

T.C
EGE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI



SUPRASPİNATUS TENDİNOPATİLERİNDE KANTİTATİF
SHEAR WAVE ULTRASONOGRAFİK ELASTOGRAFİ İNCELEME

TIPTA UZMANLIK TEZİ

Dr.Ertan HAZAR

TEZ DANIŞMANI

Prof.Dr.Gölgün KAVUKÇU

İZMİR, 2021

T.C
EGE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI



SUPRASPİNATUS TENDİNOPATİLERİNDE KANTİTATİF
SHEAR WAVE ULTRASONOGRAFİK ELASTOGRAFİ İNCELEME

TIPTA UZMANLIK TEZİ

Dr.Ertan HAZAR

TEZ DANIŞMANI

Prof.Dr.Gülgün KAVUKÇU

İZMİR, 2021

ÖNSÖZ

Tez yazım sürecinde ve tıpta uzmanlık eğitimim boyunca güncel literatür bilgileriyle bana yol gösteren, tez planlamasında ve yazım aşamasında desteğini hiçbir zaman esirgemeyen saygıdeğer tez danışman hocam Prof. Dr. Gülgün KAVUKÇU' ya,

Çalışmam sürecinde verdikleri destekten ötürü Uz.Dr.İpek Tamsel, Prof.Dr.Funda Atamaz Çalış, Uz.Dr.Ece Çınar'a,

Tıpta uzmanlık eğitimim boyunca tecrübelerinden faydalandığım ve bana her konuda destek olan danışman hocam Prof.Dr.Süha Süreyya Özbek'e,

Tez yazım sürecinde emeği geçen tüm Radyoloji, Fizik tedavi ve Rehabilitasyon Ana bilim Dalı araştırma görevlisi arkadaşlarıma,

Çalışmamızın istatistiksel sonuçlarının analizindeki katkılarından dolayı Prof.Dr.Timur Köse'ye,

Bana her zaman destek olan aileme ve eşime sonsuz teşekkür ederim...

Dr.Ertan Hazar

İZMİR,2021

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	I-III
ÖZET.....	IV-V
ABSTRACT.....	VI-VII
KISALTMALAR LİSTESİ.....	VIII- IX
TABLolar LİSTESİ.....	X
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	XI
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. OMUZ ANATOMİSİ.....	2
2.1.1. ROTATOR MANŞET TENDONLARI.....	2
2.1.2. DİĞER OMUZ VE OMUZ ÇEVRESİ KAS VE TENDONLAR.....	3-6
2.1.3. QUADRANGÜLER VE TRIANGÜLER BOŞLUK.....	6
2.1.4. BAĞLAR VE LİGAMANLAR.....	6-7
2.1.5. GLENOİD VE LABRUM.....	8
2.1.6. EKLEM KAPSÜLÜ.....	8
2.1.7. HUMERUS VE SKAPULA KEMİKLERİ.....	8-9
2.2. KLİNİK DEĞERLENDİRME.....	9
2.2.1. ÖYKÜ VE ANAMNEZ.....	9
2.2.2. FİZİK MUAYENE.....	10
2.2.3. FİZİK MUAYENEDEN KULLANILAN BAZI TANISAL TESTLER.....	10-13
2.3. SIK GÖRÜLEN BAZI OMUZ PATOLOJİLERİ.....	14-20
2.4. ULTRASONOGRAFİ TEMELİ VE FİZİĞİ.....	20
2.4.1. SES DALGALARININ ÖZELLİKLERİ.....	20-21
2.4.2. SES DALGALARININ DOKU İLE ETKİLEŞİMİ.....	21
2.4.3. TRANSDUSER ÇEŞİTLERİ.....	22

2.4.4. ULTRASONOGRAFİDE GÖRÜNTÜ OLUŞUMU.....	22
2.4.5. ULTRASONOGRAFİDE GÖRÜNTÜ MODLARI.....	23
2.4.6. ULTRASONOGRAFİDE GÖRÜNTÜ KALİTESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER.....	23-24
2.4.7. ULTRASONOGRAFİNİN AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI.....	24-25
2.4.8. ULTRASONOGRAFİDE SIK GÖRÜLEN ARTEFAKTLAR.....	25-26
2.5. RENKLİ DOPPLER ULTRASONOGRAFİ PRENSİPLERİ VE FİZİĞİ.....	26-28
2.6. ULTRASONOGRAFİK ELASTOGRAFİ.....	28
2.6.1. USG ELASTOGRAFİ TEMELİ VE FİZİĞİ.....	28-29
2.6.2. USG ELASTOGRAFİ ÇEŞİTLERİ.....	29
2.6.2.1. YER DEĞİŞTİRME ELASTOGRAFİSİ TEKNİKLERİ.....	30
2.6.2.1.1. DEFORMASYON ELASTOGRAFİSİ.....	30
2.6.2.1.2. ARFİ İLE YER DEĞİŞİKLİĞİ ELASTOGRAFİSİ.....	31
2.6.2.2. TRANSVERSE DALGA HIZ ÖLÇÜM ELASTOGRAFİSİ.....	32
2.6.2.2.1. TRANSİENT ELASTOGRAFİ.....	32
2.6.2.2.2. NOKTASAL SHEAR WAVE HIZ ÖLÇÜM ELASTOGRAFİSİ.....	32-33
2.6.2.2.3. SHEAR WAVE HIZ GÖRÜNTÜLEME ELASTOGRAFİSİ.....	33-34
2.7. KAS İSKELET SİSTEMİNDE B MOD ULTRASONOGRAFİ VE USG ELASTOGRAFİ.....	34
2.7.1. KAS İSKELET SİSTEMİNDE B MOD ULTRASONOGRAFİ.....	34-35
2.7.2. KAS İSKELET SİSTEMİNDE ELASTOGRAFİ.....	35-38
2.8. CONSTANT MURLEY SKORLAMA SİSTEMİ.....	38-39
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	40-41
3.1. İSTATİSTİKSEL ANALİZ.....	41-42
4. BULGULAR.....	43-52
4.1. OLGU ÖRNEKLERİ.....	53-60
5. TARTIŞMA.....	61-68

6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	69
7. KAYNAKLAR.....	
EKLER.....	
Ek 1: Etik kurul onay belgesi.....	
Ek 2: Aydınlatılmış onam formu	
Ek 3: Olgu rapor formu.....	
Ek 4: Benzeşim raporu.....	



ÖZET

SÜPRASPİNATUS TENDİNOPATİLERİNDE SHEAR WAVE ELASTOGRAFİK İNCELEME

GİRİŞ VE AMAÇ

Omuz ekleminde rotator manşet tendinopatileri günlük hayatta ağrı ve hareket kısıtlılığının en sık nedenlerindendir. Bu nedenle görüntüleme erken tanı ve erken tedavi için önemlidir. Gelişen teknoloji ile ultrasonografik elastografi (USE) isimli yöntemde anatomik ve morfolojik özelliklerin yanı sıra sertlik, elastisite ve biyomekanik özelliklere dair kalitatif ve kantitatif veri elde etmek mümkündür. Çalışmamızda B mod USG bulguları ile m/sn cinsinden shear wave elastografik (SWE) hız ölçümleri arası ilişkiyi tespit etmek, ikincil olarak da hız ölçümleri ile constant murley klinik skoru (CMS) arası ilişki ve korelasyonu ortaya koymak amaçlandı.

GEREÇ VE YÖNTEM

Ocak 2019 ile mart 2021 tarihleri arasında tetkik edilmiş, pacs arşivimizde kaydedilmiş B mod omuz USG ve USE görüntüleri ile hasta dosyalarında CMS skoru değerlendirmesi olan toplamda 75 hastada 150 omuz çalışmaya dahil edildi. Bulgular retrospektif değerlendirildi. B mod USG’de dikkat edilen kriterler tendonun ekojenitesi, fibriler yapının homojenliği ve tendon kalınlıkları idi. SWE’de ise ölçümler süpraspınatus tendonlarından crass pozisyonunda, hafif aktif kasılı durumda, manuel olarak tendonun uygun noktalarından ve mümkün olan aynı derinlikte 4-6 adet ROI kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen veriler non parametrik istatistiksel testler ve korelasyon testleri ile SPSS programında değerlendirildi. Çalışmamızda 20-9T/29 numaralı kararı ile onaylı etik kurul onayı ve hastalardan alınmış aydınlatılmış yazılı onam formları mevcuttur.

BULGULAR

150 omuzdan 81'i semptomatik, 69'u asemptomatikti. 81 semptomatik omuzdan 29'unda süpraspınatus patolojisi saptanmadı. Geriye kalan 52 omuzda süpraspınatus tendonlarında tendinozis veya yırtık izlendi. 69 asemptomatik omuzdan 47'sinde süpraspınatus patolojisi izlenmedi. 22 omuzda asemptomatik olmasına rağmen B mod USG'de süpraspınatusta yırtık veya tendinozis izlendi. Semptomatik grupta B mod USG'de tendinozis ve yırtık anlamlı olarak daha yüksek bulundu. Ortanca hız değerleri semptomatik grupta anlamlı düşük bulundu.

Tendinopati varlığında süpraspınatus tendonlarında USE'de shear wave hız değerleri düşmektedir. Klinik ağrı skoru ile shear wave hız değerleri arasında ilişki saptanmamıştır. Yaş ile shear wave hız değerleri arası anlamlı ilişki bulunmadı. Ağrı süresi 12 ay ve üzeri olanlarda hız değerleri daha düşük bulundu. Semptomatik grupta kadınlarda hız değerleri anlamlı düşük saptandı.

SONUÇ

Süpraspınatusta tendinopatilerinde shear wave hız değerleri düşmekte ve tendon yumuşamaktadır. Semptomatik omuzlarda ortanca hız değerleri daha düşük çıkmaktadır. Tendinopatiye yırtık eklendiğinde shear wave hız değerleri anlamlı farklılık göstermemiştir. Süpraspınatus tendinopatilerinde SWE, CMS'e göre tendon durumunu daha iyi göstermektedir. CMS süpraspınatus dışı rotator manşet tendinopatilerinde tendon durumunu göstermede faydalı olabilir. Çalışmamızda SWE, B mod USG'ye yansımayan erken tendinopatik değişikliği net ortaya koyamamıştır. Bu sonuca kontrol gurubu olarak normal kişilerin omuz eklemi yerine, bir tarafı semptomatik hastanın karşı asemptomatik omuzunu kullanmamız etki etmiş olabilir.

ANAHTAR KELİMELELER:

Supraspinatus, rotator manşet, tendinozis, constant murley, shear wave elastografi

ABSTRACT

QUANTITATIVE SHEAR WAVE ELASTOGRAPHIC EXAMINATION IN SUPRASPINATUS TENDINOPATHIES

PURPOSE

Rotator cuff tendinopathies in the shoulder joint are the most common causes of pain and limitation of movement in daily life. Therefore, imaging is important for early diagnosis and early treatment. With the developing technology, it is possible to obtain qualitative and quantitative data on anatomical and morphological properties as well as hardness, elasticity and biomechanical properties in the method called ultrasonographic elastography (USE). It was aimed to determine the relationship and correlation between shear wave velocity measurements with B mode USG and constant Murley clinical shoulder score (CMS).

MATERIALS AND METHODS

A total of 150 shoulders in 75 patients who were examined between January 2019 and March 2021 and had B mode shoulder USG and USE images recorded in our pacs archive and CMS score evaluation in the patient files were included in the study. The findings were evaluated retrospectively. The criteria considered in B mode USG were echogenicity of the tendon, homogeneity of the fibrillar structure and tendon thicknesses. In SWE, the measurements were made from the supraspinatus tendons in the crass position, in the slightly active twitch state, manually from the appropriate points of the tendon and at the same depth as possible, using 4-6 ROIs. The data obtained were non-parametric statistical tests and It was evaluated in the SPSS program with correlation tests. In our study, the approval of the ethics committee with the decision numbered 20-9T/29 and the written informed consent forms obtained from the patients are available.

RESULTS

Out of 150 shoulders, 81 were symptomatic and 69 were asymptomatic. No supraspinatus pathology was detected in 29 of 81 symptomatic shoulders. Tendinosis or tear in the supraspinatus tendons was observed in the remaining 52 shoulders. Supraspinatus pathology was not observed in 47 of 69 asymptomatic shoulders. Supraspinatus tear or tendinosis was observed on USG. Tendinosis and tear were found significantly higher in B mode USG in the symptomatic group. Median velocity values were significantly lower in the symptomatic group. In the presence of tendinopathy, shear wave velocity values decrease in supraspinatus tendons in USE. No correlation was found between clinical pain score and shear wave velocity values. There was no significant relationship between age and velocity values. Shear wave velocity values was found to be lower in those with pain duration of 12 months and above. Median velocity values were found to be significantly lower in women in the symptomatic group.

CONCLUSION

In supraspinatus tendinopathies, shear wave velocity values decrease and tendon softens. Median velocity values is lower in symptomatic shoulders. Shear wave velocity values did not differ significantly when tear was added to tendinopathy. In supraspinatus tendinopathies, SWE shows tendon condition better than CMS. CMS may be useful in demonstrating the tendon status in non-supraspinatus rotator cuff tendinopathies. In our study, SWE could not clearly reveal the early tendinopathic change that was not reflected in B-mode USG. Our use of the opposite asymptomatic shoulder of the patient who was symptomatic on one side, instead of normal people as a control group, may have affected this result.

KEYWORDS:

Supraspinatus, rotator cuff, tendinosis, constant murley, shear wave elastography

KISALTMALAR LİSTESİ

ARFİ:	Akustik İtici Radyasyon Dalgası
AVN:	Avasküler Nekroz
BT:	Bilgisayarlı Tomografi
CMS:	Constant Murley Skarlama Sistemi
CPPD:	Kalsiyum Pirofosfat Kristal Artropatisi
DB:	Desibel
KHZ:	Kilo Hertz
KPA:	Kilopaskal
MHZ:	Mega Hertz
MMP:	Matrik Metalloproteinaz Proteini
MRG:	Manyetik Rezonans Görüntüleme
NSAİ:	Non Steroid Antienflamatuar İlaçlar
RDUS:	Renkli Dopler Ultrasonografi
PRF:	Puls Tekrarlama Frekansı
RM:	Rotator Manşet
ROI:	İlgi alanı(Region of interest)
SE:	Strain Elastografi
SWE:	Shear Wave Elastografi(Makaslama dalga elastografisi)
SWV:	Shear Wave Velocity(Makaslama dalga hızı)
TE:	Transient elastografi
THI:	Doku Harmonik Görüntüleme
T1A:	T1 Ağırlıklı İmajlar
T2A:	T2 ağırlıklı İmajlar
USG:	Ultrasonografi
USE:	Ultrasonografik Elastografi

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Demografik özellikler.....	43
Tablo 2. Semptomatik ve asemptomatik omuzlarda B mod usg bulguları.....	45
Tablo 3. Tek taraflı semptomatik 69 kişide semptomatik ve asemptomatik omuzların B mod usg bulguları açısından karşılaştırılması.....	46
Tablo 4. Yaş ile SWV ortalama ve ortanca değerleri arasındaki korelasyon katsayısı ve p değerleri.....	46
Tablo 5. Cinsiyet ile ortalama ortanca swv değerleri arası ilişki.....	47
Tablo 6. Semptomatik grupta CMS skoru ile ortalama ve ortanca swv değerleri arası korelasyon ilişkisi.....	48
Tablo 7. Diğer omuz patolojileri ile CMS arası ilişkiyi gösteren p değerleri.....	48
Tablo 8. 150 omuzda B mod usg bulgularına göre ayrılan üç grup arasında ortalama ve ortanca swv ilişkisi.....	49
Tablo 9. 150 omuzda alt grupların kendi aralarında ortalama ve ortanca açısından ikişerli gruplar halinde istatistiksel olarak karşılaştırılması.....	49
Tablo 10. Semptomatik 81 omuzda B mod usg'ye göre ayrılan üç grup arasındaki ortalama,ortanca,min,max swv değerleri arası ilişki.....	50
Tablo 11. Semptomatik 81 omuzda alt grupların kendi aralarında ortalama ve ortanca swv açısından ikişerli gruplar halinde istatistiksel olarak karşılaştırılması.....	50
Tablo 12. Tek taraflı semptomu olan 69 hastada semptomlu ve semptomsuz omuzların ortalama,ortanca,min,max swv açısından karşılaştırılması.....	50
Tablo 13. Semptomatik ve asemptomatik gruplar içerisinde aynı alt grupların karşılıklı olarak ortalama ve ortanca swv farklılığı bakımından karşılaştırılması.....	51
Tablo 14. Ağrı süresi ile ortalama ve ortanca swv arası ilişki	52

RESİMLER LİSTESİ

Şekil 1. Olgu 1.....	53
Şekil 2. Olgu 2.....	53
Şekil 3. Olgu 3.....	54
Şekil 4. Olgu 4.....	54
Şekil 5-6. Olgu 5.....	55
Şekil 7. Olgu 6.....	55
Şekil 8. Olgu 8.....	56
Şekil 9. Olgu 9.....	56
Şekil 10. Olgu 10.....	57
Şekil 11. Olgu 11.....	57
Resim 12-13. Olgu 12.....	58
Şekil 14-15. Olgu 13.....	58
Şekil 16-17. Olgu 14.....	58
Şekil 18. Olgu 15.....	59
Şekil 19. Olgu 16... ..	59
Şekil 20-21-22. Olgu 17.....	60
Şekil 23. Olgu 18.....	60

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Omuz ekleminde kas iskelet sistemi ile ilgili patolojiler oldukça sık görülmektedir.Üç kişiden biri hayatı boyunca omuz eklemi ile ilgili sorun yaşamaktadır (1).Omuz patolojileri yaş ile birlikte artış göstermektedir.Rotator manşet tendonları ve bursalar ağrıyı oluşturan en önemli yapılardır.Rotator manşet tendonları süpraspınatus,infraspinatus,teres minör ve subskapularis tendonlarıdır.Tendinozis adı verilen tendon inflamasyonu ve yırtıklar en sık görülen tendon patolojileridir.Rotator manşet tendinopatilerinde temel nedenler aşırı kullanım,yaşlanma veya sıkışma sendromlarıdır.Fibriler organizasyonda bozulma ve yırtıklar,tendonda kalınlaşma,ileri dönemde incelme ve atrofi,yağlı dejenerasyon gibi değişiklikler meydana gelebilmektedir.

Son yıllarda kas iskelet sisteminde Ultrasonografi (USG) kullanımı artmıştır.USG'nin avantajları ucuz ve tekrarlanabilir olması,iyonizan radyasyon içermemesi,gerçek zamanlı dinamik görüntülemeye imkan vermesidir.Bir çok tendon için USG'nin tanısal doğruluğu ve sensitivitesinin yüzde 90'dan fazla olduğu gösterilmiştir (2).

Ultrasonografik elastografi (USE) temelde fizik muayenenin bir komponenti olan palpasyona benzetilebilir.Palpasyonda elle dokunarak dokunun sertlik ve elastisitesi hakkında sübjektif değerlendirme yapılmaktadır.USE'nin temeli dokuya dışardan ses dalgaları,vibrasyon veya manuel kompresyon şeklinde eksternal stres uygulayarak dokuda meydana gelen gerinim derecesini ölçmeye dayanır.USE'nin kullanımı gerek akademik çalışmalar,gerekse klinik pratikte artmaktadır (2).USE, B mod USG'den elde edilebilen anatomik ve morfolojik bilginin yanı sıra sertlik,elastisite ve biyomekanik özellik hakkında kalitatif ve kantitatif değerlendirme yapmamızı sağlamaktadır.Günümüze dek daha çok karaciğer,lenf bezleri,meme,tiroid gibi organlarda kullanılırken,son dönemde kas ve tendonlarda kullanımı artmıştır.Literatürde tendinopatik değişikliklerin B mod USG'den önce USE ile tespit edilebileceğini ileri süren çalışmalar bulunmaktadır.Klinik olarak semptomları olan ancak B mod USG de patolojik bulgu olmayan olgularda USE fayda sağlayabilir.

Bu tez çalışmasında süpraspınatus tendinopatilerinde Shear wave elastografi (SWE) ile elde edilen m/sn cinsinden shear wave hız değerleri ile, B mod USG bulguları ve klinik fonksiyon skoru Constant Murley Skorlama sistemi ile aralarındaki ilişkinin test edilmesi amaçlandı.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. OMUZ ANATOMİSİ

I. ROTATOR MANŞET TENDONLARI:

1.SUPRASPİNATUS

Fossa süpraspinatadan başlayıp humerus büyük tüberküle yapışır.C5-6 seviyesinden çıkan suprasapular sinir ile inerve olur.Besleyici arteri suprasapular arterdir.Kola 0-15 derece arası abdüksiyonu başlatır,15-90 derece arası abdüksiyon için deltoid kasını destekler.Süpraspinatus tendon ön lifleri subskapularis tendonuna karışır.Yüzeyel lifleri longitudinal olarak seyrederken,derin lifler oblik seyreder ve tendinöz halkayı oluşturmak için komşu kas ve tendonlar ile iç içe girer.Süpraspinatus tendonu glenohumeral eklemi stabilize eder.Süpraspinatus felcinde abdüksiyon için deltoid kası abdüksiyonu başlatabilmek için çok daha fazla zorlanır.Süpraspinatus tendonunda subakromial sıkışma,aşırı kullanım veya yapısal nedenlere bağlı tendinozis veya yırtık izlenebilir.Sıkışma sendromuna akromion,korakoid proçes ve bu iki yapıyı birbirine bağlayan korakoakromial ligaman neden olur(1).Akromion veya korakoakromial ligaman tarafından mekanik abrazyon yaratılır.

2. İNFRASPİNATUS

Fossa infraspinatadan başlayıp humerus büyük tüberkül posterior kesimine yapışır.C5-6 seviyesinden çıkan suprasapular sinir ile inerve olur.Besleyici arterleri suprasapular ve sirkumflex skapular arterlerdir.Omuz ekleminde eksternal rotasyon yaptıran primer tendondur.Ayrıca kolda ekstansiyonu destekler.External rotasyon kuvvetinin yaklaşık yüzde 60'ını oluşturur.

3. SUBSKAPULARİS

Subskapular fossadan başlayıp humerus küçük tüberküle yapışır.C5-6 seviyesinden çıkan subskapular sinir ile inerve olur.Arteri subskapular arterdir.Görevi kola addüksiyon ve internal rotasyon yaptırmaktır.Subskapularis kası intertüberküler oluk çatısına lifler gönderir ve biceps uzun başını stabilize eder.Glenohumeral eklemin anterior ve inferior translasyonuna direnerek eklemi aktif olarak stabilize eder.Subskapularis lifleri orta ve inferior glenohumeral ligamanlar ile birliktelik gösterir.

4. TERES MİNÖR

Skapula lateralinden başlar,liflerin bir kısmı posteriorda büyük tüberkül posterioruna,bir kısmı da direkt humerus kemiğine yapışır.C5-6 seviyesinden çıkan aksiller sinir ile inerve olur.Sirkumfleks skapular ve posterior sirkumfleks humeral arterler ile beslenir.Görevi kola eksternal rotasyon yaptırmaktır.Ayrıca addüksiyon ve ekstansiyonu destekler.Eksternal rotasyon kuvvetinin yaklaşık yüzde 45'inden sorumludur(3).

II. DİĞER OMUZ VE OMUZ ÇEVRESİ KASLAR:

1. BİCEPS KASI

Kolun anterior kompartmanında yerleşir.Biceps tendonu uzunluğu boyunca 3 tane eklemi kateder.Bu nedenle dirsekte humeroulnar ve radioulnar eklemlere,glenohumeral ekleme hareket yaptırır.Biceps tendonu uzun ve kısa olmak üzere iki başa sahiptir.Bu iki başın insersiyosu radius kemiğidir.Origo noktaları ise kısa baş için korakoid proçes,uzun başı için ise supraglenoid tüberküldür.Uzun başı rotator intervalden geçer.C5-6-7 seviyesinden çıkan muskulokutanöz sinir ile inerve olur.Beslenmesi brakial arterin muskuler dalları ile gerçekleşir.Görevi dirsek ekleminde,ön kol ve kola fleksiyon ve ön kola süpinasyon hareketidir.Biceps tendonu ekleminin stabilizasyonuna katkı sağlar.Biceps tendon uzun başı rüptüre olan hastalarda humerus başı abdüksiyon sırasında süperiora doğru sublukse olur.Yapılan birtakım çalışmalarda biceps tendonunun omuz ekleminin süperior,infeior,anterior ve posterior yönde stabilizasyonu sağladığı ortaya konmuştur(3).Biceps uzun başının stabilizasyonu süperior labruma bağlıdır.Süperior labral lezyonlarda biceps uzun başının etkinliği azalmaktadır.

2. DELTOİD KASI

Omuzun konturunu belirleyen kastır.Anterior,posterior ve orta başlar olmak üzere üç kısımdan oluşur.Anterior başı klavikuladan,orta başı akromiondan,posterior başı spina skapuladan başlayıp,humerusta deltoid tüberositase yapışır.C5-6 seviyesinden çıkan aksiller sinir ile inerve olur.Posterior sirkumfleks humeral arter ve torakoakromial arterin deltoid dalı beslenmesini sağlar.Temel görevi humerus başının subluksasyonunu veya dislokasyonunu engellemek,kola abdüksiyon yaptırmaktır.Kolun en önemli abdüktörüdür.Deltoid kasının akromial parçası öncelikle abdüksiyonu başlatır,klaviküler ve spinal parçaları daha yüksek dereceli abdüksiyonda rol oynar.Yapılan bir çalışmada 10 genç erkekte sol deltoid ve sağ süpraspınatusun geçici felci sonrası her iki omuzda abdüksiyon torkunda yüzde 50 kayıp olması her iki kasın abdüksiyona eşit katkı sunduğunu ortaya koymuştur(1).Ancak kadaverik bazı

Çalışmalarda deltoid kasının abdüksiyonda daha fazla rolünün olduğu konusunda kanıtların mevcut olduğu belirtilmektedir.

3. TERES MAJÖR KASI

Skapula inferior kenardan başlar,humerus intertüberküler sulkus medial kesimine yapışır.Trianguler ve quadranguler boşluğun alt kenarını oluşturur.Latissimus dorsi kası ile sinerjist çalışır.İnferior ve orta subskapular sinir ile inerve olur.Besleyicisi sirkümfleks skapular arterdir.Fonksiyonu kola addüksiyon ve internal rotasyon yaptırmaktır.Humerus ile teres minör ve majör tendonu,içinden aksiller sinir,posterior humeral sirkümfleks damarların ve skapular sirkümfleks damarların geçtiğı aksiller boşluğu oluşturur(Bakhsh & Nicandri, 2018).

4. KORAKOBRAKİALİS KASI

Skapulanın korakoid proçesinden başlayıp humerus diyafizine yapışır.Kola fleksiyon ve addüksiyon yaptırır.Deltoid kası ile birlikte humerus başını stabilize eder.Kolun internal rotasyonunu asiste eder.Brakial arter dalından beslenir.İnervasyonu muskulokutanöz sinir ile olur.

5. PEKTORALİS MİNÖR KASI

3,4,5'ci anterior kostalardan başlar,korakoid proçese yapışır.Skapulayı aşağıya çeker.Omuz eklemini deprese eder ve kola abdüksiyon,internal rotasyon yaptırır.Derin inspiryum için kostaları eleve eder.C8-T1 den çıkan medial pektoral sinir ile inerve olur.Beslenmesi torakoakromial arter dalları ile olur.Serratus anterior kası ile sinerjist çalışır.

6. PEKTORALİS MAJÖR KASI

Toraks ön duvarına kontur verir.Sternal ve klaviküler olmak üzere iki baştan oluşur.Beslenmesi internal torasik arterin perforan dalları ve torakoakromial arterin pektoral dalları ile olur.İnervasyonu C6,7,8,T1 seviyesinden çıkan medial ve lateral pektoral sinir ile olur.Humerus shaftında bisipital oluk lateral kesimine yapışır.Kola fleksiyon,addüksiyon ve internal rotasyon yaptırır.

7. LATİSSİMUS DORSİ KASI

Vucudun en geniş kasıdır.Krista iliakalardan,skapula inferior kenarından ve posterior inferior 9-12'ci kostalardan başlayıp humerus shaftında pektoralis majör yapışma yeri medial komşuluğuna yapışır.İnervasyonu C6-7-8 seviyesinden çıkan torakodorsal sinir,beslenmesi ise aksiller arterin torakodorsal dalı ile olur.Kola addüksiyon,eksternal ve internal rotasyon yaptırır.

8. TRAPEZİUS KASI

Boyun ve torakal bölgede posteriorda yüzeysel yerleşimli bir kastır.Kas süperior,inferior ve orta olmak üzere üç kısma ayrılır.C7-T12 posterior spinöz prosesler,nukal ligaman,eksternal oksipital çıkıntıdan başlayıp klavikula,akromion ve spina skapulaya yapışır.İnervasyonu 11. kranial sinir olan nervus accesorius sinirinin spinal kökü ve C3-4 servikal spinal sinirler ile olur.Beslenmesi servikodorsal trunkusun transverse servikal arter dalı ile olur.Skapulayı stabilize eder ve skapulotorasik planda rotasyonu sağlar.

9. SERRATUS ANTERİOR KASI

İlk 8 kosta lateral kenarlarından başlayıp skapula anterior kesimine yapışır.İnervasyonu C5,6,7 seviyesinden çıkan uzun torasik sinir ile olur.Beslenmesi lateral torasik arter,süperior torasik ve torakodorsal arter vasıtası ile olur.Skapulayı anteriora çeker ve protraksiyonda tutar.90 derece üzeri abduksiyona yardımcı olur.Bu kas düzgün çalışmaz ise kanat skapula adı verilen görüntü oluşur.

10. TRİCEPS KASI

Dirsek ekleminde ana ekstansördür.Medial,lateral ve uzun baş olmak üzere üç baştan oluşur.Origosu uzun baş için skapulanın infraglenoid tüberkülü,lateral baş için humerusun lateral-posterior yüzü,medial başı için ise humerus posterior kesimidir.İnervasyonu ise ulna kemiği olekranon posteriorudur.C7,8 seviyesinden çıkan radial sinir ile inerve olur.Beslenmesi derin brakial arter dalları ile olur.Dirsek eklemine ekstansiyon yaptırır.Bu nedenle biceps braki ve brakialis kasının antagonisti olarak çalışır.Humerus başını doğru pozisyonda tutarak omuz ekleminin stabilizasyonuna katkı sağlar.

11. RHOMBOİD KASLAR

Rhomboid majör ve minör olmak üzere iki adettir. Trapezius kasının derininde yerleşim gösterir. Rhomboid majör T2-5 spinöz proçeslerden, rhomboid minör ise nukal ligaman ile C7-T1 seviyesi spinöz proçeslerden başlayıp, skapula medial kenarına yapışır. Brakial pleksus C5 sinirinden anterior ventral ramus dalı inerve eder. Beslenmesi dorsal skapular arter ile olur. Görevi skapulaya retraksiyon, elevasyon, inferiora doğru skapular rotasyondur. Rhomboid kaslar serratus anterior kasının antagonisti olarak çalışır.

12. LEVATOR SKAPULA KASI

C 1-4 arası servikal vertebraların transverse proçeslerinden başlayıp skapula medial kenarına yapışır. İnervasyonu C3-4 servikal sinir ve C5 seviyesinden çıkan dorsal skapular sinir ile olur. Beslenmesini desendan skapular arter sağlar. Skapulayı eleve eder ve mediale doğru rotasyon yaptırır.

