



T.C.

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

İSTANBUL TIP FAKÜLTESİ

GENEL CERRAHİ ANABİLİM DALI

Uzmanlık Tezi

Dr. Elchin ALİZADE

Danışman Doç. Dr. Mehmet İLHAN

İSTANBUL

2021



T.C.

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

İSTANBUL TIP FAKÜLTESİ

GENEL CERRAHİ ANABİLİM DALI

**Sol Torakoabdominal Delici-kesici Alet Yaralanmalarında
Manyetik Rezonans Görüntülemenin Diyafragma
Yaralanması Saptanmasındaki Etkinliği**

Uzmanlık Tezi

Dr. Elchin ALİZADE

Danışman Doç. Dr. Mehmet İLHAN

İSTANBUL

2021

ÖNSÖZ

İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Genel Cerrahi Anabilim Dalı'ndaki ihtihâs sürem boyunca bilgi ve becerilerimin gelişmesinde emeği geçen Genel Cerrahi Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Yaman TEKANT'a, tez danışmanım Doç. Dr. Mehmet İLHAN'a teşekkür ederim.

Asistanlık eğitimim süresince bilgisi, hoşgörüsü ve engin deneyimleriyle her zaman desteğini gördüğüm ve mesleki gelişmeme çok değerli katkılarda bulunan tüm öğretim üyelerine şükranlarımı sunarım.

Zorlu cerrahi eğitimim süresince mesleğimin tüm zorluklarını ve de keyfini beraber paylaştığım tüm asistan arkadaşlarıma, hemşire arkadaşlarıma ve tüm yardımcı sağlık personellerine teşekkür ederim.

Bugünlere gelmeme vesile olan, sevgilerini her zaman yanımda hissettiğim anneme ve babama ve yoğun çalışma temposu içinde yeterli vakit ayıramadığım, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, biricik eşime teşekkürlerimi sunarım.

Saygılarımla.

Dr. Elçin ALİZADE

ÖZET

Amaç

Travmatik diafragma yaralanması genellikle torakoabdominal bölgenin penetran ve künt travmaları sonucu oluşmaktadır. Günümüzde artan delici-kesici alet yaralanmaları ve ateşli silah yaralanmaları sonrası diyafragma yaralanma insidansında artış görülmektedir. Travmatik diyafragma rüptürü başlangıçta sessiz seyredip semptom vermeyebilir. Geç dönemde diyafragmatik hasara bağlı oluşan laserasyondan herniye olan organlara bağlı semptomlar görülür. Bu semptomlar büyük ölçüde herniye olan mide veya bağırsakların etrangulasyon/strangulasyonu sonucu gelişir, bu da ölümcül seyredebilir. Bundan dolayı diyafragma yaralanmasının erken teşhisi ve onarılması hayati öneme sahiptir. Torakoabdominal penetran yaralanmalara bağlı organ herniasyonu daha çok sol taraflı yaralanmalarda görülür. Fakat sağ diyafragma yaralanmalarında karaciğer koruyucu rol oynadığı için herni görülme oranı düşüktür.

Fizik muayene ile travmatik diyafragma rüptürlerinin tanısını koymak zor bir durumdur. Acil şartlarda yapılan görüntülemelerde bariz diyafragma rüptürü bulguları (organ herniasyonu vs.) olmadığı sürece kesin tanı konulamaz. Ancak tanıda altın standart yöntem; tanısal amaçlı yapılan cerrahi eksplorasyondur.

Çalışmamızın amacı, sol torakoabdominal delici-kesici alet yaralanmalarında diyafragma hasarını değerlendirmede Manyetik Rezonans Görüntülemenin(MR) etkinliğinin, bilgisayarlı tomografi(BT) ve altın standart olan diyagnostik laparoskopi/torakoskopiye ile karşılaştırmaktır. Bunun sonucunda MR'ın duyarlılığı ve özgüllüğü yüksek görülürse cerrahi girişim oranları azalabilir. Bunun sonucunda negatif laparoskopi/torakoskopi oranlarını ve buna bağlı gelişecek komplikasyonları ve hastane yatış sürelerini azaltılabilir.

Gereç ve Yöntem

Kasım 2017 ile Aralık 2020 ayları arasında İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Acil Cerrahi Birimine delici-kesici alet yaralanması şikayeti ile getirilen hastalar arasından sol torakoabdominal delici-kesici alet yaralanması olan hastalar seçildi. Acil ameliyat olan, herhangi bir nedenden dolayı MR çekilemeyen veya ameliyat edilemeyen hastalar çalışma dışı bırakıldı. Kliniğimizde sol torakoabdominal yaralanmalarına tanısal laparoskopi/torakoskopi yapılan hastaların, ameliyat öncesi MR ve BT görüntülemeleri

cerrahi sonuçlarını bilmeyen radyolog tarafından retrospektif olarak değerlendirildi. Olguların MR sonuçları cerrahi bulgular ve BT görüntüleri ile karşılaştırıldı.

Bulgular

Toplam 43 (41 erkek, yaş ortalaması 31, aralık 15-57) hasta çalışmaya dahil edildi. Fizik muayene bulgusu olarak en sık lateral yaralanma saptandı. Yapılan cerrahi girişimlerde 13 (%30) olguda diyafragma yaralanması tespit edildi. Diyafragma yaralanması tespit edilen olguların 11'ine (%84) laparoskopik, 2'ine (%15) torakoskopik tamir uygulandı. 14 (%32) olgunun MR görüntüsü diyafragma yaralanması ile uyumlu bulundu, bunlardan 1 tanesinde cerrahi girişim sırasında yaralanma izlenmedi. BT görüntüleri 13 (%30) hastada diyafragma yaralanması ile uyumlu bulundu, bunlardan 1'inde cerrahi girişim sırasında yaralanma görülmeydi. Cerrahi eksplorasyonda diyafragma yaralanması saptanan 1 hastanın BT'si yalancı negatifti. Bu verilere göre MR'ın duyarlılığı %100, özgüllüğü %94, pozitif prediktif değer (PPV) %86, negatif prediktif değer (NPV) %100 olarak hesaplanmıştır. BT duyarlılığı %88, özgüllüğü %95 olarak izlendi. Ortalama hastanede kalış süresi tüm olgularda 6 gün (1-30) olarak gözlemlendi.

Sonuç

Çalışmamızda, diyafragma yaralanmalarının tespitinde MR'ın yüksek özgüllük ve duyarlılığa sahip olduğu görüldü. Diyafragma kasının değerlendirilmesi için MR'ın tek başına çekilmesi yeterlidir. Sadece MR'da diyafragma yaralanması pozitif veya şüpheli olan vakalara cerrahi girişim yapılarak negatif laparoskopi/torakoskopi sayısı azaltılabilir. Daha geniş vaka serileri ile yeni çalışmalar yapılarak sonuçlar desteklenmelidir.

SUMMARY

Aim

Traumatic injuries of the diaphragm usually occur as a result of penetrating or blunt injury to the thoracoabdominal area. As a result of increased prevalence of stab and gunshot wounds, there is an increase in the incidence of diaphragm injuries. Traumatic diaphragm rupture can be asymptomatic in its early course. Later on, organ herniation through the lacerated diaphragm causes symptoms. These symptoms largely occur because of incarceration/strangulation of the herniated stomach or intestines, which is associated with mortality. Early diagnosis and repair of diaphragmatic injuries is of vital importance. Organ herniation due to penetrating thoracoabdominal injuries are mostly seen in left-sided injuries. In right-sided diaphragm injuries herniation is seen less commonly since liver plays a protective role.

A traumatic diaphragmatic rupture is difficult to diagnose by physical examination alone. Unless an obvious finding exists (organ herniation etc.), a diagnosis is difficult to establish through imagings done in emergency settings alone . The gold standard in diagnosis is the diagnostic surgical exploration.

The aim of our study is to compare the performance of Magnetic Resonance Imaging (MRI) in diagnosing diaphragm injuries in left-sided thoracoabdominal penetrating stab wounds, with Computed Tomography (CT) and the gold standard diagnostic laparoscopy/laparotomy. If the sensitivity and specificity of MRI is found to be high, the surgical intervention rates may decrease. As a result, rates of negative laparoscopy/laparotomy and related complications as well as hospital stay lengths may be lowered.

Material and Methods

Patients that presented to Istanbul Faculty of Medicine Emergency Surgery Department with left-sided thoracoabdominal penetrating stab wounds between November 2017 and December 2020 were selected. Those who required immediate surgery, did not have an MRI or could not be operated on were excluded from the study. The pre-operative MR and CT images of patients who went through diagnostic laparoscopy/laparotomy were

retrospectively evaluated by a radiologist who have blinded to the surgical findings. The MRI findings were compared with the surgical and CT findings.

Results

A total of 43 patients (41 male, mean age 31, range 15-57) were included in the study. A lateral injury was the most common finding at physical examination. A diaphragmatic injury was confirmed in 13 (%30) patients during surgical exploration. 11 (%84) of the diaphragmatic injuries were repaired laparoscopically while 2 (%15) were repaired thoracoscopically. MRI images were found to be consistent with a diaphragmatic injury in 13 patients (32%), one of whom had no injury identified with surgical exploration. CT images were consistent with a diaphragmatic injury in 13 (%30) patients, one of whom had no injury visible during surgical exploration. One patient had a false negative CT scan while surgical exploration did identify a diaphragmatic injury. According to these data, MRI had a sensitivity of 100%, specificity of 94%, positive predictive value (PPV) of 86% and a negative predictive value (NPV) of 100%. The CT scan had a sensitivity of 88% and specificity of 95%. Mean hospital stay length was 6 (range 1-30) days.

Conclusion

In this study, MRI was found to have a high specificity and sensitivity in detection of diaphragmatic injuries. MR imaging by itself was found to be adequate for the evaluation of the diaphragmatic muscle. The number of negative laparoscopy/laparotomies can be lowered by performing surgeries on cases where the MRI is positive or suspicious for diaphragmatic injury. These data need to be verified by larger case series.

İÇİNDEKİLER

SAYFA NO

TÜRKÇE ÖZET.....	2
İNGİLİZCE ÖZET (ABSTRACT).....	4
İÇİNDEKİLER.....	6
KISALTMALAR.....	7
TABLolar ve GRAFİKLER DİZİNİ.....	8
1.GİRİŞ VE AMAÇ.....	10
2.GENEL BİLGİLER.....	12
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	42
4. BULGULAR.....	45
5.TARTIŞMA.....	49
6.SONUÇ.....	53
7.KAYNAKLAR.....	54

KISALTMALAR

BT : Bilgisayarlı tomografi

ÇKBT : Çok kesitli bilgisayarlı tomografi

MRG : Manyetik Rezonans Görüntüleme

USG : Ultrasonografi

VATS : Video assisted thoracic surgery

TDR : Travmatik diyafragma rüptürü

PACS : Picture Archiving Communication Systems

TABLolar ve GRAFİKLER DİZİNİ

Tablo1: Diyafragmatik hernilerin özellikleri

Tablo 2: Hasta akış şeması

Tablo 3: Hastanın seçim ve takip algoritması

Tablo 4: Penetran sol torakoabdominal yaralanma ile gelen hastaların özellikleri

Tablo 5: Sol torakoabdominal yaralanmalı hastalarda ek organ yaralanmalı

Tablo 6: Yaralanma lokalizasyonu göre diyafragma yaralanma bulguları

Tablo 7: Yaralanma lokalizasyonu ile diyafragma yaralanması ve MR'ın yaralanmayı göstermedeki etkinliği arasındaki korelasyon

Tablo 8: MR ve BT'nin diyafragma yaralanmasını göstermedeki etkinliğini karşılaştırılması

Tablo 9: MR ve BT'nin diyafragma yaralanması göstermedeki etkinliğinin karşılaştırılması

Grafik 1: Sol torakoabdominal travmalı hastalara uygulanan ameliyatlar

ŞEKİLLER

Şekil1: Torakoabdominal bölgenin anterior ve posteriorda sınırları

Şekil 2: Diyafragma kubbe şeklinde olup çevresel olarak göğüs ve karın duvarlarına bağlanır A)alttan görünüş B)transvers kesit

Şekil 3: Diyaframanın cerrahi anatomisi (sternal,kostal ve lumbal parçalar)

Şekil 4: Frenik sinirin seyri

Şekil 5: İnspirasyon ve ekspirasyon sırasında diyaframanın yerdeğişimi

Şekil 6: MR’da saptanan diyafragma yaralanması

Şekil 7: Gecikmiş diyafragma rüptürü

Şekil 8: Torakoskopik diyafragma rüptürünün teşhisi ve tamiri

Şekil 9: Dalağın aşağı ve mediale traksiyonu ile sol diyafragmanın laparoskopik olarak değerlendirilmesi

Şekil 10: Tanısal laparaskopide sol diyafragmada hasar ve omentumun toraksa herniye olduğu izlenmekte. Omentum batın içinde redükte edildi ve diyafragmadaki hasar prolen ile tamir edildi.

Şekil 11: Diyafragmadaki hasardan rüptüre olan bağırsaklar redükte edildikten sonra herni kenarları sağlam dokular korunarak debride edildi.

Şekil 12: Diyafragmadaki hasarın tek tek atılan sütürlerle tamiri

Şekil 13: Diyafragmadaki geniş defektin dual mesh ile kapatılması

Şekil 14: VATS yardımıyla diyafragma rüptürünün tamiri

Şekil 15: Yaralanma bölgesine göre torakoabdominal bölge yaralanmaları anterior, lateral ve posterior olarak gruplandırıldı.

GİRİŞ VE AMAÇ

Travmatik diyafragma yaralanmaları potansiyel olarak yaşamı tehdit edebilecek bir durum olup seyrek görülen bir yaralanmalardır. Travmatik diyafragma yaralanmaları, genellikle torakoabdominal bölgenin travmaları sonucu oluşmaktadır. Diyafragma yaralanma gelişme oranı tüm torakoabdominal yaralanmalarda %1-5 arasında değişmektedir (1). Torakoabdominal bölgenin yaralanmaları penetran ve künt yaralanmalar diye ikiye ayrılmaktadır. Penetran ve künt yaralanmalar arasındaki oran bölgesel özellikler ve sosyodemografik faktörlere göre değişmektedir. Penetran yaralanmalarda (%10-15) künt yaralanmaya (%1-7) göre daha fazla diyafragma yaralanma ihtimali vardır (2).

Sol torakoabdominal bölgenin penetran yaralanmaları daha sık görülmektedir. Olası mekanizma; insanların genellikle sağ kolunu kullanması ve bu nedenle karşısındaki kişinin sol tarafını hedef alması olarak düşünülmektedir.

Travmatik diyafragma yaralanmaları en sık sol taraflı yaralanmalarda teşhis edilir ve vakaların % 75'ini temsil eder. Sağ taraflı travmatik diyafragma yaralanmaları daha azdır, çoğu serilerde raporlama oranı % 35-40 arasında değişmektedir. Sol tarafta herniye olan organlar genellikle mide, dalak, kalın barsaklar, karaciğer, ince barsaklar ve omentumdur. Sağ tarafta karaciğerin koruyuculuğu nedeniyle herniasyon çok görülmez. Sağ taraflı diyafragma rüptürlerinde vasküler (jokstahepatik vena cava inferior ve hepatik ven yaralanmaları) ve karaciğer laserasyonları sıklıkla beraberdir.

Günümüzde trafik kazalarının artışı ve artan delici-kesici alet yaralanmaları gibi olaylar travmatik diyafragma yaralanma insidansında artışa yol açmaktadır. Travmatik diyafragma yaralanmaları tek başına nadiren ölüme sebep olur, ancak başvuru anında tanı koyulamamasına bağlı olarak geç dönemde oluşan gastrointestinal herniasyonlar ciddi komplikasyonlara ve ölüme sebep olabilir. Diyafragma yaralanmaları geç dönemde semptom verdiğinde, visseral herniasyon ve strangulasyon olduğu takdirde ciddi morbidite izlenmektedir. Visseral herniasyon ve boğulma vakalarında mortalite oranlarının % 30 ile % 60 arasında değiştiği bildirilmektedir. Bu nedenle, bu tür yaralanmanın görülebilme potansiyeli olan travma hastaları dikkatlice değerlendirilmelidir. Tanı konulduğunda, tüm diyafragmanın tamiri yapılmalıdır. Çünkü basınç gradiyenti dikkate alındığında diyafragmadaki defektin spontan kapanma ihtimali çok düşüktür.

Diyafragma torasik ve abdominal kompartımanları ayırmakta olup, çevre organlarıyla yakın ilişkide olduğu için izole diyafragma yaralanması ihtimali nadirdir. Olguların %80-100'ünde diğer organ yaralanmaları da buna eşlik edebilir. Diyafragma yaralanmalarına sıklıkla karaciğer, akciğer, böbrek ve dalak yaralanmaları eşlik eder. Travmatik diyafragma yaralanmalarında eşlik eden major yaralanmalar (pelvik kemiklerde kırıklar, torasik aort yaralanması, dalak ve karaciğer yaralanmaları) tanının dikkatten kaçmasına sebep olabilmektedir.

Akut herniasyon diyafragmanın geniş bir yırtığından olabilir, fakat herniasyon semptomları, beraberinde olan diğer organ yaralanmalarının semptomlarına da bağlı olabilir. Kesici aletlere bağlı olarak gelişen küçük diyafragma yırtıkları erken belirti vermezler. Fakat gözden kaçırıldığında ve tamir edilmediği zaman, abdominal ve torasik kavite arasındaki basınç farkından dolayı progressif abdominal herniasyon meydana gelir. Abdominal organların herniasyonu geliştiğinde, solunum şikâyetleri veya gastrointestinal traktın strangülasyonlu veya strangülasyonsuz mekanik obstrüksiyon semptomları ortaya çıkar. Tüm bunlar travmatik diyafragma yaralanmalarının hayati önem arz eden önemli bir yaralanma olduğunu ve erken tanı konulması ve sonrasında yaralanmanın onarılmasının hayati öneme sahip olduğunu göstermektedir.

Hemidiafram hasarının tespiti, hem radyologlar hem de cerrahlar için tanısal bir zorluk teşkil etmektedir. Başvuru sırasında görüntülemelerde yüksek diyafragma yaralanması belirtisi olmadıkça, yaralanma başlangıçta göz ardı edilebilir. Tanının ertelenmesi ise morbidite ve mortalite neden olmaktadır. Özellikle sol torakoabdominal delici-kesici alet yaralanmalarında diyafragma yaralanmalarını göz ardı etmemek için günümüzde varolan tüm radyolojik tetkiklerden yararlanılmaktadır. Bu konuda altın standart ise tanısal laparoskopi veya torakoskopidir.

Acil servisimizde diğer major travmalarda olduğu gibi sol torakoabdominal delici-kesici alet yaralanması ifadesiyle getirilen hastalarda yaklaşım anterior-posterior göğüs ve batin grafisi, bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans (MR) görüntülemesidir. BT, sol torakoabdominal yaralanmalarda hayatı tehdit eden akciğer, dalak, karaciğer ve böbrek yaralanmaları tespit ederek travma hastasının sonraki takiplerinin yönetiminde yardımcı olmaktadır. Ancak, %6 oranında yanlış negatif sonuçları bildirilmiştir (3).

Spesifik semptomlar (karın içi organ veya yağlı doku herniasyonu ya da her iki boşluğa uzanan yaralanmalar) olmadığında diyafragma yaralanmasına tanı koymak zordur.

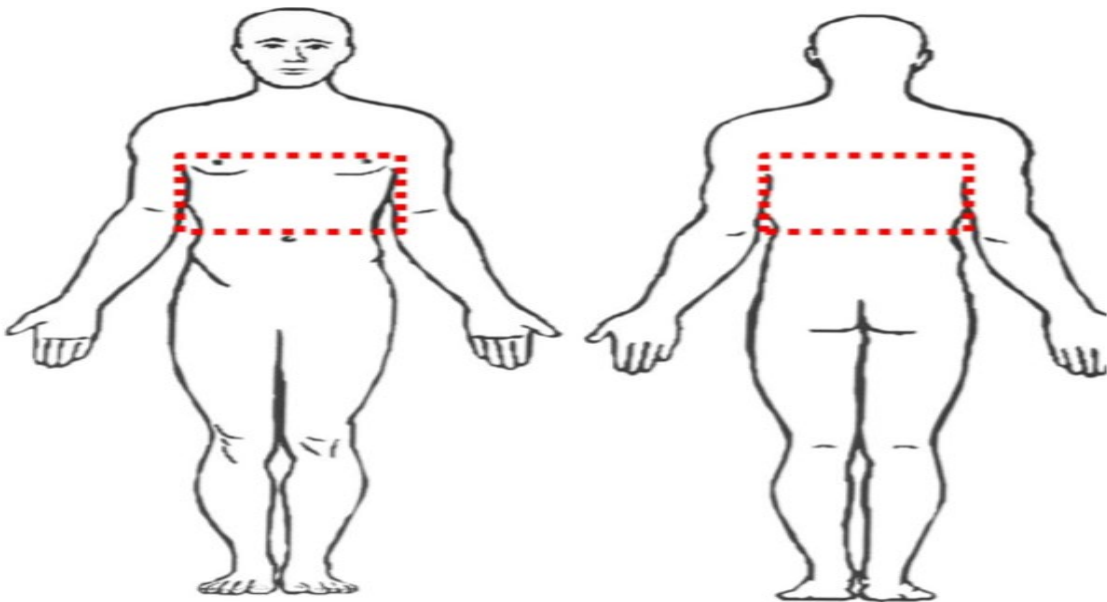
MR yumuşak dokuların değerlendirilmesinde BT'ye üstünlüğü bulunmaktadır. MR'ın bu özelliğinden yararlanarak torakoabdominal delici-kesici alet yaralanmalı hastalarda diyafragma hasarı daha derinden incelenebilir ve yaralanma tespit edilebilir (4–8).

