

Tendo Hasarı ve Onarımı ve Ultrasonografinin Rolü

Tendon Injury and Repair and the Role of Ultrasound

Valeria BUSONI,^a
Laurence EVRARD,^a
Antonio Romero LAS HERAS,^b
Zoe JOOSTENS,^a
Denis VERWILGHEN^c

^aImaging Section, Equine Unit,
Université de Liège,
Faculty of Veterinary Medicine,
BELGIUM

^bServicio de Cirugía y Medicina Equina,
Hospital Clínico Veterinario,
Facultad de Veterinaria, Zaragoza,
SPAIN

^cDepartment of Large Animal Sciences,
University of Copenhagen,
Medicine & Surgery,
DENMARK

Yazışma Adresi/Correspondence:
Valeria BUSONI
Université de Liège,
Faculty of Veterinary Medicine,
Imaging Section, Equine Unit, BELGIUM
vbusoni@ulg.ac.be

Bu makale
Sayın Prof.Dr. Deniz SEYREK İNTAŞ
tarafından tercüme edilmiştir.

ÖZET Bu makalenin amacı, at hekimlerine atların tendo lezyonlarında takip muayeneleri yapabilmelerini ve doğru dokümantasyon yapmalarını kolaylaştırmak için tendoların ultrasonografik görünüşleri ve tendo iyileşme fizyopatolojisi hakkında temel bilgiler vermektir. Normal ve anormal tendoların ultrasonografik görünüşleri tarif edilmektedir ve ultrasonografik özellikler, tendo iyileşmesinin değişik iyileşme safhaları ile ilişkilendirilmektedir. Tendo lezyonunun yeni olduğu zaman ile takip eden süreçteki durumunu kaydetmek için, ultrasonografinin kullanımı ve sık etkilenen tendinöz yapılar arasındaki farklar vurgulanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Tendonlar; ultrasonografi; atlar; tendon yaralanmaları

ABSTRACT This review paper aims to give to the equine practitioners the basic knowledge about ultrasound appearance of tendons and tendon repair physiopathology to allow a correct documentation and follow-up of equine tendon lesions. The ultrasound appearance of normal and abnormal tendons is described and ultrasonographic features are correlated to the healing stages of tendon repair. The use of ultrasound to document the initial tendon lesion and during follow-up is illustrated in detail and differences between tendinous structures commonly affected are highlighted.

Key Words: Tendons; ultrasonography; horses; tendon injuries

Türkiye Klinikleri J Vet Sci Surg-Special Topics 2016;2(1):112-20

Tendo hasarları ile sık karşılaşılır ve bunlar yarış, spor ve eğlence atlarında yüksek bir morbiditeden sorumludur.¹⁻³ Tendo hasarları akut veya kronik olabilir ve içten veya dıştan gelen faktörlerin tek başına veya kombinasyon halinde etkileriyle oluşurlar. Akut travmada dıştan gelen faktörler baskındır; buna karşın kronik tendo hasarında içten gelen ve dıştan gelen faktörler arasında yakın bir etkileşim vardır ve liflerin hizalanması gibi içsel faktörler ve biyomekanik kuşurlar önemli bir yapıcı rol oynar. Hasta sahiplerinin sık sık tendo hasarının “spontan” ve görünen bir neden olmaksızın şekillendiğini dile getirmeleri gerçeğine rağmen, çoğu tendo hasarı kronik, fazla yüklenmeden ileri gelir ve tendo dejenerasyonu ile ilişkilidir.⁴ Tendo lezyonlarının sadece çok azı tek bir travmatik olay ile şekillenir. Bazı çalışmalar açıkça tendo hasarlarının prevalansının atın yaşı, ağırlığı, cinsiyeti ve tecrübesi gibi belli faktörlerle ilişkili olduğunu ortaya koymuşlardır.^{3,5,6} Burada 5 yaşın üzerindeki erkek yarış atları sakatlanma için daha yüksek risk taşımaktadır.³

Tendinitis (*itis* eki alan kelimenin yangısı anlamına gelir) veya tendinozis (*ozis* eki alan kelimenin dejenerasyonu anlamına gelir) terimlerinden farklı olarak, tendopati bu klinik durumu tarif eden en iyi genel terimdir. Sıklıkla tendo matriks dejenerasyonu ile birlikte olan subklinik değişimler, hasarın klinik olarak görülebilir olmasından çok önce belirir.⁴ Bu değişimler yaş ile ilgili olup, ekzersiz ile hızlandırılır.⁷ Bedenen formda olmama veya müsküler inkoordinasyon, yorgunluk ve kötü konformasyon tendoda aşırı biyomekanik stres oluşturabilir ve bununla matriks dejenerasyonunu hızlandırabilir.^{7,8} Bazı yazarlar aynı zamanda (kenterde tendonun merkezinde 45°C'ye ulaşan) tendo hipertermisini de, sellüler metabolizmayı bozan ve matriks dejenerasyonunu indükleyen, tekrarlayan bir faktör olarak hatırlatmaktadır.^{7,9,10}

TENDO HASARLARININ TANISI VE YÖNETİMİ KONUSUNDA GÖRÜNTÜLEMENİN ROLÜ

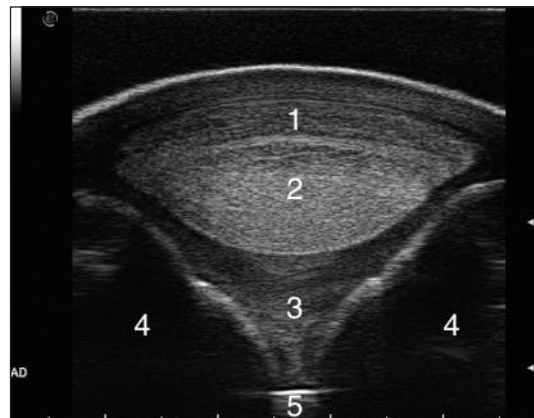
Klasik olarak tendopatideki ağrı yangıya dayandırılmaktadır. Ancak insanlardaki kronik ağırlı aşıl ve patellar tendolarda histolojik muayenede yangıya işaret eden herhangi bir kanıta rastlanmamıştır ve manyetik rezonans görüntüleme veya ultrasonografik (US) muayenede tespit edilen çok sayıda intratendinöz lezyonu olan tendoların ağırlı olmadığı bildirilmiştir.¹¹ Ağrının mekanik ve biyokimyasal faktörlerin bir kombinasyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Genelde görüntüleme tekniklerinin, semptomların ortaya çıkışı ve hastanın, iyi bir fonksiyonel iyileşme göstermesine rağmen kalıcı olan bazı görüntüleme anormalliklerinin klinik bulgularla ilişkisi konusunda zayıf bir belirleyicilik değerine sahip olduğu anlaşılmıştır.¹¹ Atlarda bazı tendo lezyonlarının yangısal olmayan doğası m. flexor digitalis profundus tendonun digital kısmı için ortaya konmuştur ve proksimal m. interosseus medius lezyonlarında klinik bulguların muhakkak ultrasonografik anormalliklerle ilişkili olması zorunluluğunun olmadığı gösterilmiştir.^{a,12} Tendopatinin çok erken belirtileri ile ultrasonografik anormalliklerin ilişkilendirilmesi güç olabilir, çünkü bir lezyonun azami ultrasonografik boyutu sıklıkla klinik belirtilerin ortaya çıkmasından 5-7 gün sonra ortaya çıkar.¹³ Yukarıdaki bulgular bize ne ağrı klinik bulgusunun, ne de değişime uğramış tendo yapısının görüntüleme bulgusunun, iyileşme için tek başına iyi bir gösterge olmadığını hatırlatmalıdır. Atların tendopatile-

