

# Vasküler Travmalar ve Cerrahisi

Erhan Renan Uçaroglu<sup>1</sup>

## Özet

Majör vasküler travma kan damarlarında (arterler ve venler) 4 mm'den büyük yaralanmalar olarak tanımlanmaktadır (1). Vasküler travma çeşitli nedenlerle oluşabilir: çatışma bölgelerinde penetran ve patlama yaralanması, terörist saldırılar, trafik kazaları ya da yüksekten düşmeye bağlı künt travmalar ve modern invaziv tıptan kaynaklanan iatrojenik travmalar. Bu yaralanmalar sıklıkla önemli kafa, yumuşak doku ve/veya iskelet yaralanmaları ile ilişkilidir. majör travmadan sonra masif kanama, önlenebilir ölümün önde gelen bir nedenidir. İatrojenik travma dahil olmak üzere künt ya da penetran travma hızlı kan kaybı veya katastrofik hipoperfüzyona bağlı son organ hasarına yol açabilir.

## GİRİŞ

Majör vasküler travma kan damarlarında (arterler ve venler) 4 mm'den büyük yaralanmalar olarak tanımlanmaktadır (1). Vasküler travma çeşitli nedenlerle oluşabilir: çatışma bölgelerinde penetran ve patlama yaralanması, terörist saldırılar, trafik kazaları ya da yüksekten düşmeye bağlı künt travmalar ve modern invaziv tıptan kaynaklanan iatrojenik travmalar. Bu yaralanmalar sıklıkla önemli kafa, yumuşak doku ve/veya iskelet yaralanmaları ile ilişkilidir. majör travmadan sonra masif kanama, önlenebilir ölümün önde gelen bir nedenidir. İatrojenik travma dahil olmak üzere künt ya da penetran travma hızlı kan kaybı veya katastrofik hipoperfüzyona bağlı son organ hasarına yol açabilir.

Bugün travma ekipleri resüsitasyona başlanabilmesi ve şok, hipotermi ve koagülasyon ölümcül üçlüsünden kaçınılması bakımından kanama kontrolünün hızlıca yapılması gerektiğini kabul etmektedir. Başta hasar kontrol cerrahisi (DCS) olmak üzere modern travma protokolleri stabil olmayan hastalarda kanama kaybı kontrolünün acilen yapılmasını önceliklendirmektedir. Devam eden hemorajik kayıpların en aza indirilmesi ile resüsitasyonun optimizasyonu ve doku perfüzyonunun etkili bir şekilde restorasyonunu ko-

1 İzzet Baysal Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kalp Damar Cerrahisi, erhan.renan@yandex.com, Orcid: 0000-0003-3655-1595

laylaştırılmaktadır. Damar hasarının kontrolünden kesin kontrolünden önce hipotansiyon teşvik edilmektedir.

Fizyolojik kolapsın yaklaşmakta olduğu stabil olmayan hastalar, etkili triaj ve DCS için hızlı izlem ile erkenden saptanmalıdır. Vasküler cerrahlar, çok sayıda kombine açık cerrahi ve endovasküler teknikle kanama kontrolü ve vasküler rekonstrüksiyon sunan travma ekibinin kilit üyeleri haline gelmiştir (2, 3, 4). Bu bölümde vasküler travmaların tarihçesi, sınıflandırılması, epidemiyolojisi, mekanizmaları, tanısı ve cerrahi tedavisine yönelik bilgiler güncel literatür eşliğinde ele alınmaktadır.

## TARİHÇE

Damarlardan kanamalı travma antik çağlardan beri tedavi edilmektedir. Manuel kompresyon, koterizasyon ve proksimal/distal ligatürler gibi kanamanın kontrolünde modern çağda kullanılan pekçok teknik M.Ö. 1000 yılından önce tarif edilmiştir. Vasküler travmayı takiben hemorajinin kontrolü insanlarda taş devrinden beri endişe konusu olmuş ve kompresyon, sıcak demir, soğuk ve bandajlama gibi uygulamalar kanın dururulmasında kullanılmıştır (5). Ortaçağ boyunca koter, neredeyse yalnızca hemostazı sağlamak amacıyla kullanılmıştır. Bir ordu cerrahı olan Jerome of Brunswick, ligatür kullanımını kanamayı durdurmanın en iyi yolu olarak tarif etmiştir. Hemos-tatin en erken versiyonu olan Ambrose Pare'nin "Bec de Corbin"i 1500'li yıllarda açıklanmıştır (6).

1759, 1762 ve 1882 yıllarındaki vasküler onarım olgu raporları haricinde zedelenen damarların klinik onarımındaki tüm ilerlemeler son 123 yılda yapılmıştır. Birinci Dünya Savaşı, Kore Savaşı ve Vietnam Savaşı'nda askeri cerrahlar tarafından operatif onarım tekniklerinde olağanüstü ilerlemeler kaydedilmiştir. Bu şekilde, küçük ama sürekli keşiflerden ve savaş benzeri eylemlerin devamından, bilgide, homeostaz tekniklerinde ve damar onarımında büyük ilerlemeler sağlanmıştır. Amerika Birleşik Devletleri'nde 1960'lı yıllardan beri sivil penetran yaralanmalardan kaynaklanan sivil kentsel travma, sivil travma cerrahları tarafından kaydedilen ilerlemelerde önemli bir faktör olarak yer almıştır. Bu ilerlemeler şunları içermektedir (7):

- Eketremitelerden kanamanın kontrolü için turnikelerin dönüşü
- Kan ile resüsitasyon için gelişmiş teknikler
- Periferik vasküler yaralanmanın saptanması amacıyla fiziksel muayene ve arteriyel basınç indeksinin değerinin anlaşılması
- Dupleks ultrasonografi ve CT-arteriyografinin (CTA) kullanılması

- Büyük safenöz venin düzeltilmesi için gelişmiş teknikler
- Politetrafloroetilen greftlerin kullanılması
- Balon kateter tamponadı, geçici intraluminal şantın kullanılması ve extraanatomik bypass gibi inovatif yaklaşımlar
- Yaralı ekstremitelerde kompartıman sendromlarının daha erken fark edilmesi.