Delici-kesici aletlerin neden olduğu diyafragma yaralanmalarına özel olarak odaklanmış sadece birkaç çalışma vardır. Bu çalışmaların büyük çoğunluğu, tanısal laparoskopi ile diyafragma hasarı teşhisi konulmuş hastalarda BT taramalarını geriye dönük olarak inceleyerek, multidetektörlü bilgisayarlı tomografinin (MDBT) diyafragmatik yaralanmalar için tanısal etkinliğini belirlemeye yöneliktir. MR'ın diyafragma hasarını göstermede olan yararını daha çok konjenital diyafragma defekti olan hastalar üzerinde yapılan çalışmalarda görebiliriz (9–14).

Çalışmamızda sol torakoabdominal delici-kesici alet yaralanması ifadesiyle getirilen hastalarda ameliyat öncesi çekilen BT ve MR görüntülemelerin sonuçlarını tanısal laparoskopi/torakoskopi sonuçları ile karşılaştırarak diyafragma yaralanmasının tespitinde MR'ın etkinliğini araştırmayı amaçladık.

Genel bilgiler

Torakoabdominal bölge, vücudun hem karın hem de göğüs boşluğunu içeren bölgedir. Bu bölge yukarıda önde 4.interkostal aralık, lateralde 6.interkostal aralık, posteriorda 8.interkostal aralık , aşağıda kot kavsi ile sınırlıdır. Karın boşluğunun üst sınırını, ekspirasyon sırasında önde memebaşı hizasına, arkada skapulanın alt ucuna kadar yükselen diyafragma oluşturmaktadır. Bu da sırasıyla 4-6-8.interkostal aralığa denk gelmektedir (Şekil 1).

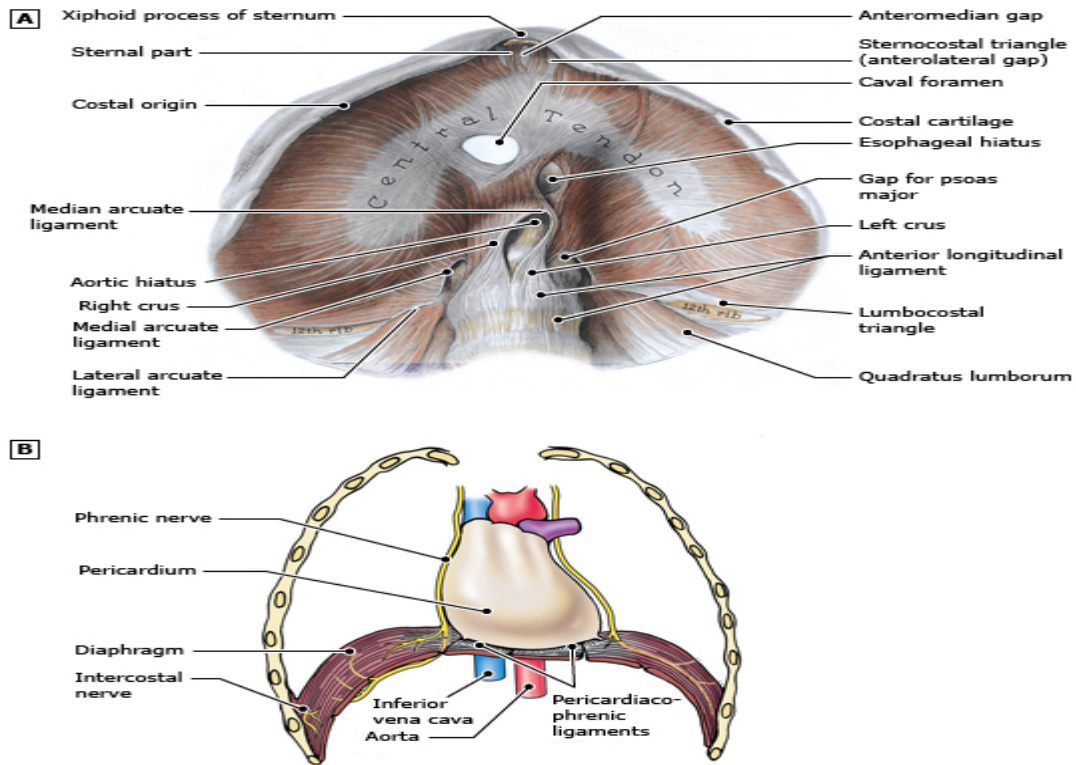


Şekil1: Torakoabdominal bölgenin anterior ve posteriorda sınırları

Göğüs kafesi kostal kavise göre daha yukarıda bittiğinden, bir çok batın içi organ göğüs bölgesinde yer almaktadır (dalak,mide,karaciğer). Bu bölgenin yaralanmalarında diğer hayati organ yaralanmaları ile beraber diyafragma yaralanmalarına da rastlanmaktadır. Diyafragma yaralanması travmanın ilk safhasında hayati önem arz etmese de sonraki dönemlerde travmaya bağlı oluşan diyafragma hernileri önemli morbidite ve mortaliteye neden olmaktadır. Sağ taraflı yaralanmalarda oluşan diyafragma hernilerini anatomik yerleşiminde dolayı karaciğer kapattığından özellikle sol taraflı diyafragma yaralanmalarında oluşan herniler geç dönemlerde strangulasyon ile karşımıza çıkmaktadır. Bunlardan dolayı sol taraflı torakoabdominal bölge travmalarında diyafragma yaralanmalarına erken tanı koymak önemlidir.

DİYAFRAGMA

Göğüs ve karın boşluğu arasında anatomik bir duvar oluşturan diyafragma kubbe şeklinde bir kas-iskelet sistemidir ve solunumun ana kasını oluşturmaktadır. Diyafragma gövde duvarı kasları, seprum transversum, plöroperitoneal membranlar ve özefagusun dorsal mezenteri ile birlikteliği mevcuttur. Diyafragma gebeliğin birinci ve dördüncü ayları arasında oluşmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2: Diyafragma kubbe şeklinde olup çevresel olarak göğüs ve karın duvarlarına bağlanır A) alttan görünüş B) transvers kesit Grant'in Anatomi Atlası, 7. Baskı'dan alınmıştır.

EMBRİYOGENEZ

Normal gelişim

Elimizdeki bilgilerle erişkin diyafragmasının dört embriyonik bileşeninin kesin sınırlarını belirlemek mümkün değildir.

- Transvers septum
- Mediastinum (dorsal mezenter)
- Plevroperitoneal membranlar
- Vücut duvarı kasları

Transversus septum

Üçüncü embriyonik hafta boyunca embriyonun büyüyen kafa katlantısı, mezodermal bir duvarı orta-bağırsağın üstü, kalbin altına nakleder. Bu mezodermal doku gelecekteki diyafragmanın en büyük parçasını oluşturacak olan ventral bileşendir.

Septumun yukarı bakan yüzeyi aynı zamanda perikardın bağ dokusuna da katkıda bulunur. Aşağı bakan yüzeyi ise karaciğin stromasını ve kapsülünün bağ dokusunu oluşturur.

Transvers septum diyafragmanın tendinöz kısmının oluşumundan sorumludur.

Mediastinum (dorsal mezenter)

Mediastinum, içinde gelecekteki özofagus ve inferior vena kavayı da barındıran önbağırsağın kalın dorsal mezenteridir. İki taraflıdır ve önde transvers septum, arkada aksiyel mezodermle devam eder. Arkaya ve kaudale uzayarak diyafragmatik krusları oluşturmak için ortadan ikiye ayrılır.

Plevroperitoneal membranlar

Yaklaşık sekizinci embriyonik haftada, sağda ve solda plevra ve periton boşlukları arasındaki ilişki plevroperitoneal membranlar tarafından kapanır. Başlangıçta, membranlar yüzey alanı bakımından gelişmekte olan diyafragmanın büyükçe bir kısmını meydana getirirler, fakat diyafragmanın diğer bileşenlerinin göreceli olarak daha hızla büyüdüğünden membranların diyafragmaya yaptıkları katkı küçük bir alana iner. Muhtemelen plevroperitoneal membranlar diyafragmanın lateral kısmını oluştururlar. Plevroperikardial katlantı embriyolojik olarak

plevroperitoneal membranlarla ilişkilidir. Plevroperikardial katlantı transvers septum ve ksifoid çıkıntı arasında yer alan tek bir katlantıdır.

Vücut duvarının kasları

Toraks duvarının kaudale doğru çukurlaşması ile yedinciden on ikinciye kadar olan myotom segmentleri diyafragmanın lateral kısmına katkıda bulunur ve kostafrenik girintileri oluştururlar. Bu süreç diyafragmanın en son hali olan kubbe şeklini meydana getirir.

Frenik sinir lifleri diyafragmanın içinde yedinci haftadan itibaren görülürler. Bundan bir hafta sonra kas lifleri de ortaya çıkar. Doğumdan önce beyaz, hızlı kasılan, düşük oksidatif liflerin hakimiyeti vardır. Doğumdan sonra postnatal sekizinci aya kadar kırmızı, yavaş kasılan, yüksek oksidatif liflerde artış meydana gelir. Bu lifler beyaz liflere oranla daha geç yorulurlar.

Kas liflerinin göğüs duvarından köken alıp merkeze mi, yoksa transvers septumdan köken alıp periferemi mi göç ettiği kesin değildir. Fakat diyafragmanın kas lifleri C-2, 3, 4 (frenik sinir) tarafından innerve edildiği ve diyafragmanın inervasyonuna torasik sinirlerin katkısı periferik kısımlara giden duyu lifleriyle sınırlı kaldığı için kas liflerinin transvers septumdan köken almış olması daha büyük olasılıktır (15–17).

Diyafragmanın inişi

Üçüncü haftada transvers septum yaklaşık olarak üçüncü vertebra hizasındadır. Sekizinci haftada gelişmekte olan diyafragma birinci lumbar vertebra düzeyindeki son pozisyonuna iner. Bu iniş muhtemelen vertebral kolonun çok hızla büyümesine bağlıdır (embriyonun dorsal kısmı). Üçüncü ile beşinci servikallerden köken alan frenik sinir de diyafragma ile birlikte aşağı iner.

Konjenital anomaliler

Konjenital diyafragma defektlerinin diyafragmayı oluşturan embriyolojik bileşenlerin eksikliğinden veya birleşmemesi nedeniyle oluşmaktadır.

Diyafragma agenezisi

Diyafragma agenezisi diyafragma bileşenlerinin oluşmaması veya bu bileşenlerin uygun şekilde birleşmemesinden kaynaklanmaktadır. Tek taraflı agenezi nadir, çift taraflı agenezi daha da nadirdir. Pelizzo ve arkadaşları kas flebi transpozisyonu ile tedavi ettikleri 15 diyafragma agenezisi bildirmişlerdir (18).

Aksesuar diyafragma ve diyafragma duplikasyonu

Nadiren bir hemitoraks fibroz, müsküler veya her ikisinden oluşan aksesuar bir diyafragma tabakasıyla iki boşluğa bölünmüş olabilir. Tipik olarak perikardial refleksiyondan köken alan membranın tutunma noktası yedinci kaburgayla plevranın apeksi arasında herhangi bir düzey olabilir. Alt boşlukta genellikle hipoplastik bir akciğer dokusu bulunur. Akciğere giden damar ve bronşların geçişine membrandaki bir hiatus izin verir. Sıklıkla birlikte inferior vena kavaya dökülen anormal bir pulmoner venöz drenaj vardır.

Aksesuar diyafragma genellikle sağ hemitoraksta görülen bir anomalidir ve her iki cinsteki görülme sıklığı eşittir. Bu anomali ilk kez 1945 yılında Haeberlin tarafından bildirilmiştir.

Konjenital ve kazanılmış diyafragmatik herniler

Fetal yaşamın ilk iki ayı boyunca gelişmekte olan diyafragmanın üzerinde aşağıdan veya yukarıdan herhangi bir baskı yoktur, çünkü yukarıda akciğerler henüz gelişmemiştir, aşağıda ise bağırsaklar umbilikal kord içinde karnın dışında büyümektedirler. Bağırsakların umbilikal korddan karnın içine döndüğü ve diyafragma üzerinde ilk kez mekanik basıncın uygulandığı onuncu haftadan itibaren bütün diyafragmatik bileşenler normal pozisyonunda ve karın içi organların basıncına karşı koyacak yeterli kuvvete sahiptir. Ancak normal gelişimsel sürecin bozulmuş olduğu durumlarda hal böyle değildir.

Karın içi organların oluşturduğu basınç altında diyafragmanın birkaç bölgesinde açıklıklar oluşabilir. Diyafragma hernilerinin çoğu bu küçük zayıf alanlardan başlar ve yaşla birlikte büyür.

Aşağıda tanımlanan diyafragma hernileri tabloda özetlenmiştir (Tablo 1).

Herni	Anatomi	Kese ve herniye olan organlar	Açıklama
Morgagni hernisi (retrosternal herni, parasternal herni, anterior diyafragma hernisi)	Ksifoid çıkıntının her iki tarafındaki müsküler hiatusdan geçen konjenital potansiyel herni Genelllikle postnatal travmanın sonucudur ve genellikle sağda görülür.	Başlangıçta kese mevcut. Daha sonra rüptüre olabilir ve geride iz bırakmadan yok olur. İçeriği: Bebek:karaciğer Erişkin:omentum	Bebek ve çocuklarda nadirdir.
Bochdalek hernisi (posterolateral diyafragma hernisi)	Lumbosakral ğenden geçen konjenital herni Diyafragmanın tamamını içine	Olduların %10-15’de kese mevcuttur. İçeriği:genellikle ince	Kalp ve mediasten karşı tarafa yer değişirmiştir. Aynı taraftaki akciğer sönük

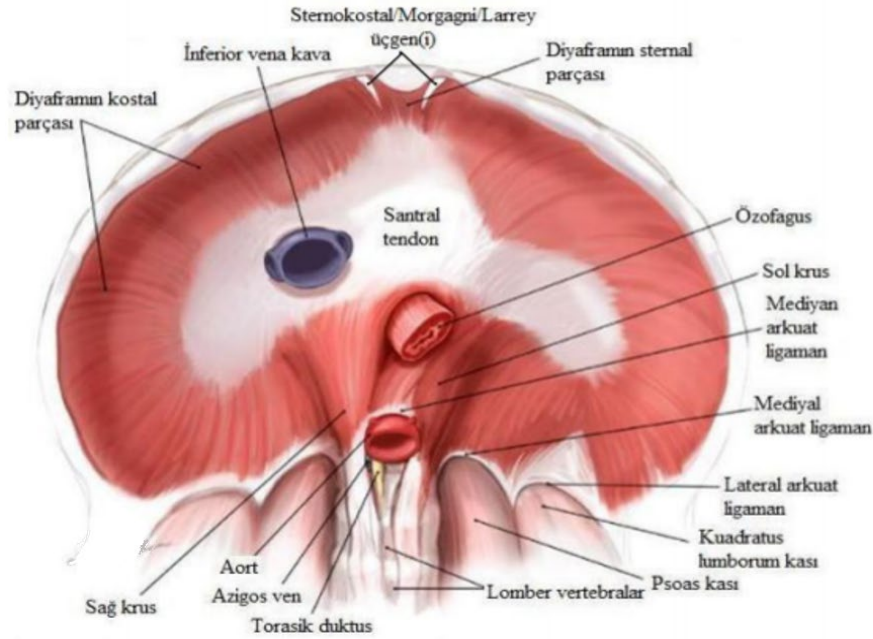
	alacak şekilde genişleyebilir. Solda daha sıktır.	bağırsaklar;mide, kolon, dalak. Karaciğer sadece sap tarafındaki hernilerde bulunur.	olmakla birlikte genellikle hipoplastik değildir. Sekonder malrotasyon sıktır. Kranioraşizis, trakeoözofageal fistül ve kalp anomalileri sıktır.
Travmatik herni	Kazanılmış bir hernidir. Yırtık, genellikle özofageal hiatustan başlayıp kubbeden geçerek diyafragmanın solda kaburgalara tutunduğu noktaya kadar devam edebilir.	Kese yoktur. Toraksa geçen organlar: başlangıçta yoktur; sonra dalak,kolonun splenik fleksurası, mide ve karaciğerin sol lobu	
Peritoneoperikardial herni (santral tendon defekti, transvers septum defekti)	Santral tendon ve perikard boşluğuna dolan konjenital herni	Kese nadiren bulunur. İçeriği:mide,kolon	Hem yenidoğanlarda hem de erişkinlerde görülebilir. Erişkinlerde muhtemelen travmatiktir. Nadirdir.
Diyafragma eventrasyonu	Konjenital herni Seyrek dağılmış normal kas lifleri içeren diyafragma. Tek veya iki taraflı olabilir. Frenik sinir normaldir. Kazanılmış: frenik sinir hasarına bağlı normal kasların paralizisi	“Kese”yi zayıflamış diyafragma oluşturur İçeriği:yükselmiş hemidiyafragma kubbesi altındaki normal kasın içi organlar Kese yok.	Kalp ve mediasten karşı tarafa yer değiştirmiştir. Aynı taraftaki akciğer sönük olmakla birlikte normaldir. Malrotasyon ve abdominal situs inversus yoktur.
Hiatal herni Sliding tip hiatal herni Sabit hiatal herni	Konjenital potansiyel herni. Genişlemiş özofageal hiatus midenin kardiasının mediastene geçmesine izin verir. Frenoözofageal ligaman zayıf ve gergindir.	Kese, fıtıklaşmış midenin ön ve lateralinde uzanır. İçeriği:midenin kardiası	Geniş bir hiatus hazırlayıcı etken olabilir. Gerçek herniasyon geç erişkin yaşlarda gerçekleşir. Yenidoğan bebeklerde de görülebilir.
Paraözofageal herni	Konjenital potansiyel herni. Kardia normal pozisyonundadır.	Kese, özofagusun önünde, perikardın	Normalden daha geniş bir özofageal hiatus hazırlayıcı

	Fundus hiatustan geçerek toraksa herniye olmuştur.	arkasına uzanır. İçeriği:mide fundusu, daha sonra mide korpusu, kolon, omentum ve dalak	etkendir. Gerçek herniasyon geç erişkin yaşlarda oluşur.
Kısa özofagus	Konjenital herni Midenin kardiası mediastene sabitlenmiştir.	Kese yoktur.	Nadirdir. Özofagusun gastroözofageal bileşkesinin karın içinde yer almasına imkan verecek kadar uzamaması sonucu oluştuğu düşünülmektedir.

Tablo2: Diyafragmatik hernilerin özellikleri (kaynak: Skandalakis LJ, Colborn GL, Skandalakis JE. Surgical anatomy of the diaphragm)

CERRAHİ ANATOMİ

Diyafragma, periferel tutunma noktalarına doğru ışınal biçimde bütün yönlerde dağılan kas liflerinin çıktığı bir santral tendon alanından oluşur (Şekil 3).



Şekil 3: Diyafragmanın cerrahi anatomisi (sternal,kostal ve lumbar parçalar) Grant'in Anatomi Atlası, 7. Baskı.dan alınmıştır.

Sternal parça (anterior)

Ksifoid çıkıntı ve transvers abdominis kasının aponevrozundan köken alan bir çift kas şeritidir. Bu kaslar kostal liflerden ve birbirlerinden küçük üçgen boluklarla (foramen Morgagni) ayrılır.

Kostal parça (anterolateral)

Kas lifleri, yedinci ve sekizinci kosta kıkırdığından, dokuzuncu kostanın kıkırdak ve kemik parçasından ve on ila onikinci kostaların kemik parçalarının distalinden başlar. Bu lifler önde transversus abdominis ile bağlantılıdır. Onikinci kaburgada torakolumbar fasyaya tutunurlar.

Lumbar parça (posterior)

Diyafragmatik kas, arkada krutan ve medial ve lateral arkuat ligamandan başlar.

Diyafragmanın açıklıkları

- Özofageal hiatus - torakal 10. vertebra düzeyindedir. İçinden özofagus, sağ ve sol nervus vagus'lar, arteria ve vena gastrika sinistra'nın özofagusa giden dalları geçer.
- Inferior vena kavanın hiatusu - torakal 8. vertebra düzeyindedir ve sentrum tendineum içinde yer alır. İçinden vena kava inferior ve sağ frenik sinirin terminal dalları geçer.
- Aort hiatusu - torakal 12. vertebranın korpusunun önünde, diyafragma, krus dekstrum ve sinistrumun arasında bulunur. İçinden aorta, duktus torasikus ve vena azigos geçer.

Diyafragmanın alt yüzeyinin ver gastroözofageal bileşkenin peritoneal bağlantıları

- Falsiform, koroner ve trianguler ligamanlar
- Hepatogastrik ligaman
- Gastrosplenik ligaman
- Gastrofrenik ligaman

Damarlar

Arterler

Diyafragmanın üst yüzeyinin arterial kanlanması internal torasik arterlerin iki dalı (perikardiofrenik ve muskulofrenik) ve torasik aortanın iki dalı (superior frenik) tarafından sağlanır. Bu damarların hepsi çok küçük dallardır.

Diyafragmanın kanlanması asıl alt yüzeyden temin edilir. Arteriyel kan bu yüzeye diyafragmanın medyan arkuat ligamanının hemen altında çöliak arter veya aortadan ayrılan inferior frenik arterler yoluyla gelir. İnsanların çok azında sağ inferior frenik arter sağ renal arterden köken alır.

Venler

Diyafragmanın üst yüzeyinde ortaya çıkan küçük dallar birleşerek perikardiofrenik ve muskulofrenik venleri oluşturur. Bu venler aynı adlı arterlerin yanında seyrederek internal torasik venlere boşalırlar. Arka tarafta da azigos ve hemiazigos venlere yönelmiş lokal bir drenaj da vardır.

