

**PERİFERİK VENO-ARTERİYEL EKSTRAKORPOREAL MEMBRAN
OKSİJENİZASYONUNDA EKSTREMİTE İSKEMİSİ: SİSTEMİK İNCELEME VE
RETROSPEKTİF DERLEME**

NESİMİ AYDOĞAN

Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği Uyarınca

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Perfüzyon Ana Bilim Dalı

Perfüzyon Tezli Yüksek Lisans Programında

YÜKSEK LİSANS TEZİ

olarak hazırlanmıştır.

Danışman: Prof. Dr. Ali İhsan Parlar

Mayıs – 2024

TEZ KABUL ONAYI

Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Perfilyon
Nesimi AYDOĞAN tarafından hazırlanan
Periferik Üeno-Arteryel Ekstremitelerdeki Mebran Oksijenizasyonunda Ekstremitelerdeki Sistemik
İncelene ve Retrospektif Derin başlıklı tez çalışması, aşağıdaki jüri tarafından **OY BİRLİĞİ** / OY
ÇOKLUĞU ile **YÜKSEK LİSANS/ DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman/Başkan Ünvanı Adı SOYADI

Üniversite Adı, Anabilim Dalı Adı

Bu tezin Yüksek Lisans / Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.

Üye: Prof. Dr. Ali İhsan FAZLİ

İMZA

Üniversite Adı, Anabilim Dalı Adı

Bu tezin Yüksek Lisans / Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.

Üye: D.Ö.S.D. A. Mehmet SOHN

İMZA

Üniversite Adı, Anabilim Dalı Adı

Bu tezin Yüksek Lisans / Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.

Üye: Prof. Dr. Ahmet ÇELİK

İMZA

Üniversite Adı, Anabilim Dalı Adı

Bu tezin Yüksek Lisans / Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.

Üye:

İMZA

Üniversite Adı, Anabilim Dalı Adı

Bu tezin Yüksek Lisans / Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.

Üye:

İMZA

Tez Savunma Sınavı Tarihi: 14.05/2024

Jüri üyeleri tarafından YÜKSEK LİSANS/ DOKTORA tezi olarak uygun görülmüş olan bu tez Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu kararı ile onaylanmıştır.

Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

Doç. Dr. Fatma BAŞAR

ONAY

T. C.
KÜTAHYA SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
(Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğü)

(Tez Teslim Beyan Formu)

Öğrenci No :



Adı Soyadı :

Nesimi AYDOĞAN

Anabilim/Bilim Dalı :

PERFÜZYON ANABİLİM DALI

Programı :

- Tezli Yüksek Lisans Tezsiz Yüksek Lisans
 Doktora

Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Mevcut tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu,
- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Mevcut tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Nesimi AYDOĞAN

Tez Sahibi Adı Soyadı

18.05.2024

Diğer hususlar:

Bu bölüme yukarıda belirtilen maddeler ile ilgili tarafınızca uygun bulunmayan veya itiraz konusu olan hususları belirtiniz:



PROF. DR. ALİ İHSAN PAZLAR

Danışman

18.05/2024

ÖNSÖZ

Bu tezin konu seçiminde geleceğin ve bugünün teknolojisi olan vücut dışı dolaşım destek sistemi olan Ekstrakorporeal Membran Oksijenasyonu (ECMO) üzerinden yola çıkılıp daha çok komplikasyonlar konusu üzerine yoğunlaşarak özellikle periferik Veno-Arteriyel (VA) ECMO sırasında sıklıkla rastlanan alt ekstremitede hipoperfüzyona neden olan alt ekstremitte iskemisi dikkatimi çekerek birkaç makale ve tarama sonucunda alt ekstremitte iskemisinin en büyük komplikasyonun bacak amputasyonuna sebep olduğunu farkedince bu konu üzerine araştırma yapma gerekliliği gördüm. İncelediğim çalışmalar sonucunda periferik VA – ECMO sırasında gerçekleşen ve ciddi morbiditeye neden olan bu alt ekstremitte iskemisinin distal perfüzyon katateri kullanımı, NIRS takibi ve akış ölçer (flowmetre) ile sürekli ECMO konusunda uzman; bir yoğun bakım ekibi, perfüzyonist, fizyoterapistin beraber takım çalışmasıyla bu ciddi komplikasyonun minimuma indirgenebileceğini bu çalışmalar neticesinde tezimde bahsettim. Gelişen Tıp teknolojisiyle beraber ve biyomedikal mühendisliğindeki ilerlemelerle daha fazla bu konu hakkında çalışma yapılması kanısındayım.

TÜRKÇE ÖZET

Periferik Veno–Arteriyel Ekstrakorporeal Membran Oksijenizasyonunda Ekstremitte İskemisi: Sistemik İnceleme ve Retrospektif Derleme

Kalp ve Damar Cerrahisinde periferik VA – ECMO desteği alan hastalarda femoral arter üzerinden yapılan kanülasyonda alt ekstremitte iskemisi periferik VA-ECMO’da femoral arter kanülasyonu ile ilgili bildirilen %20 ile %52 oranında alt bacak iskemisi oluşabilmekte ve bunun ihmal edilmesi durumunda önemli morbidite ve mortaliteye neden olmaktadır. Bu tehlikeli komplikasyonun erken tespitinde kullanılan kızıl ötesi dalgalarla kan damarlarının içinden geçen oksijen oranını tespit eden bir serebral oksimetre cihazı kullanılır. Hastaya periferik VA-ECMO uygulaması yapılırken femoral artere uygulanacak kanül seçiminde hastanın damar yapısı göz önüne alınarak ateroskleroz yada damar çapı gibi farklı faktörlerin spesifik olarak değerlendirilerek yapılması önerilmiştir. Aynı zamanda birçok çalışma incelendiğinde femoral arter kanülasyonuna ilave olarak alt ekstremitte uzuvlarına daha iyi ve güvenli bir perfüzyon için distal perfüzyon katateri takılması gerektiği ortak olarak bahsedilmiştir. Distal perfüzyon kataterinin sonradan takılması bazı çalışmalarda tavsiye edilmemiş profilaktif olarak takılması gerektiği savunulmuştur. Alt ekstremitenin yeterli akım ile perfüze edilmesi için ECMO akımı sürekli olarak monitorize edilmelidir. Kızıl ötesi spektrometri ile kanülasyon yapılan bacak ile kanülasyon yapılmamış bacak arasındaki oksijen farkı sık sık takip edilmelidir. Taranan literatür araştırmalarının ortak sonucunda distal perfüzyon kataterinin yeterli basınçta kombine kullanımıyla alt ekstremitte iskemisinin önleneceği önerilmiş ve kanıtlanmıştır. Sonuç olarak distal perfüzyon katateri periferik VA – ECMO ile beraber kullanılmalı ve kızılötesi spektrometre ile sürekli olarak değerlendirilmeli ve uzman bir ECMO ekibiyle bu komplikasyon yönetilmelidir.

Anahtar Sözcükler: Alt Ekstremitte İskemisi, Bacak İskemisi, Periferik Venoarteriyelecmo, Distal Perfüzyon.

ABSTRACT

Limb Ischemia in Peripheral Veno–Arterial Extracorporeal Membrane Oxygenation: Systemic Review and Retrospective Review

In patients receiving peripheral VA-ECMO support in Cardiovascular Surgery, lower extremity ischemia may occur during cannulation via the femoral artery, whereas lower extremity ischemia may occur at a rate of 20% to 52% reported for femoral artery cannulation in peripheral VA-ECMO, and if neglected, this may cause significant morbidity and mortality. In the early detection of this dangerous complication, a cerebral oximeter device is used, which detects the oxygen rate passing through the blood vessels with infrared waves. When performing peripheral VA-ECMO application to the patient, different factors such as atherosclerosis or vessel diameter are taken into account in selecting the cannula to be applied to the femoral artery, taking into account the patient's vascular structure. It has been suggested that it should be evaluated. At the same time, when many studies were examined, it was commonly mentioned that a distal perfusion catheter should be installed in the lower extremities for a better and safer perfusion in addition to femoral artery cannulation. In some studies, the subsequent insertion of a distal perfusion catheter was not recommended and it was argued that it should be inserted prophylactically. ECMO flow should be constantly monitored to ensure that the lower extremity is perfused with sufficient flow. The oxygen difference between the cannulated leg and the non-cannulated leg should be monitored frequently with infrared spectrometry. As a result of the literature research, it has been suggested that lower extremity ischemia can be prevented by the combined use of the distal perfusion catheter at sufficient pressure. and it has been proven. As a result, distal perfusion catheter should be used together with peripheral VA – ECMO and continuously evaluated with infrared spectrometry, and this complication should be managed with an expert ECMO team.

Key Words: Lower Extremity Ischemia, Legischemia, Peripheral Venoarterial ECMO, Distal Perfusion.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimim ve tez çalışmam boyunca hep yanımda bulunup beni destekleyen aileme, Yüksek Lisansa kabulümde yeterlilik düzeyinde beni uygun bulan Sayın Prof. Dr. Ahmet ÇEKİRDEKÇİ Hocama, Yüksek Lisans sürecinde ve derslerde vakalarda bana bilgi ve tecrübelerini aktaran özellikle cerrahiye sahada yapılan tüm işlemleri sabırla bana aktaran Sayın Prof. Dr. Ali İhsan PARLAR Hocama, mesleğimizin bütün inceliklerini yakından bize anlatan uygulamalı bir şekilde gösteren perfüzyon alanındaki Kalp Akciğer makinası, ECMO cihazı, Cell Cever gibi birçok çeşitli makinaları bize öğretip gösteren, benim yetişmemde ve tez sürecimde en büyük destekçim Perfüzyonist Atıl GÜRSOY Hocama ve Perfüzyonist Mustafa KOÇER hocama teşekkürlerimi sunarım.

Nesimi AYDOĞAN

Mayıs 2024

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TÜRKÇE ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
TABLO LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. TARİHÇE	2
2.2. ECMO FİZYOLOJİSİ	2
2.2.1. ECMO Endikasyon ve Kontrendikasyonları	3
2.2.2. ECMO Kanülasyonu.....	4
2.2.3. ECMO yöntemleri.....	6
2.2.4. ECMO Takip ve Yönetimi.....	7
2.2.5. ECMO Komplikasyonları	8
2.2.6. ECMO’da Weaning	8
3. ALT EKSTREMİTE İSKEMİSİ	10
3.1. BACAKLARDAKİ ARTERLERİN ANATOMİSİ	10
3.1.1. Periferik VA-ECMO’da Alt Ekstremitte iskemisinin Fizyolojisi.....	10
3.1.2. Periferik VA-ECMO’da Bacak İskemisinin Değerlendirilmesi	11
3.2. PERİFERİK VENO-ARTERİYEL ECMO’DA ALT EKSTREMİTE İSKEMİSİNİN ÇÖZÜMÜ	14

4.	GEREÇ VE YÖNTEMLER	18
4.1.	TEZ ÇALIŞMA VE TASARIM.....	18
4.2.	ÇALIŞMANIN EVREN VE ÖRNEKLEMİ	18
4.3.	VERİ TOPLAMA ARAÇLARI	18
4.4.	VERİLERİN ANALİZİ	18
4.5.	ÇIKAR ÇATIŞMASI	19
5.	BULGULAR.....	20
5.1.	PERİFERİK VA-ECMO'DA BACAK İSKEMİSİNİN TANISI VE ÇÖZÜM STRATEJİLERİ	20
6.	TARTIŞMA	29
7.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	31
8.	KAYNAKLAR	33
	ÖZGEÇMİŞ.....	39
	ADRES/İLETİŞİM.....	40

TABLO LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 2.1. Ecmo hastasında optimum hemostatik değerler (22)	7
Tablo 5.1. Distal Perfüzyon Katater Kullanımı ile İlgili Çalışmalar	28



ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Periferik VA-ECMO Sistemi ve Kanülasyon yapılan damarlar (12).....	3
Şekil 2.2. Periferik VA-ECMO Sistemi ve Kanülasyon yapılan damarlar (12).....	5
Şekil 2.3. Periferik VA-ECMO Sistemi ve Kanülasyon yapılan damarlar (14).....	5
Şekil 2.4. VAV ve VVA Hibrit ECMO'ların Kanülasyonu ve Sistemi (18)	6
Şekil 3.1. Periferik VA-ECMO kanülasyonu ve distal perfüzyon kanülü şeması (36).....	11
Şekil 3.2. Alt ekstremitenin değerlendirilmesinde doku perfüzyon ölçüm kullanımı (34). 13	13
Şekil 3.3. Arteriyel kanülasyona ilave olarak retrograd reperfüzyon kanülasyonu (36).....	14
Şekil 3.4. Distal perfüzyon kataterinin arter kanülasyonu üzerinden femoral artere uygulanması (40).....	15
Şekil 3.5. Femoral arter üzerinde biflow kanülasyonun fizyolojisi (43).....	16
Şekil 3.6. Femoral arter kanül ile distal perfüzyon kanülü arasındaki trombus oluşma ihtimali olan bölge (43)	17
Şekil 5.1. Hanley ve arkadaşlarının çalışmasından (45)	20
Şekil 5.2. Huang ve arkadaşlarının çalışmasındaki distal perfüzyon akış ölçümü (48).....	24
Şekil 5.3. Chen ve arkadaşlarının çalışmasındaki biflow ve klasik distal perfüzyon kataterinin distal basınç farkı (42)	26
Şekil 5.4. Chen ve arkadaşlarının çalışmasındaki biflow ve klasik distal perfüzyon kataterinin distal flow farkı (42).....	26
Şekil 5.5. Biflow akış kanülünün mekanizması (52)	27

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	: Yüzdellik Değer
ACT	: Aktif Pıhtılaşma Zamanı
BSA	: Vücut Kitle İndeksi
Cm	: Santimetre
Dk	: Dakika
ECMO	: Ekstrakorporeal Membran Oksijenasyonu
Fr	: French
HIT	: Heparine Bağlı Trombositopeni
HTC	: Hematokrit
İABP	: İntra Aortik Balon Pompası
KPB	: Kardiyopulmoner Bypass
L	: Litre
mL	: Mililitre
NIRS	: Near-Infrared Spectroscopy
PaO₂	: Parsiyel Arteriyel Oksijen Basıncı
PaCO₂	: Parsiyel Arteriyel Karbondioksit Basıncı
VA-ECMO	: Veno-Arteriyel ECMO
VV-ECMO	: Veno-Venöz ECMO
VAV	: Vena Arteryel Venöz
VVA	: Vena Vena Arteryel
VKİ	: Vücut Kitle İndeksi

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Kardiyak ve Pulmoner sorunu olan hastaların tedavi sürecinde altta yatan sebebi bulmak için ve uzun süreli destek sistemlerine köprüleme, organ nakillerine köprüleme amaçlı olarak ECMO (Ekstrakorporeal membran oksijenasyonu) kullanılır. ECMO uygulamasının çok başarılı sonuçları olmasına rağmen çok ciddi komplikasyonlara da neden olmaktadır. Bu komplikasyonlardan önemli biri de periferik Veno-Arteriyel ECMO (VA-ECMO) sırasında ortaya çıkma olasılığı olan alt ekstremitte iskemisidir. Periferik VA-ECMO'da hastanın arter çapı anatomik olarak dar olduğunda ve büyük kanül seçildiğinde, kanülasyon sonrası alt ekstremitte yeterli kan akımının olmamasına ve aynı ekstremitte hücrelerin ve dokuların dolaşımı bozularak uzuv kaybına neden olabilir. Bu arada ortalama femoral arter 6-7 mm çap aralığındadır. En küçük çaplı arter kanülü ise 15 French yani 5 mm çapındadır. Alt ekstremitte iskemisinin önlenmesi için periferik VA-ECMO sırasında birtakım uygulamalar önerilmektedir. Bu uygulamalarda; yüzeysel femoral artere distal perfüzyon katateri yerleştirilmesi (1) Posterior Tibial Arter ile alt ekstremitenin perfüzyonunu sağlamak veya bir distal perfüzyon kataterinin kullanılmadığı durumda femoral artere cerrahi olarak bir prostetik greft uç-yan anastomoz edilerek, bu greftin kanüle edilmesi ile alt ekstremitte iskemisinin önlenmesi ve yakın takip edilip değerlendirilmesi gerekmektedir (2).

Sözü edilen komplikasyonla ilgili Literatürde alt ekstremitte iskemisinin önlenmesinde distal perfüzyon uygulamaları ile ilgili pek çok araştırma yapılmış ve yapılmaya devam etmektedir (3).

Bu tez çalışmanın amacı Periferik VA – ECMO uygulaması sırasında gelişebilen komplikasyonlardan biri olan alt ekstremitte iskemisinin fizyolojisini nedenlerini ve çözüm yöntemlerini literatür taramasıyla analiz ederek, sonucunda literatüre bir kaynak eklemektir.

2. GENEL BİLGİLER

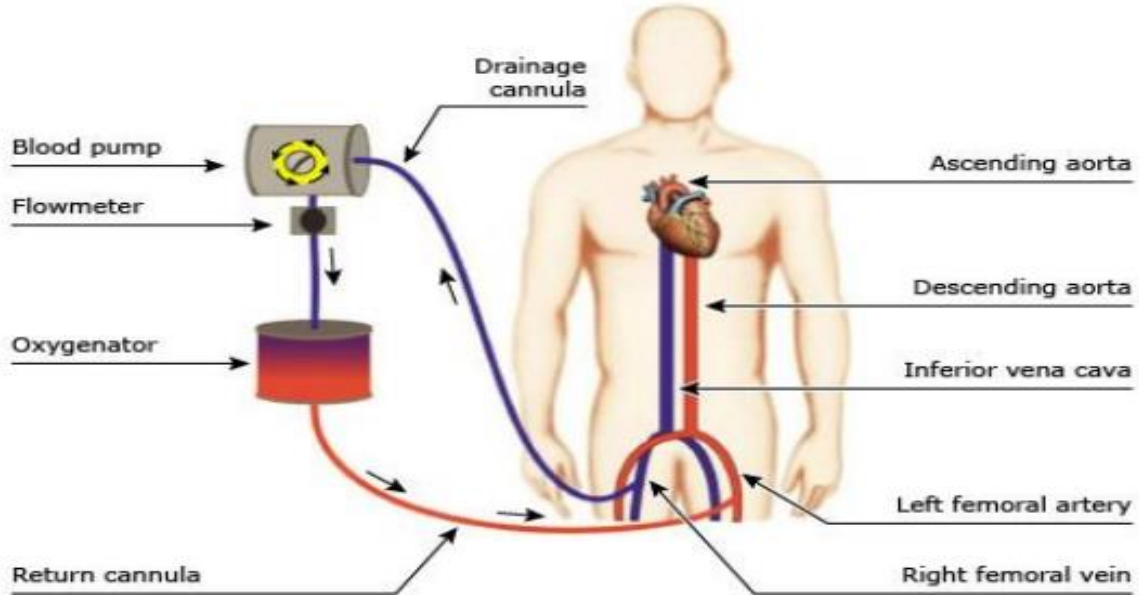
2.1. TARİHÇE

İnsanoğlunun ölümsüzlük arayışı da yapay dolaşım fikri tahmin edilenden çok daha önce ortaya çıkmış ve deneyselleştirilmiştir. Bunun için Le Gallois 1813' te ilk kez yapay dolaşım fikrini formülleştirmiştir (4). İlerleyen yıllarda temel prensip olan venöz kanın arteriyel kana çevrilmesi için teknik araştırmalar yoğunlaşmış. 1950'lerde kan ile oksijeni arasında bir gaz transferi gerçekleşmesi için oksijenatör çalışmaları yapılmıştır. Ekstrakorporeal dolaşım John Gibbon tarafından 1953 yılında ilk kez başarılı bir şekilde uygulanmıştır (5). Ekstrakorporeal dolaşımın gelişmesiyle paralel olarak oksijenatör gelişimide bu vücut dışı destek sistemleri için çok önemli bir aşama kaydettirmiştir. İlk oksijenatörler olan bubble ve disk oksijenatörlerin ardından membran oksijenatörlerin kullanımına başlamış ve membran oksijenatör olarak bilinen, kan ve gaz sistemi arasında bir zar yapıda olan oksijenatörler ortaya çıkarak vücut dışı dolaşım destek sistemleri için bir devir başlamıştır. Günümüzde Hollow Fiber Teknolojisinin bulunmasıyla artık oksijenatörler günler ve haftalarca kan gaz değişimlerini başarılı bir şekilde sürdürerek ECMO sistemlerinin gelişmesine de katkı sağlamıştır (6). ECMO'nun bir destek sistemi olarak Dr. Donald Hill tarafından 1972 yılında trafik kazası sonucu bir hastaya VA – ECMO desteği ile başlamıştır. ECMO'nun babası olarak bilinen Dr. Robert Bartlett ECMO uygulamasını VV – ECMO 1976 yılında uygulamıştır (7). ECMO zamanla gelişerek günümüze kadar her geçen gün artarak devam etmiştir. Günümüze gelindiğinde ise ECMO dünya çapında birçok merkezde farklı endikasyonlarla ve sağ kalım oranlarının artmasına paralel olarak her geçen gün kullanımı artmıştır. Bugün ise en fazla kullanılan mekanik yaşamsal destek sistemi haline gelmiştir.

2.2. ECMO FİZYOLOJİSİ

Ekstrakorporeal Membran Oksijenasyonu (ECMO) kardiyak ve pulmoner olarak kısa dönem destek sistemidir. ECMO desteği hastalığın tedavisini bulmak için hastaya zaman kazandırır fakat hiçbir hastalığı tedavi etmez (8). ECMO tedaviye köprüleme yaptığı için, eğer hastalığın tedavisi yoksa uygulanan ECMO gereksizdir (9). ECMO hastaya özel geliştirilmiş kanüller yardımıyla ve bir tubing set ile hastadan gelen kanın oksijenlenmesini sağlayan ve kandan karbondioksiti uzaklaştıran bir membran oksijenatör

ile bu kan akışının devamlılığını, sirkülasyonunu ve kanın şekilli elemanlarının zarar görmemesi için nonpulsatil akım gönderen bir santrifugal pompadan oluşan, sistemde rezervuar bulunmayan, hastaya hem dolaşım hem de solunum desteği sağlayan, tüm devre ve hatların biyouyumlu malzeme ile kaplı olduğu bir mekanik destek sistemidir. (10)ECMO'nun iki temel uygulama şekli vardır; bunlar Veno-Arteriyel ECMO (VA-ECMO) ve Veno-Venöz ECMO (VV-ECMO)'dur. Basitçe, VV-ECMO sadece pulmoner destek sağlarken VA-ECMO pulmoner desteğin yanında kardiyak destekte sağlar (11). Uygulanacak ECMO VV ise oksijenli kanı bir vene; VA ise oksijenli kanı bir artere verir. Bu nedenle VV-ECMO'nun temel amacı gaz alışverişinin sağlanması ve karbondioksidin uzaklaştırılmasıdır. VA-ECMO sırasında oksijenli kan sistemik dolaşıma geri döner, böylece hem gaz değişimi hem de dolaşım desteğini sağlar (12).



Şekil 2.1. Periferik VA-ECMO Sistemi ve Kanülasyon yapılan damarlar (12)

2.2.1. ECMO Endikasyon ve Kontrendikasyonları

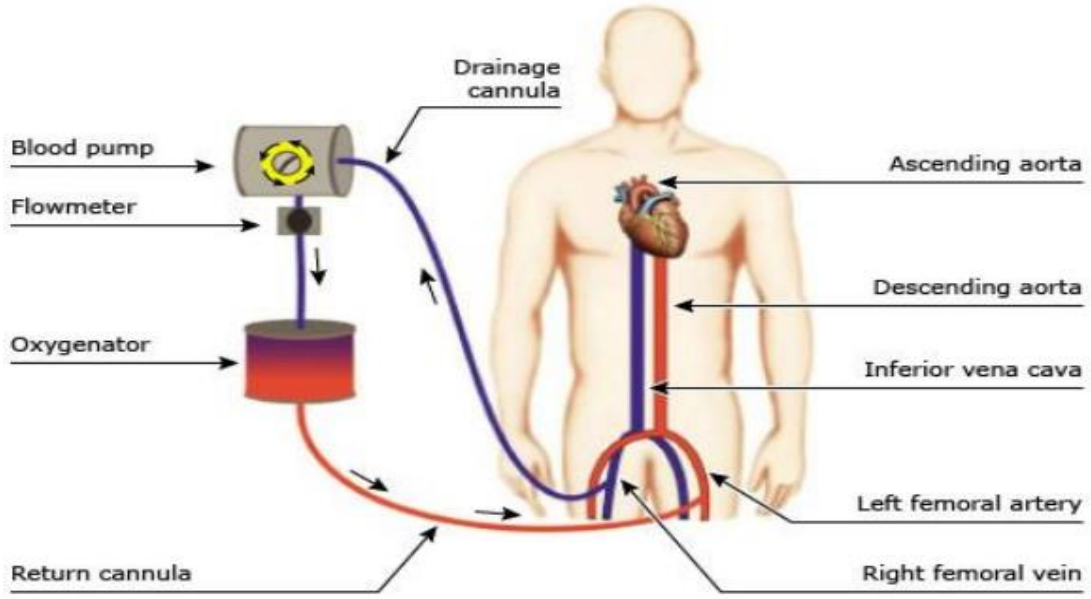
Miyokard disfonksiyonu nedeniyle kalp debisinin yeterli şekilde sürdürülmemesiyle ortaya çıkan akut koroner sendrom, kalp kasının enfeksiyonu durumunda, akut anafilaksi, pulmoner emboli, kardiyojenik şok, transplantasyona köprüleme durumunda ve kardiyak cerrahiye takiben KPB'den ayrılamama, diğer ciddi ileri kalp yetmezliği gibi durumlarda maksimum farmakolojik destek ve intraaortik balon pompası yardımı başarısız olan hastalarda ECMO endikasyonu doğarken kontrol

edilemeyen kanamalarda, santral sinir sistemi kanamaları, geri dönüşümü olmayan serebral hasar ve geri dönüşümü olmayan kalp yetmezliğinde, transplantasyona uygun olmayan hastalar ECMO'ya kontrendikedir (4).