Tüm bu operatif ilerlemeler ve endovasküler tekniklerin kullanılmaya başlanmasına rağmen hastalar halen modern vasküler travma ekibini zorlayan kompleks vasküler lezyonlarla başvurablmektedir.

## TRAVMA MEKANİZMALARI

Yaralanmanın mekanizmasının bilinmesi, patofizyolojik yanıtın öngörülmesinde yardımcı olabilir. Vasküler travmalarda yaralanma paternleri sıklıkla kompleks olmakla birlikte genel olarak 'künt', 'penetran' ve 'patlama' yaralanmaları olarak incelenebilir.

### Künt yaralanma

Künt yaralanma genellikle trafik kazaları, düşme ya da darptan kaynaklanmakta olup, darbe kuvvetinin doğrudan aktarılmasının ve hızlı yavaşlamanın dolaylı deformasyon etkilerinin sonucu oluşmaktadır. Künt yaralanmada darbe kuvveti büyüklük (yani kinetik enerji ve uygulama alanı), süre ve uygulamanın yönünden dolayı değişmektedir. Majör iskelet travması sıklıkla spesifik vasküler yaralanma paternleri ile ilişkilidir:

- Sternal veya ilk kaburga kırıkları ile birlikte torasik aort ve büyük damar yaralanmaları
- Pelvik kırıklarla iliak damar yaralanmaları
- Dirsek ve diz dislokasyonuylar brakial ve popliteal arter yaralanmaları

Hızlı yavaşlama sırasında mediastinal yapıların deformasyonu, ligamentum arteriosum tarafından fiksasyonunda inen torasik aortanın transeksiyonuna veya yırtılmasına neden olabilir. Yüksekten düşme ya da trafik kazaları gibi yüksek enerjili yaralanmalar sıklıkla kafa, toraks, pelvik ve abdomende birden fazla yaşamı tehdit edici yaralanmaları içermekte olup, masif kan kaybı riski mevcuttur. Künt travma, belirgin kanama olmadan daha incelikli damar kontüzyonuna veya intimal bozulmaya neden olabilir ve gecikmiş damar oklüzyonunun riskine ve sonuçlarına karşı dikkatli olunmalıdır (8).

### Penetran yaralanma

Penetran yaralanma, kullanılan nesnenin karakteristiklerine (şekil, kütle, hız ve kinetik enerji), etki noktasına ve bütçü boyunca yörüngesine bağlıdır. Bıçaktan kaynaklanan bir kesici-delici alet yaralanması düşük hız ve düşük enerjili olarak düşünülür, ancak yörüngesinin kalbe ya da majör kan damarlarına rastlaması durumunda yaralanma ölümcül olabilir (9). Mermi gibi nesnelere kinetik enerji ( $KE=1/2 \text{ kitle} \times \text{hız}^2$ ), hızın iki katına çıkmasıyla birlikte dört katına çıkar. Yüksek hızlı mermiler mermi yörüngesi boyunca doğrudan yaralanmalara yol açar ve aynı zamanda boyuna şok dalgaları ve enine kavitasyonel kayma dalgaları oluşturarak dolaylı enerjiyi çevredeki dokulara dağıtır. Bu kavitasyon etkisi beyin ya da solid organlar gibi inelastik dokularda yıkıcı olabilir (10). Kemiğe çarpan mermi parçaları, yıkıcı ikincil parçalar oluşturabilir. Başta arteriyel kanülasyondan kaynaklananlar olmak üzere iatrojenik penetran yaralanmalar kanama, psödoanevrizma, arteriyovenöz fistül, diseksiyon veya trombotik oklüzyona neden olabilir (11).

### Patlama yaralanmaları

Patlamalar, civil travmada nadir görülen benzersiz yaralanma paternlerine neden olur. Birincil aşırı basınç dalgasının neden olduğu patlama akciğeri, örneğin terör saldırılarının ardından yaşanan sık ölüm nedenlerinden biridir (12). Diğer patlama yaralanmaları “künt” veya “delici” olarak kabul edilebilir ve uçuşan enkaz, patlayıcı cihaz parçaları ve kişinin patlama rüzgarıyla fırlatılmasından kaynaklanan yaralanmaları içerir (13). Patlama kapalı bir alan içinde meydana geldiğinde yukarıda sayılanların tümü yanıklar, ezilme yaralanması, kafa yaralanması ve duman soluma ile birleşebilir.

## SINIFLANDIRMA

Vasküler yaralanmanın genel sınıflandırması Şekil 1’de görülmektedir.

Şekil 1. Vasküler yaralanmaların genel sınıflandırılması



**Spazm:** Bir damara gelen travma lokalize vaskülatürün spazmına neden olup, distal kan akışının azalmasına ve distal olarak fonksiyone hasara yol açar (5).

