyine ve dentine uygulanması yüzeylerde defekte ne-

den olabilmektedir [7]. Altın, kompozit, amalgam ve cam iyonomer gibi diş dolgularında erozyona ve matlaşmaya neden olabileceğinden bu tür restorasyonlarda kullanılmaması önerilmektedir. Seramik restorasyonlara zarar verme olasılığı daha düşük olsa da yine uygulanmaması önerilir. SB, plastik braket bulunan hastalar hariç ortodonti hastalarında güvenle kullanılabilirliği kabul edilmektedir [10]. SB kullanılarak yapılan hava-toz sistemi uygulamaları, dişeti epitelinde erozyona neden olur ve bağ dokusu açığa çıkar [14]. Bu lezyonlar sorunsuz bir şekilde iyileşse de, dişeti çekilmesini önlemek amacıyla uygulamalar esnasında cihazın dikkatli kullanımını ile dişetin korunması önerilmektedir [15].

SB tozlarının sahip olduğu bazı olumsuz özellikler nedeniyle aşındırma kapasitesi daha düşük fakat biyofilm eradikasyon kapasitesi yüksek olan tozlar üzerinde çalışmalar başlamış [16] ve bu noktada 2003 yılında 25 mikron partikül büyüklüğüne sahip glisin bazlı bir toz ve 2013 yılında da 14 mikron partikül büyüklüğünde eritritol bazlı yeni bir toz tanıtılmış ayrıca SB tozlarda da partikül boyutları küçültülerek 40 mikron büyüklüğüne sahip SB bazlı tozlar kullanılmaya başlanmıştır [17].

Glisin

Glisin nonesansiyel bir amino asittir ve birçok polipeptidin önemli bir bileşenidir. Ayrıca tetrahidrofolik asit, pürin, hem, kreatin ve glutatyon gibi fizyolojik olarak önemli bileşenlerin substratıdır. İnhibitör nörotransmitter olarak sinir sisteminde işlev görür. Renksizdir ve yüksek oranda suda çözünme özelliğindedir. Glisin hafif tatlı bir tada ve düşük toksisiteye sahip olup alerjen değildir, bu sebeple gıda endüstrisinde de kullanılmaktadır. Glisinin anti-inflamatuvar, immünomodülatör etkiye sahip olduğu belirtilmiştir [10].

Hava-toz sistemlerinde kullanılan glisin tozu, glisin kristallerinin öğütülmesi elde edilir [10]. Mohs sertlik derecesi 2 olup ortalama partikül büyüklüğü 20-25 mikrondur [11]. Glisin esaslı tozların hava-toz sistemi uygulamalarında kullanımında bikarbonat esaslı tozlardan daha düşük aşındırıcı özelliğe sahip olduğu tespit edilmiştir [10]. Tozun akış kabiliyetini arttırmak ve hava-toz sisteminin tıkanmasını engellemek için yapısına ağırlığının %5'i oranında ortalama 0,07 mikron partikül boyutuna sahip silisik asit veya aerosoller ilave edilir [10].

Sağlam mine yüzeyinden dental plağın ve renklemelerin uzaklaştırılmasında glisin bazlı aşındırıcı tozlar

ile yapılan hava-toz uygulamalarının güvenli olması [4, 11] ve özellikle kompozit dolgular çevresinde SB esaslı tozlara alternatif olması sebebiyle sıklıkla kullanılmıştır.

Salerno ve ark. in vitro ortamda kompozit üzerinde hava-toz sistemi ile kullanılan tozların restorasyon yüzeyine olan hasarı araştırılmış ve farklı mesafe ve tedavi süreleri ile bikarbonat ve glisin esaslı tozlar kompozit levhalar üzerinde test edilmiştir. Sonuç olarak, glisin esaslı tozun restoratif materyal yüzeyi üzerinde en az pürüzlülük oluşturduğu tespit edilmiştir [18].

Sahrman ve ark. [19] SB ve glisin bazlı aşındırıcı tozların hava-toz sisteminde uygulanmasının kök yüzeyi üzerindeki etkisini mikro-BT cihazıyla değerlendirmişlerdir. Glisin tozu kullanılarak hava-toz sistemi ile 5 ve 10 sn'lik uygulamalardan sonra kök yüzeyinde defekt tespit etmemişlerdir. SB aşındırıcı tozuyla yapılan 5, 10, 15 ve 20 sn'lik hava-toz uygulamaları ile meydana gelen defekt derinliği ve defekt hacminin, glisin tozundan istatistiksel olarak anlamlı yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Glisin tozu kullanılarak yapılan diğer çalışmalarda da kök yüzeyindeki etkinin SB'tan daha az aşındırıcı özellikte olduğu bildirilmiştir [19, 20]. Ancak partikül büyüklüğüne ve uygulama parametrelerine bağlı olarak benzer aşındırıcı özellik gösterdiğini bildiren çalışmalar da vardır [21, 22].

