



BAKTERİYOLOJİK TEKNİKLER İLE MİNEDE YAPAY ÇÜRÜK OLUŞTURMA YÖNTEMLERİ

METHODS OF FORMATION OF ARTIFICIAL ENAMEL CARIES USING BACTERIOLOGICAL TECHNIQUES

Deniz C. CAN-KARABULUT¹, Barış KARABULUT², Hikmet SOLAK³

ÖZET

Çürük oluşumunun ve çürükten korunma yollarının mekanizmalarını anlamayı amaçlayan araştırmalarda minede yapay çürük lezyonlarının hazırlanmasının çok önemli bir yeri vardır. Minede yapay çürük lezyonlarının hazırlanması için çeşitli demineralizasyon sistemleri mevcuttur. Doğal çürüğün oluşum mekanizmalarını anlayabilmek için çeşitli metotlarla yapay çürük lezyonları hazırlanabilir. Farklı restoratif materyallerin restoratif ve profilaktik özellikleri yine bu metotla ağız içi uygulaması öncesi test edilip daha ileri ve pahalı çalışmalara geçilmeden önce ağız içi ortamına en yakın yapay ortamlarda geliştirilebilir. Etik açıdan bu tür çalışmalarını in vivo şartlarda doğal çürük oluşturarak yapmak doğru olmadığından yapay çürük benzeri lezyon oluşturma çalışmaları günümüzde birçok etkenin incelenmesinde önemli bir kullanım alanına sahiptir.

Anahtar kelimeler: Mine, Yapay Çürük, Bakteriyojik Teknikler

ABSTRACT

Preparation of artificial carious lesions in enamel has a great importance for the researches aiming to understand the mechanisms of formation and prevention of caries. There are various demineralization systems for the preparation of artificial enamel caries lesions used for the understanding of the formation mechanisms of natural caries. Besides these artificial methods, simulating the oral environment as closely as possible can also be used in researches aiming to study the protective measures of the various restorative dental materials initial to the application of more expensive and further in vivo studies. Formation of artificial carious lesions has a wide usage area in nowadays studies in the investigation of lots of factors involving caries without the need of formation of in vivo natural lesions which has got so many non-ethical drawbacks.

Keywords: Enamel, Artificial Caries, Bacteriological Techniques

1. Yard. Doç. Dr., Yakın Doğu Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı, Mersin 10, TÜRKİYE
2. Dr., Girne Asker Hastanesi, Girne, KKTC
3. Prof. Dr., Yakın Doğu Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı, Mersin 10, TÜRKİYE



BAKTERİYOLOJİK TEKNİKLER İLE MİNEDEN YAPAY ÇÜRÜK OLUŞTURMA YÖNTEMLERİ

Çürük oluşumunun ve çürükten korunma yollarının mekanizmalarını anlamayı amaçlayan araştırmalarda minede yapay çürük lezyonlarının hazırlanmasının çok önemli bir yeri vardır. Minede yapay çürük lezyonlarının hazırlanması için çeşitli demineralizasyon sistemleri mevcuttur. Doğal çürüğün oluşum mekanizmalarını anlayabilmek için çeşitli metotlarla yapay çürük lezyonları hazırlanabilir. Hem doğal hem de yapay çürüğün oluşumunda en çok bilinen mekanizma asit demineralizasyonudur. Bunun dışında proteolitik enzimler ve diğer enerjilerle örneğin lazer ile de çürük oluşturma çalışmaları yapılmaktadır. Asitler kullanılarak oluşturulan lezyonlar asitin nasıl oluştuğu göz önüne alınarak temel olarak iki gruba ayrılabilir; Kimyasal teknikler (bu tekniklerde deney ortamına önceden hazırlanmış çeşitli asitler ilave edilir) ve bakteriyolojik teknikler (bu tekniklerde ise deney ortamında bulunan bakteriler şeker fermentasyonu sonucu laktik asit üretirler).

Bakteriyolojik Teknikler; Bakteriyolojik tekniklerin esası demineralizasyon için gerekli asitin sistemdeki bakteriler tarafından üretilmesidir. Kimyasal sistemlerde olduğu gibi, bir pencere açığa kalacak şekilde hazırlanan dişlerin diğer kısımları asite dayanıklı verniklerle kaplanır. Birçok çalışmada dişlerin kullanılmadan önce steril edildiği belirtilmiştir.¹⁻³ Daha sonra dişler çeşitli şekillerde hazırlanan bakteriyel demineralizasyon sistemlerine maruz bırakılır. Bu sistemlerde genelde çeşitli bakteri kültürleri ve besleyici ajanlar kullanılmaktadır.