Diyafragmanın aşağı bakan yüzeyinde sağ inferior ven arteriyle birlikte seyrederek inferior vena kavaya boşalır. Sol inferior frenik ven de bazen inferior vena kavaya dökülebilirse de, genellikle arkadan aşağıya inerek sol suprarenal vene dökülen bir posterior dala da sahiptir.

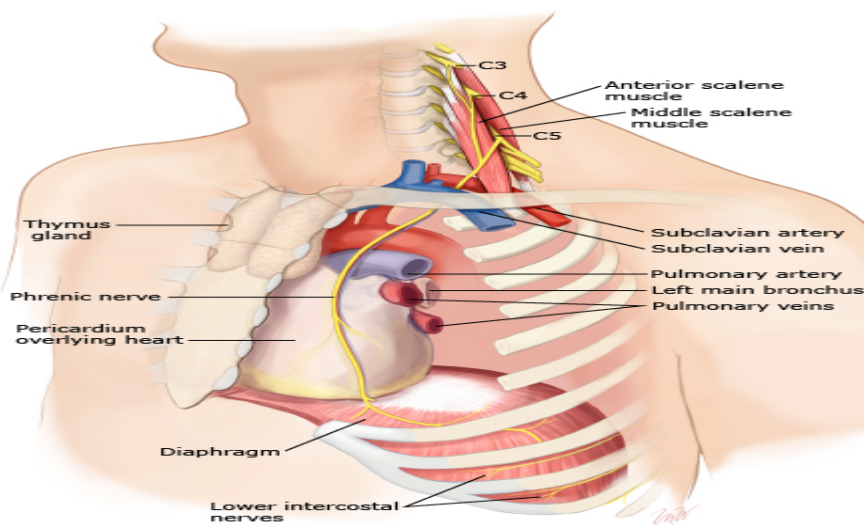
Lenfatikler

Diyafragmanın lenf nodüllerinin tamamı diyafragmanın üst yüzeyinde bulunurlar. Anterior, orta, posterior grup şeklinde ayrılabilen bu nodüller karaciğerin üsy yüzeyinden, gastroözofageal bileşkedenden ve diyafragmanın abdominal yüzeyinden gelen lenf drenajını alırlar.

İnnervasyon

Sağ frenik sinir diyafragmaya inferior vena kava açıklığının hemen lateralinden santral tendona girer. Sol frenik sinir diyafragmanın müsküler kısmının üst yüzeyini kalbin sol sınırının hemen lateralinden deler.

Frenik sinirin kökeni C3-C5 spinal sinirleri olduğundan freni sinir aracılığıyla iletilen ağrı C3-C5 sininlerinin dermatomlarından geliyormuş gibi algılanır. Bu ağrının omuz civarında hissedilmesine tekabül eder (Şekil 4).



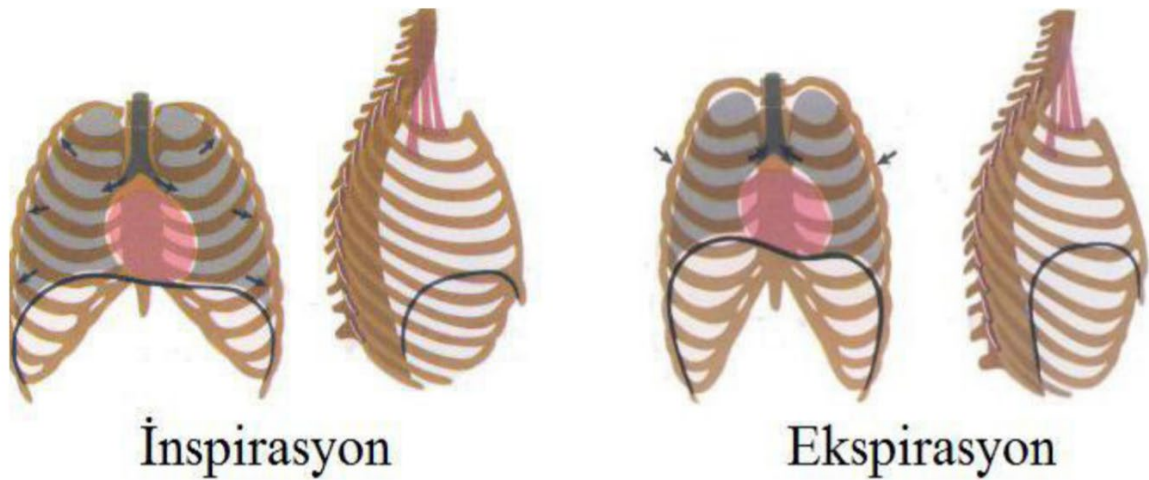
Şekil 4: Frenik sinirin seyri (Yetişkinlerde diyafragma hasarının tanınması ve tedavisi. <https://www.uptodate.com/contents/recognition-and-management-of-diaphragmatic-injury-in-adults>)

DİYAFRAGMANIN ŞEKLİ

Diyafragmaya önden bakıldığında sağ ve sol olmak üzere iki kubbesinin olduğu görülür. Sağ kubbe 5. kostanın üst kenarına kadar yükselir, sol kubbe ancak 5. kostanın alt kenarına ulaşabilir. Sağ kubbe karaciğerin sağ lobundan dolayı daha yukarıda yer alır. Diyafragmanın düzeyi solunumun fazına, duruşa ve abdominal organların gerginliğine göre değişir.

DİYAFRAGMANIN FONKSİYONU

Diyafragma ventilasyonun primer kasıdır. İnspirasyon sırasında, eksternal interkostal, sternokleidomastoid ve skalen kaslar gibi solunumun diğer yardımcı kasları ile birlikte uyum içerisinde kasılarak, toraksın hacmini artırır, böylece intratorasik basıncı düşürerek havanın akciğerlere dolmasını sağlar. Diyafragmanın gevşemesi ile akciğerin elastikiyet özelliğinden dolayı ekspirasyon meydana gelmektedir (Şekil 5).



Şekil 5: İnspirasyon ve ekspirasyon sırasında diyafragmanın yerdeğişimi (Grafik 52959 Sürüm 5.0)

Diyafragma, karın içi basıncı artırarak kusmaya, defekasyona ve miksiyona yardımcı olmaktadır. Ayrıca hiatus özofagus düzeyinde, sfinkter görevi görerek gastroözofagial reflüyü engellemede de yardımcı olmaktadır.

Diyafragmanın kasılması, akciğerlere hava hareketini teşvik eden aşağıdaki etkilere sahiptir:

- İntraplevral basınçta azalma
- Karın bir dayanak noktası olarak kullanılarak göğüs kafesinin yükseltilmesi
- Pozitif intraabdominal basınç oluşturarak göğüs kafesinin genişlemesi

TRAVMATİK DİYAFRAGMA RÜPTÜRÜ (TDR)

Diyafragma solumun için önemli bir kas olup, travmatik rüptürü diyafragmanın fonksiyonel hasarına neden olmaktadır. Travmatik diyafragma rüptürü genellikle torakoabdominal bölgenin künt ve penetran travmaları sonucu oluşur ve üç gruba ayrılır: birinci grup; travma nedeniyle hastaneye ilk yatışlarında tanı alan TDR'li olgular (akut faz), ikinci grup; ilk yatışta gizli kalıp, obstrüksiyon ve strangülasyon gelişmeden ortaya çıkan geç TDR'li olgular (latent faz), üçüncü grup; intestinal obstrüksiyon ve strongülasyona bağlı bulgular ortaya çıktıktan sonra tanı alan geç TDR'li olgulardan (obstrüktif faz) oluşmaktadır (19–21).

Diyafragma yaralanmaları, Amerikan Travma Cerrahisi Derneği (AAST) organ yaralanması ölçeğine göre sınıflandırılır. Artan morbidite ve mortalite, diyafragma yaralanması ile değil, daha çok diğer organların (örn. karaciğer, dalak, böbrek) artan yaralanma derecesi ile ilişkilendirilmiştir. Diyafragmatik yaralanma şiddeti ölçeği aşağıdaki gibidir:

- Derece I: Kontüzyon
- Derece II: Rüptür ≤ 2 cm
- Derece III: 2-10 cm rüptür
- Derece IV: Rüptür >10 cm; doku kaybı ≤ 25 cm²
- Derece V: Rüptür ve doku kaybı >25 cm²

Bilateral diyafragma yaralanması çok nadirdir ve çeşitli kaynaklar tarafından % 2 ila % 6 arasında rapor edilmiştir (22,23).

Genelde ateşli silah yaralanmalarında ya da bilateral torakoabdominal yaralanmalarda rastlanır. Sağ tarafta diyafragma rüptürü nadirdir; ancak, meydana geldiğinde, düzeltilmesi için cerrahi prosedür zordur (24).

Tarihçe

İlk kez 1541'de Sennertus, 7 ay önce bıçaklanan bir olgunun otopsisinde TDR ve toraksa herniye olmuş mide tespit etmiş ve tanımlamıştır (20,26,33). Daha sonra 1791'de Paré; biri 8 ay önce ateşli silah yaralanması sonrası gelişmiş travmatik diyafragma rüptürlü olguda herniye olmuş kolon segmentinde strangülasyon sonucu ölüm, diğeri ise künt travmaya bağlı travmatik diyafragma rüptürü ve gastrik inkarserasyon sonucu ölüm meydana gelen iki olgu

bildirmistir (20,33). İlk antemortem tanı Bowditch tarafından 1853'te konulmuş ve ilk başarılı tamir Riolfi tarafından 1886'da yapılmıştır (20,26,33,34).

Walker 1900'de ağaçtan düşen bir olguda, ilk akut TDR tanısını koymuş ve tamirini yapmıştır (26). Headbloom tarafından 1925'te yayınlanan 378 olguluk seri ile diyafragmatik herni tedavisinde modern cerrahi dönemi başlamıştır (35).

Torakoabdominal yaralanmaların ile ilgili bilgilerin bir kısmı da savaş zamanı deneyimlerinden gelmektedir (36,37). İlk raporlar göğüste ateşli silah yaralanmalarının %10 ila %28'inde torakoabdominal yaralanma insidansını ortaya koydu. Welie, II.Dünya Savaşı sırasında askerlerin dörtte birinin torakoabdominal yaralanmaya maruz kaldığını bildirdi (37).

İnsidans ve Etyoloji

Travmatik diyafragma rüptürü, genelde torakoabdominal bölgenin motorlu taşıt kazalarına bağlı künt, atesli silah ve delici-kesici alet yaralanmalarına bağlı penetran travmaları sonucu olmaktadır (19,20,26). Sıklığı, künt travmaya maruz kalan olgularda %0,8-7, penetran travmaya maruz kalan olgularda ise %10-15'tir (26,27,33,38-41).

Travmatik diyafragma yaralanmaları en sık sol taraflı penetran yaralanmalarda teşhis edilir ve vakaların % 75'ini temsil eder. Sağ taraflı travmatik diyafragma yaralanmaları daha azdır. Bununla birlikte, şiddetli suç oranlarının düşük olduğu ülkelerde travmatik diyafragma rüptürü vakalarının % 80-90'ı motorlu araç kazalarından kaynaklanmaktadır (42).

Morgan, travma nedeniyle acil laparotomi yapılan tüm hastaların yaklaşık %5'inin diyafragma yaralanması olduğunu bildirmiştir (43). Torakoabdominal travmaya odaklanan bir analiz, diyafragmatik yaralanma oranlarının künt için % 2.1 ve penetran travma için % 3.4 olduğunu göstermiştir (44).

YARALANMANIN PATOFİZYOLOJİSİ

Yaralanmanın mekanizmi iki yaralanma arasında farklılık göstermektedir. Örneğin künt travmalarda diyafragmadaki yaralanmalar çoğunlukla batın içi basınçtaki ani değişiklik nedeniyle oluşmaktadır ve genelde diyafragmadaki zayıf noktalarda oluşur. Defekt genelde penetran travmaların neden olduğu defektden daha büyüktür (5-15cm), tipik olarak radyaldir ve diyafragmanın posterolateral kısmında oluşur (25). Penetran yaralanmalar delici-kesici aletin veya balistik parçanın doğrudan diyafragmaya girmesi sonucu oluşur, daha rastgele bir dağılımda meydana gelir ve daha küçük yaralanmalara (tipik olarak <1 cm çapında) neden olmaktadır. Penetran travmaya bağlı oluşan gecikmiş diyafragma rüptürleri, toraks ve karın

arasındaki basınç farkının oluşturduğu düşünülen daha büyük ölçülerde defektle karşımıza çıkmaktadır.

EŞLİK EDEN YARALANMALAR

Diyafragma rüptürlerinde, diyafragma komşu torasik ve batıniçi organlarda da eşlik eden yaralanmalar meydana gelebilmektedir. Toraks ve batin arasındaki anatomik ve dinamik işlevi nedeniyle diyafragma rüptürünün izole olması nadirdir. Diyafragma yaralanması her zaman ciddi bir travma göstericisidir. Diyafragma rüptürlü olguların %52-100'ünde eşlik eden yaralanma mevcuttur (26–29).

Toraks bölgesinde; hemopnömotoraks, birden çok kot fraktürleri %90 oranında, batin bölgesinde ise; dalak yaralanması %27-60 olguda, karaciğer yaralanması sol TDR'de %24 oranında görülmektedir. Diğer yaralanmalar, pelvik fraktür, uzun kemik kırıkları ve kranial hasar şeklinde olmaktadır (6,30).

Bir mermiye veya delici-kesici bir nesneye verilen kinetik enerji yörüngesi boyunca dağıldığından, delici travmaya ikincil olarak çok sayıda ilişkili yaralanma meydana gelir.

Demetriades vd. diyafragmaa penetran yaralanmalara maruz kalan 163 hastadan 122'sinde (% 75) ilişkili karın içi yaralanmalar bildirdi (31).

Wienczek vd. 154'ü penetran yaralanmalardan kaynaklanan diyafragma yaralanması olan 165 hastadan oluşan bir seride, bıçak yarası olan hastalarda ortalama iki, ateşli silah yaralanması olan hastalarda üç ilişkili yaralanma bildirmiştir. Bu seride % 50 ilişkili hepatik yaralanma, % 26 mide yaralanması ve % 12–18 oranında pulmoner, kolon, dalak ve böbrek yaralanması bildirilmiştir (32).

DİYAFRAGMA RÜPTÜRÜNDE GÖRÜNTÜLEME

Akciğer Grafisi

BT'in kullanıma girmesi ile travmalarda diyafragmanın değerlendirmesinde ilk tarama yöntemi olmuştur, bu nedenle akciğer grafisinin travma sonrası ilk görüntüleme yöntemi olarak kullanılması azalmıştır. Düz grafilerde TDR ile eş zamanlı organ herniasyonunun iki adet tanısal radyolojik bulgusu vardır (45–51). Birincisi travma zemininde intraabdominal organların hemitoraksa doğru hemidiyafragma üzerine herniasyonudur. Diğeri ise diyafragma defekti düzeyinde herniye olmuş yumuşak dokunun diyafragma tarafından sıkıştırılması sonucu oluşan 'collar sign' işaretidir. Akciğer grafisinde diyafragma kontüründe obliterasyon veya distorsiyon, plevral effüzyon, hemidiyafragmada belirgin elevasyon, hava-sıvı seviyesi, kontrateral mediastinal shift gibi bulgular diyafragma yaralanması için nonspesifiktir.

Diyafragma yaralanması olan hastaların % 20-50'sinde ilk başta akciğer grafisi normal veya nonspesifiktir. Bu oran literatürdeki diyafragma yaralanması olan politravma hastalarında diyafragma yaralanmasının ilk başta kaçırılmasındaki büyük değişkenliği (%7-66) açıklamaktadır. Başvuru grafilerinin diyafragma yaralanmalarında sol taraf için %27-62 oranında, sağ taraf için ise %18-33 oranında tanısız olduğu bildirilmiştir ki bu da çok düşüktür (4,6,47,52–55). Travma sonrası başvuru anında akciğer grafisi, daha sonra hastanın takipleri sırasında çekilen grafiler ile karşılaştırılması için çekilebilir.

Ultrasonografi (USG)

Mevcut MRG ve BT teknolojileri göz önüne alındığında ikisi de akut travma esnasında tanıda aktif rol almamaktadırlar. Sonografik olarak diyafragma rüptürünün tanındığı birçok çalışmada belirtilmiştir (56,57). US'de intraabdominal organların toraksa herniasyonu, diyafragmada parçalanma, diyafragmanın gösterilememesi ve inceleme boyunca solunum siklusları esnasında diyafragmada hareketsizlik diyafragma rüptüründe sonografik işaretler arasında sayılabilmektedir. US'de kısıtlayıcı birçok neden bulunmaktadır. Cilt altı amfizem, hastada kullanılan bandajlar ve destek cihazları, mide ve kolon gazları, akciğerin havalanması,abdominal ağrı ve obezite gibi birçok neden sonografik incelemeyi kısıtlamaktadır. Bu kısıtlılıkları nedeni ile US birincil tanı araçları arasında yer almamaktadır ancak henüz birçok travma merkezinde ilk tanısız amaçlı travma odaklı abdominal sonografinin (FAST) ayrılmaz bir parçasıdır. FAST baki batın içinde sıvı toplanabilecek potansiyel boşlukların hızlı sonografik taranmasıdır. Diyafragma tarafından sınırlandırılan sağ ve sol subfrenik alanlar, diyafragma ile çevrili perikardiak ve plevral alanlar FAST bakıda taranan bölgelerdir(58,59). FAST baki sırasında diyafragmatik yaralanmaya dair sonografik işaretlerin varlığı, özellikle diyafragmadaki hareket bozukluğunun US'de görülmesi tanı işini kolaylaştırabilir ancak ultrasonografik işaretlerin olmaması tanıyı ekarte ettirmez (60–62). Baryumlu grafi, floroskopi, nükleer tıp incelemeleri, laparoskopi, digital eksplorasyon, torakoskopi ve görüntüleme eşliğinde torakoskopik cerrahi (VATS) gibi daha birçok yöntem diyafragma yaralanması tanısında başvuru görüntü modaliteleridir.

Bilgisayarlı Tomografi (BT)

1990'larda sarmal BT ve yeni dizi dedektör teknolojisinin piyasaya sürülmesi, multitravmalı hastalarda yaralanmaların teşhisinde BT'nin doğruluğunu artırmıştır (63). Sadece diyafragma yaralanmaları hakkında bilgi sağlamakla kalmaz, aynı zamanda diğer ilişkili yaralanmaları da

ortaya çıkarır. Konvansiyonel BT'nin diyafragma yaralanmasında spesifitesi %76-99 sensitivitesi ise % 14-61 arasında değişmektedir (6,19,64–67).

Stein vd. diyafragmaa penetran yaralanmaların tanısında çok dedektörlü BT'nin rolünü analiz ettiler. Yazarlar, dört yıllık bir süre boyunca penetran travmaya maruz kalan 803 hastanın BT'sini gözden geçirdiler. Bu taramalar üç kategoriye ayrıldı: pozitif, negatif ve şüpheli. 67 hastada diyafragma yaralanması tespit edildi ve 736 hastada diyafragma hasarı dışlandı. BT, diyafragma hasarını dışlanmasında duyarlılığı (%94), özgüllüğü (%95.9) olarak bildirildi. Penetran travmada diyafragma yaralanmalarının tanısında çok dedektörlü BT taramalarının rolünü doğrulamak için daha fazla çalışmanın gerekli olduğuna inanıyoruz (3). Aksiyel görüntülerde tüm diyafragma kubbesinin görüntülenememesi, 8-10 mm kesit kalınlığı ile alınan aksiyel görüntüler üzerinden yapılan sagittal ve coronal reformat görüntülerin düşük çözünürlüklü görüntüler olması ve diyafragma kontürlerinin patolojik akciğer dokusundan veya komşu normal yapılardan ayırt edilememesi konvansiyonel BT'nin kısıtlılıklarıdır.

