

## Suturable mesh, döngüsel bir top patlaması modelinde erken laparotomi başarısızlığına daha iyi direnir

C. J. Scheiber<sup>1,2</sup> · S. S. Kurapaty<sup>3</sup> · S. M. Goldman<sup>2,4</sup> · C. L. Dearth<sup>2,4</sup> · P. C. Liacouras<sup>5,6</sup> · J. M. Souza<sup>1,2</sup>

Kabul Tarihi: 19 Temmuz 2019 / Kabul Tarihi: 27 Ocak 2020

© Bu bir ABD hükümeti çalışmasıdır ve metni Amerika Birleşik Devletleri'nde telif hakkı korumasına tabi değildir; ancak metni yabancı telif hakkı korumasına tabi olabilir 2020

### Özet

**Amaç** DİKİŞ denemesi ile desteklenen küçük ısırıklar cerrahi tekniği, dikiş–doku arayüzünde daha fazla kuvvet dağılımı yoluyla erken laparotomi açılmasını ( dehisansını) önlemek için bir strateji olarak lanse edilmiştir. Bununla birlikte, bu fitik önleme stratejisi, ABD'de yaygın olarak benimsenmeyen standart kapatma tekniğinde bir değişiklik yapılmasını gerektirir. Bu çalışma, orta ağırlıkta bir polipropilen örgü malzemesinin içi boş delikli bir cerrahi suture malzemesine dahil edilmesinin, suture-doku arayüzündeki kuvvet dağılımını etkili bir şekilde artırıp arttırmayacağını ve potansiyel olarak bir ex vivo modelde erken laparotomi dehisansını önlemeye yardımcı olup olmayacağını belirlemeyi amaçlamaktadır.

**Yöntemler** Saturable mesh (0 DuraMesh™) ile konvansiyonel suture karşılaştırmak için döngüsel gerilme topu patlaması (cyclic stress ball-burst) modeli kullanıldı. Orta hat laparotomisinden sonra 28 domuz karın duvarı örneği ya 0 DuraMesh™ ya da #1 polidioksanon çift ilmekli suture ile kapatıldı. Bir MTS Bionix Yük Çerçevesindeki onarımı tükenmişlik için özel bir 3D baskılı bilyalı patlama test cihazı kullanıldı. Doku, toplam 1000 tekrar için 0.25 Hz hızında çevrilen 15-120 N'lik bir fizyolojik kuvvetle tekrar tekrar gerildi, ardından başarısızlığa kadar bir yük geldi ve maksimum kuvvet kaydedildi.

**Sonuçlar** Suture çekme sırasındaki ortalama maksimal kuvvet, 0 DuraMesh suture grubunda (ortalama: 850.1 N) 1 PDS grubuna (ortalama: 714.7 N) kıyasla belirgin derecede yüksekti ( $p < 0.0095$ ).

**Sonuç** Bu ex vivo çalışma, suture–doku ara yüzeyindeki kuvvet dağılımını iyileştirmek için rasyonel suture tasarımının kullanılmasının, insizyonel fitiği tahrik eden suture çekilmesini önlemek için uygulanabilir bir strateji olabileceğini düşündürmektedir.

**Anahtar Kelimeler** Yara kapatma teknikleri · Suture · İnsizyonel herni · Laparotomi · Travma · Mesh

C. J. Scheiber

[cscheiber1107@gmail.com](mailto:cscheiber1107@gmail.com)

<sup>1</sup> Plastik ve Rekonstrüktif Cerrahi Bölümü, Walter Reed National Military Medical Center, 4494 North Palmer Road, Bethesda, MD 20889, USA

<sup>2</sup> Üniformal Hizmetler Üniversitesi Cerrahi Anabilim Dalı Sağlık Bilimleri ve the Walter Reed National Military Medical Center, Bethesda, MD, USA

<sup>3</sup> George Washington Tıp ve Sağlık Okulu Bilimler, Washington, DC, USA

<sup>4</sup> Savunma Bakanlığı-VA Ekstremiter Travması ve Amputasyon Mükemmeliyet Merkezi, Üniformal Hizmetler Sağlık Bilimleri Üniversitesi ve the Walter Reed National Military Medical Center, Bethesda, MD, USA

<sup>5</sup> Radyoloji Anabilim Dalı, 3D Tıbbi Uygulamalar Merkezi Walter Reed National Military Medical Center, Bethesda, MD, USA

<sup>6</sup> Radyoloji ve Radyolojik Hizmetler ve Donanma Lisansüstü Dishekimliği Okulu, Üniformal Hizmetler Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Bethesda, MD, USA

