https://vetdergi.bozok.edu.tr/vetdergi

Bozok Veterinary Sciences

Bozok Vet Sci
(2020) 1, (1): 39-43

Derleme / Review

Veteriner Hekimlikte Terapötik Ultrason Uygulamaları

Sıtkıcan OKUR[1]✉

[1]Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Cerrahi Anabilim Dalı, 25240, Erzurum/TÜRKİYE

◆ **Geliş Tarihi/Received:** 21.09.2020 ◆ **Kabul Tarihi/Accepted:** 30.09.2020 ◆ **Yayın Tarihi/Published:** XXX

Bu makaleye atıfta bulunmak için/To cite this article:
Okur S. Veteriner Hekimlikte Terapötik Ultrason Uygulamaları. Bozok Vet Sci (2020) 1, (1): 39-43.

Özet: Fiziksel tedavi ajanları dokularda terapötik yanıtı oluşturmak amacıyla kullanılan yöntemlerdir. Fizik tedavi olarak günümüzde en sık kullanılan yöntemler hidroterapi, kriyoterapi, elektroterapi, lazer ve terapötik ultrasondur. Bunlar arasında terapötik ultrason, uzun yıllardır özellikle ortopedi, fizik tedavi ve rehabilitasyon alanında yaygın olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda terapötik ultrasonun kullanımı veteriner hekimlikte de yeni bir tedavi yöntemi olarak kabul görmektedir. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda terapötik ultrasonun termal ve termal olmayan etkileri sayesinde yumuşak doku travmalarında, tendinitis, bursitis, kırık ve yara iyileşmesi, eklem kontraktürleri, osteoartrit ve romatoid artrit gibi hastalıklarda kullanabileceği ile ilgili sonuçlar elde edilmiştir. Bu derlemede, ülkemizde de yaygınlaşan, veteriner hekimlikte kullanılan terapötik ultrasonun doz ve uygulamaları hakkında bilgi vermek amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fizik tedavi, Terapötik ultrason, Termal, Yumuşak doku

Applications of Therapeutic Ultrasound in Veterinary Medicine

Abstract: Physical Therapy agents are methods used to create therapeutic responses in tissues. The most commonly used methods in physical therapy are hydrotherapy, cryotherapy, electrotherapy, laser, and therapeutic ultrasound. Therapeutic ultrasound has been widely used in orthopedics, physical therapy, and rehabilitation for many years. In recent years, the use of therapeutic ultrasound has been accepted as a new treatment method in veterinary medicine. In recent studies was concluded that the thermal and non-thermal effects of therapeutic ultrasound can be used in soft tissue traumas, tendinitis, bursitis, fracture and wound healing, joint contractures, osteoarthritis, and rheumatoid arthritis. In this review, it is aimed to give information about the doses and applications of therapeutic ultrasound used in veterinary medicine, which is also common in our country.

Keywords: Physical treatment, Therapeutic ultrasound, Thermal, Soft tissue

1.Giriş

İnsan kulağının duyabileceği frekans aralığı (16000-20000 hertz) üzerindeki sesler ultrason ses dalgaları olarak adlandırılır. Ultrason cihazlarında gerçekleşen 'piezoelektrik' mekanizma, elektrik enerjisini ses enerjisine dönüştürür. Bu dönüşüm sayesinde yansıma, kırılma ve absorpsiyon özelliklerine sahip ultrason dalgaları elde edilir (1).

Ultrason dalgalarının doku üzerinde biyolojik değişikliklere yol açtığı uzun zamandır bilinmekle beraber tanı, cerrahi ve terapötik amaçlı medikal kullanımı yıllardır araştırılmaktadır (2, 3). İlk zamanlarda ultrasonun doku üzerindeki sıcaklığı artırmak amacıyla termal etkisine odaklanılmasına rağmen son yıllarda çeşitli terapötik uygulamalara yol açan termal olmayan etkilerine dikkat çekilmiştir (4).

