

Temporomandibular Eklem Seslerini Değerlendirme Yöntemleri

Methods for Evaluating Temporomandibular Joint Sounds

Mevsim YAYMAN^a(ORCID-0000-0003-1669-6834), Serhan AKMAN^a(ORCID-0000-0001-7362-6619)

^aSelçuk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD, Konya, Türkiye

^aSelçuk University, Faculty of Dentistry, Department of Prosthodontics, Konya, Türkiye

ÖZ

Temporomandibular eklem sesleri, temporomandibular eklemdaki patolojik değişikliklere işaret eden en önemli bulgulardan biridir. Eklem seslerinin doğru bir şekilde tanımlanması ve değerlendirilmesi, hekimleri uygun tanı ve tedavi seçeneklerine yönlendirmektedir. Eklem seslerinin değerlendirilmesi için öznel ve nesnel yöntemler uygulanmaktadır. Palpasyon, oskültasyon ve stetoskop ile dinleme gibi öznel yöntemler, klinikte uygulama kolaylıkları nedeniyle sıklıkla tercih edilmelerine rağmen bu yöntemlerin tekrarlanabilir olmamaları ve gözlemciler arası karşılaştırmalar yapmaya izin vermemeleri gibi dezavantajları bulunmaktadır. Nesnel yöntemler ise sıklıkla ekipman ve teknik hassasiyet gerektirmektedirler. Bununla birlikte, eklem seslerinin kaydı ve analizine izin veren bu yöntemler, tedavi süreçlerinin nesnel bir şekilde değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Bu derlemede, eklem seslerinin klinik açıdan önemi, sesin parametreleri ve eklem seslerinin değerlendirilmesinde kullanılan öznel ve nesnel yöntemler ele alınmıştır.

Anahtar kelimeler: Dijital sinyal işlenmesi, Temporomandibular eklem, Temporomandibular eklem bozuklukları

ABSTRACT

Temporomandibular joint sounds are one of the most decisive signs of pathological changes in the temporomandibular joint. Identification and evaluation of joint sounds guides physicians to proper diagnosis and treatment. Subjective and objective approaches are initiated as evaluation methods. Subjective methods are frequently preferred due to their ease of application in the clinic. However, these methods have disadvantages such as not being reproducible and not allowing interobserver comparisons. Objective methods often require equipment and technical precision. On the other hand, these methods allow the recording and analysis of joint sounds, providing an objective assessment of treatment efficacy. In this review, the clinical importance of temporomandibular joint sounds, the parameters of the sound and the methods used in the evaluation of joint sounds are discussed.

Keywords: Digital signal processing, Temporomandibular joint, Temporomandibular joint disorders

GİRİŞ

Temporomandibular eklem (TME), dış kulak yolunun önünde, temporal kemiğin mandibular fossası, mandibula kondili ve bu kemik yüzeyleri birbirinden ayıran artiküler disk tarafından oluşturulan sinovial diartroidal bir eklemdir.¹ TME, çiğneme, konuşma ve sindirimle ilgili hareketler dahil olmak üzere çok sayıda karmaşık çene hareketine izin veren başın en işlevsel kısımlarından biridir.^{2, 3} Temporomandibular eklem düzensizlikleri (TMD) terimi; TME, çiğneme kasları ve çevre dokuları içeren rahatsızlıkları tanımlamak için kullanılmaktadır.⁴ TMD varlığında TME ve çiğneme kaslarında ağrı, ağız açma güçlüğü ve eklem sesleri gibi çeşitli semptomlar görülebilmektedir.⁵⁻⁸ TME sesleri, disk disfonksiyonuna veya eklem yüzeylerindeki patolojik değişikliklere işaret etmektedir.⁹⁻¹¹ Epidemiyolojik araştırmalarda, TME seslerinin genel popülasyondaki prevalansının %8 ile %65 arasında değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir.¹²⁻¹⁵ TME seslerinin etyolojisi ve patogenezi tam olarak açıklığa kavuşturulamamakla birlikte eklemün lubrikasyonu ile ilgili problemler, kondil ve disk arasındaki uyumsuzluklar, eklem yüzeylerindeki morfolojik değişiklikler, ligament ve/veya çiğneme kaslarındaki koordinasyon eksikliği yansıtan biyomekanik değişiklikler bu nedenler arasında gösterilmektedir.^{9, 16, 17}

TME sesleri, çeşitli araştırmacılar tarafından genellikle şiddetlerine, karakterlerine, mandibular hareket sırasında buldukları yere ve ortaya çıkış zamanlarına göre sınıflandırılmıştır.¹²