**Tromboz:** Bir arterin intimasına gelen yaralanmayı takiben zaman içinde oluşan tromboz, damarın kısmen veya tamamen tıkanmasına yol açar ya da tersine çevrilebilir segmentak spazma maruz kalır (14).

**Kontüzyon/İntimal Flep:** Sarsıcı kuvvet veya ekstra esneme, damarın intimasında yırtılmaya neden olur. Beş mm'den küçük flepler kan akışını anlamlı derecede durdurmaz, ancak nidus veya tromboz haline gelir. Büyük flepler ise damarın lümenine çıkıntı yaparak kısmi oklüzyon ve distal iskemi semptomlarına neden olur (15).

**Laserasyon/Transeksiyon:** Laserasyon ve transeksiyon, en yaygın olarak künt travmadan ve ayrıca damarda düzensiz yırtıklara veya diğer doku yaralanmalarıyla ilişkili segmental kayba neden olan yüksek hızlı silahlardan kaynaklanır. Bu şekilde kesilen bir arter genellikle kan kaybını sınırlayacak şekilde daralır ve geri çekilir. Boyuna veya kötü şekilde yırtılmış bir damar kan kaybını sınırlayamaz ve daha fazla kan kaybına neden olur. Bu tür yaralanmalar olguların %80-85'ini oluşturur (16).

**Arteriyovenöz (A-V) Fistül:** Arter ve bitişik venin yaralanması, ikisi arasında düşük basınca (arterden vene) doğru yönlendirilen yüksek basınçlı akış ile bir bağlantının gelişmesine neden olarak yetersiz perfüzyon ve damarların distansiyonuna yol açabilir. Santral damarlardaki herhangi bir A-V fistülü konjestif kalp hastalığına neden olur ve prezentasyonu genellikle geç olur (17).

**Anevrizma ve Psödoanevrizma:** Gerçek bir anevrizma damar duvarının tüm tabakalarını (intima, medya ve adventisya) içerir ve nadiren travmadan kaynaklanır. Daha yaygın olarak travmayı takiben psödoanevrizma oluşur (18).

## EPİDEMİYOLOJİ

Travma 44 yaşından küçük bireylerde ölümün önde gelen nedenlerinden biri olup, akut ve uzun vadeli bakım için topluma büyük bir yük getirmektedir. Vasküler travma, dünya genelinde acil servislere başvuran tüm travmalı hastaların %3'ünü oluşturmaktadır. Vasküler travmalar nispeten az sayıda olup, tüm hastaların %0.67'sine karşılık gelmektedir (19). Dünya çapında sivillerde yıllık vasküler travma olguları 0.9-2.3/100,000 olarak tahmin edilmektedir (20). Amerika Birleşik Devletleri ve Avustralya'da vasküler travmalara bağlı mortalite oranı sırasıyla %20 ve %26'dır (21). Bununla birlikte

raporlama sistemi eksikliği nedeniyle pekçok ülkede vasküler travmaların insidansı tam olarak bilinmemektedir.

Travma mekanizması ile ilişkili olarak üç türde vasküler travma mevcuttur: penetran, kapalı ve iatrojenik. Birleşik Krallıkta bir travma hastanesinde yapılan bir çalışmada penetran travmanın %56 ile en yaygın mekanizma olduğu saptanmış olup, bu oran diğer çalışmalarla da tutarlıdır (21, 22, 23). Bu travma türü daha ciddi vasküler yaralanmaya yol açmakta olup, daha yüksek bir mortalite oranına (%26 vs %10), daha yüksek bir uzuv amputasyonu oranına (%12) ve daha uzun hastanede kalış süresine neden olmaktadır (23).

Vasküler travma son derece morbid olup, belirli koşullar altında hızlı kan kaybına neden olabilir. Ekstremitelerde damarları vasküler yaralanmaların %70-90'ini oluştururken, vasküler travmaların %10-15'i servikal bölgede ve %5-10'u torsoda oluşmaktadır (24, 25, 26). Yapılan çalışmalarda üst ekstremitelerdeki arteriyel yaralanmalarda en yaygın yaralanma brakial arterde saptanmış olup (%40), bunu aksiller arter (%30), ulnar ve radyal arterler (%25) izlemiştir (27). Alt ekstremitelerde ise en çok derin femoral arter yaralanmakta olup (37.2%), bunu popliteal arter (30.7%), krural arter (%11) ve femoral arter (%8.7) izlemiştir (28).

## **PATOFİZYOLOJİ**

Major vasküler travmada yaşam, üç yolla tehdit edilir:

- Hemoraji
- İskemi
- Sistemik inflamatuvar yanıt sendromu (SIRS)

## **HEMORAJİ**

İlk 48 saat içinde travmadan ölümlerin yarısı kanamaya bağlanmaktadır. Hemoraji görünür kanama ile açık veya bir vücut kavitesibe veya boşluğuna içten açık şekilde gizli olabilir. Masif kanama (hemoraji) geniş bir şekilde 24 saatte kan hacmi kaybı, 3 saat içinde kanın yarısının kaybı veya 150 mL/dak'yı geçen kan kaybı olarak tanımlanmaktadır (29). Klinik belirtilerde önemli derecede değişkenlik olmakla birlikte <90 mmHg'lik sistolik kan basıncı ve >100 bpm'lik kalp atış hızı pragmatik olarak kanamaya işaret eder.