2.Ultrasonun Sınıflandırılması

Ultrasonun en önemli parametrelerinden birisi yoğunluktur. Ultrason yoğunluğu W/cm2 cinsinden ifade edilir ve bu başlık yüzeyinin her santimetre karesine düşen enerji yoğunluğu anlamına gelmektedir (1). Tedavi amacıyla kullanılan ultrason dozları düşük yoğunluklu ultrason (0.125 – 3 W/cm2) ve yüksek yoğunluklu ultrason (>5 W/cm2) olmak üzere sınıflandırılmıştır. Düşük yoğunlukta kullanılan ultrasonda, dokularda normal fizyolojik cevabın uyarılması veya fonoforez (ilaç penetrasyonunun hızlandırılması) hedeflenirken, yüksek yoğunluklarda kullanılan ultrasonlarda kontrollü veya geri dönüşümsüz doku hasarı amaçlanmaktadır (3).

Görüntüleme amaçlı kullanılan ultrason yoğunluğu 0.005-0.5 W/cm2 aralığında, cerrahi amaçla kullanılan ultrason yoğunluğu 0.2 – 10. 000 W/cm2 aralığında, terapötik amaçla

✉: sitkican.okur@atauni.edu.tr

kullanılan ultrasonlar ise 0.5–3W/cm2 aralığında kullanılmaktadır (5, 6).

Terapötik uygulamalarda kullanılan ultrason dalgalarının frekansı, derin dokular için (5–6 cm derinlik) 1 megahertz (MHz) ile yüzeysel dokular için (yaklaşık 2 cm derinlik) 3 MHz aralığındadır. Ultrason enerjinin absorpsiyonu yoğun kollajen bazlı ve protein içeriği fazla dokularda (ligament, tendo, fasia, eklem kapsülü, skar dokusu) optimaldir ve bu dokular üzerindeki etkinliği daha fazladır (7). Tedavi amaçlı uygulanan ultrasonlar sürekli (devamlı) dalga ve aralıklı (kesikli) dalga olmak üzere 2 farklı şekilde uygulanır. Sürekli uygulama genellikle ultrasonun termal etkilerinden yararlanılmak için kullanılırken, kesikli uygulama daha çok akut ağrılı ve yangıyla seyreden olgularda kullanılmaktadır (7, 8).

3.Fizyolojik Etkileri

3.1.Termal Etki

Terapötik ultrasonun dokular üzerinde sıcaklığı artırarak oluşturduğu değişiklikler termal etki olarak adlandırılır. Termal etki dokular tarafından ultrason enerjisinin absorbe edilerek ısı enerjisine dönüştürülmesiyle elde edilir (9, 10). Dokularda meydana gelen bu ısı artışı kollajen dağılımı, kan akış hızı, ağrı eşiği, enzim aktivitesi, yangısal reaksiyonlar ve sinir iletim hızında değişikliklere neden olmaktadır (1, 11).

Dokularda oluşturulan termal etki uygulanan ultrason yoğunluğuna, frekansına, süresine, tedavi alanının boyutuna ve doku tipine göre değişkenlik gösterir. Kollajen ve protein içeriği fazla olan dokularda ultrason enerjisinin absorpsiyonu daha fazladır (12). Dokulardaki absorpsiyon kabiliyeti azdan çoğa doğru; kan (yaklaşık %3), yağ doku, kas, kan damarları, deri, tendon, kartilaj ve kemik (yaklaşık %96) dokusudur (13). Ultrasonun termal etkisinin oluşabilmesi için dokudaki sıcaklık artışının 1 ºC ile 4 ºC arasında olması gerekmektedir (14, 15).

Köpeklerde semitendinosus ve semimembranosus kasları üzerinde yapılan deneysel bir çalışmada, sağlıklı köpekler rastgele 2 gruba ayrılmıştır. İlk gruptaki köpeklere 3.3 MHz frekansta 1.0 W/cm2 yoğunlukta, ikinci gruba aynı frekansta 1.5 W/cm2 yoğunlukta ultrason tedavisi uygulanmıştır. Tüm köpeklerin semitendinosus ve semimembranosus kaslarına 1 cm, 2 cm ve 3 cm derinlikte ultrason uygulanacak alana iğne termistörler yerleştirilerek farklı derinliklerdeki sıcaklık değişimlerinin ölçülmesi hedeflenmiştir. Tüm köpeklere 10 dakika boyunca 5 cm2 alana ultrason uygulaması yapılmıştır. Çalışma sonunda farklı derinliklerde yapılan sıcaklık ölçümleri, terapötik ultrason uygulamasına bağlı olarak değişik derecelerde arttığı tespit edilmiştir. Uygulama sonrası tüm köpeklerde gözlemlenen ısı artışının 10 dakika sonra azalarak ilk sıcaklıklarına döndüğü bildirilmiştir (16).