Tek, kısa süreli, net bir başlangıcı ve bitişi olan keskin sesler klik (tıklama) olarak tanımlanmaktadır.^{9, 12, 18} TME'den duyulan klik sesi, eklem yüzeylerinin lokal kalınlaşmasının, makroskopik yeniden şekillenmenin, kondiler formda sapmanın, kondilin subluksasyonunun, disk perforasyonunun ve/veya disk deplasmanlarının bir işareti olarak öne sürülmektedir.¹⁹ Klik sesleri, ağzın açılması ve/veya kapanması sırasında meydana gelebilmektedir. Klik seslerinin ağzın hem açılması hem de kapanması sırasında duyulması resiprokal klik olarak adlandırılmaktadır. Resiprokal klik varlığı, birçok araştırmacı tarafından redüksiyonlu disk deplasmanları ile ilişkilendirilmektedir.^{5, 20-22} Açılma

sırasındaki klik sesi, kondilin diskin posterior bandı ve orta kısmı üzerinde ileriye doğru hareket etmesinden kaynaklanmaktadır. Bu ses, açılmanın erken veya orta fazında meydana gelmektedir ve kapanış sesinden daha yüksek genliğe sahiptir. Kapanış sırasındaki klik sesi ise, kondilin diskin posterior bandının arkasına hareketi ile duyulmaktadır. Bu ses, kapanmanın son evresinde meydana gelmektedir.²¹

Çok sayıda ani, kaba, düzensiz ve uzun süreli sesler krepitasyon olarak tanımlanmaktadır.^{9, 12} Krepitasyon, eklem yüzeylerindeki dejeneratif değişikliklere bağlı olarak sürtünmenin artmasıyla oluşmaktadır. Sinoviyal sıvıdaki değişimler, erozyonlar, ve fibrozisler eklemleri pürüzlü hale getirebilmektedir.²³ Krepitasyon, sıklıkla redüksiyonsuz disk deplasmanları ve dejeneratif eklem hastalıkları ile ilişkilendirilmektedir. Krepitasyon, eklemler translasyonun başlangıcında ve mandibular hareket boyunca farklı zamanlarda meydana gelebilmektedir.^{20, 24}

Sesin fiziksel özellikleri

Ses, titreşen bir nesne tarafından oluşturulan ve gaz, sıvı veya katı gibi bir iletim ortamı aracılığıyla yer değiştiren bir basınç dalgası olarak tanımlanmaktadır. Ses dalgalarının düzlemler üzerinde meydana getirdiği basınç ile sesin fiziksel şiddeti ölçülebilmektedir. Sesin karakterize edilmesini sağlayan üç temel parametre; periyot, frekans ve amplitüddür. Ses sinyalinin birbirini takip eden iki tepe veya çukur noktası arasındaki (T) zamanı periyot olarak adlandırılmaktadır. Saniye (sn) ile ölçülmektedir. Frekans, tek bir ses dalgasının bir saniyede yaptığı titreşimlerin sayısını ifade etmektedir. Hertz (Hz) cinsinden ölçülmektedir. 1000 Hz için kiloHertz (kHz) birimi kullanılmaktadır. İşitilebilir sesin frekansı, 16 Hz ile 20 kHz arasında değişmektedir. 16 Hz'nin altındaki sesler ses altı (infrasound) titreşimler; 20 kHz'den yüksek sesler ise ses üstü (ultrasound) titreşimler olarak adlandırılmaktadır. Amplitüd (genlik), periyodik bir ses dalgasının tepe veya çukur noktası ile sıfır çizgisi arasındaki mesafe olarak tanımlanmaktadır. Amplitüd sesin şiddetini ifade etmektedir. Desibel (dB) ile ölçülmektedir. Elektronik ortamda analog sinyallerin dijital

Gönderilme Tarihi/Received: 18 Ocak, 2023

Kabul Tarihi/Accepted: 27 Şubat, 2023

Yayınlanma Tarihi/Published: 25 Aralık, 2023

Atıf Bilgisi/Cite this article as: Yayman M, Akman S. Temporomandibular Eklem Seslerini Değerlendirme Yöntemleri.