Çeviren: Ercan KILIC, MD

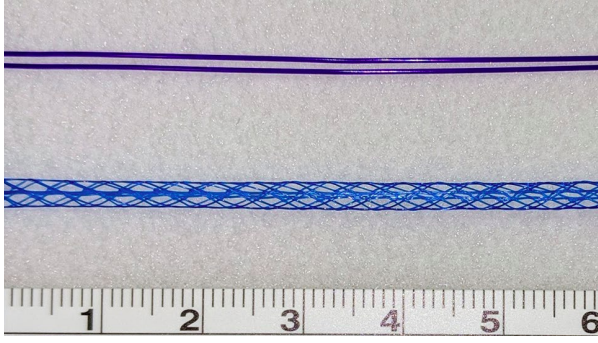
Online yayın tarihi: 10 Şubat 2020

## Giriş

Etkilenen hasta sayısı, başarısızlık oranı ve onarımın maliyeti ve morbiditesi göz önüne alındığında, laparotomi başarısızlığı ve ardından insizyonel fitik oluşumu, modern cerrahi uygulamanın en büyük başarısızlığını temsil edebilir. Halen, insizyonel fitik, orta hat laparotomisini takiben 5 hastada 1'i etkilemeye devam etmektedir.<sup>1-3</sup> Laparotomi sonrası insizyonel fitiğin yüksek insidansı, önemli morbiditesi ve maliyetli bakımı, mevcut laparotomi kapatma tekniklerinin sınırlamalarının anlaşılmasını ve kapatma için alternatif stratejilerin araştırılmasını çok önemli kılmaktadır.<sup>1-4</sup> ABD'de en yaygın kullanılan laparotomi kapama tekniği, 1 cm aralıklarla kalıcı veya uzun süreli monofilament sütürün yerleştirildiği ve orta hat laparotomisinin her iki tarafına 1 cm fasya yerleştirmeyi amaçlayan bir koşu tekniği kullanılmaktadır. Bu kapatma tekniği büyük ölçüde klinik sonuç çalışmalarından gevşek bir şekilde türetilen cerrahi dogmaya dayanmaktadır.<sup>5,6</sup>

Son zamanlarda yapılan birkaç klinik çalışma, küçük bir ısırık laparotomi kapatma tekniğinin, yerleşik büyük ısırık tekniğinden daha düşük bir fitik oluşumu oranı sağladığını ileri sürmüştür.<sup>7,8</sup> Küçük ısırık cerrahi tekniğine atfedilen faydalara rağmen, ABD'deki birçok cerrah bunu standart uygulama olarak benimsemeye direndi.<sup>6</sup> Laparotomilerin seçmeli doğası ve çalışılan popülasyonların ortalama vücut kitle indeksinin (body mass index) düşük olması, bu çalışma sonuçlarının ABD'deki hasta popülasyonlarına genelleştirilmesinin önündeki engeller olarak sıklıkla gösterilmektedir. Bu uyarı haklı olsa da, bu sağlam klinik sonuç çalışmalarının uygulama değişikliğini yönlendirememesi cerrahın yeni tekniklere karşı direncinin altını çizmekte ve kanıtların yayılması ile klinik uygulamadaki değişiklik arasındaki bilinen translasyonel gecikmeyi örnelemektedir.<sup>9</sup> Bu engeller karşısında sonuçların iyileştirilmesi ihtiyacı, yerleşik cerrahi tekniği değiştirmek yerine optimize eden fitik önleme stratejilerinin araştırılmasını gerektirmektedir.

Özünde, insizyonel fitik, sütürün çekilmesinin bir sonucudur, bu da fasyalın erken açılmasına ve karın duvarı dokularının başarısız iyileşmesine neden olur.<sup>10,11</sup> Küçük ısırık cerrahi tekniğinin kullanımını destekleyen klinik çalışmalar, dikiş çekme direncinin arttığını gösteren biyomekanik çalışmalardan kaynaklanmıştır. Daha sık sütür yerleştirmenin yararının, daha büyük bir kombine sütür-doku arayüzünde daha fazla kuvvet dağılımının sonucu olduğu varsayılmıştır.<sup>7,8</sup> DuraMesh™, çok sayıda küçük filamanı yeni, içi boş delikli bir sütür tasarımına dahil ederek, yerleşik cerrahi tekniği değiştirmeye gerek kalmadan sütür-doku arayüzünde daha fazla kuvvet dağılımı sağlamayı amaçlamaktadır (Şekil 1). Bu “sutureable mesh (dikilebilir ağ)” tasarımının etkinliği daha önce küçük bir hayvan fitiği modelinde ve çoklu doğrusal test modellerinde kurulmuştur.<sup>12,13</sup> Burada, DuraMesh™ ve konvansiyonel sütürün, karın duvarının yaşadığı kuvvetlerin döngüsel ve çok boyutlu doğasına geleneksel doğrusal testlerden daha iyi yaklaşan bir bilyeli patlama aparatı kullanarak sütür çekilmesine direnme kabiliyetini karşılaştırmayı amaçladık.<sup>14,15</sup>