3.2.Non-Termal Etki

Ultrasonun dokular üzerinde sıcaklık değişiminden bağımsız olarak oluşturduğu biyolojik etkiye non termal etki adı verilir. Her ne kadar non-termal etki olarak adlandırılsa da, uygulama sırasında dokuların enerjiyi absorbe etmesine bağlı olarak minimum düzeyde sıcaklık artışı oluşabilir. Bu duruma ‘mikrotermal etki’ adı verilir. Fakat terapötik ultrasonun biyolojik etkisi dokularda gözlemlenen bu sıcaklık artışına bağlı olmaksızın gerçekleştiği için non-termal etki adını almıştır. Bu termal olmayan etkilerin üretilmesinde rol oynadığı düşünülen fiziksel mekanizmalar kavitasyon ve akustik akıştır (17).

Sıvıların içinde bulunan erimiş gaz partikülleri, ses dalgalarının gevşeme fazında ortam basıncının düşmesine bağlı olarak baloncuklar oluşturur. Bu baloncuklar sıkışma fazında sıvı içine dağılır veya birleşip büyüyerek mekanik kavitasyon etkisini oluşturur (18). Kavitasyon dengeli ve dengesiz olmak üzere iki farklı etki oluşturur. Dengeli kavitasyon ultrason tedavisi esnasında ultrasonik basınç dalgalarının etkisiyle küçük gaz taneciklerinin titreşim hareketidir. Gaz taneciklerinin oluşturduğu titreşim hücre zarlarının geçirgenliğinin artışına neden olur. Dengesiz kavitasyon ise terapötik ultrason dozunun yüksek olmasına bağlı olarak ortaya çıkar. Hızla büyüyen baloncuklar birleşerek hücre tahribatına ve bunun sonucunda nekroz, hemoliz ve kanamalara neden olur. Bu etkiden kaçınmak için ultrason dozunun uygun seçilmesi ve sürekli sabit bir yerde tutulmaması önerilmektedir (15, 19).

Akustik akış, iyonları ve küçük moleküllerin yer değiştirebileceği bir itici güç sağlayan ses dalgalarının fiziksel kuvvetleri olarak tanımlanır (20). Bu durum hücre zarı geçirgenliğini artırır ve bu özellik terapötik amaçla kullanılır. Yapılan deneysel çalışmalarda doku rejenerasyonunda ultrasonun non-termal etkileri içinde akustik akış etkisinin daha etkili olduğu ortaya konulmuştur. Akustik akış sayesinde fibroblastların difüzyon hızı ve hücre zarı geçirgenliğinin değişebileceği, kalsiyum iyonlarının hücreler tarafından alımının artarak kollajen sentezinin uyarılacağı belirtilmiştir (21, 22).

4.Uygulama Teknikleri

Terapiyi uygulayacak kişi öncelikle uygulanacak dokunun (kas, eklem kapsülü, tendon, bursa veya skar dokusu) tutulum bölgesini belirleyerek buna göre hayvanı uygun şekilde konumlandırmalıdır. Tedavi uygulanacak hayvanın konumlandırılmasında, hasta konforu ve hedef dokuya erişimin kolaylığı göz önünde bulundurulmalıdır (23). Tedavi uygulanacak bölge ile ultrason başlığı arasında oluşacak hava ultrason dalgalarını zayıflatır. Bu yüzden temas noktasında hava girişini engelleyecek bir ara madde kullanılmalıdır. Hayvanlarda terapötik ultrason uygulamaları

direkt temas, immersiyon (su altı uygulama) ve bağlantı yastıkları aracılığıyla yapılabilir (24).

Ultrason ile tedavide insanlardan farklı olarak, hayvanlarda bulunan kıl örtüsü büyük bir problem teşkil etmektedir. Ultrason enerjisi yüksek protein içerikli dokular tarafından emildiğinden ve doku ara yüzlerinde ultrason dalgalarının sapması meydana geldiğinden, kıl örtüsünün altında bulunan dokulara ultrason penetrasyonunun zayıf olması beklenir (25).