Kan kaybının tehlikeleri 'letal üçlü' olarak bilinen koagülopati, hipotermi ve asidoz ile birleşebilir. Doku hasarı ile başlayan travma ile ilişkili koagülopati, genellikle transfüzyonun dilüsyonel etkileri ile şiddetlenir ve hipotermi ve asidoz ile birleşir. Koagülopati, kanama ile başvuran travma hastalarının üçte birinde, masif kanama ile başvuranların ise tümünde görülür. Travmatik

koagülopati varlığı SIRS, çoklu organ yetmezliği ve ölümleri önemli derecede artırır (30).

## İSKEMİ

İskemi, bir organa ya da vücudun bir kısmına yetersiz kan temini olarak tanımlanabilir. Direkt arteriyel yaralanma ve oklüzyon oksijenli kan teminini bozacaktır. Beyin veya kalp gibi yüksek metabolik hıza sahip yaşamsal organlar, “beyin felci” veya “kalp krizi” nedeniyle dakikalar içinde hasar görür. Uzunlar gibi dinlenmede daha düşük metabolik talepleri bulunan önemli vücut kısımları ise kalıcı yaralanma ve fonksiyon kaybından birkaç saat öncesine kadar sağ kalabilir. İskemi ayrıca kardiyojenik şok (myokardiyal depresyonda pompa başarısızlığı) ya da hipovolamik şok (kan kaybı) gibi düşük akışlı durumlardan da kaynaklanabilir. Kan hacminin %30’dan fazlasının kaybına bağlı hemorajik şok, kan basıncının düşmesine ve doku perfüzyonunun bozulmasına, ardından organ disfonksiyonuna veya yetmezliğine yol açar (31).

## Sistemik inflamatuvar yanıt sendromu

Masif hemorajide SIRS’ı provoke etmek üzere lokal doku zedelenmesi potansiyeli mevcuttur. Lokal doku yaralanması ve hücresel bütünlüğün bozulması, pro-inflamatuvar araçların dolaşımını sağlar. Global doku hipoksisi ile şok lokal doku hasarını sistemik bir sürece dönüştürebilir. Hücresel kan bileşenleri ve vasküler endotelyum arasındaki etkileşim, kontrol edemez ise konak için zararlı olan SIRS haline gelen proinflamatuvar aracı salınımının bir amplifikasyon kaskadını ve immün hücre aktivasyonunu başlatır. Travmayı takiben sitokin ve inflamatuvar araçların serum konsantrasyonları artar. SIRS kontrol edilmediğinde multi-organ disfonksiyon sendromuna (MODS) ve ölüme yol açar (32).

## TANI

Vasküler lezyonların tanısı ayrıntılı bir fiziksel muayene ile konulur. Sert işaretlerin bulunması yüksek bir vasküler travma şüphesi ile ilişkili olup (%100), yabış negatif oranı %0.7’dir; bu belirtiler cerrahi eksplorasyon için endikedir (33, 34). Yumuşak işaretler klinisyeni vasküler yaralanmaya yönlendirir, ancak acil cerrahi eksplorasyon için endike değildir; bu hastalar tamamlayıcı tetkiklerden geçer; bu işaretlerin varlığı yaklaşık olarak %63’lük bir vaküler yaralanma insidansı ile ilişkilidir (27, 35). Yumuşak belirtiler hastaneye yatış ve 24-48 saat gözetim için endikedir ve acil olarak explore edilmemelidir, çünkü yaralanma ihtimali düşüktür (36).

Ayak bileği-kol indeksinin penetran kaynaklı vasküler lezyonları saptamadaki duyarlılığı %100 olup, bazı serilerde kapalı travmada lezyonların saptanmasında kullanılmıştır. Ayak bileği-kol indeksi kolayca erişilebilir olup, vasküler travma tanısında iyi sonuçlar vermektedir (37). Pulse oksimetre durumunda vasküler injuri şüphesi söz konusudur, ancak bu vasküler travmasını ne doğrulayabilir ne de dışlayabilir (38).

Eko-Doppler son derece bağımlı bir testtir, ancak kesinlik arz etmez. Bir Doppler sinyalinin varlığı yanlış güvenlik dugusuna neden olur ve yaralanma yokluğunu doğrulamaz. Buna karşılık palpabl, fakat azalan nabız varlığında Doppler olası bir tanıya rehberlik yapabilir, ancak yaralanma yokluğunu belgeleyemez (39).

Renkli akışlı Doppler ultrasonunda sesler sayısallaştırılmış görsel işaretlere dönüştürülür. Transdusere doru akış kırmızı, transduserden uzaklaşan akış ise mavi görünür. Akış sayısal formatta olduğu için ölçülebilir.

Dubleks ekonun sınırlılığı operatöre bağlı olmasıdır. B-modu pulse dalgalarıyla Doppler eko ike birleşerek yırtıklar, tromboz, psödoanevrizmalar ve arteriyovenöz fistüllerin saptanmasına olanak sağlar. Sensitivite ve spesifitesi yüksek olup, bu nedenle eğitimli personel için bir tarama yöntemi olarak kabul edilmektedir (36, 40).

Anjiyografi vasküler travma yaralanmalarının tanısında altın standard olarak devam etmekte olup, kesin bir sonuca ulaşılan kadar endovasküler veya geçici kontrol tedavisi yapılmasına olanak sağlar (41).

Manyetik rezonans anjiyografinin (MRA) bir dizi özelliği bu yöntemi vasküler riskin değerlendirilmesi için uygun kılmaktadır. MRA'nın başlıca avantajı geniş bir vasküler bölgeyi kapsaması ve non-invaziv olarak üç boyutlu ortamda bilgi sağlamasıdır. Elde edilen 3D setler ildili damarların çeşitli formatlarda görünmesine olanak sağlar ve dilimler, herhangi bir projeksiyon formatında yönlendirilebilir. MRA başlıca vasküler lümenin görüntülenmesinde kullanılmıştır, ancak MRA'nın damar cidarını görüntüleyerek hastalık sürecini betimlemesine olan ilgi de artmıştır (42).