Genel olarak çalışmalarda mikroorganizma olarak *Streptococcus Mutansın* kullanıldığı görülmektedir.¹⁻³ *Streptococcus Mutansın* diğer mikroorganizmalara göre yüksek oranda asit oluşturma kapasitesinin, kariyojenitesinde önemli bir faktör olduğu belirtilmiştir.¹ Besleyici ajan olarak ise çeşitli bileşikler kullanılmaktadır. Örneğin Gilmour ve ark.¹ çalışmalarında sukroz kullanmışlardır. Noorda ve ark.² ise yapay ağız olarak adlandırdıkları bir sistemden yararlanmışlar ve besleyici ajan olarak Todd-Hewith bileşimi kullanmışlardır. Bileşimin çürük başlatıcı olarak sukroz solüsyonu ve yapay tükürükten oluştuğu belirtilmiştir. Pit ve fissür çürüklerinin in vitro oluşturulması için bakteriyel bir modeli başlangıç denemesi olarak inceleyen Katz ve ark.³ ise % 0,25 glukoz ilave edilmiş, % 1,5 agar, % 15 gliserin ve % 5 sukroz içeren karmaşık bir tuz kullanmışlar ve bu metotla doğal başlangıç çürüğü ile atake olmuş dişlerde görülen çürüklere morfolojik olarak benzeyen in vitro pit ve fissür çürüklerinin oluşturulabileceğinin mümkün olduğunu belirtmişlerdir.³

Noorda ve ark.² kontrol edilmiş koşullar altında yapay ağız kullanarak insan diş minesinde in vivo olarak oluşan lezyonlardan ayırt edilemeyen çürük benzeri lezyonlar oluşturulabileceğini ve bu sistemle mikrosertlik ölçümleri ve mikroradyografi kullanarak kademe kademe oluşan bir lezyonun bütün aşamalarının deney süresinin sonuna kadar izlenebileceğini belirtmişlerdir.

Bakteriyolojik tekniklerin dezavantajları bakterilerle çalışmanın insan sağlığı ve çevre açısından riskli olması ve diğer metotlara göre uygulanmalarının zor olmasıdır. Kullanılan besleyici ajanın belirli periodlarda tazelenmesi gerekir. Ayrıca

Minede Yapay Çürük Oluşturma
Yöntemleri



bakteriyolojik modeller örneğin bir asit jel sistemi kadar iyi tanımlanmamıştır ve kültürlerin kullanımı in vivo şartları tamamen sunamayabilir.⁴ Bu dezavantajların yanında bakteriyolojik tekniklerin bazı avantajları da vardır, örneğin sement ve dentin çürüğü oluşturma çalışmalarında enzimlerin etkisi önemli olduğundan, özellikle diğer kimyasal tekniklerle kombine kullanıldığında bakteriyolojik teknikler başarılıdır. Sadece kimyasal demineralizasyon modellerini içeren metotlara nazaran in vivo şartlarla daha fazla benzerlik gösterirler. Bakteriyolojik tekniklerle değişik bakteri kolonilerinin kariyojenik potansiyelleri kıyaslanabilir. Ayrıca yiyeceklerin kariyojenitelerinin araştırılmasında ve kök çürüğünün etiolojisinin ve alınacak koruyucu önlemlerin incelenmesinde bu teknikler kullanılabilir.⁴

Yapay Çürük Çalışmalarında Kombine Tekniklerin Kullanılması; İn vitro olarak minede çürük benzeri lezyon oluşturmada sadece bakteriyel sistem kullanmanın bir dezavantajı da mine yüzeyinin erkenden çökmesidir. Bu durum yüzeyaltı lezyonlar yerine erozyon tipi lezyonların oluşmasına neden olur.⁴

Araştırmacılar bu problemi önceden bakteri kaplı mine yüzeylerini kalsiyum ve florür içeren laktik asit tampon çözeltilerine maruz bırakarak çözmeye çalışmışlardır. Yani kombine bir yöntem kullanmışlardır. Kombine bir sistem kullanmanın amacı hem kimyasal hem de bakteriyolojik sistemlerin avantajlarından yararlanabilmektir.⁴