4.1.Direk Temas Tekniği

Bu teknik genellikle tedavi edilecek bölgenin nispeten düz olduğu ve ultrason başlığından daha büyük alana sahip bölgelerde tercih edilir. Tedavi uygulanacak bölgedeki derinin üzerine suda çözünebilen bir ultrason jeli sürülür ve ultrason başlığı jel ile temas edecek şekilde yerleştirilir. Mümkün olduğu kadar deri ile ultrason başlığı arasındaki havanın giderilmesi, dokulara giren ultrason enerjisini en üst düzeye çıkarır. Tedavi bölgesi yüzeyi küçükse veya kemik çıkıntıları bulunuyorsa, daha küçük aplikatörler (ultrason başlıkları) tercih edilmelidir. Ticari olarak hazırlanmış suda çözünür ultrason jelleri en iyi ve en pratik ara maddelerdir. Tedavi bölgesine kullanılacak jeller önceden ısıtılmış olabilir. Deriyi tahriş edebilecek veya deriye nüfuz eden maddelerin, dönüştürücü yüzeyine zarar verebilecek tuz bileşenli jellerin (elektrokardiyografi veya elektromiyografi gibi elektro iletken jeller), dalgaların zayıflamasına neden olacak lanolin bazlı bileşiklerin ve ultrason başlığının temizlemesini güçleştirecek mineral bazlı yağların ara madde olarak kullanılması ile ultrason başlığının ıslatılmasından kaçınılmalıdır (26).

4.2.Su Altı Uygulama Tekniği

Su altı uygulama tekniği son yıllarda ultrason başlıklarının küçülmesiyle beraber yavaş yavaş popülerliğini kaybetmiş bir yöntemdir. Bu yöntem genellikle tedavi uygulanacak yüzeyin düz olmadığı ve doğrudan temasın mümkün olmadığı durumlarda kullanılmaktadır. Bu yöntem genellikle ekstremitelerin kaudal kısımlarındaki tedavilerde kullanılır. Tedavi bölgesi oda sıcaklığında hazırlanmış su içerisindeki bir kaba (metal olmayan, plastik veya kauçuk) daldırılır. Hayvanın derisi ve su mutlaka temiz olmalıdır. Tedavi için kullanılacak su hava kabarcıkları oluşmaması için mutlaka dinlendirilmelidir. Tedavi süresince ultrason başlığı su altında deri ile 0.5 – 3 cm mesafede tutulmalıdır. Su içerisinde ultrason yoğunluğunun bir kısmı su tarafından emileceği varsayılarak 0.5 W/cm2 arttırılabilir (27).

4.3.Bağlantı Yastığı Tekniği

Bu yöntem bağlantı ara yüzü olarak ultrason başlığı ile deri arasına gazı alınmış su dolu bir balon yerleştirilmesiyle tedavinin uygulanmasını amaçlar. Bu uygulama genellikle düzensiz ve pürüzlü bölgelerde kullanılır. Başlık-kese ve kese-deri arasına ara madde sürülmeli ve ultrason başlığı cilt üzerindeki gibi hareket ettirilmemelidir (27).