Selcuk Dent J 2023;10(3): 600-604 Doi: 10.15311/ selcukdentj.1235656

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Mevsim YAYMAN

E-mail: mevsimyayman@gmail.com

Doi: 10.15311/ selcukdentj.1235656

sinyallere dönüştürülmesinde amplitüd milivolt (mV) birimi ile ifade edilmektedir.^{9,25,26}

Sesin yayılımı, titreşen nesnelere geometri, kütleleri ve bileşimlerinden etkilenmektedir. Örneğin, eklem diski gibi küçük, hafif bir nesneye belirli bir kuvvetin uygulanması genellikle yüksek frekanslı titreşimler üretirken, kondil gibi daha büyük bir nesneye uygulanan aynı kuvvet daha düşük frekanslı titreşimleri meydana getirmektedir.²⁷

TME Seslerinin Kaydı ve Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntemler

TME seslerinin tespit edilmesi amacıyla öz bildirim, palpasyon, oskültasyon, mikrofon veya stetoskop ile dinleme gibi öznel yöntemler ile sonografi, Doppler ultrasonografi, elektrovibratografi (EVG), fraktal analiz ve spektral analiz gibi nesnel yöntemler uygulanmaktadır.^{9, 27-29}

Öznel Yöntemler

Hastaya ait öz bildirim, TME'nin yüzeysel palpasyonu ve stetoskop veya mikrofon ile oskültasyonu dış hekimliği pratiğinde TME seslerinin tespiti için kullanılan öznel yöntemlerdir.³⁰ Öznel yöntemler, uygulama kolaylığı, özel ekipman gerektirmemeleri ve ekonomik olmaları nedeniyle tercih edilmektedir. Ancak, yapılan birçok çalışmada öznel yöntemlerin TME seslerini belirleme ve sınıflandırma konusundaki yetersizliği vurgulanmıştır.^{9,16,31,32} Çoğu eklem sesinin tespit edilmesinde palpasyon en az stetoskopa dinleme kadar duyarlı ve güvenilir bulunmaktadır. Bununla birlikte, tek başına palpasyonun krepitasyonun tespitinde yetersiz olduğu bildirilmiştir.³⁰

TME seslerinin aynı hastanın farklı ölçümleri sırasında değişkenlik göstermesi, muayene prosedürlerindeki farklılıklar, çene hareketlerinin yetersiz tekrarlanabilirliği, gözlemcilerin işitme, algılama ve yorumlama yetenekleri arasındaki farklılıklar, yapılan ölçümlerin kayıt altına alınmaması, belirli bir frekansın altındaki seslerin insan kulağı tarafından algılanamaması ve farklı gözlemciler ile farklı kayıtlar arasında doğru karşılaştırmalar yapılamaması nedeniyle öznel yöntemler yerine nesnel yöntemlerin kullanımı önerilmektedir.^{9, 12, 33, 34}

Nesnel Yöntemler

TME sesinin elektronik olarak kaydedilmesi ve saklanması, detaylı bir analize izin vermekle birlikte farklı seanslar ve gözlemciler arasında daha güvenilir bir karşılaştırma olanağı sağlamaktadır.^{17, 34}

TME seslerinin elektronik kaydı için mikrofonlar, ivmeölçerler, mikrofon ve stetoskop kombinasyonları ve Doppler kullanılmaktadır.³⁴ Bu konuyla ilgili yapılan çalışmalarda, dedektörler kondil boynu, eklem bölgesi, alın orta noktası, temporal ve zigomatik bölgeler, mandibular kanin bölgesi ve dış kulak yolu gibi çeşitli alanlara yerleştirilmiştir. Dış kulak yolunun, TME'ye anatomik olarak en yakın yapı olması ve işitsel kanaldan cilt yüzeyine kıyasla daha hassas ölçüm alınabilmesi nedeniyle eklem seslerinin değerlendirilmesi için en uygun bölge olduğu belirtilmiştir.^{32, 35}

TME seslerine ait kayıtlar ortam gürültüsü, cilt ve saç gürültüsü, solunum, arteriyel kan akışı ve karşıt eklem den gelen seslerden etkilenmektedir. TME sinyalleri ve gürültünün birbirinden ayırt edilebilmesi için sinyal gürültü oranının belirlenmesi gerekmektedir.³⁵

Disk düzensizliklerinin ayırıcı tanısında ses kaynağının doğru bir şekilde lokalize edilebilmesi büyük önem taşımaktadır. Oskültasyonda bir tarafa ait TME'den kaynaklanan klik sesinin başın iki tarafında da duyulması hekimin hatalı tanı koymasına neden olabilmektedir. Widmalm ve ark.³⁶ tarafından yapılan bir çalışmada, bir tarafa ait TME'den kaynaklanan sesin ipsilateral ve kontralateral kayıtları karşılaştırıldığında kontralateralde yaklaşık 0,2 ile 1,2 ms arasında değişen bir gecikme meydana geldiği belirtilmiştir. Ek olarak, bu tür farklılıkların oskültasyonla tespit edilemeyecek kadar küçük olduğu vurgulanmıştır. Bu nedenle, TME seslerinin kaynağının doğru bir şekilde belirlenebilmesi ve ses sinyalleri arasındaki farklılıkların analiz edilebilmesi için 44 kHz'lik yüksek örnekleme hızına sahip bilateral elektronik kayıtların kullanımı önerilmektedir.^{36, 37}

