

## **Terapötik Ultrason**

Yüzeysel sıcaklık uygulamaları dokuların 1 cm derinliğine kadar etkilidir, daha derinlerde doku sıcaklığını artıramazlar. Ultrason ve diyatermi gibi derin ısıtma uygulamaları ise 3 cm ya da daha fazla derinliğe kadar doku sıcaklığını artırabilirler (Steiss ve McCauley, 2004). Terapötik ultrason (US), diagnostik ultrasonda kullanılan benzeyen bir prob yardımıyla dokulara yüksek frekanslı ses dalgalarının gönderilmesiyle uygulanan bir fizik tedavi yöntemidir (Steiss, 2010).

## **Terapötik Ultrasonun Prensipleri**

US yüksek frekanslı ses dalgasıdır. Ses dalgalarının yansıma, kırılma, yayılma ve yayıldığı ortam tarafından absorbe edilme özellikleri vardır. US enerjisi dokularda akustik empedans nedeniyle emilerek ısı enerjisine dönüşür (Öztürk ve Akşit, 2004). US cihazlarında piezoelektrik olay denilen bir elektriksel etkileşimden yararlanır. Bazı kristaller, örneğin kuvarts kristali, üzerine gelen yüksek frekanslı akımın etkisi ile titreşir ve bu titreşimin etkisiyle çok yüksek frekanslı ses dalgaları açığa çıkarır. US cihazlarında yüksek frekanslı akım kaynağından çıkan akım bu kristale ulaşır ve başlığı kaplayan metal örtüden dışarıya US enerjisi yayılır. Doku içerisine ilerleyen US dalgaları biyolojik etkiler gösterir (Alpkalyon, 2001).

Bir ses huzmesinin içindeki enerji, dokulardan geçerken yayılma ve absorpsiyon nedeniyle azalır. Yayılma sesin yansıtıcı bir yüzeye çarptığında normal doğrultusundan sapmasıdır. Absorpsiyon ise ses huzmesindeki enerjinin dokulara geçişidir (Steiss ve McCauley, 2004). Yüksek protein içeren dokularda absorpsiyon fazladır, yağ dokuda ise daha azdır (Hayes, 2000).

US hücreler ve iyileşme üzerine direkt etkilidir. US'nin etkisi yoğunluk, frekans, tedavi edilen alan, tedavi süresi ve probun hareket ettirilme hızı gibi ultrason parametrelerine ya da dokuların absorpsiyon oranına bağlı olarak termal veya non-termal olabilir (Baxter ve McDonough, 2007). Yoğunluk (intensity), birim alana uygulanan enerji miktarıdır ve  $\text{watt/cm}^2$  olarak ifade edilir. Yoğunluk ne kadar yüksekse doku sıcaklığı o kadar hızlı artar (Steiss ve McCauley, 2004). Frekans, penetrasyon derinliğini tanımlar ve MHz ile ifade edilir. Ultrason dalgalarının frekansı arttıkça penetrasyon düşer. 1 MHz'lık ultrason dalgası 2-5 cm derinliği ısıtabilir (Schulthies, 1995; Steiss ve Adams, 1999). Tedavi edilen bölgede yumuşak doku oranı azsa ya da bölge kemik dokuya yakınsa düşük yoğunluk-yüksek frekans uygundur. Birçok olguda ise

hastanın tahammül sınırı dikkate alınarak yoğunluk-frekans ayarlaması yapılır (Hayes, 2000). Deneysel çalışmalar 5-10 dakikalık bir ultrason terapisinin, prob yüzeyinin 2-3 katı kadar bir alanda yeterli sıcaklık artışını sağladığını göstermiştir (Lehmann ve ark., 1967; Kimura ve ark., 1998).

Ultrason demeti havada zayıflar ve dokuyla prob arasındaki havadan dolayı yansıtılır, bu nedenle proba deri arasına aradaki boşluğu kaldıracak bir bağlayıcı madde koymak gerekir (Draper ve ark., 1993). Köpeklerde bu amaçla ultrason jelleri veya içi su dolu özel yastıklar kullanılabileceği gibi, tedavi edilecek bölge suya batırılarak su altında ultrason uygulaması da yapılabilir. Köpeklerde su altı ultrasonoterapi genellikle distal ekstremite bölümlerine uygulanır. Tedavi edilecek ekstremite suya batırılır ve prob deriden 0,5-3 cm kadar uzakta tutulur. Metal kaplar sesi yansıtacağından plastik kaplar tercih edilmelidir (Hayes, 2000).

Köpeklerde ultrasonoterapi yaparken temel sorun tüy örtüsüdür. Yapılan bir çalışmada, kısa tüylü ve tüyleri tıraş edilmiş köpeklerle 1 MHz'lik US 10 dk uygulanmış, tedavi devam ederken 5 ve 10 cm derinlikte intramusküler sıcaklık artışı ölçülmüş. Kısa tüylü köpeklerde 5 cm derinlikteki intramusküler sıcaklık artışı 10. dakikada yaklaşık 2°C bulunurken (yoğunluk=2.0 W/cm<sup>2</sup>), tıraş edilmiş köpeklerde yaklaşık 3,5°C bulunmuştur. Uygulamadan önce bölgenin tıraş edilmesi US'nin etkinliğini artıracaktır (Steiss ve Adams, 1999).