Clarkson ve ark.⁴ in vitro olarak, oral bakteriler kullanarak mine ve dentinde çürük benzeri lezyon oluşturabilmek için, jelatin jel sistemi ve bakteriyel metodu kombine kullanılmışlardır. Bu çalışmada

yüzeyaltı mine lezyonları hacimce % 3,5 dekstroz ve % 2 jelatin içeren bir karışımda kültüre edilmiş *Streptococcus Mutans* kullanılarak oluşturulmuştur. *Streptococcus Mutanslar* kök yüzey çürüğü ile ilgilidir ve mine çürüğünde de primer etiyojik faktör olarak bulunmuşlardır. Elde edilen mine lezyonlarının su içinde emdirmeden sonra radyopak yüzey tabakasına ve radyolüsent lezyonun gövdesine sahip olduğu, altı hafta sonra lezyonların kinolin ile incelenmesinde karanlık tabakanın de izlenebildiği belirtilmiştir.⁴ Bakteriyel metot ile çürük oluşturma asidifiye jel sistemine oranla bazı avantajları olduğu gibi jel sisteminin de avantajları vardır, bir yöntemin diğerinden daha iyi olmadığı, modellerin birbirini tamamlayıcı olarak kullanılmasının en iyi yol olduğu düşünülmektedir.⁴

Minede yapay olarak oluşturulan çürük lezyonlarında floresans salımı üzerine *Streptococcus Mutans* varlığının etkisinin incelendiği bir çalışmada, sadece laktik asit kullanılarak oluşturulan çürük lezyonlarında herhangi bir floresans salımı tespit edilememişken, *Streptococcus Mutans* kullanılan çürük lezyonlarında salım tespit edilebilmiştir. Ancak tek başına organizmalarda floresans salımı olmadığı, mikroorganizma yapısal diş elemanları ile reaksiyona girdiğinde salımın gerçekleştiği görülmüştür.⁵ Floresans tespitleri bu yöntemi çürük teşhisinde kullanan floresans cihazları için önemlidir.⁶

Başlangıç yapay mine çürük lezyonları, günümüzde kullanılan adhesivlerin bu lezyonların içine penetrasyonlarının ve dolayısıyla proflaktik açıdan adezivlerin kullanılmalarının denenmesi çalışmalarında da yer bulmaktadır.⁷

Süt ve sürekli diş minelerinde yapılan yapay çürük çalışmalarında ortama katılan florürün yüzeyaltı çürük lezyonlarının oluşum şiddetini önemli derecede azalttığı ve bu tip çalışmalarda süt ve sürekli diş minesini farklılığını azalttığı görülmüştür.⁸

Tezel ve ark.⁹ topikal florür ajanlarının yapay mine lezyonu oluşumu üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında titanyum tetraflorürün diğer florür ajanları ile kıyaslandığında yapay mine lezyonlarının oluşumunun engellenmesinde belirgin derecede etkili olduğunu gözlemlemişlerdir. Florür ve kalsiyum-fosfat içerikli diş macunlarının kullanımlarının mine lezyonlarının gelişimi üzerine etkisi incelenmiştir.¹⁰

Minede yapay çürük lezyonları cam iyonomer simanlar gibi koruyucu etkinliği olan materyallerin komşu mine dokularında oluşturdukları remineralizasyon kabiliyetlerinin ölçümü için de kullanılmaktadır.¹¹

Aynı zamanda çok farklı mikroorganizmalardan oluşan biyofilmlerin kullanıldığı yapay ağız (artificial mouth) modellerinin gerçeğe yakın çürük lezyonları oluşturulmasında başarılı olduğu belirtilmiştir.^{12,13} Dental plak gibi biyofilmler içinde büyüyen mikroorganizmaların inhibe edici faktörlere dirençlerinin daha fazla olduğunun gözlenmesi laboratuvar modellerinde biyofilmlerin kullanımını yaygınlaştırmıştır.¹⁴

Atar ve Önen¹⁵ estetik restoratif materyallerin antikariojenik potansiyellerini değerlendirdikleri çalışmalarında yapay olarak oluşturulmuş mine lezyonlarından yararlanmışlardır. Yapay mine çürüğü çalışmalarında florürün yanı sıra eser elementlerin kullanımı da söz konusudur. Bu konuda yapılan bir çalışmada florür ile beraber eser elementler

kullanıldığında lezyonların remineralizasyon özelliklerinin daha fazla olduğu gözlenmiştir.¹⁶ Erbiyum laserler ile belirli parametrelerde mine yüzeyinde asite dayanıklı bir tabaka oluşturulduğu son zamanlarda yapılan çalışmalarda belirtilmekte ve bu çalışmalar için yine yapay demineralizasyon solüsyonları kullanılmaktadır.¹⁷ Mine çürük lezyonlarında nanosertlik ve mineral içeriği arasında herhangi bir bağ olup olmadığının incelendiği çalışmalarda da yapay mine çürük lezyonları kullanılmaktadır.¹⁸ Son zamanlarda geliştirilen farklı florür içeriklerine sahip çiğneme tabletlerinin etkinliği yapay çürük araştırmalarında oldukça başarılı bulunmuştur.¹⁹ Günümüzde yeni yeni yaygınlık kazanmaya başlayan mikrotomografi gibi görüntüleme tekniklerinin geliştirilmelerinde de yapay çürük lezyonlarından yararlanılmaktadır.²⁰