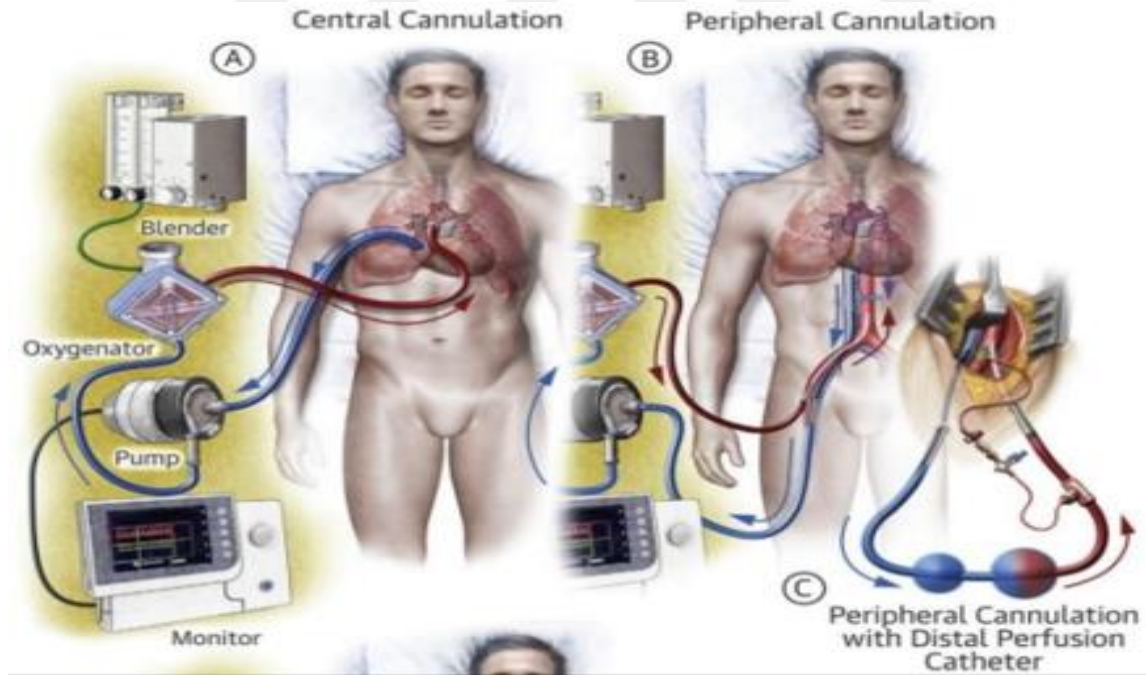
2.2.2. ECMO Kanülasyonu

ECMO kanülasyon uygulamasında amaç; uygulama yapılan hastanın vücudundaki kan dolaşımını en iyi ve yeterli düzeyde akımı sağlayabilecek, uygulaması kolay, hızlı, güvenli olan bir kanülasyon stratejisi seçmektir (13). ECMO'da kanülasyon periferik ve santral olarak yapılır. ECMO'da hastanın problemine göre VA-ECMO ya da VV-ECMO kanülasyon uygulaması yapılmaktadır. Periferik ECMO oluşturmak için en yaygın olarak peruktan kanülasyon bölgeleri femoral arter, femoral ven veya juguler vendir. Santral ECMO'da ise sağ atriyum ve aort tercih edilen damarlardır. Bu kanülasyon işlemi çok detay ve uzmanlık gerektiren önemli bir konu olduğu için alanında bilgi sahibi kişiler tarafından yapılması gerekmektedir.

ECMO kanülasyonu venöz ve arteriyel olarak ikiye ayrılır. Kanülasyon işleminde venöz kanül vena kava inferiora (perikardiyumun olduğu bölge) sağ atriuma yakın bölgeye 55 cm'lik venöz kanül pozisyonlandırılır. Arteriyel kanül ise femoral artere 23 cm'lik kanül pozisyonlandırılır. Kanül boyları piyasada 15, 23, 38 ve 55 cm olarak mevcuttur. VA-ECMO uygulamasında 55 cm'lik venöz kanül ve 23 cm'lik arter kanülü kullanılır. ECMO'da kanül uzunluğunun haricinde bir de kanül çap seçimi vardır. Bu çap seçimi venöz hat ya da arter hattı uygulamasına göre değişmektedir. Venöz kanülü drenaj kanülüdür ve drenaj kanülü geniş çaplı olmaktadır (22 ile 31 Fr). ECMO sisteminden gelen oksijenli kanın hastaya dönüş kanülü ise daha küçük çaplı (15 ile 22 Fr) seçilmektedir. ECMO'da kanül seçimi perkütan, cerrahi ve uygulama yapılacak olan yonteme (VV veya VA-ECMO) göre değişmektedir. Venöz çap 25 ve 29 Fr iken arteriyel kanül 15, 17, 19 Fr'dir (4).



Şekil 2.2. Periferik VA-ECMO Sistemi ve Kanülasyon yapılan damarlar (12)



Şekil 2.3. Periferik VA-ECMO Sistemi ve Kanülasyon yapılan damarlar (14)

2.2.3. ECMO yöntemleri

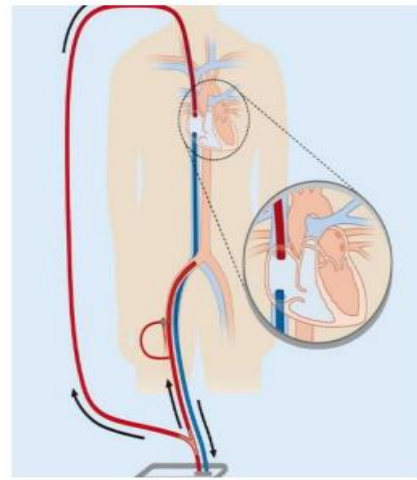
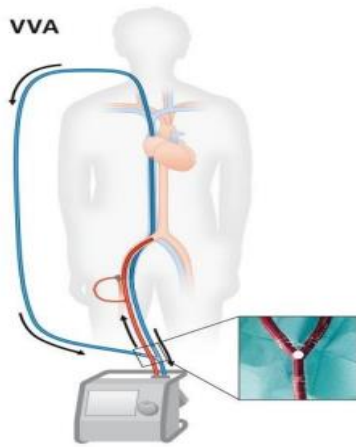
ECMO desteği uygulama tipine göre değişir. Solunum amaçlı destek sistemi ve kardiyak amaçlı destek sistemi olarak uygulanırken aynı zamanda hibrit ECMO adı verilen üçlü kanülasyon sistemiyle hem solunumsal hem de kardiyak destek sağlanır.

Bu destek sistemlerinden VV – ECMO pulmoner disfonksiyonun altta yatan sebebinin ortaya çıkarılması için kliniğe zaman kazandırır. Klasik olarak femoral ven juguler ven kanülasyonu ya da femoral ven femoral ven kanülasyonu ile hastaya solunumsal destek sağlar (15). VA – ECMO ise Periferik ve santral VA - ECMO olmak üzere ikiye ayrılır. Bunların farkı kanülasyon farklılığından kaynaklıdır. Periferik VA – ECMO periferiklerden uygulanan ve santral ECMO'ya göre daha noninvazif, uygulaması hızlı ve kolaydır. Santral VA – ECMO merkezi bir kanülasyon yapılarak sternumu açık kalp ameliyatlarından sonra tercih edilir. Fakat enfeksiyon oluşma ihtimali yüksek ve invaziv bir yöntemdir. VA – ECMO ve VV – ECMO yöntemlerinin haricinde Hibrit ECMO yöntemi de kullanılır. Hibrit ECMO, VA – ECMO ve VV – ECMO nun birleşmiş bir kombinasyonudur. VAV – ECMO, VVA – ECMO olarak genelde 2 tip konfigürasyon bulunmaktadır. VAV – ECMO uygulamasında hastanın venöz sistemine femoral ven kanülasyonu, hastaya dönüş kanülü olarak biri arterde birisi de venözde olmak üzere birisi femoral arterde diğeri juguler vende kanülasyon yapılır (16). VVA – ECMO tipinde ise çift drenaj ve tek hastaya dönüş ile uygulanır. Drenajın yetersiz olduğu durumlarda tercih edilir (17).

VVA (vena vena arteryel ECMO)

-

VAV (Vena arteriel venöz ECMO)



Şekil 2.4. VAV ve VVA Hibrit ECMO'ların Kanülasyonu ve Sistemi (18)

2.2.4. ECMO Takip ve Yönetimi

ECMO temelde VV-ECMO ve VA-ECMO olarak iki tiptedir. Her iki ECMO yönetiminde kendi içinde ortak noktaları olduğu gibi farklı yönleri de vardır. Her iki yöntemde de kan gazı kontrolü ve klinikte ECMO tecrübesi olan ekiplerce yönetilmesi gerekir (19). ECMO hatlarının güvenliği, ACT seviyesinin düzenli takibi, oksijenatör performansı, HTC düzeyi, laktat ve idrar takibi gibi değerler belli aralıklarla kontrol edilmelidir. Özellikle ACT takibi ECMO yönetiminde ciddi öneme sahiptir. Bu yüzden uygun antikoagülasyon seçimi ve yönetimi uygulanmalıdır. ACT seviyesi 180 ile 200 saniye civarında olmalıdır (20). Bunun haricinde dikkat edilmesi gereken önemli bir hususta, hastada uzun süreli ECMO kullanımlarında HIT gelişebilir. Bu durumda kullanılan heparin etki etmez ve hastaya farklı antikoagülasyon yöntemleri denenmesi gerekir. Bunlar direk trombin inhibitörleri olan Argatroban ve Bivalirudin veya pentasakkarit olan Fondaparinux gibi antikoagülanlardır (20, 21).

Tablo 2.1. Ecmo hastasında optimum hemostatik değerler (22)

Parametre	Önerilen Değer
Aktive pıhtılaşma zaman (saniye)	180-220
International normalized ratio (INR)	1,3-1,5
Tromboelastografide R zamanı (saniye)	16-25
Fibrinojen (mg/dL)	>100
FibTEM'de maksimum pıhtı sıklığı (mm)	>10
Anti-trombin aktivitesi (%)	70-80
Platelet sayısı (mm ³)	>80,000 (kanayan hastada/yüksek risk) >45,000 (kanama yok ise/düşük risk)
D-dimers (µg/L)	<300

ECMO yönetiminin respiratuar aşaması için ECMO desteğindeyken solunum parametrelerinin takibi monitorizasyonu; özellikle akciğer kompliyansı bozulmuş, mekanik ventilasyona rağmen düzelmeyen hipoksemi ve hiperkapnisi olan hastalarda oldukça önemlidir. Parsiyel arteriyel oksijen basıncı (PaO₂), parsiyel arteriyel karbondioksit basıncı (PaCO₂) oksijenizasyon indeksi gibi parametreler ile transpulmoner basınç ölçümü takibi yapılmalıdır (4). Hedeflenen düşük ventilatör parametreleri ile akciğerler üzerinde

oluşabilecek barotravmayı azaltarak gaz değişiminin neredeyse tümünü ECMO desteği ile sağlamaktır. Hastaya yeterli ECMO debisi sağlandığında ve oksijenizasyon seviyesi optimize edildiğinde, ventilatör desteği azalmaya başlanır. İyi bir ECMO desteği iyi bir oksijenatör performansına bağlıdır. Bundan dolayı oksijenatör giriş çıkış basınçları belirli aralıklarla ölçülmelidir. İyi bir oksijenizasyon için gaz mikseri ayarları hastaya göre ayarlanmalıdır. Gerektiğinde CO₂ uzaklaştırılmalı ya da gerekirse O₂ saturasyonları için FiO₂ ayarları optimize edilmelidir.