Intra-arterial dijital subtraksiyon anjiyografi (DSA) yeni sistemle mükemmel görüntüler iletebilmektedir. Daha az kontrast maddesi alımı ile çok hızlı çerçeve oranları gibi avantajları olmakla birlikte nispeten küçük alan alt ekstremitelerde DSA'nın rolünü kısıtlamaktadır (43).



## HASAR KONTROL CERRAHİSİ

Bilinen yaralanma paterni, mevcut fizyoloji ve başlangıç resüsitasyonuna yanıtı dayalı olarak kan kaybının kapsamı erkenden tahmin edilmelidir. Kan kaybı açık olabilir, ancak dengesiz fizyoloji varlığında veya ilk resüsitasyona yanıt vermeme durumunda abdominal ve göğüs kavitelerinde ya da pelvisten veya uzun kemiklerden gizli kan kaybı araştırılmalıdır. Majör vasküler travma bulunan stabil olmayan hastalarda acil cerrahi ve endovasküler kanama kontrolü yapılması önceliklidir. Sivil pratikte, vasküler yaralanmalar genellikle tek bir anatomik bölgeye izoledir ve hemoraji kontrolü ile perfüzyonun restorasyonu öncelikli iken, bu yaralanmalar sıklıkla yaşamı tehdit edici olmayıp, öncelik fonksiyonun en iyi şekilde normale döndürülmesidir.

### Acil kanama kontrolü

Vasküler travma bulunan hemodinamik olarak stabil olmayan hastada kanamanın erken kontrolü zorunludur. Özellikle künt travmada vasküler yaralanmalar vücut kaviteleri gibi anatomik olarak kısıtlı alanlarda ise endovasküler seçenekler düşünölmelidir. Dış kanama durumunda geçici kontrol bası (direkt veya dolaylı), kompresif badajlama, hemostatik pansuman ve turnikelerle sağlanabilir. Spesifik hemostatların topikal ajanlar veya emprenye pansumanlar olarak uygulanmasının üstünlüğünü öne süren hiçbir inandırıcı kanıt ortaya çıkmamıştır. Dış kanamanın kapsamına ve bölgesine bağlı olarak iskemi süresi ve kan kaybının ilerlemesine karşı dikkatli olunurken, kanamanın erken kesin kontrolünü elde etmek için kademeli artış politikası benimsenmelidir. Bir vücut kavitesindeki aktif iç kanama dış basınçla kontrol edilemez ve endovasküler ya da cerrahi yaklaşımlarla kontrol edilmelidir. Son zamanlarda her ikisinin birlikte kullanılmasında artış söz konusudur (44).

### UZUV TURNİKESİ

Bir ekstremite yarısından majör kanama halinde geçici kontrol, kanama noktasının proksimalinde turnike uygulaması ile sağlanabilir. Turnike uygulamasının kan kaybını azalttığına ve majör uzuv travmalarında sonuçları iyileştirdiğine dair askeri deneyimlerden elde edilen önemli kanıtlar vardır (45). Uzun uygulama (2 saatten fazla) doku ve sinirlere sekonder basınç ve iskemi riskine yol açar, ancak bu durum hızlı triaj ve kesin cerrahi kontrol ile önlenabilir. Ekstremitte kanamasında (kasık veya aksilla) arteriyel iç akışın proksimal 'basınç noktası' ile kontrolünün bir etkisi bulunmaktadır, ancak bu diğer kontrol ataştırılırken geçici bir önlemdir.

## VASKÜLER TRAVMANIN CERRAHİ TEDAVİSİ

Genel olarak cerrahi yaklaşımında toraks, abdomen ve ekstremitelerde uygulanan standart ekpozür ilkeleri takip edilir ve cerrahi yaklaşım, şüpheli yaralanma bölgesi tarafından dikte edilir (46).

Güvenli proksimal vasküler kontrol ihtiyacı ve çok yönlülük insizyon seçimini etkiler. Boyunda oblik antero-lateral bir insizyon, proksimal olarak sternotomiye uzatılabilir (7). Toraksta, kalp ve proksimal büyük damarlar için bir sternotomi ve torasik aorta için bir sol lateral torakotomi, ‘istiridye kabuğu’ bir torakotomi için sternum boyunca uzatılabilir. Abdomende, uzantılı dikey bir orta hat insizyonusternum veya lateral torakstan gerektiği gibi kullanılır (47). Ekstremitelerde: üst ekstremitte - gerektiğinde proksimale infra- veya supra-klaviküler yaklaşımlara uzanan antero-medial insizyon; alt ekstremitte - proksimal olarak ön kasığa ve supra-inguinal veya abdomen orta hattına uzanan medial insizyon. Tablo 1’de yaralanma bölgesine göre cerrahi yaklaşımlar sıralanmaktadır (2).