Şekil 1. 0 DuraMesh (altta) ve 1 PDS çift döngü (üstte) görüntüsü

## Yöntemler

### Domuz dokusu edinimi ve numune hazırlama

Bu top patlaması çalışmasında grubumuzun beklentisi, DuraMesh™ kapatma grubu ile karşılaştırıldığında uygun bir kontrol grubu belirlemenin yanı sıra güç analizi için gereken etki büyüklüğünü belirlemeyi amaçlamıştır. Harlaar ve arkadaşları'nın çalışmasından elde edilen doğrusal çekiş metodolojisini kullanma,<sup>8</sup> tesisimizdeki 3D Tıbbi Uygulamalar Merkezi tarafından özel olarak tasarlanmış bir MTS Bionix Yük Çerçevesi ve bir dizi 3D baskılı kelepçe kullandık. Yirmi sekiz domuz karın duvarı bölümü dört farklı gruba randomize edildi: 0.5 cm aralıklarla 1 PDS, 1 cm aralıklarla 1 PDS çift döngü, 0.5 cm aralıklarla 2-0 PDS ve 1 cm aralıklarla DuraMesh grubu. Bu gruplar, daha önce yapılan çalışmaların temsilcisi oldukları için, DİKİŞ denemesinin savunduğu dikiş tipini ve aralığını içerecek şekilde seçilmiştir.<sup>7,8</sup> Başarısızlıkdaki maksimum kuvvet kaydedildi. DuraMesh grubu için ortalama maksimal kuvvetin 473.3 N'de diğer gruplara göre belirgin derecede yüksek olduğu bulundu (0.5 cm'de 1PDS 386.6 N, 0.5 cm'de 2-0 PDS 355.4 N ve 1 cm'de 1PDS 325.5 N idi). Dikkat çekici bir şekilde, bu çalışma 2-0 PDS grubu arasında 0.5 cm aralıklarla 1-cm aralıklarla 1 PDS ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak belirgin bir fark göstermedi. Küçük ısırlıklarda 2-0 PDS ile büyük ısırlıklarda 1.0 PDS arasında belirgin fark olmaması, 2-0 PDS küçük ısırlık tekniğinin biyomekanik üstünlüğünü destekleyecek karşılaştırılabilir klinik öncesi verilerin bulunmaması ve DuraMesh kapanışını mevcut uygulama ile doğrudan karşılaştırma hedefimiz göz önüne alındığında, top patlaması testimiz için kontrol grubu olarak 1 cm aralıklarla 1.0 PDS'yi seçtik.

### Top patlaması testi (Ball-burst testing)

Top patlaması modeli, karın duvarının yaşadığı çok eksenli kuvveti daha iyi taklit etmek amacıyla seçildi. Bu nedenle, daha önce çeşitli fitik mesh özelliklerini test etmek için kullanılmıştır (Şekil. 2), ancak henüz bir laparotomi kapatma modeline uygulanmamıştır.<sup>15,18</sup> Bilyalı patlama testi, bir pistonla tutturulmuş küresel bir kafadan oluşur ve malzeme testi amacıyla yüklü bir numuneye dik bir kuvvet uygulamak için kullanılır. WRNMMC 3D Medikal Uygulamalar Merkezi'nde titanyum ve plastik malzemelerin 3D baskısı kullanılarak bir bilyeli patlama aparatı geliştirilmiştir. Bu aparat daha sonra yaygın olarak kullanılan MTS Bionix Yük Çerçevesine yapıştırılmıştır. Döngüsel bir yorgunluk stresi uygulamak ve ardından başarısızlığa bir yük uygulamak için MTS için bir protokol geliştirilmiştir. Döngüsel stres kısmı, Sahoo ve arkadaşları tarafından sunulan fizyolojik bir modelden fitik ağını test etmek için uyarlanmıştır.<sup>15,19</sup> Modelimiz tarafından temsil

edilen yüzey alanına ayarlandığında, fizyolojik 0.25 Hz hızında 15 ila 120 N arasında salınan bir dizi 1000 kuvvet kontrollü döngü vermiştir.

Başka bir 28 Domuz örneği daha toplandı ve yukarıda belirtildiği gibi aynı şekilde incelendi. Supraumbilikal ve infraumbilikal bölümler (A ve B), DuraMesh grubu ile her ikisi de 1 cm aralıklarla yerleştirilmiş 1 PDS arasında değiştirildi. Bu, her iki sütür grubunun da her bir domuz örneğinde A ve B bölümleri arasında eşit bir dağılımla kullanılmasına izin verdi.