### **Terapötik Ultrasonun Etkileri**

US'nin dokular üzerinde termal veya non-termal etkileri vardır. Canlı dokularda US'nin en önemli etkisi ısınmadır (Aşkın, 2010). Dokularda ısınma 2 şekilde ortaya çıkar. Birincisi US enerjisinin dokularda emilerek ısıya dönüşmesidir. Isınmanın derecesi ortamın akustik empedansına yani ultrason dalgalarının ortamdan geçebilme yeteneğine bağlı olarak değişir. Her dokunun akustik empedansı farklıdır. Akustik empedansı açısından maddeler şöyle sıralanabilir: Hava < Yağ < Kas < Kemik < Su. Ultrason homojen sayılabilecek dokulardan geçerken absorbe edilir ve ısı enerjisine dönüşür. Isı endorfinleri artırarak ağrı üzerine etkili olabilir (Kılıç, 2005). İkincisi ise birbirlerine komşu dokuların temas ettikleri yüzeylerinde sıkışma ve genişleme hareketi oluşturarak mikromasaj etkisiyle bölgesel kanlanmayı arttırmasıdır (Alpkalyon, 2001). Sinir dokusu US enerjisini kaslardan daha fazla emerek ısınır. Böylece analjezik ve spazm giderici etki ortaya çıkar. Ayrıca sempatik lifler üzerine inhibe edici etkisi vardır. Sempatik ganglionlar üzerine uygulandığında sempatik aktiviteyi azaltır

(Aşkın, 2010). Çok yüksek doz US uygulaması patolojik kırıklara yol açabilir. US uygulamasıyla doku metabolizması değişir. Vazodilatasyon ile dolaşımın artması, ağrıyı uyaran metabolik artıkların bölgeden uzaklaştırılmasına yardım eder. Biyolojik membranların geçirgenliğinde deneysel olarak büyük bir artış saptanmıştır. Burada non-termal etkide sorumlu tutulmaktadır. US ile tendonların uzayabilirliği artmaktadır. Eklem kapsülleri de tendon gibi bol miktarda kollajen içerdiği için, eklem kontraktürlerinde hareket genişliğini arttırmak için germe egzersizleri ile birlikte uygulanabilir. Biyolojik membranlardaki geçirgenlik yalnızca ısı etkisine bağlanamaz. Nontermal etki ile biyolojik membranların iki tarafındaki iyon konsantrasyonunun değiştiğini ve böylece difüzyon olayının arttığını Lehmann ispatlamıştır. Ultrasonun en önemli mekanik etkisi kavitasyondur; ortamın akışkanlığı yüksek, hücre yoğunluğu düşükse ve yüksek doz ultrason uygulanırsa ortaya çıkar. Kavitasyon hemoliz, kanama ve doku nekrozuna yol açabilir. Kavitasyonu önlemek için sabit uygulamadan kaçınılmalı, gereksiz yüksek doz uygulanmamalıdır (Kılıç, 2005).

US'nin termal etkisi sayesinde 2-5 cm veya daha fazla derinlikteki dokularda 1-4 °C sıcaklık artışı olur. Buna bağlı olarak kollajen esnekliği, bölgesel kan dolaşımı, enzim aktivitesi ve ağrı eşiği artar (Steiss, 2010).

Terapötik ultrason (US) eklem kontraktürü, kas spazmı ve ağrısı, yara iyileşmesi sonucu oluşan sınırlı eklem hareket aralığı gibi durumlarda iskelet-kas sisteminin rehabilitasyonu için etkili bir yöntemdir (Draper ve ark., 1995). US özellikle yara ve kırık iyileşmesini hızlandırır. Ağrıyı azalttığı bilinmesine rağmen, mekanizması hala tartışmalıdır (Baxter ve McDonough, 2007).

## **Fonoforezis**

US uygulayarak bazı ilaçların deri yoluyla vücuda sokulmasına fonoforezis denir. Uygulanan ilacın etkisi lokal (antiinflamatuvar, analjezik) veya sistemik olabilir. Fonoforezisin kullanıldığı lokal durumlara örnek olarak tendinitis, bursitis, osteoartrit ve nöroma verilebilir. Bir ilaç topikal olarak uygulandığında deri içerisine pasif difüzyonla girer. Fonoforezis ilacın penetrasyonunu engelleyen temel faktör olan stratum corneumu değiştirerek, ilacın daha kolay penetre olmasını sağlar. Ultrason bu etkisini, stratum corneumdaki keratin ve kornifiye tabakayı denature ederek ya da hücresel geçirgenliğini artırarak gösteriyor olabilir. Fonoforezisin en önemli avantajı, ilacın oral veya parenteral olarak verildiğinde ortaya çıkan sistemik yan

etkilerinden kurtularak hedeflenen bölgeye yüksek konsantrasyonda ilacı uygulayabilmektir. Hidrokortizon ve dekzametazon sodyumu gibi steroid ilaçlar osteoartritin tedavisinde fonoforezis ile uygulanabilir. Lokal anesteziiklerden lidokain de ağrıyı azaltmak amacıyla transdermal olarak uygulanabilir (Steiss ve McCauley, 2004).