İn vitro olarak yapılan her çalışmada olduğu gibi yapay çürük oluşturma çalışmalarında da pelikül, yüzey tabakası, minedeki porözite farklılıkları gibi göz önüne alınması gereken birçok faktör vardır.²¹ Örneğin hazırlanan lezyonlar incelendiğinde lezyon derecesi ve demineralizasyon oranı açısından çalışmalar arasında büyük farklılıklar olduğu saptanmış, demineralizasyonun hiç lezyon oluşumu olmayandan aşınmaya kadar farklılık gösterdiği gözlenmiştir.²² Buna bağlı olarak diş yüzeylerinin abraze edilip edilmemesi ve çözeltilerin karıştırılıp karıştırılmaması gibi etkenler incelenmiştir. Bu etkenlerin başlıcaları şöyledir;

Çözeltilerin Karıştırılması; Karıştırılmadan yapılan deneylerin karıştırılarak yapılanlardan önemli bir fark göstermediği, bununla beraber karıştırılanlarda demineralizasyonun daha hızlı olduğu

ve yüzey tabakasının mineral içeriğinin daha az olduğu gözlenmiştir. Öte yandan solüsyonun karıştırılmasının lezyon oluşumunda düzensizliği arttırdığı veya yüzeyaltı lezyon oluşumunu inhibe ettiği sonucuna varılamayacağı belirtilmiştir. Düzenli olmayan lezyon oluşumunun yüzey tabakasının homojen olmayan geçirgenliğinden dolayı olabileceği düşünülmüştür. Geçirgenlik ve çözünürlükteki farklılıkların düzenli olmayan lezyon oluşumuna sebep olan, çürüğe yatkınlıkta gözlenen lokal değişiklikleri sağlayan iki ana faktör olabileceği belirtilmiştir.²¹

Diş Yüzeylerinin Aşındırılması; De Groot ve ark.²² kendi gözlemlerine dayanarak sürmüş insan diş minesinin çürüğe yatkınlığını test eden laboratuvar çalışmalarında, standardize demineralizasyon koşullarında en az farklılık içeren lezyonları geliştirebilmek için abraze yüzeyleri önermişlerdir. Ancak Theuns ve ark.²³ göre yüzey tabakalarını abraze etmek çürüğe yatkınlığı arttırmaktadır. Çünkü mineral içeriği yüzey tabakasından mine-dentin birleşimine yaklaştıkça değişiklik göstermektedir. Dolayısıyla abraze edilen mine üzerinde yapılan çalışmaların, zarar görmemiş minenin çürüğe yatkınlığı konusunda bilgi verebilir olmasının şüpheli olduğunu belirtmişlerdir. Aynı zamanda yapılan bir başka çalışma, abraze minede oluşturulan lezyonların doğal çürük lezyonlarında görülenlerden farklı olarak çok ince yüzey tabakaları içerdiğini ve mineral içeriklerinin de farklı olduğunu göstermiştir.²⁴ Azalan mineral içeriği ve yüzey tabakalarının azalan kalınlığının, mine-dentin sınırı doğrultusunda ilerledikçe, minenin artan çözünürlüğüne bağlı olduğu düşünülmüştür.²⁴ Abraze mine üzerinde lezyon oluşturulduğu zaman derinlikle artan bu çözünürlüğün

dikkate alınması gerektiği, bu durumun özellikle in vivo çürük işlemini taklit eden çalışmalarda önemli olduğu belirtilmiştir.²⁴

Difüzyon Bariyerlerinin Etkisi; Larsen²⁵ tarafından yapılan çalışmada mine yüzeyleri tek bir tabaka filtre kağıdı ile kaplanmış ve 48 saat boyunca demineralize edilmiştir. Kontrol gruplarında ise mine yüzeyleri filtre kağıdı ile kaplanmamıştır. Filtre kağıdı kaplı dişlerde oluşan lezyonlarda iyi oluşmuş yüzey tabakaları gözlenmiştir. Kaplı olmayan kontrol gruplarında ise erozyon benzeri lezyonlar oluşmuştur. Difüzyon bariyerlerinin florapatit açısından doygunluğu aşmış solüsyonlar yaratırken hidroksiapatit açısından doygunluk altı seviyelere sebep olduğu ve böylece erozyon yerine yüzeyaltı çürük lezyonlarının oluştuğu sonucuna varılmıştır.²⁵