Yorulma gerilmesi tamamlandıktan sonra, doku 100 mm / dak hızında bir yüke maruz bırakıldı ve nihai kuvvet kaydedildi. Dokunun video destekli gözlemi, dikiş çekme ile birlikte maksimum kuvvetin oluştuğunu doğruladı. Dikiş çekme, aralıksız (sürekli) desenin bir atımının içinden geçtiği dokudan tamamen ayrıldığı an olarak tanımlandı (Şekil 3). İlk arıza momenti, kuvvet eğrisinde bir sapma olarak tanımlanabilirdi ve bu, kapanışın geri kalanını tehlikeye atmak için ek kuvvete ihtiyaç duyulup duyulmadığına bakılmaksızın, onarımın dayanabileceği maksimum kuvvet olarak tanımlandı.



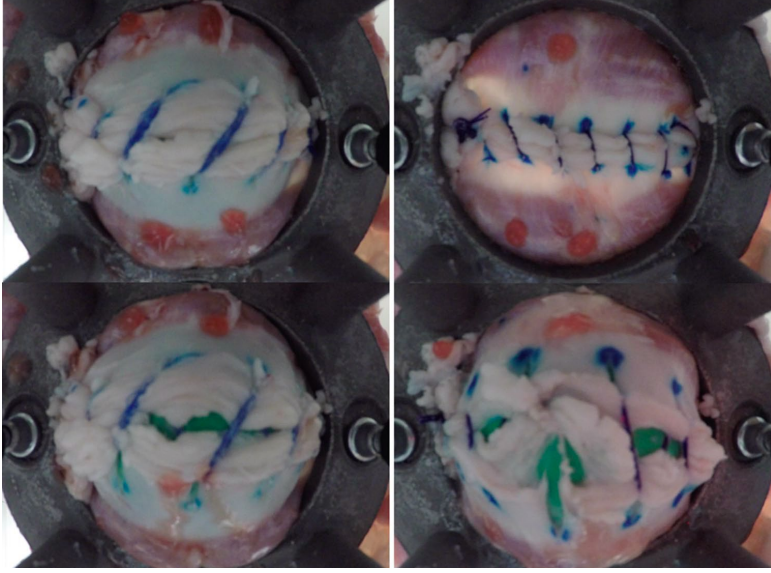
**Şekil 2.** Bilyalı patlama Aparatı-Sağ-Yeşil renkli plastik kafalı 3D baskılı titanyum. Üst kısım, aşağıdaki halkada tutulan numuneye kuvvet uygulamak için pistonla tutturulmuş küresel bir kafa içerir. Sol: Top-patlama aparatının bilgisayar destekli tasarım (CAD) görüntüsü. Bilyalı patlama aparatının halka çapı 7 cm'dir (renkli şekil online).

## İstatistiksel Analiz

Grup başına 14 örnek üzerinde bağımsız testler yapıldı. Nihai kuvvet verileri Student *T* testleri kullanılarak  $p < 0.05$  olarak tanımlanan istatistiksel olarak anlamlı farklarla ortalama  $\pm$  SEM olarak sunulmuştur.

## Sonuçlar

Sütür çekilmeden önce gözlenen ortalama maksimal kuvvet, kontrol 1 PDS (polidioksanon) çift ilmek grubuna (ortalama  $\pm$  SEM = 714.7  $\pm$  24.79 N) ( $p = 0.0095$ ) kıyasla 0 DuraMesh™ grubunda (ortalama  $\pm$  SEM = 850.1 N  $\pm$  40.73) daha yüksekti (Tablo 1 ve Şekil. 4).

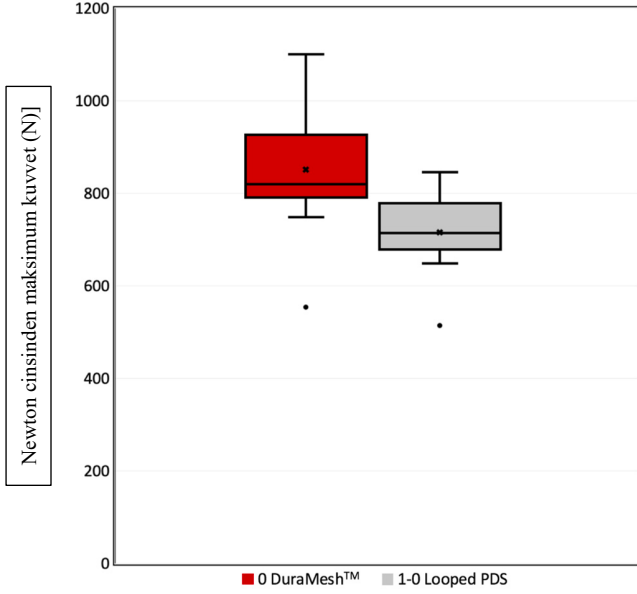


**Şekil 3** Ekran görüntüsü 0 DuraMesh (solda) ve 1 PDS çift ilmekli (sağda) laparotomi, top patlatma aparatı ile kapanma başarısızlığı. Doku örneği siyah halka ile sınırlandırılmıştır ve bilyeli patlama pistonu, numunenin dikişli bölümünden iterek yeşil renkte boyanmıştır. Üst satır, çekme işleminden önceki örnekleri gösterir ve alt satır çekme örneklerini gösterir.