Petersilka G. ve arkadaşlarının glisin, SB veya el aletleri kullanılarak en az 5 mm sondlama derinliği olan ceplerde yaptığı çalışmada; sulkus epitelinde oluşturduğu erozyonlar mikroskobik olarak incelenmiş, glisin kullanılan grupta epitel hasarının minimal seviyede olduğu veya epitel yüzeyinde hasar gözlenmediğini ve bazal membranın sağlam olduğunu bildirmişlerdir [23]. Abrasiv özelliği düşük olan glisin tozuyla yapılan hava-toz parlatma işleminin sabit ortodontik tedavi gören bireylerde plak ve lekelerin uzaklaştırılmasında ve metal, plastik veya seramik üzerine hiçbir zararlı etkisi saptanmadığı belirtilmiştir [10].

Yapılan çalışmalarda glisin hava-toz parlatmanın subgingival biyofilm ve mikrobiyal yükü azaltmadaki etkinliğini gösterilmiştir [8]. Ancak, yapılan farklı çalışmalar glisin toz kullanımı ve el aletleri/ultrasonik kullanımı arasında biyofilm ve mikrobiyal yükü azaltmada istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır [24, 25].

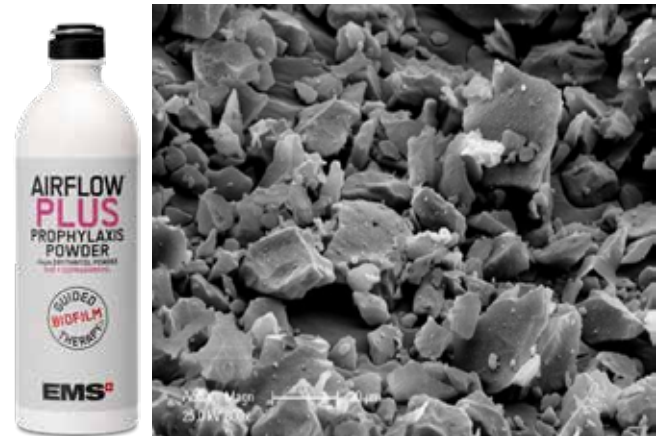
Petersilka ve arkadaşları, destekleyici periodontal tedavi sürecinde tek başına glisin toz ile hava parlatmanın, mekanik plak temizliğine (sonik cihazlar ve/veya küretler) kıyasla uzun vadeli etkisinin retrospektif olarak

değerlendirildiği çalışmaya göre düşük aşındırıcı glisin toz destekleyici periodontal tedavi döneminde rutin biyofilm uzaklaştırma yöntemi olarak kullanılabilirliği ancak gelişmiş klinik sonuçlar sağlamadığı bildirilmiştir [26].

Günümüzde daha güvenli ve etkili alternatiflerin bulunması ile glisin yerine eritritol bazlı tozlar, diş dokuları ve dişeti üzerinde daha az hasar oluşturması ve daha iyi klinik sonuçlar sunması nedeniyle kullanılmaya başlanmıştır.

Eritritol

Son yıllarda glisin dışında, düşük abrazyivliğe sahip bir toz olan eritritol hava-toz sistemlerinde kullanılmak üzere tanıtılmıştır [27]. Kimyasal olarak nötr, suda çözünebilen bir poliol olan eritritol; biyoyumlu, karyojenik özellik göstermeyen, toksik olmayan bir şeker alkolüdür [28]. Son zamanlarda eritritolün antibiyofilm aktivitesine dikkat çekilmiştir. Hashino ve arkadaşları eritritolün biyofilmin mikro yapısını ve metabolomik profilini değiştirdiğini in vitro koşullarda göstermişlerdir [28]. Eritritol, hem in-vitro hem de in-vivo çalışmalarda karyojenik bakterilere ve *P. gingivalise* [28] karşı en yüksek inhibitör aktiviteyi gösterdiği tespit edilmiştir. Aynı zamanda çeşitli oral streptokok türünün bağlanma yeteneğini de azaltabileceği bildirilmiştir. Hava-toz sistemlerinde kullanılan eritritol tozunun Mohs sertlik derecesi 2 olup partikül büyüklüğü 14 mikron dur (Resim 1) [17].



Resim 1. Eritritol tozu (Air Flow® Powder PLUS) [16].