5.Biyolojik Etkileri

5.1.Yumuşak Doku İyileşmesi

Doku iyileşmesi sırasında ultrasonun etkisi, dokularda meydana gelen primer olaylara göre değişir. Doku yaralanmasından hemen sonra meydan gelen hemoraji fazında ultrasonun kullanılması klinik olarak tavsiye edilmez. Çünkü terapötik ultrason uygulaması dokulardaki lokal kan akımını arttırır. Aktif kanamanın sonlanmasından sonra (genellikle yaralanma veya travmadan birkaç saat sonra) mümkün olduğunca en kısa sürede ultrason kullanımına başlamak gerekir. Doku yaralanmalarının inflamasyon fazında ise, terapötik ultrasonun mast hücreleri, trombositler, nötrofiller ve makrofajlar üzerinde uyarıcı bir etkisi vardır (3, 28). Ultrason uygulaması mast hücrelerinin degranülasyonunu indükleyerek, yangı aracıları olarak hareket eden prostoglandinlerin ve lökotrienlerin sentezi için öncü olan araşidonik asidin salınmasına neden olur (29). Bu hücrelerin aktivitesini arttırarak terapötik ultrason antiinflamatuvar etkiden çok proinflamatuvar bir etki yaratmaktadır. Bu etki tarzı inflamasyon yanıtı arttırmak değil (doğru yoğunlukta kullanılmayan ultrasonlar arttırıcı bir etki yaratabilir), süreci hızlandırarak inflamatuvar yanıtı düzenleyici olarak hareket etmektir. Doku iyileşmesinde inflamatuvar yanıt gereklidir ve bu yanıtın engellenmesi, iyileşme sürecini takip eden aşamalarında engellenmesine neden olur (30). İnflamatuvar fazı ne kadar hızlı bir şekilde tamamlanırsa, doku onarımı proliferatif fazına o kadar etkili bir şekilde ilerleyebilir. Bugüne kadar terapötik ultrasonun antiinflamatuvar etkisini göstermeye çalışan pek çok çalışma olmasına rağmen etkisi tartışmalıdır. Terapötik ultrason yangısal olayları uyarmada etkili ve doku iyileşmesini desteklediği için terapötik bir değere sahiptir. Optimal tedavi parametreleriyle uygun bir tedavi dozunda terapötik ultrasonun kullanılması, inflamatuvar fazı mümkün olduğu kadar etkili hale getirir ve böylece tüm iyileşme aşamalarını düzenler (29).

5.2.Tendinitis ve Bursitis

Terapötik ultrason kan akış hızını artırarak iyileşmeyi hızlandırdığı, sıcaklığı yükselterek ağrıyı azalttığı ve fonoforez aracılığıyla antiiflamatuar ilaçların emilim hızını arttırması nedeniyle tendo ve bursa yangılarında kullanılmaktadır. İnsanlarda lateral epikondilitis (tenisçi dirseği), subaktomiyal bursitis ve bisipital tendinitis olgularında terapötik ultrason terapisine sıklıkla başvurulmaktadır. Tendon iyileşme aşamasında ultrasonun inflamatuvar ve erken proliferatif dönemde daha etkili olduğu belirtilmiştir. Tendo hastalıklarının erken evresinde

terapötik ultrason uygulamasının yararlı olup olmadığı tartışmalıdır (23).

5.3.Eklem Kontraktürü

Terapötik ultrason genellikle eklem kontraktürlerini ve skar dokusunu tedavi etmek için kullanılan protokollere dahil edilir (16). Eklem kontraktürleri genel olarak hareketsizlik veya travma kaynaklı oluşur. Periartiküler bağ dokuları yüksek kollajen içeriğine sahiptir ve uzun süreli hareketsizliklere bağlı olarak kısalma eğilimi gösterirler. Bu durumda eklem hareket açıklığını arttırmak için 'ısı ve gerilme' prensibi uygulanabilir. Dokular yaklaşık 45 ºC ısıtılır, ardından hafif pasif veya aktif gerdirilir. Ultrason kontraktüre olmuş eklemlerdeki kollajen dokuları yeterli düzeyde ısıtabilir. Bu sayede dokulardaki ekstansibilite (dokuların normal uzunluğunun ötesinde gerilebilmesi) artışına neden olur ve egzersizlere büyük oranda yardımcı olur (24).

5.4.Yara ve Kırık İyileşmesi

Terapötik ultrasonun doku iyileşmesi üzerinde çalışmalar yapan Reher ve arkadaşları (25) ultrasonun yara, kronik ülserler ve kırık iyileşmesi üzerindeki etkisinin anjiyogeneze dayanabileceğini öne sürmüştür. Terapötik ultrason interlökin-8, fibroblast büyüme faktörü gibi anjiyojenik faktörlerin üretimini uyarır. Bu etki 45 kilohertz (kHz) ile 1 Mhz frekansları arasında yapılan ultrason çalışmalarında not edilmiştir. Ultrasonun farklı iyileşme aşamalarında ve etkilerini optimize etmek için farklı tedavi parametrelerin de etki mekanizmasını belirlemek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Sonuç olarak tedavinin yoğunluğu, süresi ve uygulanma zamanı gibi değişkenlere bağlı olarak ultrasonun etkisi de değişmektedir.