2.2.5. ECMO Komplikasyonları

Uygulanan ECMO desteğine göre her hastada farklı komplikasyonlar oluşabilir. Bu komplikasyonların oluşumunun erken teşhisi ve hızlı bir şekilde çözülmesi ciddi önem arz etmektedir. VV, VA yollarla ve periferik veya santral şeklinde ayrı şekillerde ECMO kullanılmaktadır. Her kullanım şeklinde ayrı komplikasyon riski oluşmaktadır. Santral ECMO kullanımında sternotomigereketiği için kanama, mediastinit ve tekrar cerrahi girişim gereksinimi akıldan çıkarılmamalıdır (23). Periferik ECMO kullanımında ise yaygın olarak girişim yeri komplikasyonları ve alt ekstremité iskemisi oluşmaktadır. Bu komplikasyonların gelişimi cerraha, desteğin aciliyetine ve mevcut ekipman desteğine bağlı değişebilmektedir (24). Uygulanan ECMO yöntemlerinden periferik VA-ECMO desteğinde gerçekleşebilecek birçok komplikasyon çok ciddi morbidite ve mortaliteye neden olmaktadır. Bundan dolayı periferik VA-ECMO desteği alan hastaların takip ve yönetimi periferik VV-ECMO desteği alanlardan daha ciddi takip ve yönetim stratejisi gerektirmektedir.

2.2.6. ECMO'da Weaning

ECMO tedavisine başlamak kadar bu tedaviyi sürdürmek ve uygun şekilde sonlandırmak da tedavinin başarı şansını arttırmaktadır. ECMO'da kardiyak açıdan inotrop ve vazodilatatör kullanımı tamamen kesmeden en makul düzeye indirmek, sonucunda da kalbi dinlendirmek amaçlanır. VV-ECMO ve VA-ECMO ayrılma (weaning) süreçleri birbirinden farklıdır (25). Standart bir teknik ve yöntem yoktur. ECMO sonlandırılma kriterleri rasyonel olmalıdır. Çünkü tekrardan ECMO ve mekanik ventilatöre bağlama süreçleri mortaliteyi oldukça arttırmaktadır (26). Weaning kompleks bir süreçtir. Çok yönlü yaklaşım, ventilasyon yönetimi ve ECMO fizyolojisi'nin çok iyi bilinmesi gerekmektedir. VA-ECMO'da weaning başlamadan önce hasta da laktik asidoz ve

karaciğer hasarı gibi önemli metabolik bozukluklar çözülmüş veya belirgin bir iyileşme gözlemlenmiş olmalıdır. Minimum inotropik destek ve düşük ECMO akış hızlarında pulsatil arteriyel dalga şeklini geri kazanmış olmalıdır. Hemodinamik olarak stabil olmalıdır. Başlangıçtaki ortalama arter basıncı 60 mmHg'den yüksek olmalıdır. En az 24 saat EKO ile ventrikül kontraktilitesi takip edilmelidir (27). Bu kriterler sağlanıp akciğerler toparlanmaya parsiyel O₂ basıncı artmaya başlayınca ECMO akımı yavaşça azaltılır. Bu değişkenlere dikkat etmek suretiyle 36-48 saat gözlemleyerek pompa akımını her seferde 0.5 L/dakika'yı geçmeyecek şekilde azaltıp pompa flowunu 1,5-2 L/dakika'ya kadar düşürmek amaçlanır (4). Bu akım hızının altına inilmesi devrede pıhtı oluşması ihtimalinden dolayı önerilmez. Pompa flowu azaltılırken kardiyak destek amaçlı inotrop ve vazodilatör tedavi dozları ayarlanır. EKG yardımıyla sol ventrikül fonksiyonları değerlendirilir. İnotrop desteğinin yetersiz olduğu durumlarda intra aortik balon pompası (İABP) takılması düşünülmelidir. Eğer periferik yerleşimli bir ECMO uygulanıyor ise bunun santrale taşınması ve sonrasında İABP takılması önerilir. Arteriyel ve venöz hatlara klemp konularak hasta bir müddet takip edilir (28). Hasta stabil hale gelinceye kadar antikoagülasyona devam edilir. ECMO'dan ayırma süreci hasta bazlı olarak değişiklik gösterebilir. Bazı kritik hastalarda ECMO'dan ayırma işleminin, ECMO kan akımı yavaş yavaş azaltılarak yapılması gerekebilir ve işlem 48-72 saate uzayabilir. Dekanülasyon sırasında hasta sedatize olmalıdır. Ekstübasyon ise 24-48 saat içinde gerçekleştirilir (29). Hastaya düşük ventilatör ayarlarına rağmen akciğerlerden CO₂ atılımı yapılmaya başlandığında ECMO kan akımı PH değerlerini ayarlamak için değiştirilir. ECMO ayarları değiştirildikten yarım saat ile bir saat sonra kan gazı alınmalıdır. Kan gazı kontrolündeki PH değeri ve ventilasyon parametreleri değişiklik göstermez ise ECMO kan akımı yavaş yavaş 1.5 L / dk'ya kadar azaltılır. Flow azaltılmasına rağmen kan gazları stabil seyrederek ve hastada takipne veya dispne gelişmez ise ECMO'dan ayırma kararı alınabilir. (30)Antikoagülasyon kesilip, pıhtılaşma parametreleri kontrol edilir. ECMO'dan ayırmadan önce tüm bu testler normal ise manuel baskı uygulanılarak dekanülasyon yapılabilir. ECMO weaning işlemi kadar bu işlemi uygun zamanda sonlandırmak veya süreç uzayacak ise ECMO'yu köprüleme aracı olarak kullanmakta önemlidir. VA-ECMO desteği alan hastaların büyük çoğunluğu 2-5. günler arasında VA-ECMO desteğinden ayrılabilirler. ELSO veri tabanında % 22 hasta da weaning süresinin 14 günü geçtiği bildirilmiştir (31).

3. ALT EKSTREMİTE İSKEMİSİ

3.1. BACAKLARDAKİ ARTERLERİN ANATOMİSİ

Bu tez konusunun daha rahat anlaşılabilmesi için alt ekstremitte arterlerinin anatomisinden bahsetmek gerekiyor. Abdominal aort L4 (Lumbal 4) vertebra hizasında 2 uç dala ayrılarak arteria iliaca communis dextra ve sinistrayı oluşturur. Bu damarlar yaklaşık 5 cm uzunluğu civarındadır ve sakroiliyak düzeyde ikiye ayrılır. Birisi arteria iliaca interna diğeri arteria iliaca externadır. Arteria iliaca externa ise ligamentum inguinale altından geçtikten sonra femoral arteri oluşturur. Femoral arter alt ekstremitteyi besleyen ana arterdir. Daha sonra femoral arter trigonum femoralden geçerek aşağıya doğru ilerleyerek fossa poplitea bölgesinde arteria poplitea adını alır. Pulsasyon ve nabız kontrolü arteria popliteadan alınabilir. Arteria popliteada musculus poplitiscuskasının hemen altından arteria tibialis anterior ve arteria tibialis posterior olmak üzere 2 ayrı damara ayrılır. Bu arteria tibialis anterior ve arteria tibialis posterior özellikle periferik VA-ECMO esnasında alt ekstremitenin beslenmesinde gerçekleşen komplikasyonlarda alt ekstremitenin reperfüzyonunda distal perfüzyon kataterine alternatif olarak kullanılabilmesi açısından önemli 2 damardır. Arteria tibialis anterior bacağın ön ve yan kısımlarını beslerken arteria tibialis posterior ise arka kısmını besler. Genel olarak alt ekstremitte üzerinden nabız alınan yerler femoral arter, popliteal arter, arteria tibialis posterior ve arteria dorsalis pedistir. Periferik VA-ECMO'da hastaya arteriyel kanülasyon stratejisinde kanülasyon çapı hastanın BSA'sına göre belirlenmektedir. Hastanın femoral arteri 7 mm'den küçük olursa ve arteriyel kanül ile femoral arter çapı arasında fark az olursa ya da hiç olmazsa bacaklara kan akımı zayıflar ve bacaklarda alt ekstremitte komplikasyonlarının en önemlisi olan bacak iskemisi meydana gelir (32). Yetersiz akım bacaklarda hücre ve doku ölümlerine neden olarak ciddi morbidite ve mortaliteye neden olabilir ve ekstremitte kaybıyla sonuçlanabilir.

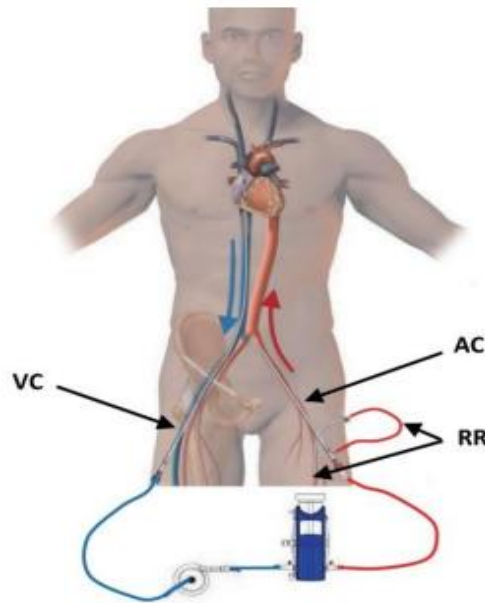
3.1.1. Periferik VA-ECMO'da Alt Ekstremitte iskemisinin Fizyolojisi

Periferik VA-ECMO, ilerlemiş kalp hastalığı olan hastaların sağ kalımını iyileştirebilmek için retrograd bir akımla hastaya kardiyak destek olur. Ancak bu destek sırasında önemli komplikasyon vardır (33). Bu komplikasyon Literatürde periferik VA-ECMO yapılan hastaların %13 - 25'sinde gelişen alt ekstremitte iskemisidir (33). Periferik

VA- ECMO sırasında femoral arterin, geniş çaplı bir arter kanülü tarafından tıkanmasının neden olduğu ve sonucunda ekstremiteye yeterli bir kan akımı olmadığı durumda, kritik alt ekstremitte malperfüzyonuna yol açabilir. Alt ekstremitte hücreleri ve dokularının beslenmesi bozulabilir (33). Hastanın alt ekstremitesindeki uzuvlarının kaybedilmesine kadar varan çok ciddi komplikasyonlara neden olur (34). Guglinin çalışmasında bu hastaların %10'una fasyotomi %5'ine amputasyon yapılmıştır. Hayatta kalma şansını önemli ölçüde etkileyebilir. Periferik VA-ECMO'da hastada görülen komplikasyonlardan birisi yapısal olarak damarların dar olmasıdır. Bu da periferik VA-ECMO sırasında kanülasyon işlemlerini zorlaştırır. Periferik VA-ECMO'da en önemli komplikasyon olan distal perfüzyonun bozulmasına neden olabilir (35).

3.1.2. Periferik VA – ECMO'da Bacak İskemisinin Değerlendirilmesi

Periferik VA –ECMO alt ekstremitte için akış hızı dakikada 100 ile 300 cc olması gerekmektedir. Periferik VA- ECMO uygulaması alt ekstremitte komplikasyonun oluşmaması için belli aralıklarla bacaklardaki renk değişikliği ve ısı ve bacaklarda kasılma durumu sürekli takip edilmelidir. Bacak iskemisinin belirtilerinden olan akış sıkıntısı sebebiyle nabız kaybı, soluk cilt rengi, kangrene varan belirtileri vardır. Periferik VA-ECMO'da Distal perfüzyon kateteri kullanılan hastalarda reperfüzyon sonrasında bu iskemi belirtileri görülmez (36).



Şekil 3.1. Periferik VA-ECMO kanülasyonu ve distal perfüzyon kanülü şeması (36)

Şekil 2.4.'de Hastanın venöz kanülasyonundan gelen deoksijenize kan pompadan geçer ve oksijenatörde oksijenizasyon ve gaz değişimi gerçekleştikten sonra femoral arter üzerine yapılan kanülasyonla arcus aortaya ve koronerlere kadar oksijenize kan verilir. Bu sırada alt ekstremitenin perfüzyonunun bozulmaması için venöz ve arter kanülasyondan hemen sonra 5-6 Fr çapında distal perfüzyon kanülasyonu uygulanır.