Bilgisayarlı Tomografide Tanısal Tuzaklar

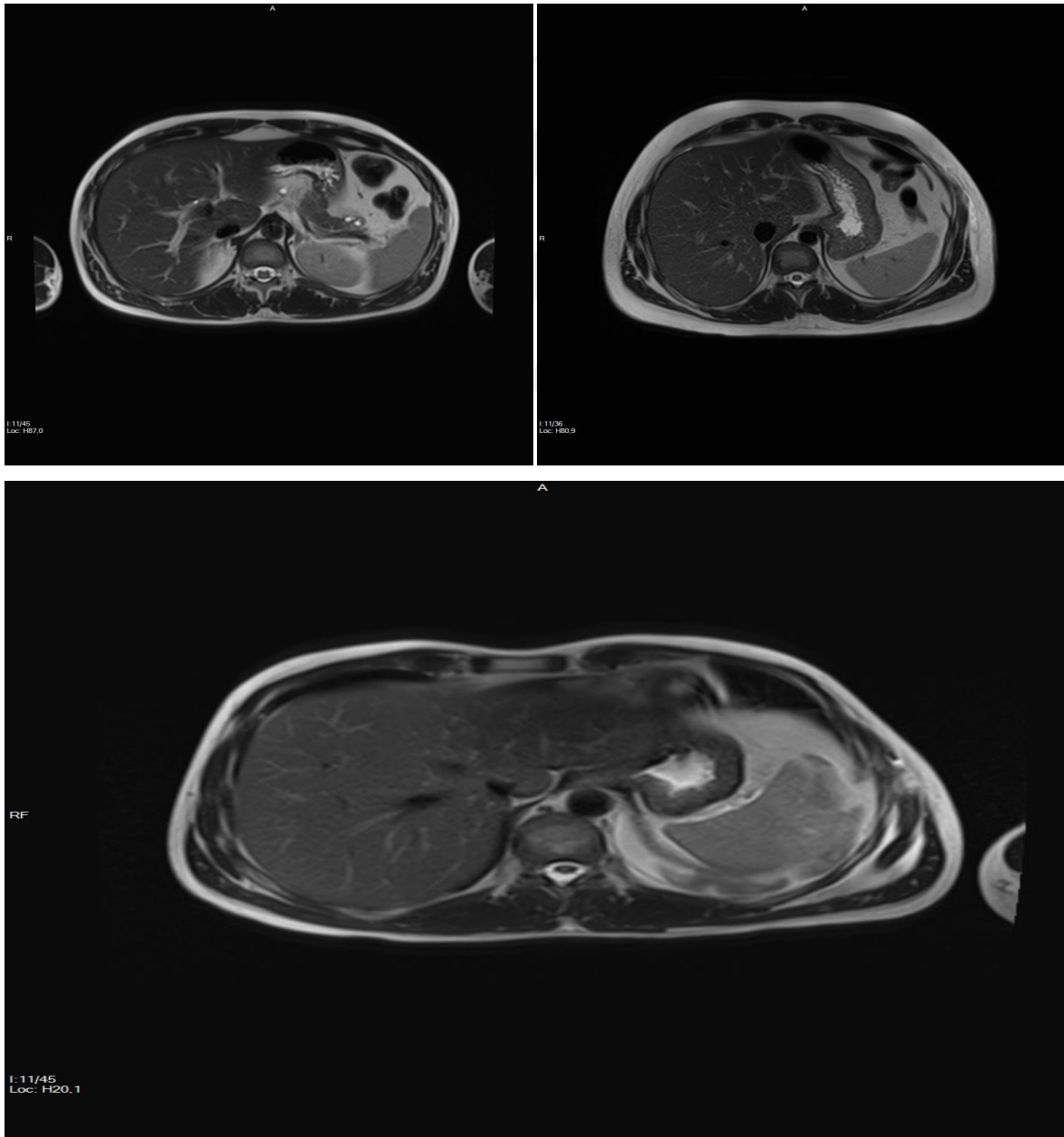
Kafa karışıklığının ve yanlış tanı nedenlerinin başlıca sebepleri, diyafragmanın normal varyasyonlarının iyi bilinmemesi, nonspesifik işaretlerin fazlalığı, spesifik işaretlerin bilinmesindeki yetersizlik ve oluşan artefaktlar olarak kabaca sıralanabilir. Bazen hareket artefaktları görüntü kalitesini düşürebilir. Akut durumlarda travma ile ilişkili bazı akciğer patolojileri, sol hemidiyafragmada önemli ölçüde elevasyona neden olan ve hemidiyafragma kontürünü belirsizleştiren sol alt lob atelektazileri gibi bazı faktörler diyafragma yaralanması ile karışabilmekte ve tanıyı da zorlaştırmaktadır. Diyafragmatik krusta lokalize defekt veya diyafragmada kalınlaşma durumlarında diyafragma rüptürü tanısı sadece BT bulgularına dayanılarak yapılmamalıdır.

Manyetik Rezonans Görüntülemesi (MRG)

Bazı yazarlar BT sonrası belirsiz tanısı olan hastalarda MR görüntüleme yapılmasını önermektedir (4). Rutinde kardiyak ve solunumsal artefaktları ortadan kaldıran elektrodlar ile birlikte sagittal ve koronal MR görüntüleri diyafragmayı bütünü ile görüntülemek için yeterlidir. T1 ağırlıklı ve gradyan eko sekanslar diyafragmayı kesintisiz hipointens bir bant şeklinde göstermektedir. Diyafragma yaralanması, hipointens diyafragmada defekt şeklinde izlenmektedir. Diyafragmatik rüptürden herniye olmuş intraabdominal organlar veya omentum MRG ile oldukça hassas bir şekilde görüntülenebilmektedir. Shanmuganathan ve ark, T1 ağırlıklı sagittal ve koronal spin-eko görüntülerden oluşan basit bir protokolü

kullanılmaktadırlar, ayrıca diyafragmanın sağlam olabileceği yanılıgısına yol açabilecek kimyasal sapma (chemical shift) artefaktına neden olmayan gradyan eko sekanslarını da protokollerine eklemişlerdir (68).

Lochum ve ark, yağ baskılı kontrastlı fast gradian-eko, kısa eko zamanı ve half-Fourier acquisition ile single-shot fast spin eko sekansını kullanılmaktadırlar (4). Böylece diyafragma için daha uygun bir görüntülemeyi, daha kısa çekim süresini ve diyafragmanın atelektaziden ve akciğer kontüzyonundan daha iyi ayırt edilmesini sağlamışlardır. Klinik ve radyolojik olarak diyafragma yaralanmasından şüphe edilen ancak ÇKBT’de sagittal ve koronal reformat ve multi planar reformasyon (MPR) görüntüleri ile tanı konulamayan hastalarda MRG çekimi önerilmektedir (Şekil 6).



Şekil 6: MR’da saptanan diyafragma yaralanması

Radyolojik İşaretler

Organların İntratorasik Herniyasyonu: Diyafragma defektinden intraabdominal organlar herniye olabilmektedir. Herniasyon kesesinde genellikle mide vardır ancak karaciğer, ince veya kalın barsak, omentum, dalak, böbrek veya safra kesesini de içerebilir.

Diyafragma Defektinin Direkt İzlenmesi: Diyafragmanın serbest kenarları defektin olduğu düzeyde izlenebilmektedir. Serbest kenar diyafragma ekinin periferinde veya santralinde olabilmektedir. Bazen serbest kas kenarı kendi üzerine katlanabilir, retrakte olabilir veya kanayabilir, böyle bir durumda serbest kas kenarında kalınlaşma olacaktır.

Yaka İşareti (collar sign): Diyafragmatik rüptürden intraabdominal yapılar herniye olduğunda bazen herniasyon düzeyinde diyafragma herniye dokuyu çepeçevre sıkabilmektedir. Böyle bir durumda defekt altında ve üstünde kalan herniye olmuş organ yaka benzeri görünüm almaktadır.

Göğüs posterior duvarına dayanmış organ işareti (Dependent vissera sign): Supin pozisyonundaki bir kişide normalde diyafragmanın destekleyici etkisinden dolayı batın içi organlar arka göğüs duvarı ile temas etmezler. Diyafragma yaralanmasında bu kısıtlayıcı etki ortadan kalkar ve organlar göğüs duvarı arkasına doğru kostalar ile temas haline geçer. Bu işaret ‘‘dependent vissera sign’’ ile adlandırılmıştır (48). Solda mide veya bağırsak anslarının posteriora kostalara dayanması veya dalak arkasına yer değiştirmesi, Sağda ise karaciğerin 1/3 üst kesiminin arka göğüs duvarı ile temas etmesi ile oluşmaktadır (69). Zaman zaman, belirgin plevral effüzyon veya hemotoraks, diyafragma rüptürü varlığında ‘‘dependent vissera sign’’ işaretini gizleyebilmektedir. Bu tür hastalarda plevral effüzyonun veya hemotoraksın drenajından sonra bu işaret takip incelemelerde aranmalıdır.

Diyafragmada Kalınlaşma: Diyafragmanın kalınlaşıp kalınlaşmadığı subjektif olarak karşı taraf ile kıyas edilerek kararlaştırılır. Yaralanma varlığında, kas içi hematoma veya ödem veya kas kontraksiyonu diyafragma kalınlaşmasına sebep olmaktadır (70,71). İşaretin kısıtlılıklarından biri radyoloğun cerrahi tedavi gerektiren tam kat yırtık mı yoksa cerrahi gerektirmeyen parsiyel yırtık mı ayırımını net bir şekilde yapamıyor olmasıdır. Ayrıca diyafragma komşu yapıların yaralanmasına sekonder oluşan hemorajiler, diyafragma kontürünü takip ederek intrasubstans diyafragmatik kanama görünümü verebilir (70,71). Bu nedenle künt diyafragma rüptürü için tam ve titiz bir şekilde yaklaşmak gerekirse, tek başına kriter olarak kullanılmamalıdır.

Diyafragma çevresinde kontrast ekstravazasyonu: Diyafragma yaralanmasının bir diğer işareti aktif kontrast ekstravazyonudur. Tek başına rüptürün göstergesi olabilmektedir (72).

Ancak yinede diyafragmada kalınlaşma gibi bu işarete rüptür için tanısallı değildir ve görölünce büyük bir dikkatle değeriendirilmesi gerekmektedir. Kanama diyafragmanın kendisinden olmayabilir.

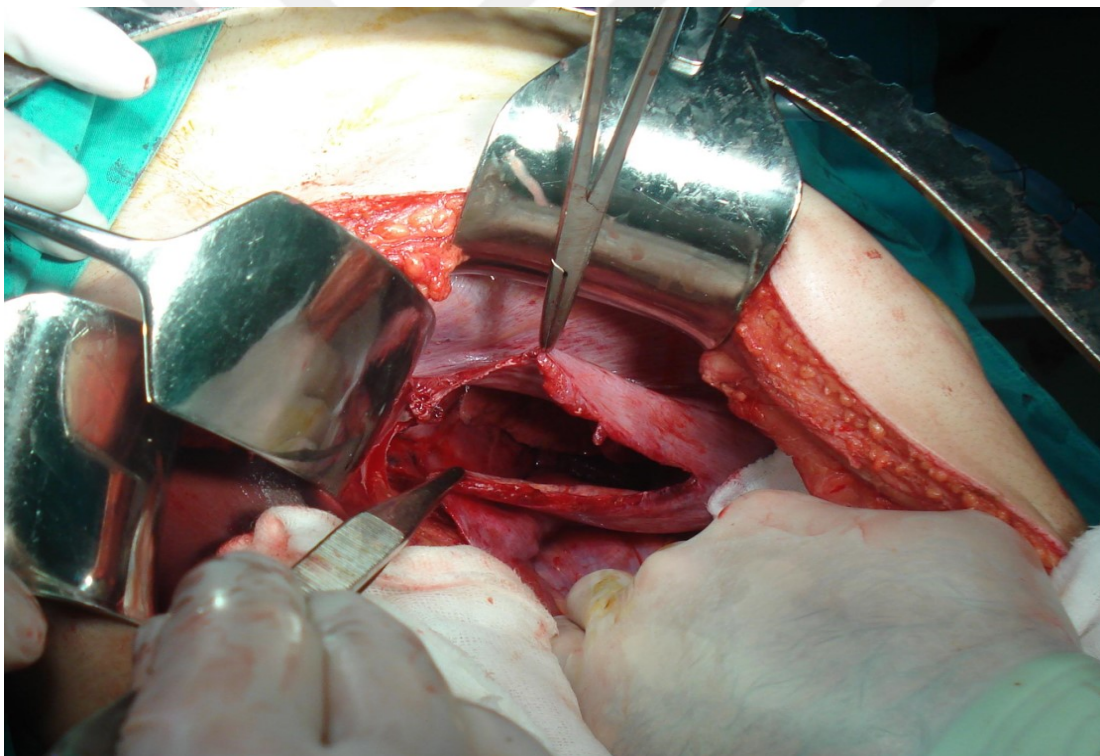
Bant işareti (Band sign) ve Hürgüç işareti (Hump Sign): Yaka işaretinin (collar sign) varyantlarıdır. Hürgüç işareti, herniye olan karaciğeri diyafragma tarafından çevrelenen yuvarlaklaşmış parçasıdır. Bant işareti ise herniye olmuş karaciğer dokusunu çevreleyen ve hemidiyafragma defekti boyunca uzanan radyolusens bir çizgi şeklinde izlenmektedir (48). Her iki işaret ve dolayısı ile sağ taraf diyafragma yaralanmaları ÇKBT ile sagittal ve koronal MPR reformat görüntüleri kullanarak en iyi şekilde izlenebilmektedir.

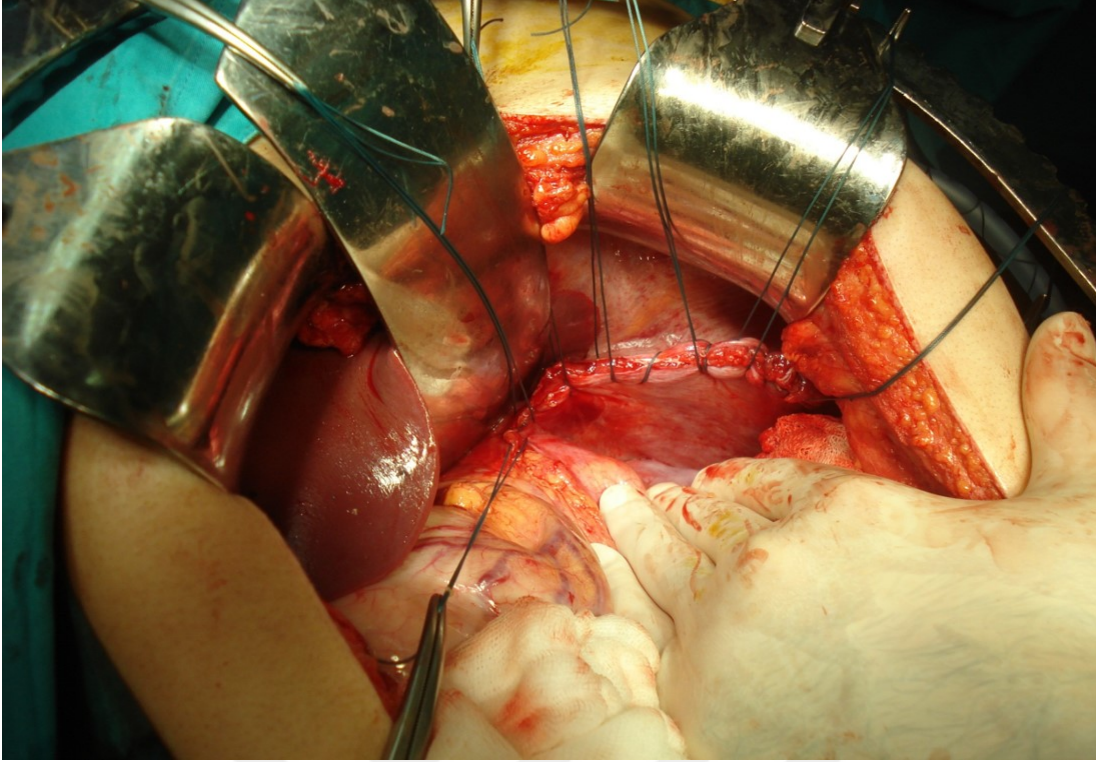
Penetran yaralanmaya ait trase: Tabanca, bıçak ve benzeri silahlarla oluşan penetran yaralanmanın trasesinin diyafragmanın her iki tarafına da uzanması durumudur.

GECİKMİŞ DİYAFRAGMA RÜPTÜRÜ

Travmatik diyafragma rüptürü, karın ve göğüste künt veya penetran travmadan kaynaklanan ciddi bir durumdur. Gecikmiş tedaviyle, karın organları yeni açıklıktan torasik boşluğa geçerek, etkilenen karın organlarında iskemi ve solunum yetmezliği ile sonuçlanabilir. Gecikmiş travmatik diyafragma rüptürü genellikle travmadan aylar veya yıllar sonra ortaya çıkar ve spesifik olmayan klinik özellikleri ve radyolojik bulguları nedeniyle yanlış tanı konabilir (Şekil 7).







Şekil 7: Gecikmiş diyafragma rüptürü: 4 gündür olan kusma karın ağrısı şikayetiyle kliniğimize başvuran 18 yaş erkek hasta. Anamnezinde 2 ay önce sol torakoabdominal delici-kesici alet yaralanma öyküsü mevcut. Görüntülemelerinde midenin toraksa herniye olduğu görüldü. Hastaya diyafragma herni tamiri uygulandı.

Birlikte var olan yaralanmalar ve diyafragma rüptürlerinin sessiz doğası nedeniyle, tanı bazen akut fazda gözden kaçabilir ve daha sonra diyafragma defektindeki hapsedilmiş organlara bağlı obstrüktif semptomlarla veya en sonda boğulma ile ortaya çıkabilir . Hastalar spesifik olmayan semptomlarla gelir ve göğüs ağrısı, karın ağrısı, dispne, taşipne ve öksürükten şikayet edebilir. Travma öyküsünün varlığı ve travma mekanizması bilgisiyle birlikte yüksek bir şüphe indeksi doğar, bu da doğru tanı için anahtar faktörü olabilir (73,74).

Grimes, 1974'te, diyafragmanın yırtılmasının 3 aşamasını tanımladı. Akut faz, diyafragmanın yaralanma anındadır. Gecikmiş faz, iç organların geçici herniasyonu ile ilişkilidir, dolayısıyla yokluk veya aralıklı spesifik olmayan semptomları açıklar. Tıkanma aşaması, uzun süreli bir herniasyonun komplikasyonunu ifade eder ve tıkanma, boğulma ve yırtılma şeklinde kendini gösterir (75).

Küçük bir travmatik gecikmiş diyafragma rüptürünü serisinde, 16 hastadan 3'ünün (yüzde 19) ilk laparotomide yaralanmaları gözden kaçırılmış. Bu yaralanmaların çoğu (16'dan 15'i) sol taraftaydı (76).

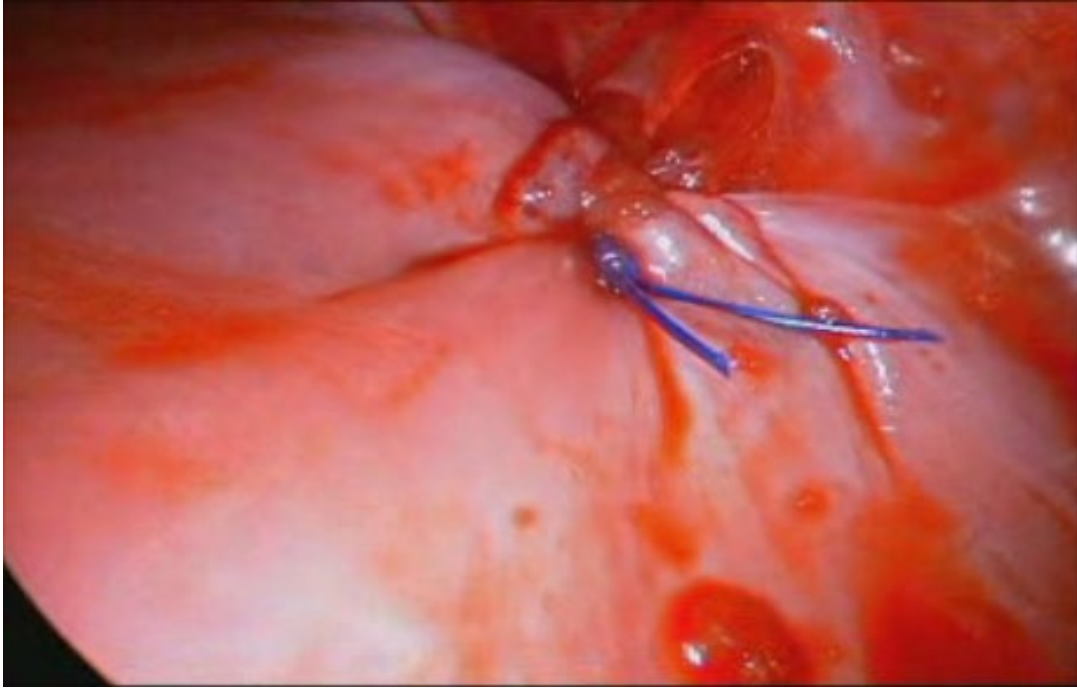
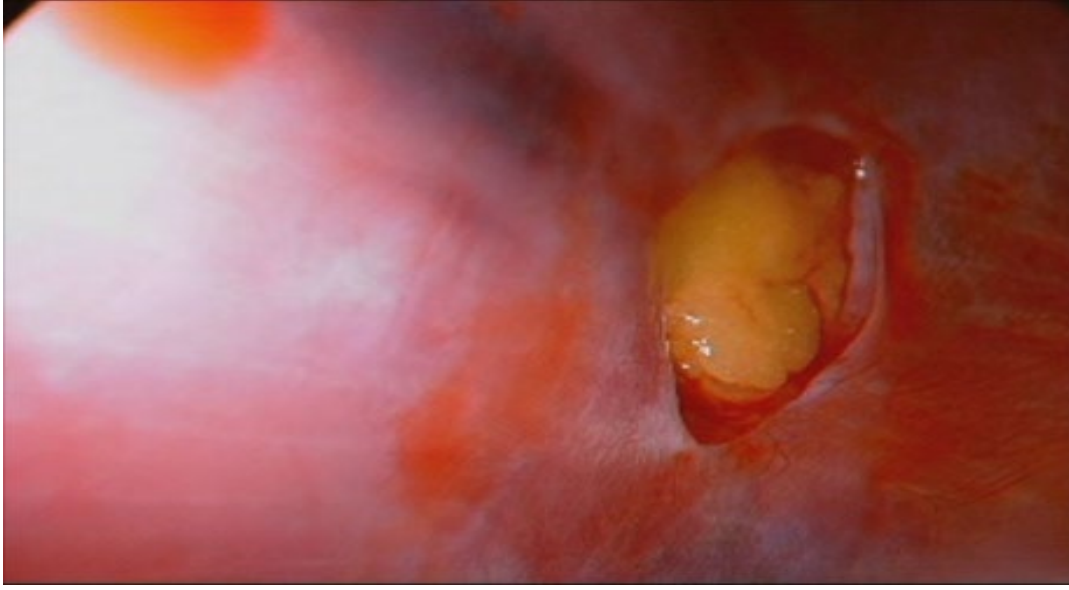
Küçük sağ taraflı yaralanmalar stabil kalabilir çünkü karaciğer defekti tamponlayarak bağırsak herniasyonunu önler.