Sığır Dişlerinin Kullanılması; Borsboom ve ark.²⁶ birçok yapay çürük lezyonu oluşturma çalışmalarında insan minesinin yanında sığır (bovine) minesinin de kullanıldığına dikkat çekmektedir. Bu araştırmacılara göre örneğin florürün lezyon oluşumu üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmalarda genelde sığır minesinin tercih edildiği görülmektedir, çünkü cilalanmış sığır minesini çok küçük miktarlarda F iyonu içerir ve dolayısıyla demineralizasyon solüsyonu mineden gelen florür ile kontamine olmaz.²⁶ Ayrıca genellikle sığır minesinin kullanıldığı çalışmalarda demineralizasyondan önce minenin dış yüzeyinin 50–200 µm arasında bir oranda çeşitli metotlarla örneğin zımpara kağıdı ile aşındırıldığı görülmektedir.²⁶⁻²⁸ Aşındırma işleminin önemli olduğu çünkü aşındırılmış yüzeyaltı sığır minesinin 30 ppm den daha az florür içerdiği ve dolayısıyla uygun hacimlerde demineralizasyon solüsyonu

kullanıldığında solüsyonu kontamine etmediği belirtilmiştir.²⁶ Deneysel metotlarla çalışılırken çok dikkatli olunmalıdır. İnsan minesini veya sığır minesini kullanmak sonuçları etkileyebilir. Örneğin sığır minesini ve insan minesinde farklı oranda lezyon oluşumu olduğu bildirilmiştir.²⁹ Sığır minesinde lezyon oluşumunun insan minesine kıyaslandığında üç kat hızlı olduğu görülmüştür.²⁹ İnsan minesinin sığır minesine oranla daha sert ve daha az pöröz olduğu ve dolayısıyla daha yavaş demineralize olduğu bildirilmiştir. Bu durumda insan minesine aynı koşullar altında demineralize edilen sığır minesinin yapay çürük lezyonu oluşturmak için ne kadar süre demineralize edileceği bilinmelidir.³⁰ Bu tip farklılıklara dayanılarak in vitro olarak sığır dişlerinde çürük lezyonu oluşumunu etkileyen faktörler incelenmiştir.³⁰ Çekilmiş insan diş minesine yapılan çalışmalarda demineralizasyon solüsyonunda florür, difosfonat veya tükürük proteinleri benzeri bileşiklerin bulunması yüzeyaltı lezyon oluşumu için gerekli görülmemektedir. Bununla beraber sığır minesini veya aşındırılmış insan minesini solüsyonda bu katkıları olmadığı zaman erozyona uğramakta veya demineralize olmaktan çok çözülmemektedir.²⁷ Buna bağlı olarak polarize ışık mikroskopunda, çürük benzeri, eroze olmuş ve yumuşamış olmak üzere üç tip mine lezyonu görülmüştür. Çürük benzeri lezyon olarak düzgün yüzeyaltı lezyonu ve yüzey tabakası olan lezyonlar kastedilmektedir.³⁰

Çalışmada kullanılacak dişlerin seçimi; Kotsanos ve Darling³¹ ister sığır isterse insan minesini olsun, çürük, hipoplazili veya yüzey defekti olan dişlerin önceden elimine edilmesini önermişlerdir. Bu araştırmacılar, inceledikleri birçok çalışmada deney öncesi çürük teşhisi için çeşitli mikroskoplardan

yararlanıldığını, bazı çalışmalarda ise böyle bilgiye ya hiç rastlayamadıklarını ya da sadece dental radyografların kullanıldığını bildirmişler ve bu tip bir incelemenin çalışmanın doğruluğu açısından önemli olduğu sonucuna varmışlardır.

Aynı araştırmacılar³¹, seçilen dişlerin sürmüş ya da sürmemiş olmasının, aynı cins dişlerin kullanılmasının ve hatta dişlerin hangi bölgelerinde çalışıldığının bile önemi olduğunu da belirtmişler ve bu konuyu inceledikleri çalışmalardan elde ettikleri bir örnekle açıklamışlardır; örneğin henüz sürmemiş, cerrahi olarak çıkarılmış dişlerde yapılan çalışmalarda yüzey tabakasının daha dar olduğu gözlenmiş ve bu tip dişler yapay çürük sistemine maruz bırakıldığında mine yüzeyinin kalsifikasyon aşamasının, yüzey tabakasının genişliği ve yapısını etkilediği belirtilmiştir.³¹ Mine kalınlığı dişlere göre de farklılık gösterir. Keserlerin kesici kenarlarında 2 mm iken, premolarların tüberküllerinde 2,3–2,5 mm, molarların tüberküllerinde ise 2,5–3 mm kalınlığındadır. Dolayısıyla aynı cins dişlerde çalışmanın, örneklerin kıyaslanabilirliği açısından önemli olduğu düşünülmektedir. Ayrıca diş kronunun her tarafını koruyucu bir tabaka olarak örten mine dokusunun kalınlığı aynı dişin değişik bölgelerinde de farklılık gösterir. Mine kesici kenar ve oklüzal yüzeylerde kalın olup, kole bölgesine doğru giderek incelik ve mine-sement sınırında sonlanır. Bu yüzden demineralizasyon ajanına maruz bırakılacak yüzeyleri belirleyen pencerenin konumu önemlidir.³²