**Tablo 1.** Dikiş çekme sırasında maksimum dayanma kuvveti.

2mm DuraMesh [Newton cinsinden kuvvet (N)]	1-0 ilmekli PDS [Newton cinsinden kuvvet (N)]
1100	815
1040	669
828	513
892	702
933	718
553	790
810	845
788	647
747	742
904	719
799	707
809	709
Ortalama: 850.1 N	Ortalama: 714.7 N

Newton cinsinden maksimum kuvvet (N)]



**Şekil. 4** Kutu ve Bıyık, dikiş tipine göre arızada maksimum kuvvetin (Newton cinsinden [N]) çizimidir. Başarısızlık dikiş çekme olarak tanımlanır.

Üst (A) ve alt (B) kontrol grupları da karşılaştırıldı ve farklılık bulunmadı ( $p$  değeri = 0.1882). Bu nedenle, bölümlerin gerilme mukavemetlerinde yaklaşık olarak eşit olduğu varsayılabilir.

Çalışma sırasında, örneklerden ikisi kavrama arayüzünde yırtılma sergilemiştir: biri kontrolden, diğeri deney grubundan. Bu nedenle, bu iki domuzdan alınan her iki örnek (A ve B) daha ileri analizlerden çıkarıldı. Diğer tüm numuneler dikiş hattında çekme sergiledi.

## Tartışma

Dikiş çekme, geleneksel cerrahi dikiş tasarımının bilinen bir sınırlamasından kaynaklanır - gerginlik altındaki dikiş dokuyu keser. Bu tasarım kusuru cerrahinin tüm alanlarını etkilese de, başarısız laparotomi kapanışlarının bir sonucu olarak yılda yaklaşık 400.000 ila 500.000 yeni insizyonel fitıkların üretildiği karın duvarından daha fazla dikiş çekme sorunu yoktur.<sup>7</sup> Son 100 yılda, çeşitli teknikler ve materyaller dikiş çekme olgusunu önlemeyi amaçlamıştır, ancak hiçbiri evrensel olarak etkili olduğunu kanıtlamamıştır.<sup>20</sup> Son zamanlarda, dikiş-doku arayüzünde daha fazla kuvvet dağılımı yoluyla insizyonel fitık oluşum insidansını azaltmak için küçük bir ısırick cerrahi tekniği önerilmiştir.<sup>21</sup> Küçük ısırickların laparotomi kapanması seviye 1 klinik kanıtlarla desteklenirken, modifiye cerrahi teknik ABD'deki cerrahlar arasında çekiş kazanamadı.<sup>5,6,9</sup>

Sütüre dayalı stratejilerin sınırlılıklarını kabul ederek, laparotomi kapanmasının profilaktik mesh büyütme (PMA) yöntemi, bu önemli ve kalıcı sorunu çözmek için alternatif bir yaklaşım olarak ortaya çıkmıştır. Her ne kadar giderek artan sayıda literatür PMA'nın fitık önlenmesinde etkinliğini göstermiş olsa da, artan cerrahi bölge komplikasyonları ve ilave teknik karmaşıklık tekniğin yaygın olarak benimsenmesini engellemiştir. Benzer şekilde, PMA'da kullanılan düzlemsel ağır enfeksiyonu endişesi, kirlenmiş veya acil bir ortamda kullanılmasını engeller.<sup>22,23</sup>

Fıtık önleme için sütür ve ağ tabanlı stratejiler arasındaki boşluğu gidermek için, yeni suturable mesh, Dura Mesh™, implantasyon için gereken yabancı madde miktarını ve cerrahi karmaşıklığı önemli ölçüde sınırlandırırken, düzlemsel bir ağ onarımının dayanıklılığını sağlamak için bilerek tasarlanmıştır. DuraMesh™ bunu, bir laparotomiye geleneksel sütürle aynı şekilde kapatmak için kullanılabilen içi boş delikli bir suturable mesh çok sayıda küçük filamentli polipropilen sütür dahil edilerek başarılır. Bu küçük filamentler, geleneksel sütürün önerdiğinden beş kat daha büyük, implante edilen materyal miktarının sadece iki katı olan bir sütür–doku arayüzü sağlar. Teknolojinin gücü sadeliğindedir - mevcut malzemelerin kullanımını, kullanımı daha kolay ve dikiş dokusu ara yüzü boyunca kuvvetleri daha iyi dağıtabilen bir yapıya optimize eder.