rinde görüntülemenin rolü her şeyden önce diagnostik oluşudur ve tendo hasarlarının sonuçlarının gözlenmesinin sınırlarının olduğunu kabul etmek önemlidir. Sonra, tendoların görüntülenmesi yapıldığında, her zaman tam bir klinik muayene yapılması ve görüntülemenin klinik muayeneye ilave olarak kullanılması esastır.¹⁴

NORMAL TENDOLAR VE ULTRASONOGRAFİK GÖRÜNÜMLERİ

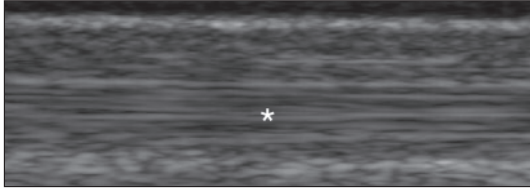
Tendolar destekleyici bir matriks ile birlikte lineer kollajen fibrillerinden ibarettir. Kollajen molekülleri son derece organize durumdadır. Başlangıçta küçük mikrofibriller, fibriller halinde gruplanmış olup, bunlar sonra lifleri oluştururlar. Lif grupları yumuşak bir paratenon tarafından sarılan fasikülleri şekillendirir. Lifler, tendo ile ona ait kasın orijini ve kemiğe yapışma yeri arasındaki etkileşimin oluşturduğu güçlere özgü yönde dizilmiştir.¹⁵ Tendonun matriksi proteoglikan, glukozaminoglikan ve bazı yapısal molekül çeşitlerinden oluşmuştur. Eksternal kompresyona daha fazla maruz kalan bazı bölgelerde, örneğin topuk eklemine palmar/plantar yüzlerinde, tendo matriksinde daha fazla fibrokartilaginöz içerik mevcuttur. Tendonun kan ile beslenmesi çoğunlukla kasının orijin noktasından ve kemiksel yapışma yerinden köken alır. İlave olarak bazı damarlar ligamentum accessorium'lar, paratenon ve mezotenon yapışma yerleri üzerinden tendoya katılır.

Çok iyi organize olmuş tendo demetlerini düşünecek olursak, interfasiküler sınır yüzleri üzerinde ultrasonun yansıması sebebiyle tendonun normal ultra-



RESİM 1: Metacarpophalangeal eklemnin palmar yüzünden alınan transversal kesiti ultrasonografik görünümü: 1. M. flexor digitorum superficialis; 2. M. flexor digitorum profundus; 3. Ligamentum intersesamoideum; 4. Ossa sesamoideales proximales; 5. Metakarpal kondilusa ait crista sagittalis. Ultrasonografide tendolar ekojenik intratendinöz dokular tarafından separe edilmiş, hipoeoik kollajen lif demetleri şeklinde görünür ve bu ona transversal kesitte noktalı bir görünüm kazandırır.

^a Rabba S, Verwilghen D, Bolen G, Giommi D, Busoni V. Follow-up ultrasonographic examination of proximal suspensory desmopathies - a review 28 cases Proceedings EVDI annual meeting, Svolvær, Norway, 2008.

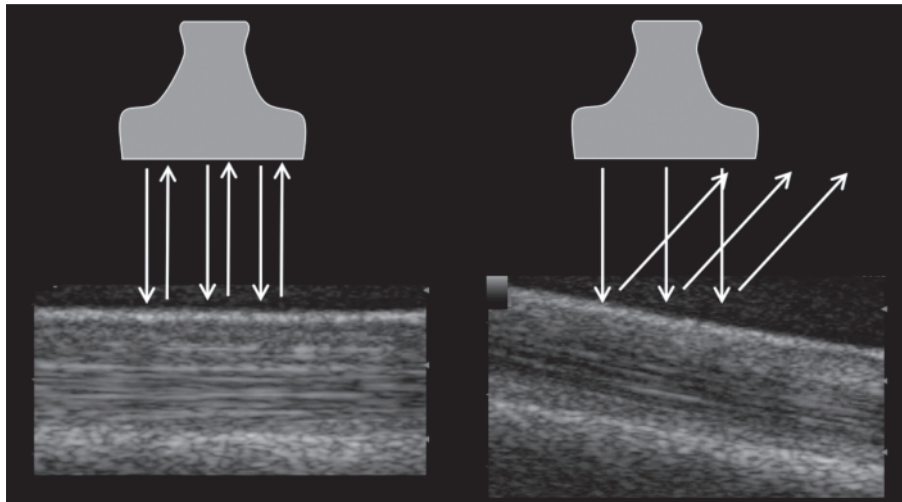


RESİM 2: Ultrasonografide tendolar longitudinal kesitlerde uzun, paralel, longitudinal ekolar tarafında oluşturulan, fibriller bir içyapı gösterir.

sonografik görünümü hem transversal (Resim 1), hem longitudinal (Resim 2) kesitlerde düzenli fibriller bir eko deseni ile karakterizedir. Normal tendo dokusunun ultrasonografik görüntüleri ekojenik intratendinöz doku tarafından separe edilen, nispeten hipoekoik kollajen demetlerinden ibarettir (Resim 1, 2).¹⁶ Bununla birlikte, tendo kesit düzleminden bağımsız olarak, ultrason demeti tendo liflerine ancak dik geldiği takdirde tendo kesiti ekojenik görünür. Esasen tendoların lineer konfigürasyonu *anizotropi* olarak adlandırılan ve insonasyon açısı 90° dereceden farklı olduğunda tendoları hatalı olarak hipoekoik gösteren bir artefaktan sorumludur (Resim 3).¹⁶ Bu durum proba dikkatli, kontrollü olarak onun kaybolmasını sağlayan hareketler yapılarak, patolojiden ayırt edilebilir. Belli durumlarda anizotropi faydalı olabilir ve izoekoik skarları belirginleştirmek için (çok hafif bir açıyla normal tendo dokusu hipoekoik görünürken, skar dokusu ekojenik kalır) veya m. interosseus medius'un anatomisini netleştirmek için (çünkü onun müsküler ve yağ demetleri anizotropik özelliklere sahip değildir) kullanılabilir.¹⁷ Ultrason demetinin geçişini kolaylaştırmak için tüyleri kırılmış (tercihen 40 No. bıçak ile tıraşlı) bir ekstremité ve ıslak bir cilt üzerinde