Doppler Ultrasonografi

Doppler ultrasonografi, ultrason taramasının üzerine Doppler etkisinin

kullanılması ile uygulanmaktadır. Doppler teknikleri, vasküler ve obsterik hastalıklarda anormal vasküler akışın saptanmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. TME Doppler ultrasonografi, fiziksel bir akustik etki aracılığıyla eklem hareketlerini değerlendirmek, eklem içi düzensizliklerin karakteristik seslerini normal seslerden ayırt etmek, disk deplasmanlarını ve adezyonları teşhis etmek amacıyla kullanılmaktadır. Ultrasonik dalgaların yumuşak doku ve sıvılardan kolaylıkla geçmelerine rağmen havadan geçişlerinin zorluğu nedeniyle bu yöntemin kayıt gürültüsünü azaltabileceği öne sürülmektedir. Ancak Doppler cihazlarının arteriyel kan akışını kaydetmesi, hatalı değerlendirmelere neden olmaktadır. Bu nedenle, Doppler ultrasonografinin TMD tanısında, doğrudan ve stetoskop ile oskültasyona karşı bir üstünlük sağlayamadığı bildirilmiştir.^{28, 38}

Sonografi

Sonografi, eklem seslerinin kaydedilmesi ve grafiksel olarak gösterilmesi ifade etmektedir. Sonografi için ses amplifikasyon cihazları veya ultrasonik kayıtlar kullanılabilir.³⁹ Sonografi, non-invaziv olması, uygulama kolaylığı ve düşük maliyeti sayesinde kranio-mandibular düzensizliklerin saptanması amacıyla birçok çalışmada kullanılmıştır.^{23,40,41} Bu yöntemde, analog ses sinyallerinin dijital ortama aktarılması ile sesin dalga formuna ilişkin spektral analizler yapılabilmektedir. Ek olarak, sonografi ile tedavi etkinliği değerlendirilebilmektedir.^{23,42} TMD nedeniyle meydana gelen eklem seslerinin sonografi ile değerlendirildiği çalışmalarda, ekstrakapsüler ve intrakapsüler düzensizliklerin belirli aşamalarına ait spesifik dalga formları izlendiği ve sonografik kayıtların kullanımıyla bu düzensizliklerin tespit edilebileceği belirtilmiştir.^{24,43,44}

Sonografi etkinliğinin değerlendirildiği çalışmalarda, sonografinin yüksek duyarlılığa (düşük hatalı negatif yanıt oranı) ancak düşük özgüllüğe (yüksek hatalı pozitif yanıt oranı) sahip olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar, düşük özgüllük oranının sonografinin çok düşük amplitüdü sesleri algılama yeteneğinden kaynaklanabileceğini ve bu yöntemin disfonksiyona neden olabilecek erken subklinik faktörleri tespit edebileceğini belirtmişlerdir.^{17,40}

Ek olarak, sonografik kayıtlarda ortam gürültüsü, cilt, saç ve solunum sesleri, arteriyel kan akışı, karşıt TME'den yansıyan sesler ve başın kas iskelet dokularının filtre görevi görmesi çeşitli artefaktlara neden olabilmektedir.²⁰ Bu durumun önlenmesi amacıyla kayıt cihazlarının filtrasyon özelliğine sahip olması, kayıtların sessiz bir ortamda, bilateral olarak ve eklem en yakın konumdan alınması önerilmektedir.³⁵

Elektrovibratografi

Elektrovibratografi, basit hareket ve sürtünme ilkelerine dayalı olarak TME'de meydana gelen titreşimleri kaydetmek ve analiz etmek amacıyla kullanılmaktadır.⁹ EVG yöntemi ile, TME seslerinin yoğunluk, frekans ve süre gibi parametreleri kaydedilebilmekte ve bu seslerin mandibular hareketler sırasındaki yeri analiz edilebilmektedir.^{45, 46}

Yapılan çalışmalarda, iyi bir fizyolojik ilişki içinde olan pürüzsüz eklem yüzeyleri arasında sürtünme miktarının az olduğu ve düşük yoğunlukta titreşimlerin meydana geldiği belirtilmiştir. Dejeneratif rahatsızlıklar, disk perforasyonları ve disk dislokasyonları gibi yüzey değişiklikleri, ölçülebilir sürtünme ve titreşimlerin oluşmasına neden olmaktadır. TME titreşimlerinin elektronik kaydı ve analizine yönelik özel olarak geliştirilen Joint Vibration Analysis (JVA) cihazı ile mandibular hareketler sırasında TME bileşenleri arasında oluşan titreşimlerin spektral analizi yapılabilmektedir.⁹