III. QUADRANGULER VE TRIANGULER BOŞLUK :

Humerus medial komşuluğunda teres majör, teres minör, subskapularis kasları ve humerusun sınırlandığı bir boşluk mevcuttur. Bu boşluğu triceps kası uzun başı katederek quadranguler ve trianguler boşluk olarak ikiye ayırır. Quadranguler boşluk içerisinden aksiller sinir ve posterior sirkumfleks humeral arter geçer. Triangüler boşluk ise teres majör, teres minör inferior kenarı, triceps uzun başı ile sınırlandırılan boşluktur. İçerisinden sirkumfleks skapular damarlar geçer. Triangüler interval ise triceps uzun başı ile teres majör arasında sınırlanan boşluktur. İçerisinden radial sinir ve arteria profunda braki geçer.

IV. BAĞLAR VE LİGAMANLAR:

1. KORAKO HUMERAL VE KORAKOAKROMİAL LİGAMANLAR

Korakohumeral ligaman korakoid proçes lateral kesiminden başlayıp transverse seyrederek humerus büyük tüberküle yapışır. Biceps tendonu uzun başının önemli stabilizatörüdür(3). Kol addüksiyon pozisyonunda iken inferior stabilizatördür. Ayrıca eksternal rotasyonu sınırlandırır. Humerus başının süperiora kaymaması için stabilizasyonda minör rol oynar. Rotator interval subskapularis, supraspinatus tendonları ile korakoid proçes arasında kalan üçgen alandır. Rotator interval lezyonları kol iç rotasyonda iken inferior instabilite olarak kendini gösterir. Rotator interval kapsülü, negatif eklem içi basıncı koruyarak ve posteror

stabilizasyonu sağlayarak omuz eklemi indirekt olarak inferior yönde stabilize eder. Adheziv kapsülitli olgularda korakohumeral ligamanda kalınlaşma olur. Korakoakromial ligaman korakoid proses ile akromion arasında üçgen biçiminde uzanır, omuz eklemi çatısını oluşturur ve humerus başını stabilize eder.

2. TRANSVERS HUMERAL VE TRANSVERS SKAPULAR LİGAMAN

Transvers humeral ligaman bisipital oluğun proksimal kesiminin çatısını oluşturur ve biceps tendon uzun başına retinakulum görevi görür. Eklem kapsülünün transverse liflerinden oluşur. Transvers skapular ligaman süperior ve inferior olarak ayrılır. Süperior transvers skapular ligaman supraskapular çentiği örter. Inferior ligaman ise spinoglenoid çentiği örter.

3. GLENOHUMERAL LİGAMANLAR

Süperior glenohumeral ligamanın boyutu ve orijini değişkendir. Anterior labrumdan başlar. Bazen biceps tendon uzun başı kadar yukarda yerleşimli, bazen de orta glenohumeral ligaman kadar aşağıda yerleşimli olabilir. Süperior glenohumeral ligaman anterior stabilizasyonu sağlar.

Orta glenohumeral ligaman boyut değişkenliği bakımından en büyük varyasyon gösteren glenohumeral ligamandır. Subskapularis tendonu kadar kalın olabileceği gibi eklem kapsülü kadar da ince olabilir. Anterior labrumdan veya glenoid boyun kısmından başlar, subskapularis tendon altından ve arkasından geçerek küçük tüberküle yapışır. Orta glenohumeral ligaman kolda abduksiyonda anterior stabilizasyonu sağlar.

Inferior glenohumeral ligaman ise kapsülün geri kalanından daha kalındır. Boyutu ve yapışma yeri değişkendir. Yapısı bir hamağa benzer. Anterior ve posterior bantlardan oluşur. Glenoid labrum saat kadranı şeklinde hayal edildiğinde anterior bant saat 2-4, posterior bant ise saat 7-9 pozisyonunda yerleşimlidir. Inferior glenohumeral ligaman humerus anatomik boyuna yapışır. Inferior glenohumeral ligaman kolun mevcut pozisyonunu devam ettirmesini sağlar. Inferior glenohumeral ligaman kol abduksiyon ve eksternal rotasyonda iken, omuz eklemi anterior dislokasyona karşı koruyan en önemli stabilizatördür(3). Bu görevi yapan ligamanın anterior bantlarıdır. Posterior bantları ise kol fleksiyon ve internal rotasyonda iken stabilizatör görevi görür.

V. GLENOİD VE LABRUM:

Glenoid akromionun altında yerleşimli skapula kemiğinin bir bölümüdür. Glenoid ile akromion tabanı spinoglenoid çentik ile ayrılır. Konkav yüzeye sahiptir. Santral kesimi ince kartilaj ile kaplıdır. Glenoid yüzey alanı humerus başına göre oldukça küçüktür. Glenoid, skapula medial kenarına göre 10 ile 15 derece süperiora eğimli olacak şekilde konumlanır. Glenoid üst ucundaki supraglenoid tüberküle biceps tendonu uzun başı yapışır. İnferiorunda ise infraglenoid tüberkül triceps kasının yapışma yeridir. Glenoid labrum ise glenoidin periferini çerçeve gibi kaplayan, diz ekleminde mevcut olan menisküslere şekil ve görev olarak çok benzeyen fibrokartilajinöz dokudur. Labrum glenoid boşluğu çevreler, glenoid kaviteyi derinleştirir ve glenohumeral ekleme statik stabilite sağlar. Labrum yırtıkları tariflenirken 3,6,9,12 gibi saat kadrantlarına bölünerek tariflenir. Yırtık dışında labral varyasyonlar da az değildir. Örnek olarak sublabral foramen, sublabral reses, Buford kompleksi gibi varyasyonel örnekler verilebilir. Bu varyasyonların labral yırtıktan ayırt edilmesi önemlidir. Aksiyel kesitlerde labrum yuvarlak veya üçgen şeklinde görülür. Glenohumeral eklem kapsülü labrum ile devamlılık gösterir. Glenoid labrum süperiorda biceps tendon uzun başı ile, anteriorda inferior glenohumeral ligamanın anterior lifleri ile, orta kısımda ise orta glenohumeral ligaman ile devamlılık gösterir.

VI. EKLEM KAPSÜLÜ:

Eklem kapsülü yaklaşık 10-15 ml hacime sahiptir. Bu da yaklaşık humerus başı yüzey alanının iki katıdır. İç yüzeyi sinoviyum ile kaplıdır. Dış yüzeyi ise inferior kesimi dışında rotator manşet tendonları tarafından stabilize edilmektedir. Subskapularis ve supraspinatus tendon distal lifleri yapışma yerlerine yakın kısımda eklem kapsülü ile kaynaşmıştır. Kapsül, labrum kenarından başlar lateralde humerus anatomik boyuna medialde ise glenoid ve labruma yapışır. Kapsülün anterior kısmı kapsüle Z şeklini vererek süperior orta ve inferior glenohumeral ligamanlar tarafından güçlendirilir. Kapsülün bir kısmı korakoid süreçten humerus intertüberküle oluğa uzanım gösterir.

VII. HUMERUS VE SKAPULA KEMİKLERİ:

Humerus başının eklem yüzeyi oval şekillidir. Eklem yüzü mediale ve posterior süperiora doğru dönüktür. Humerus başı shaftına göre 130 derece eğimlidir ve humerus kondillerine göre 30 derece retrotorsiyon gösterir(3). Glenoidin aksine humerus başını kaplayan hyalin kıkırdak kalındır. Humerus cerrahi boyun medial kesimine tendinöz ve ligamentöz ekler

bir halka şeklinde yapışma gösterir.Bu halkasal yapı humerus başını santralize ederek ekleme stabilizasyon sağlar.Anteriorda küçük tüberkül,posteriorda büyük tüberkül ile sınırlanır.Transverse humeral ligaman bir retinakulum görevi görerek intertüberküler oluğa bir çatı oluşturur ve biceps tendon uzun başını stabilize eder.Distalde subskapularis tendonu küçük tüberküle,supraspinatus tendonu ise büyük tüberküle yapışır.İntertüberküler oluğun derinliği,biceps tendonu uzun başı patolojilerinde rol oynamaktadır

Skapula kemiğinin temel görevi omuz ekleminde kas ve tendonların yapışmasına imkan sağlamaktır.Düz ve üçgen biçiminde bir kemiktir.Anteriorda subskapular fossa hafif konkav,posterioru ise hafif konveks şekillidir.Fossa süpraspinata ve infraspinata spina skapula tarafından ayrılır.Spina skapula posteriora doğru akromionu oluşturur.Rotator manşet tendonlarını örten deltoid kasının akromial lifleri akromiona yapışır.Rotator manşet tendon dejenerasyonunda akromion morfolojisi önemlidir.Bigliani ve arkadaşları üç tip akromion morfolojisi tanımlamıştır.Bunlar düz,kavisli ve kanca şekillidir.Kavisli ve kanca şekilli akromion tipleri rotator manşet tendon yırtıkları ile ilişkili bulunmuştur.Füzyone olmamış akromion epifizi ve os akromiale gibi aksesuar kemikler tendonda deformasyon ve subakromial mesafenin daralmasına neden olabilirler.Korakoid proçes ise skapulanın glenoid süperior kesiminde anterior çıkıntısıdır.Pektoralis minör,biceps kısa başı,korakobrakialis kasları ile korakoklaviküler,korakoakromial ve korakohumeral gibi ligamanlar da yapışma gösterir.

2.2. KLİNİK DEĞERLENDİRME

I. ÖYKÜ VE ANAMNEZ:

Omuz eklemi oldukça karmaşıktır.Özellikle profesyonel sporcularda omuz patolojileri çok önemlidir.Patolojiyi iyi tespit etmek kapsamlı anamnez ve fizik muayeneyi gerektirir.Fizik muayenede ağrı iyi lokalize edilmelidir.Ağrı veya işlevsel kısıtlamayı iyileştirici ve kötüleştirici faktörler iyi sorgulanmalıdır.Hastanın yaşı,travma öyküsü,mesleği ve tıbbi geçmişinin sorgulanması çok önemlidir.Örneğin bir çalışmada taraftaki adheziv kapsülit öyküsü,karşı taraf omuz eklenminde de adheziv kapsülit olabilme riskini artırdığı bulunmuştur(4).Kardiyak veya perikardiyal patolojiler nöronal inervasyon ortaklığına bağlı olarak omuz bölgesinde semptom verebilir ve yanlış yorumlanabilir.Zor doğum öyküsü geçmişi var ise brakial pleksus zedelenmesi ve buna bağlı omuz semptomları görülebilir.Sporcularda hangi hareketlerin sık tekrarlandığı sorgulanmalıdır.Bu bilgiler görüntüleme bulguları olan veya olmayan klinik durumlar için ipucu sağlayabilir.

II. FİZİK MUAYENE:

Fizik muayene bir düzen içinde olmalıdır. Muayene inspeksiyon ile başlamalı, palpasyon, aktif-pasif hareket açıklığı, kuvvet ve nörovasküler muayene ile devam etmelidir. İnspeksiyonda her iki omuz arası asimetri varlığı kontrol edilmelidir. Biceps tendon uzun başı komplet rüptürü (Popeye deformitesi), pektoralis majör yırtığı (aksiller kontur kaybı) gibi patolojilerde asimetri ve atrofiye dikkat edilmelidir. Ödem veya şişlik karşı taraf ile karşılaştırılmalı, geçirilmiş cerrahi veya travma izi mevcut ise not edilmelidir. Fizik muayenenin önemli bir bölümü palpasyondur. Örneğin krepitus bulgusu travma eşliğinde kemik kırığının bir belirtisi olarak tanımlanmalıdır. Fizik muayenenin önemli bir bölümü de hareket açıklığının ölçülmesidir. Omuz ekleminin normal hareket aralıkları şu şekildedir; 150-180 derece arası fleksiyon, 40-60 derece arası ekstansiyon, 150-180 derece arası abdüksiyon, 60-90 derece arası eksternal rotasyon, 50-70 derece arası internal rotasyondur(4). Muayene hem pasif hem de aktif hareket açıklığında olmalıdır. Örneğin pasif ve aktif hareket açıklığı adheziv kapsülit veya glenohumeral osteoartirite bağlı kısıtlanabilir. Bir diğer yandan aktif hareket açıklığı kaybı varken, pasif aralık korunmuşsa rotator manşet tendon hasarı veya sıkışma sendromunu akla getirir.

III. FİZİK MUAYENEDE KULLANILAN BAZI TESTLER :

1. ÇAPRAZ VÜCUT ABDÜKSİYON TESTİ

Hasta kolunu önden çaprazlar ve dirseğini göğüsü boyunca uzatır. Ön omuz ağrısı, akromioklaviküler eklem çevresi ağrı ve hassasiyet akromioklaviküler eklem patolojisine işaret eder.

2. DUVAR İTME TESTİ

Duvarı itip kuvvet uygulama sonucunda skapulada kanatlaşma, serratus anterior kası yaralanması veya uzun torasik sinir felcini şaret eder.

3. DELTOİD ABDÜKSİYON TESTİ

Motor fonksiyonu değerlendirmek için incelenen kas veya tendonun yaptığı işin aksi yönde kuvvet uygulamak gerekir. Her zaman iki taraflı ve mümkünse asemptomatik taraf ile kıyaslanarak muayene edilmesi gerekir. Deltoid kası 15 derece üzeri aktif omuz abdüksiyonundan sorumludur. Deltoid değerlendirmesi için 15 derece üzeri aktif ve dirençli omuz abdüksiyonunda aksi yönde direnç uygulanmalı ve sonucu not edilmelidir.

4. BİCEPS HIZ TESTİ

Biceps tendonu biceps hız testi ile değerlendirilebilir. Kol fleksiyonda, dirsek ekstansiyonda ve ön kol süpinasyonda iken muayene eden kişi tarafından kollara aşağı yönlü kuvvet uygulanır. Biceps tendonu boyunca veya bisipital oluk düzeyi ağrı olması testin pozitif yapar. Bu pozitiflik biceps patolojisi veya süperior labral yaralanmaya ait olabilir.

5. YERGASON TESTİ

Biceps tendonu değerlendirmesi için kullanılır. Kol addüksiyonda, nötral rotasyonda, dirsek 90 derece fleksiyonda değerlendirilir. Bu pozisyonda dirençli süpinasyon yapılır. Biceps tendonu boyunca veya bisipital oluk düzeyi ağrı olması testi pozitif yapar. Bisipital oluk düzeyinde palpasyon ile biceps uzun başının disloke veya sublukse olduğu hissedilebilir. Bu durumda transverse humeral ligaman yırtığı akla gelir.

6. PEKTORALİS MAJÖR DEĞERLENDİRMESİ

Omuz eklemi rutin fizik muayenesinin bir parçası da pektoralis majör kası değerlendirmesi olmalıdır. Görsel değerlendirmenin yanı sıra, kol ve dirsek 90 derece fleksiyonda ve eksternal rotasyonda iken kola dirençli addüksiyon yapılması pektoralis kasını değerlendirmeyi sağlayacaktır.

7. SPURLİNG TESTİ

Bazı durumlarda ağrı kaynağı omuz mu yoksa servikal radikülopati mi ayırt etmek zor olmaktadır. Spurling testi bu açıdan fayda sağlar. Hastanın başı etkilenen tarafa dönük iken başa aşağı doğru kuvvet uygulanır. Şikayet artıyor ise testin pozitifdir ve servikal radikülopatiyi gösterir.

8. NEER SIKIŞMA TESTİ

Omuz ekleminde subakromial bursit ile ilişkili sıkışma sendromu Neer sıkışma testi ile değerlendirilebilir. Muayene eden kişi bir eli ile hastanın skapulasını stabilize eder. Diğer eli ile hastanın kolu pasif olarak fleksiyon abdüksiyona ve internal rotasyona zorlanır. Bu manevra ile tuberkulum majus korakoakromial arka itilir. Subakromial sıkışma sendromu, donuk omuz, kalsifik tendinit hastalarında bu test pozitif çıkabilir.

9. KENNEDY HAWKİNS TESTİ

Bu test hasta rahat pozisyonunda iken kol ve dirsek 90 derece fleksiyon pozisyonunda pasif hareket açıklığını test eder.Kol daha sonra pasif olarak internal rotasyon pozisyonuna çevrilir.Hastanın ağrı duyması testi pozitif yapar ve çoğunlukla sıkışma sendromu ile ilişkilidir.Biceps patolojileri de bu testte pozitifliğe neden olabilir.

10. YER DEĞİŞTİRME TESTİ

İnternal sıkışma sendromu olarak tanımlanan labral lezyonların değerlendirilmesine olanak veren bir testtir.Hastanın kolu 15 derece ekstansiyon,maksimum dış rotasyon ve 90 derece abdüksiyona alındığı zaman omuzda ağrı olması testi pozitif yapar.

11. GERBER TESTİ

Subskapularis tendonu gerber testi ile değerlendirilebilir.Hastanın elinin avuç içi dışa bakacak şekilde sırtta lomber bölgeye koyması istenir.Koyduktan sonra kol internal rotasyona getirilip sırt bölgesinde yukarı doğru elini kaldırması istenir.Bu sırada ele ters yönde kuvvet uygulanır.Ağrı olması testi pozitif yapar ve subskapularis tendon patolojisini işaret eder.

12. JOBE TESTİ

Jobe veya diğer adıyla boş kutu testi süpraspınatus tendonu değerlendirmesi içindir.Bu testte omuz 90 derece abdüksiyonda ve internal rotasyonda,dirsekler ekstansiyonda,baş parmak aşağı bakarken kola dirençli elevasyon yaptırılır. Süpraspınatus tendonu maksimum stres pozisyonunda konumlandırılır. Ağrı veya güçsüzlük testi pozitif yapar

13. EKSTERNAL ROTASYON GECİKME TESTİ

İnfraspınatus tendonu kol addüksiyonda iken dirençli eksternal rotasyon yaptırılarak değerlendirilir.Bu test hastanın aktif katılımını gerektirir.Hastanın kolu 20 derece fleksiyon ve dirsekten 90 derece fleksiyonda iken ön kola maksimum eksternal rotasyon yaptırılır ve serbest bırakılır.Eğer hasta bu pozisyonu koruyamazsa test pozitif demektir.Kapsüler adhezyonlar veya hareket açıklığında bir kayıp varsa bu durum eksternal rotasyon gecikme testini geçersiz kılar.

14. HORNBLLOWER TESTİ

Teres minör kası için kullanılan bir testtir.Hastanın kolu pasif abdüksiyonda ve 90 derece eksternal rotasyona getirildikten sonra bu pozisyonu koruyamaması testi pozitif yapar.Bu pozisyonda direnç ile ağrı tendinozis veya yırtık göstergesidir.

15. CRANK TEST

Özellikle beyzbol sporcuları gibi başüstü hareketleri sürekli tekrarlayan sporcularda labral patolojiler çok önemlidir.Hız testi biceps uzun başı ile labrum patolojilerinde pozitiflik göstermektedir.Rotator manşet tendonları ile labral patoloji ayrımı yapmak fizik muayene ile oldukça zordur.Crank testinde kol maksimum abdüksiyonda ve dirsek 90 derece fleksiyonda iken muayene eden kişi humerus başına glenohumeral eklem içine girecek şekilde kuvvet uygular ve labrumu iç ve dış rotasyon ile zorlar.Ağrı veya tıklama sesi labral patolojiyi düşündürür.

16. O'BRIEN TESTİ

Labral patolojiler için daha spesifik ve sensitif bir testtir.Kol 90 derece fleksiyon ve 10 derece addüksiyonda iken ön kol ,başparmak yeri gösterene dek pronasyon yaptırılır.Bu pozisyon aşağı yönlü uygulanan kuvvete karşı korunur.Ağrı veya zayıflık olması testi pozitif yapar.

Bu testin ikinci kısmı ise kol eksternal rotasyonda ön kol süpinasyonda iken baş parmak yukarı bakarken yine aşağı yönlü kuvvet uygulanır ve hasta bu harekete direnç gösterir.Başparmak yukarı pozisyonda,aşağı pozisyona göre daha az rahatsızlık duyulması bicepsten daha çok labral patoloji olduğunu düşündürür.

2.3. SIK GÖRÜLEN OMUZ PATOLOJİLERİ:

1. ROTATOR MANŞET TENDİNOZİS VE YIRTIKLARI

Rotator manşet tendinopatilerinde intrinsik ve ekstrinsik nedenlerin kombinasyonu neden olarak görülmektedir.Üç kişiden biri hayatı boyunca omuz eklemi ile ilgili sorun yaşamaktadır.Omuzda tendon patolojileri yaş ile artış göstermektedir.Ağrı en sık olan şikayettir ve işlev kaybına neden olabilir.Tendonlar ve subakromial bursa en çok ağrı üreten yapılardır.Rotator manşet tendonları humeral insersiyoya yakın iç içe geçip,glenohumeral eklem kapsülüne yapışırlar.Süpraspınatus ve infraspınatus insersiyolarından yaklaşık 15 mm proksimalde iç içe geçerler.Benzer şekilde teres minör ile infraspınatus muskulotendinoz bileşke öncesinde lifleri birbirine karışır.Süpraspınatus ve subskapularis lifleri bisipital oluk düzeyinde füzyon gösterirler.

Tendonların temel yapıtaşları su ve kollajendir.En çok bulunan kollajen tip1 kollajendir.Fibroblastlar ve tenositler kollajen üretir.Tendon alt birim olarak fasiküllerden oluşur.Fasiküller arası harekette kayganlığı proteoglikan ve hyaluronik asit sağlar.Örneğin addüksiyondan abdüksiyona geçişte supraspinatus tendonunda artiküler taraftaki lifler uzarken,bursal taraftaki lifler kısalacaktır.Reilly ve arkadaşları supraspinatus tendonunda bursal ve artiküler yüzdeki lifler arası geginlik farkını araştırmış ve artiküler yüzdeki liflerin daha gergin olduğunu saptamışlardır.Liflerdeki bu asenkron hareketin tendinopati süreçlerinde etkili olabileceğini belirtmişlerdir(5).Tendonun kemiğe yapışma yerine yakın genelde 0.5-0.7 mm'lik segmentte fibrokartilaj doku bulunur.Bu supraspinatus tendonunda yaklaşık 20 mm'dir.Codman tarafından bu fibrokartilaj yapı kritik zon olarak tanımlanmış olup bu bölgede dejenerasyon ve yırtığın çok daha fazla olduğunu belirtmiştir(6).Ancak bir çok çalışmada kritik zon olarak tariflenen bu bölgedeki vaskülarite değişikliği konusunda farklı sonuçlar bulunmuştur ve ortak bir konsensus mevcut değildir.Bazı çalışmalarda özellikle geniş yırtıklarda yırtık komşuluklarında vaskülaritenin azaldığı hatta kaybolduğu belirtilmektedir (7).Vaskülaritenin yokluğu inflamasyon hücrelerinin de yokluğu anlamına geldiğinden bu hasta gruplarında iyileşmenin hiçbir zaman mümkün olmayacağı ve dolayısıyla cerrahi müdahalenin gereksiz olabileceği belirtilmiştir.Normalde tendon hasarlanma sonrası yeniden şekillenmeye (remodelling) uğrar.Buna matriks metalloproteinaz enzimleri (MMP) ve bunların inhibitörlerinin neden olduğu düşünülmektedir(1).Supraspinatus gibi yüksek stres altında olan tendonlar daha çok MMP proteinleri üretirler.Gotoh ve arkadaşları parsiyel veya tam kat yırtık olan rotator manşet tendonlarında matriks metalloproteinaz (MMP1) proteininin daha yüksek konsantrasyonlarda olduğunu tespit etmiştir(8).Ancak bu sonuç Tillander ve arkadaşları tarafından desteklenmemiştir.Tillander ve arkadaşları subakromial sıkışması olan ve

supraspinatus rüptürü olan hastalarda MMP1 protein konsantrasyonunda normal gruba anlamlı bir farklılık tespit etmemişlerdir(9).

Rotator manşet tendinopatileri multifaktöryel ve intrinsik-ekstrinsik nedenlerin kombinasyonu ile meydana gelmektedir.İntrinsik tendinopati aşırı kullanım veya zorlama sonrasında tendon içinde ortaya çıkan patolojiler olarak tanımlanır.Bunlar kollajen,proteoglikan gibi yapıtaşlarında,inflamatuar hücrelerde ve vaskularitedeki değişimlerdir.Hashimoto ve arkadaşları diffüz dejenerasyonda tendonda incelme,fibrillerde disoryantasyon,yağlı dejenerasyon,vasküler proliferasyon olduğunu saptamıştır(10).Dejenere tendonda baskın kollajen tip 1 den tip 3 kollajene dönüşmektedir.Bu da tendonun mukavemetini azaltmaktadır.İrreversible bir değişiklik olarak amiloid birikimi görülebilir.Fukuda ve arkadaşları ile Sarkar ve arkadaşları dejenere tendon ve bursal spesmende inflamatuar hücre saptamamışlardır(11).Perry ve arkadaşları tendinozis zemininde dokuda artmış VEGF ve neoanjyogenez olduğunu ortaya koymuşlardır(12).Tendinozis ve inflamatuar hücre ilişkisi kompleks bir antite olmakla birlikte literatürde bu konuda ortak görüş bulunmamaktadır.

Ekstrinsik faktörlerden bir tanesi akromionun oluşturduğu tendon irritasyonudur.Akromial osteofit,spur veya akromion morfoloji tipine sekonder tendinozis gelişebilir.Bu gibi durumlarda akromioplasti gerekebilir.Brox ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada akromiyoplastinin konservatif tedaviye göre daha efektif olduğu sonucu çıkmıştır(13).Hyvonen ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada ise akromioplastinin sıkışma sendromunu engellemediği bulunmuştur(14).Diğer bir ekstrinsik tendinopati nedeni de korakoakromial ligamandır.Rotator manşet tendinopati ve yırtıkları humerus başının süperiora doğru kaymasına,bursal dokuya bası olmasına ve korakoakromial ligamanın daha gerginleşmesine sebep olur.Korakoakromial ligaman yağlı dejenerasyona uğrayabilir.Ligamandaki kronik stres bu durumu tetkileyebilir.Korakoakromial ligaman akromion yapışma yerine yakın köşelerde traksiyon spurları gelişebilir.Korakoakromial ligamanın rezeksiyonu humerus başının süperiora subluksasyonuna neden olabilir.Thompson ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada inferior komponentlerin(infraspinatus,teres minör ve subskapularis) yetersizliği durumunda humerus başının süperiora sublukse olabileceğini bildirmiştir(15).Rotator manşet tendon yırtıkları yaş ile artış göstermektedir.Bazı meta analizlerde yaşa ek olarak sigara,hipertansiyon,obezite, el dominansi gibi etkenlerin de tendon yırtıklarına neden olabileceğinden söz edilmektedir.Semptomatik ve masif tendon yırtıkları ağrıyı hafifletip,fonksiyonu geri getirmek amacıyla opere edilmektedir. Cerrahi onarım planında ve onarım sonrası cerrahi başarıda tendonda yağlı dejenerasyon ve atrofi çok

önemlidir. Atrofi ve yağlı dejenerasyon var ise cerrahi onarım başarı yüzdesi oldukça düşmektedir. Cerrahlar yırtılan veya retrakte olan tendonun tekrardan yapışma yerine gelip gelemeyeceğini bazı preoperatif araçlar ve subjektif gözlem ile değerlendirir. MRG de tendon retraksiyonu, yırtığın boyutu, yağlı dejenerasyon varlığı detaylı ortaya konabilir. Rotator manşet tendonlarında en geniş yırtık çapı 5 cm'den büyük ve iki yada üç tendonda yırtık mevcut ise masif yırtık olarak tanımlanmaktadır. Açık cerrahi veya artroskopik yaklaşımla onarım yapılabilmektedir. Bazı çalışmalarda geniş ve masif yırtıkların cerrahi sonrası rerüptür riskinin çok fazla olduğu, bu nedenle cerrahinin gereksiz olabileceği belirtilmiştir(16). Total onarımın yanısıra parsiyel onarım veya subakromial debridman, dekompresyon alternatif cerrahi yaklaşımlardır. Rotator manşet tendon yırtıkları ilerlerse psödoparalizi veya eklem artrozuna neden olabilir. 70 yaş üzeri kişilerde yaklaşık yüzde 70 oranında rotator manşet tendinopati ve yırtığı izlenmektedir(17). Yırtıkların tedavisinde öncelikle ilk seçenek konservatif tedavilerdir. Bunlar yaşam tarzı modifikasyonu, steroid veya nsai gibi medikasyonlar, plazmadan zengin platelet (PRP) gibi enjeksiyonlar ve fizyoterapidir. Cerrahi tedavide ise tendon onarımı, akromioplasti, biceps tenodez, tenotomi veya artroplastisi yer alır. Yırtıklar parsiyel veya tam kat, akut veya kronik olabilir. Gençlerde akut yırtık genelde post travmatik gelişir. Omuzda kronik yırtıkların, dejenerasyon zemininde rejenerasyon kapasitesi yetersiz, humerus yapışma yerine yakın 1 cm'lik hipovasküler zonda olma riskinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir(6).

Son yıllarda tendinozis ve yırtıkların operabilite olasılıklarını değerlendirmek için klinisyenler ve radyologlar tarafından USG ve USE kullanılmaktadır. Tendinozis ve yırtık değerlendirilmesinde görüntülemeye direkt grafi, BT, USG ve MRG kullanılmaktadır. Direkt grafide osteoartrit, humerus başının süperiora migrasyonu, avasküler nekroz, kalsifik tendinit gibi patolojiler değerlendirilebilir. Ultrasonografi maliyet etkin, kolay ulaşılabilir, iyonizan radyasyon içermeyen ve dinamik incelemeye olanak veren bir yöntem olması nedeniyle rotator manşet tendon değerlendirmede çok faydalıdır. Operator ve cihaz bağımlı olması dezavantajlarıdır. MRG bu konuda altın standart kabul edilmektedir. MRG'de USG'nin aksine muskulotendinöz ünitenin tamamı değerlendirilebilir. Atrofi ve yağlı dejenerasyon MRG'de daha net saptanır. Tam kat yırtık için MRG ve USG benzer tanısal kaliteye sahipken, parsiyel yırtıklarda MRG'ye göre USG'nin sensitivitesi daha düşüktür(18).

2. ADHEZİV KAPSULİT (DONUK OMUZ)

Adheziv kapsulit diğer adıyla donuk omuz, omuz ekleminde ağrı, katılık hissi ve işlev kaybı yaratan, temel olarak glenohumeral eklem kapsülünde kontraktür, sinoviyal inflamasyon ve fibrozis ile seyreden bir patolojidir. Bu bulguların dışında neoplazik süreçlerde görülebilen gece terlemesi, kilo kaybı, yorgunluk gibi semptomlar görülebilir. Genel popülasyonda yüzde 2 ile 5 arasında görülür. 40-60 yaş arası kadınlarda daha sıktır. Şikayetler özellikle fleksiyon, abduksiyon ve eksternal rotasyonda daha belirginleşir. Yürürken kolun nötral şekilde sallanmasında sağlam taraf ile asimetri görülebilir. Adheziv kapsulit insidansı diyabet ve hipotiroidi hastalarında daha fazladır (19). Yapılan bir meta analizde diyabet hastalarında adheziv kapsülitin 5 kat fazla görüldüğü saptanmıştır (20). Adheziv kapsulit progresyon sürecine göre 3 faza ayrılır. Bunlar ağrı, katılık ve rezolüsyon fazlarıdır. Çoğu zaman kendini sınırlayabileceği gibi bazen yıllarca da sürebilir. Tanı için fizik muayene, görüntülemeye ek olarak diyabet ve hipotiroidi için gerekli testler yapılmalıdır. Donuk omuz tanısında görüntüleme şart olmamakla birlikte fizik muayenenin yanı sıra MRG oldukça faydalıdır. Direk grafi ise artrit, AVN, patolojik fraktür veya kalsifik tendinit gibi patolojileri ekarte etmek için uygulanabilir. Ultrasonografinin bu konuda MRG'ye oranla tanısız başarısı daha düşüktür. MRG'de korakohumeral ligaman kalınlaşması, rotator interval ve subkorakoid yağ yastıkçığında, aksiller reseste obliterasyon, T2A ve proton sekanslarda sinyal artışları ve inferior glenohumeral ligamanın belirgin kalınlaşması gibi bulgular izlenir. Tedavide en iyi seçenek açısından bir konsensus yoktur. Cerrahi dışı tedaviler NSAİ, fizyoterapi, oral ve intraartiküler steroid, PRP, akupunktur ve hidro dilatasyon sayılabilir. Konservatif tedaviye 6-12 ay cevapsız olgularda artroskopik kapsül serbestleştirme cerrahisi uygulanabilir.