TRAVMATİK DİYAFRAGMA RÜPTÜRÜNDE TEDAVİ

Bu hastalarda morbidite ve mortalitenin en büyük nedeni travmatik diyafragma rüptürüne eşlik

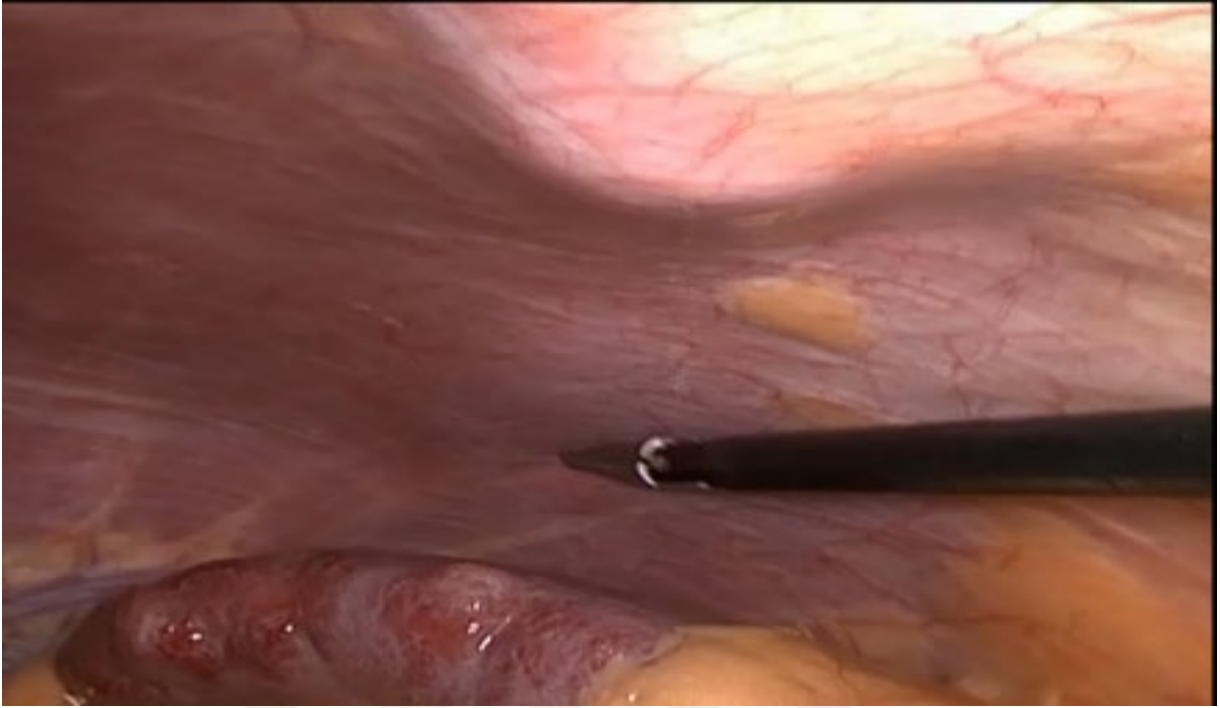
eden yaralanmalardır. Hasta stabilize edildikten sonra mevcut yaralanmanın boyutu ve gizli patolojiler dikkatlice araştırılmalıdır. Batın içi organların toraks içine herniasyonu ve mediastinal kayma ile birlikte akciğer kollapsı solunum sıkıntısına neden olabilir. Bu da hayatı tehdit edici ana durumdur. Hemopnömotoraks tespit edilmesi durumunda, tüp torakostomi uygulanmalıdır. Ancak tüp torakostomi sırasında iyatrojenik olarak herniye organlara zarar verebileceği göz önünde tutularak dikkat gösterilmelidir (38,53). Maske ile oksijenizasyonun sağlanamadığı olgularda, entübasyon ve mekanik ventilasyon uygulanmalıdır. Entübasyon ve pozitif basınçlı mekanik ventilasyon herniye organları redükte edebilir ve hemodinamik stabiliteye katkıda bulunur, ancak bu durum tanının gecikmesine yol açabilir (53).

Cerrahi yaklaşım, hastayı opere edecek cerrahi ekibe göre değişmektedir. Göğüs cerrahisi kliniklerinde torakotomi/torakoskopi %77,7 oranında, genel cerrahi kliniklerinde ise %20-27,7 oranında tercih edilmektedir. Genel cerrahlar vakaların %60-61'inde laparotomi, %11,1-20 olguda ise torakotomi ile birlikte laparotomi kullanmaktadırlar. Göğüs cerrahları ise %22,3 olguda torakotomi ile birlikte laparotomi kullanırken; genellikle tek basına laparotomi tercih etmemektedirler (33,77,78). İntraabdominal organ yaralanması olduğu düşünülen ve stabil olmayan hastalarda laparotomi daha doğru bir yaklaşımdır. (38). İntraabdominal organ yaralanmasını gösteren semptom ve bulgu yoksa torakoskopi/torakotomi yoluyla tamir tercih edilebilir (Şekil 8).



Şekil 8: Torakoskopik diyafragma rüptürünün teşhisi ve tamiri

Preoperatif tanısı olan sağ diyafragma rüptüründe, karaciğerin batından müdahaleyi zorlaştırması nedeniyle operasyon en iyi torakotomi yoluyla yapılabilir. Tanısal amaçlı yapılan laparoskopide, diyafragma tüptürü preoperatif olarak ister süpheli ister kesin konulmuş olsun, mutlaka her iki diyafragma zarı da tam olarak muayene edilmelidir. Abdominal kavitenin eksplorasyonundan sonra, karaciğerin aşağı traksiyonu ile sağ diyafragma, dalak ve mide büyük kruvaturunun aşağı traksiyonu ile ise sol diyafragma incelenmelidir (Şekil 9).

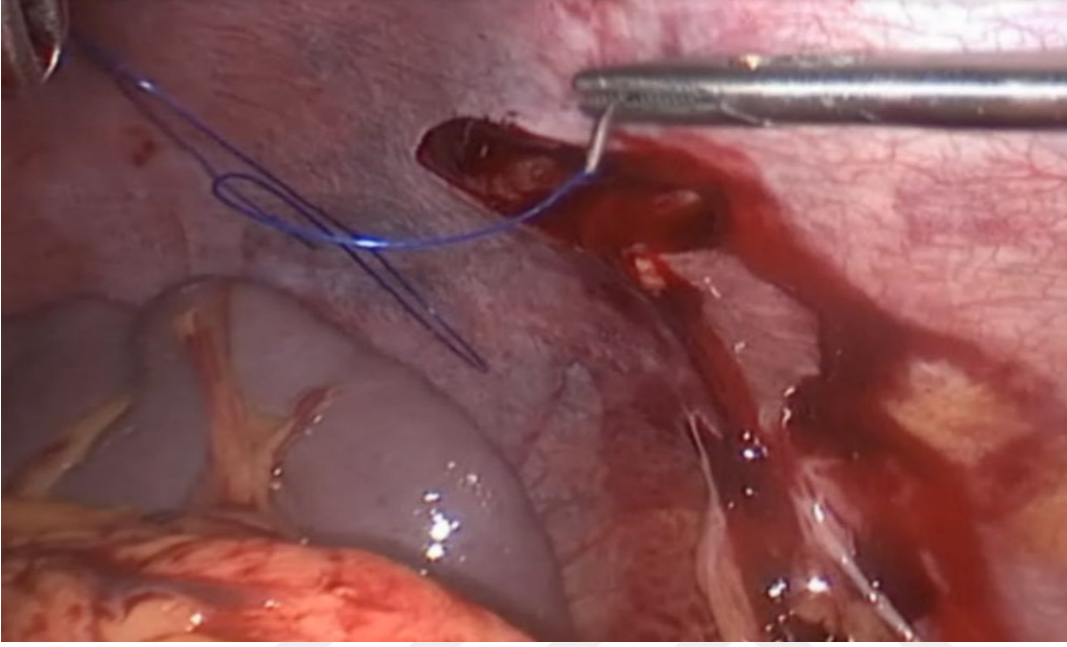


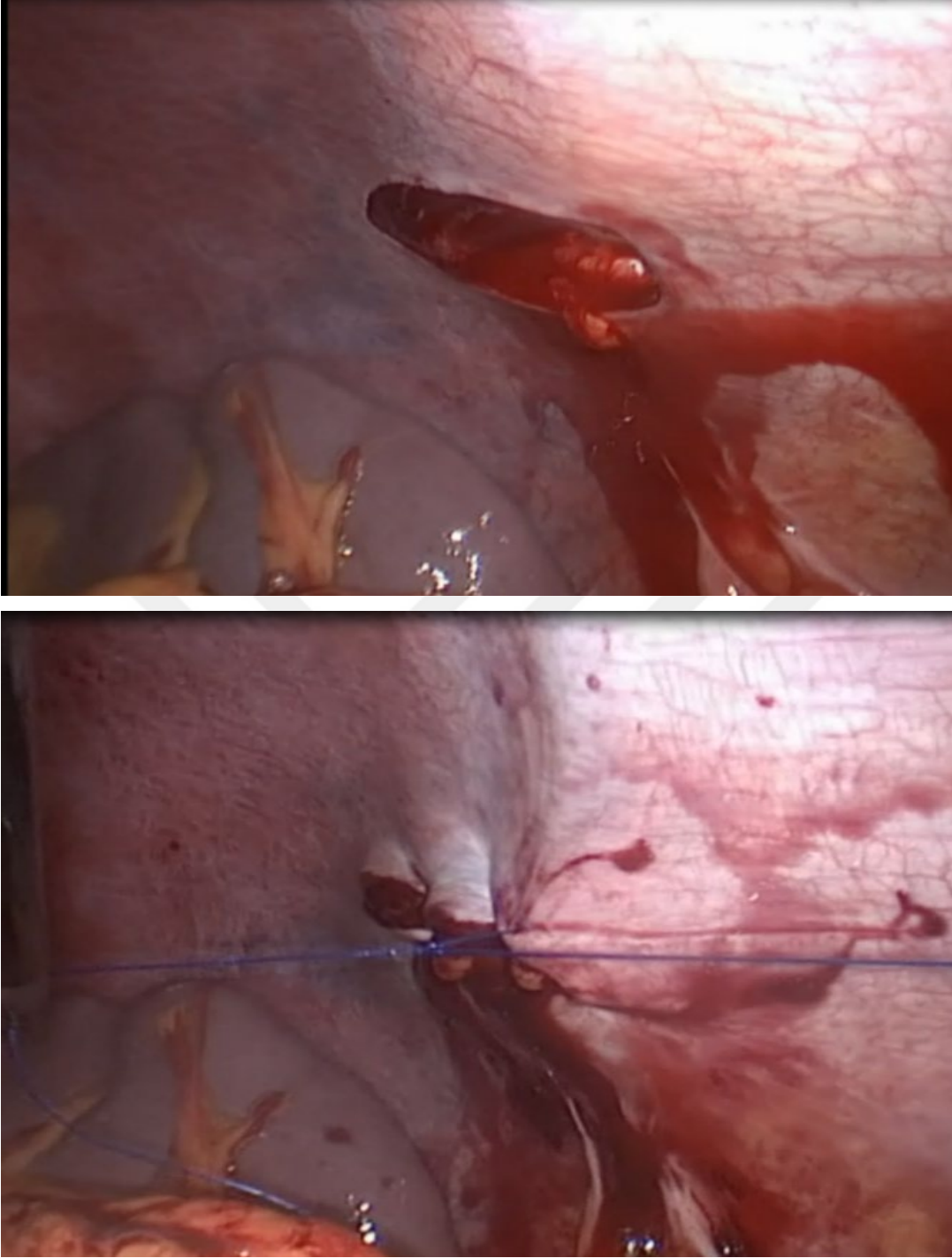
Şekil 9: Dalağın aşağı ve mediale traksiyonu ile sol diyafragmanın laparoskopik olarak değerlendirilmesi

Diyafragma santral tendonu özofageal hiatusa kadar dikkatlice muayene edilmelidir (26).

Hasar

tespit edildiğinde defekt keskin diseksiyonu edilmeli, daha sonra diyafragma medial-lateral köseler ve inferior-superior kenarların orta noktalarından asılarak sekillendirilmelidir.

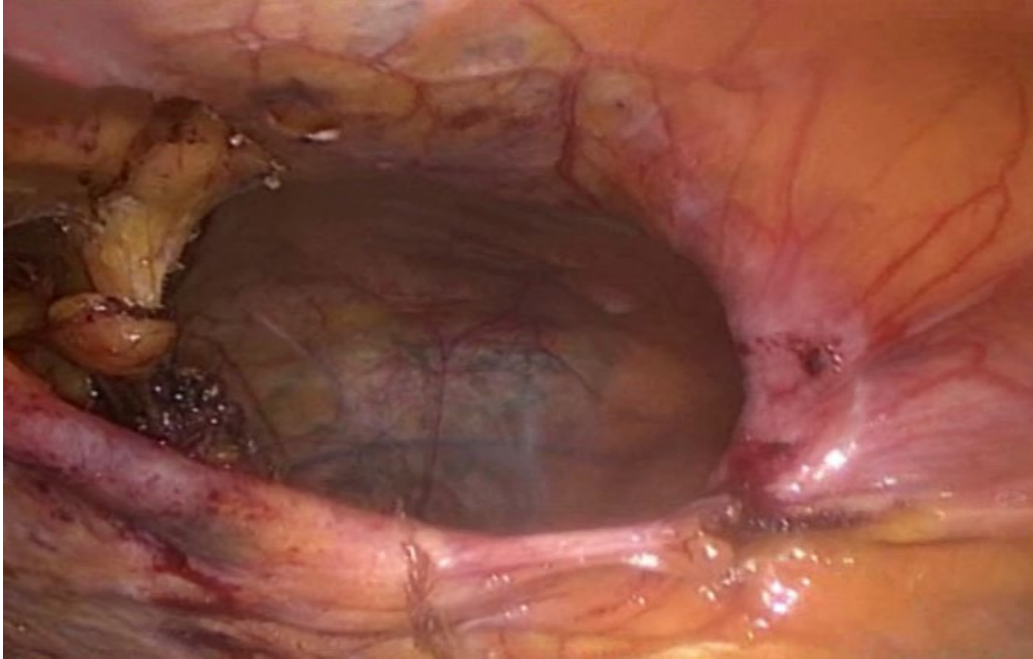




Şekil 10: Tanısal laparaskopide sol diyafragmada hasar ve omentumun toraksa herniye olduğu izlenmekte. Omentum batın içinde redükte edildi ve diyafragmadaki hasar prolen ile tamir edildi.

Bu aynı taraf toraks kavitesinin inspeksiyonuna olanak sağlamaktadır. Bu manevra toraks içi hasarların araştırılmasında ve batın içeriğinin çapraz kontaminasyonunun tespitinde yardımcıdır. Bu alan kullanılarak irrigasyon yapılabilir ve toraks dreni takılabilir. Tüm herniye olan organlar, dikkatli bir şekilde redükte edilmeli ve batın içindeki orijinal

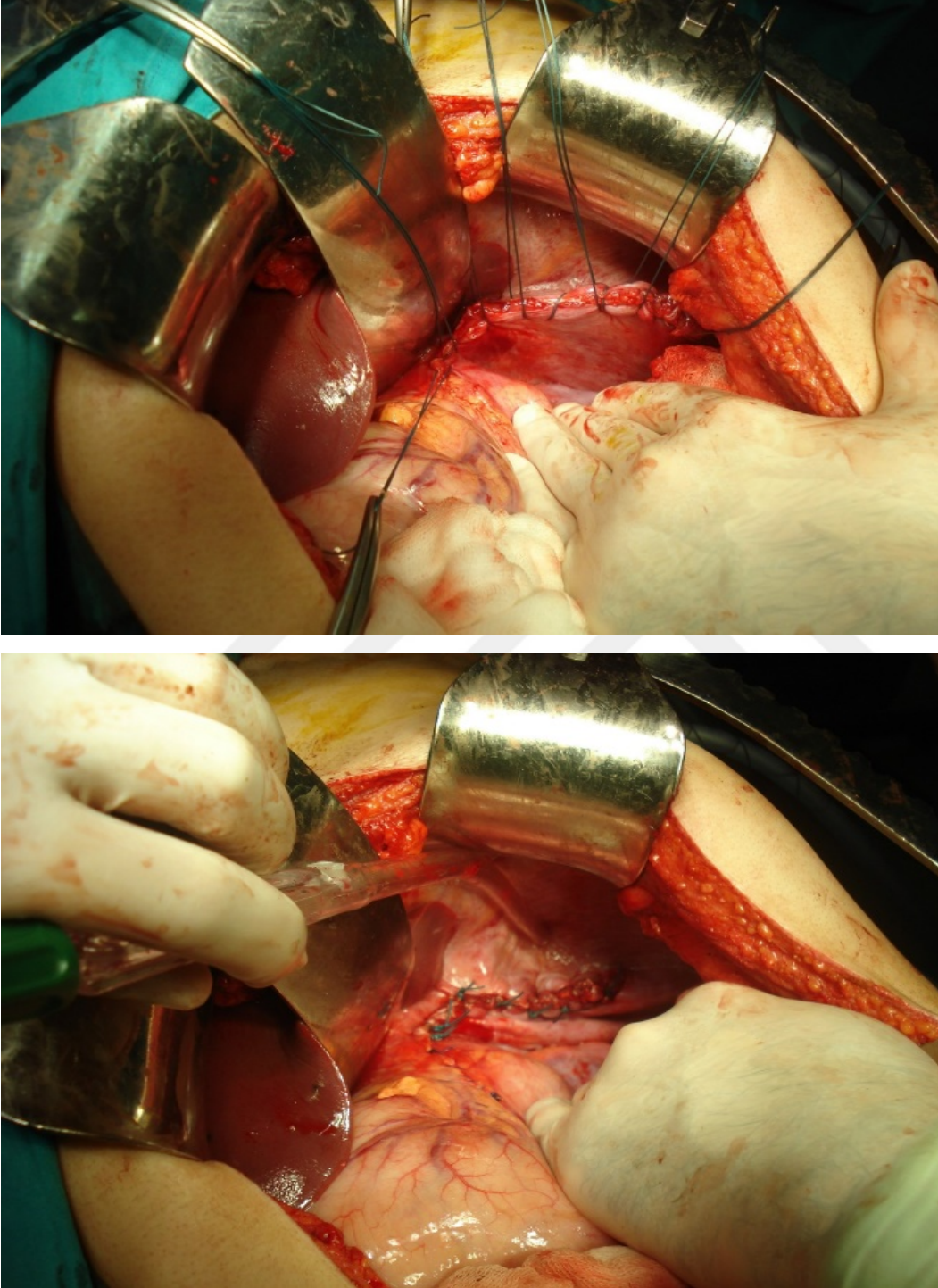
pozisyonlarına getirilmelidirler. Hasarlı diyafragma mümkün olduğunca sağlam doku korunarak debride edilmelidir (26) (Şekil 10,11).



Şekil 11: Diyaframadaki hasardan rüptüre olan bağırsaklar redükte edildikten sonra herni kenarları sağlam dokular korunarak debride edildi.

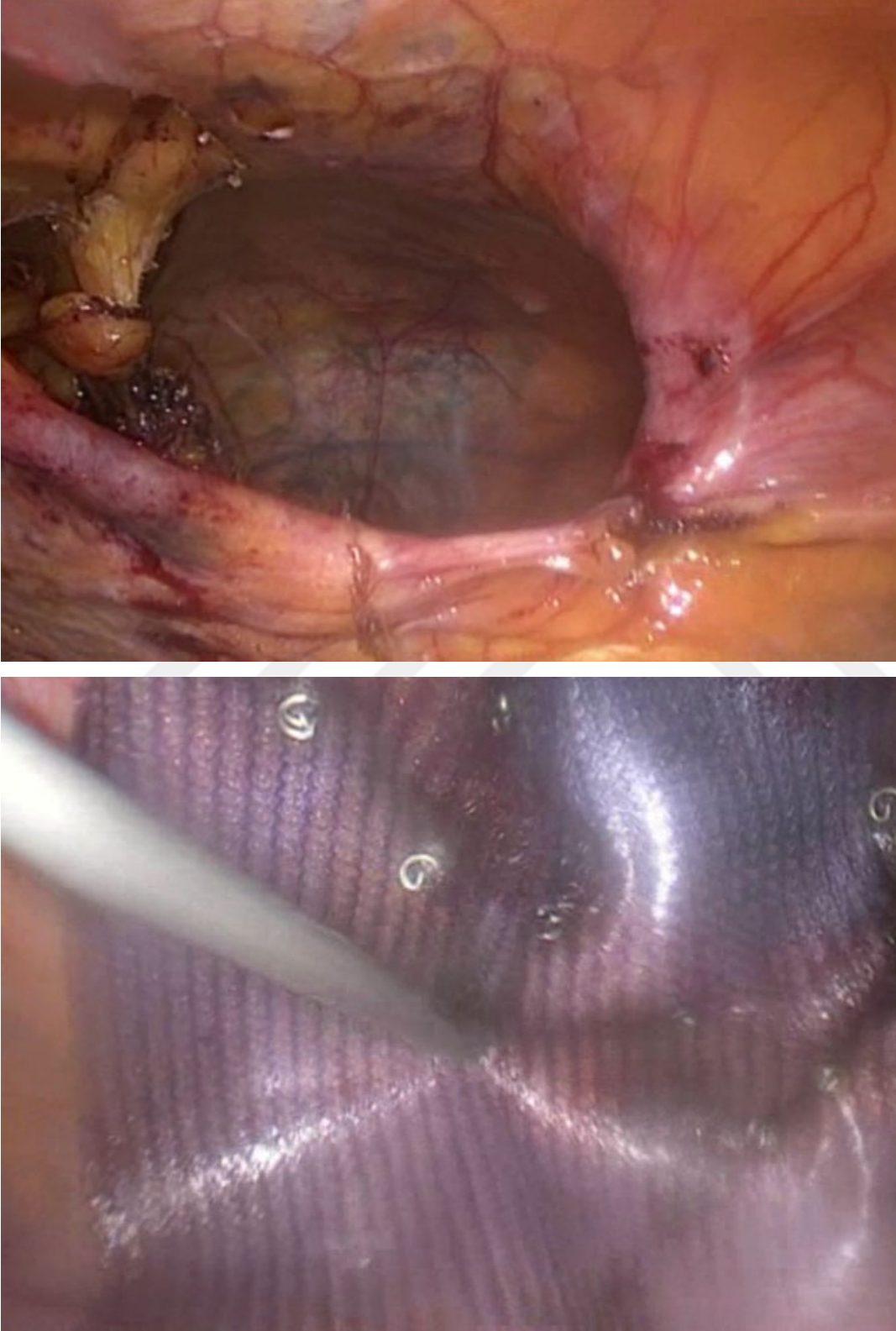
Diyafragmatik laserasyon çeşitli teknikler ve sütür materyalleri ile tamir edilebilir. Tamirden sonra sütür hattı, yüksek tidal volum ile intratorasik basınç artırılarak kontrol edilmelidir. Pratik uygulamada hem emilebilen hem emilemeyen sütür kullanımı kabul görmekle birlikte,

yaygın olarak emilemeyen sütür materyali tercih edilmektedir (27,77,79). Tek tek primer, horizontal matres yada kontinü dikislerle diyafragma tamiri yapılabilir ve eşit etkinliğe sahiptirler (ekil 12).