**Tablo 1. Yaralanma bölgesine göre cerrahi yaklaşımlar**

Bölge	Açık Cerrahi
Beyin	Karotid arter onarımı (ven veya sentetik)
	Vertebral arter ligasyonu
	Jugüler ven lateral sütür veya ligasyonu
Üst uzuv	Aksiller arter onarımı (ven)
	Brakial arter onarımı (ven)
	Radyal veya ulnar arter ligasyonu
Kardiyovasküler	Torasik aort onarımı (sentetik)
	Büyük damar onarımı (sentetik)
	Büyük ven lateral sütür veya ligasyonu
Gastrointestinal	Abdominal aort onarımı (sentetik)
	Viseral arter onarımı (sentetik)
	Viseral arter ligasyonu

Bölge	Açık Cerrahi
Pelvis	Pelvik kemik eksternal fiksasyonu
	Ana iliak arter onarımı (sentetik)
	İnternal iliak arter ligasyonu
Alt uzuv	Femoral arter onarımı veya bypass (ven)
	Popliteal arter onarımı veya bypass (ven)
	Tibial arter ligasyonu

## VASKÜLER ONARIMIN İLKELERİ

Vasküler travmanın başarılı bir şekilde yönetimi için operatif stratejinin düşünülmesi oldukça önemlidir. Hastayı ameliyat için konumlandırırken, olası yolaklar da dahil olmak üzere yaralanmanın tamamı steril olarak hazırlanmalıdır. Distal perfüzyonun değerlendirilmesine izin vermek için distal ekstremiteler şeffaf bir şekilde örtülmelidir. Damar kanalı almak için alternatif uzuvlar gerekebilir. Tanısal ve terapötik müdahaleler için ameliyat masası anjiyografi kullanımına uygun olmalıdır (48). Vasküler yaralanmalar basit onarım (lateral onarım ve ligasyon) veya karmaşık onarım (yama anjiyoplasti, uçtan-uca anastomoz, interpozisyon greftleme veya ekstra-anatomik baypas) ile tedavi edilebilir. Genel olarak, hızlı ve basit bir onarım, özellikle çoklu travmalı stabil olmayan hastalarda, uzun karmaşık bir onarıma tercih edilir. Hastaların tümünde dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Damardaki intimal yaralanmanın kapsamı, damar laserasyonunun çok ötesine uzanabilir ve araştırılmalıdır.
- Giriş ve çıkış damarları, balon embolektomi kateterinin dikkatli bir şekilde geçirilmesiyle ve ardından heparinize salin ile yıkanarak temizlenmelidir.
- Kondüit seçimi, otolog veni (esas olarak uzun safen ven, bazen yüzeysel femoral ven) veya sentetik tüp grefti (Dacron veya PTFE) içerir.
- Spiral veya panelli greft tekniği kullanılarak kompozit ven greftleri ile karmaşık rekonstrüksiyonlar, ameliyat süresini önemli ölçüde artırır ve yalnızca tek bir vasküler bölgede yaralanması olan stabil hastalarda düşünülmalıdır.

Çoğu büyük damar için sentetik greftler tercih edilebilir, ancak ven greftlerinin üstün olduğu distal ekstremitelere kötü performans gösterir (49). Bağırsak sızıntısı olan büyük ölçüde kontamine yaralarda, herhangi bir anastomoz sepsis riski altında olacaktır ve bunu müteakip katastrofik başarısızlıkla sonuçlanabilir, damar ligasyonu ve ekstra-anatomik bypass düşünülmelidir. Güvenli olduğu durumlarda, arterler basit bir şekilde bağlanabilir (yani ulnar arter, profunda arter dalı veya tek diz altı arteri) (50). Kollateral drenaj normalde ligasyona izin vermek için yeterli olduğundan, venler nadiren yeniden yapılandırılır.

### **İntravasküler şantlar**

Geçici intraluminal vasküler şantlar kanamayı kontrol ederek oksijenli kan akışını normale döndürür ve kompleks yaralanmalarda multidisipliner bir yaklaşıma olanak sağlar (51). Ticari şantlar mevcuttur, ancak steril heparinize polietilen tüp veya göğüs tüpleri bile karşılaşılan çoğu damar boyutu için yeterli olacaktır (52). Arteriyel akışın restorasyonu doku hipoksisini durdurur ve daha fazla iskemik hasarı önlerken, venöz çıkışın restorasyonu kapiler yatak basıncını azaltır ve hücrel metabolitlerin kontrollü salınımına izin verir. Bu, debridman, ortopedik manipülasyon ve fiksasyon dahil olmak üzere bu karmaşık çoklu sistem yaralanmalarına multidisipliner bir yaklaşım için zaman sağlar. Doku hipoksisinin durdurulması ve iskemik hasarın azaltılması, 3 saat içinde akış restorasyonu ile optimize edilir. Şantlar 'hasar kontrol' ameliyatının bir parçası olarak da kullanılabilir. Akış geri yükledikten ve şant güvenli bir şekilde sabitlendikten sonra, hipotermi, asidoz ve koagülopatinin tedavisine izin vermek için kesin onarım 24-48 saat geciktirilebilir (53).

### **Fasiotomiler**

Kompartman sendromu, iskemi-reperfüzyon hasarının bir sonucu olarak, uzuvların sınırlı osseo-fasyal kompartmanları ile sınırlı kas gruplarının şişmesine neden olarak ortaya çıkar. Ortaya çıkan ikincil basınca bağlı kas ve sinir iskemisi, fonksiyon kaybına veya miyonekrozun ilerlemesine neden olabilir. Reperfüzyonda toksik ürünler, miyogloblin kaynaklı akut böbrek hasarı veya SIRS gibi uzak etkilere neden olabilir. Fasiotomiler kompartman sendromunu önleyebilir ve majör ilişkili yaralanmalar (yani kemik, yumuşak doku), ezilme yaralanmaları, ilişkili venöz yaralanma varsa veya iskemi uzarsa (6 saatten fazla) düşünülmelidir (54). Kutanöz kusurlar, şişlik düzeldiğinde, gecikmiş primer sütür, split-deri greftleme veya sekonder iyileşme ile kapatılır.