Bu daha büyük kuvvet dağılımının yararı, bu çalışmada özetlenen top patlaması modeli ile iyi gösterilmiştir. Sonuçlarımız, Dura Mesh™'in geleneksel sütüre göre kuvvet dağılım özelliklerinde, sütür çekme işleminin gerçekleştiği kuvveti belirgin şekilde artırarak belirgin bir iyileşme olduğunu göstermektedir. Dura Mesh™ grubu, kontrol grubundan 135.4 N daha yüksek bir kuvvetle dikiş çekme yaşadı. DuraMesh başarısızlığa karşı önemli ölçüde daha büyük bir direnç gösterirken, başarısızlık mekanizmalarının gruplar arasında da farklılık gösterdiğini belirtmek gerekir. Top patlaması testinin video gözlemi, geleneksel sütürün çok fazla engel olmadan dokuyu kesme eğiliminde olduğu tutarlı bir model tanımladı. Tersine, DuraMesh sık sık orta hat kapanması boyunca çekilmeye direndi; bunun yerine, başarısızlık DuraMesh™ kapanmasına yanal olarak ayrılmadan kaynaklanıyordu.

Sütür çekmeye karşı içsel direnç, makro gözenekli tasarım doku büyümesi için fırsat sağladığından, bu ex vivo çalışmanın in vivo olarak daha da arttırılabileceğini göstermiştir.<sup>12</sup> Bu doku takviyesi implantasyon sonrası daha da fazla kapanma mukavemeti sağlayabilir.<sup>24,25</sup> Düzlemsel örgülü bir kapatma ile karşılaştırıldığında, Dura Mesh™ kapatma orta hat ile sınırlıdır ve küçük filament yapısı biyouyumluluğu artırabilir ve skar (yara) tepkisini azaltabilir.

Bu çalışma Dura Mesh™ laparotomi kapanmasının potansiyel faydasını gösterirken, kabul edilmesi gereken birkaç sınırlama vardır. İlk olarak, karın duvarı kuvvetlerini simüle etmek için tüm ex vivo yöntemlerde sınırlamalar vardır. Top patlaması modelinin ölçeği, tam boyutlu bir laparotomi kapatma yapısının test edilmesine izin vermedi. Ek olarak, birincil sonuç ölçüsü olarak başarısızlığa kuvvet kullanımı, karın duvarının yaşadığı fizyolojik kuvvet aralığının çok ötesinde kuvvetler vermiştir. Bu sonuç ölçüsü, MTS tarafından oluşturulan kuvvet eğrisi üzerinde açıkça tanımlanabildiği ve arıza mekanizmasının video gözlemiyle kolayca ilişkilendirilebildiği için seçildi. Klinik olarak fıtık oluşumu daha çok kapanışta boşluklar oluşturan tekrarlayan kuvvetlerden kaynaklanan subtotal (alttoplam) yetmezliğinin sonucudur. Bu subtotal başarısızlık mekanizmasını fizyolojik kuvvetlerin döngüsel olarak uygulanmasıyla simüle etmek için bir girişimde bulunuldu, ancak sonuçta dikiş çekmeye karşı göreceli direnç gösteren verileri üretmek için tam başarısızlık gerekiyordu.

Son olarak, bu çalışmada test edilen ex vivo laparotomi kapanışları, doku entegrasyonu gerçekleştikten sonra onarım gücünü değerlendirmedir. Önceki çalışmalara dayanarak, Dura Mesh™ laparotomi onarımının gücünün doku entegrasyonu ile arttırılacağını varsayıyoruz<sup>26</sup>; Bununla birlikte, bu kavramı daha fazla araştırmak için ek testlere ihtiyaç vardır.

## Sonuç

Bu çalışmanın bulguları, bir suturable mesh yapısı kullanılarak sütür-doku arayüzünde daha fazla kuvvet dağılımının sağlanabileceği iddiasını desteklemektedir. Gelişmiş kuvvet dağılımının küçük ısırik laparotomi kapatma tekniğinin kullanımının temelini oluşturduğu göz önüne alındığında ve bu teknik ABD'de fitik önleme için henüz benimsenmemiştir, Dura Mesh™ laparotomi kapanması, insizyonel fitik oluşumuna yol açabilecek ilk dikiş çekilmesini ve yara açılmasını önlemek için uygulanabilir bir alternatif stratejiyi temsil edebilir. Bu çalışmanın bulguları, canlı hayvan çalışması veya klinik serilerin kullanımı ile daha da geliştirilebilir.

**Bilgilendirim:** Yazarlar, bu çalışmanın yürütülmesini koordine etme çabalarından dolayı Bayan Sonja Skeete'ye teşekkür etmek istiyorlar.

**Finansman:** Bu çalışmada kullanılan domuz dokusu ve materyalleri için finansman, Sağlık Bilimleri Üniformalı Hizmetler Üniversitesi ve Cenevre Vakfı (Savaş Savaşçıları için Teknolojiyi Dönüştürme [TTW] HU00011820013) aracılığıyla sağlandı. Bu finansman kaynaklarının çalışma tasarımında, verilerin toplanmasında / analizinde / yorumlanmasında veya bu raporun yazılmasında hiçbir rolü olmamıştır.