3. KALSİFİK TENDİNİT

Kalsifik tendinit tendonlarda kalsifik depozit birikimiyle giden bir patolojidir. Bu birikim inflamasyon, ağrı ve bazen de hareket kısıtlılığı yaratır. Daha çok supraspinatus tendonunda görülür, ancak vücuttaki tüm tendonlarda meydana gelebilir. Kronik veya akut olabilir. Kalsifik tendinit etyopatogenezinde daha çok hidroksiapatit kristal birikimi öne çıkmaktadır. Tanı koymada direkt grafi, USG, BT veya MRG kullanılabilir. Amorf kalsifikasyonlar grafide daha silik görünmektedir. MRG'de ise kalsifikasyonlar tüm sekanslarda sinyalsiz yapılar şeklinde görülür. USG'de hiperekojen veya izoekojen, her zaman olmasa da akustik gölge veren yapılar şeklinde görülür. Akut fazda RDUS incelemede kalsifikasyon çevresi tendonda hiperemiye bağlı vaskularite artışları izlenebilir. Kemik yapışma yerine yakın kısımlarda tendonda ödem ve insersiyolara yakın eroziv değişiklikler görülebilir. Genelde

spontan rezolüsyona uğrar.Tedavi seçenekleri fizik tedavi,oral steroid,nsai,artroskopik litotripsi,perkütan lavaj veya ekstrakorporeal şok dalga terapisi ile kalsifik depozitin parçalanmasıdır.Kalsiyum depozitleri likefiye özellikte ise aspirasyon da bir seçenektir.

4. SUBAKROMIAL SUBDELTOİD BURSİT

Subakromial bursa supraspinatus tendonu ile korakoakromial ligaman arasında bulunan bir boşluktur.Sınırları inferiorda humerus başı,süperiorda akromion ve korakoakromial ligamandır.Grafilerde akromiohumeral mesafe genel olarak normalde 1 ile 1,5 cm arası bir değerdedir.Süpaspinatus tendonunun hareketlerinin optimal mekanikte gerçekleşmesine yardımcı olur.Bursit ise bu boşluğun inflamasyonudur.Romatoid artrit,kristal depo hastalıkları,sıkışma sendromu, infeksiyonlar veya tekrarlayan mikrotravmalar bursit sebepleridir.Omuz anterior ve lateral tarafta ağrı veya güçsüzlük yapabilir.Subakromial bursiti olan olgularda artrit,rotator manşet tendinopatileri veya yırtıkları,servikal radikulopati gibi patolojilerin eşlik etme şansı yüksektir.Sıkışma sendromu baş üzeri hareketler yapılan yüzme veya fırlatma hareketleri gerektiren spor dallarında daha sıktır.Neer subakromial sıkışma sendromunu üç evrede tanımlamıştır(21).Evre 1’de subakromial bursa ve tendonda ödem ve hemoraji, evre 2’de tendonlarda tendinit ve fibrozis ile birlikte irreversible değişiklikler, evre 3’te rotator manşet tendonlarında parsiyel veya tam kat yırtıklar.Evre 1 25 yaş altı,evre 2 25-40 yaş arası,evre 3 ise 40 yaş üstü yaş gruplarında daha sık görülmektedir.Tanıda fizik muayeneye ek olarak radyolojik görüntüleme modaliteleri kullanılır.Direkt grafi de akromial spur varlığı,akromiohumeral mesafe veya akromionun morfolojik anatomisi değerlendirilebilir.Akromioklavikuler eklem artrozları,subakromial boşlukta kalsifikasyon olup olmadığı anlaşılabilir.MRG ve USG’de bursada sıvı,sinovial proliferasyon ve bursa duvarlarında kalınlaşma olup olmadığı saptanabilir.

5. LABRAL PATOLOJİLER VE VARYASYONLARI

Labrum glenohumeral eklem fonksiyonu için çok önemli bir fibrokartilajinöz yapıdır.Ağırlıklı olarak tip 1 kollajen içerir.Dış kısmı vaskularize,iç kısmı devaskularizedir.Periferinde serbest sinir uçları barındırır.Labrum glenoid yüzeyi periferine yapışır,glenoid fossayı derinleştirir ve yüzeyini çevreler.Eklem hareket açıklığının sağlanmasına ve omuz eklemi stabilizasyonuna katkı sağlar.Glenoid kartilajın kompresyona bağlı hasarlanmasını önler.Labrum ile humerus başı arasında vakum etkisi ile negatif basınç oluşturur ve lubrikan madde görevi görüp kayganlık sağlar.Genelde saat 3 kadranı anteriorda

olmak üzere 3,6,9,12 şeklinde 4 kadrana bölünerek tariflenir.Glenohumeral ligamanların ve biceps tendon uzun başının yapışma yerini barındırır.Saat 12 pozisyonunda süperior kesimine biceps tendonu uzun başı yapışır.Labral patolojiler artroskopik ve radyolojik görüntüleme yöntemleri ile tanınabilirler.Labrumun birçok patolojisi olduğu gibi labrum varyasyonları da azımsanmayacak kadar fazladır.Labrum görüntülemesinde MRG ve MRG artrografi altın standarttır.Ultrasonografi labrum değerlendirmesinde kısıtlıdır.MRG artrografi için eklem içi kontrast madde enjeksiyonu gerekmektedir.MRG artrografide labrum içine kontrast maddenin girmesi labral yırtık olarak kabul edilir.MRG artrografi labrum varyasyonları ile slap yırtığı ayırımında çok faydalıdır.MRG artrografinin kontrastsız MRG ye göre slap yırtıklarını tespit etmede daha üstün olduğu belirtilmiştir(22).Başlıca labral patolojiler slap yırtığı,fibröz veya osseöz bankart lezyonları,perthes,alpsa,glad lezyonlarıdır.Varyasyonları içinde en çok görüleni sublabral reses ve sublabral foramen,buford kompleksidir.Varyasyonların neredeyse tamamı saat 11-3 kadransları arasında yerleşimlidir.

6. ARTRİTLER

Artritler kısaca eklem inflamasyonudur.İnflamatuar,enfeksiyöz veya dejeneratif olabilir.Tamamı görüntüleme modalitesi olarak direkt grafiler,BT,MRG ve USG kullanılmaktadır.Kemiklerde erozyon,eklemde efüzyon,sinovit,bursit,osteokondral lezyon,entezit gibi patolojiler artritis hastalarında izlenen sık patolojilerdir.Renkli doppler USG (RDUS) ile artritis olan eklemde sinoviyal inflamasyonun artmış vaskülaritesi gözlenebilir ve karşı tarafla kıyaslama yapılabilir.Tendonlar USG ile dinamik bir şekilde incelenebilir.USG noninvazivdir ve invaziv işlemlere kılavuzluk eder.Dezavantajları arasında ise düşük spesifikite,kemik iliğinin incelenememesi,cihaz ve operator bağımlı olması sayılabilir.Özellikle romatolojik artritlerde bilateral simetrik sinovit izlenebilir.Sinovit ile efüzyon ikisinin de USG de hipoekoik olmasından dolayı karışabilir.Ayırım için kompresyon yapıldığında sıvı hareket ederken,sinovium minimal kompresyon gösterir.Aktif sinovitte RDUS incelemede artmış vaskülarite gözlenebilir.Kronik sinovitlerde sinoviyal hipertrofi zamanla daha hiperekojen izlenebilir(23).Hipertrofiye sinoviyum fragmente olup rice body şeklinde izlenebileceği gibi destrüksiyona neden olan pannus dokusu şeklinde kitle konfigürasyonu gösterebilir.Tendon kılıfı sinoviyumunda kalınlaşma,tendon kılıfı boyunca sıvı ve RDUS incelemede artmış vaskularizasyon görülebilir.Bu inflamasyon tablosu tendon hasarı ve yırtıklara neden olabilir.Özellikle romatoid artritlerde tendonda spontan rüptürler gelişebilir.Eğer tam kat yırtık olmuşsa tendon uçları arası mesafe de ölçülüp raporda belirtilmelidir.

Spondiloartropatilerde izlenen bir patoloji de entezopatidir. Entezit veya entezopati tendon ve ligaman yapışma yerinde meydana gelen inflamasyonu tanımlar. Entezopati kronik aşırı kullanım veya inflamatuvar süreçlere sekonder olabilir. USG de tendon yapışma yerinde tendonda kalınlık artışı ve heterojenite veya yırtıklar, komşu kemik yapıda ise subkortikal kistler izlenebilir. İntraartiküler veya ekstraartiküler yağ dokularında inflame ve hiperekojen görünüm USG ile saptanabilir. Yağ dokuda ekojenite artışı ve hiperemi izlenir.

Kristal artropatilerinde sinoviyumda kalınlaşma, tenosinovit, hiperemi veya kemikte erozyonun yanı sıra periartiküler yerleşimli akustik gölge veren kalsifiye yumuşak doku kitleleri şeklinde kristal depozitleri izlenebilir. Gut tofusları USG de değişken ekojenitelerde görülebilir. Kalsiyum pirofosfat (CPPD) artropatilerinde menisküs veya trianguler fibrokartilaj gibi kıkırdak yapılarında kondrokalsinozis saptanabilir. Hidroksapatit kristal artropatisinde omuz ekleminde tendon insersiyolarında kalsifik tendinit ile uyumlu kalsifik fragmanlar izlenebilir ve omuz ekleminde Milwaukee omuzu denilen destrüktif değişiklikler gözlenebilir.

USG kılavuzluğunda bazı biyopsi prosedürleri, eklem ve yumuşak doku enjeksiyonları, bursit ve hematoma drenaj işlemleri, ganglion kisti gibi kistik lezyonların perkütan aspirasyonları, kristal artropatilerinde perkütan lavaj işlemi gerçekleştirilebilir.

2.4. ULTRASONOGRAFİ TEMELLERİ VE FİZİĞİ:

1. SES DALGALARININ ÖZELLİKLERİ

Ultrasonografi mekanik bir dalga olan ses dalgalarını kullanan, iyonizan radyasyon içermeyen bir görüntüleme modalitesidir. Ses bir enerji türüdür ve maddelerin titreşimi sonucu oluşur. Havada hareket eden mekanik dalgaların kulak zarı üzerinde yaptığı basınç değişikliği ile ses algısı oluşmaktadır. X ışınları elektromanyetik dalga spektrumunda yer alırken, ses dalgaları elektromanyetik dalga özelliği taşımaz. Elektromanyetik dalgalar yayılmak için bir ortama gereksinim duymazlar ve boşlukta yayılırlar. Ses dalgaları ise yayılmak için bir ortama ihtiyaç duyar. Ses dalgalarının hızı ortamın yoğunluğuna ve fiziksel özelliklerine bağlıdır. Yoğunluğu yüksek olan ortamda ses daha hızlı yayılır. Örneğin ses dalgaları daha yoğun olan kemik dokuda havaya göre daha hızlı yayılır. Frekans periyodik titreşimler için kullanılan bir terimdir ve saniyedeki titreşim sıklığını ifade eder. Birimi Hertz'dir. Duyulabilir ses frekans aralığı 20-20000 Hertz arasındadır. Ses dalgaları üçe ayrılır. İnfrases, ultrases ve işitilebilir ses. İnfrases frekansı 20 Hertz altı, ultrasesin ise 20000 Hertz üzeridir. İnfrases ve ultrases işitilemez frekanslardadır. Ultrasonografide kullanılan frekans aralığı 1-20 MHz'dir (1KHZ=1000HERTZ, 1MHZ=1000KHZ). Dalga boyu ise ses dalgasının iki tepe noktası arası mesafedir. Dalga boyu uzunluk birimleri ile gösterilir (metre, santimetre vb.). Sesin amplitüdü

yani genliği ise bir periyodik dde dikey eksenindeki maksimum değeridir. Ses şiddetinin birimi desibeldir. Sesin hızı, frekans ile dalga boyu çarpımına eşittir. Bu nedenle sesin hızı ortam sabit olması nedeni ile sabit iken, frekans arttıkça dalga boyu azalır. Frekans arttıkça daha derin dokulara penetrasyon azalır. Ses hızı havada en az iken metallerde en yüksektir.

2. SES DALGASININ DOKU İLE ETKİLEşİMİ

Ses dalgası dokuda ilerlerken 4 tip olaya maruz kalabilir. Bunlar soğurulma, yansıma, kırılma ve saçılma dır. Ses dalgasının ilerlediği ortamın sese karşı göstermiş olduğu dirence akustik empedans denir. Akustik empedans ses dalgasının doku ile etkileşiminde çok önemlidir. Akustik empedans sesin ortamdaki hızı ve ortamın yoğunluğu ile doğru orantılıdır. Eğer ses dalgası akustik empedansı değişmeyen tek bir ortamda ilerlerse tüm enerjisini kaybeder, ısı açığa çıkar ve tamamen atenüe olur.

Yansıma iki farklı akustik empedansa sahip ortam arasında gerçekleşir. Yanımayı etkileyen faktörler akustik empedans farkı, yansıtıcı yüzey boyutu ve çarpma açısıdır.

Saçılma ise iki ortam arası arayüz düzgün olmadığında oluşur. Eğer ses dalgasının dalga boyu, yansıtıcı yüzeyden büyükse saçılma meydana gelir. Saçılma görüntüde beneklenme yaratır.

Kırılma ses hızlarının farklı olduğu ortamlar arası geçişte ses dalgalarının yn değiştirmesidir. Kırılmaya bağlı olarak cisimler cihaz tarafından yanlış derinlikte algılanabilir. Yüzeye dik olmak kırılmayı azaltacaktır.

Soğurulma yani atenüasyon ise saçılma, kırılma veya yansımaya uğramış ses dalgasının enerjisini kaybedip, ısı enerjisi oluşturmasıdır. Bir ses dalgasının frekansı arttıkça daha çok soğurulur ve daha derin dokulara penetrasyonu azalır. Böylece frekansın artması daha yzeeye yakın bölgelerin uzaysal rezolüsyonunu artırır.

3. TRANSDUSER ÇEŞİTLERİ

Transduserlar enerjiyi bir formdan diğer forma çeviren cihazdır.Ultrasonografi cihazı transduseri içerisinde dizili piezo kristalleri tet tek veya gruplar halinde titreşip ses dalgası üretir.Transduser yerine çevirici veya prob isimleri de kullanılmaktadır.Transduserdan çıkan ses dalgaları incelenen dokuda sıkışma gevşeme süreçlerini takip ederek ilerler.

3 temel prob çeşidi mevcuttur.Lineer,konveks ve faz dizilimli problar.Lineer prob daha yüksek frekanslı ve yüzeyel doku görüntülemesi için kullanılır.Piezo kristalleri lineer dizilmiştir.Ürettiği ses dalgaları da düz çizgi şeklindedir,bu nedenle imajlar dikdörtgen şeklinde elde edilir.Konveks probda piezo kristalleri kavisli olarak dizilmiştir.Daha derin dokuları incelemek için idealdir.Daha çok abdominopelvik incelemede kullanılır.Faz dizilimli probda ise ses dalgaları tek bir noktadan çıkar ve yelpaze şeklinde dağılır.Kranial ve kardiyak görüntülemede kullanılır.Endokaviter incelemeler için de ince uzun şekile sahip,jinekolojik ve ürolojik patolojilerde kullanılan ve konveks yüze sahip problar da mevcuttur.Prob frekansı ile rezolüsyon doğru orantılıdır.Daha önceden üretici tarafından cihaza tanımlanan ve incelenecek organlara yönelik oluşturulan ön ayarlardan (preset) uygun olanı seçmek görüntü kalitesi açısından yararlı olacaktır.

4. ULTRASONOGRAFİ'DE GÖRÜNTÜ OLUŞUMU

Ultrasonografide görüntü temel olarak probdan çıkan ses dalgalarının dokuya çarpıp yansıyan eko olarak geri dönmesi ile oluşur.Sesin hızının bir ortamda sabit olduğu varsayımı nedeni ile yansıyan ses dalgalarının ne kadar zamanda proba geri döndüğü cihaz tarafından hesaplanır.Ses dalgalarının hızı insan vücudunda 1540 m/sn'dir.Ses hızının tüm doku boyunca sabit kaldığı ve doğrusal yayıldığı varsayılır.Cihaz bu varsayımlar ile görüntü oluşturur.Yansıyan ses dalgaları proba döndüğünde burda elektrik enerjisine çevirilir ve görüntü olarak işlenir.Böylece hangi ekonun ne kadar derinden geldiği belirlenir ve her piksele yansıyan ses şiddetine göre değişen farklı gri tonlar atanır.Bu şekilde gri skala B mod görüntü elde edilmiş olur.

Ultrasonografide ekojenite kavramı,görüntünün parlaklığını dolayısıyla yansıyan ekonun şiddetini gösteren bir terimdir.Ses dalgasını hiç yansıtmayan dokular siyah görünür ve anekoik olarak adlandırılır.İki yapı kıyaslandığında sesi daha az yansıtan hipoeoik olarak izlenir.Eğer bir yapı sesi daha çok yansıtıyorsa hiperekojen görünür.

5. ULTRASONOGRAFİ'DE GÖRÜNTÜ MODLARI

USG'de 3 farklı görüntü modu bulunur. Bunlar; A, B ve M modlarıdır.

A mod (amplitüd): Oftalmolojide kullanılır. Tek boyut görüntü verir. Puls eko prensibine dayanır ve farklı yoğunluklarda olan ortamlardan yansıyan ekonun şiddetleri derinliğe bağlı olarak gösterilir. Yansıyan ekonun şiddeti ses demetinin çarptığı yüzeylere ve çarpma açısına göre değişir. Ses demeti arayüze ne kadar dik açılı gelirse yansıması da o kadar az olacaktır.

M mod (motion): Hareketi ölçmek için kullanılır. Kardiyak inceleme ve pnömotoraks gibi plevral patolojilerde yararlıdır.

B mod (brightness): Günlük radyoloji pratiğinde en sık kullanılan USG modudur. İki boyutlu görüntü verir. Yansıyan eko şiddetine göre her piksele gri tonlarda farklı parlaklık atamaları yapılarak oluşturulur. B modda kemik ve kalsifikasyon gibi kuvvetli yansıtıcı yüzeyler nedeniyle ses dalgası daha derine inemez ve bu yapılar hiperekojen görülür. Mesane veya damar gibi organ ve yapılar sesi çok iyi geçirdiğinden dolayı yansıma çok az olur ve incelenen bu yapılar anekoik veya hipoeikoik görünür. Orta dereceli yansımalarda ise görüntü karaciğer, dalak gibi parankimal organlara benzer şekildedir.

6. ULTRASONOGRAFİ'DE GÖRÜNTÜ KALİTESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Görüntü kalitesini iyileştirmek için uygun prob ve ön ayar seçimi oldukça önemlidir. Ayrıca incelenecek yapıya uygun odaklama ve uygun kazanç ayarının (gain) yapılması görüntü kalitesini iyileştirecek adımlardır. Ses dalgasının şiddeti dokuda ilerlerken atenuasyon nedeni ile azalır. Kazanç ayarı değişikliği ile USG cihazı derinlik arttıkça zaman kavramı üzerinden yaptığı hesaplamalarla topladığı ekonun şiddetini artırır. Buna gri skala kazancı denir. Odak ise ses dalgasının uzak (frounhofer) ve yakın (fresnel) alan ortasında ses dalgalarının en homojen, ince ve yoğun olduğu noktadır. Odak noktasını iyi ayarlayarak sesin en homojen, yoğun ve ince olduğu noktada değerlendirme yapmak daha sağlıklıdır. USG monitöründe gösterilebilecek en düşük ve en yüksek amplitüdlere sahip eko aralığına dinamik aralık denir ve birimi desibeldir. Dinamik aralığın fazla olması daha küçük ekojenite değişikliğinin daha kolay saptanabilmesi anlamına gelir.

Görüntü kalitesini iyileştirmek amaçlı bazı yardımcı teknikler bulunmaktadır. Bunlar doku harmonik görüntüleme (THI) ve bileşik (compound) görüntülemedir.

THI'de gönderilen ana ses dalgalarının lineer olmayan yayılımı ile dokuda derin kesimlerde aplitüdü daha düşük,daha yüksek frekanslı ve esas gönderilen ana ses dalgası frekansının katları şeklinde olan harmonik dalgaları oluşur.Bu durumda ilk yansıyan eko değil,ilk gönderilen ana ses dalgasının puls frekansının iki ve üstü katı frekansı olan ekolar görüntü oluşturmada kullanılır.Bu harmonik dalgalar tek yönlüdür ve proba doğrudur.Harmonik görüntüleme ile yan lob artefaktları ve reverberasyon artefaktları azalır,yüksek frekans olması nedeniyle aksiyel rezolüsyon artar,daha ince dalga olması nedeni ile lateral rezolüsyon artar,sinyal/gürültü oranı ve kontrast rezolüsyonu artar.THI'nin dezavantajları ise penetrasyonun azalması ve akustik gölgelenmenin daha çok olmasıdır.Bu durum bazen safra veya böbrek taşı incelemesi yapılırken yanlış pozitifliklere yol açabilir.

Bileşik (compound) görüntülemede prob içindeki dizili kristaller farklı açılar ile ses dalgası gönderirler.Bu dalgalar her defada birden fazla açı ile gönderilir ve geri toplanır.İncelenen yapının farklı açılarla ve birden fazla kez örneklenmesi oluşan imajda gürültüyü azaltır.Kontrast ve kenar keskinliği artarken, görüntüdeki beneklenme,granulasyon azalır.Ancak compound görüntüleme safra taşı veya böbrek taşı gibi patolojilerde faydalı bir artefakt olan akustik gölgelenme azalabilir veya oluşmayabilir.Bu yöntemde verilerin işlenmesi daha çok zaman aldığından çerçeve hızında (frame rate) düşüşler olur.

USG görüntüleme bazı tuzaklar bulunmaktadır.Bu tuzaklar tamamen doğru olmayan varsayımlar nedeni ile oluşur.Bu varsayımlar bazen artefaktlara neden olabilir.Bu varsayımlar şu şekildedir;

- Tüm yansıyan ekolar ana ses demetinden gelmektedir
- İnsan vücudunda ses hızı her dokuda aynı ve sabittir
- Ses demeti her derinlikte aynı kalınlıkta ve homojendir
- Ses dalgası doğrusal yayılır
- Ses enerji atenuasyonu homojen olur

7. ULTRASONOGRAFİ'NİN AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI

USG'nin avantajları non invaziv,kolay ulaşılabilir,yaygın ve ucuz olması,iyonizan radyasyon içermemesi,yumuşak doku rezolüsyonunun yüksek olması,gebelerde güvenle kullanılabilmesi ve bazı girişimsel işlemlere kılavuzluk edebilmesidir.USG'de ses dalgaları hava veya gaz gibi ortamlarda kesintiye uğrar ve bu nedenle gaz dolu veya önünde gaz dolu organ olan diğer organların görüntülenmesi mümkün olmaz.Yüksek akustik empedansa sahip kemik veya hava gibi dokuların değerlendirilememesi,yüksek frekanslı uzun incelemelerde

mikroskopik termal hasarın olabilmesi,obez hastalarda hepatosteatoz gibi durumlarda sesin fazla soğurulması,operatör ve cihaz bağımlı olması de yöntemin limitasyonlarındanr.

8. ULTRASONOGRAFİ'DE SIK GÖRÜLEN ARTEFAKTLAR

Ses dalgası sadece odak noktasında en ince ve homojen haldedir.Aslında doğru olmayan ve USG cihazının doğru kabul ettiğı bazı varsayımlar,ses dalgalarının doku veya yansıtıcı yüzey ile etkileşimi sonucu meydana gelen fiziksel olaylar nedeni ile bir çok USG artefaktından söz etmek mümkündür.Bu artefaktlardan bazıları şunlardır;

Reverberasyon artefaktı: Yansıyan ekonun paralel yansıtıcı yüzeyler arasında bir çok kez yansması ile oluşur.Paralel hiperekojen çizgilenmeler şeklinde görülür.En tipik örnek safra kesesinde çamur ile karışabilen paralel çizgilenmedir.Benzer çizgilenmeler mesanede lümende seviyelenen yalancı bir debris görüntüsü verebilir.

Akustik güçlenme: Ses geçirgenliği yüksek yapıların,sesi daha az yansıtması nedeni ile daha derin dokuların çevreye göre hiperekojen gözükmesidir.İçi sıvı dolu olan kistik yapılarda veya safra kesesi,mesane gibi sıvı dolu organlarda posterior derin kesimler daha hiperekojen izlenir.

Akustik gölgelenme: Ses dalgasının tümünün yansıtıcı yüzey tarafından yansıtılmasına bağılı oluşur.Ses demeti incelenen yapıyı katedemez.Böylece ses dalgasının çarpıp yansıdığı yapının posterior kesimleri gölge şeklinde karanlık görülür.Özellikle böbrek ve safra kesesi taşlarının tanınmasında faydalı bir artefaktır.

Ayna artefaktı: Ses demeti güçlü ve düzgün bir yansıtıcı yüzey ile karşılaşınca yüzeyin her iki tarafında yansıtıcı yüzeye aynı mesafede, yapının ayna hayalinin izlenmesidir.En güzel örnek karaciğerde izlenen bir hemanjiyomun diyafragmanın yansıtıcı yüzey olması nedeni ile diyafragmanın diğer tarafında da ayna görüntüsünün izlenmesidir.

Kuyruklu yıldız artefaktı: Bir tür reverberasyon artefaktıdır.Ses demeti kendini titreştirecek kadar yakın iki reflektif yüzey ile karşılaşınca ardışık yansımalar şeklinde,ekosu derine doğru gittikçe azalan kuyruk şeklinde görülür.En belirgin örnekleri safra kesesinde kolesterol krsitallerinde veya tiroid kolloid nodullerinde kolloid kristallerde izlenir.

Anizotropi artefaktı: Kas ve iskelet sisteminde tendonlarda görülür.Tendonun fibriler yapısı ve bu fibrillerin değişik açılarla uzanımları nedeni ile tendona gelen ses demetinde bazı ses dalgaları tendondan proba geri dönemez ve buralardan yansıyan eko alınıp

görüntü oluşturulamaz.Eko alınamayan alanlar hipoeoik görünür.Bu nedenle yanlışlıkla tendinozis tanısı konulabilir.Bu artefaktı yenmek için prob tendona dik olmalıdır.

Yan lob artefaktı: Ana ses demetinin lateral komşuluklarında olan cisimlerden ses dalgalarının kuvvetli yansıtıcılardan geri dönmesi halinde dönen eko,ses demeti merkezinde olmamasında rağmen merkezde görüntü oluşturmaya yan lob artefaktı denmektedir.Örnek olarak duodenal bağırsak gazından yansıyan hiperekojen çizgilenmeler safra kesesinde çamur olarak yanlış yorumlanabilir.

Elektronik interferans artefaktı:USG cihazının yakınında eksternal elektrik sinyali üreten mekanik ventilatör gibi elektronik cihazlar nedeni ile görüntüde vertikal kesintili bantlar şeklinde artefakt oluşur.

2.5. RENKLİ DOPPLER ULTRASONOGRAFİ TEMELİ VE FİZİĞİ

B mod USG’de ses dalgaları probdan gönderilmekte,farklı akustik empedanslara sahip arayüzlerden yansıyarak proba geri dönmekte ve bu geri dönen ekoların işlenmesiyle görüntü oluşmaktadır.B mod USG’de dönen ekonun amplitüdü ve dalganın gidişi ile dönüşü arasındaki süre hesaplanarak ekoların hangi derinlikten geldiği tespit edilebilmekte ve buna göre her piksele farklı gri tonlar atanarak görüntü oluşturulmaktadır.

RDUS’ da farklı olarak yansıyan ekonun faz,frekans ve dalga boyu bilgileri dikkate alınarak görüntü oluşturulur.B mod USG’de ise görüntü oluşum temelinde yansıyan ses dalgalarının amplitüdlere rol oynar.Hareketsiz sabit dokularda ses dalgalarının dalga boyu ve frekansı yansıma sonrasında proba ulaşan dalga boyu ve frekans ile aynıdır.Eğer yansıtıcı yüzey hareketli ise proba dönen ses dalgasında frekans farklılığı oluşur.Bu frekans farklılığı 1842 yılında Cristian Doppler tarafından Doppler Kayması olarak tanımlanmıştır.Bu tarife göre ses dalgası kaynağı ile yansıtıcı yüzey birbirine yaklaşıyorsa yansıyan ses dalgaları boşlukta birbirlerine yaklaşır,dalga boyları azalır ve proba daha yüksek bir frekansta ulaşırlar.Eğer ses dalgası kaynağı ile yansıtıcı yüzey birbirlerinden uzaklaşırlarsa yansıyan ses dalgaları boşlukta birbirlerinden uzaklaşır,dalga boyları artar ve proba daha düşük bir frekansta ulaşırlar.Bu prensip kandaki eritrositlere uyarlandığında birtakım değişkenler de tabloya eklenir.Frekans farklılığının büyüklüğü (ΔF), kan akım hızına (V), ses dalgasının transduserden çıktığı andaki frekansına (F_t), ses dalgasının insan vücudu içindeki hızına(c), ses dalgasının damarın uzun eksenine ile olan açısına (θ) bağlı olarak değişmektedir.

Doppler eşitlik denklemi $\Delta F=2 \times F_t \times V \times \cos \theta / c$ şeklinde ifade edilir.Ses dalgalarının insan vücudunda yayılım hızı 1540 m/sn olarak sabit olduğu varsayılmaktadır.Doppler

denkleminde açı dışındaki diğer faktörler önceden belirlenmiş ve sabit durumda olduğundan frekans farkı büyük ölçüde açıya bağlı değişmektedir. Teorik olarak dopler açısının 0 derece olduğunda en yüksek frekans farkı elde edilecektir. ($\cos 0=1$) Fakat bu durum pratikte mümkün olmamaktadır. Dopler açısı 90 derece olduğunda $\cos 90=0$ olacağından doppler frekans farkı oluşmaz. Bu nedenle ilgili incelenen damarda renkli dopler akımı kodlanmaz. Eğer doppler açısı 90 dereceye yakın değerlerde ise antegrad ve retrograd akımların ayırt edilebilme olanağı bozulur. Böylece bazal çizginin altında ve üstünde ayna hayali şeklinde simetrik hatalı bir spektral akım bilgisi oluşur. Doppler açısının 60 dereceyi aştığı hallerde doppler açısındaki küçük oynamalar, açının cosinüs ($\cos$) değerlerinde büyük değişiklikler yaratır ve böylece doğru ölçümden uzaklaşmış olur. Bu sebeplerden ötürü ses dalgaları ile damar lümenindeki akım yönü arasında 30 ila 60 derecelik açı olacak şekilde inceleme yapılmalıdır. Frekans kayması prob frekansı ile doğru orantılıdır. Yüksek frekanslı prob kullanıldığında daha yüksek frekans kayması olur ancak hesaplanan hız değişmeyecektir. Frekansın yüksek olması ses dalgasının derinlere penetrasyonunu engelleyeceği için derin dokularda doppler incelemesi yapmak yüksek frekanslı problemler ile zorlaşmaktadır.