Juo ve arkadaşlarının çalışmasında bu durum araştırılmıştır. Distal perfüzyon kateteri kullanılan ve reperfüzyon ile alt ekstremitenin akışının sağlanmasıyla iskemi belirtileri görülmemiştir. Sadece bazı hastalarda alt uzuvda şişme ve ciltte gerginlik görülebileceği belirtilmiştir. İskemi durumu doppler ultrason ile değerlendirilmelidir. Sık sık monitörizasyon takibi yapılmalıdır. Kompartımanlar arasında fark 20 mmHg üzerinde olduğunda fasyotomi gerekebilir (35). Ayrıca yükselmiş laktat, yükselmiş kreatinin ve fosfokinaz geç görülen bir cevaptır. Bu değerlerin yükselmesi iskeminin ilerlediğini gösterebilir. VA- ECMO uygulanan hastaların %4'ünde iskemik felç görülür (4). Bu iskemik felç durumu uygulanan kanülasyon ve endikasyona göre değişmektedir. Femoral arter kanülasyonu ile karotis arter kanülasyon uygulaması karşılaştırıldığında femoral arter kanülasyonu karotis arter kanülasyonundan 3 kat daha fazla iskemik felç riskine neden olur. Periferik VA-ECMO sonucunda hastada gerçekleşen komplikasyonlardan birisi olan alt ekstremitte iskemisini önlemek için kanülasyon ve kanül seçimi ciddi şekilde önemlidir. Femoral artere kanülasyon yapılmadan önce damarların ultrasonik yöntemlerle değerlendirilmelidir. Her hastaya en uygun akımı verecek çapta ve mümkün olduğu kadar pressuredrop düşük, akımı iyi iletebilen arteriyel kanül seçilmelidir. Periferik VA-ECMO uygulanan hastalarda arteriyel kanülasyon yapılacağı zaman hastanın daha önce bir vasküler operasyon geçirmemiş olması ya da herhangi bir vasküler rahatsızlığının (örneğin damar daralması, damarların yapısal olarak darlığı veya damarlarda ateroskleroz oluşumunun) değerlendirilmesi gerekmektedir (37). Ayrıca alt ekstremitenin periferik dolaşımın değerlendirilmesi için belirli saat aralıklarında dorsalispedis ve posterior tibiadan nabızlar takip edilmelidir. Son zamanlarda yakın kızılötesi spektroskopisinin, VA-ECMO hastalarında alt ekstremitelerin doku oksijenasyonunu izlemek için başka bir önemli yöntem olduğu gösterilmiştir (38).

Doku perfüzyon ölçümü bölgesel olarak kızılötesi dalga boylarında ışık kullanarak bölgesel olarak hemoglobin oksijen yoğunluğunu ölçebilen spektroskopik yöntemdir. Doku perfüzyon ölçümü (serebral near-infrared spektroskopi) bölgesel olarak ve sürekli

olarak non invazif olarak oksijen doğunluğunu ölçen cihazdır (34). Gentello ve arkadaşları kompartman iskemisinin değerlendirilmesinde ilk doku perfüzyon ölçümü kullanmışlardır. Bu çalışmanın sonucunda ise doku perfüzyon ölçümünün kompartman perfüzyon basıncı ölçümlerinden daha iyi ve onlar kadar spesifik sonuçlar verdiğini tespit etmişlerdir. NIRS, yakın kızılötesini kullanan bir spektroskopik yöntemdir (39). Farklı dalga boylarındaki ışığın oksijen satürasyonunu ölçebilir. Bu yöntem, kandaki oksihemoglobin konsantrasyonunu belirleme yeteneğine sahiptir. Transkütanöz NIRS izleme, serebral oksimetre ve hipoperfüzyonun tespiti gibi birçok klinik uygulama için kullanılmaktadır.



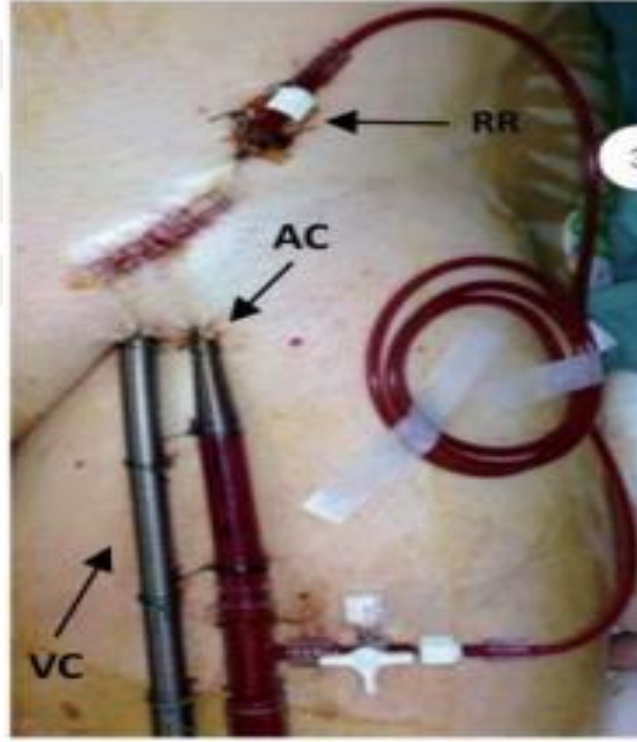
Şekil 3.2. Alt ekstremitenin değerlendirilmesinde doku perfüzyon ölçüm kullanımı (34)

Geleneksel saatlik olarak yapılan yatak başı Doppler sorgulama yöntemi yerine ECMO hastalarında NIRS kullanılarak daha hızlı bir şekilde uzuv iskemisi tespit edilebilir. NIRS sistemi, periferik vasküler hastalık ve vazokonstriksiyon gibi durumlarla birlikte distal perfüzyonun yeterliliği hakkında daha güvenilir bir değerlendirme yapılmasını sağlar. Bu nedenle, NIRS'nin uygulanması cerrahi müdahaleyi hızlandırma, perfüzyon eksikliklerini düzeltme, kompartman sendromu ve uzuv gelişiminin önlenmesi gibi

potansiyel faydalar sunmaktadır. Açıklanan bütün bu yöntemlerin yetersiz kalması durumunda bilgisayarlı tomografi ile anjiyo yapılır (4).

3.2. PERİFERİK VENO-ARTERİYEL ECMO'DA ALT EKSTREMİTE İSKEMİSİNİN ÇÖZÜMÜ

Kardiyak destek amacıyla takılan periferik VA – ECMO desteğinde ciddi morbiditeye neden olan alt ekstremitte iskemisinin önlenmesi ve çözümü için en yaygın kullanılan 2 yöntemle önlenmeye çalışılır. Bunlardan birincisi distal perfüzyon kanülü kullanmaktır. Distal perfüzyon kanülü femoral arter üzerinden yapılan ek bir kanülasyondur.



Şekil 3.3. Arteriyel kanülasyona ilave olarak retrograd reperfüzyon kanülasyonu (36)

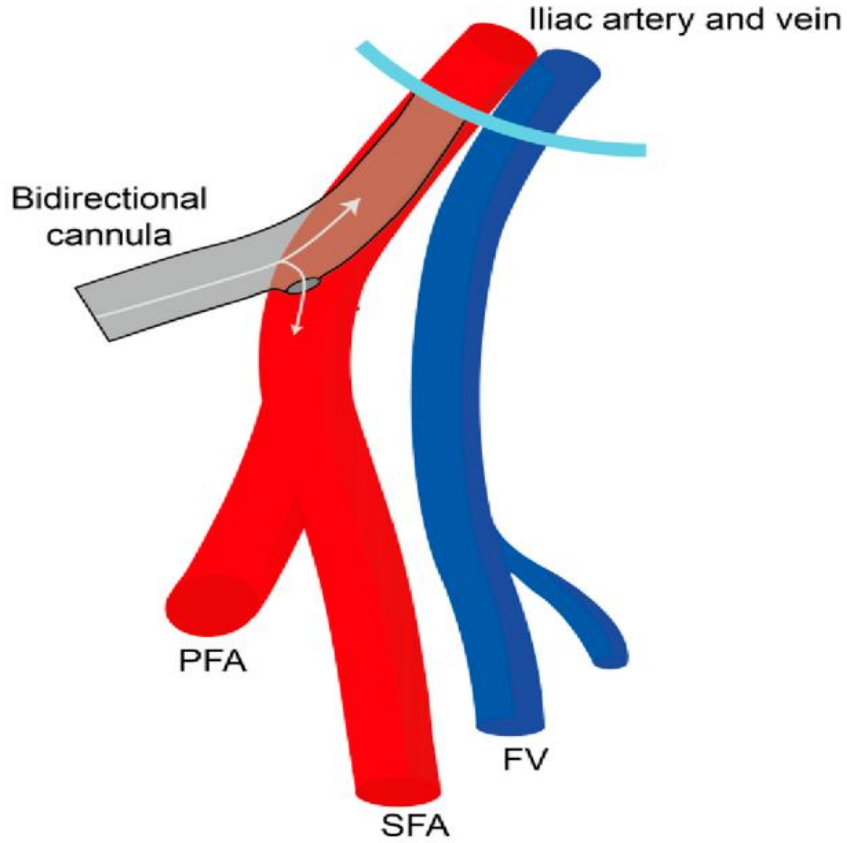


Şekil 3.4. Distal perfüzyon kataterinin arter kanülasyon üzerinden femoral artere uygulanması (40)

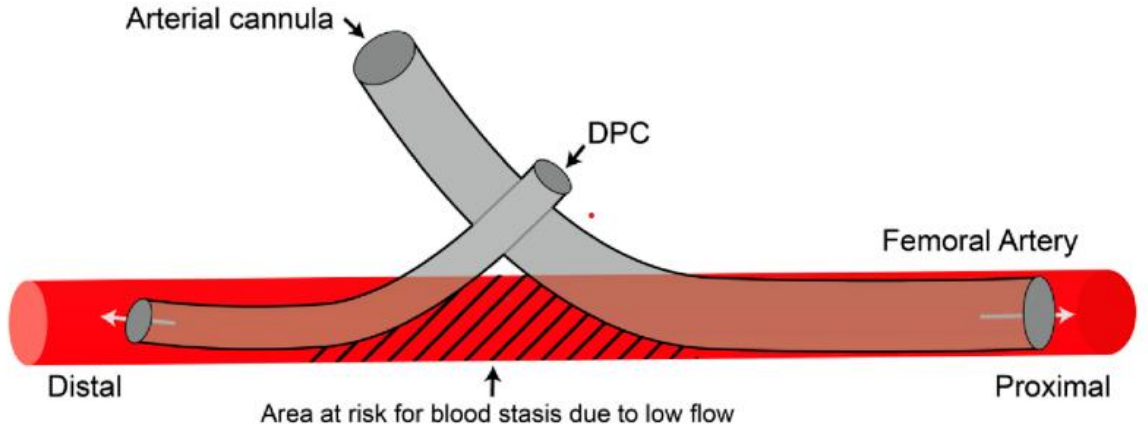
İkinci yöntem ise bir greft dikilerek bacaklarda en önemli komplikasyon olan bacak iskemisinin oluşmasını engeller (2). Bu yöntemlerden ilki reperfüzyon kanülü yerleştirilmektedir. Diğer adıyla distal perfüzyon kanülü periferik VA-ECMO'nun arter kanülünden aldığı kanı femoral artere geri verir. Eğer alt ekstremiteye giden akım miktarı 50 mmHg altındaysa distal perfüzyon kateteri takılmalıdır. Femoral arter kanülü üzerine bir üçlü musluk yardımıyla yerleştirilecek distal perfüzyon kanülü distal akımı korumaya yardımcı olacaktır. Nabız iyi olduğunda bu kanülü yerleştirmek her zaman daha kolay olacaktır. Genel olarak alt bacaklara distal perfüzyon katateri ile gönderilecek kan akımı yüzeysel femoral arterden 100 – 150 ml kadar minimum akım bacak perfüzyonu için yeterlidir (41). Bu kan akımının takibi komplikasyonun gelişmemesi ve hastanın güvenliği açısından önem arz etmektedir. Alt ekstremitate iskemisini önlemek amaçlı yerleştirilen reperfüzyon kanülü yani distal perfüzyon kanülü periferik VA-ECMO devresinin oksijenli kanı getirdiği femoral arter kanülüne uygulanır. Bu sayede alt ekstremitenin perfüzyonu uygun ve güvenli bir şekilde sağlanır. Genel olarak 7 Fr 11 cm olan distal perfüzyon katateri femoral arterdeki arter kanüle bir konnektör yardımıyla bağlanır. Proksimal kanülasyon yapılmadan önce bu kanülasyon yapılmalıdır. Alt ekstremitenin distal

perfüzyonu ilk 4 saat içinde sağlanmalıdır (36). Arteriadorsalispedis ve arteriatibialis posterior üzerine üçlü musluk bağlantısı ile bağlanan distal perfüzyon kateteri ile kanülasyon uygulanarak distal perfüzyon sağlanabilir (4).