Şekil 12: Diyafragmadakı hasarın tek tek atılan sütürlerle tamiri

Yapay greft kullanımı, akut rüptürde çok nadirdir, özellikle geç tanı alan vakalarda diyafragma yapraklarının yaklaştırılamadığı büyük defektlerde kullanılması gerekir (19,26,38) (Şekil 13).



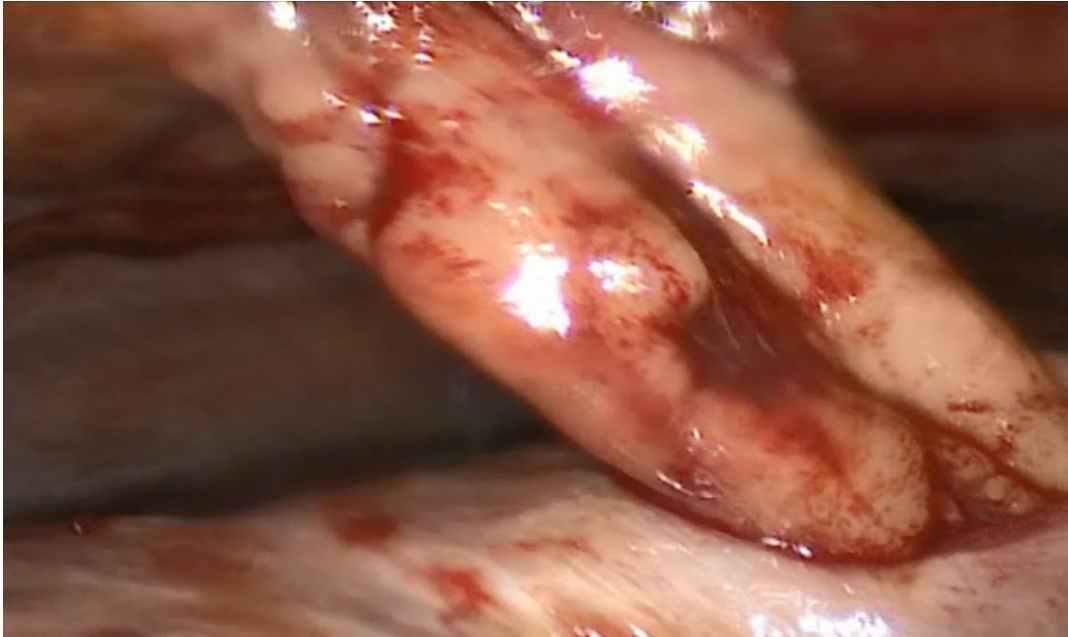
Şekil 13: Diaphragmadaki geniş defektin dual mesh ile kapatılması

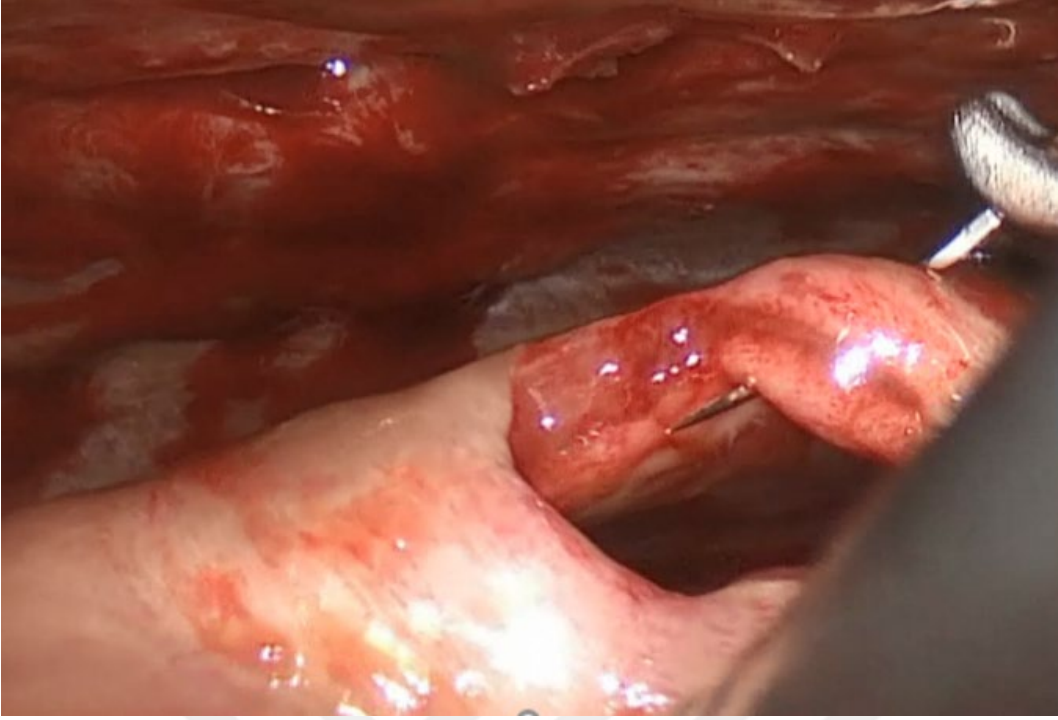
Son zamanlarda emilebilen sütür kullanımında, takiplerde bazı sorunlarla kar  sılasılmı  tır. Emilebilen sütür materyali kullanılan 13 olguluk bir seri 48,5 ay takip edilmiş, bir olguda 14. ayda, bir olguda postoperatif birinci yılında rekürrens görüldüğü bildirilmiştir (27).

Torakotomi veya torakoskopi, intraabdominal organ yada kar  sı tarafda diyafragma hasarı bulunmayan stabil olgularda ve geç diyafragma rüptürlü olgularda tercih edilen yol olmalıdır (26,38). Bundan başka dalak yaralanması olan ve posterior diyafragmada yaralanma şüphesi olan olgularda da torakoskopik eksplorasyon önerilmektedir. Diyafragma rüptürü sadece torakotomi veya torakoskopi ile tamir edilebilir, fakat bazı durumlarda herniye olan batin i  i organlarının redüksiyonunda güçlük olabilir (26) (  ekil 14).

Komplike olmayan akut diyafragma rüptürlerinde, olgunun durumu stabil, rüptür 10 cm'den küçük ve sol diyafragmada ise laporoskopik tamir kullanılabilir. Tamir laporoskopik sütürle ya da stapler ile yapılabilir. Bu yol cerrahi tecrübe gerektirmektedir (26,38,80). Birden çok organ yaralanma bulgusu olan akut olgularda ve muhtemel yapısıkılıklar nedeniyle kronik olgularda, laporoskopik tamir uygun bir yöntem değildir (80).

Torakoskopi, toraks travmalı olgularda hızlı ve güvenli bir tanı metodudur. Divisi ve ark. toraks travmalı 112 olguya torakoskopi uygulamış ve 10 olguda BT'de tespit edilmeyen diyafragma rüptürü tespit etmislerdir ve 3 cm'nin altındaki rüptürlere "Video Assisted Thoracoscopic Surgery" (VATS) ile diyafragma tamiri uygulamışlardır (81). Thomas ve ark. da sağ diyafragma rüptürlü bir olguda VATS ile diyafragma tamiri uygulamıştır (82).





Şekil 14: VATS yardımıyla diyafragma rüptürünün tamiri

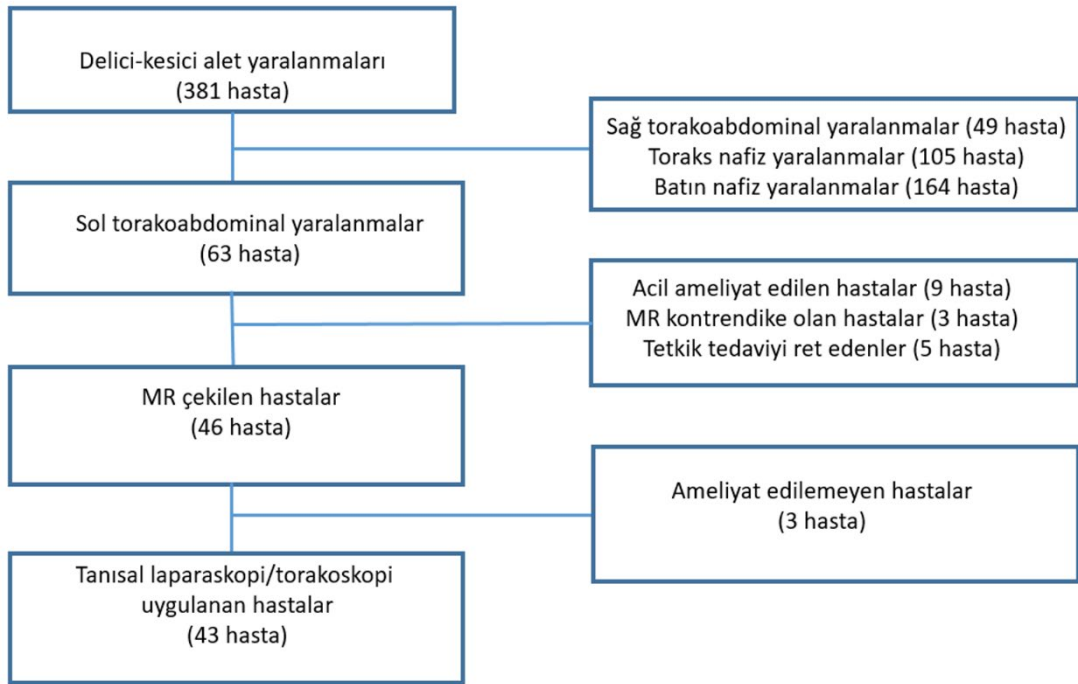
Ateşli silah yaralanmalarında olduğu gibi, masif diyafragmatik yaralanmalar özel dikkat gerektirir. Genellikle beraberinde, göğüs duvarında büyük doku kaybı ve eslik eden geniş yaralanmalar mevcuttur. Cerrahi seçenekler yaralanma bölgesine göre, anterior, lateral ve posterior ve defekt üzerinden torakotomi olabilir. Ara sıra, lokal kas fleplerinin yara üzerine kapatılması gerekebilir. Alternatif çözüm olarak prostetik materyal ile diyafragma hasarının kapatılması mümkün olmakla birlikte, enfeksiyon riski yüksektir (26).

Komplike olmayan diyafragma rüptürlerinde derhal cerrahi tamir uygulanmalıdır. Diyafragma defektleri, negatif intratorasik basınç ve diyafragma hareketlerine bağlı olarak zamanla genişleme eğilimindedir. Sık sık organların progresif herniasyonu, kardiyorespiratuar ya da obstruksiyona bağlı semptomlara yol açar. Kronik olgulardaki problemler, yapışıklıklar ve diyafragma atrofisine bağlıdır ve emilemeyen prostetik greft yada kas flepleri ile tamir gerektirirler (26).

Geç rüptürde cerrahi tedavi, en iyi torakoskopi/torakotomi yoluyla olur, bu abdominal kaviteden herniye olan organların güvenli serbestleştirilmesine olanak sağlar (20,26).

GEREÇ VE YÖNTEM

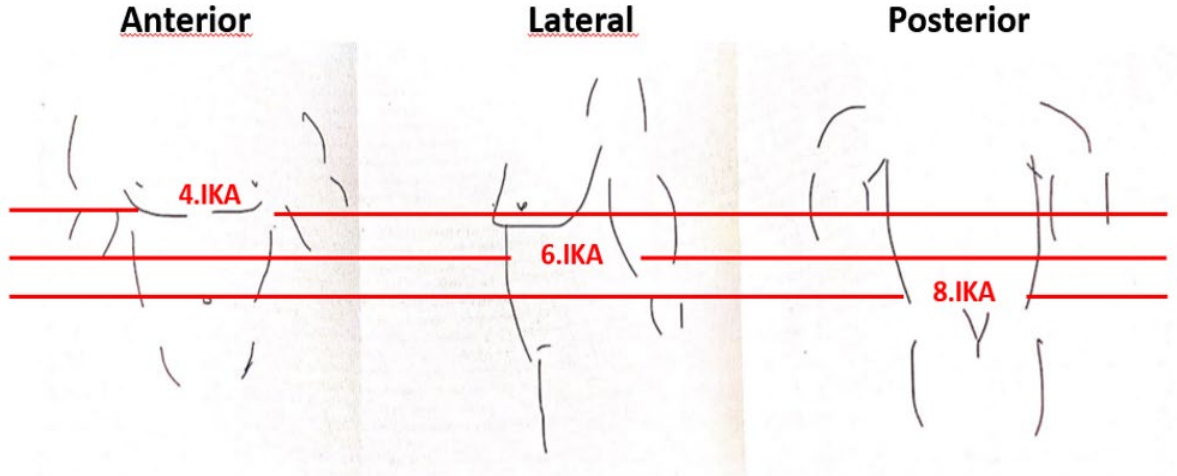
Kasım 2017 ile Aralık 2020 tarihleri arasında İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Acil Cerrahi Birimine delici-kesici alet yaralanması ile getirilen hastalar arasından sol torakoabdominal delici-kesici alet yaralanması olan olgular çalışma için değerlendirildi. İzole toraks, abdominal, ekstremit ve sağ torakoabdominal gibi başka penetran travmalı hastalar çalışma için değerlendirme dışı bırakıldı. Delici-kesici alet yaralanması ile getirilen 381 olgunun 63'ünde (%17) sol torakoabdominal penetran yaralanması olan hasta retrospektif olarak değerlendirildi. Bu olgular içinde hemodinamik olarak stabil olmayan, ek organ yaralanmaları nedeniyle acil ameliyat edilen, MR çekilemeyen hastalar, gebelik nedeniyle ameliyatı ertelenen ve tetkik tedavi ret formu imzalayarak ameliyat olmak istemeyen toplam 17 hasta çalışma dışı bırakıldı ve kalan 43 hasta çalışmaya dahil edildi (Tablo 2).



Tablo 2: Hasta akış şeması

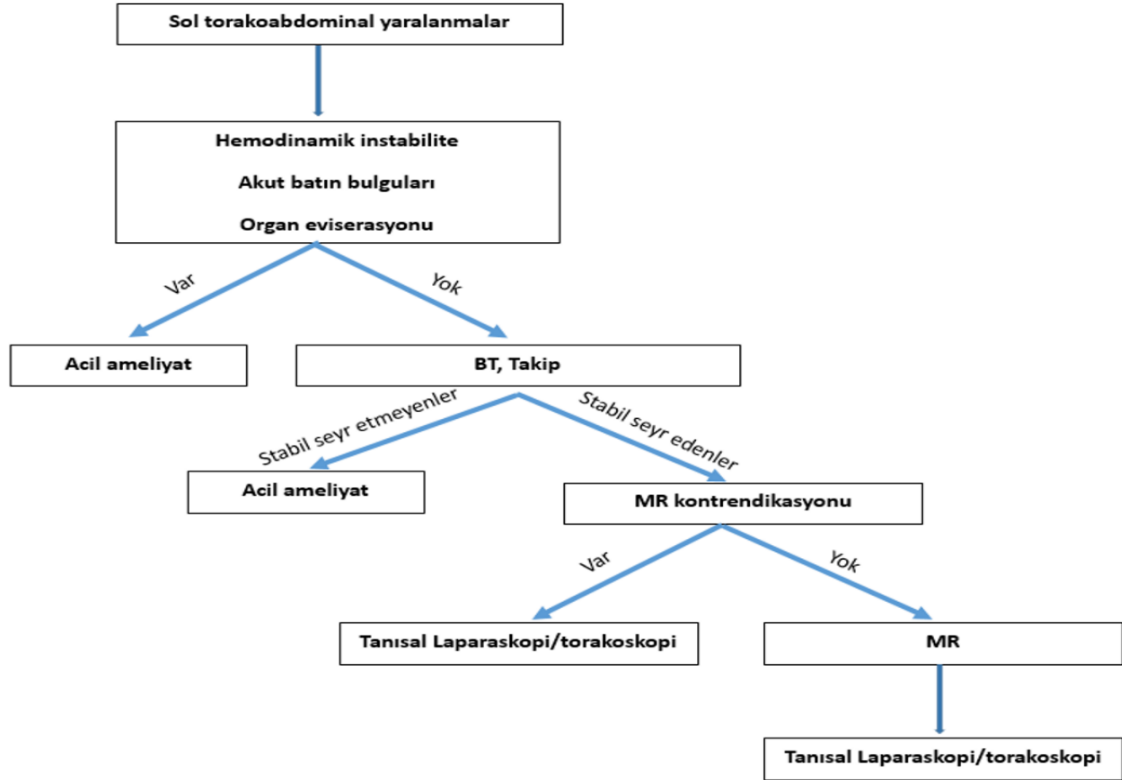
Bütün olguların ilk değerlendirmesi ileri travma yaşam desteği protokolüne uygun yönetildi (83). Hastalar torakoabdominal yaralanma bölgesine göre anterior, lateral ve posterior olarak gruplandırıldı (şekil 15). Ön aksiler çizginin anteriorunda olan yaralanmalar, anterior sol torakoabdominal yaralanma, ön ve arka aksiler çizgi arasında olan yaralanmalar, lateral sol

torakoabdominal yaralanma, arka aksiler çizginin posteriorunda olan yaralanmalar, posterior sol torakoabdominal yaralanma olarak gruplandırıldı (Şekil 15).



Şekil 15: Yaralanma bölgesine göre torakoabdominal bölge yaralanmaları anterior, lateral ve posterior olarak üç gruba ayrıldı.

Tüm hastaların yaraları ilk fizik muayene sonrasında tekli sütürlerle kapatıldı. Olguların hepsi tetanoz profilaksisi açısından değerlendirildi, son aşısı tarihi beş yıldan eski olanlara bir doz Tetanoz aşısı uygulandı. Fizik muayene sonrası hemodinamik olarak stabil olan ve BT endikasyonu olan olgulara BT çekildi. Takiplerinde hemodinamik olarak stabil seyreden ve MR için engel durumu olmayan hastalara diyafragmanı değerlendirmek için gerekli hastalara üst batın MR çekildi. MR çekimi sırasında aksiyel, koronal ve sagittal t2w_haste sekansı, T1 ağırlıklı dinamik aksiyel yağ baskılı sekanslar alındı. Hastaların görüntüleri hastanemizin resim arşivleme ve iletişim sisteminde (Picture Archiving Communication Sistemi - PACS) saklandı. Hastalara başvuru anından 48 saat sonra diyagnostik laparoskopi/torakoskopi uygulandı. Batın içi solid organ yaralanması olan olgular ameliyat öncesi daha uzun takip edildi ve ortama gelişlerinin 6-7. gününde ameliyat edildi. Cerrahi girişime kadar tüm olgular hastaneye yatırıldı, fizik muayene, hemoglobin/hematokrit kontrolü ve vital bulguları ölçülerek takip edildi (Tablo 3).



Tablo 3: Hastarın seçim ve takip algoritması

Olgularımızın demografik verileri, torakoabdominal yaralanma bölgesi, travma mekanizması, ek travma bulgularının varlığı, hemodinamik parametreleri, diyafragma yaralanmasının değerlendirilmesinde kullanılan tanı yöntemleri, tedavi şekli ve hastanede kalış süresi açısından geriye dönük olarak değerlendirildi. Tüm hastaların bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans görüntülemeleri resim arşivleme ve iletişim sistemi üzerinden, cerrahi değerlendirme sonuçları bilinmeden tek radyolog tarafından retrospektif olarak incelendi.

Elde edilen nitel veriler Fisher testi kullanılarak karşılaştırıldı. Tanısal değerler olasılık tabloları kullanılarak hesaplandı. Pozitif ve negatif prediktif değerler ana kümedeki hastalık prevalansı örneklemdekine eşit kabul edilerek hesaplandı. Sonuçlar %95 güven aralığına sahip ve istatistiksel olarak $p < 0.05$ anlamlı değerlendirildi. Çalışmada elde edilen bulgular IBM SPSS (SPSS Inc., ver. 21. Chicago, IL, USA)'ye girilerek hesaplandı.

BULGULAR

Sol torakoabdominal yaralanması olan 63 hastanın 43'ü çalışmaya dahil edildi. Çalışma dışı bırakılan yedi hastaya acil laparotomi, iki hastaya resusitatif torakotomi ameliyatı uygulandığı için BT ve MR çekilemedi. Diğer bir olgunun MR çekildikten sonra gebelik nedeniyle tanısal laparoskopisi ertelendi. Dalak, böbrek ve lomber arter yaralanmasına bağlı retroperitoneal ve batıncı hematoma gelişen olgulardan birisine anjiyoembolizasyon yapıldı ve daha sonra göğüs cerrahisi tarafından tanısal torakoskopisi planlanarak taburcu edildi.