RDUS temel olarak ikiye ayrılır. Bunların birincisi sürekli dalga formu (continuous wave=CW), diğeri ise pulse dalga formudur (Pulsed wave=PW). Sürekli dalga formunda bir probda ses dalgalarını sürekli olarak gönderen ve toplayan iki aktif eleman bulunur. Akımın varlığını saptar ancak bunun hangi derinlikten geldiğini ve sinyalin kaynağını ve yönünün saptayamaz. Akımın büyüklüğü gönderilen ve alınan ses dalgalarının frekans farklarına bağlı değişiklik gösterir. Bu fark genelde işitilebilir ses frekansları arasındadır. Ucuz ve taşınabilir özelliktedir. Yatak başı ve intraoperatif olarak akım varlığı veya yokluğunun değerlendirilmesi amacıyla kullanılır.

Diğer doppler yöntemi pulse dalga formu doppler yönteminde ses dalgaları vurular halinde gönderilir. Gönderilen ve yansıyan ses dalgası arasında belirli bir sürenin olması ve ses hızının sabit olduğu varsayımı ile sesin hangi derinlikten geldiği ve doppler frekans kayması hesaplanabilir. Renkli Doppler bilgisi ile B mod USG görüntüleri birleştirilerek duplex doppler görüntüleri elde edilir. Bu yöntemde proba dönen ses dalgaları, hem gerçek zamanlı görüntü hem de doppler dalga formunun gerçekleşmesi için işlenir. Radyolojide kullanılan form pulse wave doppler'dir.

Bir saniyede gönderilen ses dalgası frekansına pulse tekrarlama frekansı (PRF) denir. Derinlik arttıkça ses dalgasının dönüşü için daha çok zaman gerekeceğinden PRF azalır. Bu durum pulse dopplerde akımın hızını ölçmede bir üst limit oluşturur. Temel olarak yüksek akım hızları yüksek PRF, düşük akım hızları da düşük PRF değerleri ile

ölçülmelidir. Gözlemleme frekansı da denilen PRF, hareket frekansının (doppler kayma frekansı) en az iki katı olmalıdır. Bu periyodik bir şekilde hareketin doğru analizi için gereklidir. Aksi takdirde katlanma (aliasing) artefaktı ortaya çıkar. Aliasing artefaktı renk karmaşası şeklinde görülür ve akımın yönü ve hızı sağlıklı değerlendirilemez.

Seçilen bölgeden geri dönen ses dalgaları ile ortaya çıkan frekans farkı, B mod USG görüntünün yan tarafında hız/zaman (cm/sn) veya frekans/zaman (kHz/sn) grafiği şeklinde gerçek zamanlı izlenebilir. Frekansı hıza çevirmek için doppler açısı bilinmelidir.

Radyolojide doppler ultrasonografinin en sık formu renkli dopplerdir (RDUS). RDUS hareketli yapılardan oluşturulmuş bir renk haritasıdır. Bu şekilde akım bilgisi, akımın proba göre yönü ve hızına göre renklendirilip B mod USG’de damar içerisine yerleştirilir. RDUS’de renkli haritalama kalitatif değerlendirmeye imkan verir. Grafik şeklinde kantifiye edilmiş haline spektral doppler denir. Akımın rengini faz shifti, renk tonunu ise frekans shifti belirler. Hız yüksek ise akım daha parlak görünecektir. Damara 90 derecelik açıda bakıldığında kırmızı ve mavi segmentlerin birleşmesi sinyal kaybı ile sonuçlanır. Bu gibi durumlarda damarda trombüs varlığı açısından yanlış pozitif tanı konulabilir. Renk düzenlemesi cihazın ayarları ile ilişkili olup renkler tersine çevrilebilir.

Power doppler ultrasonografide ise görüntü incelenen alandan elde olunan sinyallerin gücü doğrultusunda elde edilen doppler tekniğidir. Power dopplerde görüntüyü oluşturan temel faktör sinyalin gücüdür. Renkli dopplerde akım yönüne göre renk değişirken, power dopplerde hız ve yön bilgisi yoktur. Sadece doppler kayma gücü kullanılarak görüntü oluşur. Bu güç hareket eden ve doppler kayması oluşturan eritrositlerin toplam sayısına bağlıdır. Açı değiştiğinde güç değişmez. Bu nedenle power doppler açısı bağlı değildir. Aliasing artefaktı bu nedenle görülmez. Gürültü power dopplerde daha azdır ve harekete renkli dopplerden daha duyarlıdır. Bu nedenle kan akımını bazen yumuşak doku hareketinden ayırt etmek oldukça zor olmaktadır. Son yıllarda directional power doppler adlı yöntemde amplitüd bilgisinin yanı sıra faz bilgisi de kullanılmaya başlanmıştır. Böylece akımın yönünü de göstererek standart power dopplere üstünlük göstermektedir.

2.6. USG ELASTOGRAFİ

1. USG ELASTOGRAFİ TEMELİ VE FİZİĞİ

Elastisite bir maddenin dış kuvvete karşı deforme olup, dış kuvvet ortadan kalktığında eski haline dönebilme özelliğidir. Ultrasonografik elastografi (USE) ise dokuların elastisite ve sertliğini kalitatif ve kantitatif ölçme imkanı veren ultrasonografik yöntemidir. USE

konvansiyonel ultrasonografiyi tamamlamaktadır.1990-91 yıllarında Lerner ve Ophir tarafından bilim dünyasına tanıtılmıştır(24).Elastografi dokunun morfolojik ve anatomik özelliklerinin yanı sıra,doku sertliği ve elastisitesini ölçerek biyomekanik özelliğe dair veri elde etmemizi sağlamaktadır.Bu bakımdan elastografi fizik muayenenin olmazsa olmazı palpasyona benzetilebilir.Palpasyonda parmak uçlarındaki sinir uçları ile dokunun sertliği hakkında bir kanıya varmaya çalışılır.Genel kural olarak malign lezyonlar sert,benign lezyonlar ise yumuşak olma eğilimindedir.Doku ne kadar sert ise deformasyon oranı azdır.Tümör dokuları normal dokulara göre daha serttir.USE'nin en önemli amaçlarından biri bu sertliği saptayıp,normal ve tümör dokusunun ayrımını yapabilmektir.Tarihsel süreçte karaciğer,meme,tiroid,prostat gibi organlarda elastografi daha sık kullanılmıştır ve günlük pratikte bir çok merkezde de halen kullanılmaktadır.Kas iskelet sisteminde ise son yıllarda B mod USG ve USE kullanımı kliniklerde gerek rutin inceleme gerekse araştırmalarda popüler bir yöntem haline gelmiştir.

Doku elastisitesinin veya sertlik derecesinin ölçümü young elastik modülü adı verilen bir temele dayanır.Gerinim (strain) uygulanan kuvvet sonrasında dokuda meydana gelen şekil veya boyut değişikliğidir.Young elastik modülü basit tanımlama ile uygulanan kuvvetin,ölçülen gerinime oranıdır ve açık formülü $E = \frac{F}{A \cdot \Delta L} \cdot L$ dir.Bu denklemde E young modülü, p dansite, c shear wave dalga hızını (SWV) hızını temsil eder.Birimi kilopascaldır (kPa).Young elastik modülünde longitudinal kuvvet uygulanan yapılarda aynı ekseninde oluşan deformasyon ölçülerek doku elastisitesine ilişkin kilopascal cinsinden kantitatif veri elde edilir.

2. USG ELASTOGRAFİ ÇEŞİTLERİ

Nesnelerin elastografik olarak değerlendirilmesi için temelde iki tip yaklaşım mevcuttur:

I. Statik veya dinamik olarak uygulanan kuvvetin nesnelerin iç bileşenlerinde yarattığı yer değişikliklerinin izlenip değerlendirilmesi (Yer değişikliği elastografisi yöntemleri)

II. Transduserdan yollanan güçlü bir akustik radyasyon dalgasının bu dalgaya dik ve cilde paralel olarak oluşturduğu transverse dalgaların hızının ölçülmesi (Shear wave elastografi)

I. YER DEĞİŞİKLİĞİ ELASTOGRAFİSİ TEKNİKLERİ

Bu yöntemlerin tümünde , incelenen dokuya dışardan uygulanan bir kuvvet ile, iç yapı bileşenlerinde ortaya çıkacak yer değişikliklerini duyarlı yöntemlerle saptamak ve böylece elastisite ile ilgili dolaylı bilgiler elde etmek mümkündür. Eksternal kuvvet kaynağına göre iki ayrı alt gruba ayrılır :

1. Deformasyon Elastografisi (Strain veya quasi statik elastografi)

2. Akustik Radyasyon Kuvveti ile Yer Değişikliği Elastografisi (Acoustic Radiation Force Impulse,ARFI, dinamik elastografi)

1. Deformasyon Elastografisi (Strain veya quasi statik elastografi)

Deformasyon elastografisinde dokuya uygulanan kuvvet sonrası oluşan deformasyon, speckle tracking yöntemi ile izlenip, ölçülür.Böylece görüntü ve sayısal değer haline getirilir. Eksternal kuvvet uygulamanın iki çeşidi vardır:

- Prob ile manuel ve ritmik olarak dıştan basıp, çekerek sıkışma ve gevşeme oluşturulur.
- İncelenen dokunun yakın komşuluğundaki karotid arter, kalp gibi pulsatil organların yarattığı pulsatil ritmik hareketlerin dokuda yarattığı spontan deformasyon üzerinden analiz yapılabilir.

Prob ile cilde bası yaparken cilde dik olunmalı ve cilt ile temas kesilmemelidir.Bası konusunda standardizasyon amacıyla cihazda bası şiddetini gösteren skalalar mevcuttur.En az üç kompresyon-relaksasyon döngüsü gereklidir.Kompresyon döngüsünün ortasında ölçüm yapılmalıdır.Strain elastografi (SE) daha çok yüzeysel dokularda uygundur.Derinlik arttıkça SE güvenilirliği azalmaktadır.Sert dokularda eksternal kuvvet sonrası dokuda oluşan deformasyon (gerinim,strain) daha az olur.

SE’de doku deformasyon derecesini gösteren gri tonlardan veya farklı renklerden oluşan elastogram haritaları geliştirilmiştir.Elastogramlarda SE imajları B mod USG görüntüleri üzerine süperpoze edilebilmektedir.Görsel renkli elastogramlarda cihaz ve tercihe göre değişmekle birlikte genelde sert dokular mavi,yumuşak dokular kırmızı,ara sertlikte dokular yeşil veya sarı tonlarda görülmektedir.Ayrıca bu şekilde sayısal veriler elde etmek de mümkündür.Siyah beyaz gri tonda haritalamada sert dokular koyu yumuşak dokular ise parlak tonda görünür.Ayrıca sert dokular B mod USG imajlarına göre SE’de daha büyük görünme eğilimindedir.SE’de veriler kalitatif (nitel) veya semikantitatif özelliktedir.

Yaklaşık aynı derinlikte olan ve normal olan referans bir doku seçilerek (genelde subkutan yağ doku) incelenen doku SE değerleri birbirlerine oranlanır ve gerinim indeksi (strain ratio) elde edilir. Gerinim indeksi semikantitatifdir. SE’de gerçek bir kantifikasyon yoktur. Bu oranlamada normal dokunun gerinimi, incelenen dokununkine bölünür (referans doku/incelenen doku). Gerinim indeksi yüksek olan doku daha sert olarak kabul edilir. SE tekrarlanabilirliği az ve yorumlama konusunda güçlük yaşanılabilecek, değişkenliği yüksek bir elastografi tekniğidir. SE göreceli sertlik bilgisi verirken, shear wave elastografide (SWE) ise değerler mutlaklıdır.

SE’de eksternal kuvvetin manuel olması, probun ritmik hareketlerde doğru kullanılıp kullanılmaması gibi nedenlerden dolayı operatör bağımlılığı yüksektir. Yüzeyel dokularda fazla kayganlık olursa prob ve cilt arasındaki kırılma nedeniyle deformasyon normalden az oluşabilir. Komşu dokuların sertlik ya da yumuşaklığı, incelenen dokunun elastografik ölçülerinin farklı çıkmasına neden olabilir. Periferi sert, santrali ise yumuşak özellikte yapıların elastografik değerlendirmesi de yanlış sonuçlara neden olabilmektedir (yumurta kabuğu etkisi).

2. Akustik Radyasyon Kuvveti ile Yer Değişikliği Elastografisi (Acoustic Radiation Force Impulse Imaging, dinamik elastografi)

Doku içindeki deformasyon probdan gönderilen ve dokularda dalgalanma oluşturacak güçte, odaklanmış bir akustik dalga (acoustic radiation force impulse, ARFI) ile yaratılır. Bu şekilde daha standart büyüklükte bir kuvvet uygulanır. Bu da yöntemin tekrarlanabilirliğini ve güvenilirliğini artırır. Doku içi bileşenlerdeki yer değişikliği, RF-eko takibi kullanımı ile ölçülebilir ve kalitatif elastogram olarak gösterilebilir. Diğer yer değişikliği elastografisi yöntemlerine göre kullanıcıya daha az bağımlıdır.

Deformasyon elastografisi ile karşılaştırıldığında daha iyi rezolüsyona sahiptir. Görüntülenen alan içerisindeki dokular arasındaki kayma hareketlerinden daha az etkilenir. ARFI kaynağı güç oluşturması için gerekli yüksek enerjiden dolayı probda ısınmalar olabilmekte ve soğuma için bir süre gerekmektedir.

II. TRANSVERS DALGA (SHEAR WAVE) HIZ TEKNİKLERİ

Farklı bir elastografi yaklaşımı olan bu yöntemde , uygulanan bir dış güç ile doku içinde cilde paralel, ana dalgaya dik, yani transvers yönde dalgalanma oluşturulur.Bu transverse dalgalara shear wave (makaslama dalgaları) denmektedir.Bu dalgaların doku içindeki yayılım hızları, incelenen dokunun elastisitesinin bir göstergesi olduğu kabul edilir ve dokunun sertliğine göre hızlar değişmektedir.Bu hızlar ölçülerek kutucuk içinde farklı renk ve tonlarda gösterilerek kalitatif ve kantitatif veri elde edilir.Sert dokularda shear wave dalgaları daha hızlı yayılır.Bu dalgaların bir kısmı ısı enerjisine dönüşeceği için uzun süreli kullanımda ortam ısıısı artabilir bu da dalga hızlarını etkileyebilir.Uygulanan güç mekanik (transient elastografi) olabileceği gibi, ARFI demeti ile de olabilir. Dış güç tipine göre üç alt grup mevcuttur.

1.Transient elastografi (TE)

2.Noktasal Shear wave Hız Ölçümü Elastografisi (Point shear wave)

3.Shear wave Hız Görüntüleme Elastografisi(2D shear wave)

1. Transient Elastografi (1D Elastografi, Fibroscan®):

Cilt üzerine yerleştirilen ultra-ses probunun ilgili yaylı piston kısmının hareketi ile kısa itici bir vibrasyon darbesi oluşturulur. Doku içinde titreşimin yayılım eksenine dik ve transverse yönde shear wave dalgaları oluşturulur.Günlük kullanımda yaygınlığı azalmıştır.Sonuçlar kilopascal cinsinden grafikler ile gösterilir.Anatomik ve morfolojik haritalama yoktur ve B mod görüntüleri kullanılmaz.Değerlendirilen alan yaklaşık 1x4 cm lik bir alana tekabül eder.Bu da invaziv olarak perkütan değerlendirilen karaciğer biyopsilerinde alınan örneğe göre oldukça büyüktür.Bu yöntem 1D elastografi,transient elastografi veya vibrasyon elastografisi gibi isimler kullanılmaktadır.Daha çok karaciğer fibrozisini ölçmek için kullanılmıştır.Vibrasyon dalgalarının sıvıda ilerleyememesi nedeni ile asitli olgularda ve obez hastalarda transient elastografi kullanımı kısıtlılık oluşturur(25).Bu nedenle obez hastalarda XL prob geliştirilmiştir.

2. Noktasal SW Hız Ölçümü Elastografisi (Point shear wave)

Bu yöntemde ARFI dalgaları kullanılır.Doku içinde bu dalgalara dik eksende transvers dalgalar, yani shear wave dalgaları üretilir.Bir kaç cm'lik tek bir ROI içinde bu

dalgaların hızları m/sn cinsinden ölçülür.ROI boyutu değiştirilemez.Bu ölçülen hız değerlerinin incelenen dokunun elastisitesinin dolaylı bir göstergesi olduğu kabul edilir.

Shear wave dalgalarının hızları yüzeyden yaklaşık 8 cm'ye kadar derinlik aralığında ölçülebilmektedir ve derinlere gittikçe atenüe olurlar.Benzer şekilde yüzeyden de minimum bir derinlik gerekmektedir.Schmalzl ve arkadaşlarının bir çalışmasında bu mesafenin minimum 1.2 milimetre olması gerektiği belirtilmiştir(24).Bu gibi durumlarda cilde kalın jel tabakası veya jel yastıkçığı koyularak sorun aşılabilir.

Transient elastografinin aksine ARFI dalgalarının sıvı içinde ilerleyebilmesi nedeniyle asitli hastalarda kullanımı mümkündür.Ayrıca rehber olarak B mod USG imajlarının kullanılması nedeniyle ölçümün nerden yapıldığı anatomik ve morfolojik olarak daha net belirlenebilmektedir.Aynı incelemede B mod USG,RDUS hem de elastografik ölçüm yapılabilmesi transient elastografiye üstünlük sağlamaktadır.Artefakt ve değişken ölçümleri engellemek için organ kapsülünden en az 2-3 cm uzakta çalışılması önerilmektedir.

3. Shear Wave Hız Görüntüleme Elastografisi (SWE, 2D-SWE veya 3D-SWE)

Shear wave elastografi ilk defa 1998 yılında Sarvazyan tarafından tanımlanmıştır(24).Diğer shear wave hız yöntemlerinde olduğu gibi dokuya gönderilen ardışık pulsar şeklinde daha büyük bir alana gönderilen ARFI dalgalarının transvers yönde yarattığı shear dalgalarının hız ölçümleri temeline dayanır.Bu ölçümler bir çok ROI ile istenilen alanlardan yapılabilir.Shear wave dalgaları yavaş yayılan dalgalar (1-10 m/sn).ARFI dalgaları kısa süreli (320 μ s) ve yüksek frekanslı güçlü dalgalar. Bu kuvvet dokuda çok küçük deformasyon (1-20 μ m) yaratır.Bu teknikte sadece hız değerinin ölçümlerinin yanı sıra,bu değerlerin farklı renklerle görselleştirilmesi söz konusudur.B mod USG görüntüleri üzerinde belirlenen bir alanda iki veya üç boyutlu kantitatif imajlar üretilir. Çok hızlı görüntü işleme algoritmaları ile shear wave hızlarına göre renklendirilmiş alanlardan ROI'ler aracılığı ile shear wave hız ölçümleri yapılarak, elastisite değerleri hesaplanır.Uzaysal rezolüsyon strain görüntülemeden başarısızdır.

Shear gerilimi açısıl kuvvetlere karşı gelişmektedir.Bu nedenle sıvılarda kuvvet her yöne eşit dağılır ve böylece shear wave dalgaları oluşmaz.Bu nedenle kist gibi sıvı dolu yapılar SWE ile değerlendirmeye uygun değildir.

SWE'nin operatöre bağımlılığı diğer elastografi tekniklerine kıyasla daha azdır.Ancak, yüzeyel dokuları görüntülerken prob basısı minimal olmalıdır. Bu şekilde dokuların prob basısından kaynaklanan prekompresyon artefaktlarından kaçınılmış olur.

Bu yöntemle m/sn cinsinden hız ölçümünün yanı sıra kilopascal birimi cinsinden $E=3\rho c^2$ açık formülü kullanılarak cihaz tarafından young elastik modülü hesaplanabilir. Young elastik modülü dokunun uygulanan kuvvet sonrası gerinimdeki değişikliği tanımlar. Kısaca uygulanan kuvvet ile gerinim eğrisinin eğimidir. Sert dokularda young elastik modülü değerleri yüksek bulunur. Bu yöntem homojen ve izotropik dokularda daha güvenilirdir. Kas iskelet sisteminde tendonlar anizotropik ve homojenitesi düşük olması nedeni ile tendon elastografisinde m/sn cinsinden hız ölçümü elastik modüluse göre daha güvenilirdir.

3D SWE ise 3 boyutlu renk kodlanan elastogram haritaları sayesinde operatöre bağımlılığının bir etkeni olan düzlem seçilimi konusunda olan kısıtlılığı azaltmaktadır. 3D görüntüler 2D imajlardan rekonstrükte edilerek elde olunmaktadır. Özellikle kitle lezyonunun preoperatif değerlendirmesinde ve tedavi süreçleri boyunca volumetrik elastografik inceleme daha detaylı anatomik ve morfolojik bilgi verebilmektedir

2.7. KAS İSKELET SİSTEMİNDE USG VE ELASTOGRAFİ

1. KAS İSKELET SİSTEMİNDE B MOD USG

Tendonlar kasları kemiğe bağlayan ve kasın yükünü kemiğe aktaran yapılardır. Tendonların yüzde 70'i su olup paralel dizilimli kollajen liflerden ve bağ doku elemanlarından oluşurlar. Kas iskelet sisteminde tendinozis ve tendon yırtıkları günlük hayatı çok fazla etkilemekte ve hayat kalitesini bozabilmektedir.

Tendonlar dejenerasyona uğradıkça kollajen lifleri kopar ve parçalanır. Tendonda mukoid dejenerasyon, disorganizasyon, proteoglikan ve sıvı içeriğinde değişiklikler, yağlı infiltrasyon ve vaskülarizasyon değişiklikleri ile birlikte tendon yumuşamaya başlar. Tendon dejenere oldukça yırtık riski artar. Dünyada genel kanı dejenere olan tendonun yumuşadığı şeklindedir. Ancak kronik süreçte dejenere olan ve yırtılan tendonda, kollajen liflerin yerini fibrozis dokusu alacağı için iyileşme sürecinde tendonun sertleşebileceğini ileri süren çalışmalar mevcuttur(26).

Tendinopatilerde MRG, BT, direkt grafi ve USG gibi görüntüleme modaliteleri kullanılır. Rotator manşet tendinopatilerinde altın standart görüntüleme modalitesi MRG kabul edilmektedir. BT yumuşak doku değerlendirmede pek tercih edilmese de kalsifik tendinit veya kristal artropatileri gibi kalsifik depozitlerin eşlik ettiği patolojileri aydınlatılabilir. B mod USG de normal tendon hiperekojen çizgisel fibriller şeklinde ve büyük oranda homojen görülür. Tendinoziste ise B mod USG'de tendonda kalınlaşma, homojenitede bozulma, fibrillerde

disorganizasyon,tendon içinde fokal veya diffüz hipoekoik alanlar izlenir.İleri dönemde tendonda kısmı veya tam kat yırtık ile birlikte yağlı dejenerasyon ve atrofi izlenebilir.Yağlı dejenerasyon tespitinde B mod USG kısıtlı kalmakla birlikte bu konuda MRG daha üstün tanısallık doğruluk göstermektedir.Semptom olmasa dahi yaşlanma ile birlikte tendonda bu bulgular görülebilir.USG ile gerçek zamanlı manevralar uygulanarak sıkışma sendromu gibi patolojiler yönünden sağlıklı değerlendirme yapılabilir.Tendonda yırtık varlığında tendon içinde sıvı şeklinde anekoik alanlar görülür.Tam kat yırtıklar B mod USG’de kolay tanınırken,küçük parsiyel yırtıkların tespiti zor olabilmektedir.Küçük parsiyel yırtıklar MRG’de daha kolay tanınabilmektedir.Parsiyel yırtık tespit edildiğinde bursal veya artiküler yüz uzanımı,tam kat yırtıklarda ise retraksiyon olup olmadığı raporda belirtilmelidir.

2. KAS İSKELET SİSTEMİNDE USG ELASTOGRAFI

Kas ve tendonların elastisite ve sertlik özelliklerinin bilinmesi, tendinozis ve yırtık gibi durumlarda teşhise ek olarak tedavi planlaması ve takibinde, tedavi-rehabilitasyon prognozunu öngörmeye önem taşımaktadır. İskelet kaslarının sertlik derecesini kas kasılması ile olan aktif gerilim ve bağ dokunun meydana getirdiği pasif gerilim belirler.Günlük hayatta aktif gerilimdeki bozukluklar daha kolay tanınırken,pasif gerilim bozuklukları hemen kolayca farkedilmeyebilir.Son yıllarda sonoelastografi adı verilen yöntemle dokuların sertlik,elastisite gibi biyomekanik özellikleri non invaziv,gerçek zamanlı kalitatif ve kantitatif bir şekilde değerlendirilebilmektedir.

Tendon sertliğini ölçerken bazı faktörler sonucu etkileyebilir.Cilde uygulanan prob basısı incelenen doku sertliğini etkileyebilir.Bu nedenle mümkün olan minimal kompresyon uygulanmalıdır.Prob bası şiddeti sadece SE’de değil SWE’de de ölçümleri etkileyebilmektedir.**Carpenter ve arkadaşlarının** bir çalışmasında prob basısı arttıkça shear wave hız değerleri değerleri istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur(27).**Kot ve arkadaşlarının** çalışmasında da SWE’de prob basısı arttıkça patellar tendonda daha sert olarak tanımlanan yüksek shear wave hızları ölçülmüştür(28). **Davis ve arkadaşlarının** yaptığı bir çalışmada (29) prob basısındaki yüzde 10’luk artışın shear wave hız değerlerini ikiye katladığı belirtilmiştir.Çok yüzeysel bir tendon incelenecekse prob ile cilt arasına yeterli mesafeyi sağlamak için jel yastıkçığı koyulabilir. Bu durumda, SE uygulamasında elastografi kutucuğu jel yastıkçığını kapsamayacak şekilde yerleştirilmelidir.Bu yöntem dokuların sertliğini komşu yapılara göre rölatif olarak gösterir. Jel yastıkçığı gibi yumuşak yapıların inceleme alanına dahil edilmesi,hedef dokunun sertliğinin yanlış olarak yüksek gösterilmesine neden olabilir.Kemiğe

komşu alanlarda elastografik ölçümler yanıltıcı olabilmektedir. Bu gibi durumlarda yakın kemik komşuluğu nedeni ile her tarafa eşit basınç uygulamak da zordur.

Prob açısındaki değişkenliğe bağlı görülebilen anizotropi ölçümlerde farklılık yaratabilmektedir. Probun yüzeye dik olması gerekmektedir. Aksi takdirde tendonun fibriller yapısından kaynaklı yalancı bir tendinozis olarak değerlendirilebilecek inhomojen alanlar izlenebilir.

Prob oryantasyonu uzun veya kısa aks düzleminde olabilir. Literatürdeki çalışmalarda genel olarak uzun aks incelemelerde yani probun tendon liflerine paralel konumlandığı durumda elde edilen sonuçlar daha güvenilir olarak bulunmuştur (24). Shear dalgaları tendonun uzun aksında, kısa aksına göre daha hızlı yayılım göstermektedir (26,30). Yapılan bir çalışmada artefaktların probun transvers oryantasyonda daha fazla olduğu ve ölçümlerin transverse konumda daha hatalı olabileceği belirtilmiştir (31).

Kalsifik bir fragman varlığında bu fragmanın yakınında ölçüm yapmak yanlış sonuçlara neden olabilmektedir. Kalsifikasyonların yakınında elde edilen ölçümlerde doku normalden daha sert olarak izlenmektedir (32).

SWE’de shear dalgalarının oluşabilmesi için bazı yayınlarda farklı değerler olmakla birlikte derinliğin asgari olarak ciltten 1,2-4 mm arası bir mesafede olması gerektiği belirtilmiştir. Dokuz santimetreden fazla derinlikte ise pulse atenuasyonu nedeni ile değerlendirmenin sağlıklı olmayacağı vurgulanmıştır (33). Sıvı dolu yapılar sıvı içerisinde shear dalgalarının oluşmaması nedeni ile SWE ile değerlendirilememektedir.

Eklem pozisyonu veya kasların aktivasyon durumu shear wave hız ölçümlerini etkileyebilir. Shear dalgalarının kontrakte halde olan tendonlarda daha yüksek hızlara sahip olduğunu ileri süren bazı çalışmalar bulunmaktadır. Kas ve tendonlardaki gerim arttıkça hız değerlerinin arttığı belirtilmiştir (29,34). Rosskopf ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada omuzda abduksiyon açısı arttıkça supraspinatus tendonlarında shear wave hızları daha düşük bulunmuştur. Bu duruma abduksiyon ile kas liflerinin boyunun ve dolayısıyla gerginliğin azalmasının neden olabileceği belirtilmiştir.

Yaş ile tendon sertliği arasında ilişkiyi araştıran bazı çalışmalar literatürde mevcuttur. Bu çalışmalarda ortak bir görüş birliğine varılamamıştır. **Sprague ve arkadaşlarının** bir çalışmasında aşıl tendonlarında kadınlarda yaş ile elastik modülüs değerleri arasında negatif anlamlı korelasyon bulunmuştur. Bu çalışma sonucuna göre yaş arttıkça tendon yumuşamaktadır. Erkeklerde ise anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir (36). **Arda ve arkadaşlarının** çalışmasında yaş ile rotator manşet tendon sertliği arası anlamlı ilişki

bulunmamıştır(37).**Baumer ve arkadaşları** ise çalışmalarında yaş ilerledikçe tendonun sertliğinin arttığı sonucunu bulmuşlardır(38).Bu çalışmalardaki farklılıkların prob oryantasyonu veya omuz eklem pozisyonundaki standardizasyonun net olmaması gibi değişkenlere bağlı olabileceği belirtilmiştir.Örneğin kısa aks transverse görüntü ve omuz abdüksiyonda iken tendon daha yumuşak olarak bulunmuştur (33,37).

Yukarda sayılan bu değişkenler SWE üzerinde SE'ye göre daha fazla etki göstermektedir.Bunun nedeni SWE'nin kantitatif bir doğasının olmasıdır.Yapılan bir çok çalışmada SWE'nin gözlemci içi ve gözlemci arası güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik oranları yüksek bulunmuştur (39,40). SWE'nin supraspinatus tendonunda tekrarlanabilirliğini gözlemci içi ve gözlemci arasında değişkenliği araştıran bir çalışmada SWE'nin yüksek tekrarlanabilirliğe sahip olduğu belirtilmiş (30).

Aşıl tendonu yüzeysel yerleşimi,kolay ulaşılabilir olması ve boyutunun görece büyük olması nedeniyle kas iskelet sisteminde elastografi ile en çok çalışma yapılan tendondur.Tendinozis bulguları gösteren tendonlarda genel kanı olarak tendonda yumuşama (düşük gerinim oranı veya düşük shear wave hızları) beklenir.Aşıl tendonları üzerinde yapılan bir çalışmada rüptür sonrası iyileşme sürecinde fibrozis dokusu nedeni ile tendon sertliğinde artış olduğu belirtilmiştir (26).