### Uyum ve etik standartlar

**Çıkar çatışması:** Yazarlar bu çalışmada kullanılan Dura Örgü örneklerini üretici firma Mesh Sütür A.Ş.'den ücretsiz olarak almışlardır. Örgü Sütür A.Ş. çalışma tasarımını, çalışma yürütmesini, veri toplama, çalışma verilerinin analizini veya çalışma verilerini yayma kararını başka şekilde etkilememiştir. Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ediyorlar.

**Etik onay:** Hayvanların bakımı ve kullanımı için geçerli tüm uluslararası, ulusal ve / veya kurumsal yönergelerle uyuldu. Bu çalışmada yapılan tüm deneyler, ABD'nin mevcut yasalarına uygundur.

**İnsan ve hayvan hakları:** Bu makale, yazarlardan herhangi biri tarafından gerçekleştirilen insan katılımcılarla yapılan hiçbir çalışmayı içermemektedir. Hayvan dokusu ile ilgili tüm prosedürler, kurumumuzun etik standartlarına ve Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Bethesda, MD'deki Üniformalı Hizmetler Üniversitesi'ndeki Kurumsal Hayvan Bakım ve Kullanım Komitesine uygun olarak gerçekleştirildi.

**Bilgilendirilmiş onay:** Bu makale, yazarların hiçbiri tarafından gerçekleştirilen insan katılımcılarla yapılan çalışmalarını içermemektedir. Bu nedenle bilgilendirilmiş onay gerektiren tanımlanabilir bir veri yoktur.

## Referanslar

1. Fink C, Baumann P, Wentz MN, Knebel P, Bruckner T, Ulrich A, Werner J, Büchler MW, Diener MK (2014) Incisional hernia rate 3 years after midline laparotomy. *Br J Surg.* <https://doi.org/10.1002/bjs.9364>
2. Mudge M, Hughes LE (1985) Incisional hernia: a 10 year prospective study of incidence and attitudes. *Br J Surg.* <https://doi.org/10.1002/bjs.1800720127>
3. Nieuwenhuizen J, Eker HH, Timmermans L, Hop WCJ, Kleinrensink G, Jeekel J, Lange JF (2013) A double blind randomized controlled trial comparing primary suture closure with mesh augmented closure to reduce incisional hernia incidence. *BMC Surg.* <https://doi.org/10.1186/1471-2482-13-48>
4. Seiler CM, Bruckner T, Diener MK, Pappan A, Golcher H, Seidlmayer C, Franck A, Kieser M, Büchler MW, Knaebel H (2009) Interrupted or continuous slowly absorbable sutures for closure of primary elective midline abdominal incisions: a multicenter randomized trial (INSECT: ISRCTN24023541). *Ann Surg.* <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e31819ec6c8>
5. Hope W, Watson L, Menon R, Kotwall C, Clancy T (2010) Abdominal wall closure: resident education and human error. *Hernia.* <https://doi.org/10.1007/s10029-010-0691-y>
6. Williams Z, Williams S, Easley H, Seita H, Hope W (2017) An evaluation of abdominal wall closure in general surgical and gynecological residents. *Hernia.* <https://doi.org/10.1007/s10029-017-1682-z>
7. Deerenberg EB, Harlaar JJ, Steyerberg EW, Lont HE, van Doorn HC, Heisterkamp J, Wijnhoven BP, Schouten WR, Cense HA, Stockmann HB, Berends FJ, Dijkhuizen FP, Dwarkasing RS, Jairam AP, van Ramshorst GH, Kleinrensink G-J, Jeekel J, Lange JF (2015) Small bites versus large bites for closure of abdominal midline incisions (STITCH): a double-blind, multicentre, randomised controlled trial. *Lancet.* [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)60459-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60459-7)
8. Harlaar JJ, van Ramshorst GH, Nieuwenhuizen J, Joost G, Hop WCJ, Kleinrensink G-J, Jeekel H, Lange JF (2009) Small stitches with small suture distances increase laparotomy closure strength. *Am J Surg.* <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2008.10.018>
9. Morris ZS, Wooding S, Grant J (2011) The answer is 17 years, what is the question: understanding time lags in translational research. *J R Soc Med.* <https://doi.org/10.1258/jrsm.2011.11018010>
10. Carlson MA (1997) Acute wound failure. *Surg Clin N Am.* [https://doi.org/10.1016/S0039-6109\(05\)70571-5](https://doi.org/10.1016/S0039-6109(05)70571-5)
11. Xing L, Culbertson EJ, Wen Y, Franz MG (2013) Early laparotomy wound failure as the mechanism for incisional hernia formation. *J Surg Res.* <https://doi.org/10.1016/j.jss.2012.09.009>
12. Souza J, Dumanian Z, Gurjala A, Dumanian G (2015) In vivo evaluation of a novel mesh suture design for abdominal wall closure. *Plast Reconstr Surg.* <https://doi.org/10.1097/PRS.0000000000000910>
13. Wallace SJ, Mioton LM, Havey RM, Muriuki MG, Ko JH (2019) Biomechanical properties of a novel mesh suture in a cadaveric flexor tendon repair model. *J Hand Surg.* <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2018.11.016>