Olgularımızın 40'ı (%95) erkek ve 3'ü (%5) kadın olup yaş ortalaması 31(15-57) olarak bulundu. Hastaların 40'ında bıçak ile yaralanma ve 3'ünde ise ateşli silah yaralanması saptandı (Tablo 4).

Demografik bilgiler	Değer
Yaş (yıl)	29 (15 – 57)
Cins	
Erkek	41
Kadın	2
Mekanizma	
Bıçaklanma	40
Kurşunlanma	3
Lokalizasyon	
Anterior	10
Lateral	19
Posterior	12
Kesi uzunluğu (cm)	2.4 (1.8-2.3)
Ek organ yaralanması	32

Tablo 4: Penetran sol torakoabdominal yaralanma ile gelen hastaların özellikleri

Delici-kesici alet yaralanması olan olgularının 26'ında (%60) multipl kesiler izlendi. Bunların 23'ünde ekstremitelerde birden fazla delici-kesici alete bağlı kesiler görüldü. Diğerlerinde kranial, toraks, batin ve lomber bölgede farklı boyutlarda kesiler izlenmiştir. Hastaların 13'ünde (%30) pnömotoraks, 4'ünde (%9) hemotoraks, 5'inde (%12) hemopnömotoraks, 10'unda (%23) kot fraktürü, 6'sında (%14) dalak yaralanması, 2'sinde

böbrek yaralanması, 1'inde (%3) mide yaralanması eşlik etmekteydi ve laparoskopik mide tamiri yapıldı. Solid organ yaralanması olan 6 hasta konservatif olarak tedavi edildi (Tablo 5).

Organ	Sıklık (n)
Toraks	
Akciğer	
Hemotoraks	4
Pneumotoraks	13
Hemopnömotoraks	5
Kot kırığı	11
Karın	
Akciğer	25
Dalak	4
Mide	1
Böbrek	2
İnce bağırsak	0
Kolon	0
Kranium	10

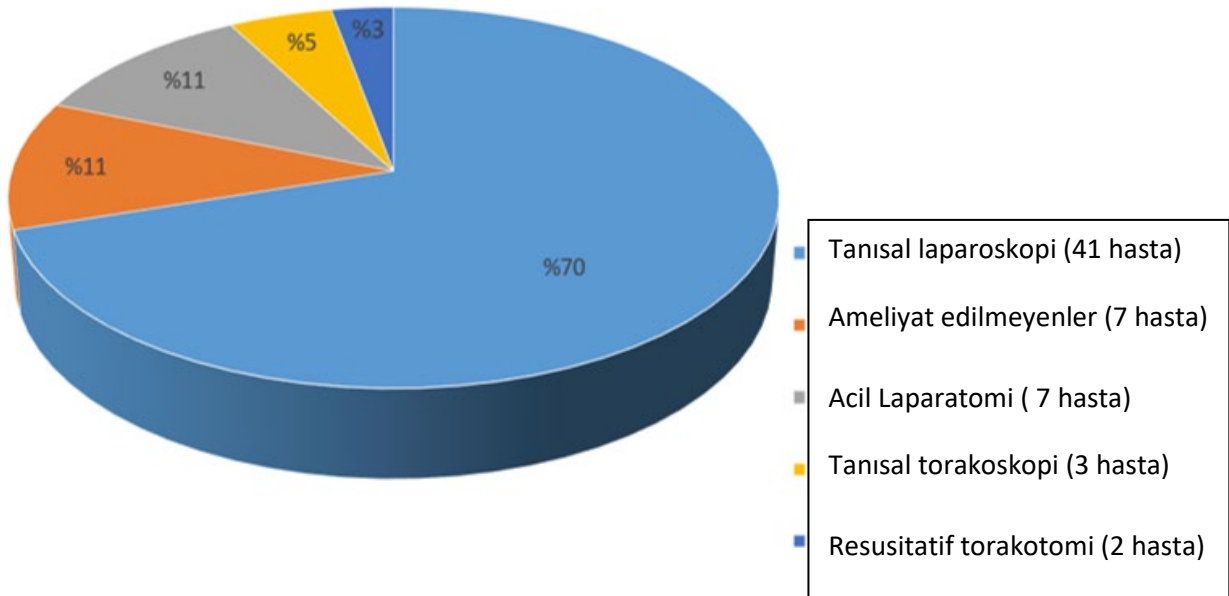
Tablo 5: Sol torakoabdominal yaralanmalı hastalarda ek organ yaralanmalı

Fizik muayene bulgusu olarak en sık lateral sol torakoabdominal yaralanma saptandı. Olguların 19'u (%44) lateral, 12'si (%28) posterior, 10'u (%23) anterior torakoabdominal lokalizasyonlu yaralanmalardı. İki hastada aynı anda iki lokalizasyondan yaralanma mevcuttu (lateral + anterior, lateral + posterior). Posterior yaralanması olan 12 olgunun 3'ünde (%25), lateral yaralanması olan 19 olgunun 7'sinde (%36), anterior yaralanması olan 10 olgunun 3'ünde (%30) ve anterior + lateral bölgeden yaralanması olan bir hastada MR'da diyafragma yaralanmasına ait bulgular görüldü. MR bulguları pozitif olan posterior yaralanmalı 3 olgunun tümü, lateral yaralanmalı 7 olgunun tümü, anterior yaralanmalı 3 olgunun 2'sinde diyafragma yaralanması tespit edildi. MR'da pozitif bulgular görülen anterior yaralanmalı bir olguda diyafragma yaralanması tespit edilmedi (Tablo 6).

Lokalizasyon	Sayı	MR pozitif	Cerrahi bulgular pozitif
Lateral	19	7	7
Posterior	12	3	3
Anterior	10	3	2
Lateral + anterior	1	1	1

Tablo 6: Yaralanma lokalizasyonu göre diyafragma yaralanma bulguları

Kliniğimizde sol torakoabdominal yaralanması olan olgulara tanı ve tedavi amaçlı rutin tanısal laparoskopi/torakoskopi yapılıyor ve bu yüzden tüm olgulara cerrahi girişim yapıldı. 40 hastaya tanısal laparoskopi, 3 hastaya tanısal torakoskopi uygulandı (Grafik 1). Cerrahi girişim yapılan hastaların 13'ünde (%30) diyafragma yaralanması saptandı ve primer tamir yapıldı.



Grafik 1: Sol torakoabdominal travmalı hastalara uygulanan ameliyatlara

Ameliyat bulgusu olarak sadece iki olguda diyafragma defektine eşlik eden organ herniasyonu görüldü. Her iki olguda herniye olan organ omentumdu. Olguların hiç birinde mortalite görülmedi. Ortalama yatış süresi 6 (1-30) gün olarak görüldü.

Hastalarda yaralanma bölgesi interkostal aralıklarla değerlendirildi. Yaralanmaların %22'si (14 hasta) 7.interkostal aralık hizasında olduğu görüldü (Tablo 7).

Yaralanma alanı İKA (interkostal aralık)	Tüm vakalar	MR pozitif	BT pozitif	Cerrahi pozitif (tüm hastalar)
5. İKA	4	1	1	1
6. İKA	8	4	4	4
7. İKA	11	2	2	2
8. İKA	7	2	2	2
9. İKA	6	2	2	1
10. İKA	5	2	1	2
11. İKA	2	1	1	1
Toplam	43	14	13	13

Tablo 7: Yaralanma lokalizasyonu ile diyafragma yaralanması ve MR'ın yaralanmayı göstermedeki etkinliği arasındaki korelasyon

Hastaların görüntülemeleri değerlendirildiğinde 14 olguda MR pozitif, 29 olguda ise MR negatif, 17 olguda BT pozitif, 40 olguda ise BT negatif olarak izlendi (Tablo 8).

		BT		MR		
		Negatif	Pozitif	Negatif	Pozitif	
Tanısal ameliyat	Negatif	29	1	29	1	
	Pozitif	1	12	0	13	
	Toplam	30	13	29	14	

Tablo 8: MR ve BT'nin diyafragma yaralanmasını göstermedeki etkinliğini karşılaştırılması

MR ve BT bulguları cerrahi sonuçları ile birlikte karşılaştırıldığında diyafragma yaralanmasını göstermede MR'ın duyarlılığı %100 (95% CI: 75.3–100), özgüllüğü %96.6 (95% CI: 82.8–99.2), PPV %92.8 (95% CI: 65.4–98.9), NPV %100 olarak hesaplanmıştır

(Tablo 8). (95% CI: 66.1 - 99.8), özgülüğü 96.7% (95%CI:82.8 - 99.9), PPV 92.8% (95% CI: 65.3 - 98.9), NPV 96.7% (95% CI: 81.4 - 99.4) olarak hesaplandı. Diyafragma hasarı tanısı, BT'nin diyafragmatik bir kusuru gösteren 13 olgunun 12'si, MR'ın kusuru gösteren 14 olgunun 13'ü cerrahi ile doğrulandı. Bir hastada hem MR'da hem de BT'de yanlış pozitif sonuç elde edildi. Bu olguda tanısal laparoskopide diyafragma hasarını gösteren herhangi bir bulguya rastlanmadı. Sonuçlar karşılaştırıldığında MR ve BT bulguları benzer bulundu (Tablo 9).

	MR	BT	
Doğru negatif	29	29	p=1
Yanlış negatif	1	0	
Yanlış pozitif	1	1	
Doğru pozitif	13	12	

Tablo 9: MR ve BT'nin diyafragma yaralanması göstermedeki etkinliğinin karşılaştırılması

TARTIŞMA

Çalışmamızda penetran sol torakoabdominal yaralanmalı hastalarda MR'ın diyafragma yaralanmasını saptamadaki etkinliğini değerlendirdik. MR'ın diyafragma yaralanmasını göstermedeki performansı yeterliydi (duyarlılık %100, özgülük %96.6). MR'ın diyafragma yaralanmasını göstermedeki etkinliği, BT ve altın standart olan tanısal laparoskopi ile karşılaştırıldığında benzerdi. Bu veriler göz önüne alındığında, diyafragma yaralanmasının tespitinde MR tek başına yeterlidir ve diyafragma yaralanmasını değerlendirmek için rutin olarak yapılan tanısal laparaskopi/torakoskopi gerekliliğini azaltabilir.

Literatüre bakıldığında travma hastalarında diyafragma rüptürü gelişim oranı genellikle %1-5 arasında değişmektedir (1). Özellikle sol taraflı torakoabdominal delici-kesici alet yaralanmalarında diyafragma hasarı sonrası herni gelişme oranı daha yüksektir. Travmatik diafragma yaralanmaları sol diafragmada sağ diafragama göre 10 kat daha fazla görülmektedir (84).

Yaralanma sonrası erken dönemde asemptomatik olan hastalarda ileri dönemlerde defektin büyümesine bağlı batın içi organların toraksa herniye olması ile şikayetler başlar. Diyafragma yaralanmasına bağlı herni gelişmesi sonrası herniye olan organların boğulması ciddi bir hayati

risk taşımaktadır. Travmanın akut fazında diyafragmatik yaralanmalar tespit edilemediğinde, etkilenen yapılar toraks içine boğulabilir ve bu nedenle mortalite oranı % 20'den % 80'e yükselir (31,85,86). 1989 – 2000 yılları arasında Peter M. ve arkadaşlarının yaptığı 65 hastalık çalışmada sadece 17 hastada (%26) ameliyat öncesi diyafragma hasarına tanı konulabilmiştir (33).

Bundan dolayı torakoabdominal bölge yaralanmalarında asemptomatik hastalarda diyafragma yaralanmasının teşhisi ve cerrahi tedavisi cerrahlar için önemli bir görevdir. Hemodinamik instabilite ve peritonit bulgularının olması halinde cerrahi müdahalenin gerekli olmasına şüphe olmadığı takdirde diğer hastalarda diyafragma yaralanmasına tamir için cerrahi girişim zor bir karardır. Tanı amaçlı direk grafi, BT, MR ve tanısal laparoskopi/torakoskopi kullanılmaktadır. Tanısal laparoskopi/torakoskopi hem tanı hem de tedavi amaçlı kullanılmaktadır. Önceden semptomatik hastalarda tedavi amaçlı laparotomi uygulansa da sonradan laparoskopinin yaygınlaşması ile cerrahlar morbidite ve mortalitesi daha yüksek olan laparatomiden uzaklaşmaya başladılar (87–91).

Daha önce de sol torakoabdominal yaralanması olan hastalarda diyafragma yaralanması teşhisini koymak için görüntülemeler arasında kıyaslama yapılan çalışmalar olmuştur. Bugüne kadarki çoğu radyolojik çalışma, travmayı takiben diyafragma yaralanmalarını teşhis etmede BT'nin doğruluğunu değerlendirmeye odaklanmıştır. Bazı çalışmalarda BT'nin diyafragma yaralanmasını teşhisinde sensitivitesinin %80 spesifisitesinin ise %95'e kadar olduğunu söylemektedir (6,48,72,92).

Literatürde MR'ın daha çok konjenital diyafragma hernilerinde kullanması ele alınmıştır. Ama MR'ın travma hastalarında diyafragma yaralanmasını göstermede etkinliğine dair az çalışma vardır (93,94). MR yumuşak dokuların değerlendirilmesinde BT'ye üstünlüğü bulunmaktadır. MR görüntülemeye dinamik taramanın diyafragma hareketinin değerlendirilmesine izin verme avantajı vardır. MR'ın en büyük avantajı, hem normal hem de patolojik koşullarda tüm diyafragmanın değerlendirilmesine izin veren koronal ve sagittal görüntüleri doğrudan elde etme yeteneğine sahip olmaktır. İtalyada yapılan bir çalışmada MRG tüm olgularda diyafragma rüptürünün yerini ve boyutunu doğru göstermiştir (7). Daum K ve ark. yaptığı bir çalışmada travmalarda diyafragma rüptürlerinin gözardı edilebileceği ve daha sonra gecikmiş diyafragma rüptürü ile başvuran hastalarda teşhisinin konulmasında MR'nin rolünü aydınlatmıştır (95). Bu çalışma, ilk başvuru anında diyafragma rüptürüne teşhisin konulmasının ne kadar önemli olduğunu aydınlatmaktadır. Çoğu travma merkezinin

MR ile diyafragma yaralanmalarını değerlendirmedeki deneyimi sınırlıdır. Özellikle multitravmalı hastalarda MR çekiminin pratik olmadığını gösteren çalışmalar vardır(25). Çalışmayı yaparken edindiğimiz deneyime göre hemodinamisi stabil olan multitravmaları hastalara bile uygun altyapının mevcut olduğu 3.basamak hastanelerde MR çekilmesi mümkündür. Bu çalışma penetran travmalarda diyafragma yaralanmasının tespitinde, MR'ın etkinliğini gösteren ender bir çalışmadır. Çalışmamızda hemodinamik olarak stabil olan 26 multitravmalı hastaya (tüm hastalarımızın %60'ı) MR çekildi. Bu olguların ikisinde abdominal penetran yaralanma, yedisinde kranial travma, beşinde torakal yaralanma, 12'sinde ekstremitelerde penetran yaralanma izlendi.

MR'ın erişilebilirlik, zaman ve maliyet gibi dezavantajları da vardır (5,96,97). Görüntülerin yorumlanmasında özel uzmanlık gereklidir ve birçok merkezde bulunmayabilir. Bütün bunlar MR'ı diyafragmaı incelemek için kullanılan ikinci basamak bir araç haline getirmez. Hemodinamik olarak stabil olan hastalarda MR çekilmesine kontrendike bir durum olmadığında (MR'la uyumlu olmayan protez, kalp pili ve s.) üst düzey travma merkezlerinde kolaylıkla MR görüntülemeler alınabilir.

Çalışmamızda MR görüntülerde diyafragma hasarına genelde diyafragmada doğrudan defektin görünmesiyle tanı konulmuştur. Erken dönemde görüntüler çekildiğinden hiçbir hastada organ herniasyonu görülmemiştir. Bunun dışında diyafragmada ödem ve kalınlaşma gibi nonspesifik bulgulara da rastlandı. Diyafragma bütünlüğünün bozulması tüm belirtiler arasında en yüksek değere sahiptir, bu da penetran travmada diyafragma yaralanmasının teşhisinde bunun en yararlı işaret olduğunu gösterir. Vakaların 14'ünde MR'da diyafragma yaralanmasına ait bulgular saptandı. Bunların 13'ünde tanısal laparoskopik/torakoskopi ile diyafragma hasarı tespit edilerek tamir edilmiştir. Bir hastada ise MR'da diyafragma yaralanmasına ait bulgular rastlanmasına rağmen tanısal laparoskopide diyafragma hasarına rastlanmamıştır.

Hastalara ilk müdahale sırasında uygulanan girişimler ve kullanılan malzemeler MR'ın çekim kalitesini olumsuz etkileyebilir (98,99). Çalışmamızda hastaların 19'unda(%41) toraks tüpünün olduğu görüldü. Bu hem artefakt olarak görüntülemenin kalitesini bozmakta, hem de hastaların çekim sırasında nefes tutup saklamasına mani olduğu için kalitesiz bir görüntü alınmasına neden olmaktadır.

Literatürü taradığımızda torakoabdominal penetran yaralanma ile başvuran olgularda batin içi organ yaralanmasının diyafragma hasarının indirekt göstergesi olduğunu işaret eden yazılar

mevcuttur. Bu çıkarım son derece mantıklı görünmesine karşın serimizde diyafragma yaralanması olmaksızın solid organ yaralanması saptanan hastalar mevcuttur. Bu yaralanma mekanizmasının altta yatan olası bir künt travma ile izahı mümkündür. Retrospektif değerlendirmede bu hastalarda delici-kesici aletin giriş yerine uzak lokalizasyonda kot fraktürleri saptanmış olup organ yaralanmasının buna sekonder olduğu düşünülmüştür. Torakoabdominal penetran travmalı hastaların radyolojik görüntülemelerinde görülen intraabdominal organ yaralanmaları radyolog ve klinisyenleri yanıltmamalı, diyafragma detaylı incelenmelidir.

Çalışmamızda bir hastada hem MR, hem de BT’de diyafragma yaralanması ile uyumlu bulgular saptanmış olmasına rağmen yapılan tanısal laparoskopide diyafragma hasarına ilişkin bulguya rastlanamamıştır. Sol anterior torakoabdominal bölgede 9.interkostal aralığa denk gelen 5cm’lik kesi ile ilişkili yaralanması olan bu hastanın görüntüleri tekrar incelendiğinde diyafragmanın hasarlanmış olmasına rağmen difragmanın tam kat kesi olmamış olabileceği ve bu sebepten dolayı tanısal laparoskopide diyafragma yaralanması izlenememiş olabileceği çıkarımı yapıldı. Her ne kadar tanısal laparoskopi ve torakospi altın standart tanı yöntemleri olsalar da laparoskopi tek başına kullanıldığında diyafragmanın sadece alt yüzü görüntülediğinden tam kat kesi olmayan diyafragma yaralanmaları görünmez.

Bilimsel olarak farklı görüntüleme modalitelerinin karşılaştırmaları ve faydaları gösterilmiş olsa da pratik klinik yaklaşımda bu tip travma hastalarının değerlendirilmesi ve resisütasyonu her merkezde mümkün olmamaktadır. Hastaların stabil olmadan ya da akut müdahalesi yapılmadan (örneğin tansiyon pnömotoraks, solunumsal asidoz) radyolojik olarak değerlendirilmesi mümkün değil. İlk müdahalesi yapıldıktan sonra 2. ya da 3. Basamak merkezlerde travma konusunda tecrübeli hekimler tarafından değerlendirilmesi önemlidir. Hastanın durumuna göre diyafragmayı değerlendirmek için en iyi yöntem seçilmelidir.

Literatürde yaralanma lokalizasyonu ve diyafragma yaralanması arasındaki ilişkiyi araştıran fazla çalışma yoktur. Çalışmamızda hastaların penetran yaralanma lokalizasyonları(hem anterior, lateral, posterior olarak, hem de interkostal aralık olarak) dikkatle incelenmiş olup, görüntüleme yöntemlerine ilave olarak delici-kesici aletin giriş noktası ve trasesi ile diyafragma yaralanması ve MR’ın diyafragma yaralanmasını göstermedeki etkinliği arasındaki korelasyon araştırılmıştır ve sayı azlığı sebebiyle anlamlı bulunmamıştır. Tablo 7’de ayrıntılı şekilde olgular gösterilmiştir.

Diyafragma yaralanmasına cerrahi eksplorasyon yapmadan tanı koymak zordur. Çalışmamızda MR ana inspiratuar kas olan diyafragmanın kapsamlı değerlendirmesini sağlamayı başaran bir teknik olduğu ortaya konmuştur. Bu nedenle, radyologlar ve klinisyenler, bu güvenli ve değerli tekniğin tanısal olanaklarının farkında olmalı. Elektif ameliyatı riskli olan ve ameliyatı kabul etmeyen hastalara MR çekilerek diyafragma yaralanması teşhisi kesinleştirilebilir.

SONUÇ

Diyafragma yaralanmalarının tespitinde MR yüksek özgüllük ve duyarlılığa sahiptir, performansı BT ve altın standart olan tanısal laparoskopi/torakoskopi ile benzerdir. Sadece MR’da diyafragma yaralanması pozitif veya şüpheli olan vakalara cerrahi girişim yapılarak negatif laparoskopi/torakoskopi sayısı azaltılabilir. Daha geniş vaka serileri ve MR çekilerek nonoperatif daha uzun süre takip edilerek yapılan yeni çalışmalar ile sonuçlar desteklenmelidir.