Tendon yırtıklarında iyileşme süreci üç evreye ayrılmaktadır.Bu evreler inflamasyon,onarım ve yeniden şekillenme (remodelling) evreleridir. İnflamasyon evresinde yırtık yerinde eritrosit veya trombosit gibi akut inflamatuvar hücreler toplanır ve fagositoz olur.Vazoaktif kemotaktik faktörler salınır ve kollajen sentezi başlar.Onarım fazında su ve glikozaminoglikan seviyelerinin yüksek olduğu kollajen ve ekstraselüler matriks sentezi devam eder.Yeniden şekillenme (remodelling) evresi yaklaşık 6. haftadan sonra başlar.Bu evrede fibröz doku ve skar benzeri iyileşme dokusu oluşur. Elastografi kas ve tendon yaralanmalarında hastaların tedavi planlamasında katkıda bulunabilir ve rehabilitasyon sürecinde monitörizasyon sağlayabilir.Profesyonel sporcularda antrenman düzeni,kas ve tendon hasarı öngörüsü,tendon veya kas hasarı sonrası rehabilitasyon süreci takibinde monitörizasyon görevi görebilir.Yırtık tendonlarda özellikle 1 yıldan sonra tendonda sertliğin arttığı ve daha yüksek shear wave hızlarının ölçüldüğüne dair literatürde bazı çalışmalar mevcuttur (41).

Kronik tendinozis ve yırtıklarda tendonda atrofi ve yağlı dejenerasyon gelişmesi cerrahi sonrası başarıyı önemli ölçüde etkilemektedir.Roskopf ve arkadaşları tendinopatik ve yırtık tendonlarda gelişen atrofi ve yağlı dejenerasyon sonrasında shear wave hızlarını normale göre anlamlı düşük bulmuştur.Elastografi tendinozis ve yırtık olan ve cerrahi onarım gerektiren tendonlarda hasta seçimi bakımından cerrahlara kolaylık sağlayabilmektedir (32).

Kas sertlikleri ile ilgili de çok sayıda USE çalışması bulunmaktadır.Örneğin serebral palsili çocuklarda botulinum toksini yapılacak kasların daha sert kısımları USE ile tespit edilip enjeksiyonlar hedefe yönelik daha doğrulukla yapılabilmektedir.Bir çalışmada miyozit ile uyumlu bulgular gösteren kaslar normale göre daha sert ölçülmüştür (42).

Miyozit,tortikollis,musküler distrofi gibi kas hastalıklarında da USE ile ilgili çalışmalar mevcuttur.**Lehoux ve arkadaşlarının** bir çalışmasında inme hastalarında kas spastisite ölçümleri ve tedavi protokolü ayarlamasında SWE'nin yol gösterici olduğu belirtilmiştir (43).Kas ve tendon elastografik ölçümlerde kasın kasılı veya relaksasyonda olması önemlidir.

2.8. CONSTANT MURLEY KLİNİK FONKSİYON SKORU

Omuz ekleminin klinik fonksiyonunu değerlendirmek amacıyla birçok sayıda skrolama sistemi bulunmaktadır.Bu skrolama sistemlerinde temel amaç omuz fonksiyonunu sayısal bir değere dökmektir.Bu skrolama sistemlerinden en yaygın olanları; VAS (Visual analog scale), QUICK DASH (Disabilities of the arm,shoulder and hand), ASES (American shoulder and elbow surgeons), UCLA (University of California at Los Angeles shoulder score), SIMPLE SHOULDER TEST (Basit omuz testi), CONSTANT MURLEY skrolama (CMS) sistemleridir.Bizim çalışmamızda kullanılan klinik skrolama sistemi constant murley skrolama sistemidir.

CMS'de bireysel parametreler kaydedilir ve genel klinik işlevsel değerlendirme yapılır.Radyolojik bulgulardan bağımsızdır.Temel olarak 4 ana başlıktan oluşur.Bunlar ağrı, günlük yaşam aktiviteleri, hareket açıklığı ve güç skrolamasıdır.Ağrı skalası dört grupta değerlendirilir.Ağrı hiç yoksa 15, ciddi ağrı varsa 0 puan alınır.Günlük aktivite de 4 grup üzerinden değerlendirilir.Bunlar günlük yaşamı etkileme,keyfi ve eğlence aktivitelerini etkileme, uykuda bölünme, belli bir seviyeye kadar kolu ağrısız kaldırabilmedir.İlk üçünde cevap hayır ise 4 puan,orta derece ise 2 puan,ağır derece ise 0 puan alınır.Kolu ağrısız olarak hangi seviyeye kadar kaldırabilme sorusunda baş üstü 10,bel altı 0 olacak şekilde 6 seviyede puanlama yapılır.Güç skrolaması 25 puan üzerinden yapılmaktadır.Kaldırılabilen her kg için 0,5 puan alınır.Maksimum 12,5 kg kaldıran hasta 25 puan alır.Hareket açıklık değerlendirmesinde fleksiyon,abdüksiyon,dış rotasyon,iç rotasyon üzerinden değerlendirme yapılır.Bu dört harekette maksimum puan toplamda 40,minimum ise 0'dır.Toplamda 100 puan üzerinden puanlama olmaktadır.Buna göre omuz fonksiyonu 80-100 arası iyi ,60-79 orta,60 ın altı ise zayıf olarak değerlendirilmektedir (44).Ağrı ve günlük aktivite sorularının cevapları hastaların subjektif olarak beyanlarına dayanır.Yani subjektif özellikler 35 puanı, objektif özellikler 65 puanı kapsamaktadır.CMS güvenilirliği kesin olarak tanımlanmasa da avrupa

omuz ve dirsek cerrahları topluluğu CMS’nu omuz fonksiyonunu değerdendirmede altın standart kabul etmiştir (45).



3.GEREÇ VE YÖNTEM

Ocak 2019 ile mart 2021 tarihleri arasında tetkik edilmiş,pacs arşivimizde kaydedilmiş B mod omuz USG ve USE görüntüleri ve hasta dosyalarında CMS skoru değerlendirmesi olan toplamda 75 hastada 150 omuz çalışmaya dahil edildi.Bulgular retrospektif değerlendirildi.

Çalışmada B mod USG’de tendonda kalınlaşma,tendon ekosunda homojenliğin bozulması ve yamasal hipoekoik alanların olması,tendon konturlerinde dalgalanma ve fibriler yapıda bozulma tendinozis kriterleri olarak kabul edildi.Tendon içerisinde sıvı olması ve bu sıvının artiküler veya bursal yüzey ulaşıyor olması tendon yırtığı olarak değerlendirildi.Yırtık olan tendonlarda ve kalsifik tendinitli olgularda shear wave hız ölçümü yapmaya elverişli salim tendon bölgesi kalmayan olgular dışlandı.

Ultrasonografik inceleme oturur pozisyonda,radyolog hastanın ön tarafında ve hastanın yüzü radyoloğa dönük olacak şekilde yapılmıştır.Süpraspınatus tendon değerlendirmesi için eller bel bölgesinde arka tarafta ve kol abdüksiyon,iç rotasyon ve ekstansiyon pozisyonunda (crass pozisyonu)yapılmıştır.Bu pozisyonda süpraspınatus tendonu minimal kontraksiyon durumunda değerlendirildi.Süpraspınatus harici diğer rotator manşet tendonları ve diğer omuz yapıları da B mod USG’de değerlendirilmiştir.B mod USG’de tendonların ekojenitesi, kalınlığı, homojenitesi, fibriler yapısı subjektif olarak kantifiye edilmeden değerlendirilmiştir.Tendonun fibriler yapısının bozulması, inhomojen yamasal hipoekoik alanların olması ve normal tendona göre kalınlık artışları tendinozis olarak kabul edilmiştir.Tendon içinde sıvı ekojenitesi var ise tendon yırtık olarak kabul edilmiştir.

Tüm incelemeler son sene radyoloji uzmanlık öğrencisi olan tek bir radyolog tarafından ACUSON S2000 (Siemens medical solutions mountain view ,California) ultrasonografi cihazı ile gerçekleştirilmiştir.B mod USG 6-18 Mhz lineer proba, SWE ise ise 4-9 Mhz lineer proba yapılmıştır.Her hastada her iki omuz B mod USG incelemesini takiben bilateral süpraspınatus tendonlarında VTİQ (virtual touch imaging quantification) programı kullanılarak 2D SWE ile m/sn cinsinden SWV ölçümleri yapılmıştır.Her ölçümden önce kalite kutucuğunun homojen yeşil renkte yeterli kaliteye sahip olup olmadığı kontrol edilmiştir.Bizim çalışmamızda kPa cinsinden değerlendirme yapılmamıştır.Bu ölçümler süpraspınatus tendonlarında longitudinal planda,prob tendona dik ve paralel olacak şekilde minimal prob kompresyonu uygulayarak,büyük tüberkül ile akromion arasında mümkün olduğunca aynı derinlikte olmak kaydıyla 4-6 adet, boyutu 1,5x1,5 mm olan ROI’ler manuel yerleştirilerek tendonun farklı bölgelerinden yapılmıştır.Tüm incelemeler shear dalgalarının oluşabileceği derinlik aralığında yapılmıştır.Çalışmaya konu olan ultrasonografi cihazının shear wave hız kapasite aralıkları 0,5 m/sn ile 10 m/sn arasındadır.Bu değerlerin altı veya üstü değerleri cihaz

ölçememektedir.İncelemelerde kontrast madde kullanılmamıştır.Tendonda yırtık olması veya kalsifik tendinit gibi durumlarda tendonun yırtık veya kalsifik depozit harici sağlam kesimlerinden ölçüm yapılmıştır.Ölçüm yapılacak sağlam tendon kesimi kalmayan olgular çalışmaya dahil edilmemiştir.

B mod USG’de rotator manşet tendinopatileri dışındaki diğer sık görülen bazı omuz patolojileri de çalışmada değerlendirildi.Bu patolojiler biceps tendiniti,akromioklaviküler eklem ve humerus başı dejenerasyonları,eklemde sıvı,kalsifik tendinit,sinovial osteokondrom ve bursal kalınlaşma gibi patolojilerdir.Bu patolojiler diğer omuz patolojileri başlığı altında toplandı.

Hastalar radyolojik görüntülemenin yanısıra klinisyen tarafından omuz semptomlarının klinik olarak bir skalaya konulabilmesi amacıyla CMS klinik skorlama sistemine tabi tutulmuştur. Ağrı ve günlük aktivite skorlaması sözel olarak hastayla diyalog şeklinde yapıldığı için subjektif özelliktedir.Hareket açıklığı ve güç skorlaması ise daha objektif olan kriterlerdir.CMS sisteminde rotator manşet tendonları dışında diğer patolojiler de sözel beyanları ve klinisyenin fizik muayene bulgularını etkileyerek skoru değiştirme potansiyeline sahiptir.

Hastaların çalışmaya dahil edilme kriterleri 18 yaşından büyük olması,Ege Üniversitesi Hastanesi pacs sisteminde B mod USG ve SWE görüntülerin kayıtlı olması,hasta dosyasında CMS skorlaması klinisyen tarafından yapılmış olması ve fizik muayene bulgularına yer verilmiş olması,parsiyel veya tam kat yırtık,kalsifik tendinit gibi durumlarda ölçüm yapılabilecek sağlam tendon kısımlarının olmasıdır.

Dışlama kriterleri ise 18 yaşından küçük olması,daha önce omuz cerrahisi geçirilmiş olması,süpraspinatusta ölçüm yapılamayacak kadar yaygın bir alanı etkileyen tam kat yırtık olması kaba kalsifik depozitler olması,romatoid artrit gibi inflamatuvar artritli olması,gebe olmasıdır.

3.1. İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Veriler excel tablosuna girilerek sonrasında SPSS Statistics 25.0 (IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0. Armonk, NY: IBM Corp.) programında analiz edilmiştir. Semptomatik ve asemptomatik omuzlar arasında tendinozis, yırtık ve rotator manşet tendonları dışı patolojiler gibi değişkenler bakımından fark olup olmadığını tespit etmek için ki kare uygunluk testi kullanıldı. Sayısal verilerin dağılımının normale uygunluğu Kolmogorov Smirnov ve Shapiro Wilk testleri ile değerlendirildi. Sayısal verilerin normal dağılım göstermemesi nedeni ile non parametrik istatistiksel testler kullanıldı. CMS ile shear wave hız ölçümleri arası korelasyonlar Spearman ve Pearson korelasyon testleri ile değerlendirildi. Semptomatik omuzlar ve sonrasında tüm omuzlar B mod USG bulgularına göre normal, tendinozis ve tendinozis+yırtık şeklinde bağımsız üç gruba ayrıldıktan sonra çoklu gruplar arası shear wave hız değeri farklılığını tespit etmek için non parametrik test olan Kruskal Wallis testi kullanıldı. Çoklu bağımsız gruplar arasında shear wave hız değerleri değişkeni anlamlı farklılık gösterince bu farklılığın hangi gruptan olduğunu tespit için post hoc ikişerli Mann Whitney U testi ve Bonferroni düzeltmesi kullanıldı. Tendinozis ve yırtık olan ve olmayan ikişerli bağımsız gruplarda gruplar arasında shear wave hız değişkeni farklılığı Mann Whitney U testi ile araştırıldı. Tek taraflı omuz semptomları olan 69 hastada semptomatik ve asemptomatik omuzlar karşılıklı eşleştirme yapılarak, gruplar arası B mod USG ve SWV bağımlı değişkenlerinin farklılığı Wilcoxon sıralama testi ile test edildi. P değeri 0,05 in altı istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

4 .BULGULAR

4.1. Demografik bulgular:

Çalışmaya dahil edilen toplam 150 omuzun 81'i (%54) semptomatik, 69'u (%46) asemptomatikti. Semptomları ağrı, güçsüzlük ve hareket kısıtlılığı oluşturmaktaydı.

Tablo 1. Demografik özellikler

Demografik özellik	
Cinsiyet	Erkek 20 (%26,7) Kadın 55 (%73,3)
Yaş	21-68 yıl (50,07±10,53 yıl)
El dominansı	Sağ 71 (%94,7) Sol 4 (%5,3)
Ağrı süresi	1-60 ay (6,96 ±10,44 ay)
Çalışma durumu	Aktif çalışan 39 (%52)
	Ev Hanımı 25 (%33,3)
	Emekli 9 (%12)
	Öğrenci 2 (% 2,7)

Hastaların 20'si (%26,7) erkek, 55'i (%73,3) kadındı.Yaşları 21 ile 68 (50,07 ±10,53) arasında, ağrı süreleri 1 ile 60 ay (6,96 ±10,44) arasında değişmekteydi. Hasta popülasyonunun 39 'unu (%54) halen aktif çalışanlar, 25'ini (%33) ev hanımları, 9'unu (%12) emekliler, 2'sini (%2,7) öğrenciler oluşturmaktaydı. Hastaların 4' ü (%5,3) dominant el olarak sol eli, 71'i (%94,7) sağ eli kullanmaktaydı.

4.2. B-Mod Ultrasonografi Bulguları ve karşılaştırmalı testler

Semptomatik 81 omuz ve asemptomatik 69 omuz B-mod usg bulguları açısından (Pearson Chi-Square testi ya da Fisher's exact test) karşılaştırıldı.

Semptomatik 81 omuzdan 52'sinde (%64,2) supraspinatus tendonunda tendinozis veya yırtık izlendi. Bunların 26'sında (%32) sadece tendinozis,geri kalan 26'sında (%32) tendinozis ve yırtık birlikte izlendi. Semptomatik 29 omuzda (%35,8) supraspinatus tendonlarında B mod usg'de tendinozis veya yırtık izlenmedi.

Aseptomatik 69 omuzdan 22'sinde (%31,9) supraspinatus tendonunda tendinozis veya yırtık izlendi. Bunlardan 10' unda (%14,5) sadece tendinozis, 12' sinde (%17,4) tendinozis ve yırtık birlikte izlendi. Aseptomatik 47 omuzda (%68) supraspinatus tendonlarında tendinozis veya yırtık izlenmedi.

Semptomatik 81 ve aseptomatik 69 omuz B mod USG'de tendinozis ve yırtık bulguları açısından ile karşılaştırıldı. Semptomatik grupta hem tendinozis ($p<0,001$) hem de yırtık ($p=0,039$) anlamlı olarak daha fazla bulundu.(Tablo 2)

Semptomatik 81 ve aseptomatik 69 omuzda süpraspınatus dışındaki diğer rotator manşet tendonları subskapularis, infraspinatus, teres minör tendonları B mod usg'de tendinozis bulguları bakımından karşılaştırıldı. Semptomatik grupta 23 omuzda (%28,4), aseptomatik grupta 14 omuzda (%20,3) supraspinatus dışı rotator manşet tendinozis bulguları izlendi. Bu iki grup arasında süpraspınatus dışı rotator manşet tendonlarında tendinozis bakımından anlamlı farklılık bulunmadı ($p=0,251$). (Tablo 2)

Semptomatik 81 ve aseptomatik 69 omuzda supraspinatus dışı rotator manşet tendonları B mod usg'de yırtık bakımından karşılaştırıldı. Semptomatik grupta 6 omuzda (%7,4), aseptomatik grupta 1 omuzda (%1,4) supraspinatus dışı diğer rotator manşet tendon yırtığı izlendi. İki grup arasında supraspinatus dışı rotator manşet tendonlarında yırtık bakımından anlamlı farklılık bulunmadı ($p=0,125$). (Tablo 2)

Semptomatik 81 omuzun 66'sında (%81,5) ,69 aseptomatik omuzun 49'unda (%71) diğer omuz patolojileri başlığı altında değerlendirilen 6 patolojiden en az 1'i izlendi. Semptomatik ve aseptomatik omuzlar arasında diğer omuz patolojileri varlığı bakımından anlamlı farklılık bulunmadı ($p=0,131$).

Semptomatik 81 ve aseptomatik 69 omuz biceps tendiniti, dejenerasyon, eklemden sıvı, kalsifik tendinit, sinovial osteokondrom ve bursada kalınlaşma gibi diğer omuz patolojileri bakımından karşılaştırıldı. Bu patolojiler içinde eklemden sıvı bulunması ($p=0,02$) ve bursada kalınlaşma ($p=0,025$) semptomatik grupta anlamlı olarak daha yüksek bulundu. (Tablo 2)

Biceps tendiniti semptomatik omuzlardan 37'sinde (%45,7), aseptomatik omuzların ise 23'ünde (%33,3) izlendi. İki grup arasında biceps tendiniti bakımından anlamlı farklılık bulunmadı ($p=0,124$).

Humerus başında ve akromioklaviküler eklemden dejenerasyon bulguları semptomatik omuzların 54'ünde (%66,7), aseptomatik omuzların ise 41'inde (%59,4) izlendi. İki grup arasında dejenerasyon bakımından anlamlı farklılık bulunmadı ($p=0,359$).

Eklemd e sıvı semptomatik omuzların 25'inde (%30,9), asemptomatik omuzların ise 7'sinde (%10,1) izlendi. İki grup arasında eklemd e sıvı bulunması bakımından anlamlı farklılık bulundu ($p=0,029$). Bu sonuca göre semptomatik grupta eklemd e sıvı daha sık görölmekteydi.

Kalsifik tendinit semptomatik omuzların 8'inde (%9,9), asemptomatik omuzların ise 5'inde (%7,2) izlendi. Bu iki grup arası kalsifik tendinit bakımından anlamlı bir farklılık bulunmadı ($p=0,568$).

Sinoviyal osteokondrom semptomatik ve asemptomatik omuzlarda toplam 1'er kişide izlendi. İki grup arasında sinoviyal osteokondrom bakımından anlamlı farklılık bulunmadı ($p=1$).

Bursada kalınlaşma semptomatik omuzların 30'unda (%37), asemptomatik omuzların ise 14'ünde (%20,3) izlendi. İki grup arası bursada kalınlaşma istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdi ($p=0,025$). Bu sonuca göre semptomatik omuzlarda bursada kalınlaşma daha sık görölmekteydi

Tablo 2. Semptomatik ve asemptomatik omuzlarda B mod usg bulguları

	Semptomatik sayı (yüzde)	Asemptomatik sayı (yüzde)	p
SST tendinozis	52 (%64,2)	22 (%31,9)	<0.001
SST yırtık	26 (%32,1)	12 (%17,4)	0,039
SST dışı RC tendinozis	23 (%28,4)	14 (%20,3)	0,251
SST dışı RC yırtık	6 (%7,4)	1 (%1,4)	0,125
Diğer omuz patolojileri	81 (%100)	69 (%100)	
Biceps tendiniti	37 (%45,7)	23 (%33,3)	0,124
Bursada kalınlaşma	30 (%37)	14 (20,3)	0,025
Eklemd e sıvı	25 (%30,9)	7 (%10,1)	0,002
Dejenerasyon	54(66,7)	41(%59,4)	0,359
Kalsifik tendinit	8 (%9,9)	5 (%7,2)	0,568
Sinoviyal osteokondrom	1 (%1,2)	1 (%1,4)	1

Tablo 3. Tek taraflı semptomatik 69 kişide semptomatik ve asemptomatik omuzların B mod usg bulguları açısından karşılaştırılması

	Semptomatik sayı (yüzde)	Asemptomatik sayı (yüzde)	p
SST tendinozis	42	22	<0,001
SST yırtık	25	12	0,007
SST dışı RC tendinozis	19	14	0,267
SST dışı RC yırtık	5	1	0,219

4.3. Korelasyonlar

4.3.1. Yaş ile Sonoelastografik Değişkenler Arası Korelasyon Analizleri

Semptomatik ve asemptomatik omuzlarda ayrı ayrı, yaş ile ortalama ve ortanca hız değerleri arası korelasyon için Spearman korelasyon testi uygulandı. Hem semptomatik hem de asemptomatik gruplarda yaş ile ortalama ve ortanca hız değerleri arasında anlamlı bir korelasyon ilişkisi bulunmadı (Tablo 4).

Tablo 4. Yaş ile shear wave ortalama ve ortanca hız değerleri arasındaki korelasyon katsayısı ve p değerleri

	SEMPTOMATİK		ASEMPTOMATİK	
	ORTALAMA	ORTANCA	ORTALAMA	ORTANCA
P	0,063	0,149	0,91	0,63
R	-0,225	-0,176	-0,205	-0,225

4.3.2. Cinsiyet ile Sonoelastografik Değişkenler Arası Korelasyon Analizleri

Semptomatik ve asemptomatik omuzlarda ayrı ayrı, cinsiyet ile ortalama ve ortanca hız değerleri arası ilişkiye bakıldı. Ortalama hız değerleri, hem semptomatik hem asemptomatik omuzlarda erkeklerde anlamlı yüksek bulundu ($p=0,016$, $p=0,028$). Ortanca hız değerleri

semtomatik omuzlarda erkeklerde anlamlı yüksek ($p=0,028$) bulunurken, asemptomatik omuzlarda cinsiyet ile shear wave hız değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı ($p=0,058$) (Tablo 5).

Tablo 5. Cinsiyet ile ortalama ortanca hız değerleri arası ilişki

	SEMPTOMATİK		ASEMPTOMATİK	
	ORTALAMA	ORTANCA	ORTALAMA	ORTANCA
ERKEK	8,88 $\pm$ 1,05	8,63 $\pm$ 2,30	9,055 $\pm$ 0,82	9,21 $\pm$ 0,76
KADIN	8,14 $\pm$ 1,19	8,21 $\pm$ 1,39	8,37 $\pm$ 1,18	8,53 $\pm$ 1,29
P	0,016	0,028	0,023	0,058

4.3.3. CMS ile USG bulguları ve Sonoelastografik Değişkenler Arası Korelasyon Analizleri

Semptomatik 81 omuzda CMS değerleri 10 ile 98 arasında (ortalama 53.84 ± 17.17) bulundu.

Semptomatik 81 omuz B mod USG bulgularına göre supraspinatus tendonları normal/tendinozis/tendinozis+yırtık şeklinde üç gruba ayrılarak aralarında CMS bakımından farklılık olup olmadığı Kruskal-Wallis testi ile test edildi. Üç grup arasında CMS açısından anlamlı farklılık saptanmadı ($p=0,639$).

Semptomatik 81 omuzda supraspinatus dışı rotator manşet tendonlarında B mod USG bulgularına göre tendinozis olan/olmayan şeklinde iki bağımsız grup CMS farklılığı bakımından test edildi. İki grup arasında CMS skoru anlamlı farklılık gösterdi ($p=0,008$). Bu sonuca göre supraspinatus dışındaki diğer rotator tendonlarda B mod usg’de tendinozis olan tendonlarda CMS skoru daha düşük olmaktadır.

Semptomatik 81 omuzda supraspinatus dışı rotator manşet tendon yırtığı olan/olmayan iki grup CMS skor farklılığı bakımından test edildi. Toplamda 81 omuzdan 6’sında supraspinatus dışı rotator manşet tendon yırtığı mevcuttu. CMS skoru supraspinatus dışı rotator tendon yırtığı olan grupta anlamlı daha düşük bulundu ($p=0,016$). Buna göre supraspinatus dışındaki diğer rotator manşet tendon yırtıklarında CMS skoru düşmektedir.

Semptomatik grupta, supraspinatus tendonlarından ölçülen ortalama ortanca hız değerleri ile CMS arası ilişkiyi ortaya koymak için Spearman korelasyon testi uygulandı. CMS

ile ortalama hız değerleri ($R=0,131$, $p=0,242$) ve ortalama hız değerleri ($R=0,159$, $p=0,156$) arasında anlamlı ilişki ve korelasyon bulunmadı.(Tablo 6)

Tablo 6. Semptomatik grupta CMS skoru ile ortalama ve ortalama hız değerleri değerleri arası korelasyon ilişkisi (R =korelasyon katsayısı)

	ORTALAMA	ORTANCA
P	0,242	0,156
R	0,131	0,159

Seksen bir semptomatik omuzda diğer omuz patolojileri ile CMS arası ilişki test edildi. CMS ile diğer omuz patolojilerinden dejenerasyon ve eklemden sıvı bulunması arasında anlamlı ilişki bulundu ($p= 0,034$, $p=0,022$)(Tablo 7). Diğer omuz patolojilerinin toplam sayısı ile CMS arasında negatif korelasyon bulundu ($R= -0,225$, $p=0,044$).

Tablo 7. Diğer omuz patolojileri ile CMS arası ilişkiyi gösteren p değerleri

DİĞER OMUZ PATOLOJİLERİ	P
Biceps	0,209
Dejenerasyon	0,034
Sıvı	0,022
Kalsifik tendinit	0,057
Sinoviyal osteokondrom	0,052
Bursada kalınlaşma	0,134

4.4. USE Bulguları ve Karşılaştırmalı Testler:

Toplamda 150 omuz B mod USG bulgularına dayanarak normal/tendinozis/tendinozis+yırtık şeklinde üç bağımsız gruba ayrılarak gruplar arası ortalama ortanca shear wave hız değerleri farklılığı Kruskal-Wallis testi ile test edildi. Bu gruplar istatistiksel analizde kolaylık sağlaması için sırasıyla **T0Y0,T1Y0,T1Y1** şeklinde temsil edildi. Ortalama ve ortanca hız değerleri üç grup arasında anlamlı farklılık gösterdi ($p<0.001$)(Tablo 8). Daha sonra alt gruplarda yapılan ikişerli Mann Whitney U testleri ile bu farklılığın normal gruptan kaynaklandığı ve normal grupta ortalama ve ortanca hız değerlerinin anlamlı yüksek olduğu görüldü. Tendinozis ve tendinozis+yırtık olan iki grup arasında ise ortalama ve ortanca hız değerleri anlamlı farklılık göstermedi.(Tablo 9)

Tablo 8. 150 omuzda B mod USG bulgularına göre ayrılan üç grup arasında ortalama ve ortanca hız değerleri ilişkisi.

GRUPLAR	ORTALAMA(25-75 persentil)	ORTANCA(25-75 persentil)
T0Y0	9,18 (8,42-9,69)	9,49 (8,59-9,87)
T1Y0	8,16 (7,09-8,76)	8,20 (7,30-9,07)
T1Y1	8,14 (6,82-8,83)	8,36 (6,52-8,98)
P	<0,001	<0,001

Tablo 9. 150 omuzda alt grupların kendi aralarında ortalama ve ortanca hız değerleri açısından ikişerli gruplar halinde istatistiksel olarak karşılaştırılması.

GRUPLAR	T0Y0-T1Y1	T0Y0-T1Y0	T1Y1-T1Y0
P (ORTALAMA)	<0,001	<0,001	1
P (ORTANCA)	<0,001	<0,001	1

Semptomatik 81 omuz B mod USG bulgularına göre supraspinatus tendonları normal/tendinozis/tendinozis+yırtık (**T0Y0,T1Y0,T1Y1**) şeklinde üç bağımsız gruba ayrılarak aralarında ortalama ve ortanca hız değerleri bakımından farklılık olup olmadığı test edildi. Ortalama ve ortanca hız değerleri gruplar arası anlamlı farklılık gösterdi ($p=0,02,p=0,01$)(Tablo 10). Daha sonra Mann Whitney U testi ile yapılan ikişerli alt gurup değerlendirmesinde

ortalama ve ortanca hız değerlerindeki anlamlı farklılığın normal olan gruptan kaynaklandığı saptandı. Bu sonuca göre normal grupta, tendinozis ve tendinozis+yırtık gruplarına kıyasla ortalama hız değerleri ($p=0.02$), ortanca hız değerleri ($p=0.01$) değerleri anlamlı yükseklik gösterdi. Tendinozis ve tendinozis+yırtık grupları arasında ortalama ortanca hız değerleri anlamlı farklılık göstermedi. Ortalama hız değerleri ile ortanca hız değerleri kendi aralarında pozitif korele bulundu ($p<0.001$, $r=0.921$) (Tablo 11).

Tablo 10. Semptomatik 81 omuzda B mod usg'ye göre ayrılan üç grup arasındaki ortalama, ortanca, min, max hız değerleri arası ilişki

GRUPLAR	ORTALAMA	ORTANCA	CMS	MİN	MAX
T0Y0	8,93±0,99	9,08±1,05	54,83±19,46	7,83	9,70
T1Y0	8,05±0,94	8,22±1,02	55,31±15,40	6,67	9,35
T1Y1	8,05±1,30	7,69±2,17	51,27±16,50	6,86	9,16
P	0,02	0,01	0,639	0,20	0,13

Tablo 11. Semptomatik 81 omuzda alt grupların kendi aralarında ortalama ve ortanca hız değerleri açısından ikişerli gruplar halinde istatistiksel olarak karşılaştırılması

GRUPLAR	T0Y0-T1Y1	T0Y0-T1Y0	T1Y1-T1Y0
P (ORTALAMA)	0,013	0,004	1
P (ORTANCA)	0,003	0,006	1

Tek taraflı semptomatik (bilateral semptomu olan 6 hasta dahil edilmeden) 69 hastada semptomatik ve asemptomatik omuzlar ortalama ve ortanca hız değerleri farklılığı açısından karşılaştırıldı. Ortalama hız değerleri iki grup arasında istatistiksel anlamlı farklılık göstermezken ($p=0,065$), Ortanca hız değerleri ise asemptomatik omuzlarda anlamlı olarak daha yüksek bulundu ($p=0,017$). (Tablo 12)

Tablo 12. Tek taraflı semptomu olan 69 hastada semptomlu ve semptomsuz omuzların ortalama,ortanca,min,max hız değerleri açısından karşılaştırılması

	ORTALAMA	STD.SAPMA	ORTANCA (25-75 persentil)	MİN	MAX
SEMPATOMATİK	8,54	0,95	8,77 (7,47-9,67)	6,95	9,88
ASEMPATOMATİK	8,90	0,84	9,04 (8,06-9,76)	7,46	9,82
P	0,065		0,017		

Semptomatik 81 omuz ve asemptomatik 69 omuz kendi içlerinde B mod usg bulgularına dayanarak normal/tendinozis/tendinozis+yırtık şeklinde bağımsız üç alt gruba ayrıldı.Bu alt gruplar semptomatik ve asemptomatik tarafta karşılıklı olarak birbirleri ile eşleştirilerek ortalama ve ortanca hız değerleri farklılığı bakımından test edildi.Ortalama ve ortanca hız değerleri anlamlı farklılık göstermedi.(Tablo 13)

Tablo 13. Semptomatik ve asemptomatik gruplar içerisinde aynı alt grupların karşılıklı olarak ortalama ve ortanca hız değerleri farklılığı bakımından karşılaştırılması.