JVA tekniğinin, normal eklemlerden kaydedilen titreşimlerin %25'inde hatalı disk deplasmanı tanısı koyduğu bildirilmiştir. Özellikle işitilebilir eklem sesi bulunmayan bireylerde veya redüksiyonsuz disk deplasmanı olan hastalarda bu sistem eklem hatalı sınıflandırılmasına neden olabilmektedir.^{39,47,48} Sharma ve ark.⁴⁹ tarafından yapılan bir sistematiğe derlemede, TMD'lerin tanısında JVA'nın güvenilirliğini ve tanısız geççerliliğini destekleyecek ikna edici kanıtlar tespit edilememiştir.

Fraktal Analiz

Geometrideki kare, daire, üçgen gibi bilindik ve basit şekillerle tanımlanamayan, farklı ölçeklerden incelendiğinde kendine benzeme özelliği gösteren karmaşık yapıların değerlendirilmesi fraktal analiz

olarak adlandırılmaktadır. Diş hekimliğinde fraktal analiz, alveolar kemikteki patolojilerin saptanması, implant bölgelerine komşu kemik dokunun değerlendirilmesi ve TME'den kaydedilen seslerin dalga formlarının değerlendirilmesi amacıyla kullanılabilir. ⁵⁰

Fraktal analiz yönteminin, TME seslerinin analizindeki matematiksel dönüşümler sırasında gerçekleşen faz bilgisi kayıplarını önleyebileceği ve düzensiz dalga formları içeren redüksiyonsuz disk deplasmanında daha kapsamlı bir değerlendirme sağlayabileceği öne sürülmektedir. Bununla birlikte, literatürde fraktal analizin TME seslerinin değerlendirilmesi amacıyla kullanımı konusunda sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. ²⁹

Spektral Analiz

Spektral analiz, kaydedilmiş bir dalga formunun frekans bileşenlerini belirlemek amacıyla kullanılan matematiksel bir yöntemdir. Bir ses sinyaline ait tüm spektral bilgiler dalga formunda yer almasına rağmen, yüksek oranda kodlanmış durumda olduğundan doğrudan gözlemlenemez. Bununla birlikte, dalga formunun şekli, faz ve bant genişliğindeki farklılıklardan dolayı değişebilir. Bu nedenle, bir sesin spektral içeriği ancak özelleştirilmiş spektral analiz teknikleri ile belirlenebilir. ^{20,44} Spektral analiz ile, ses enerjisinin dağılımı, ses frekansının bir fonksiyonu olarak gösterilmektedir. Ses enerjisinin frekansa göre dağılımı, ses kaynağının kütlesi ve sertliği gibi fiziksel özelliklerinden etkilenmektedir. Spektral analiz, TME'deki farklı intrakapsüler bozukluklarda görülen farklı fiziksel özelliklerin spektral olarak benzersiz sesler üreteceği hipotezine dayanmaktadır. ^{27,35,44}

TME seslerindeki çeşitlilikleri karakterize etmek amacıyla yapılan ilk çalışmalarda seslerin analog dalga şekilleri birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. ⁵¹⁻⁵³ Ancak, yalnızca analog dalga formlarının incelenmesi ile TME'nin klinik öyküsü ve iç düzensizlikleri detaylı bir şekilde değerlendirilememektedir. Bu nedenle TME seslerinin nicel, tekrarlanabilir ve ayrıntılı bir analizi için sinyalin spektral bileşenlerine ayrılması gerekmektedir. ⁵⁴

TME sesleri gibi durağan olmayan sinyallerin spektral analizi iki farklı alanda yapılabilmektedir. Zaman alanı, toplam enerjinin zamana karşı ölçümünü sağlamaktadır ve aynı anda tüm frekanslardaki titreşimleri içermektedir. Bu analiz türü, belirli olaylar ve titreşimler arasındaki sönümlenme zamanını belirlemek ve bir ses türünü diğerinden ayırt etmek amacıyla kullanılmaktadır. Frekans alanı, belirli bir sesin farklı frekanslar arasında bölünmüş enerji spektrumunu göstermektedir. Frekans alanı spektrumu, bazı hareket ve düzensizliklere ilişkin spesifik frekansları içermektedir. ^{9, 27, 55}