(ekstremitéyi ılık ve sabunlu suyla yıkayın) ultrasonografik muayeneyi yapın. Ultrason jeli de kullanılmalıdır. Tendonun “sert yüzeyi” ile prob arasında daha iyi bir temas sağlamak için yük verilmiş ekstremitenin (tendonlar gergin iken) çoğu bölgesinin görüntülenmesi için bir ara yastık kullanılır. Atların tendolarının çoğu yüzlek olarak lokalize olduğundan, onlar rutin olarak nispeten yüksek frekanslı (7,5 MHz) problarla değerlendirilir. Daha yüksek frekanslı (10-13 MHz) problar metakarpal bölgedeki m. flexor digitalis superficialis tendosu gibi çoğu yüzlek yapılar için uygundur, fakat bunların m. interosseus medius'un orijin yeri gibi daha derin yapıların doğru bir şekilde görüntülenmesi için derinlik penetrasyonu eksik olabilir. Multifrekans problar idealdir, ama bunların da merkezi frekansı 8 MHz'den yüksek olmalıdır. Mikrokonveks prob gerektiren bukağılığın en distal yeri hariç, ultrasonografik muayenede bir lineer prob adapte edilmelidir.

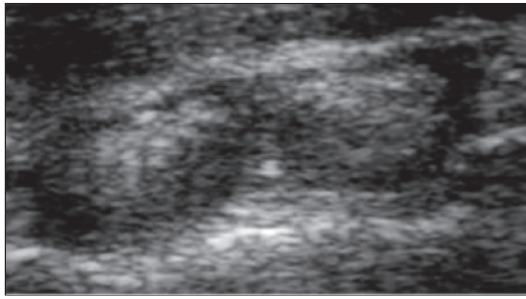
Ultrasonografik muayeneye daima at ekstremitéye yük verirken başlanmalıdır. *Manica flexoria* bölgesi, m. interosseus medius tendosunun orijin yeri, m. flexor digitalis profundus tendosunun distal kısmı gibi bazı bölgeler fleksiyondaki ekstremité üzerinden de muayene edilir (Resim 4). Tendonun kaymasını ve karşılıklı hareketini değerlendirmek ve adezyona ilişkin bir bulgu görmek için dinamik bir muayene ilave edilebilir. Bu, topuk ekleminin palmar/plantar bölgesinde flexor tendo kılıfı içerisinde tendinöz veya peritendinöz anormallik şüphesi veya varlığı söz konusu ise, rutin olarak yapılmaktadır. Tendonun insonasyon açısının 90°'nin altında olduğu bir ultrasonografik görüntüsünden ibaret olan “anizotropik görüntü”, her türlü iyileşmiş lezyonu or-



RESİM 3: Anizotropi: normal tendo, ultrason demeti liflerine dik geldiğinde (solda) ekojenik iken, ultrason dalgalarının açısı 90°'den farklı olduğunda (sağda) ise hipoekoik görünür.



RESİM 4: Manica flexoria'nın bulunduğu bölgenin değerlendirilmesi için kaldırılmış ekstremitede topuk ekleminin palmar yüzünün ultrasonografik muayenesi.



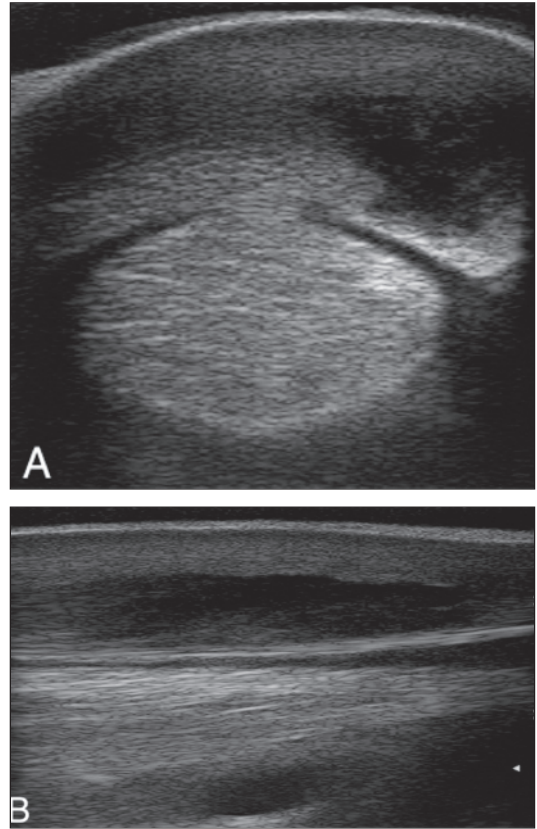
RESİM 5: 90°'den daha küçük bir açı ile kaldırılmış ekstremiteden alınan transversal kesitteki ultrason görüntüsünün büyütülmüş hali: her lobun merkezî yağlı bileşeni ekojenik kalırken, onu çevreleyen tendinöz bölümü anizotropi nedeniyle hipoeoik olur.

taya çıkarmak için bütün transversal kesit seviyelerinde alınmalıdır. Bu, ayrıca proksimal m. interosseus medius tendosunda olduğu gibi müsküler ve yağlı bileşenleri olan tendo ve ligamentlerin değerlendirilmesinde özellikle kullanılır.¹⁷ M. interosseus medius tendosunun proksimal bölümünde tendo dik olmayan bir açıyla gelen ultrason demetiyle görüntülendiğinde tendo lifleri hipoeoik hale gelecektir, buna karşın yağlı bileşenler ekojenik kalmaktadır (Resim 5). Bu teknik proksimal m. interosseus medius tendosunun tendinöz kısımlarını non-tendinöz kısımlarından ayırt etmede ve onların ortak dağılımını araştırmada yardımcıdır. Gelecekte yapılacak bir başvuru için ultrasonografik bulguların lokalizasyonu ile birlikte, özel açıklamalarla, titiz bir kayıt tutulmalıdır.

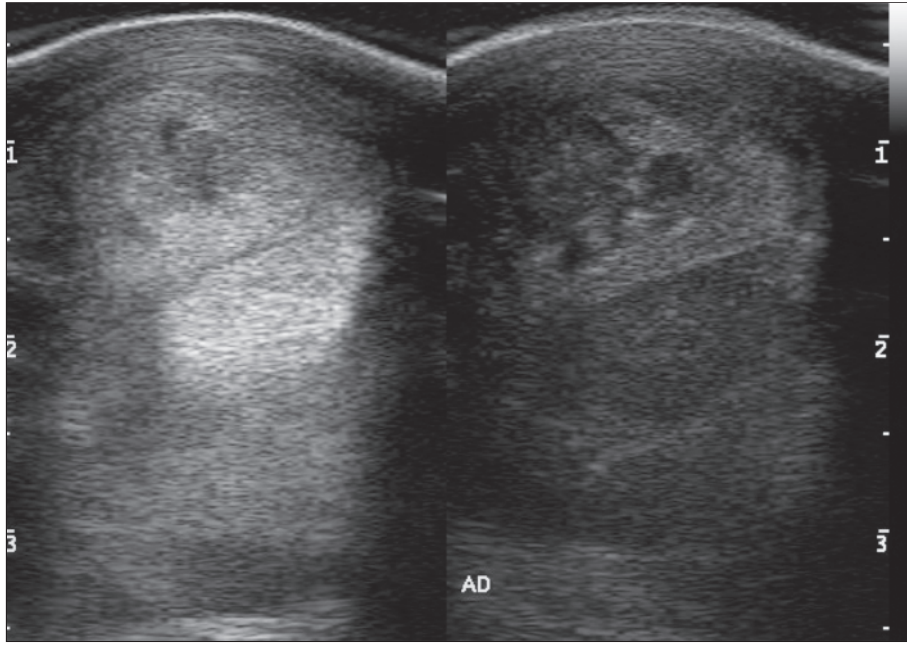
TENDO LEZYONLARININ ULTRASONOGRAFİK GÖRÜNÜMÜ