Hava-toz sistemi uygulamalarında eritritol toz kullanımıyla mine ve dentin yüzeyi zarar görmeden temizlenebildiği gösterilmiştir [29]. Camboni ve Donnet tarafın-

dan yapılan eritritol bazlı toz ve parlatma lastiği ile macun kullanımının mine yüzeyine etkisinin SEM ile değerlendirildiği çalışmada, eritritol bazlı toz kullanılarak yapılan hava-toz uygulamasının mine yüzeyinde mikroskopik olarak gözlenebilen bir hasar oluşturmadığı fakat parlatma macunu kullanımının mineyi aşındırdığı belirtilmiştir [29]. Eritritol, glisin ve sodyum bikarbonat tozun in vitro diş minesini yüzeyindeki aşındırma miktarını SEM analizi ile karşılaştırmak amacıyla yapılan çalışmada eritritol uygulanan mine yüzeyleri en düşük yüzey pürüzlülüğü göstermiştir [30].

Glisin tozu ile karşılaştırıldığında daha küçük partikül büyüklüğüne sahip olan eritritol tozun daha az aşındırıcılık gösterdiği belirtilmiştir [31]. Hava-toz sistemlerinde kullanılan aşındırıcı tozların dentin üzerindeki etkisini eritritol, bikarbonat ve glisin tozu kullanılarak karşılaştıran bir in vitro çalışmanın sonuçlarına göre, eritritol tozun en düşük doku kaybı ve defekt derinliğine sebebiyet verdiği ayrıca dentin yüzeyinde en pürüzsüz yüzeyi meydana getirdiği rapor edilmiştir [16].

Eritritolün daha az yumuşak doku hasarına neden olduğu ve hasta açısından daha yüksek kabul edilebilirlik ve konfor sağladığı bildirilmiştir [32]. Bu nedenle eritritol tozlarının diğer hava parlatma tozlarından daha güvenli özellikte olduğu belirtilmiştir [33].

Janiszewska-Olszowska ve arkadaşlarının mikrohibrit kompozit restoratif materyal üzerine hava-toz sistemi ile partikül büyüklüğü 40 mikron SB, 25 mikron glisin ve 14 mikron eritritol bazlı aşındırıcı toz uygulamasının yüzey pürüzlülüğüne olan etkisini değerlendirdikleri çalışmada SB bazlı hava parlatma tozunun, eritritol ve glisin ile karşılaştırıldığında kompozit yüzey üzerinde daha fazla hasara neden olduğu gözlenmiştir. Eritritol toz ile glisin toz karşılaştırıldığında anlamlı fark bulunamamıştır [17].

Aktif ve destekleyici periodontal tedavide eritritol toz hava parlatma etkinliğinin el/ultrasonik enstrümantasyona göre değerlendirildiği sistematik inceleme sonuçları aktif periodontal tedavide eritritol hava parlatma ek olarak kullanımı konvansiyonel yöntemlere göre daha fazla klinik ataşman kazancı sağlanmıştır. Hem aktif hem de destekleyici periodontal tedavide eritritol toz kullanımı sondlama derinliğinin azalması ve sondlamada kanama skorları arasında konvansiyonel yöntem arasında istatistiksel anlamlı fark bulunamamıştır. İki tedavi yöntemi arasında mikrobiyolojik sonuçlar

açısından fark gözlenmemiştir. Eritritol toz uygulaması daha az ağrıya neden olup hastalar tarafından daha iyi tolere edilmiştir [34].

Evre 2-3 derece B periodontitise sahip 21 hastanın dahil edildiği bölünmüş ağızlı randomize klinik çalışmada cerrahi olmayan periodontal tedavi sırasında eritritol tozu ile subgingival hava parlatma uygulaması ek kullanımının geleneksel subgingival debridmana göre etkinliğinin değerlendirildiği çalışmada başlangıçtaki 5,5 mm ya da daha derin ceplerin tedavisinde ek eritritol hava parlatma kullanımının tek başına geleneksel subgingival debridmana göre daha faydalı olduğu gösterilmiştir [35].

Destekleyici periodontal tedavi sırasında eritritol toz ile hava parlatmanın mikrobiyolojik ve klinik sonuçları üzerindeki etkilerinin değerlendirildiği çalışmada eritritol tozun subgingival kullanımı güvenli olarak kabul edilebildiği ve geleneksel el aletleri ile elde edilenlere benzer klinik ve mikrobiyolojik sonuçlara sağladığı ve biyofilmin uzaklaştırılması için umut verici bir yöntem olduğu bildirilmiştir [31].