Dişlerin Saklanma Koşulları; Seçilmiş dişlerin kullanılana kadar geçen sürede nasıl muhafaza edildiği çalışmanın sonuçlarını etkiler. Dişlerin deneyin hiç bir aşamasında kurummasına izin



verilmemelidir. Çoğunlukla çalışmalarda dişlerin alkol, formalin, timollü distile su gibi çeşitli solüsyonlar içinde muhafaza edildiği görülür.³³

Oluşturulan Çürüğün Tipi; Birçok demineralizasyon ve remineralizasyon çalışmaları aşındırılmış mine yüzeyleri üzerinde yapılmaktadır. Bununla beraber in vivo şartlarda çürük sadece düz yüzeylerde değil, sıklıkla oklüzal fissürlerde oluşur. İn vitro şartlarda fissür çürüğü oluşturabilmek için çalışmalar yapılmaktadır.³⁴

Dişlerin Sterilizasyonu; Özellikle bakteriyel tekniklerde dişlerin kullanılmadan önce steril edildiği belirtilmiştir.¹⁻³

Dişlerin Hazırlanması; Seçilen dişlerin demineralizasyon ajanına maruz bırakılacak pencereleri dışında bir vernik ile kaplanması önemlidir. Çalışmalarda^{19,35} özellikle florürsüz ve asite dirençli verniklerin tercih edildiği görülür.

Tekniğin seçilmesi; Amaca göre uygun tekniğin seçilmesi ve doğru uygulanması önemlidir. Sonuçların kıyaslanabilirliği açısından lezyon oluşturma metodlarının standardizasyonu tavsiye edilmektedir.³⁶

Kesitlerin Hazırlanması; Kesitlerin nasıl hazırlandığı da önemlidir. Tek kesitlerde oluşan lezyonların kütle (bulk) halinde ki minede oluşanlara göre daha derin olduğu, tek kesitlerde daha fazla mineral kaybı olduğu gözlenmiştir. Bu durumun kesit alma sırasında geçirgen porların sayısında bir artışa bağlı olduğu düşünülmektedir.²⁹

Kesitlerin İncelenmesi; İnceleme sırasında kinolin gibi emdirme materyallerinin kullanımı tavsiye edilmektedir. İncelemenin hangi teknikle ve nasıl yapıldığı da önemlidir. Örneğin taramalı elektron

mikroskobunda (SEM) incelemesinin cepheden ya da profilden yapılmasının tabakaları ayırt etmede önemli olduğu belirtilmiştir.³²

Sonuçların Değerlendirilmesi; Çalışmanın doğru değerlendirilebilmesi için uygun istatistiksel testlerin kullanılması da önemlidir. Bu faktörlerin, bir çalışmanın doğruluğu açısından en az uygulanan çürük oluşturma metodu kadar önemli olduğu literatür incelendiğinde görülmüştür.^{18,19,35}

Çürük işleminin birçok aşamasını taklit edebilen yapay lezyonlar, çürüğün incelendiği pek çok in vivo ve in vitro çalışmada kullanılmaktadır. Minede yapay çürük lezyonlarının hazırlanması için çeşitli demineralizasyon sistemleri mevcuttur.³⁷ Literatür incelendiğinde bu konuda pek çok farklı teknik olduğu görülür. Doğal mine çürüğünün tabakalarının bilinmesi oluşturulan yapay çürük lezyonunun başarısı hakkında bilgi verir; çünkü birçok araştırmacı tarafından deneysel çürük çalışmalarının başarısı bu tabakaların oluşup oluşmadığına bakılarak değerlendirilir. Doğal çürük lezyonlarını iyi taklit edebilen yapay lezyonlarda bütün tabakalar izlenebilir.³⁸ İn vivo ortamda plak bakterilerine düşük moleküllü karbonhidrat sağlandığında düşen pH'la beraber plak sıvısının doygunluk derecesi de düşer.³⁹ Demineralizasyon sistemlerinin kompozisyonları in vivo demineralizasyon sırasında dişlerin içinde buldukları ortamın koşullarını taklit etmek için geliştirilmektedir. Dolayısıyla kullanılan asitin tipi ve konsantrasyonunun demineralizasyon oranını ve lezyonun karakterini belirleyeceği göz önünde bulundurulmalıdır.⁴⁰