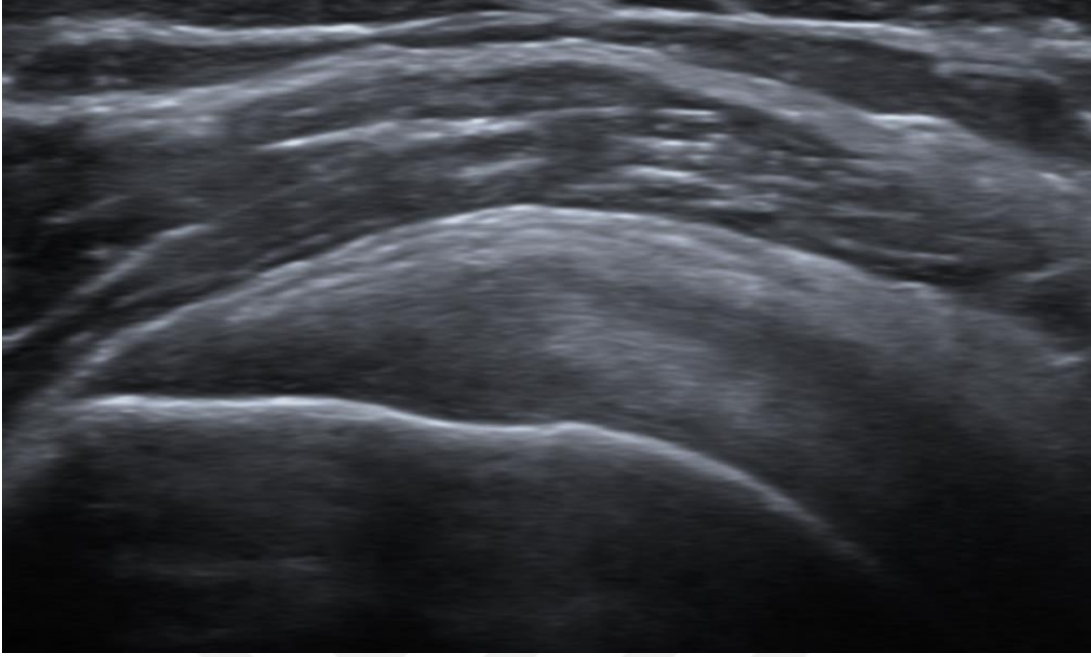
		ORTALAMA (25-75 persentil)	ORTANCA (25-75 Persentil)
SEMPATOMATİK	T0Y0	9,19 (8,35-9,77)	9,65 (8,60-9,85)
	T1Y0	8,16 (7,23-8,71)	8,15 (7,32-9,12)
	T1Y1	8,35 (6,80-9,08)	8,46 (6,50-9,23)
ASEMPATOMATİK	T0Y0	9,17 (8,42-9,66)	9,46 (8,58-9,88)
	T1Y0	8,20 (6,75-9,08)	8,40 (6,64-8,80)
	T1Y1	7,70 (6,82-8,55)	8,20 (6,95-8,89)
P	T0Y0	0,781	0,983
	T1Y0	0,791	0,672
	T1Y1	0,221	0,875

Semptomatik 81 omuzda semptom süresi eşik değeri olarak 12 ay kabul edilip, semptom süresi 12 ay ve üzeri / 12 aydan az olan iki grup ortalama ve ortanca hız değerleri bakımından Mann Whitney U testi ile karşılaştırıldı. 64 omuzda (%79) semptom süresi 12 aydan az, 17 omuzda (%21) ise semptom süresi 12 ay ve üzerindeydi. 12 ay ve üzeri semptom süresi olan grupta ortalama ve ortanca hız değerleri anlamlı düşük bulundu. ($p=0,044$, $p=0,009$) (Tablo 14)

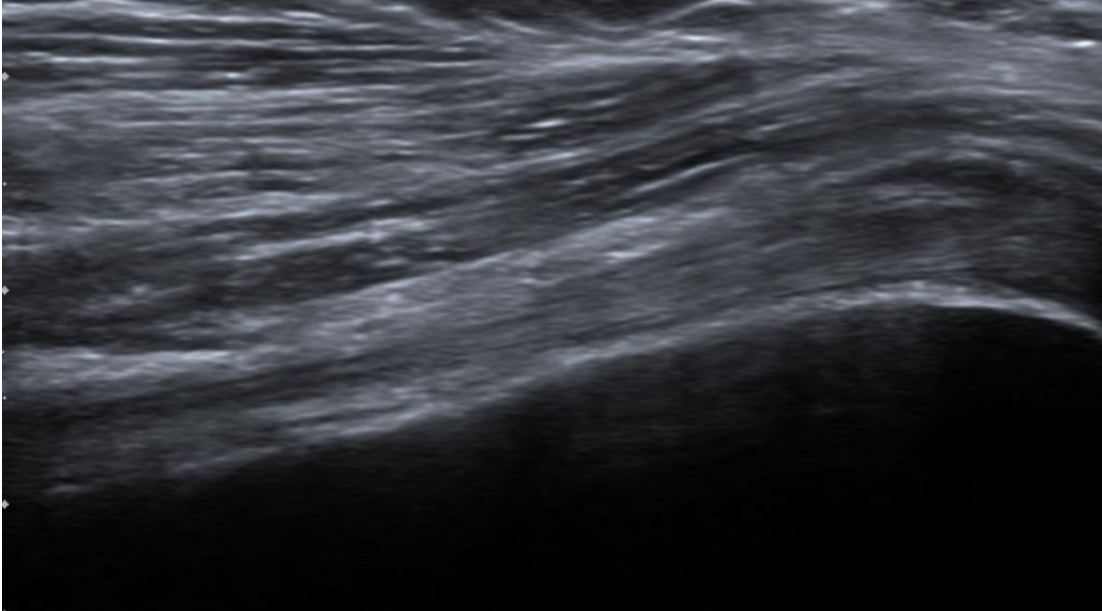
Tablo 14. Ağrı süresi ile ortalama ve ortanca hız değerleri arası ilişki

	N	ORTALAMA	ORTANCA
<12 ay	64	8,47	8,60
≥12 ay	17	7,96	7,46
P		0,044	0,009

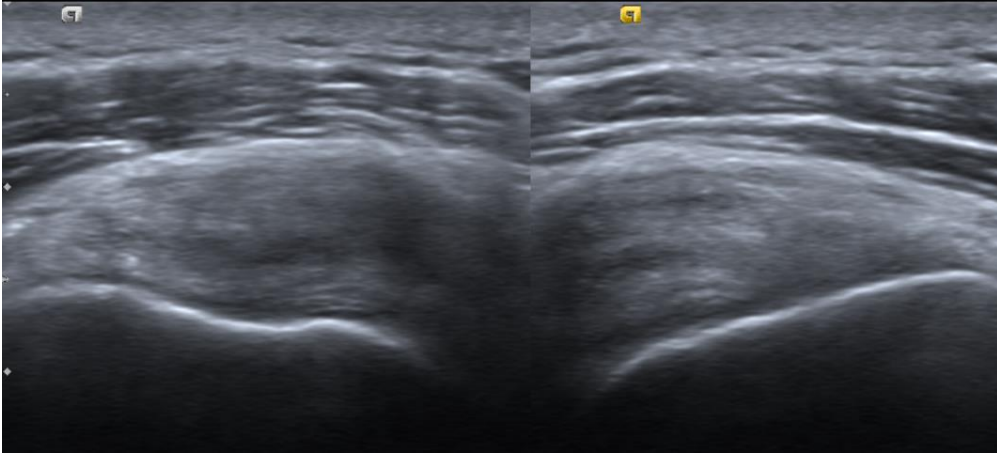
ÖRNEK OLGULAR:



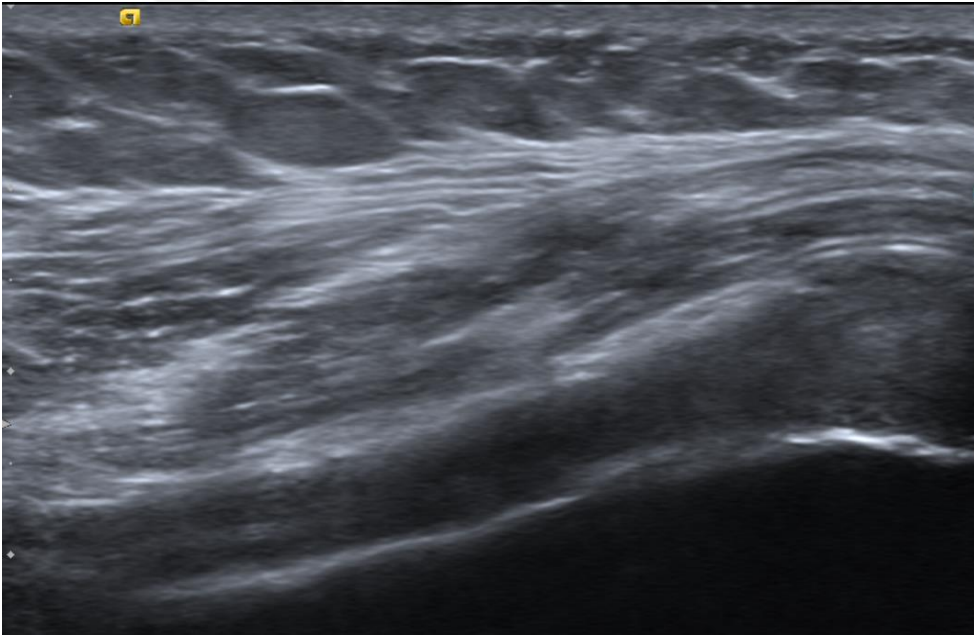
Şekil 1. Normal süpraspınatus tendonu.Tendon normal kalınlıkta ve homojen ekojeniteye sahip.Fibriler organizasyon korunmuş.



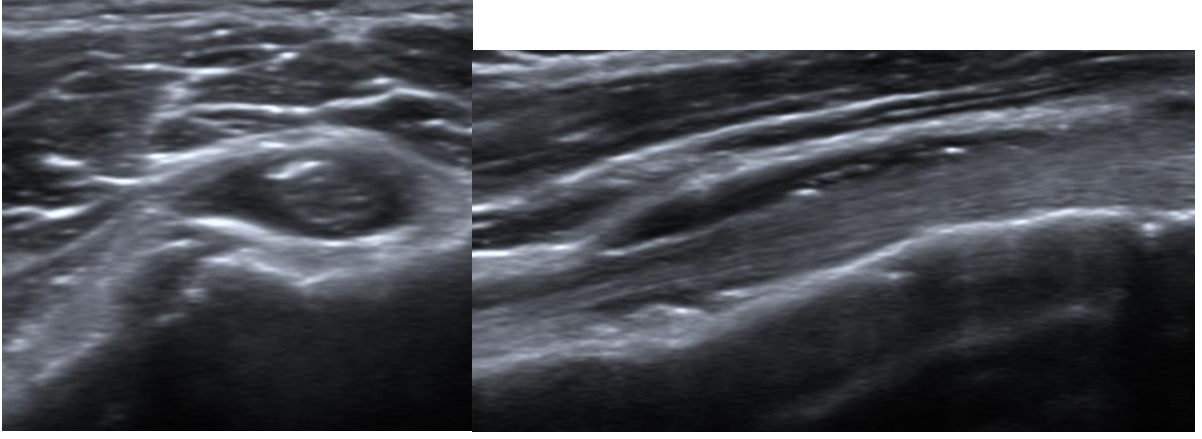
Şekil 2. Normal biceps tendonu.Tendon normal kalınlıkta ve fibriler yapısı korunmuş görünümde.



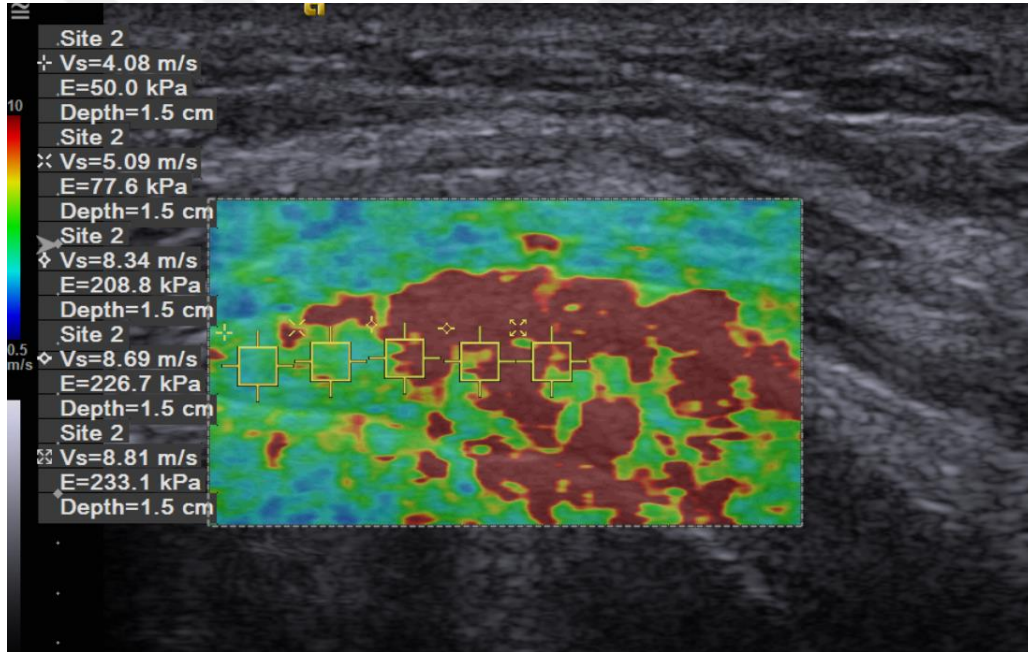
Şekil 3. Bilateral süpraspınatus tendonlarında tendinozis ile uyumlu tendonun ekojenitesi heterojen görünümde,fibriler yapısı bozulmuş ve kalınlaşmış.



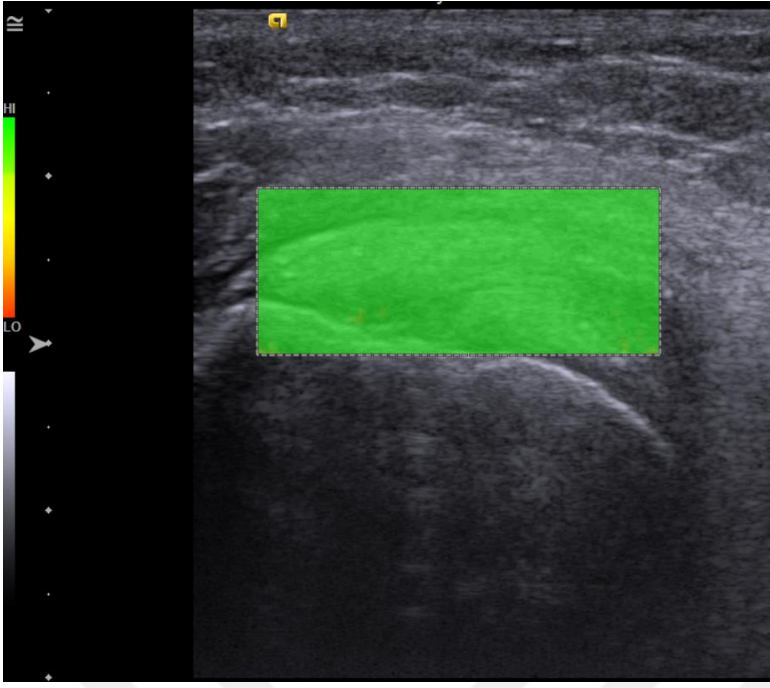
Şekil 4. Biceps tendonunda kalınlaşma,heterojen görünm ve ekojenitede azalma ve tendonda kalınlaşma.



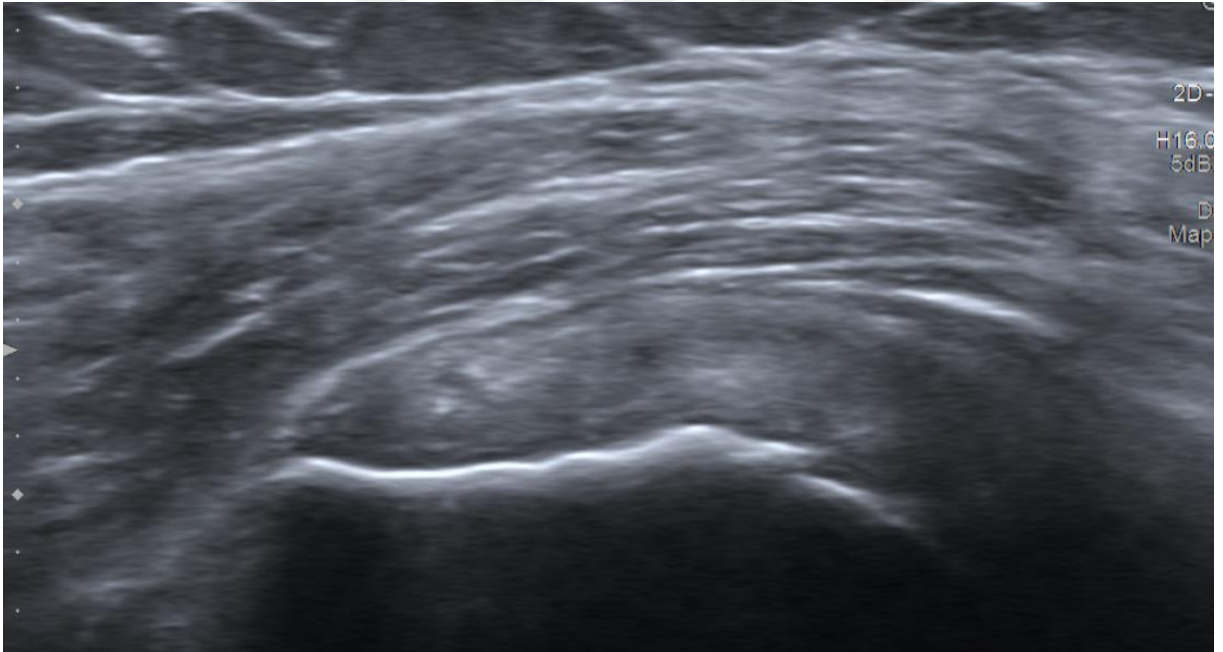
Şekil 5,6. Biceps tendon kılıfında sıvı.



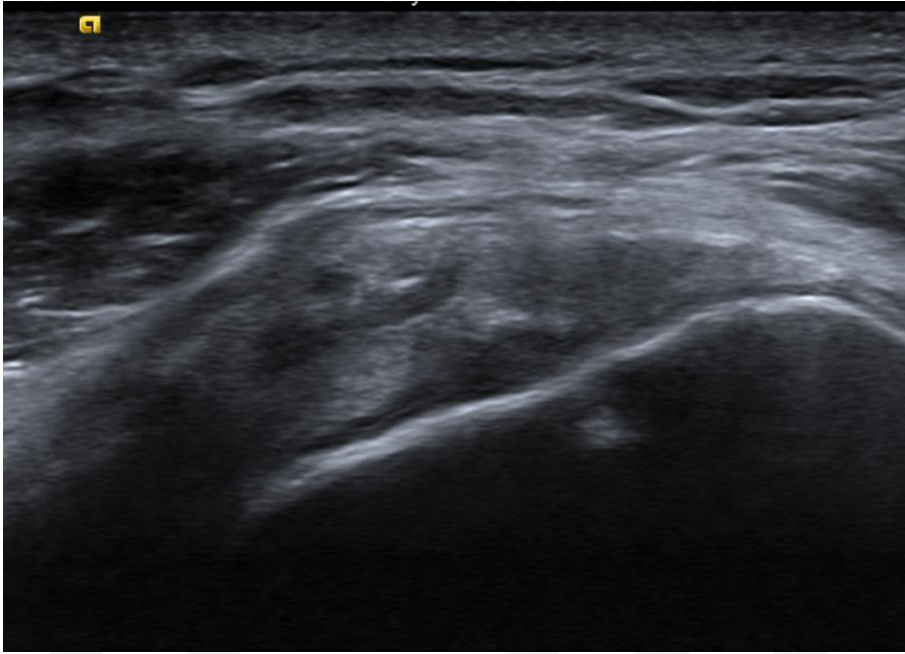
Şekil 7. Süpraspınatus tendonunda 5 farklı ROI ile kemik yüzeyden uzak ve mümkün olduğunca aynı derinlikten m/sn cinsinden shear wave hız ölçümleri.



Şekil 8. Kalite kutucuğunda ölçüm için optimal uygunluğu gösteren homojen yeşil renk.



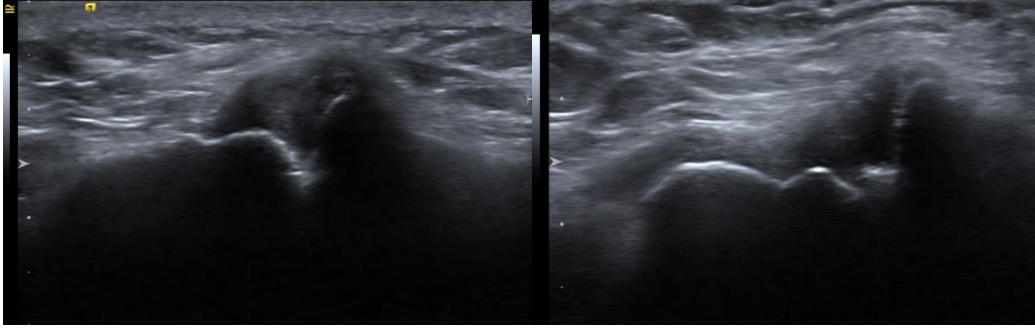
Şekil 9. Subskapulariste tendinozis ile uyumlu tendonda fibriler yapıda bozulma, heterojenite ve tendonda kalınlaşma.



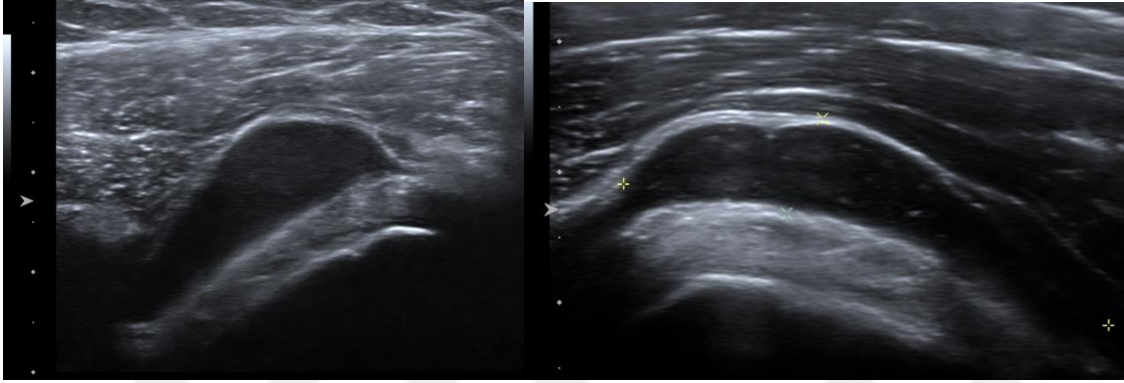
Şekil 10. Süpraspınatus tendonunda şiddetli tendinozis ile uyumlu bulgular.Tendinozise ek olarak interstisyel kısmi yırtık izlenmekte.

Thyroid Shear Velocity Measurements				
	Site 1 Vs (m/s)	Depth (cm)	Site 2 Vs (m/s)	Depth (cm)
	6.35	0.7	8.73	0.8
	7.26	0.8	6.34	0.8
	5.27	0.8	6.68	0.9
	5.99	0.9	6.50	0.9
	5.48	1.0	7.91	1.0
Median	5.99		6.68	
Mean	6.07		7.23	
Std Dev	0.79		1.04	
IQR	1.43		1.90	
IQR/Media	0.24		0.28	
Overall Statistics				
	Median	6.43	Std Dev	1.06
	Mean	6.65	IQR	1.27
	IQR/Media	0.20		

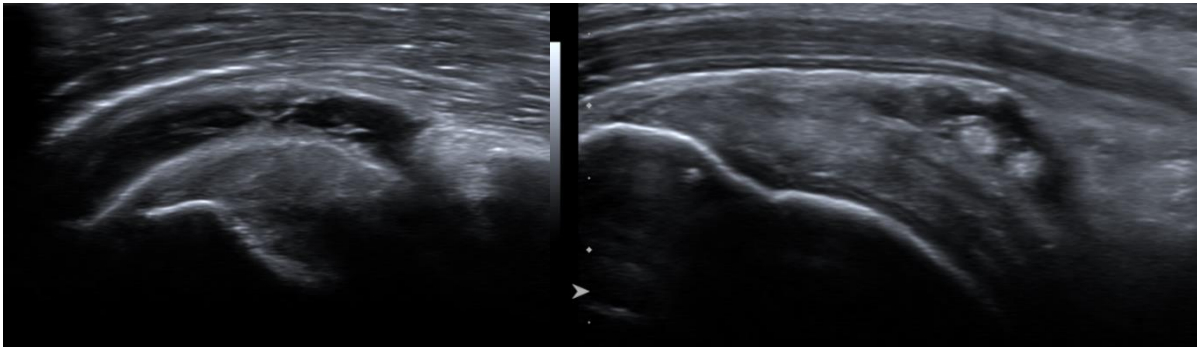
Şekil 11. Shear wave hız ölçümleri sonrası elde edilen kantitatif verilerin dökümantasyonunu gösteren rapor örneği.



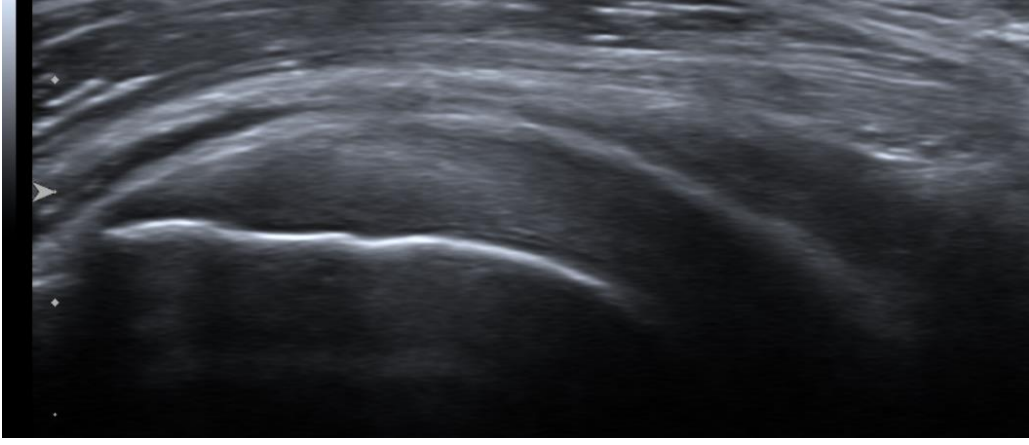
Şekil 12,13. Akromioklaviküler eklemden artroz ile uyumlu eklem kapsülünde kalınlaşma ve eklem uçlarında ılımlı kortikal düzensizlikler.



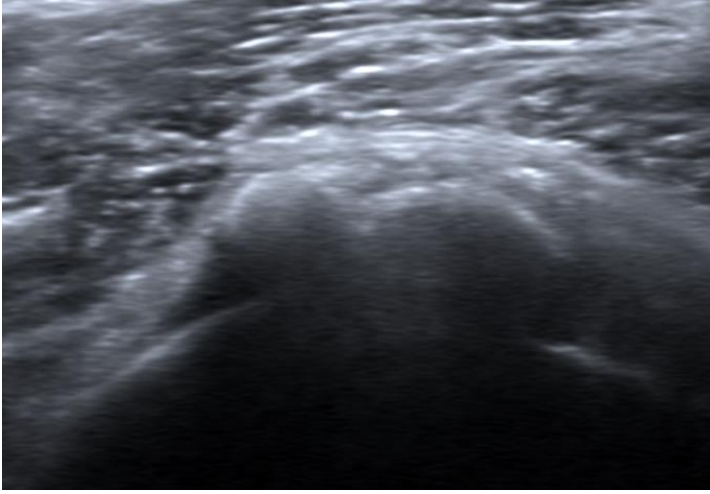
Şekil 14,15. Subskapularis tendon komşuluğunda, subskapular reeste belirgin miktarda sıvı.



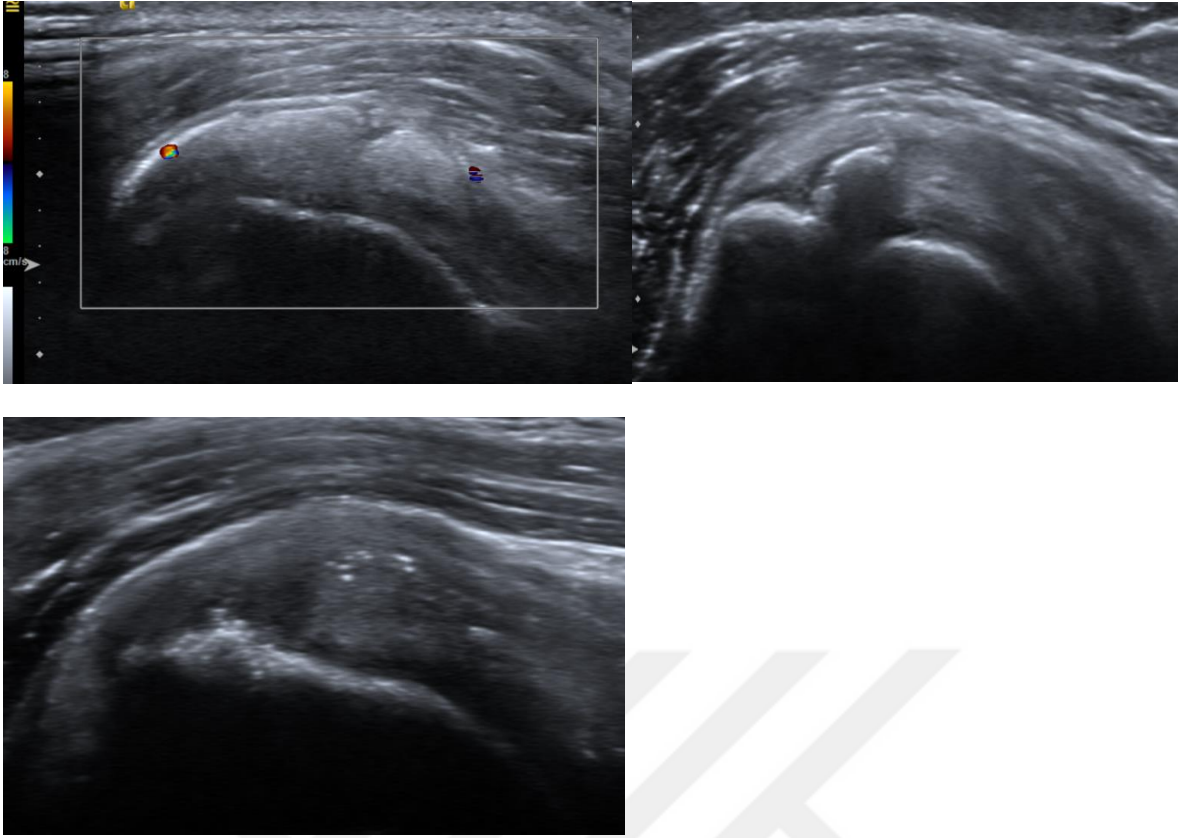
Şekil 16,17. Süpraspınatus komşuluğunda sinovial kalınlaşma ve efüzyon.