Ulvik ve ark., destekleyici periodontal tedavi döneminde mandibular molar furkasyon defektlerinin eritritol hava parlatmanın geleneksel mekanik debridmana kıyasla klinik ve mikrobiyolojik etkilerini karşılaştırdığı çalışmada hem eritritol hava parlatmanın hem de geleneksel mekanik debridmanın mandibular furkasyonlarda terapötik gelişmelere katkıda bulunduğunu bildirilmiştir. Ayrıca hastalar eritritol hava parlatmanın en konforlu tedavi olduğunu bildirmişlerdir [36].

Yakın zamanda yapılan bir çalışmada, periodontal cerrahi sırasında eritritol hava parlatmanın, diş taşı temizliğinden sonra önemli bir yardımcı tedavi veya diş taşı olmayan kök yüzeyleri için minimal invaziv tedavi yöntemi olarak kullanılabilmesi gösterilmiştir [37].

Son olarak, hava-toz parlatma terimi (Air-Polishing®) birçok dişhekimisi tarafından bilinirken uygulamadaki yeni terim "AIR-FLOWING®" olarak güncellenmiştir. Bu iki terim arasındaki en büyük fark AIRFLOW® ve PERIOFLOW® başlıklarındaki yenilikler sayesinde eritritol Plus tozun daha düzenli akış sistemine sahip olmasıdır. Bu üçleme hastalar için daha etkili ve güvenli bir tedavi imkanı sağlarken eritritol Plus tozun kullanımıyla tedaviler daha konforlu hale gelmiştir. İlave olarak hafif AIRFLOW® MAX el parçası klinisyenler için 8 saatten fazla konforlu çalışma imkanı da sağlamaktadır (Resim 2).



Resim 2. AIR-FLOWING®.

Kaynaklar

- Huang, R., M. Li, and R.L. Gregory, Bacterial interactions in dental biofilm. *Virulence*, 2011. 2(5): p. 435-444.
- Sanz, M., et al., Role of microbial biofilms in the maintenance of oral health and in the development of dental caries and periodontal diseases. Consensus report of group 1 of the Joint EFP/ORCA workshop on the boundaries between caries and periodontal disease. *Journal of clinical periodontology*, 2017. 44: p. S5-S11.
- Kozlovsky, A., M. Soldering, and I. Sperling, The effectiveness of the air-powder abrasive device on the tooth and periodontium: an overview. *Clinical preventive dentistry*, 1989. 11(4): p. 7-11.
- Graumann, S.J., M.L. Sensat, and J.L. Stoltenberg, Air polishing: a review of current literature. *American Dental Hygienists' Association*, 2013. 87(4): p. 173-180.
- Reinhart, D., et al., In-vitro influence of the use of an erythritol powder through air polishing on the surface roughness and abrasiveness of various restorative materials. *Plos one*, 2022. 17(7): p. e0270938.
- Kontturi Närhi, V., S. Markkanen, and H. Markkanen, Effects of airpolishing on dental plaque removal and hard tissues as evaluated by scanning electron microscopy. *Journal of periodontology*, 1990. 61(6): p. 334-338.
- Horning, G.M., C.M. Cobb, and W.J. Killoy, Effect of an air-powder abrasive system on root surfaces in periodontal surgery. *Journal of clinical periodontology*, 1987. 14(4): p. 213-220.
- Petersilka, G.J., et al., Subgingival plaque removal in buccal and lingual sites using a novel low abrasive air-polishing powder. *Journal of clinical periodontology*, 2003. 30(4): p. 328-333.
- Shrivastava, D., et al., Novel approach to dental biofilm management through guided biofilm therapy (Gbt): A review. *Microorganisms*, 2021. 9(9): p. 1966.
- Petersilka, G.J., Subgingival air-polishing in the treatment of periodontal biofilm infections. *Periodontology 2000*, 2011. 55(1): p. 124-142.
- Barnes, C.M., et al., An in vitro comparison of the effects of various air polishing powders on enamel and selected esthetic restorative materials. *J Clin Dent*, 2014. 25(4): p. 76-87.
- Cobb, C.M., et al., Consensus conference findings on supragingival and subgingival air polishing. *Compend Contin Educ Dent*, 2017. 38(2): p. e1-e4.
- RL, B., Adhesive monomers for porcelain repair. *Int J Prosthodont*, 1989. 2: p. 483-489.
- Kontturi-Närhi, V., S. Markkanen, and H. Markkanen, The gingival effects of dental airpolishing as evaluated by scanning electron microscopy. *Journal of periodontology*, 1989. 60(1): p. 19-22.
- Kozlovsky, A., et al., Effect of air-polishing devices on the gingiva: Histologic study in the canine. *Journal of clinical periodontology*, 2005. 32(4): p. 329-334.
- Müller, N., et al., Subgingival air-polishing with erythritol during periodontal maintenance: Randomized clinical trial of twelve months. *Journal of clinical periodontology*, 2014. 41(9): p. 883-889.
- Janiszewska-Olszowska, J., et al., Effect of air-polishing on surface roughness of composite dental restorative material-comparison of three different air-polishing powders. *BMC Oral Health*, 2020. 20: p. 1-7.
- Salerno, M., et al., Atomic force microscopy in vitro study of surface roughness and fractal character of a dental restoration composite after air-polishing. *Biomedical engineering online*, 2010. 9: p. 1-11.
- Sahrmann, P., et al., Three-dimensional defect evaluation of air polishing on extracted human roots. *Journal of periodontology*, 2014. 85(8): p. 1107-1114.
- Pelka, M., et al., Influence of air-polishing devices and abrasives on root dentin-An in vitro confocal laser scanning microscope study. *Quintessence International*, 2010. 41(7).
- Tada, K., et al., Effect of particle diameter on air polishing of dentin surfaces. *Odontology*, 2010. 98: p. 31-36.
- Tada, K., et al., The characterization of dentin defects produced by air polishing. *Odontology*, 2012. 100: p. 41-46.
- Petersilka, G., et al., Effect of glycine powder air-polishing on the gingiva. *Journal of clinical periodontology*, 2008. 35(4): p. 324-332.
- Flemmig, T.F., et al., Randomized controlled trial assessing efficacy and safety of glycine powder air polishing in moderate-to-deep periodontal pockets. *Journal of periodontology*, 2012. 83(4): p. 444-452.
- Wennström, J.L., G. Dahlén, and P. Ramberg, Subgingival debridement of periodontal pockets by air polishing in comparison with ultrasonic instrumentation during maintenance therapy. *Journal of clinical periodontology*, 2011. 38(9): p. 820-827.
- Petersilka, G., et al., Retrospective analysis of the long-term effect of subgingival air polishing in supportive periodontal therapy. *Journal of clinical periodontology*, 2021. 48(2): p. 263-271.
- Hägi, T.T., et al., Clinical outcomes following subgingival application of a novel erythritol powder by means of air polishing in supportive periodontal therapy: a randomized, controlled clinical study. *Quintessence International*, 2013. 44(10).
- Hashino, E., et al., Erythritol alters microstructure and metabolomic profiles of biofilm composed of *S treptococcus gordonii* and *P orphyromonas gingivalis*. *Molecular oral microbiology*, 2013. 28(6): p. 435-451.
- Camboni, S. and M. Donnet, Tooth surface comparison after air polishing and rubber cup: a scanning electron microscopy study. *J Clin Dent*, 2016. 27(1): p. 13-18.