Hasarlı tendo ultrasonografik görüntülerde normal ekojenik fibriler desenini kaybetmiş, kalınlaşmış ve hipoeoik görünecektir (Resim 6).¹⁸ Tendo dokusunun

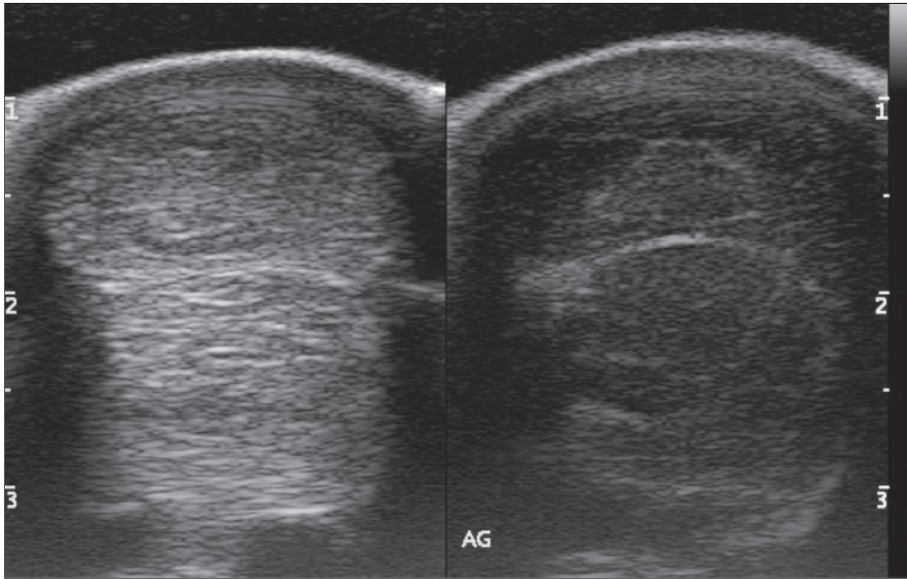
düzeninin bozulması, ekojenitesini fokal, diffuz veya heterojen olarak kaybetmesine yol açacaktır. Çoğu zaman şekli değişir ve kalınlaşma nedeniyle kenarları konveks hale gelecektir. Ekojenite lezyonun yaşını yansıtmayacaktır, çünkü akut kroniğe kadar her safhada hipoeoikten anekoike kadar değişen lezyonlar görülebilir ve bunlar özellikle bir histolojik doku tipi ile ilişkili değildir (Resim 7).^{18,19} Hiperekoik lezyonlar tendoların “anizotropik görüntülerinde” fark edilir ve bunlar skar dokusunu temsil eder (Resim 8). Eğer etkilenmiş bölge bir eklemin seviyesinde ise, tendo ile ilişkili tendovagininin veya bursanın da, efüzyonun derecesi ve sinovial membranın kalınlaşması yönüyle dikkatle incelenmesi gerekir. Tendoların yapışma yerlerini kapsayan lezyonlar da görülebilir ve bunlar çoğunlukla zorlamayla oluşur. Bu entezyopatiler kronikleşirse, ultrasonografi kemiksel etkilenimi hiperekoik kemik yüzeyinde pürüzleşme ve kalınlaşma şeklinde gösterebilir. Tendo lezyonlarında Power veya Renkli Doppler görüntüleme, kronik lezyonlardaki veya iyileşme sırasındaki neovaskülarizasyona bağlı hiperemiye ortaya koyabilir (Resim 9). Dejenere



RESİM 6: Hasarlı m. flexor digitalis superficialis tendonunun metakarpal bölgesi (Resim 6A: transversal kesit; Resim 6B: longitudinal kesit). Tendonun lateral kesimi kalınlaşmış ve çok geniş, hipoeoik bir bölge içermektedir. Longitudinal kesitte lezyonun içinde fibriler dokunun kaybı dikkati çekmektedir.



RESİM 7: Bir atlı dayanıklılık atının metakarpal bölgesinin transversal ultrasonografik kesitleri (sol tarafta dik görüntü ve sağ tarafta anizotropik görüntü): m. flexor digitalis superficialis tendosu kalınlaşmış ve birkaç hipo- / anekoik bölge göstermektedir. Bu atın ilk lezyonu 7 ay önce oluşmuş. Tendonun etkilenmiş kısmının heterojenitesi kronik bir olayı düşündürmektedir.



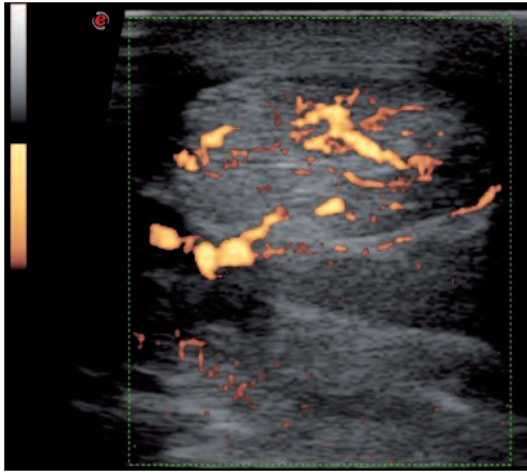
RESİM 8: Orta metakarpal bölgede tendonun transversal kesitinin büyütülmüş görünümü (solda dik görünüm ve sağda anizotropik görünüm): m. flexor digitalis superficialis tendosu kalınlaşmış ve ortasında eski bir hasara bağlı şekillenmiş, izoekoik bir nedbe görülmektedir.

olmuş tendoda neovaskülarizasyonun varlığı ağrının sebebi olarak düşünülmüştür, ancak semptomatik olarak ağırlı tendolarda Doppler sinyali bulunmayabilir.^b

^b Rabba S, Grulke S, Verwilghen D, Bolen G, Busoni V. B-mode and power Doppler ultrasonography of the suspensory ligament branches in sport horses. Proceedings IVRA & EVDI Meeting, Bursa, Turkey, 2012