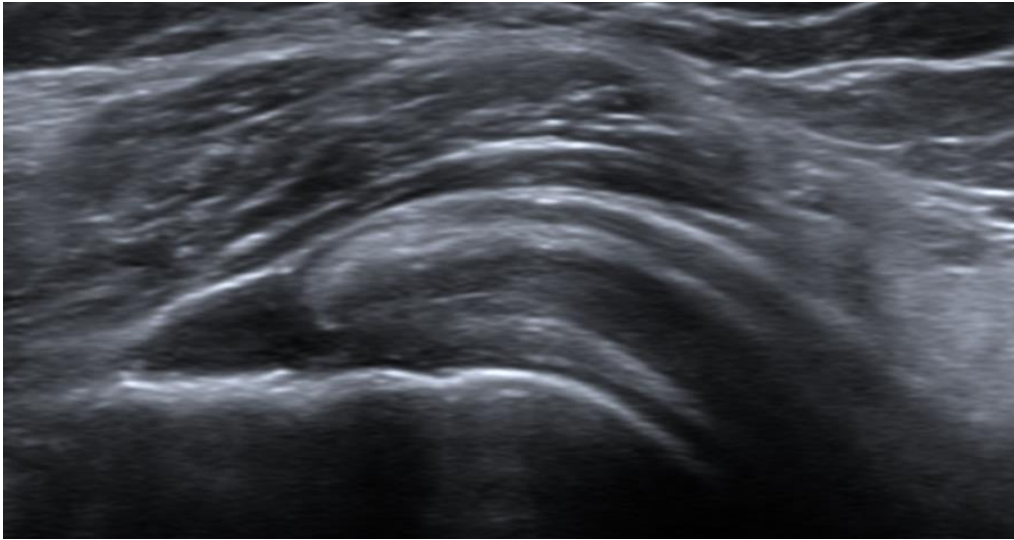
Şekil 18. Subakromial-subdeltoid bursada kalınlaşma.



Şekil 19. Omuz ekleminde akustik gölge veren sinovial osteokondromlar.



Şekil 20,21,22. Süpraspınatus tendonlarında değişen boyutlarda kalsifik tendinit ile uyumlu hiperekojen,akustik gölge veren ve dopler incelemede twinkling artefaktı gösteren kalsiyum depozitleri.



Şekil 23. Süpraspınatus tendonu distal kesimde tam kat kalınlık yırtığı.

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada, omuz ağrısı ile başvuran hastalarda supraspinatus tendonu elastisitesi shear wave elastografi ile kantitatif olarak değerlendirildi ve shear wave hız değerleri yaş, cinsiyet, B-Mod USG bulguları ve klinik ağrı skoru ile karşılaştırıldı. Çalışmamız gösterdi ki tendinopati varlığında supraspinatus tendonlarında USE’de shear wave hız değerleri düşmektedir. Klinik ağrı skoru ile shear wave hız değerleri arasında ilişki saptanmamıştır.

Rotator manşet tendinopatileri genel popülasyonda omuz ağrısı ve hareket kısıtlılığının önemli bir nedenidir. Özellikle supraspinatusta tendinopati ve yırtık daha sık görülmektedir. USG ve MRG gibi görüntüleme yöntemleri ile tendinopati tanısı, tendondaki morfolojik değişikliklerin gösterilmesine dayanır. Ancak, bu yöntemler tendonun biyomekanik özellikleri hakkında bilgi veremez. USE ile tendonda travma, dejenerasyon ya da iyileşme süreçlerinde meydana gelen elastisite değişiklikleri saptanabilir. Aşıl tendonu ve rotator manşet tendonlarında literatürde genel kanı tendinozise sekonder yumuşama olduğu ve daha düşük shear wave hızları ölçüldüğü şeklindedir. Tendondaki yumuşama mukoid dejenerasyon, disorganizasyon, proteoglikan ve sıvı içeriğinde değişiklikler, yağlı infiltrasyon ve vaskülarizasyon değişiklikleri ile ilişkilendirilmektedir (46). Bu değişiklikler tendonun esnekliğinin azalmasına neden olmaktadır.

Çalışmamızda, tüm omuzlar B-mod USG’ye göre supraspinatusta normal /tendinozis /tendinozis+yırtık şeklinde üç ayrı gruba ayrılıp shear wave hız değerleri ile ilişkilerine bakıldığında, normal grupta hız değerlerinin anlamlı yüksek olması tendinopatik tendonlarda tendonun yumuşadığı ve shear wave hızlarının düştüğü genel kanısını desteklemektedir. Bu çalışmada tendinozis üzerine yırtık eklenmesi ortalama hız değerlerini dolayısıyla tendon sertliğini etkilememiştir.

Hackett ve arkadaşlarının çalışmasında (47) tendinopati olan tendonlarda daha düşük shear wave hızları ölçülmüş.SWE’nin güvenilirlik ve tekrarlanabilirliği yüksek bulunmuş.Bizim çalışmamızda da benzer şekilde B mod USG bulgularına göre tendinozis olan supraspinatus tendonlarında ortalama ve ortanca hız değerleri normale göre düşük saptandı.Güvenilirlik ve tekrarlanabilirliğe dair analiz yapılmadı.

Hou ve arkadaşlarının (48) yaptığı bir çalışmada omuz ağrısı olan 19 hastada supraspinatus tendonlarında shear wave hız ölçümleri yapılmıştır. Semptomu olmayan 16 sağlam katılımcı ve omuz ağrısı olan 6 hastanın karşı asemptomatik tarafı kontrol grubu olarak kabul edilmiştir. B mod USG’de tendon normalden tam kat yırtığa kadar 4 seviye gradeleme yapılmıştır. Tendonun büyük tüberküle yakın kısmı proksimal, muskulotendinöz bileşkeye yakın kısmı distal olarak ikiye ayrılıp proksimalden ve distalden ROI ile SWV ölçümleri

yapılmıştır. Hız değerleri ile B mod morfolojik grade arasında hem proksimal hem de distal tendonda zayıf-orta anlamlı negatif korelasyon bulunmuştur. Bu sonuca göre tendinozis derecesi ağırlaştıkça hız değerleri düşmekte, tendon yumuşamaktadır. Hız değerleri ile klinik semptom arası ilişkiye bakıldığında semptomatik olanlarda proksimal tendonda daha düşük hız değerleri ölçülürken, distal tendonda ise hız değerleri ile klinik semptom arasında anlamlı ilişki bulunmamıştır. Bu durum, tendinozis ve yırtıkların, tendonun daha çok büyük tüberküle yapışan proksimal kısmında görülmesi ile açıklanmıştır. Bizim çalışmamızda tendonu proksimal ve distal olarak ayırmadan yaptığımız ölçümlerde, hem tüm omuzlarda hem de semptomatik omuzlarda normal ve tendinopatik tendonlar arasında hız değerleri açısından anlamlı fark bulunurken, tendinozis üzerine yırtık eklenmesi hız ölçümlerinde anlamlı değişikliğe neden olmamıştır.

Literatürde elastografinin tendonda erken tendinopatik değişiklikleri saptayabileceğini böylece tedavide rehabilitasyon sürecine daha erken başlanabileceği, rüptür gelişiminin önlenebileceği bildirilmektedir. **Dirrichs ve arkadaşları** 140 semptomatik patellar tendon, Aşil tendonu ve humeral epikondiler tendonu değerlendirdikleri çalışmalarında, semptomatik 46 tendon B-mod US ve power Doppler US’de normal değerlendirilmiş, SWE ise bu tendonların 38’inde tendonda yumuşama göstermiştir. Semptomatik tendonların hız değerleri asemptomatik tendonlara göre istatistiksel anlamlı şekilde düşük bulunmuştur. (49). **Vasishta ve arkadaşları**, klinik olarak supraspinatus tendinopatisi olan 25 hastada supraspinatus tendonlarında strain elastografi ile MRG bulgularını karşılaştırmışlardır. SE’de normal tendon daha sert, tendinozis alanları daha yumuşak görünmektedir. MRG tendinozis derecesi arttıkça normal tendon/patolojik tendon gerinim oranı düşmekte yani tendon yumuşamaktadır (35). Bizim çalışmamızda hız değerleri B-mod US bulguları ile karşılaştırıldı, tendinopatik supraspinatuslarda hız değerleri düşük bulundu. Kişisel faktörlerin etkisini ortadan kaldırmak için semptomatik gruptaki bilateral semptoma sahip 6 hasta dahil edilmeyip, tek taraflı semptomu olan 69 hastanın her iki taraf omuzları karşılaştırıldığında semptomlu tarafta B mod USG’de supraspinatus tendonlarında tendinozis ve yırtık istatistiksel olarak anlamlı daha sık görülmüştür. Bu sonuca göre hız değerlerinin de semptomlu tarafta daha düşük olmasını bekleyebiliriz. Ancak bu iki grup arası ortalama hız değeri istatistiksel anlamlı farklılık göstermezken, sadece ortanca hız değeri semptomlu grupta anlamlı düşük çıkmıştır. B mod USG’de tendinozis ve yırtığın semptomlu tarafta daha fazla görünmesine rağmen ortalama hız değerinin anlamlı farklılık göstermemesi, bir tarafı semptomatik olan hastanın karşı asemptomatik omuzunun kontrol grubu olarak kabul edilmesi nedeniyle olmuş olabilir. **Hou ve arkadaşlarının** çalışmasında da, tek taraflı omuz semptomu olan hastalarda karşı asemptomatik omuzda tendinozis ve yırtık sıklığının, tamamen asemptomatik kişilere göre daha

sık olduğu bildirilmiştir (48). Çalışmamızda asemptomatik 69 omuzdan 22' sinde (%31.9) B mod US'de supraspinatus tendonunda tendinozis veya yırtık izlendi. Tek taraflı semptomatik olgularda karşı asemptomatik taraf tendonlarında, B mod USG'ye yansımayan, subklinik tendinopatik değişiklikler de olabilmektedir (50) Belki de tamamen normal bir kontrol gurubunda ortalama hız değerleri de anlamlı farklılık gösterebilirdi.

Literatürde genel kanı tendinozis varlığında tendonda yumuşama ve hız değerlerinde düşme olduğu yönünde olmakla birlikte tam tersi sonuçlar bulan çalışmalar da mevcuttur. **Yoo ve arkadaşlarının** yaptığı bir çalışmada (41) toplamda 80 supraspinatus tendonunda normal ve yırtık olan gruplar arası SWE'de elastisite farklılığı ve elastisite ile semptom süreleri arası ilişki araştırılmıştır. Normal, parsiyel yırtık ve tam kalınlık yırtık olan supraspinatus tendonları arasında Young elastik modülü kilopascal cinsinden anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Semptom süresi 1 yıldan fazla olanlarda kPa cinsinden Young elastik modülü değerleri anlamlı yüksek çıkmış. Buna sonuca göre 1 yıldan sonra tendonda sertleşme olduğu anlamına gelmektedir. 6 haftadan sonra remodeling evresinde kollajen oranlarının arttığı ve böylece kronik evrede tendonun sertleştiği belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda yırtık olan supraspinatuslarda ortalama hız değerleri olmayanlara göre düşük bulundu. Ortalama hız değerleri ise değişiklik göstermedi. SWE ölçümleri m/sn cinsinden yapıldı. Kas iskelet sisteminde tendondaki fibrillerin anizotropik olması nedeni ile çalışmamızda kilopascal cinsinden ölçüm tercih edilmedi. Çalışmamızda semptomu 12 ay ve üzeri olanlarda ortalama ve ortalama hız değerleri Yoo ve arkadaşlarının aksine daha düşük bulundu.

Literatürde tendinozis dışı omuz patolojilerinde az sayıda çalışma mevcuttur. Subakromial sıkışma sendromunda farklı sonuçlar bildirilmektedir. **Demirel ve arkadaşlarının** yaptığı bir çalışmada (51) subakromial sıkışma sendromu bulguları olan supraspinatus tendonları SE ile değerlendirilmiş. Toplamda klinik muayene ve MRG ile tanı almış tek taraflı 41 subakromial sıkışma sendromu hastası çalışmaya dahil edilmiş. Asemptomatik diğer taraf kontrol grubu kabul edilmiş. Supraspinatus tendonu 1/3 orta kısımda referans olarak subkutanöz yağlı doku kullanılarak strain ratio değerleri hesaplanmış. Strain ratio normal grupta semptomatik gruba göre daha yüksek bulunmuş. Düşük strain ratio tendonda yumuşamayı işaret ederken, yüksek strain ratio bulunması tendonun subakromial sıkışma durumunda sertleştiğini göstermektedir. Buna göre **Demirel ve arkadaşları** tendinopatik tendonları normale göre daha sert bulmuştur. **Koçyiğit ve arkadaşları** ise, MRG'de tek taraflı subakromial sıkışma sendromu tanısı alan, fakat tendonda yırtık saptanmayan 25 olguyu dahil ettikleri ve supraspinatus tendonunu kompresyon elastografi ile değerlendirdikleri çalışmalarında, akut fazda tendonda yumuşama

bildirmişlerdir. **Yun ve arkadaşları**, adeziv kapsülitte supraspinatus ve infraspinatus tendonlarında hız değerlerini asemptomatik kontrol grubuna göre anlamlı yüksek bulmuşlar ve bu sonucu, eklemdeki immobilizasyon nedeniyle tendondaki adaptif kısılma ve tendon gerginliğinin artması ile açıklamışlardır(52). **WADA ve arkadaşlarının**(53) bir çalışmasında donuk omuz tanısı almış 32 hastada supraspinatus tendonlarında shear wave hız değerleri ölçülmüş.VAS (visual analog scale) skoru kullanılarak donuk omuz süreci erken ve geç dönem olarak iki evreye ayrılmış.VAS skorunda 6-10 arası skor olması erken evre,0-5 arası skor ise geç evre olarak tanımlanmış.VAS sisteminde ağrı hiç yoksa 0,maksimum ağrı 10 puan almaktadır.Supraspinatus tendon hız değerleri erken evrede semptomatik omuzlarda anlamlı daha yüksek bulunurken geç evrede ise anlamlı farklılık göstermemiş.Bu sonuca göre hastalığın erken ve daha çok ağrılı döneminde supraspinatus tendonu daha sert olarak bulunmuştur.Geç ve hafif-orta dereceli ağrılı dönemde ise supraspinatus tendonunda sertlik konusunda anlamlı farklılık gözlenmemiş.

SWE'nin rotator manşet tendonlarında tekrarlanabilirliği ve güvenilirliği yüksek olarak bildirilmiştir. Bununla beraber, tendon sertliği ölçülürken bazı faktörler sonuçları etkileyebilir. **Kot ve arkadaşlarının** yaptığı bir çalışmada (28) patellar tendon ve rektus femoris tendonlarında prob bası şiddeti arttıkça daha yüksek ortalama hızlar ve maksimum young elastik modülüs değerleri (kPa) ölçüldüğü belirtilmiştir.Rektus femoris ve patellar tendonda ROI boyutu büyüdükçe maksimum young elastik modulus değerlerinde artış olduğu saptanmış.Ortalama hız değerlerinde ise ROI boyutu artışı ile anlamlı ilişki saptanmamış.Bizim çalışmamızda prob cilde kesintisiz ve minimal kompresyon ile temas etmiş olup ROI boyutu veya prob bası şiddeti ile ilgili bir analiz yapılmamıştır.ROI boyutu sabit olup çalışma boyunca değiştirilmemiştir.

Omuz eklemi pozisyonu veya prob oryantasyonundaki farklılıkların bu sonuçlarda değişkenliğe yol açabileceği belirtilmiştir.Örneğin kısa aks tendon ölçümlerinde ve daha yüksek abduksiyon açılarında tendon normale göre daha yumuşak olarak bulunmuştur. **Ateş ve arkadaşlarının** çalışmasında tendonun gerginliği arttıkça shear wave hızlarının da arttığı belirtilmiştir(54).Bu görüşe göre omuz abduksiyonda iken abduksiyon derecesi arttıkça tendon liflerinin gerginliği azalacak ve hız değerleri düşecektir. **Baumer ve arkadaşları**, tendon yırtığı olan hasta grubu ile sağlıklı kontrol grubu arasında tendon pasif konumda iken shear wave hızları açısından anlamlı farklılık saptamazken,tendon aktif kasılı durumda yapılan ölçümlerde hasta grubunda ortalama ve ortanca hız değerleri anlamlı düşük çıkmıştır.Buna göre abduksiyon açısı arttığında tendon kısalmakta ve gerginliği azalmaktadır.Gerginliğin azaldığı

durumlarda hız değerlerinin düştüğü belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda tendon crass pozisyonunda uzun eksen ve tendona paralel değerlendirilmiştir.

Baumer ve arkadaşları SWE'nin gözlemciler arası ve gözlemciler içi doğruluğu ve tekrarlanabilirliğini değerlendirdikleri çalışmalarında longitudinal planda supraspinatus tendonundan hafif aktif kontraksiyon ve pasif durumda ayrı ayrı ölçümler yapmışlar, kontraksiyonda yapılan ölçümlerin tekrarlanabilirliğini daha yüksek bulmuşlardır(38). Kontrol grubundaki sağlıklı kişilerde hafif aktif kontraksiyonda yapılan ölçümlerde hız değerleri ile yaş arasında anlamlı pozitif korelasyon bulunmuştur. Yani normal tendonda yaş arttıkça shear wave hızları artmakta yani tendon sertleşmektedir. Ancak, bu çalışmada Sadece 10 asemptomatik gönüllünün dominant taraf supraspinatus tendonundan ölçüm yapılmış ve tendonlarda asemptomatik tendinopatik değişikliklerin olup olmadığı değerlendirilmemiştir. Tendon yırtığı olan hasta grubu ile sağlıklı kontrol grubu arasında tendon pasif konumda iken hız değerleri anlamlı farklılık göstermezken, tendon aktif kasılı durumda ölçülen hasta grubunda kontrol grubuna göre ortalama ve ortanca hız değerleri anlamlı düşük çıkmış. Buna göre abduksiyon açısı arttığında tendon kısalmakta ve gerginliği azalmaktadır. Gerginliğin azaldığı durumlarda hız değerlerinin düştüğü belirtilmiştir.

Çalışmamızda yaş ile shear wave hız değerleri arası anlamlı bir korelasyon bulunmamıştır. Supraspinatus sertliği ile yaş arasındaki ilişki açısından literatürde çalışma sonuçları değişkenlik göstermektedir. **Arda ve arkadaşlarının** 127 hasta ile yaptıkları çalışmada supraspinatus tendon sertliği ile yaş arasında anlamlı ilişki bulunmamıştır(37). Bu çalışma da asemptomatik gönüllüler üzerinde yapılmış ve tendonlarda asemptomatik tendinopatik değişikliklerin olup olmadığı değerlendirilmemiştir. **Fontenelle ve arkadaşlarının** (55) çalışmasında yaş ilerledikçe rotator kılıf tendinopati ve yırtık görülme sıklığının arttığı ve gençlerde rotator tendonlarda hız değerlerinin anlamlı olarak daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

Tudisco ve arkadaşlarının çalışmasında (56) tendinopatik tendonlarda cinsiyete göre strain ratio değerleri farklılık göstermemiş. Sağlıklı tendonlarda ise kadınlarda strain ratio erkeklere göre daha fazla bulunmuş. Bu çalışmaya göre sağlıklı kadınlarda supraspinatus tendonunun daha sert olduğu söylenebilir. Bizim çalışmamızda ise asemptomatik omuzlarda ortalama hız değerleri erkeklerde tendonun daha sert olduğuna işaret edecek şekilde daha yüksek bulundu.

Costa ve arkadaşlarının (26) rotator manşet tendonları ile ilgili 5 SE, 7 SWE çalışmasını değerlendirdikleri derleme şeklindeki çalışmalarında elastografinin tendinoziste erken tanı, tedavi ve cerrahi sonuç takibinde fayda sağladığı vurgulanmıştır. Atletlerde

tendinopatiyi ve tendon yaralanmalarını engellemek adına antrenman pratiğinin elastografi sonuçlarına göre modifiye edilebileceği belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda da tendinozis olan supraspinatuslarda ortalama ve ortanca hız değerleri anlamlı düşük bulundu. Bununla beraber, USE B mod USG'ye yansımayan erken tendinopatik değişiklikleri saptayamadı. B mod USG'de normal bulunan supraspinatus tendonlarında semptomatik ve asemptomatik omuzlar karşılaştırıldığında ortalama ve ortanca hız değerleri anlamlı farklılık göstermedi. B mod USG de normal olan iki grupta semptomatik tarafta hız değerlerinin düşük çıkması SWE'nin B mod USG'ye yansımayan erken tendinopatik değişiklikleri saptayabileceğini düşündürbilirdi. Kontrol grubu olarak aynı hastanın karşı taraf asemptomatik omuzunun kullanılması bu sonuca sebebiyet vermiş olabilir. Belki de kontrol gurubu olarak tamamen normal populasyon kullanılabilseydi, semptomlu tarafta hız değerleri daha düşük çıkabilirdi. Böylece B mod USG görüntüsü normal ancak klinik olarak supraspinatus tendinopati semptomları olan olgularda SWE'nin erken tendinopatik değişiklikleri saptayabileceğini söyleyebilirdik.

Ultrasonografik elastografinin tendonun durumunu değerlendirmede klinik skorlara göre daha objektif bir belirteç olduğu ve tendon yaralanmalarından sonra tendon fonksiyonunun ne zaman geri dönebileceğini öngörmeye de yararlı bir yöntem olduğu belirtilmiştir(44). Rotator kılıf tendon yırtıklarında cerrahi onarım sonrası iyileşme evresinde yırtık kronisitesine, tendon retraksiyonuna, atrofi ve yağlı dejenerasyona bağlı başarısızlık oranları yüksek olabilmektedir. Tendonun elastisite ve gerilme özelliklerini gösterebilen bir yöntem olan USE'nin, supraspinatus tendonunda yağlı dejenerasyon ve atrofi varlığında rekürrens oranlarını öngörebileceği ve cerrahi onarım planlamasında kılavuz görevi görebileceği belirtilmiştir(26,57).

Klinik fonksiyon skorları ile shear wave elastografik incelemede ölçülen shear wave hız değerlerinin korelasyonuna yönelik çalışmalarda farklı sonuçlar bildirilmektedir. **Baumer ve arkadaşlarının** çalışmasında yaş ile hız değerleri arası ilişki için tamamen normal 19 kişi kontrol grubu, tam kat supraspinatus yırtığı olan 11 kişi ise deney grubu olarak kabul edilmiş. Semptomatik omuzlar klinik fonksiyon skoru olan VAS (Visual analog scale) ve WORC (Western ontario rotator cuff) skorları ile değerlendirilmiş. Klinik fonksiyon skorları ile hız değerleri arasında anlamlı ilişki bulunmamıştır.

Koçyiğit ve arkadaşları subakromial sıkışma sendromunda supraspinatus tendonunun yumuşadığını bildirmişler ancak tendon gerinimini deltoid kas gerinimi ile kıyasladıkları semikantitatif değerlendirmede gerinim oranı ile yaş, cinsiyet, ağrı süresi, fonksiyonel skorlar arasında korelasyon bulmamışlardır(58).

Tudisco ve arkadaşlarının çalışmasında (56) patolojik tendonlarda strain ratio ile CMS arası güçlü pozitif korelasyon bulunmuş.Tendinopati ve yırtık olduğunda tendon yumuşadıkça strain ratio ve CMS skoru düşmekte ve klinik fonksiyonu kötüleşmektedir.

Zhou ve arkadaşlarının çalışmasında (44) supraspinatus tendinopatilerinde SWE'nin etkinliği ve prognostik değeri araştırılmış.Kontrol grubunu tamamen normal 30 kişilik grup,hasta grubunu ise supraspinatus tendinopatisi olan 87 kişi oluşturmaktadır.Tedavi öncesi VAS ve CMS skorları kaydedilmiş.Hastaların ve kontrol grubundakilerin supraspinatus tendonlarına ayrı ayrı SWE yapılmış.Young elastik modulu ile VAS ve CMS arası ilişkiye bakılmış.Tedaviyi tam alan ve tedavi süreci tamamlanmayan hastalar iki grup şeklinde ayrılmış ve 1 yıl takip edilmiş.Young elastik modülüs değerleri kilopascal cinsinden tendinopati olan grupta daha yüksek bulunmuş.Bu sonuca tendon onarımında kronik evrede fibrozis süreçlerinin yol açabileceği belirtilmiş.Ayrıca Young elastik modulu VAS ile pozitif korele,CMS ile ise negatif korele bulunmuş.Buna göre VAS ve CMS'de hastalık derecesi arttıkça tendon sertleşmektedir.Tedavi öncesine göre tedavi bitiminde VAS skorunda azalma,CMS skorunda artma ve Young elastik modülü değerlerinde azalma gözlenmiştir.Azalmaya rağmen Young elastik modülü değerleri kontrol gurubuna göre daha yüksekmiş.Yani tedavi ile Young elastik modülü değerleri düşmekte tendon yumuşamaktadır.SWE'nin tedavi sürecinde bir kılavuz görevi göreceği ve tedavi etkinlik ölçümünde faydalı olabileceği,CMS ve VAS'a göre daha objektif bir belirteç olduğu belirtilmiştir.Subjektif ölçütlere dayanan klinik fonksiyon skoru ile tedavi sürecinin kesintiye uğramasının relaps oranlarını yükseltebileceğine değinilmiştir. Çalışmamızda Zhou ve arkadaşlarının aksine tendinopatik supraspinatuslarda hız değerleri daha düşük dolayısıyla tendon daha yumuşak bulundu.1 yıldan fazla semptomatiklerde hız değerlerini daha düşük bulduk. Supraspinatus tendinopati veya yırtık varlığında B mod usg bulguları ve hız değerleri ile CMS arasında anlamlı ilişki ve korelasyon saptanmadı. Supraspinatus dışı diğer rotator manşet tendinopatileri ve yırtıklarında,eklemde dejenerasyon ve sıvı varlığında ve biceps tendiniti, akromioklaviküler eklem ve humerus başı dejenerasyonları,eklemde sıvı,kalsifik tendinit,sinovial osteokondrom ve bursal kalınlaşma gibi omuz patolojilerinin toplam sayısı arttıkça CMS düşmektedir. Çalışmamız sonuçlarına göre CMS diğer omuz patolojilerinden etkilenmekte ve supraspinatus tendinopatileri ve yırtık değerlendirmesinde fayda sağlamamaktadır.

Çalışmanın limitasyonları; kontrol gurubu olarak tamamen sağlıklı bireylerin kullanılmaması,gözlemciler içi ve gözlemciler arası doğruluk ve güvenilirlik değerlerinin analiz edilmemesi,ROI'lerin randomize lokalize edilmesi,SE'ye göre daha objektif olmakla

birlikte yine de operatör bağımlı olması,histopatolojik korelasyonun olmaması,B mod USG bulgularının subjektif ve tek radyolog tarafından değerlendirilmesi,CMS skalasındaki bir kısım ölçütlerin subjektif özellikte olmasıdır.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Süpraspınatus tendonlarında tendinopati varlığında tendon yumuşamakta ve ortalama ve ortanca hız değerleri düşmektedir. Tendinopatik süpraspınatuslarda yırtık eklenmesi ortalama ve ortanca hız değerlerini değiştirmemiştir. Ancak tendinozis hesaba katılmadan yapılan guruplamada yırtık süpraspınatuslarda ortanca hız değerleri daha düşük bulunmuştur. Semptomatik omuzlarda süpraspınatus tendinozis ve yırtığı daha fazla saptanırken, süpraspınatus dışı rotator manşet tendinopatilerinde veya diğer omuz patolojilerinde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

Süpraspınatus tendinopatilerinde SWE, CMS'a göre tendon durumunu daha iyi göstermektedir. CMS'nin süpraspınatus tendinopati ve yırtıklarında tanısal doğruluğu düşük olmakla birlikte, süpraspınatus dışı rotator manşet tendinopati ve yırtıklarında faydalı olabilir. Çalışmamızda SWE, B mod USG'ye yansımayan erken tendinopatik değişiklikleri net olarak ortaya koyamamıştır. Bu duruma bir taraftaki omuzu semptomatik olan hastaların karşı taraf normal omuzlarını kontrol gurubu olarak kullanmak neden olmuş olabilir.

Yaş ile shear wave hız değerleri arasında anlamlı ilişki bulunmazken, ağrı süresi arttıkça hız değerlerinin düştüğü saptanmıştır. Erkeklerde hız değerleri daha yüksek bulunmuştur.

Ultrasonografik elastografi tendonda yaralanma riskini öngörmede, tendon hasarı veya tendonun cerrahi onarımı sonrası iyileşme ve rehabilitasyon süreçlerinde monitorizasyon amaçlı fayda sağlama potansiyeli yüksek bir yöntemdir. USE ile ilgili gelecekteki daha kapsamlı çalışmalar ile birlikte bazı tendinopati biçimlerinin neden belirli hasta populasyonlarında daha fazla görüldüğü veya mevcut tedavilere karşı neden dirençli olduğuna dair sorulara cevap bulunabilir. SWE kas iskelet sisteminde kas ve tendonların biyomekanik özelliklerini kalitatif ve kantitatif olarak değerlendirmeye imkan vermesi nedeni ile önemli bir yöntemdir. SWE'nin diğer elastografi çeşitlerine göre daha objektif ve daha az operatör bağımlı olması nedeni ile gelecekte kas iskelet elastografisinde önemli bir yer tutacağına inanılmaktadır. Bu konuda daha geniş kapsamlı çalışmalar gerekmektedir. SWE MRG'nin kontrendike olduğu klostrofobi, kalp pili veya metal protez varlığı gibi durumlarda, tecrubeli bir operatör eşliğinde MRG 'ye iyi bir alternatif sunmaktadır.