Akut ve kronik yaraları tedavi etmek için düşük yoğunluklu sürekli veya aralıklı mod ultrason kullanılmıştır. Düşük yoğunluklarda kullanılan ultrasonlar iyileşmeyi arttırırken, yüksek yoğunluklarda proinflamatuvar etkisi olabileceği düşünülmüştür. Çok sayıda hayvan çalışması ve kontrollü klinik deney, düşük yoğunluklu ultrasonun yeni oluşmuş kırıkların iyileşmesini destekleyebileceğini göstermiştir. Aynı şekilde non-union ve kaynama yokluğu bulunan kırıklarda terapötik ultrasonun faydalı olabileceği düşünülmektedir (29).

5.5. Fonoforez

Deri yoluyla uygulanan topikal ilaçların iletimini arttırmak için terapötik ultrason kullanımına fonoforez denir. Fonoforez uygulaması tendinit, bursit, kronik kas ağrıları, romatoid artrit ve osteoartritte kullanılabilmektedir. Yüksek frekanslı ses dalgalarının termal ve nontermal özellikleri topikal ilaçların diffüzyonunu arttırarak etkisini göstermektedir. Ultrason aracılığıyla dokulardaki ısı artar ve buna bağlı olarak ilaç moleküllerinin kinetik enerjisi de artar. Bu fizyolojik değişiklikler sayesinde ilaç moleküllerinin stratum korneumdan diffüzyonunu ve kapillar ağın dermiste toplanmasını sağlar. Fonoforez daha çok kronik ağrılı yangılarda kullanılmaktadır. Ultrasonun bu özelliğinin etkili olabilmesi için 1 W/cm2 – 2 W/cm2 dozlarda ve 5 - 10 dk süreyle uygulama yapılması tavsiye edilmektedir (30).

Bazı hastalıklarda topikal uygulamaların etkisinin yetersiz kalmasına bağlı olarak paranteral ilaçlar kullanılmaktadır. Uzun süreli paranteral veya oral kullanılan ilaçların yan etkilerinin olduğu uzun yıllardır bilinmektedir. Fonoforez topikal olarak kullanılan ilaçların dokular tarafından absorbsiyonunu artırır ve dokular üzerinde yeterli bir etki sağladığı için sistemik ilaç kullanımı kısıtlamaktadır (31).

6.Sonuç

Terapötik ultrasonun deneysel çalışmalarda kullanımı ile ilgili yoğun miktarda araştırma olmasına rağmen, veteriner hekimlikte kullanımı ile ilgili literatürler kısıtlıdır. Veteriner hekimlikte fizik tedavinin yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanması ancak yeterli sayıda klinik çalışma yapılmasıyla mümkün hale gelebilir. Bu derleme terapötik ultrasonun veteriner hekimliğindeki klinik kullanımı ile ilgili bilgiler vermiştir

Kaynaklar

1. Öncü J, İlişer R, Yılmaz F, Kuran B. Karpal tünel sendromu tedavisinde kinezyo bantlama tekniğinin hastalık semptomları, el fonksiyonu ve kavrama gücüne etkisi: tek kör randomize kontrollü çalışma. Türkiye Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi 2014; 60: 43-51.
2. Cameron MH. Physical agents in rehabilitation: from research to practice. Elsevier Health Sciences, 2012; pp. 173-198.
3. Ter Haar G. Therapeutic ultrasound. European Journal of ultrasound 1999; 9: 3-9.
4. Ensminger D, Bond LJ. Ultrasonics fundamentals, technologies, and applications. Chemical Rubber Company press, 2011; p. 466
5. Jiang X, Savchenko O, Li Y, Qi S, Yang T, et al. A review of low-intensity pulsed ultrasound for therapeutic applications. IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 2018; 66: 2704-2718.
6. Ganidağlı E, Güzel R. Terapötik Ultrason ve Diz Osteoartritinde Etkinliği. Arşiv Kaynak Tarama Dergisi 2013; 22: 170-183.
7. McGowan C, Goff L. Animal physiotherapy: assessment, treatment and rehabilitation of animals. John Wiley & Sons, 2016; pp. 214-215.
8. Watson T. Electrotherapy E-Book: evidence-based practice. Elsevier Health Sciences, 2008; pp. 179-200.