Sesin klasik zaman-frekans analizinde Fourier dönüşümü kullanılmaktadır. Klasik Fourier dönüşümü ile sinyalin frekans bileşenlerinin enerji yoğunluğu belirlenebilmektedir. Ancak, bu yöntem TME sesleri gibi karmaşık ve durağan olmayan sinyallere uygulandığında bu bileşenlerin zamanlaması tespit edilememektedir. ⁵⁶ Bu sorunun ortadan kaldırılması amacıyla kısa süreli Fourier dönüşümü yöntemi geliştirilmiştir. Kısa süreli Fourier dönüşümü yönteminin sağlıklı eklem ile eklem düzensizliklerini ayırt etmede kullanılabilecek kolay ve ekonomik bir yöntem olduğu bildirilmiştir. ^{57,58}

SONUÇ

Eklem seslerinin değerlendirilmesi, TMD'lerin tanı ve tedavisinin doğru bir şekilde gerçekleştirilebilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Eklem seslerini dinleme, kaydetme ve analiz etme yöntemleri doğru tanı ve tedavinin uygulanmasına yardımcı olmakla birlikte tedavi etkinliğinin değerlendirilmesinde de kullanılabilir. Bu amaçla, tekrarlanabilirlik ve karşılaştırılabilirlik gibi avantajları nedeniyle nesnel yöntemlerin tercih edilmesi önerilmektedir. Ek olarak, eklem seslerinin TMD'nin diğer bulguları ile birlikte değerlendirilmesi gerektiği unutulmamalıdır.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körleme

Etik Beyan / Ethical statement

Bu çalışma, Prof. Dr. Serhan Akman danışmanlığında hazırlanan "Temporomandibular Eklem Disk İnterferens Rahatsızlıklarında Sentrik İlişki Splinti Tedavisinin Eklem Sesleri Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi" başlıklı uzmanlık tezinde yapılan literatür taraması esas alınarak hazırlanmıştır.

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

This study has been prepared on the basis of the literature search of specialty thesis titled "The Effect of Stabilization Splint on Joint Sounds in the Treatment of Disc Interference Disorders" under the supervision of Prof. Dr. Serhan Akman.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

ethic.selcukdentaljournal@hotmail.com

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmalarını CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir. | The authors declared that this study has received no financial support.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın Tasarlanması | Design of Study: MY (%50), SA (%50)
Veri Toplanması | Data Acquisition: MY (%70), SA (%30)
Veri Analizi | Data Analysis: MY (%30), SA (%70)
Makalenin Yazımı | Writing up: MY (%70), SA (%30)
Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: MY (%70), SA (%30)