14. Hernández-Gascón B, Mena A, Peña E, Pascual G, Bellón J, Calvo B (2013) Understanding the passive mechanical behavior of the human abdominal wall. *Ann Biomed Eng.* <https://doi.org/10.1007/s10439-012-0672-7>
15. Sahoo S, DeLozier KR, Erdemir A, Derwin KA (2015) Clinically relevant mechanical testing of hernia graft constructs. *J Mech Behav Biomed Mater.* <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2014.10.011>
16. Cooney GM, Lake SP, Thompson DM, Castile RM, Winter DC, Simms CK (2017) The suture pullout characteristics of human and porcine linea alba. *J Mech Behav Biomed Mater.* <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2017.01.033>
17. Lim J, Hong J, Chen WW, Weerasooriya T (2011) Mechanical response of pig skin under dynamic tensile loading. *Int J Impact Eng.* <https://doi.org/10.1016/j.ijimpeng.2010.09.003>
18. Freytes DO, Rundell AE, Vande Geest J, Vorp DA, Webster TJ, Badylak SF (2005) Analytically derived material properties of multilaminated extracellular matrix devices using the ballburst test. *Biomaterials.* <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2005.01.070>
19. Klinge U, Klosterhalfen B, Conze J, Limberg W, Obolenski B, Ottinger AP, Schumpelick V (1998) Modified mesh for hernia repair that is adapted to the physiology of the abdominal wall. *Eur J Surg.* <https://doi.org/10.1080/110241598750005138>
20. Harris HW, Hope WH, Adrales G, Andersen DK, Deerenberg EB, Diener H, Dumanian G, East B, Fischer JP, Ureña MAG, Gibeily GJ, Hansson BM, Hernández-Granados P, Hiles MC, Jeekel J, Levinson H, Lopez-Cano M, Muysoms F, Pereira JA, PrudhommeM, Ramaswamy A, Stabilini C, Torkington J, Valverde S, Young DM (2018) Contemporary concepts in hernia prevention: selected proceedings from the 2017 International Symposium on Prevention of Incisional Hernias. *Surgery.* <https://doi.org/10.1016/j.surg.2018.02.020>
21. Muysoms F, Antoniou S, Bury K, Campanelli G, Conze J, Cuccurullo D, de Beaux A, Deerenberg E, East B, Fortelny R, Gillion J-, Henriksen N, Israelsson L, Jairam A, Jänes A, Jeekel J, López-Cano M, Miserez M, Morales-Conde S, Sanders D, Simons M, Śmietański M, Venclauskas L, Berrevoet F (2015) European Hernia Society guidelines on the closure of abdominal wall incisions. *Hernia.* <https://doi.org/10.1007/s10029-014-1342-5>
22. García-Ureña M, López-Monclús J, Hernando LA, Montes D, Valle de Lersundi A, Pavón C, Ceinos C, Quindós P (2015) Randomized controlled trial of the use of a large-pore polypropylene mesh to prevent incisional hernia in colorectal surgery. *Ann Surg.* <https://doi.org/10.1097/SLA.00000000000001116>
23. Bevis PM, Windhaber RAJ, Lear PA, Poskitt KR, Earnshaw JJ, Mitchell DC (2010) Randomized clinical trial of mesh versus sutured wound closure after open abdominal aortic aneurysm surgery. *Br J Surg.* <https://doi.org/10.1002/bjs.7137>
24. Bellón JM, Buján J, Contreras L, Hernando A (1995) Integration of biomaterials implanted into abdominal wall: process of scar formation and macrophage response. *Biomaterials.* [https://doi.org/10.1016/0142-9612\(95\)98855-8](https://doi.org/10.1016/0142-9612(95)98855-8)
25. Jordan S, Fligor J, Janes L, Dumanian G (2018) Implant porosity and the foreign body response. *Plast Reconstr Surg.* <https://doi.org/10.1097/PRS.00000000000003930>
26. Dumanian GA, Tulaimat A, Dumanian ZP (2015) Experimental study of the characteristics of a novel mesh suture. *Br J Surg.* <https://doi.org/10.1002/bjs.9853>

**Yayıncının Notu:** Springer Nature, yayımlanan haritalarda ve kurumsal bağlantılarda yargı iddiaları konusunda tarafsız kalır.