9. Mason TJ. Therapeutic ultrasound an overview. Ultrasonics sonochemistry 2011; 18: 847-852.
10. Robinson SE, Buono MJ. Effect of continuous-wave ultrasound on blood flow in skeletal muscle. Physical therapy 1995; 75: 145-149.
11. Fabrizio PA, Schmidt JA, Clemente FR, Lankiewicz LA, Levine ZA. Acute effects of therapeutic ultrasound delivered at varying parameters on the blood flow velocity in a muscular distribution artery. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy 1996; 24: 294-302.
12. Basford JR. Physical agents, Rehabilitation medicine principles and practice. Philadelphia: Lippincott-Raven, 1998; pp. 488-499.
13. Millis D, Levine D. Canine rehabilitation and physical therapy. Elsevier Health Sciences, 2013; pp. 334-335
14. Draper DO, Castel JC, Castel D. Rate of temperature increase in human muscle during 1 MHz and 3 MHz continuous ultrasound. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy 1995; 22: 142-150.
15. Draper DO, Schulthies S, Sorvisto P, Hautala AM. Temperature changes in deep muscles of humans during ice and ultrasound therapies: an in vivo study. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy 1995; 21: 153-157.
16. Levine D, Millis DL, Mynatt T. Effects of 3.3-MHz ultrasound on caudal thigh muscle temperature in dogs. Veterinary Surgery 2001; 30: 170-174.
17. NyoRc WL. Physical mechanisms for biological effects of ultrasound, US Department of Health, Education, and Welfare, Publication 1977; 78.
18. Mortimer AJ, Dyson M. The effect of therapeutic ultrasound on calcium uptake in fibroblasts. Ultrasound in medicine & biology 1988; 14: 499-506.
19. Sağol A. Kortikosteroid enjeksiyonu ile oluşturulan rat aşil tendinozisinde terapötik ultrason kullanımının etkileri, Uzmanlık tezi, Dokuz Eylül Üniviersitesi Tıp Fakültesi, İzmir 2006; s. 51-53. (thesis in Turkish with an English abstract).
20. Millis D, Levine D. Canine rehabilitation and physical therapy. Elsevier Health Sciences, 2013; pp. 328.
21. Draper DO, Sunderland S, Kirkendall DT, Ricard M. A comparison of temperature rise in human calf muscles following applications of underwater and topical gel ultrasound. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy 1993; 17: 247-251.
22. Ferguson JG. Physical Therapy for Animals. Selected Techniques. Canadian Veterinary Journal 1978; 19: 303.
23. Ebenbichler G, Resch KL. Low Dose Ultrasound Therapy: A Critical Review. Wiener Medizinische Wochenschrift 1994; 144: 51-53.
24. Gam AN, Johannsen F. Ultrasound therapy in musculoskeletal disorders: a meta-analysis. Pain 1995; 63: 85-91.
25. Reher P, Doan N, Bradnock B, Meghji S, Harris M. Effect of ultrasound on the production of IL-8, basic FGF and VEGF. Cytokine 1999; 11: 416-423.
26. Bellew JW, Michlovitz SL, Nolan Jr TP. Michlovitz's modalities for therapeutic intervention. FA Davis 2016; pp. 100 – 119.
27. Ortanca B. Karpal tünel sendromunda steroid fonoforezi ve terapötik ultrason uygulamalarının etkilerinin değerlendirilmesi, Uzmanlık Tezi, Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Eskişehir 2016; s. 24-26. (thesis in Turkish with an English abstract).
28. Watson T. Ultrasound in contemporary physiotherapy practice. Ultrasonics 2008; pp. 321-329.
29. Baker KG, Robertson VJ, Duck FA. A review of therapeutic ultrasound: biophysical effects. Physical therapy 2001; 81: 1351-1358.
30. Warden SJ, Fuchs RK, Kessler CK, Avin, KG, Cardinal RE, et al. Ultrasound produced by a conventional therapeutic ultrasound unit accelerates fracture repair. Physical Therapy 2006; 86: 1118-1127.
31. Byl NN. The use of ultrasound as an enhancer for transcutaneous drug delivery: phonophoresis. Physical therapy 1995; 75(6): 539-553.
32. Matava MJ, Purcell DB, Rudzki JR. Partial-thickness rotator cuff tears. American Journal of Sports Medicine 2005; 33: 1405-1417.2. Jagielski VA. On the various preperations of koumiss, and their use in medicine. British Medical Journal 1874; 1:229-301.