KAYNAKLAR

1. Aksoy S, Orhan K. Temporomandibular Eklem Disk Deplasmanları. *GÜ Diş Hek Fak Derg.* 2009;27:65-73.
2. Taşkıran U, Cunkaş M. A deep learning based decision support system for diagnosis of Temporomandibular joint disorder. *Appl Acoust.* 2021;182:1-12.
3. Wilkie G, Al-Ani Z. Temporomandibular joint anatomy, function and clinical relevance. *Br Dent J.* 2022;233:539-46.
4. Bal B, Sarak G, Oral K. Temporomandibular Rahatsızlık Alt Grupları ve Bruksizmin Kulak Çınlaması ile İlişkinin İncelenmesi. *Selcuk Dent J.* 2022;9:509-12.
5. Kaya N, Sarıdağ S. Redüksiyonlu Disk Dislokasyonunda Anterior Repozisyone Splint Tedavisi. *Selcuk Dent J.* 2022;9:259-67.
6. Yapıcı Yavuz G, Keskinrüzgar A, Koparal M, Utkun M, Şimşek Kaya G. Temporomandibular eklem düzensizliği bulunan hastalarda kulak semptomları prevalansının araştırılması *Selcuk Dent J.* 2020;7:220-5.
7. Matheson EM, Fermo JD, Blackwelder RS. Temporomandibular Disorders: Rapid Evidence Review. *Am Fam Physician.* 2023;107:52-8.
8. Demir MG. Comparison of symptoms, signs, gender, and magnetic resonance images of temporomandibular joint disorder patients. *Cranio.* 2022;1:1-5.
9. Zhang J, Whittle T, Wang L, Murray GM. The reproducibility of temporomandibular joint vibrations over time in the human. *J Oral Rehabil.* 2014;41:206-17.
10. Sano T, Widmalm SE, Westesson PL, Takahashi K, Yoshida H, Michi K, et al. Amplitude and frequency spectrum of temporomandibular joint sounds from subjects with and without other signs/symptoms of temporomandibular disorders. *J Oral Rehabil.* 1999;26:145-50.
11. Widmalm SE, Bae HEK, Djurdjanovic D, McKay DC. Inaudible Temporomandibular Joint Vibrations. *Cranio.* 2006;24:207-12.
12. Widmalm SE, Williams WJ, Christiansen RL, Gunn SM, Park DK. Classification of temporomandibular joint sounds based upon their reduced interference distribution. *J Oral Rehabil.* 1996;23:35-43.
13. Ulay G, Namdar Pekiner F. Temporomandibular eklem disfonksiyonlu bir grup hastada klinik bulguları. *Selcuk Dent J.* 2019;6:287-93.
14. Sena MF, Mesquita KS, Santos FR, Silva FW, Serrano KW. Prevalence of temporomandibular dysfunction in children and adolescents. *Rev Paul Pediatr.* 2013;31:538-45.
15. Minervini G, D'Amico C, Cicciu M, Fiorillo L. Temporomandibular Joint Disk Displacement: Etiology, Diagnosis, Imaging, and Therapeutic Approaches. *J Craniofac Surg.* 2022;10:1097.
16. Prinz JF, Ng KW. Characterization of sounds emanating from the human temporomandibular joints. *Arch Oral Biol.* 1996;41:631-9.
17. Tanzilli RA, Tallents RH, Katzberg RW, Kyrkanides S, Moss ME. Temporomandibular joint sound evaluation with an electronic device and clinical evaluation. *Clin Orthod Res.* 2001;4:72-8.
18. Prinz JF. Autocorrelation of acoustic signals from the temporomandibular joint. *J Oral Rehabil.* 1998;25:635-9.
19. Tallents RH, Hatala M, Katzberg MD, Westesson PL. Temporomandibular joint sounds in asymptomatic volunteers. *J Prosthet Dent.* 1993;69:298-304.
20. Widmer CG. Temporomandibular Joint Sounds: A Critique of Techniques for Recording and Analysis. *J Craniomandib Disord.* 1989;3:213-7.
21. Muhl ZF, Sadowsky C, Sakols EI. Timing of Temporomandibular Joint Sounds in Orthodontic Patients. *J Dent Res.* 1987;66:1389-92.
22. Oster C, Katzberg RW, Tallents RH, Morris TW, Bartholomew T, Miller TL, et al. Characterization of Temporomandibular Joint Sounds. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1984;58:10-6.
23. Prinz JF. Physical mechanisms involved in the genesis of temporomandibular joint sounds. *J Oral Rehabil.* 1998;25:706-14.
24. Gay T, Bertolami CN, Donoff RB, Keith DA, Kelly JP. The acoustical characteristics of the normal and abnormal temporomandibular joint. *J Oral Maxillofac Surg.* 1987;45:397-407.
25. Dagar SRS, Turakiya V, Pakhan AJ, Jaggi N, Kalra A, Vaidya V. Modified stethoscope for auscultation of temporomandibular joint sounds. *J Int Oral Health.* 2014;6:40-4.
26. Ögüt F. Objektif ses analizi. *Türkiye Klinikleri J ENT.* 2002;2:121-6.
27. Drum R, Litt M. Spectral analysis of temporomandibular joint sounds. *J Prosthet Dent.* 1987;58:485-94.
28. Motoyoshi M, Hayashi A, Arimoto M, Ohnuma M, Namura S. Studies of Temporomandibular Joint Sounds Part 3. The Clinical Usefulness of TMJ Doppler. *J Nihon Univ Sci Dent.* 1995;37:209-13.
29. Badwal RSS. The Application of Fractal Dimension to Temporomandibular Joint Sounds. *Comput Biol Med.* 1993;23:1-14.
30. Wabeke KB, Spruijt RJ, Van Der Zaag J. The reliability of clinical methods for recording temporomandibular joint sounds. *J Dent Res.* 1994;73:1157-62.
31. Widmalm SE, Williams WJ, Adams BS. The wave forms of temporomandibular joint sound clicking and crepitation. *J Oral Rehabil.* 1996;23:44-9.
32. Leknius C, Kenyon BJ. Simple instrument for auscultation of temporomandibular joint sounds. *J Prosthet Dent.* 2004;92:604.
33. Westling L. Occlusal interferences in retruded contact position and temporomandibular joint sounds. *J Oral Rehabil.* 1995;22:601-6.
34. Kaymak D, Karakis D, Dogan A. Evolutionary Spectral Analysis of Temporomandibular Joint Sounds Before and After Anterior Repositioning Splint Therapy in Patients with Internal Derangement. *Int J Prosthodont.* 2019;32:475-81.
35. Yoshida H, Sano T, Kataoka R, Takahashi K, Michi K. A Preliminary Investigation of a Method of Detecting Temporomandibular Joint Sounds. *J Orofacial Pain.* 1994;8:73-9.
36. Widmalm SE, Williams WJ, Ang BK, McKay DC. Localization of TMJ sounds to side. *J Oral Rehabil.* 2002;29:911-7.
37. Widmalm SE, Williams WJ, Yang KP. False localization of TMJ sounds to side is an important source of error in TMD diagnosis. *J Oral Rehabil.* 1999;26:213-4.
38. Mohl ND, Lund JP, Widmer CG, McCall Jr. WD. Devices for the diagnosis and treatment of temporomandibular disorders. Part II: Electromyography and sonography. *J Prosthet Dent.* 1990;63:332-6.
39. Okeson JP. Management of Temporomandibular Disorders and Occlusion, 7th edn. St. Louis: Elsevier Mosby, 2013.
40. Bracco P, Deregibus A, Piscetta R, Giaretta GA. TMJ clicking: a comparison of clinical examination, sonography, and axiography. *Cranio.* 1997;15:121-6.
41. Prinz JF. Subjective assessment of temporomandibular joint sounds. *J Oral Rehabil.* 1998;25:765-9.
42. Heffez L, Blaustein D. Advances in sonography of the temporomandibular joint. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1986;62:486-95.
43. Ögütçen-Toller M. Sound analysis of temporomandibular joint internal derangements with phonographic recordings. *J Prosthet Dent.* 2003;89:311-8.
44. Gay T, Bertolami CN. The spectral properties of temporomandibular joint sounds. *J Dent Res.* 1987;66:1189-94.
45. Mazzetto MO, Hotta TH, Carrasco TG, Mazzetto RG. Characteristics of TMD noise analyzed by electrovibratography. *Cranio.* 2008;26:222-8.
46. Goiato MC, dos Santos DM, Monteiro DR. Joint Sounds in Complete Denture Wearers. *NY State Dent J.* 2010;76:46-9.
47. Ishigaki S, Bessette RW, Maruyama T. Vibration analysis of the temporomandibular joints with meniscal displacement with and without reduction. *J Craniomandib Pract.* 1993;11:192-201.
48. Christensen LV, Donegan SJ, McKay DC, Lewin A. Temporomandibular joint vibration analysis in a sample of non-patients. *Cranio.* 1992;10:35-42.
49. Sharma S, Crow HC, McCall WD, Jr., Gonzalez YM. Systematic review of reliability and diagnostic validity of joint vibration analysis for diagnosis of temporomandibular disorders. *J Orofac Pain.* 2013;27:51-60.
50. Güleç M, Taşsöker M, Özcan S. Tıpta ve Diş Hekimliğinde Fraktal Analiz. *EÜ Dişhek Fak Derg.* 2019;40:17-31.
51. Eriksson L, Westesson PL, Rohlin M. Temporomandibular joint sounds in patients with disc displacement. *Int J Oral Surg.* 1985;14:428-36.
52. Widmalm SE, Westesson PL, Brooks SL, Hatala MP, Paesani D. Temporomandibular joint sounds: correlation to joint structure in fresh autopsy specimens. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1992;101:60-9.