KAYNAKLAR

1. Lopez PP, Arango J, Gallup TM, Cohn SM, Myers J, Corneille M, et al. Diaphragmatic injuries: what has changed over a 20-year period? *Am Surg*. 2010 May;76(5):512–6.
2. Lewis JD, Starnes SL, Pandalai PK, Huffman LC, Bulcao CF, Pritts TA, et al. Traumatic diaphragmatic injury: experience from a level I trauma center. *Surgery*. 2009 Oct;146(4):574–8.
3. Stein DM, York GB, Boswell S, Shanmuganathan K, Haan JM, Scalea TM. Accuracy of computed tomography (CT) scan in the detection of penetrating diaphragm injury. *J Trauma*. 2007;63(3):538–43.
4. Iochum S, Ludig T, Walter F, Sebbag H, Grosdidier G, Blum AG. Imaging of diaphragmatic injury: A diagnostic challenge? *Radiographics*. 2002;22(SPEC. ISS):103–16.
5. Shanmuganathan K, Mirvis SE, White CS, Pomerantz SM. MR imaging evaluation of hemidiaphragms in acute blunt trauma: experience with 16 patients. *AJR Am J Roentgenol*. 1996 Aug;167(2):397–402.
6. Shanmuganathan K, Killeen K, Mirvis SE, White CS. Imaging of Diaphragmatic Injuries. *J Thorac Imaging* [Internet]. 2000;15(2). Available from: https://journals.lww.com/thoracicimaging/Fulltext/2000/04000/Imaging_of_Diaphragmatic_Injuries.5.aspx
7. Barbiera F, Nicastro N, Finazzo M, Lo Casto A, Runza G, Bartolotta TV, et al. The role of MRI in traumatic rupture of the diaphragm. Our experience in three cases and review of the literature. *Radiol Medica*. 2003;105(3):188–94.
8. Kharma N. Dysfunction of the diaphragm: Imaging as a diagnostic tool. *Curr Opin Pulm Med*. 2013;19(4):394–8.
9. Nason LK, Walker CM, McNeeley MF, Burivong W, Fligner CL, Godwin JD. Imaging of the diaphragm: anatomy and function. *Radiogr a Rev Publ Radiol Soc North Am Inc*. 2012;32(2):E51-70.
10. Gierada DS, Curtin JJ, Erickson SJ, Prost RW, Strandt JA, Goodman LR.

- Diaphragmatic motion: fast gradient-recalled-echo MR imaging in healthy subjects. *Radiology*. 1995 Mar;194(3):879–84.
11. Mehollin-Ray AR, Cassady CI, Cass DL, Olutoye OO. Fetal MR imaging of congenital diaphragmatic hernia. *Radiogr a Rev Publ Radiol Soc North Am Inc*. 2012;32(4):1067–84.
 12. Kilian AK, Schaible T, Hofmann V, Brade J, Neff KW, Büsing KA. Congenital diaphragmatic hernia: predictive value of MRI relative lung-to-head ratio compared with MRI fetal lung volume and sonographic lung-to-head ratio. *AJR Am J Roentgenol*. 2009 Jan;192(1):153–8.
 13. Benacerraf BR, Greene MF. Congenital diaphragmatic hernia: US diagnosis prior to 22 weeks gestation. *Radiology*. 1986 Mar;158(3):809–10.
 14. Alamo L, Gudinchet F, Meuli R. Imaging findings in fetal diaphragmatic abnormalities. *Pediatr Radiol*. 2015 Dec;45(13):1887–900.
 15. Read P, The AT, Held C. *Ancient Medicine in Its Socio-Cultural Context, Volume 2. Anc Med Its Socio-Cultural Context Vol 2*. 2019;(April 1992).
 16. Derenne -Ph. J, Debru A, Grassino AE, Whitelaw WA. History of diaphragm physiology: The achievements of Galen. *Eur Respir J*. 1995;8(1):154–60.
 17. Derenne -Ph. J, Debru A, Grassino AE, Whitelaw WA. The earliest history of diaphragm physiology. *Eur Respir J*. 1994;7(12):2234–40.
 18. Pelizzo G, Dubois R, Lainé X, Zamfirescu A, Chappuis JP. Surgical treatment of diaphragmatic agenesis by transposition of a muscle flap: Report on 15 cases. *Eur J Pediatr Surg*. 2000;10(1):8–11.
 19. Symbas PN, Vlasis SE, Hatcher C. Blunt and Penetrating Diaphragmatic Injuries with or without Herniation of Organs into the Chest. *Ann Thorac Surg* [Internet]. 1986;42(2):158–62. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0003-4975\(10\)60510-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0003-4975(10)60510-3)
 20. Shah R, Sabanathan S, Mearns AJ, Choudhury AK. Traumatic rupture of diaphragm. *Ann Thorac Surg*. 1995;60(5):1444–9.
 21. CANNADAY JE. Hernia. *W V Med J*. 1946;42:256–61.
 22. Wise L, Connors J, Hwang YH, Anderson C. Traumatic injuries to the diaphragm. *J*

- Trauma. 1973 Nov;13(11):946–50.
23. Ward RE, Flynn TC, Clark WP. Diaphragmatic disruption secondary to blunt abdominal trauma. *J Trauma*. 1981 Jan;21(1):35–8.
 24. Chughtai T, Ali S, Sharkey P, Lins M, Rizoli S. Update on managing diaphragmatic rupture in blunt trauma: a review of 208 consecutive cases. *Can J Surg*. 2009 Jun;52(3):177–81.
 25. Sangster G, Ventura VP, Carbo A, Gates T, Garayburu J, D’Agostino H. Diaphragmatic rupture: A frequently missed injury in blunt thoracoabdominal trauma patients. *Emerg Radiol*. 2007;13(5):225–30.
 26. Bosanquet D, Farboud A, Luckraz H. A review diaphragmatic injury. *Respir Med CME* [Internet]. 2009;2(1):1–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmedc.2009.01.002>
 27. Hanna WC, Ferri LE, Fata P, Razek T, Mulder DS. The Current Status of Traumatic Diaphragmatic Injury: Lessons Learned From 105 Patients Over 13 Years. *Ann Thorac Surg*. 2008;85(3):1044–8.
 28. Mirvis SE, Shanmuganagthan K. Imaging hemidiaphragmatic injury. *Eur Radiol* [Internet]. 2007;17(6):1411–21. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00330-006-0553-2>
 29. Williams M, Carlin AM, Tyburski JG, Blocksom JM, Harvey EH, Steffes CP, et al. Predictors of mortality in patients with traumatic diaphragmatic rupture and associated thoracic and/or abdominal injuries. *Am Surg*. 2004 Feb;70(2):153–7.
 30. Meyers BF, McCabe CJ. Traumatic diaphragmatic hernia. Occult marker of serious injury. *Ann Surg*. 1993 Dec;218(6):783–90.
 31. Demetriades D, Kakoyiannis S, Parekh D, Hatzitheofilou C. Penetrating injuries of the diaphragm. *Br J Surg*. 1988;75(8):824–6.
 32. Wiencek RGJ, Wilson RF, Steiger Z. Acute injuries of the diaphragm. An analysis of 165 cases. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1986 Dec;92(6):989–93.
 33. Mihos P, Potaris K, Gakidis J, Paraskevopoulos J, Varvatsoulis P, Gougoutas B, et al. Traumatic rupture of the diaphragm: Experience with 65 patients. *Injury*.

- 2003;34(3):169–72.
34. Ashley DW. Transdiaphragmatic Intercostal Hernia: Review of the World Literature. *J Trauma*. 2001;51(6):1220.
 35. Adegboye VO, Ladipo JK, Adebo OA, Brimmo AI. Diaphragmatic injuries. *Afr J Med Med Sci*. 2002 Jun;31(2):149–53.
 36. Burke LCJ, Jacobs TT, Buffalo MC. PENETRATING WOUNDS OF THE CHEST.
 37. WYLIE RH, HOFFMAN HL. The thoraco-abdominal casualty. *Ann Surg*. 1946 Aug;124:463–78.
 38. Matsevych OY. Blunt diaphragmatic rupture: Four year's experience. *Hernia*. 2008;12(1):73–8.
 39. Cerón Navarro J, Peñalver Cuesta JC, Padilla Alarcón J, Jordá Aragón C, Escrivá Peiró J, Calvo Medina V, et al. [Traumatic rupture of the diaphragm]. *Arch Bronconeumol*. 2008 Apr;44(4):197–203.
 40. Bhatia S, Kaushik R, Singh R, Sharma R, Attri A, Dalal U, et al. Traumatic diaphragmatic hernia. *Indian J Surg*. 2008 Apr;70(2):56–61.
 41. Sanli M, Işık AF, Tunçözgür B, Meteroğlu F, Elbeyli L. [Diagnosis that should be remembered during evaluation of trauma patients: diaphragmatic rupture]. *Ulus travma ve acil cerrahi Derg = Turkish J trauma Emerg Surg TJTES*. 2009 Jan;15(1):71–6.
 42. Lee WC, Chen RJ, Fang JF, Wang CC, Chen HY, Chen SC, et al. Rupture of the diaphragm after blunt trauma. *Eur J Surg*. 1994 Sep;160(9):479–83.
 43. Morgan BS, Watcyn-Jones T, Garner JP. Traumatic diaphragmatic injury. *J R Army Med Corps*. 2010 Sep;156(3):139–44.
 44. Rubikas R. Diaphragmatic injuries. *Eur J cardio-thoracic Surg Off J Eur Assoc Cardio-thoracic Surg*. 2001 Jul;20(1):53–7.
 45. Leppäniemi A, Haapiainen R. Occult diaphragmatic injuries caused by stab wounds. *J Trauma*. 2003;55(4):646–50.
 46. Friese RS, Coln CE, Gentilello LM. Laparoscopy is sufficient to exclude occult diaphragm injury after penetrating abdominal trauma. *J Trauma - Inj Infect Crit Care*. 2005;58(4):789–92.

47. Murray JA, Berne J, Asensio JA. Penetrating thoracoabdominal trauma. *Emerg Med Clin North Am.* 1998 Feb 1;16(1):107–28.
48. Sliker CW. Imaging of diaphragm injuries. *Radiol Clin North Am.* 2006;44(2):199–211.
49. Mirvis SE. Imaging of acute thoracic injury: The advent of MDCT screening. *Semin Ultrasound, CT MRI.* 2005;26(5):305–31.
50. Parreira JG, Rasslan S, Utiyama EM. ContRoVERsIEs In thE managEmEnt of asymptomatic patients sustaining penetrating thoracoabdominal Wounds. *Clinics.* 2008;63(5):695–700.
51. Enderson BL, Maull KI. Missed injuries: The trauma surgeon's nemesis. *Surg Clin North Am.* 1991 Apr 1;71(2):399–418.
52. Gelman R, Mirvis SE, Gens D. Diaphragmatic rupture due to blunt trauma: Sensitivity of plain chest radiographs. *Am J Roentgenol.* 1991;156(1):51–7.
53. Shapiro MJ, Heiberg E, Durham RM, Luchtefeld W, Mazuski JE. The unreliability of CT scans and initial chest radiographs in evaluating blunt trauma induced diaphragmatic rupture. *Clin Radiol.* 1996;51(1):27–30.
54. Baron B, Daffner RH. Traumatic rupture of the right hemidiaphragm: Diagnosis by chest radiography. *Emerg Radiol [Internet].* 1994;1(5):231–5. Available from: <https://doi.org/10.1007/BF02614933>
55. Murray JG, Caoili E, Gruden JF, Evans SJJ, Halvorsen RA, Mackersie RC. Acute rupture of the diaphragm due to blunt trauma: Diagnostic sensitivity and specificity of CT. *Am J Roentgenol.* 1996;166(5):1035–9.
56. Stengel HA. Cochrane Library Cochrane Database of Systematic Reviews Point-of-care ultrasonography for diagnosing thoracoabdominal injuries in patients with blunt trauma (Review) Point-of-care ultrasonography for diagnosing thoracoabdominal injuries in patients with blunt trauma (Review). 2018; Available from: www.cochranelibrary.com
57. Long B, April MD. What Is the Diagnostic Accuracy of Point-of-Care Ultrasonography in Patients With Suspected Blunt Thoracoabdominal Trauma? Vol. 74, *Annals of Emergency Medicine.* Mosby Inc.; 2019. p. 400–2.

58. Ammann AM, Brewer WH, Mauil KI, Walsh1 JW. Traumatic Rupture of the Diaphragm: Real-Time Sonographic Diagnosis [Internet]. 1983. Available from: www.ajronline.org
59. Kim HH, Shin YR, Kim KJ, Hwang SS, Ha HK, Byun JY, et al. Blunt traumatic rupture of the diaphragm: Sonographic diagnosis. *J Ultrasound Med*. 1997;16(9):593–8.
60. Blaivas M, Brannam L, Hawkins M, Lyon M, Sriram K. Bedside emergency ultrasonographic diagnosis of diaphragmatic rupture in blunt abdominal trauma. *Am J Emerg Med*. 2004;22(7):601–4.
61. McKenney KL. Ultrasound of blunt abdominal trauma. *Radiol Clin North Am*. 1999;37(5):879–93.
62. Zierold D, Perlstein J, Weidman ER, Wiedeman JE. Penetrating Trauma to the Diaphragm Natural History and Ultrasonographic Characteristics of Untreated Injury in a Pig Model.
63. Schoepf UJ, Bruening RD, Hong C, Eibel R, Aydemir S, Crispin A, et al. Multislice helical CT of focal and diffuse lung disease: Comprehensive diagnosis with reconstruction of contiguous and high-resolution CT sections from a single thin-collimation scan. *Am J Roentgenol*. 2001;177(1):179–84.
64. Uhlich R, Kerby JD, Bosarge P, Hu P. Diagnosis of diaphragm injuries using modern 256-slice CT scanners: too early to abandon operative exploration. *Trauma Surg Acute Care Open* [Internet]. 2018;3:251. Available from: <http://tsaco.bmj.com/>
65. Triple-Contrast Helical CT in Penetrating Torso Trauma: A Prospective Study to Determine Peritoneal Violation and the Need for Laparotomy [Internet]. Available from: www.ajronline.org
66. Helical CT with Sagittal and Coronal Reconstructions: Accuracy for Detection of Diaphragmatic Injury [Internet]. Available from: www.ajronline.org
67. Trésallet C, Menegaux F, Izzillo R, Nguyen-Thanh Q, Cardot V, Chigot JP. Usefulness of CT reconstructed pictures for diaphragmatic rupture after blunt trauma. *J Am Coll Surg*. 2004;198(4):666–7.
68. Mirvis SE, White CS, Pomerantz SM. MR Imaging Evaluation of Hemidiaphragms in

- Acute Blunt Trauma: Experience with 16 Patients K. 1996;(August):397–402.
69. Bergin D, Ennis R, Keogh C, Fenlon HM, Murray JG. The “dependent viscera” sign in CT diagnosis of blunt traumatic diaphragmatic rupture. *AJR Am J Roentgenol*. 2001 Nov;177(5):1137–40.
 70. Wintermark M, Schnyder P. Trauma of the Diaphragm. 2000;29–43.
 71. Nchimi A, Szapiro D, Ghaye B, Willems V, Khamis J, Haquet L, et al. Helical CT of blunt diaphragmatic rupture. *Am J Roentgenol*. 2005;184(1):24–30.
 72. Larici AR, Gotway MB, Litt HI, Reddy GP, Webb WR, Gotway CA, et al. Helical CT with sagittal and coronal reconstructions: accuracy for detection of diaphragmatic injury. *AJR Am J Roentgenol*. 2002 Aug;179(2):451–7.
 73. Ruiz-Tovar J, Calero García P, Morales Castiñeiras V, Martínez Molina E. [Post trauma diaphragmatic hernia]. *Rev Gastroenterol Peru [Internet]*. 2008;28(3):244—247. Available from: <http://europepmc.org/abstract/MED/18958140>
 74. Christie DB 3rd, Chapman J, Wynne JL, Ashley DW. Delayed right-sided diaphragmatic rupture and chronic herniation of unusual abdominal contents. *J Am Coll Surg*. 2007 Jan;204(1):176.
 75. Grimes OF. Traumatic injuries of the diaphragm. Diaphragmatic hernia. *Am J Surg*. 1974 Aug;128(2):175–81.
 76. Feliciano D V, Cruse PA, Mattox KL, Bitondo CG, Burch JM, Noon GP, et al. Delayed diagnosis of injuries to the diaphragm after penetrating wounds. *J Trauma*. 1988 Aug;28(8):1135–44.
 77. Athanassiadi K, Kalavrouziotis G, Athanassiou M, Vernikos P, Skrekas G, Poultzidi A, et al. Blunt diaphragmatic rupture. *Eur J Cardio-thoracic Surg*. 1999;15(4):469–74.
 78. Hacıibrahimoglu G, Solak O, Olcmen A, Bedirhan MA, Solmazer N, Gurses A. Management of Traumatic Diaphragmatic Rupture. *Surg Today*. 2004;34(2):111–4.
 79. Corbellini C, Costa S, Canini T, Villa R, Contessini Avesani E. Diaphragmatic rupture: A single-institution experience and literature review. *Ulus travma ve acil cerrahi Derg = Turkish J trauma Emerg Surg TJTES*. 2017 Sep;23(5):421–6.
 80. ZEREY, M. Laparoscopic repair of traumatic diaphragmatic hernia. *Oper Tech Gen*

Surg [Internet]. 2006 [cited 2021 Feb 6];8:27–33. Available from:
<http://ci.nii.ac.jp/naid/20001241774/en/>

81. Divisi D, Battaglia C, De Berardis B, Vaccarili M, Di Francescantonio W, Salvemini S, et al. Video-assisted thoracoscopy in thoracic injury: early or delayed indication? *Acta Biomed*. 2004 Dec;75(3):158–63.
82. Thomas P, Moutardier V, Ragni J, Giudicelli R, Fuentes P. Video-assisted repair of a ruptured right hemidiaphragm. *Eur J cardio-thoracic Surg Off J Eur Assoc Cardio-thoracic Surg*. 1994;8(3):157–9.
83. Advanced trauma life support (ATLS®): the ninth edition. *J Trauma Acute Care Surg*. 2013 May;74(5):1363–6.
84. Boulanger BR, Milzman DP, Rosati C, Rodriguez A. A comparison of right and left blunt traumatic diaphragmatic rupture. *J Trauma*. 1993 Aug;35(2):255–60.
85. Shetty P SK. A Rare Case Of Isolated Blunt Traumatic Diaphragmatic Rupture A Rare Case Of Isolated Blunt Traumatic Diaphragmatic Rupture. *WebmedCentral Gastrointest Surg*. 2010;1(11):1–5.
86. Degiannis E, Levy RD, Sofianos C, Potokar T, Florizoone MG, Saadia R. Diaphragmatic herniation after penetrating trauma. *Br J Surg*. 1996 Jan;83(1):88–91.
87. Saha S, Scriven MW. Non-therapeutic operations for penetrating trauma: early morbidity and mortality. Vol. 80, *The British journal of surgery*. England; 1993. p. 1626.
88. Velmahos GC, Demetriades D, Toutouzas KG, Sarkisyan G, Chan LS, Ishak R, et al. Selective nonoperative management in 1,856 patients with abdominal gunshot wounds: should routine laparotomy still be the standard of care? *Ann Surg*. 2001 Sep;234(3):393–5.
89. Renz BM, Feliciano D V. Unnecessary laparotomies for trauma: a prospective study of morbidity. *J Trauma*. 1995 Mar;38(3):350–6.
90. Como JJ, Bokhari F, Chiu WC, Duane TM, Holevar MR, Tandoh MA, et al. Practice management guidelines for selective nonoperative management of penetrating abdominal trauma. *J Trauma*. 2010 Mar;68(3):721–33.

91. Shih HC, Wen YS, Ko TJ, Wu JK, Su CH, Lee CH. Noninvasive evaluation of blunt abdominal trauma: prospective study using diagnostic algorithms to minimize nontherapeutic laparotomy. *World J Surg.* 1999 Mar;23(3):265–70.
92. Tiberio GAM, Portolani N, Coniglio A, Baiocchi GL, Vettoretto N, Giulini SM. Traumatic lesions of the diaphragm. Our experience in 33 cases and review of the literature. *Acta Chir Belg.* 2005 Feb;105(1):82–8.
93. Mirvis SE, Keramati B, Buckman R, Rodriguez A. MR imaging of traumatic diaphragmatic rupture. *J Comput Assist Tomogr.* 1988;12(1):147–9.
94. Boulanger BR, Mirvis SE, Rodriguez A. Magnetic resonance imaging in traumatic diaphragmatic rupture: case reports. *J Trauma.* 1992 Jan;32(1):89–93.
95. Daum-Kowalski R, Shanley DJ, Murphy T. MRI diagnosis of delayed presentation of traumatic diaphragmatic hernia. *Gastrointest Radiol.* 1991;16(4):298–300.
96. Maddox PR, Mansel RE, Butchart EG. Traumatic rupture of the diaphragm: a difficult diagnosis. *Injury [Internet].* 1991;22(4):299–302. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/002013839190010C>
97. Estrera AS, Platt MR, Mills LJ. Traumatic injuries of the diaphragm. *Chest.* 1979 Mar;75(3):306–13.
98. Hackenbroch C, Wafa M, Klinger S, Mauer UM. Magnetic resonance imaging in the presence of projectiles and projectile fragments: Artefacts, image quality, rotation and movement. *Magn Reson Imaging.* 2019 Apr;57:143-150.
99. Chen CW, Tseng YH, Lin CC, Kao CC, Wong MY, Ting H, Huang YK. Aortic dissection assessment by 4D phase-contrast MRI with hemodynamic parameters: the impact of stent type. *Quant Imaging Med Surg.* 2021 Feb;11(2):490-501.