Kompartıman basınçları yararlı olabilir, ancak tek bir normal basınç yanlış bir şekilde güven verici olabilir. Normal kompartıman basınçları 0 ila 8 mmHg'dir ve 20 mmHg'nin üzerindeyse yükselmiş kabul edilir. Distal nabzın varlığının erken kompartman sendromunu dışlamadığına dikkat etmek önemlidir.

## SONUÇ

Vasküler travma yaygın olup, yüksek morbidite ve mortalite riski taşır. Şok ve koagülopati ile ilişkili masif hemoraji, klinisyeni cerrahi bakımda bir hasar kontrollü cerrahi yaklaşımı benimsemeye sevk etmelidir. Hedefe yönelik hemostatik resüsitasyon, hayati organ fonksiyonunun korunmasına yardımcı olur ve kanamanın cerrahi kontrolüne hızlı bir geçiş sağlar. Stabilite sağlandıktan sonra, kesin cerrahi ile fonksiyonel sonuç eski haline getirilmeye çalışılır.

## KAYNAKÇA

- Cronenwett J, Wayne JK, eds. Rutherford's vascular surgery. 8th ed. Toronto: Elsevier; 2014.
- Harkin D. Vascular trauma. *Surgery* June 2015; 33.
- Harkin D, Dunlop D. Vascular trauma. *Surgery* April 2018; 36.
- Harkin DW. Damage control surgery for vascular trauma. In: *Book: oxford text-book of vascular surgery*, August 2016.
- Wani ML, Ahangar AG, Ganie FA, Wani SN, Wani NU. Vascular injuries: trends in management. *Trauma Mon.* 2012;17(2):266-269.
- Paré A. The apologie and treatise of Ambroise Paré: containing the voyages made into divers places with many of his writings upon surgery. Chicago: The University Of Chicago Press; 1952.
- Feliciano, David V. MD, FACS\*. Vascular Trauma Revisited. *Journal of the American College of Surgeons* 226(1):p 1-13, January 2018.
- Marro A, Chan V, Haas B, Ditkofsky N. Blunt chest trauma: classification and management. *Emerg Radiol.* 2019;26(5):557-566.
- Kuhajda I, Zarogoulidis K, Kougioumtzi I, et al. Penetrating trauma. *J Thorac Dis.* 2014;6(Suppl 4):S461-S465.
- Yoon J, Gebran S, Elegbede A, et al. Blunt Cerebrovascular Injury-Like Injury Observed in Patients With Craniofacial Self-Inflicted Gunshot Wounds. *J Craniofac Surg.* 2022;33(4):1046-1050.
- Ge BH, Copelan A, Scola D, Watts MM. Iatrogenic percutaneous vascular injuries: clinical presentation, imaging, and management. *Semin Intervent Radiol.* 2015;32(2):108-122.
- Kirkman E, Watts S, Cooper G. Blast injury research models. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2011;366(1562):144-159.
- Jorolemon MR, Lopez RA, Krywko DM. Blast Injuries. [Updated 2022 Jul 18]. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Jan.
- Huber GH, Manna B. Vascular Extremity Trauma. [Updated 2022 Sep 12]. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Jan.
- Carr JA. Blunt traumatic infrarenal aortic intimal flap progressing to pseudoaneurysm over 3 months. *J Surg Case Rep.* 2016;2016(6):rjw099.
- Ahanger AG, Wani ML, Lone RA, Singh S, Hussain Z, Mir IA, et al. Missile vascular injuries: 19-year experience. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2010;16(2):135-8
- Jayroe H, Foley K. Arteriovenous Fistula. [Updated 2022 Nov 21]. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Jan.

- Yetkin U, Gurbuz A. Post-traumatic pseudoaneurysm of the brachial artery and its surgical treatment. *Tex Heart Inst J.* 2003;30(4):293-297.
- De Greiff M, Díaz J, García J. Balance de la seguridad en Bogotá, primer semestre de 2014. *Observatorio de Seguridad en Bogotá.* 2014; 48: 7.
- Fingerhut A, Leppäniemi AK, Androulakis GA, Archodovassilis F, Bouillon B, Cavina E, et al. The European experience with vascular injuries. *Surg Clin North Am.* 2002; 82: 175-188.
- Sugrue M, Caldwell EM, Damours SK, Crozier JA, Deane SA. Vascular injury in Australia. *Surg Clin North Am.* 2002; 82: 211-219.
- Perkins ZB, De'Ath HD, Aylwin C, Brohi K, Walsh M, Tai NR. Epidemiology and outcome of vascular trauma at a British Major Trauma Centre. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2012; 44: 203-209.
- Bains SK, Vlachou PA, Rayt HS, Dennis M, Markose G, Naylor AR. An observational cohort study of the management and outcomes of vascular trauma. *Surgeon.* 2009; 7: 332-335.
- White JM, Stannard A, Burkhard GE, Eastridge BJ, Blackburne LH, Rasmussen TE. The epidemiology of vascular injury in the wars in Iraq and Afghanistan. *Ann Surg* 2011;253:1184-9.
- Clouse WD, Rasmussen TE, Peck MA, Eliason JL, Cox MW, Bowser AN, Jenkins DH, Smith DL, Rich NM. Current in theater management of wartime vascular injury: a report from Operation Iraqi Freedom. *J Am Coll Surg.* 2007; 204(4):625-632.
- Rasmussen TE, Clouse WD, Jenkins DH, Peck MA, Eliason JL, Smith DL. Echelons of care and the management of wartime vascular injury: A report from the 332nd EMDG/ Air Force Theater Hospital Balad Air Base Iraq. *Persp Vasc Endovasc Surg.* 2006;18(2):91-99.
- Salas D. Vascular trauma, a vascular surgeon's perspective. *Rev Med Clin Condes.* 2011; 22: 686-696.
- Morales-Uribe C, Sanabria-Quiroga A, Sierra-Jones J. Vascular trauma in Colombia: experience of a level I trauma center in Medellin. *Surg Clin North Am.* 2002; 82: 195-210.
- Irita K. Risk and crisis management in intraoperative haemorrhage: human factors in haemorrhagic critical events. *Korean J Anesthesiology* 2011; 60: 151e60.
- Frith D, Goslings JC, Gaarder C, et al. Definition and drivers of acute traumatic coagulopathy: clinical and experimental investigations. *J Thromb Haemostasis* 2010; 8: 1919e25.
- Kornblith LZ, Moore HB, Cohen MJ. Trauma-induced coagulopathy: The past, present, and future. *J Thromb Haemost.* 2019 Jun;17(6):852-862.