ULTRASONOGRAFİNİN EN İYİ KULLANIMI İÇİN: İLK MUAYENEDE ULTRASON KAYDI VE ULTRASONOGRAFİK TAKİP MUAYENESİ

İyileşme fazı sırasındaki takip muayeneleri için lezyonun ilk ultrasonografik halinin detaylı olarak kaydedilmesi zorunludur. Lezyon oluşuktan sonraki ilk hafta içerisinde aşağıdaki listede bulunan lezyon özellikleri belgelenmelidir. Sakatlanmadan bir gün sonra alınan görüntüler lez-



RESİM 9: Kaldırılmış bir ekstremitede m. flexor digitalis superficialis tendosunun proksimal metakarpal bölgesinden alınan transversal kesiti. At 3 hafta evvel sakatlanmış. Yüksek bir Power Doppler sinyalinden anlaşılacağı üzere tendoda bariz bir hipervaskülarite mevcuttur.

yonun tam boyutlarını ortaya koymada ve bunu bir prognoz ile ilişkilendirmede sıklıkla verimsizdir, çünkü nüve lezyonların sakatlanmadan sonraki ilk birkaç gün içerisinde ilerledikleri tespit edilmiştir. Bu nedenle birkaç gün sonra ikinci bir değerlendirme zorunludur:

1. Etkilenmiş tendo, topografi (lezyonun anatomik bölgesi),
2. Lezyonun kapsamı (anormal ve normal tendo dokusunun uzunluğu, çapı ve görece boyutu),
3. Tendo içerisinde lezyonun sınırları, şekli ve pozisyonu,
4. Ekojenite (normal tendoya göre lezyon anekoik, hipoeoik, normoeoik veya hiperekoik ve lezyon homojen veya heterojen ekojenitede),
5. İç yapı (görülebilir olmayan lif alanı, hipoeoik kısa (kısa ekolar) lifler, normoeoik kısa lifler, yoğun normo veya hiperekoik lifler).

Bu ultrason kaydı sadece lezyonun tam olarak değerlendirilmesi için gerekli değil, aynı zamanda atın tekrardan fiziksel aktiviteye döneceği dönemlerde yapılacak olan ultrasonografik takip muayenelerinin karşılaştırılması için bir referans durumu oluşturur. Esasen sağaltımı optimize etmek için ultrasonografik takibin, klinik takip muayeneleriyle birlikte yapılması çok önemlidir. Bununla birlikte, ultrasonografik iyileşme histolojik ve fonksiyonel iyileşme ile eşdeğer olmayabileceği ve tersi durum unutulmamalıdır.²⁰⁻²² Örneğin, yapılan bir çalışmada sakatlanmadan 6 ay sonra yapılan ultrasonografik muayenede tendonun görünümü normal olmasına rağmen,

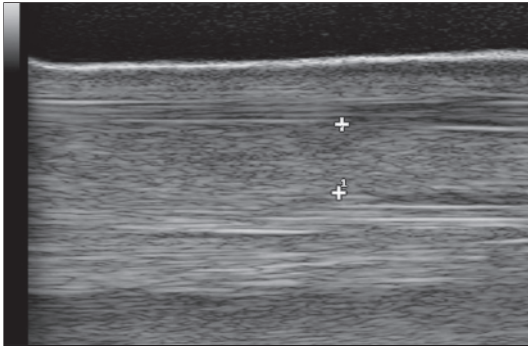
14 ay sonra dahi histolojik iyileşme belirtilerine rastlandığı bildirilmiştir.²⁰ İstirahat süresinin uzunluğunu ve çalışmaya tedrici olarak dönmek üzere kontrollü ekzersiz programını planlamak için klinik ve fonksiyonel parametrelerle birlikte iyileşme takibi ve prognozu etkileyebilecek lezyon özellikleri ve ultrason parametreleri dikkate alınmalıdır. Etkilenen yapıdan bağımsız olarak, sağaltıma başladıktan 4 ay sonraki liflerin dizilişi, klinik gelişme için bir pozitif prediktif parametre olarak kabul edilir.⁴ Görüldüğü kadarıyla lezyonun boyutu ve özellikle geri kalan normal dokunun miktarı, iyileşmiş tendonun nihai mekanik özelliklerini koşullandırır ve bununla hastanın akıbetine, nüks etme riski dahil, etki eder. Ekojenitenin homojenitesi prognozu fazlasıyla etkiler, yani lezyonun daha heterojen görünümü, daha düşük bir iyileşme potansiyeline meyilli, kronik bir lezyona işaret eder. Bunun ötesinde, lezyonun yerleşimi iyileşmeyi etkiler, diğer bir deyişle, eklemlere yakın lokalize olan lezyonlarla karşılaştırıldığında, eklemlerden daha uzakta bulunan lezyonların tam bir iyileşme gösterme şansı daha yüksektir. Bu muhtemelen eklem bölgelerinde, boks istirahati dahi olsa, uygun bir immobilizasyonun sağlanmasındaki güçlük ile ilgilidir. Son olarak, ultrasonografik muayenede kemiksel düzensizlikler ve/veya radyografik muayenede artmış kemik opasitesi şeklinde görünen entezislerin varlığı, prognozun daha kötü olmasına neden olur.⁶

Etkilenen yapı düşünüldüğünde, yine farklar vardır. İyi bir uygulama ile m. flexor digitalis superficialis ve onun (proksimal) ligamentum accessorium'u tamamen veya tamamen yakın, ilk ekojenitesini geri kazanır ve sadece iç mimarisinde (uzunlamasına kesitlerde daha kısa ekolar şeklinde) bir fark görülebilir kalır (Resim 10).^{18,23} Buna karşılık, m. interosseus medius tendosundaki lezyonlar, çok akut dal lezyonları hariç ve özellikle proksimal desmopatiler, zamanla atta klinik gelişme şekillendiği halde, fazla ekojenite değişikliği göstermez (Resim 11). Aynı şekilde m. flexor digitalis profundus hasarları da m. flexor digitalis superficialis tendo lezyonlarıyla karşılaştırıldığında ya daha az, hatta hiçbir gelişme göstermemeye meyillidir (Resim 12).²⁴

Doğru bir ultrasonografik takip muayenesi için en azından şu ultrasonografik muayenelerin yapılması önerilmektedir:

1. Travmatik olaydan sonraki ilk hafta sırasında tam bir detaylı ultrasonografik muayene.

⁶ Busoni V. Imaging the equine tendons. Proceedings Hippos Canifelis, Bruxelles, Belgium, 2011.



RESİM 10: Eski bir nüve lezyonu bulunan m. flexor digitalis superficialis tendosunun metakarpal bölgesinden alınan longitudinal kesitlerinin büyütülmüş görünümü. Eski nüve lezyon (kurzörlerin arasında) görece ekojenik görünümde (normal tendoya göre izoeoik), fakat iç yapısı tendonun normal (uzun ekolarla birlikte lineer fibriler içyapı), periferik kısımlarına göre daha kısa ekolar içermektedir.

2. Boks istirahatinden sonra, herhangi bir eksersize başlamadan önce (eğer at kesin bir boks istirahatinde kalmış ise) bir ultrasonografik kontrol muayenesi.