30. Sinjari, B., et al., SEM analysis of enamel abrasion after air polishing treatment with erythritol, glycine and sodium bicarbonate. *Coatings*, 2019. 9(9): p. 549.
31. Hägi, T.T., et al., The effects of erythritol air-polishing powder on microbiologic and clinical outcomes during supportive periodontal therapy: Six-month results of a randomized controlled clinical trial. *Quintessence international*, 2015. 46(1).
32. Janaphan, K., R. Hill, and D. Gillam, Air-Polishing in Subgingival Root Debridement during Supportive Periodontal Care: A Review. *J. Orthod Craniofac Res*, 2020. 2: p. 113.
33. Guma, E., et al., An in vitro evaluation of the effects of air-polishing powders on sound and demineralised enamel. *Materials*, 2023. 16(13): p. 4811.
34. Abdulbaqi, H.R., et al., Efficacy of erythritol powder air-polishing in active and supportive periodontal therapy: A systematic review and meta-analysis. *International journal of dental hygiene*, 2022. 20(1): p. 62-74.
35. Divnic-Resnik, T., H. Pradhan, and A. Spahr, The efficacy of the adjunct use of subgingival air-polishing therapy with erythritol powder compared to conventional debridement alone during initial non-surgical periodontal therapy. *Journal of Clinical Periodontology*, 2022. 49(6): p. 547-555.
36. Ulvik, I.M., et al., A 12-month randomized controlled trial evaluating erythritol air-polishing versus curette/ultrasonic debridement of mandibular furcations in supportive periodontal therapy. *BMC Oral Health*, 2021. 21: p. 1-11.
37. Cosgarea, R., et al., Clinical outcomes following periodontal surgery and root surface decontamination by erythritol-based air polishing. A randomized, controlled, clinical pilot study. *Clinical oral investigations*, 2021. 25: p. 627-635.