- Barie PS, Hydo LJ, Pieracci FM, Shou J, Eachempati SR. Multiple organ dysfunction syndrome in critical surgical illness. *Surg Infect (Larchmt)*. 2009;10(5):369-377.
- Yao JS, Gregory RT, Rich NM. Interviews with pioneers of vascular Surgery. *J Vasc Surg*. 2012; 56: e52-e57.
- Seamon MJ, Smoger D, Torres DM, Pathak AS, Gaughan JP, Santora TA, et al. A prospective validation of a current practice: the detection of extremity vascular injury with CT angiography. *J Trauma*. 2009; 67: 238-243. 26.
- Soto S, Sánchez G, Brousse J. Trauma vascular periférico. *Cuad Cir*. 2004; 18: 91-97.
- Hafez H, Woolgar J, Robbs JV. Lower extremity arterial injury: results of 550 cases and review of risk factors associated with limb loss. *J Vasc Surg*. 2001; 33: 12121219.
- Moreno L, Borraez O, Ulloa J. Vascular trauma in LatinAmérica. In: Rasmussen T, Tai N, eds. *Rich's vascular trauma*. 3rd ed. Philadelphia, PA: Elsevier; 2016.
- Kauvar DS, Sarfati MR, Kraiss LW. National trauma databank analysis of mortality and limb loss in isolated lower extremity vascular trauma. *J Vasc Surg*. 2011; 53: 1598-1603.
- Rozycki GS, Tremblay LN, Feliciano DV, McClelland WB. Blunt vascular trauma in extremity: diagnosis, management and outcome. *J Trauma*. 2003; 55: 814824.
- Frykberg E. Popliteal vascular injuries. *Surg Clin North Am*. 2002; 82: 57-89.
- Aerts N, Poli de L, Buriham E. Emergency room retrograde transbrachial arteriography for the management of axillosubclavian vascular injuries. *J Trauma*. 2003; 55: 69-73.
- Kohler R, Vargas MI, Masterson K, Lovblad KO, Pereira VM, Becker M. CT and MR angiography features of traumatic vascular injuries of the neck. *AJR Am J Roentgenol*. 2011;196(6):W800-W809.
- Han HJ, Jung JH, Hong CK, Kim YB. The Neck and Posterior Fossa Combined Penetrating Injury: A Case Report. *Korean J Neurotrauma*. 2016;12(2):175-179.
- Khoshmohabat H, Paydar S, Kazemi HM, Dalfardi B. Overview of agents used for emergency hemostasis. *Trauma Mon* 2016; 21: e26023.
- Kragh JE, Walters TJ, Baer DG, et al. Survival with emergency tourniquet use to stop major bleeding in major limb trauma. *Ann Surg* 2009; 249: 1e7.
- Norman G, Shi C, Goh EL, et al. Negative pressure wound therapy for surgical wounds healing by primary closure. *Cochrane Database Syst Rev*. 2022;4(4):CD009261.



- Jelinek LA, Jones MW. Surgical Access Incisions. [Updated 2022 Oct 31]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Jan.
- Campeau L. Entry sites for coronary angiography and therapeutic interventions: from the proximal to the distal radial artery. *Can J Cardiol*. 2001;17(3):319-325.
- Barner HB, Farkas EA. Conduits for coronary bypass: vein grafts. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg*. 2012;45(5):275-286.
- Tan BK, Wong CH, Chen HC. Anatomic variations in head and neck reconstruction. *Semin Plast Surg*. 2010;24(2):155-170.
- Barros D'Sa AAB, Harkin DW, Blair PH, Hood JM, McIlrath E. The Belfast approach to managing complex lower limb vascular injuries. *Eur J Vasc Endovascular Surg* 2006; 32: 246e56.
- Polcz JE, White JM, Ronaldi AE, et al. Temporary intravascular shunt use improves early limb salvage after extremity vascular injury. *J Vasc Surg*. 2021;73(4):1304-1313.
- Lau M, McCain S, Baker R, Harkin DW. Belfast limb arterial and skeletal trauma (BLAST): the evolution of punishment shooting in Northern Ireland. *Ir J Med Sci* 2017; 186: 747e52.
- Ormiston RV, Marappa-Ganeshan R. Fasciotomy. [Updated 2022 Apr 21]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Jan.