SONUÇ

Farklı mikroorganizmalardan oluşan biyofilmler

Minede Yapay Çürük Oluşturma
Yöntemleri



kullanarak in vivo ortama en yakın çürük lezyonlarının oluşturulduğu yapay ağız modelleri; doğal mine çürüğünün oluşum mekanizmalarının incelenmesinde, restoratif materyallerin ve profilaktik uygulamaların antikariojenik potansiyellerinin kıyaslanmasında, dolayısıyla diş çürüğünden korunmanın yollarının anlaşılmasında, araştırmacılara büyük katkı sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

- 1) Gilmour AS, Edmunds DH, Newcombe RG. Prevalence and depth of artificial caries-like lesions adjacent to cavities prepared in roots and restored with a glass ionomer or a dentin-bonded composite material. *J Dent Res* 1997;76(12):1854-61.
- 2) Noorda WD, Purdell-Lewis DJ, van Montfort AM, Weerkamp AH. Developmental and metabolic aspects of a monobacterial plaque of *Streptococcus mutans* C 67-1 grown on human enamel slabs in an artificial mouth model. II. Enamel data. *Caries Res* 1986;20(4):308-14.
- 3) Katz S, Park KK, Stookey GK, Schemehorn BR. Development and initial testing of a model for in vitro formation of pit and fissure caries. *Caries Res* 1986;20(5):424-8.
- 4) Clarkson BH, Wefel JS, Miller I. A model for producing caries-like lesions in enamel and dentin using oral bacteria in vitro. *J Dent Res* 1984;63(10):1186-9.
- 5) Shigetani Y, Takenaka S, Okamoto A, Abu-Bakr N, Iwaku M, Okiji T. Impact of *Streptococcus mutans* on the generation of fluorescence from artificially induced enamel and dentin carious lesions in vitro. *Odontology* 2008;96(1):21-5.
- 6) al-Khateeb S, ten Cate JM, Angmar-Månsson B, de Josselin de Jong E, Sundström G, Exterkate RA, Oliveby A. Quantification of formation and remineralization of artificial enamel lesions with a new portable fluorescence device. *Adv Dent Res* 1997;11(4):502-6.
- 7) Meyer-Lueckel H, Mueller J, Paris S, Hummel M, Kielbassa AM. The penetration of various adhesives into early enamel lesions in vitro. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2005;115(4):316-23.
- 8) Issa AI, Preston KP, Preston AJ, Toumba KJ, Duggal MS. A study investigating the formation of artificial sub-surface enamel caries-like lesions in deciduous and permanent teeth in the presence and absence of fluoride. *Arch Oral Biol* 2003;48(8):567-71.
- 9) Tezel H, Ergücü Z, Onal B. Effects of topical fluoride agents on artificial enamel lesion formation in vitro. *Quintessence Int* 2002;33(5):347-52.
- 10) Hicks MJ, Flaitz CM. Enamel caries formation and lesion progression with a fluoride dentifrice and a calcium-phosphate containing fluoride dentifrice: a polarized light microscopic study. *ASDC J Dent Child* 2000;67(1):21-8.
- 11) Segura A, Donly KJ, Stratmann RG. Enamel remineralization on teeth adjacent to Class II glass ionomer restorations. *Am J Dent* 1997;10(5):247-50.
- 12) Shu M, Wong L, Miller JH, Sissons CH. Development of multi-species consortia biofilms of oral bacteria as an enamel and root caries model system. *Arch Oral Biol* 2000;45(1):27-40.
- 13) Seemann R, Bizhang M, Kluck I, Loth J, Roulet JF. A novel in vitro microbial-based model for



studying caries formation—development and initial testing. *Caries Res* 2005;39(3):185-90.

14) Marsh PD. The role of microbiology in models of dental caries. *Adv Dent Res* 1995;9(3):244-54.

15) Attar N, Onen A. Artificial formed caries-like lesions around esthetic restorative materials. *J Clin Pediatr Dent* 2002;26(3):289-96.

16) Wu H, Zhou X, Tan H, Zhang P. A study of the mechanism of effects of solution containing trace elements on remineralization layer formation of enamel carious lesions. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi* 2000;18(4):219-25.

17) Qiao LY, Yu JT, Jia XY. A study on acquired acid resistance of enamel and dentine irradiated by Er, Cr: YSGG laser in vitro. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi* 2005;40(1):34-7.

18) Buchalla W, Imfeld T, Attin T, Swain MV, Schmidlin PR. Relationship between nanohardness and mineral content of artificial carious enamel lesions. *Caries Res* 2008;42(3):157-63.