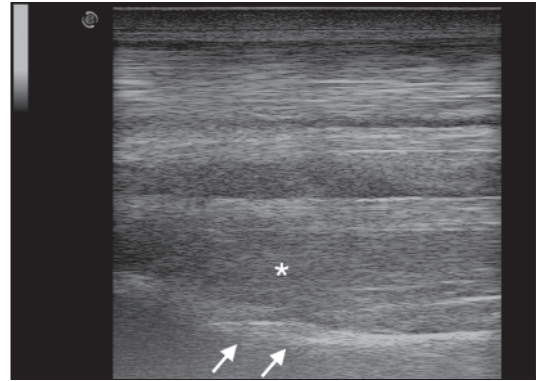
3. Hasarın derecesi, ön görülen sağaltım, atın ekonomik değeri ve hasta sahibinin güvenirliliği baz alınarak her 4-8 haftada bir, eksersizin bir kademe arttırılmasından önce ultrasonografik kontrol.

4. Sakatlanmış yapının artan stres ile baş etme yetisini değerlendirmek için aktivitenin arttırılmasından bir kaç gün sonra da bir muayenenin yapılması ideal olur.

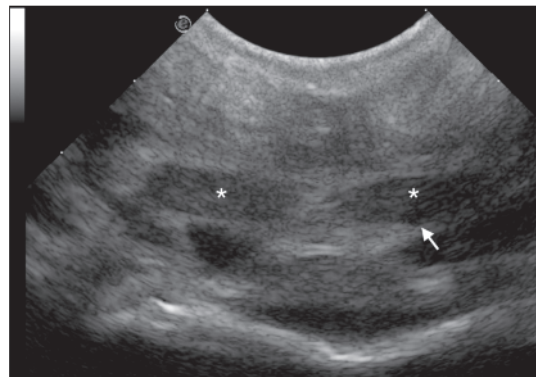
Klinik ve ultrasonografik muayene birlikte yapılmalıdır.¹⁴ Klinik durumda herhangi bir zamanda bir kötüleşme olursa, ultrasonografik muayene gereklidir ve ultrasonda herhangi bir kötüleşme olursa (yeni bir lezyon oluşumu veya ilk lezyonun kötüleşmesi), o zaman fiziksel aktivitenin adapte edilmesi zorunludur. Ultrasonda olumlu bir gelişme veya stabil bir görüntü, ikisi de klinik gelişmenin ışığı altında görülmelidir, çünkü klinik iyileşme ultrasonografik iyileşmeden önde gelebilir ya da tersi, bu da esasen etkilenen yapı, ilk sakatlanmayı takip eden zaman çerçevesi ve başlanmış sağaltımın tipine bağlıdır. Sağaltım yöntemini düşünecek olursak, aynı sağaltımlar, örneğin şok dalgası gibi matriksi ve kolajen yapıyı parçalayarak kronik lezyonları tekrar reaktif eder, iyileşme olaylarını reaktif eder, ama gerçekte lezyonun ultrasonografik yorumlamasını kötüleştirir. Diğer yandan, iyileşmenin ilk fazında kök hücre veya trombosit zengin plazma enjeksiyonları gibi biyolojik sağaltımlar ultrasonografik olarak lezyonu hızla doldurur ve yanlışlıkla hızlı bir iyileşme izlenimi uyandırır. Ultrason görüntüsü iyi görünür, fakat tendo klinik olarak artan çalışmaya müsaade edecek, yeterli güce sahip olmayabilir.

TENDO ONARIMI VE TENDOLARIN DEĞİŞİK İYİLEŞME SAFHALARINDAKİ ULTRASONOGRAFİK GÖRÜNÜMLERİ

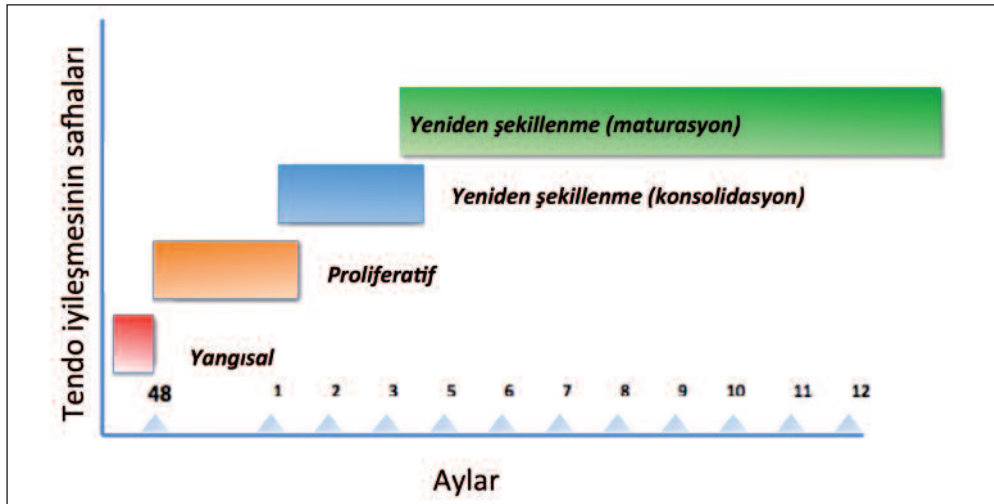
Tendo onarımı, belirli bir başı ve sonu olmayan, üç kısmen kesişen safhadan meydana gelir (Resim 13).^{25,26} Ultrasonografik muayenede etkilenen tendoya bağlı olarak lezyonun gelişimi farklı olabilir ve bundan sonra takip edecek ultrasonografik görünümünün tarifi, iyileşmenin safhası ile ilişkili olarak daha çok m. flexor digitalis superficialis tendosunun lezyonlarıyla benzeşmektedir. Bununla birlikte, yeniden şekillenmeye rağmen ve hangi tendonun etkilendiğinden, ultrasonografik olarak nasıl bir gelişme gösterdiğinden bağımsız olarak, iyileşme olaylarının sonunda iyileşmiş tendo dokusunun biyokimyasal ve mekanik özellikleri hiçbir zaman normal tendo dokusundakine benzemez.²⁷



RESİM 11: M. interosseus medius tendosunda desmopati ve entezyopatisi olan bir atta arka m. interosseus medius'un orijin aldığı bölgeden alınan longitudinal kesit. Bu görüntü tanı konduktan 4 ay sonra yapılan kontrol muayenesinde alındı. At istirahat ve şok dalga terapisi ile sağaltılmış ve görüntü alındığında topallık göstermiyordu. M. interosseus medius'un merkezi ve derin kısımları hala hipoekoik (yıldız). Hiperekoik kemik yüzeyinin kontürü entezyopatisi nedeniyle düzensizdir (oklar).