Klasik distal perfüzyon kanülü haricinde yeni bir yöntem olan çift yönlü Biflow kanülü stratejisi ile alt ekstremitenin perfüzyonunun sağlanmasında farklı yaklaşım vardır. Bu yaklaşım sayesinde klasik kanülasyondaki distal perfüzyona göre, alt ekstremitelere daha fazla kan akışı ile daha kaliteli perfüzyon sağlar. Bu kanülün fizyolojisinde hem üst ekstremitelere hemde alt ekstremitelere aynı anda tek bir kanülasyonla perfüzyon sağlayabilir (42).



Şekil 3.5. Femorel arter üzerinde biflow kanülasyonun fizyolojisi (43)



Şekil 3.6. Femorel arter kanül ile distal perfüzyon kanülü arasındaki trombus oluşma ihtimali olan bölge (43)

Klasik bir femorel arter distal perfüzyon katateri uygulamasında trombus oluşma alanı varken, çift yönlü biflow kanül kullanımında trombus oluşma ihtimalinin daha düşüktür ve daha noninvaziftir (43).

Distal perfüzyon katateri kullanımının haricinde çok ince bir femoral artere sahip olan veya çok önemli ve acil iskemik olan vakalarda femoral artere cerrahi bir girişim ile artere greft dikilerek alt ekstremitenin reperfüzyonu sağlanmış olur (2). Periferik VA-ECMO sırasında gerçekleşen Alt ekstremitte iskemisine müdahaledeki bu yöntemlerin haricinde arteriyel kanül seçiminde alternatif olarak farklı periferik kanül seçimlerinden biriside subklaviyen arter kanülasyonudur. Subklaviyen arter kanülasyonu periferik VA-ECMO'da ilk olarak 2003'te kullanılmıştır. Tercihen sağ subklaviyen kullanılarak bir dacron greft yardımıyla arter kanülasyon yapılmaktadır. Böylelikle bu kanülasyon ile olası alt ekstremitte iskemisi engellenmiş olur (44).

4. GEREÇ VE YÖNTEMLER

4.1. TEZ ÇALIŞMA VE TASARIM

Bu tez çalışmasında ulusal ve uluslararası literatür taraması yapılarak Periferik VA-ECMO desteği sırasında gerçekleşecek alt ekstremite iskemisinin tespiti ve çözümü üzerine literatür taraması sonucundaki ulusal ve uluslararası verileri sunmaktır. Bu çalışma retrospektif olarak hazırlanmıştır.,

4.2. ÇALIŞMANIN EVREN VE ÖRNEKLEMİ

Ulusal ve uluslararası literatür taramasıyla Periferik VA-ECMO sırasında gerçekleşen alt ekstremite iskemisi komplikasyonlarının incelenip derlenmesi ile belirli bir tarih gözetmeden yapılan araştırmada tez konusuyla alakalı anahtar kelimeler ile ulusal ve uluslararası literatür taramasıyla retrospektif bir araştırma ortaya konulmuştur.

4.3. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI

Google scholar, Pubmed, Elsevier veri tabanlarından ulusal ve uluslararası çalışmalardaki makaleler Alt ekstremite iskemisi, bacak iskemisi, Periferik VA-ECMO anahtar kelimeleriyle araştırma yapıp derlenerek bu çalışma oluşturulmuştur.

4.4. VERİLERİN ANALİZİ

Araştırmanın konusu olan periferik VA – ECMO sırasında gerçekleşen alt ekstremite iskemisinde hipoperfüzyona neden olan ve erken farkedilmediğinde uzuv kayıplarına varabilen çok ciddi morbiditeyle sonuçlanan bu çalışmanın derlemesinde 10 adet çalışmada periferik VA – ECMO sırasında gerçekleşen alt ekstremite iskemisinin klinik ve reviev çalışmaları derlenerek bulgular kısmında açıklanarak bu yapılan araştırmadaki ortak sonuca göre kanülasyon stratejisinin seçilmesinde ve uygulamasında femoral arterlerin doppler ve ultrasonografik olarak değerlendirilerek damar çapına dikkat edilerek yeterli akım sağlayacak şekilde alt ekstremite iskemisini bozmayacak şekilde bir kanülasyon yapılmalıdır. Ayrıca yapılan bu araştırmada alt ekstremite iskemisini perfüzyonun korunmasında distal perfüzyon kateterinin kullanılması zorunluluğudur. Distal perfüzyon kateteri kullanılmayan çalışmalarda alt ekstremitelere uzuvlarda malperfüzyona neden olmuş. Ciddi morbiditeyle sonuçlanmıştır. Bazı çalışmalarda distal perfüzyon kateteri kullanılmadığında femoral artere dikilen bir greft ile alt ekstremitenin

reperfüzyonu sağlandığı görülmüştür. Periferik VA – ECMO sırasında alt ekstremitede renk, ısı gibi fiziksel ve flow metre ile yapılan ölçümler ile alt ekstremitte perfüzyonu sürekli takip edilmelidir. Yapılan çalışmalarda alt ekstremitte iskemisinden en iyi kaçınma yolu profilaktif olarak distal perfüzyon kataterinin kullanılmasıdır.

4.5. ÇIKAR ÇATIŞMASI

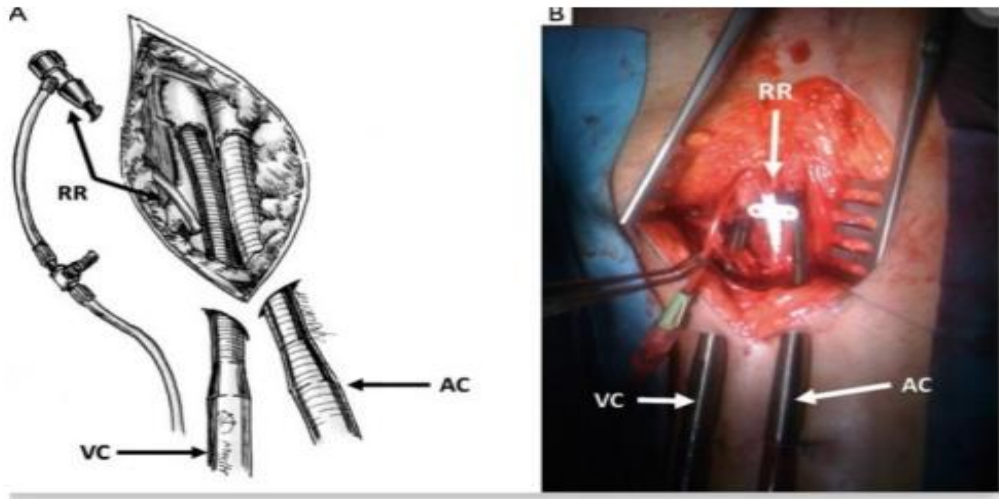
Yapılan bu tez çalışmasında herhangi bir firma v.b. ile çıkar çatışması yoktur.



5. BULGULAR

5.1. PERİFERİK VA-ECMO'DA BACAK İSKEMİSİNİN TANISI VE ÇÖZÜM STRATEJİLERİ

Hanley AC ve arkadaşlarının Ocak 2013'ten Nisan 2018'e kadar Tufts Tıp Merkezi'nde 143 hastanın ECMO tedavisi aldığını göstermektedir. Buna 24 VV-ECMO ve 18 merkezi ECMO hasta dâhildir. Toplamda 101 hasta çalışmaya katılmıştır. Hastaların demografik özellikleri ile hastane içi mortalite arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Hanley ve arkadaşları ECMO'da distal perfüzyon kataterinin alt ekstremitelerde bacak iskemisine etkisini araştırdıkları çalışmada distal perfüzyon katateri uygulanan bir grup hastada distal perfüzyon kataterinin bacak iskemisini faydasının olduğu gösterilmiştir. Yine bu çalışmada distal perfüzyon kataterinin mortalite üzerinde herhangi bir etkisi olmamıştır.



Şekil 5.1. Hanley ve arkadaşlarının çalışmasından (45)

Çalışmanın sonucunda alt ekstremitte iskemisinin VA - ECMO uygulanan hastalarda görüldüğü ve sonucunda kötü komplikasyonlara varabileceği bu yüzden distal perfüzyon kateteri kullanılması gerektiği savunulmuştur. Distal perfüzyon kateteri VA-ECMO uygulama aşaması kullanılması gerekmektedir. Sonradan yapılan distal perfüzyon kateteri ultrason görüntüleme verilecek olan açıkları zorlaştırmaktadır. Ve hastanın obez olması yine distal perfüzyon kataterinin vücuda yerleşmesini zorlaştırmaktadır. Kanülasyon sırasında DPC'nin profilaktik olarak yerleştirilmesi ekstremitte iskemisi insidansını önemli ölçüde azaltmıştır ancak mortaliteyi etkilememiştir. ECMO kanülasyonu sırasında DPC yerleştirilmeyen ve sonrasında uzuv iskemisi gelişen

hastalarda, uzuv kurtarma için geç DPC yerleştirilmesi mortaliteyi etkilememiştir. ECMO değişkenleri arasında, sadece ekstremite iskemisi artmış mortalite ile ilişkili bulunmuş ve profilaktik DPC yerleştirilen hastalarda mortalitenin azalması gözlenmiştir. ECMO endikasyonu veya kanülasyonun hastane içi mortalite üzerinde herhangi bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada ekstremite iskemisi çeşitli yöntemlerle irdelenmiş ve Sonuç olarak, profilaktik DPC yerleştirilmesi ile ekstremite iskemisi arasında bir ilişki olduğu belirtilmiştir. Ancak yaş ve arteriyel kanül boyutu gibi hastaların demografik özelliklerinin hiçbirinin ekstremite iskemisi ile ilişkili olmadığı gözlenmiştir (45).

Diğer bir çalışma ise DJ spurlock ve arkadaşlarının yapmış oldukları posterior tibial arter ile reperfüzyon çalışmasında başarılı bir posterior tibial reperfüzyon yapıldığı halde hastaların 3'ünde geri dönüşü olmayan iskemik komplikasyonlar görülmüş. Fakat bu hastalar alt ekstremitenin reperfüzyonunu periferik VA – ECMO başladıktan sonra almışlar. Bu durumda alt ekstremite iskemisine zamanında müdahale edemediklerini düşünmelerine neden olmuş. Bu çalışmanın sonucunda ise periferik VA-ECMO uygulamasında reperfüzyon kataterlerinin periferik VA-ECMO sırasında değil profilaktif olarak yerleşmesi gerektiği kanısına varılarak, posterior tibial arter kanülasyonunun periferik VA-ECMO sırasında basit bir teknik olduğunu ve geri dönüşü olmayan iskemik hasarı önlemek için ECMO başlangıcından sonraki 6 saat içinde uygulanması gerektiğini göstermektedir (36).

Foley ve arkadaşlarının çalışmasında ise periferik VA-ECMO'da femoral artere arteriyel kanülasyon uygulama sonucundan gelişen alt ekstremite komplikasyonun önlenmesi için distal perfüzyon kanülü kullanılmıştır. Bu çalışmada, elli sekiz hastanın ECMO desteğine yerleştirildiği belirtilmektedir. Hastaların 43'ünde periferik VA – ECMO desteği için femoral arteriyel kanülasyon uygulandığı görülmüştür. 10 hastada, yüzeyfemoral arter, profilaktik olarak kanüle edilmiş ve periferik VA – ECMO desteği devresinin bir dalından antegrad yönde alt ekstremitelere perfüze edilmiştir. Kalan 33 hastanın 7'sinde ise uzuv iskemisi gelişmiş ve bu durumu düzeltmek için fasyotomi veya yüzeysel femoral arter kanülasyonu gerekmektedir. Bir hastada ekstremite iskemisi nedeniyle amputasyon uygulanmıştır. Ekstremitte iskemisi olan hastaların, iskemisi olmayan hastalara göre daha genç olduğu bulunmuştur. Ancak, BSA, VKİ ve kanül boyutu ekstremite iskemisini öngörmekte etkili olmamıştır. Çalışmada ekstremite iskemisi ile

mortalite arasında bir ilişki saptanmamıştır. Özetle distal perfüzyon kanülü özellikle profilaktif olarak kullanıldığında başarılı olduğu görülmüş (46).