OLGU RAPOR FORMU

OLGU NO:

DOSYA TARİHİ :

CİNSİYET:

KLİNİK VE RADYOLOJİK GÖRÜNTÜ DEĞERLENDİRME

Demografik Özellikleri	Yaş
	Cinsiyet
	Meslek
	El dominansı
Ağrı özellikleri	Ağrıyan omuz tarafı Sağ Sol Bilateral
	Ağrı süresi
	Travma öyküsü
	Gece ağrısı
Eklemler hareket açıklıkları (derece)	abduksiyon
	fleksiyon
	ekstansiyon
	eksternal rotasyon
	internal rotasyon
USG bulguları	Supraspinatus Tendonun kalınlığı
	Supraspinatus Tendonun ekojenitesi
	Supraspinatus Tendonun homojenitesi
	Supraspinatus Tendonunda yırtık bulgusu
	Supraspinatus Tendonun elastografik ölçümleri
Ek patolojiler	Omuz ekleminin diğer yumuşak dokularının patolojileri

AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU

BİLGİLENDİRİLMİŞ OLUR FORMU
LÜTFEN DİKKATLİCE OKUYUNUZ !!! Bu çalışmaya katılmak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışmada yer almayı kabul etmeden önce çalışmanın ne amaçla yapılmak istendiğini anlamanız ve kararınızı bu bilgilendirme sonrası özgürce vermeniz gerekmektedir. Size özel hazırlanmış bu bilgilendirmeyi lütfen dikkatlice okuyunuz, sorularınıza açık yanıtlar isteyiniz.
Bu çalışmanın adı ne? <u>Supraspinatus tendinopatileri ve yırtıklarında shear wave elastografi</u>
Bu çalışmanın amacı ne? Omuz çevresindeki kaslardan birisi olan ve kollarımızı hareket ettirmeye yardımcı olan supraspinatus kası, kimi zaman zorlanma veya tekrarlayan kullanımlar sonrası yırtılabilmekte veya iltihaplanabilmekte ve ağrıya yol açmaktadır. Bu çalışmada amaç normal ve hasarlı tendon arasındaki elastikiyet ve sertlik değişimini göstererek ultrason elastografi yönteminin iyileştirilmesi ve yaygınlaştırılması için için bazı değerleri belirlemektir.
Size nasıl bir uygulama yapılacak? Tanı ve tedavi bilgileriniz ve görüntüleriniz hastane arşivimizden geriye yönelik taranacaktır. Sadece dosyanız çalışmada görevi hekimler tarafından değerlendirilecektir.
Farklı tedaviler için araştırma gruplarına rastgele atanma olasılığı nedir? Yoktur.
Ne kadar zamanınızı alacak? Bu formu doldurma süresi kadar zamanınızı alacaktır.
Araştırmaya katılması beklenen tahmini gönüllü sayısı kaçtır? Yaklaşık 60-70 arası.
Sizden alınacak biyolojik materyallere ne olacak ve analizler nerede yapılacak? (analizlerin yurtdışında yapılması durumunda biyolojik materyallerin nereye gönderileceğinin açıklanması), Herhangi bir biyolojik materyal alınmayacaktır.
Sizden beklenen nedir? Sizin sorumluluklarınız nelerdir? Çalışma dahilinde sizle ileriye yönelik herhangi görüşme, tetkik veya yeni bir laboratuvar çalışması yapılmayacaktır.

Çalışmaya katılmak size ne yarar sağlayacak?
Omuz ağrısı nedenleri tanısı kapsamında mevcut bilimsel verilerin genişletilmesine verdiğiniz katkıyla tıbbın gelişimine katkıda bulunmuş olacaksınız.
Araştırmaya katılımının sona erdirilmesini gerektirecek durumlar nelerdir?
Araştırmacıların araştırmayı bırakması.
Çalışmaya katılmak size herhangi bir zarar verebilir mi?
Hayır. Mevcut tıbbi bilgileriniz geriye yönelik, gizlilik ilkesi dahilinde çalışmaya bilimsel veri olarak girilecektir.
Eğer katılmak istemezseniz ne olur?
Çalışmaya dahil edilmeyeceksiniz. Tedavileriniz bu kararınızdan etkilenmeyecektir.
Size uygulanabilecek olan alternatif yöntemler nelerdir?
Size çalışma dahilinde herhangi bir ek yöntem, tetkik uygulanmayacaktır.
Bu çalışmaya katıldığım için bana herhangi bir ücret ödenecek mi?
Hayır
Bu çalışmaya katıldığım için ben herhangi bir ücret ödeyecek miyim?
Hayır. Çalışma kapsamında ek bir görüntüleme kodlaması yapılmayacaktır.
Bilgilerin gizliliği: Tüm kişisel ve tıbbi bilgileriniz gizli kalacak, sadece bilimsel amaçlarla kullanılacaktır. Araştırma sonuçlarının yayımlanması halinde dahi kimliğiniz gizli kalacaktır.
Bu çalışmanın sorumlusunun iletişim bilgileri
1- Adı, soyadı: Ertan HAZAR 2- Ulaşılabilir telefon numarası: 3- Görev yeri: Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Radyoloji AD
Çalışmaya Katılma Onayı:
Yukarıda yer alan ve araştırmaya başlanmadan önce gönüllüye verilmesi gereken bilgileri gösteren okudum ve sözlü olarak dinledim. Aklıma gelen tüm soruları araştırmacıya sordum, yazılı ve sözlü olarak bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Çalışmaya katılmayı isteyip istemediğime karar vermem için bana yeterli zaman tanındı. Bu koşullar altında, bana ait tıbbi bilgilerin gözden geçirilmesi, transfer edilmesi ve işlenmesi konusunda araştırma yürütücüsüne yetki veriyor ve söz konusu araştırmaya ilişkin bana yapılan katılım davetini hiçbir zorlama ve baskı olmaksızın büyük bir gönüllülük içerisinde kabul ediyorum. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekeceği veya

gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabilceğimi biliyorum. Bu formu imzalamakla yerel yasaların bana sağladığı hakları kaybetmeyeceğimi biliyorum.

Bilgilendirilmiş gönüllü olurunun imzalı ve tarihli bir kopyasının bana verileceğini biliyorum.

GÖNÜLLÜNÜN		İMZASI
ADI & SOYADI		
ADRESİ		
TELEFONU		
TARİH		

Velayet veya vesayet altında bulunanlar için veli veya vasinin		İMZASI
ADI & SOYADI		
ADRESİ		
TELEFONU		
TARİH		

Araştırma ekibinde yer alan ve araştırma hakkında bilgilendirmeyi yapan yetkin bir araştırmacının		İMZASI
ADI & SOYADI		
ADRESİ		
TELEFONU		
TARİH		

ETİK KURUL ONAY FORMU

Ege Univ. Evrak Tarih ve Sayısı: 09/09/2020-E.227088



T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Tıp Fakültesi Dekanlığı
Tıbbi Araştırmalar Etik Kurulu



Sayı : 99166796-050.06.04
Konu : Onay Kararı 20-9T/29

Prof. Dr. Gülgün KAVUKÇU
Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi
Radyoloji Anabilim Dalı

Kurulumuza başvurusunu yaptığınız "**Supraspinatus tendinopatilerin kantitatif shearwave ultrason elastografik inceleme**" konulu araştırmanıza ilişkin Kurulumuz onay kararı ekte sunulmaktadır.

Başvuru dosyasının araştırmanın yürütüleceği kuruma iletilerek **kurum iznini gösterir belgenin (daha önce sunulmamış ise)** alınmasından sonra çalışmaya başlanması ve süreç içinde bu belgenin Kurulumuza iletilmesi gerekmektedir.

Varsa **Biyolojik Materyal Transfer Formu'nun** imzaları tamamlanarak Kurulumuza iletilmesi gerekmektedir. 10.04.2016 tarih ve 29680 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Tıbbi Laboratuvarlar Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmeliğin 34. maddesinde "**yurtdışına tetkik amaçlı numune gönderme yetkisi sadece ruhsatlı tıbbi laboratuvarlara aittir**" ifadesi yer almakta olup bu madde Klinik Araştırmalar için de yürürlüğe girmiştir. Gönderilen insan kaynaklı biyolojik materyal klinik araştırma için gönderilse bile ruhsatlı bir tıbbi laboratuvar aracılığı ile <http://numunetransfer.saglik.gov.tr> adresindeki numune transfer yazılımı kullanılarak gönderilmesi konusuna dikkat edilmelidir.

Yazımızın bir örneğinin diğer araştırma merkezlerine ve destekleyiciye iletilmesi hususunda bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

e-imzadır

Prof. Dr. Güzide AKSU
Kurul Başkanı

Ek: İlgili Etik Kurul Kararı (1 Adet aslı gibidir
örneği elden gönderilecektir)

Ege Üniversitesi Rektörlüğü Gençlik Cad. No:12 35040 Bornova/İzmir
Telefon No: 0232 311 10 00 Faks No: 0232 311 10 01
E-Posta: İnternet Adresi: www.ege.edu.tr

Bilgi için: _____
Unvan: Şef



ARAŞTIRMA BAŞVURUSU ONAY BELGESİ

Microsoft Teams Programı ile Teletoplantı gerçekleştirilmiştir.

BAŞVURU BİLGİLERİ	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Supraspinatus tendinopatilerin kantitatif shearwave ultrason elastografik inceleme
	SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof. Dr. Gülgün KAVUKÇU
	YARDIMCI ARAŞTIRMACILAR	Prof. Dr. Funda ÇALIŞ Araş. Gör. Dr. Ertan HAZAL Öğr. Gör. Dr. İpek TANSEL Öğr. Gör. Dr. Ece ÇINAR
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı
	DESTEKLEYİCİ	-

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi
	ARAŞTIRMA BAŞVURU FORMU	-
	BİLGİLENDİRME FORMU	-
	VERİ İZLEME FORMU/ ANKET	☐
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	☒
	DİĞER	☐

KARAR BİLGİLERİ	Karar Nu: 20-9T/29	Tarih: 03.09.2020
	Yukanda başvuru bilgileri verilen araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak Kurulumuzca incelenmiş, araştırma giderlerinin gönüllüye ve/veya bağlı bulunduğu sosyal güvenlik kurumuna ödetilmediği koşullarda araştırmaya başlanmasının etik açıdan uygun bulunduğu toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir.	

EGE ÜNİVERSİTESİ TIBBİ ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

ÇALIŞMA ESASI	Ege Üniversitesi Tıbbi Araştırmalar Etik Kurul Yönergesi, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Prof. Dr. Güzide AKSU

Unvanı / Adı / Soyadı EK Üyeliği	Uzmanlık Dalı	Kurumu	Cinsiyeti	İlişki (*)	Kablim (**)	İmza
Prof. Dr. Güzide AKSU Başkan	Çocuk Sağlığı Ve Hastalıkları	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları A.D.	K	☐ E ☒ H	☒ E ☐ H	ONLINE KATILDI
Doç. Dr. Tolga AKŞİT (Başkan Yardımcısı)	Antrenörlük Eğitimi - Hareket ve Antrenman Bilimleri	Ege Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Hareket ve Antrenman Bilimleri AD	E	☐ E ☒ H	☒ E ☐ H	ONLINE KATILDI
Prof. Dr. Ceyda KABAROĞLU Üye	Klinik Biyokimya	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya A.D. Klinik Biyokimya B.D.	K	☐ E ☒ H	☒ E ☐ H	ONLINE KATILDI
Prof. Dr. Zeliha KERRY Üye	Farmakoloji	Ege Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmakoloji AD	K	☐ E ☒ H	☐ E ☒ H	TOPLANTIYA KATILMADI
Prof. Dr. Aliye MANDIRACIOĞLU Üye	Halk Sağlığı AD	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı AD	K	☐ E ☒ H	☒ E ☐ H	ONLINE KATILDI



T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ TIBBİ ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı 2.Kat. Erzene Ankara Cad. 35100 Bornova / İZMİR
ARAŞTIRMA BAŞVURUSU ONAY BELGESİ

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI: Supraspinatus tendinopatilerinin kantitatif shearwave ultrason elastografik inceleme

KARAR BİLGİLERİ		Karar Nu: 20-9T/29				
Unvanı / Adı / Soyadı EK Üyeliği	Uzmanlık Dalı	Kurumu	Cinsiyeti	İlişki (*)	Katılım (**)	İmza
Prof. Dr. Eyüp Sabri ERCAN Üye	Çocuk Ruh Sağlığı	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları A.D.	E	☐ E ☒ H	☒ E ☐ H	ONLINE KATILDI
Prof. Dr. Çağdaş EKER Üye	Ruh Sağlığı ve Hastalıkları	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Ruh Sağlığı ve Hastalıkları A.D.	E	☐ E ☒ H	☒ E ☐ H	ONLINE KATILDI
Prof. Dr. H. Oya TÜRKÖĞLU Üye	Periodontoloji	Ege Üniversitesi Diş Hek. Fakültesi Periodontoloji A.D.	K	☐ E ☒ H	☒ E ☐ H	ONLINE KATILDI
Prof. Dr. Meltem SEZİŞ DEMİRCİ Üye	İç Hastalıkları	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi İç Hastalıkları A.D.	K	☐ E ☒ H	☒ E ☐ H	ONLINE KATILDI
Prof. Dr. Şafak DAĞHAN Üye	Halk Sağlığı Hemşireliği AD.	Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Halk Sağlığı Hemşireliği AD	K	☐ E ☒ H	☒ E ☐ H	ONLINE KATILDI
Doç. Dr. Ahmet ÖZGÜRYENİEL Üye	Kadın Hastalıkları ve Doğum	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Kadın Hastalıkları ve Doğum A.D.	E	☐ E ☒ H	☒ E ☐ H	ONLINE KATILDI
Doç. Dr. Tahir ATİK Üye	Çocuk Sağlığı Ve Hastalıkları	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı Ve Hastalıkları A.D. Çocuk	E	☐ E ☒ H	☒ E ☐ H	ONLINE KATILDI
Dr. Öğr. Üyesi Aysun EKSİOĞLU Üye	Ebelik AD.	Sağlık Bilimleri Fakültesi Ebelik Anabilim Dalı	K	☐ E ☒ H	☒ E ☐ H	ONLINE KATILDI

* Araştırma ile İlişki
** Toplantıda Bulunma



T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Tıp Fakültesi Dekanlığı
Asistan Bürosu

Sayı :E-71437136-903.99-424887
Konu :Dr. Ertan HAZAR

DAĞITIM YERLERİNE

İlgi : 17.11.2021 tarihli ve 417973 sayılı yazı.

Anabilim Dalınızda araştırma görevlisi kadrosunda tıpta uzmanlık öğrencisi olarak görev yapmakta olan Dr. Ertan HAZAR'ın "Supraspinatus Tendinopatilerinde Kantitatif Shear Wave Ultrasonografik Elastografi İnceleme" konulu tezi, Tez Çalışması Benzerlik Tespit Yazılım Programı'nda incelenmiş olup tez savunma sınavına girmesi, Dekanlığımızca uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Cemil GÜRGÜN
Dekan V.

Ek:1 adet tez benzeşim raporu

Dağıtım:
Radyoloji Anabilim Dalı Başkanlığına
Sayın Prof. Dr. Gülgün KAVUKÇU

7.KAYNAKLAR

- 1) Lewis, J. S. (2009). Rotator cuff tendinopathy. *British Journal of Sports Medicine*, 43(4), 236–241. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2008.052175>
- 2) Washburn, N., Onishi, K., & Wang, J. H. C. (2018). Ultrasound elastography and ultrasound tissue characterisation for tendon evaluation. *Journal of Orthopaedic Translation*, 15, 9–20. <https://doi.org/10.1016/j.jot.2018.06.003>
- 3) Bogduk, N. (2003). Anatomy and Biomechanics. *Low Back Pain Handbook*, 31(April), 9–26. <https://doi.org/10.1016/b978-1-56053-493-8.50008-8>
- 4) Bakhsh, W., & Nicandri, G. (2018). Anatomy and Physical Examination of the Shoulder. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, 26(3), e10–e22. <https://doi.org/10.1097/JSA.0000000000000202>
- 5) Reilly, P., Macleod, I., Macfarlane, R., Windley, J., & Emery, R. J. H. (2006). Dead men and radiologists don't lie: A review of cadaveric and radiological studies of rotator cuff tear prevalence. *Annals of the Royal College of Surgeons of England*, 88(2), 116–121. <https://doi.org/10.1308/003588406X94968>
- 6) Codman, E. A. (2011). Complete rupture of the supraspinatus tendon. Operative treatment with report of two successful cases. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 20(3), 347–349. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2010.10.031>
- 7) Sayampanathan, A. A., & Andrew, T. H. C. (2017). Systematic review on risk factors of rotator cuff tears. *Journal of Orthopaedic Surgery (Hong Kong)*, 25(1), 1–9. <https://doi.org/10.1177/2309499016684318>
- 8) Gotoh, M., Hamada, K., Yamakawa, H., Yanagisawa, K., Nakamura, M., Yamazaki, H., Inoue, A., & Fukuda, H. (2002). Interleukin-1-induced glenohumeral synovitis and shoulder pain in rotator cuff diseases. *Journal of Orthopaedic Research*, 20(6), 1365–1371. [https://doi.org/10.1016/S0736-0266\(02\)00063-3](https://doi.org/10.1016/S0736-0266(02)00063-3)
- 9) Tillander, B., Franzén, L., & Norlin, R. (2002). Fibronectin, MMP-1 and histologic changes in rotator cuff disease. *Journal of Orthopaedic Research*, 20(6), 1358–1364. [https://doi.org/10.1016/S0736-0266\(02\)00057-8](https://doi.org/10.1016/S0736-0266(02)00057-8)
- 10) Hashimoto, T., Nobuhara, K., & Hamada, T. (2003). Pathologic Evidence of Degeneration as a Primary Cause of Rotator Cuff Tear. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 415, 111–120. <https://doi.org/10.1097/01.blo.0000092974.12414.22>
- 11) Sarkar, K., & Uhthoff, H. K. (1983). Ultrastructure of the subacromial bursa in painful

- shoulder syndromes. *Virchows Archiv A Pathological Anatomy and Histopathology*, 400(2), 107–117. <https://doi.org/10.1007/BF00585494>
- 12) Stephanie M. Perry. (2006). A biomechanical comparison of EndoButton versus suture anchor repair of distal biceps tendon injuries. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 15(4), 509–514. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2005.09.020>
 - 13) Jens Ivar Brox* PhD, M. (1997). Shoulder Pain. *Rigakuryoho Kagaku*, 12(1), 29–34. <https://doi.org/10.1589/rika.12.29>
 - 14) Hyvönen, P., Lohi, S., & Jalovaara, P. (1998). Open acromioplasty does not prevent the progression of an impingement syndrome to a tear. Nine-year follow-up of 96 cases. *Journal of Bone and Joint Surgery - Series B*, 80(5), 813–816. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.80B5.8533>
 - 15) Thompson, W. O., Debski, R. E., Boardman, N. D., Taskiran, E., Warner, J. J. P., Fu, F. H., & Woo, S. L. Y. (1996). A biomechanical analysis of rotator cuff deficiency in a cadaveric model. *American Journal of Sports Medicine*, 24(3), 286–292. <https://doi.org/10.1177/036354659602400307>
 - 16) Mellado, J. M., Calmet, J., Olona, M., Esteve, C., Camins, A., Pérez Del Palomar, L., Giné, J., & Saurí, A. (2005). Surgically repaired massive rotator cuff tears: MRI of tendon integrity, muscle fatty degeneration, and muscle atrophy correlated with intraoperative and clinical findings. *American Journal of Roentgenology*, 184(5), 1456–1463. <https://doi.org/10.2214/ajr.184.5.01841456>.
 - 17) Micallef, J., Pandya, J., & Low, A. K. (2019). Management of rotator cuff tears in the elderly population. *Maturitas*, 123(December 2018), 9–14. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2019.01.016>
 - 18) Petri, M., Ettinger, M., Brand, S., Stuebig, T., Krettek, C., & Omar, M. (2016). Non-Operative Management of Rotator Cuff Tears. *The Open Orthopaedics Journal*, 10(1), 349–356. <https://doi.org/10.2174/1874325001610010349>
 - 19) Ramirez J. (2019). Adhesive capsulitis: Diagnosis and management. *American Family Physician*, 99(5), 297–300.
 - 20) Zreik, N. H., Malik, R. A., & Charalambous, C. P. (2016). Adhesive capsulitis of the shoulder and diabetes: A meta-analysis of prevalence. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, 6(1), 26–34. <https://doi.org/10.11138/mltj/2016.6.1.026>

- 21) Neer, C. S. (1983). *Neer_imping_1982_a.pdf* (pp. 70–77).
- 22) Chang, D., Mohana-Borges, A., Borso, M., & Chung, C. B. (2008). SLAP lesions: Anatomy, clinical presentation, MR imaging diagnosis and characterization. *European Journal of Radiology*, 68(1), 72–87. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2008.02.026>
- 23) Sudoł-Szopińska, I., Schueller-Weidekamm, C., Plagou, A., & Teh, J. (2017). Ultrasound in Arthritis. *Radiologic Clinics of North America*, 55(5), 985–996. <https://doi.org/10.1016/j.rcl.2017.04.005>
- 24) Schmalzl, J., Fenwick, A., Boehm, D., & Gilbert, F. (2017). The application of ultrasound elastography in the shoulder. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 26(12), 2236–2246. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2017.08.001>
- 25) Ozbek, S. S. (2019). Karaciger Elastografisi. *Türk Radyoloji Seminerleri*, 7(1), 13–24. <https://doi.org/10.5152/trs.2019.714>
- 26) Prado-Costa, R., Rebelo, J., Monteiro-Barroso, J., & Preto, A. S. (2018). Ultrasound elastography: compression elastography and shear-wave elastography in the assessment of tendon injury. *Insights into Imaging*, 9(5), 791–814. <https://doi.org/10.1007/s13244-018-0642-1>
- 27) Carpenter, E. L., Lau, H. A., Kolodny, E. H., & Adler, R. S. (2015). Skeletal muscle in healthy subjects versus those with GNERelated myopathy: Evaluation with shear-wave US - A pilot study. *Radiology*, 277(2), 546–554. <https://doi.org/10.1148/radiol.2015142212>
- 28) Kot, B. C. W., Zhang, Z. J., Lee, A. W. C., Leung, V. Y. F., & Fu, S. N. (2012). Elastic Modulus of Muscle and Tendon with Shear Wave Ultrasound Elastography: Variations with Different Technical Settings. *PLoS ONE*, 7(8), 2–7. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0044348>
- 29) J., Davis, Baumer, T. G., Dischler, , L., Labyed, Y., Siegal, D. S., van Holsbeeck, M., Moutzouros, V., & Bey, M. J. (2018). Effects of age and pathology on shear wave speed of the human rotator cuff. *Journal of Orthopaedic Research*, 36(1), 282–288. <https://doi.org/10.1002/jor.23641>
- 30) Dokumacı, D. Ş., Çetin, M., Dusak, A., Ağyar, A., Çelik, H., & Karayol, S. S. (2019). Subskapularis ve biseps tendonlarının MRG ve share-wave ultrason elastografi ile değerlendirilmesi. *Journal of Harran University Medical Faculty*, 16(1), 97–100. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ccm&AN=137137647&%0>

- 31) Yakut, Z. I., Turan, A., & Teber, M. A. (2014). Kas-İskelet Sistem Uygulamalarında Ultrason Elastografi Ultrasound Elastography for Musculoskeletal Applications. *Selçuk Tıp Derg*, 30(2), 88–92.
- 32) Hou, S. W., Merkle, A. N., Babb, J. S., McCabe, R., Gyftopoulos, S., & Adler, R. S. (2017). Shear wave ultrasound elastographic evaluation of the rotator cuff tendon. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 36(1), 95–106. <https://doi.org/10.7863/ultra.15.07041>
- 33) Washburn, N., Onishi, K., & Wang, J. H. C. (2018). Ultrasound elastography and ultrasound tissue characterisation for tendon evaluation. *Journal of Orthopaedic Translation*, 15, 9–20. <https://doi.org/10.1016/j.jot.2018.06.003>
- 34) Muraki, T., Ishikawa, H., Morise, S., Yamamoto, N., Sano, H., Itoi, E., & Izumi, S. ichi. (2015). Ultrasound elastography-based assessment of the elasticity of the supraspinatus muscle and tendon during muscle contraction. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 24(1), 120–126. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2014.04.012>
- 35) aishvarya vasishTa, MD, abhiManyu KelKar, MD, Priscilla Joshi, MD and renuKa haPse, Dm. (2019). Letter to the editor re: The value of sonoelastography in the diagnosis of supraspinatus tendinopathy - A comparison study. *British Journal of Radiology*, 92(1101). <https://doi.org/10.1259/bjr.20190294>
- 36) Sprague, A. L., Awokuse, D., Pohlig, R. T., Cortes, D. H., Science, M., Facility, B. C., & Engineering, N. (2021). *and viscosity), age , and sex in uninjured Achilles tendons*. 3(4), 321–327. <https://doi.org/10.1002/tsm2.148>.Relationship
- 37) Arda, K., Ciledag, N., Aktas, E., Aribas, B. K., & Köse, K. (2011). Quantitative assessment of normal soft-tissue elasticity using shear-wave ultrasound elastography. *American Journal of Roentgenology*, 197(3), 532–536. <https://doi.org/10.2214/AJR.10.5449>
- 38) Baumer, T. G., Dischler, J., Davis, L., Labyed, Y., Siegal, D. S., van Holsbeeck, M., Moutzouros, V., & Bey, M. J. (2018). Effects of age and pathology on shear wave speed of the human rotator cuff. *Journal of Orthopaedic Research*, 36(1), 282–288. <https://doi.org/10.1002/jor.23641>
- 39) Golatta, M., Schweitzer-Martin, M., Harcos, A., Schott, S., Gomez, C., Stieber, A., Rauch, G., Domschke, C., Rom, J., Schütz, F., Sohn, C., & Heil, J. (2014). Evaluation of virtual touch tissue imaging quantification, a new shear wave velocity imaging method, for breast

- lesion assessment by ultrasound. *BioMed Research International*, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/960262>
- 40) Dorado Cortez, C., Hermitte, L., Romain, A., Mesmann, C., Lefort, T., & Pialat, J. B. (2016). Ultrasound shear wave velocity in skeletal muscle: A reproducibility study. *Diagnostic and Interventional Imaging*, 97(1), 71–79. <https://doi.org/10.1016/j.diii.2015.05.010>
 - 41) Yoo, S. J., Lee, S., Song, Y., Kim, C. K., Lee, B. G., & Bae, J. (2020). Elasticity of torn supraspinatus tendons measured by shear wave elastography: A potential surrogate marker of chronicity? *Ultrasonography*, 39(2), 144–151. <https://doi.org/10.14366/usg.19035>
 - 42) Genç, A., Güneş, S., & Kutlay, Ş. (2018). The Role of Ultrasound Elastography in Musculoskeletal Diseases. *Journal of Ankara University Faculty of Medicine*, 71(2), 91–95. <https://doi.org/10.4274/atfm.21931>
 - 43) Lehoux, M. C., Sobczak, S., Cloutier, F., Charest, S., & Bertrand-Grenier, A. (2020). Shear wave elastography potential to characterize spastic muscles in stroke survivors: Literature review. *Clinical Biomechanics*, 72(November 2019), 84–93. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2019.11.025>
 - 44) Zhou, J., Yang, D. Bin, Wang, J., Li, H. Z., & Wang, Y. C. (2020). Role of shear wave elastography in the evaluation of the treatment and prognosis of supraspinatus tendinitis. *World Journal of Clinical Cases*, 8(14), 2977–2987. <https://doi.org/10.12998/wjcc.v8.i14.2977>
 - 45) Rocourt, M. H. H., Radlinger, L., Kalberer, F., Sanavi, S., Schmid, N. S., Leunig, M., & Hertel, R. (2008). Evaluation of intratester and intertester reliability of the Constant-Murley shoulder assessment. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 17(2), 364–369. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2007.06.024>
 - 46) Micallef, J., Pandya, J., & Low, A. K. (2019). Management of rotator cuff tears in the elderly population. *Maturitas*, 123(December 2018), 9–14. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2019.01.016>
 - 47) Hackett, L., Aveledo, R., Lam, P. H., & Murrell, G. A. C. (2020). Reliability of shear wave elastography ultrasound to assess the supraspinatus tendon: An intra and inter-rater in vivo study. *Shoulder and Elbow*, 12(1), 18–23. <https://doi.org/10.1177/1758573218819828>

- 48) Hou, S. W., Merkle, A. N., Babb, J. S., McCabe, R., Gyftopoulos, S., & Adler, R. S. (2017). Shear wave ultrasound elastographic evaluation of the rotator cuff tendon. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 36(1), 95–106. <https://doi.org/10.7863/ultra.15.07041>

- 49) Dirrichs, T., Quack, V., Gatz, M., Tingart, M., Kuhl, C. K., & Schrading, S. (2016). Shear Wave Elastography (SWE) for the Evaluation of Patients with Tendinopathies. *Academic Radiology*, 23(10), 1204–1213. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2016.05.012>

- 50) KEN YAMAGUCHI, MD, KONSTANTINOS DITSIOS, MD, WILLIAM D. MIDDLETON, MD, CHARLES F. HILDEBOLT, PHD, LEESA M. GALATZ, MD, AND SHARLENE A. TEEFEY, M., & Investigation. (2006). Prognostic Metanonsnosti Ugol'Nogo Massiva, Degazirovannogo Podgotovitel'Nymi Vyrabotkami. *THE JOURNAL OF BONE AND JOINT SURGERY, INCORPORATED*, 8, 1699–1704.

- 51) Demirel, A., Baykara, M., Koca, T. T., & Berk, E. (2018). Ultrasound elastography-based assessment of the elasticity of the supraspinatus muscle in impingement syndrome: does elastography has any diagnostic value? *Clinical Rheumatology*, 37(6), 1661–1665. <https://doi.org/10.1007/s10067-017-3928-7>

- 52) Yun, S. J., Jin, W., Cho, N. S., Ryu, K. N., Yoon, Y. C., Cha, J. G., Park, J. S., Park, S. Y., & Choi, N. Y. (2019). Shear-wave and strain ultrasound elastography of the supraspinatus and infraspinatus tendons in patients with idiopathic adhesive capsulitis of the shoulder: A prospective case-control study. *Korean Journal of Radiology*, 20(7), 1176–1185. <https://doi.org/10.3348/kjr.2018.0918>

- 53) Wada, T., Itoigawa, Y., Yoshida, K., Kawasaki, T., Maruyama, Y., & Kaneko, K. (2020). Increased Stiffness of Rotator Cuff Tendons in Frozen Shoulder on Shear Wave Elastography. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 39(1), 89–97. <https://doi.org/10.1002/jum.15078>

- 54) Ateş, F., Hug, F., Bouillard, K., Jubeau, M., Frappart, T., Couade, M., Bercoff, J., & Nordez, A. (2015). Muscle shear elastic modulus is linearly related to muscle torque over the entire range of isometric contraction intensity. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 25(4), 703–708. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2015.02.005>

- 55) Fontenelle, C. R. da C., Schiefer, M., Mannarino, P., Lacerda, I. B., Machado, F. J. T., dos Santos Farias, R. G., de Oliveira, V. B., & de Oliveira, L. F. (2020). Elastographic analysis of the supraspinatus tendon in different age groups. *Acta Ortopedica Brasileira*, 28(4), 190–194. <https://doi.org/10.1590/1413-785220202804229355>

- 56) Tudisco, C., Bisicchia, S., Stefanini, M., Antonicoli, M., Masala, S., & Simonetti, G. (2015). Tendon quality in small unilateral supraspinatus tendon tears. Real-time sonoelastography correlates with clinical findings. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 23(2), 393–398. <https://doi.org/10.1007/s00167-013-2551-7>
- 57) Hatta, T., Yamamoto, N., Sano, H., & Itoi, E. (2014). In vivo measurement of rotator cuff tendon strain with ultrasound elastography: An investigation using a porcine model. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 33(9), 1641–1646. <https://doi.org/10.7863/ultra.33.9.1641>
- 58) Kocyigit, F., Kuyucu, E., Kocyigit, A., Herek, D. T., Savkin, R., & Aslan, U. B. (2016). Investigation of biomechanical characteristics of intact supraspinatus tendons in subacromial impingement syndrome. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 95(8), 588–596. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000450>
- 59) Gelal, F. Radyoloji Fiziği (2019)