RESİM 12: Mikrokonveks prob kullanarak distal, palmar bukağılıkta yumuşak ökçeler üzerinden alınan transversal ultrason görüntüsü. M. flexor digitalis profundus tendosunun lobları yıldız ile işaretlenmiştir. Lateral lobun dorsal kenarında küçük hipoekoik bir lezyon bulunmaktadır (ok). Bu lezyon birkaç ay evvel fark edilmiş, ancak ilk ultrasonografik muayeneden beri herhangi bir değişiklik olmamış.



RESİM 13: Tendo iyileşme olayı, kısmen örtüşen 3 safhada gerçekleşmektedir.

İlk faz, sakatlanma bölgesinde fibriler ruptur şekillendiği zaman başlar. İlk sakatlanmada hipoejoenite ve lezyonun boyutu ilk olaydan itibaren ilk 24-48h sonrasında kadar, yapısal harabiyetin devam etmesi nedeniyle, artış gösterebilir. Hasar bölgesi ilerleyici bir şekilde endotendinöz kapillar rupturlar ve eritrosit ve yeni hücrelerinin girişiyle birlikte hematoma oluşum nedeniyle kan ile dolar.²⁸ Sonra nekrotik materyalin fagositozu şekillenir ve vazoaktif ve kemotaktik faktörler serbest bırakılır. Vasküler permeabilite artar, angiogenesis başlar, tenosit proliferasyonu stimüle edilir ve daha fazla yeni hücresi mobilize olur. Bu safha yeni safhasıdır ve azalan mekanik özelliklerinden dolayı tendonun güçsüzleşmesiyle karakterizedir. Ultrasonografide tendo lezyonu anekoikten hipoejoike kadar değişir ve fibriler içyapısını kaybeder.⁴ Sonra tenositler adım adım hasar bölgesine doğru göç eder ve tip-III kollajen sentezi başlatılmış olur.²⁹ Sonra proliferatif faz başlar. Hücresel proliferasyon ilk olaydan sonraki 2-4 haftada asgari seviyesine ulaşır.^{30,31} Su içeriği ve glukozaminglikan konsantrasyonları bu safhada yüksek kalır.²⁹ 3-5 hafta içerisinde ultrasonda hipoejoik alanlar oluşturan ve zamanla progresif olarak artan bir ejoenite gösteren, daha düşük mekanik özelliklere sahip, immatür bir nedbe dokusu şekillenir.⁴ Bu fibrovasküler doku immatür kollajenden yapılmıştır, çoğunlukla tip III, ve ilk hasardan yaklaşık 8 hafta sonrasına kadar orada kalır.^{20,28,30,31} Ancak proliferasyon ve onarım fazının tümü sakatlanmadan sonraki ilk 2 haftadan itibaren 4 ay sonrasına kadar sürebilir. Sonra azalan sellülerite ve azalan kollajen ve glukozaminglikan sen-

tezi ile yeniden şekillenme fazı başlar. Bu yeniden şekillenme fazı konsolidasyon ve maturasyon fazı şeklinde ikiye ayrılabilir.³² Konsolidasyon fazında onarım dokusu sellülerden fibröz doğru değişir. Tenosit metabolizması bu süreçte yüksek kalır ve tenositler ve kollajen iplikler stresin olduğu yönde dizilim gösterirler. Daha yüksek oranda tip I kollajen sentezlenir ve maturasyon dönemi yaklaşık 6 ay sürer, hatta 1 yıla kadar uzayabilir.^{25,30,31} Bu aşamada doku ilerleyici bir şekilde gittikçe daha ejojenik olur.⁶ Başlangıçtaki karmaşık dizilimli kollajen liflerinin yerini, tendo gerilim altındayken, progresif olarak daha iyi organize olmuş, paralel dizilmiş fibriller alır ve bir yıllık bir süreç içerisinde fibröz dokudan nedbe benzeri bir tendo dokusuna doğru tedrici bir geçiş olmaktadır.²⁰ Bu safhanın ikinci yarısında tenosit metabolizması ve tendo vaskülaritesi azalır. Onarım olayı o zaman birkaç ay sürer ve tendonun optimal mekanik direnç kazanabilmesi için uzun bir yeniden düzenlenme periyoduna ihtiyaç vardır, ancak orijinal, normal güç ve esneklik seviyesine hiçbir zaman tam olarak ulaşamayacaktır.^{8,25} Tendo iyileşmesi epitenon ve endotenon tenositlerinin proliferasyonu ile, içsel olarak şekillenebileceği gibi, onu çevreleyen tendo kılıfı ve synovium kaynaklı hücrelerin istilasıyla dışsal olarak da gerçekleşebilir.^{33,34} Değişik hücre tiplerinin görece katkısı travmanın tipine, lezyonun tipine, anatomik yerleşimine, sinoviyal kılıfın varlığına ve onarım başladıktan sonra hareketin başlatıldığı stresin miktarına göre değişir.³⁵ Değişik hücreler kollajen miktarı ve glukozaminglikan üretimi ile proliferasyonun hızı açısından da farklılık gösterir.³⁶⁻³⁷ Genel olarak içsel iyileşme, onarım tamamlandıktan sonra daha iyi biyomekanik özelliklerle ve tendo kılıfı içerisinde normal kayma mekanizmasının korunma şansının daha yüksek

⁴Ross MW. Surgical management of Superficial Digital Flexor Tendinitis. Proceedings 43rd AAEP Annual Convention, Phoenix, Arizona, USA, 1997.

olmasıyla birlikte, daha az komplikasyonla sonuçlanır.³⁵ Dışsal iyileşmede nedbe dokusu adezyon oluşumu ile sonuçlanabilir ve bu tendonun kaymasını engeller.

SONUÇ – “TAKE HOME” MESAJI

Ultrasonografi atlardaki tendopatilerin tanısı için, bazı anatomik bölgelerde (m. interosseus medius'un proksimal kısımları, m. flexor digitalis profundus tendosunun digital kısmı) uygulanması ve yorumlanması daha güç olmakla birlikte, çok uygundur.

Görüntülemenin tendo hasarlarının sonuçlarının takibinde sınırları vardır, çünkü atlar iyi bir fonksiyonel iyileşme göstermelerine rağmen, görüntülemeye anormallikler kalıcı olabileceği gibi tersine, iyileşme sırasında görece ekoik tendolar kendi mekanik özelliklerini tam olarak geri kazanamamış olabilir.

Tendo görüntülemesi yapıldığı her zaman tam bir klinik muayenenin de yapılması vazgeçilmezdir ve rehabilitasyon programı ve çalışmaya geri dönüş planlanması sadece tek başına ultrasonografik muayeneye dayandırılmamalıdır.