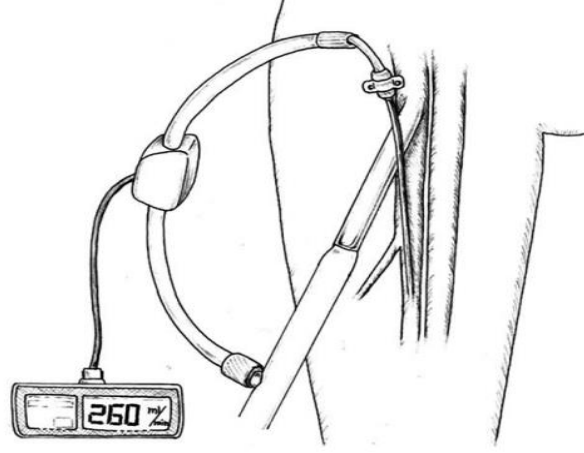
Juo YY ve arkadaşlarının yaptığı bu çalışmada, venoarteriyel ekstrakorporeal membran oksijenasyonu (VA-ECMO) alan hastalarda distal perfüzyon kataterinin, etkinliğini incelemeyi amaçlamaktadır. Literatür taraması sonucunda elde edilen verilere göre, Distal perfüzyon katateri ekstremitte iskemisini önlemede önemli bir rol oynadığı görülmüştür. 22 retrospektif gözlemsel çalışmanın incelenmesi sonucunda, Distal perfüzyon katateri olan hastalarda ekstremitte iskemisi insidansında %15,7 oranında azalma olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, Distal perfüzyon katateri yerleştirme tekniği, kanül tipi ve endikasyonu konusunda farklılıklar olduğu görülmüştür. Bu çalışma, distal perfüzyon katateri, periferik VA – ECMO alan hastalar için önemli bir tedavi seçeneği olduğunu ve uygun bir şekilde kullanıldığında ekstremitte iskemisi riskini azaltabileceğini göstermektedir (3).

Kaufeld ve arkadaşlarının çalışmasında Hannover Tıp Fakültesi (Almanya) Kalp ve Damar Cerrahisi, Transplantasyon ve Damar Cerrahisi Bölümü tarafından Ocak 2012-Eylül 2015 tarihleri arasında bir meta-analiz çalışmasında toplam 1.200 hastanın %10'unda VA-ECMO tedavisinin bir sonucu olarak kritik uzuv iskemisini tanımlanmış. Kritik uzuv iskemisini önlemek için, distal uzuv perfüzyonunu sağlamak için arteriyel periferik VA-ECMO kanülünün distaline küçük kalibreli ek bir kanül yerleştirilebileceği önerilmiştir. Yapılan bu meta analizde periferik VA-ECMO uygulanan hastalar çalışmaya dâhil edilmiştir. 489 hasta VA-ECMO tedavisi görmüş. Daha sonra VVA (veno-veno-arteriyel) stratejisine geçilmesi gereken VV-ECMO tedavisi gören hastalarda dahil edilmiş. Ana dahil etme kriterleri, ortak femoral artere ve ortak iliyak vene bir ECMO uygulanmasıydı. Açık veya perkütan kurulumdan sonra distal ekstremitte iskemi prevalansı, bir distal perfüzyon kataterinin varlığına bağlı olarak kaydedildi. Hastalar taburcu olana veya hastane içi ölüme kadar takip edilmiş ve toplamda 307 hasta gerekli şartları karşılamış VA-ECMO desteğine dâhil edilen hastalar iki gruba ayrılmış. Periferik VA – ECMO implantasyonu sırasında distal perfüzyon katateri olan hastalar A grubunu oluştururken, distal perfüzyon katateri olmayan VA-ECMO tedavisi gören hastalar B grubunu oluşturmuş. Toplamda 237 hasta yani %77'si açık veya perkütan uygulamada VA-ECMO implantasyonu sırasında distal perfüzyon katateri olarak grup A'yı oluşturmuş. VA-ECMO tedavisinin başlangıcında, 70 hastada ise yani %23'ünde acil durum sebebi ve anatomik nedenlerden dolayı zaman

kısıtlaması nedenleriyle distal perfüzyon kanülünün yerleştirilmesi mümkün olmamıştır. Bu hastalarda grup B'yi oluşturmuşlar. Grup A'da 207 hastada (%76) ve grup B'de 67 hastada (%24) perkütan kanülasyon uygulanmış. VA-ECMO uygulama süresi her iki grup için de eşit sürede yapılmış ayrıca her iki gruptaki hastalara hemen hemen aynı çapta venöz ve arteriyel kanüller yerleştirilmiş. (Arteriyel kanül 16+1 Fr civarında iken venöz kanül 23+2 Fr) ve bu uygulamaların sonucunda iki grup arasında alt ekstremite malperfüzyonu açısından önemli farklılıklar gözlenmiş. B grubundaki hastaların yani distal perfüzyon katateri uygulanmayan hastaların 70 inden 15 ine yaklaşık %21,43 üne kritik uzuv iskemisi nedeniyle cerrahi müdahale gerekirken, A grubundaki hastaların yani distal perfüzyon katateri uygulanan 237 hastanın sadece 8'inde yaklaşık %3,38'i kritik uzuv iskemisi nedeniyle cerrahi müdahale gerekmiştir. Mortalite durumu ise VA-ECMO desteğinin başlatılmasından sonra genel hastane içi mortalite 307 hastanın 148'i yani %48,2 civarındaymış. Distal perfüzyon katateri uygulaması yapılan A ve B grubu bakımından bakıldığında ölüm oranı grup A ve grup B için sırasıyla %46,84'e karşı %52,86' olarak kayıtlara geçmiştir. Yapılan bu klinik çalışmada, periferik VA-ECMO tedavisi sırasında distal perfüzyon kataterinin, iskemiye bağlı komplikasyonları en aza indirmek ve kritik hastalarda ek morbiditeyi önlemek için zorunlu bir yaklaşım olarak düşünülmesi gerektiği, gelecekteki çalışmalar, hassas distal akış ölçümlerini değerlendirerek ve VA-ECMO kurulumundan sonra kritik uzuv iskemisinin ilgili klinik belirtileri belirlenerek distal ekstremite perfüzyonunun uygulanması, implantasyon tekniğine bakılmadan femoral VA-ECMO uygulaması bağlamında zorunlu bir yaklaşım olarak düşünülmüştür. Distal ekstremitenin malperfüzyonu, tıkanıklığın üstesinden gelmek için ECMO uygulaması sırasında tek lümenli bir kateter eklenerek oluşturulabilen ipsilateral distal ekstremite perfüzyonu kullanılarak önlenbilir (47).

Huang ve arkadaşlarının çalışmasında Haziran 2002 ile Aralık 2003 arasında yapılan bir protokolün sonuçlarına göre, enstitülerinde periferik VA – ECMO alan 26 hasta incelenmiştir. Bu hastaların %34,6'sına distal perfüzyon katateri takılmıştır. Bu çalışmada hiçbir hastada ekstremite iskemisi görülmemiştir. Periferik VA – ECMO desteğini alan 17 hastanın %65,4'ü taburcu olmuş ve 14 hastanın (%50,4) hayatta kaldığı görülmüştür. Bu çalışmada distal perfüzyon kanülü kullanılmaktadır. Önerilen kriter, kritik ekstremite iskemisine dayanmaktadır ve bacak bileği basıncının 50 mm Hg'den düşük olmasıdır. Bu kriterlere dayanarak özel bir kateter seçerek kan akışı, kateter ile veya distal bacak

perfüzyonu için femoral kanala anastomoz edilen vasküler protez de kullanılabileceği belirtilmiştir (48).



Şekil 5.2. Huang ve arkadaşlarının çalışmasındaki distal perfüzyon akış ölçümü (48)

Huang ve arkadaşlarının çalışmasında üreticiye göre kateterden geçen kan akışı 100 mm Hg altında 260 mL/dakikadır. Normal istirahat halindeki bir bacağın yüzeysel femoral arterindeki istirahat kan akışı yaklaşık 150 mL/dak olduğundan, kateterin ölçülen ortalama akışı olan 258 mL/dak, distal uzuv için yeterlidir (48).

Bisdas ve arkadaşlarının bu çalışması, femoral damar yoluyla uygulanan ECMO desteği alan hastalarda vasküler komplikasyonları değerlendirmeyi amaçlamaktadır. 174 hastaya femoral damarlardan kanülasyon yoluyla ECMO uygulanmış ve vasküler komplikasyonlar değerlendirilmiştir. Sonuçlar, vasküler komplikasyonlarının venoarteriyel erişimi olan hastalarda daha yaygın olduğunu göstermektedir. İki hastada ekstremitte iskemisi nedeniyle uzuv amputasyonu gerekmektedir. 30 günlük mortalite oranı % 63,1 yıllık sağkalım oranı ise % 26 olarak bulunmuştur. Çalışmanın sonucunda femoral arterden yapılan kanül uygulaması güvenli olmaya devam etmekte olduğu ama yaklaşık % 10 civarında alt ekstremitede iskemiye neden olduğu ve distal perfüzyon kateteri kullanılmasının gerekli olduğu savunulmuştur (49).

Rastanaj ve arkadaşlarının yaptıkları çalışma sonucunda periferik VA-ECMO'da femoral artere yapılan kanülasyon işleminde hastaların %19,9'unun %5,4'ünde bacak iskemisi meydana gelmiş. Yapılan çalışmada VA-ECMO'da alt ekstremitte iskemisini önlemek için kullanılan distal perfüzyon kanülü bacak iskemisini ve fasyotomiye %40'ın altına düşürdüğünü bulmuşlardır (31).

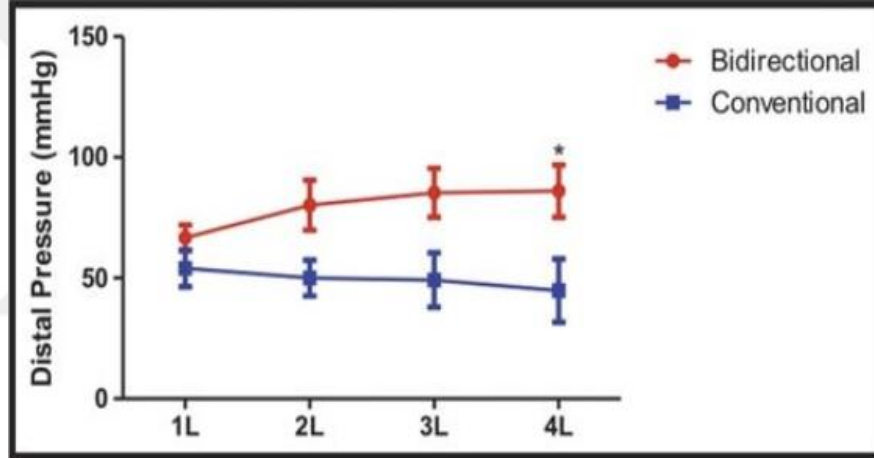
Keshavamurthy ve arkadaşlarının çalışmalarına göre periferik VA-ECMO desteği sırasında periferik uzuv komplikasyonlarının sıkça görüldüğü ve hastaların yaklaşık %25'inde ortaya çıktığı belirtilmektedir. Periferik arteriyel kanülasyonun, küçük damar çapı veya damar yapılarındaki ateroskleroz nedeniyle sorunlu olabileceği ifade edilmektedir. Bu durum distal ekstremitte hipoperfüzyonu, uzuv iskemisi ve kompartman sendromuna neden olabilir. Bu gibi durumlarda, fasyotomi veya amputasyon gibi vasküler onarımların nadiren gerekebileceği belirtilmektedir. Çalışmada alt ekstremitte iskemisinin değerlendirilmesi ve erken tespitinde kızılötesi ölçüm kullanımı yararlı ve güvenli olduğu ve periferik VA-ECMO'da yapılan kanülasyon yapılan alt ekstremitenin distal arter kısmı el doppleri ile değerlendirilmesi gerektiği, bunun haricinde doku perfüzyon ölçümü ile de izlenmesi önerilmektedir (34).

Fırat ve arkadaşlarının çalışmasında şiddetli pulmoner disfonksiyon hastasında gelişen pulmoner ödem nedeniyle periferik VA – ECMO desteği verilmiştir. Periferik VA – ECMO desteği için hastaya femoral venden 21 Fr, 55 cm femoral kanül, femoral arterden ise 19 Fr, 15 cm arter kanülperkutan olarak yerleştirildi. Hastada femoral arter kanülasyonundan bir gün sonra alt ekstremitte distalinde solukluk, soğukluk gelişerek alt ekstremitte iskemisi tanısı koyulmuştur. Bunun üzerine süperfasiyal femoral arter kanülasyonu ile ultrasonografi kılavuzluğunda 5 Fr kanül yerleştirilerek femoral arterdeki kanülden başka bir hat ile alt eksteremitenin antegrad perfüzyonu sağlandı. Bir gün sonra yeterli kan akımının olmadığı düşünülerek 5 Fr kanül 6 Fr kanül ile değiştirildi, bacak perfüzyonunun tamamen düzeldiği görüldü (50).