19) Gängler P, Kremniczky T, Arnold WH. In vitro effect of fluoride oral hygiene tablets on artificial caries lesion formation and remineralization in human enamel. *BMC Oral Health* 2009; 2(9):25.

20) Kovács M, Danyi R, Erdélyi M, Fejérdy P, Dobó-Nagy C. Distortional effect of beam-hardening artefacts on microCT: a simulation study based on an in vitro caries model. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;108(4):591-9.

21) de Groot JF, Borggreven JM, Driessens FC. Some aspects of artificial caries lesion formation of

human dental enamel in vitro. *J Biol Buccale* 1986;14(2):125-31.

22) de Groot JF, Borggreven JPM, Driessens FCM. Irregularity of lesion formation in tooth under several demineralization conditions. 32nd ORCA Congress Abstracts no:49 *Caries Res* 1986; 20:148-92.

23) Theuns HM, Dijk JWE van, Driessens FCM, Groeneveld A. Artificial lesion formation at different depths in the enamel. *Caries Res* 1983; 17:168-69.

24) Theuns HM, Driessens FC, van Dijk JW. Lesion formation in abraded human enamel. Influence of the gradient in solubility and the degree of saturation of buffer solutions on the lesion characteristics. *Caries Res* 1986;20(6):510-7.

25) Larsen MJ. Effects of diffusion barriers in artificial caries development. 35th ORCA Congress Abstracts no:95 *Caries Res* 1989;23:92-128.

26) Borsboom PC, vd Mei HC, Arends J. Enamel lesion formation with and without 0.12 ppm F in solution. *Caries Res* 1985;19(5):396-402.

27) ten Cate JM, Duijsters PP. Influence of fluoride in solution on tooth demineralization. II. Microradiographic data. *Caries Res* 1983;17(6):513-9.

28) Corpron RE, More FG, Clark JW, Korynicki D, Kowalski CJ. In vivo remineralization of artificial enamel lesions by a fluoride dentifrice or mouthrinse. *Caries Res* 1986;20(1):48-55.

29) Yassin OM. In vitro studies of the effect of a dental explorer on the formation of an artificial carious lesion. *ASDC J Dent Child* 1995;62(2):111-7.



30) Amaechi BT, Higham SM, Edgar WM. Factors affecting the development of carious lesions in bovine teeth in vitro. Arch Oral Biol 1998;43(8):619-28.

31) Kotsanos N, Darling AI. Influence of post-eruptive age of enamel on its susceptibility to artificial caries. Caries Res 1991;25(4):241-50.

32) Solak H. Değişik pH'larda çeşitli iyonların minerin madde kaybına etkileri. A.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi. Ankara, 1991.

33) Theuns HM, Driessens FC, van Dijk JW, Groeneveld A. Experimental evidence for a gradient in the solubility and in the rate of dissolution of human enamel. Caries Res 1986;20(1):24-31.

34) Smits MT, Arends J. In vitro demineralization of human enamel in artificial U-shaped grooves. Caries Res 1986;20(3):217-22.

35) Magalhães AC, Moron BM, Comar LP, Wiegand A, Buchalla W, Buzalaf MA. Comparison of cross-sectional hardness and transverse microradiography of artificial carious enamel lesions induced by different demineralising solutions and gels. Caries Res 2009;43(6):474-83.

36) ten Cate JM, Dundon KA, Vernon PG, Damato FA, Huntington E, Exterkate RA, Wefel JS, Jordan T, Stephen KW, Roberts AJ. Preparation and measurement of artificial enamel lesions, a four-laboratory ring test. Caries Res 1996;30(6):400-7.

37) White DJ. Use of synthetic polymer gels for artificial carious lesion preparation. Caries Res 1987;21(3):228-42.

38) Kotsanos N, Darling AI, Levers BG, Tyler JE. Simulation of natural enamel caries in vitro with

methylcellulose acid gels:effect of addition of calcium and phosphate ions. J Biol Buccale 1989;17(3):159-65.

39) Theuns HM, van Dijk JW, Driessens FC, Groeneveld A. The influence of the composition of demineralizing buffers on the surface layers of artificial carious lesions. Caries Res 1984;18(6):509-18.

40) Amaechi BT, Higham SM, Edgar WM. Factors affecting the development of carious lesions in bovine teeth in vitro. Arch Oral Biol 1998;43(8):619-28.

İletişim Adresi

Yard. Doç. Dr. Deniz C. CAN-KARABULUT

Yakın Doğu Üniversitesi,

Diş Hekimliği Fakültesi,

Diş Hastalıkları ve Tedavisi A.D.,

Mersin 10, TÜRKİYE.

Tel: :+90 392 680 20 30

Faks: +90 392 680 20 25.

E-posta: cdenizcank@yahoo.com