KAYNAKLAR

- Hu AJ, Bramlage LR. Racing performance of Thoroughbreds with superficial digital flexor tendonitis treated with desmotomy of the accessory ligament of the superficial digital flexor tendon: 332 cases (1989-2003). *J Am Vet Med Assoc* 2014;244(12):1441-8.
- Dyson SJ. Medical management of superficial digital flexor tendonitis: a comparative study in 219 horses (1992-2000). *Equine Vet J* 2004 36(5):415-9.
- Kasashima Y, Takahashi T, Smith RK, Goodship AE, Kuwano A, Ueno T, et al. Prevalence of superficial digital flexor tendonitis and suspensory desmitis in Japanese Thoroughbred flat racehorses in 1999. *Equine Vet J* 2004; 36(4):346-50.
- Riley G. The pathogenesis of tendinopathy. A molecular perspective. *Rheumatology* 2004;43(2): 131-42.
- Ely ER, Verheyen KL, Wood JL. Fractures and tendon injuries in National Hunt horses in training in the UK: a pilot study. *Equine Vet J* 2004;36(4):365-7.
- Pinchbeck GL, Clegg PD, Proudman CJ, Stirk A, Morgan KL, French NP. Horse injuries and racing practices in National Hunt racehorses in the UK: the results of a prospective cohort study. *Vet J* 2004;167(1):45-52.
- Dowling BA, Dart AJ, Hodgson DR, Smith RK. Superficial digital flexor tendonitis in the horse. *Equine Vet J* 2000;32(5):369-78.
- Goodship AE, Birch HL, Wilson AM. The pathobiology and repair of tendon and ligament injury. *Vet Clin North Am Equine Pract* 1994;10(2):323-49.
- Wilson AM, Goodship AE. Exercise-induced hyperthermia as a possible mechanism for tendon degeneration. *J Biomech* 1994;27(7): 899-905.
- Birch HL, Wilson AM, Goodship AE. The effect of exercise-induced localised hyperthermia on tendon cell survival. *J Exp Biol* 1997; 200(11):1703-8.
- Khan KM, Cook JL, Bonar F, Harcourt P, Astrom M. Histopathology of common tendinopathies. Update and implications for clinical management. *Sports Med* 1999;27(6): 393-408.
- Busoni V, Heimann M, Trenteseaux J, Snaps F, Dondelinger RF. Magnetic resonance imaging findings in the equine deep digital flexor tendon and distal sesamoid bone in advanced navicular disease—an ex vivo study. *Vet Radiol Ultrasound* 2005;46(4):279-86.
- Davis CS, Smith RK. Diagnosis and management of tendons and ligament disorders. In: Auer JA, Stick JA, eds. *Equine surgery*. Elsevier Saunders: St. Louis, Mo; 2006. p.1086-111.
- Brulhart L. Musculoskeletal ultrasound in the management of tendinopathy. *Rev Med Suisse* 2015;11(465):612-5.
- Towers JD, Russ EV, Golla SK. Biomechanics of tendons and tendon failure. *Semin Musculoskelet Radiol* 2003;7(1):59-65.
- Hodgson RJ, O'Connor PJ, Grainger AJ. Tendon and ligament imaging. *Br J Radiol* 2012;85(1016):1157-72.
- Denoix JM, Coudry V, Jacquet S. Ultrasonographic procedure for a complete examination of the proximal third interosseous muscle (proximal suspensory ligament) in the equine fore limbs. *Equine Vet Educ* 2008; 3:148-53.
- Isoard E, Denoix JM. Etude rétrospective de 118 cas de tendinopathie du fléchisseur superficiel du doigt. *Prat Vét Equine* 1995; 7(4):225-31.
- Denoix JM, Mialot M, Levy I, Lagadic M. Ultrasonography of tendons - Histopathological study of lesions correlated with abnormal ultrasonographic findings in the horse tendons and ligaments. *Recl Med Vet* 1990; 166:45-55.
- Watkins JP, Atkins JP, Auer JA, Gay S, Morgan SJ. Healing of surgically created defects in the equine superficial digital flexor tendon: collagen-type transformation and tissue morphologic reorganization. *Am J Vet Res* 1985; 46(10):2091-6.
- Fulton IC, Maclean AA, Orielly JL, Church S. Superior check ligament desmotomy for treatment of superficial digital flexor tendonitis in thoroughbred and standardbred horses. *Aust Vet J* 1994;71(8):233-5.
- Verwilghen D, Gabriel A, Busoni V, Van Galen G, Grulke S, Serteyn D. Les tendinopathies et desmopathies de la région métacarpienne et -tarsienne: une revue des thérapies actuelles. Première partie : la structure, les lésions du tendon et le diagnostic. *Ann Méd Vét* 2009; 3(153):145-55.
- Denoix JM. Les lésions du tendon fléchisseur superficiel du doigt - Aspect échographiques et cliniques. *Prat Vét Equine* 1995;27:197-215.
- Rabba S, Bolen G, Verwilghen D, Salsiccia A, Busoni V. Ultrasonographic findings in horses with foot pain but without radiographically detectable osseous abnormalities. *Vet Radiol Ultrasound* 2011;52(1):95-102.
- Watkins JP. Tendon and Ligament Biology. In: Auer JA, Stick JA, eds. *Equine surgery*. Philadelphia, London: W.B. Saunders; 1999. P 704-711.
- Voleti PB, Buckley MR, Soslowsky LJ. Tendon healing: repair and regeneration. *Annu Rev Biomed Eng* 2012;14:47-71.
- Sharma P, Maffulli N. Tendon injury and tendinopathy: healing and repair. *J Bone Joint Surg Am* 2005;87(1):187-202.
- Brown MP, Pool RR. Experimental and clinical investigations of the use of carbon fiber sutures in equine tendon repair. *J Am Vet Med Assoc* 1983;182(9):956-66.
- Oakes BW. Tissue healing and repair: tendons and ligaments. In: Frontera WR, ed. *Rehabilitation of sports injuries: scientific basis*. Boston: Blackwell Science; 2003. p.56-98.
- Dahlgren LA, Brower-Toland BD, Nixon AJ. Cloning and expression of type III collagen in normal and injured tendons of horses. *Am J Vet Res* 2005;66(2):266-270.
- Dahlgren LA, Mohammed HO, Nixon AJ. Temporal expression of growth factors and matrix molecules in healing tendon lesions. *J Orthop Res* 2005;23(1):84-92.
- Tillman LJ, Chasan NP. Properties of dense connective tissue and wound healing. In: Hertling D, Kessler RM, eds. *Management of common musculo-skeletal disorders: physical therapy principles and methods*. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott; 1996. p.8-21.
- Gelberman RH, Manske PR, Vande Berg JS, Lesker PA, Akeson WH. Flexor tendon repair in vitro: a comparative histologic study of the rabbit, chicken, dog, and monkey. *J Orthop Res* 1984;2(1):39-48.
- Potenza AD. Tendon healing within the flexor digital sheath in the dog. *Am J Orthop* 1962;44-A:49-64.
- Koob TJ. Biomimetic approaches to tendon repair. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol* 2002;133(4):1171-92.
- Klein MB, Pham H, Yalamanchi N, Chang J. Flexor tendon wound healing in vitro: the effect of lactate on tendon cell proliferation and collagen production. *J Hand Surg Am* 2001;26(5):847-54.
- Riederer-Henderson MA, Gauger A, Olson L, Robertson C, Greenlee TK Jr. Attachment and extracellular matrix differences between tendon and synovial fibroblastic cells. *In Vitro* 1983;19(2):127-33.