53. Isberg A, Widmalm SE, Ivarsson R. Clinical, radiographic, and electromyographic study of patients with internal derangement of the temporomandibular joint. *Am J Orthod.* 1985;88:453-60.
54. Motoyoshi M, Matsumoto Y, Ohnuma M, Arimoto M, Takahashi K, Namura S. A Study of Temporomandibular Joint Sounds Part 2. Acoustic Characteristics of Joint Sounds. *J Nihon Univ Sch Dent.* 1995;37:47-54.
55. Djurdjanovic D, Widmalm SE, Williams WJ, Koh CK, Yang KP. Computerized classification of temporomandibular joint sounds. *IEEE Trans Biomed Eng.* 2000;47:977-84.
56. Gallo LM, Airoldi R, Ernst B, Palla S. Power spectral analysis of temporomandibular joint sounds in asymptomatic subjects. *J Dent Res.* 1993;72:871-5.
57. Sano T, Widmalm SE, Westesson PL, Yamaga T, Yamamoto M, Takahashi K, et al. Acoustic characteristics of sounds from temporomandibular joints with and without effusion: An MRI study. *J Oral Rehabil.* 2002;29:161-6.
58. Kimoto K. A three dimensional display for TMJ sounds using STFT. *Bull Kanagawa Dent Coll.* 1996;24:19-20.