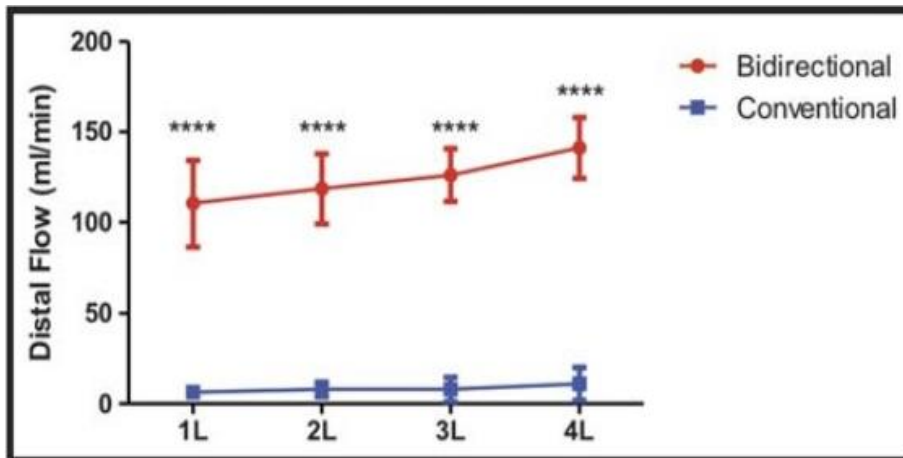
Liu ve arkadaşlarının vaka sunumlarında 16 yaşındaki erkek hastaya uygulanan periferik VA – ECMO desteği sürecinde sağ ayağında iki saat sonra ortaya çıkan soğukluk ve renk solgunluğu nedeniyle hgboptimizasyonu, çevresel sıcaklığın optimizasyonu en yüksek seviyede antikoagülasyon stratejisi gibi uygulamaları denenmiş ve sonuç alınamamıştır. Daha sonra posterior tibial üzerinde iki adet arteriyotomi yapılarak ayrı ayrı iki adet katater yerleştirildi. Ek olarak heparin distal perfüzyon katateri yoluyla uygulanmış. Sonuçta sağ ayaktaki siyanoz ve cilt sıcaklığı normal seviyelere dönmüş. Bu çalışmada iki katater arasındaki trombüs oluşumunu distal perfüzyon katateri üzerinden verilen heparin infüzyonu her iki posterior tibial arter kanülün tıkanmasını önlemiştir. Posterior tibial arterin çift yönlü kanülasyonu periferik VA – ECMO sırasında meydana

gelen alt ekstremitte iskemisini etkili bir şekilde çözebileceği bu çalışmada gösterilmiştir (51).

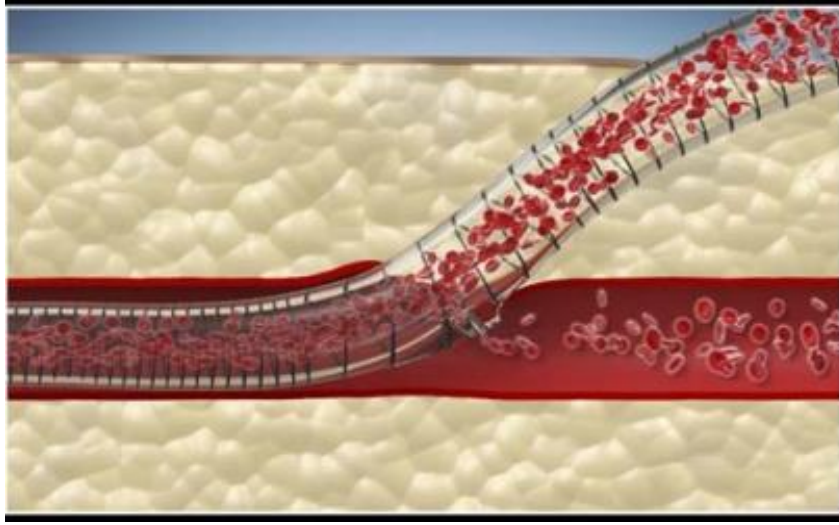
Bu çalışmaların haricinde hayvanlar üzerinde yapılan Chen ve arkadaşlarının çalışması ve insanlar üzerinde faz 1 çalışması olan Marasco ve arkadaşlarının çalışması, yeni bir yaklaşım olan biflow akış kanülünde hem üst ekstremitte hemde sürekli distal perfüzyon akımını sağladığı göstermeye çalışmıştır. Chen ve arkadaşlarının koyunlar üzerinde yaptıkları çalışmada geleneksel bir distal perfüzyon kanülü ile çift yönlü biflow kanülü karşılaştırılmış ve biflow kanülün geleneksel distal perfüzyon kanülünden, hem daha yüksek kan akışı hemde ortalama distal perfüzyon basıncı parametlerinde anlamlı derecede etkili olduğu ortaya konulmuş; fakat her iki kanül tipinde de alt ekstremitte laktat düzeylerinin istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmediği ortaya konulmuştur (42).



Şekil 5.3. Chen ve arkadaşlarının çalışmasındaki biflow ve klasik distal perfüzyon kataterinin distal basınç farkı (42)

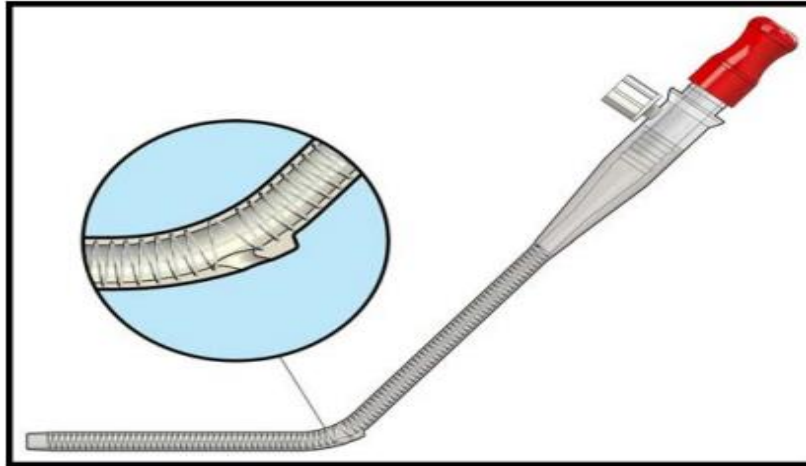


Şekil 5.4. Chen ve arkadaşlarının çalışmasındaki biflow ve klasik distal perfüzyon kataterinin distal flow farkı (42)



Şekil 5.5. Biflow akış kanülünün mekanizması (52)

Marasco ve arkadaşlarının çalışmasında ise Ağustos 2016 ile Mayıs 2017 arasında 15 hastada yeni çift yönlü femoral kanül kullanılarak femoral arteriyel kanülasyon uygulandı. Uygulama Perkütan yerleştirme tekniği kullanılarak çift yönlü bir kanül yerleştirilmiş ve 15 hastanın 14'ünde kanül uygulanan ekstremitede sürekli stabil distal perfüzyon gösterildi. Bu çalışmada kalp cerrahisi sırasında kardiyopulmoner bypass için femoral arter kanülasyonu uygulanan hastalarda, yeni bir çift yönlü kanül kullanımının güvenli ve yerleştirilmesi kolay olduğunu alt ekstremitede stabil distal perfüzyon sağladığını göstermektedir (52).



Şekil 5.6. Biflow akış kanülü (53)

Tablo 5.1. Distal Perfüzyon Katater Kullanımı ile İlgili Çalışmalar

Yazar Yayın Yılı	Millet	Toplam Hasta Sayısı	Femoral Arter Kanül Çapı (Ortalama)	Kanülasyo n Yaklaşımı	Dpk Uygulama Yeri	Dpk Uygulamasın da Bacak İskemisi Oranı	Dpk Kullanılma dığında Bacak İskemisi Oranı
Bisdas ve Ark. 2011	Almanya	143	15-17 Fr	Perkütan ya da Açık	Yüzeyel Femoral Arter	15/142 6 Hastaya Balon Katater 2 Hastaya Ek Arteriyel Ek Rekontriksiyo n 3 Hastaya Fasyotomi	1/1
Foley ve Ark. 2010	ABD	43	17-18 Fr	Perkütan	Yüzeyel Femoral Arter	0/10	7/33
Hendric k son ve Ark. 1998	ABD	39	21-23 Fr	Açık	Yüzeyel Femoral Arter	0/13	3/26
Huang ve Ark. 2004	Tayvan	26	Belli Değil	Açık	Yüzeyel Femoral Arter	0/9	0/17
Ma ve Ark. 2016	Avustral ya	70	15-25 fr	Perkütan ya da Açık	Yüzeyel Femoral Arter	6/33 1 Hastada Kink ve Fasyotomi Gerekti 1 Hastada Sol Bacak İskemisi 2 Haftada Hematom ve 1 Hastaya Amputasyon Yapıldı	8/37
Rastan ve Ark. 2010	Almanya	141	Belli Değil	Perkütan ya da Açık	Yüzeyel Femoral Arter	3/33	25/108
Tanaka ve Ark. 2016	ABD	84	17-21 fr	Perkütan	Belli Değil	10/67	7/17

6. TARTIŞMA

Kardiyak destek amacıyla hastalara belirli bir zaman kazandırmak ve hastalığın tedavisinin gerçekleşinceye kadar tedaviye köprüleme amacıyla periferik VA – ECMO desteği verilmekte bu destek sürecinde hastaların üst ekstremitelerine perfüzyon sağlanırken alt ekstremiteler içinde perfüzyon ciddi önem arz eder. Bu alt ekstremitte perfüzyonunun bozulması durumunda alt ekstremitede hücre ve doku ölümleriyle beraber gelişen bir dizi sürecin sonucunda hastalara amputasyon yapılarak uzuv kaybı yaşanır. Amputasyon ise kişinin hayat kalitesini önemli ölçüde etkiler. Teknik olarak bu olayın sebebinin hastaların damar çapının dar olması ya da damarlardaki ateroskleroz nedeniyle alt ekstremitelere perfüzyon yetersizliği oluşabileceği bazı çalışmalarda bahsedilmiştir.

Periferik VA – ECMO desteği sırasında gerçekleşen alt ekstremitelerde bir hipoperfüzyona bağlı olan bu komplikasyonda, kliniklerin kendi tecrübelerine göre tespiti ve müdahalesi değişmektedir. Yapılan çalışmalarda periferik VA – ECMO’da alt ekstremitte iskemisi gerçekleşme ihtimali %13-25 oranında olduğu anlaşılmıştır. Periferik VA – ECMO sırasında gerçekleşme ihtimali olan bu tehlikeli alt ekstremitte iskemisinin erken teşhisi serebral oksimetre kullanımıyla konulabilir. Alt ekstremitte iskemisinin takibinde önemli bir diğer durum alt ekstremitelere sunulan kan akımının basıncını sürekli olarak monitorize etmek gerekir. Alt ekstremitelerden geçen kan akımı periferik VA – ECMO sırasında alt ekstremitte iskemisinin önüne geçilmesi açısından 50 mmHg üzerinde bir basınç olması kritik alt ekstremitte iskemisi için minimum referans değeri olarak görülmektedir.

Serebral oksimetre anlık ölçüm ile sağ ve sol bacak arasındaki oksijen farkını monitörize ederek alt ekstremitelerin perfüzyon güvenliğini sağlar. Alt ekstremitte iskemisinin tespitinden daha önemli durum distal perfüzyon kataterinin bu komplikasyondan oluşmadan periferik VA – ECMO desteği ile kullanılmasıdır. Yapılan incelemelerde distal perfüzyon katateri birçok çalışmada önemli görülmüş ve önerilmiştir. Distal perfüzyon kataterinin mortalite üzerine etkisinin görülmediği hanley ve arkadaşlarının çalışmasında mevcuttur. Çalışmalarda distal perfüzyon kanülü kullanılmasının alt ekstremitte iskemisi sonucu fasyotomiye %40 oranında azalttığı fark edilmiştir.

Distal perfüzyon kataterinin periferik VA – ECMO desteği verilmeden önce takılması gerektiği ve takılmadığında daha sonradan açđ problemleri nedeniyle uygulamasında zorluk olduğundan, periferik VA – ECMO desteği alan tüm hastalarda uygulanması gerektiği yapılan araştırmalar neticesinde ortaya çıkmıştır. Örneğin hanley ve arkadaşlarının çalışmasında periferik VA – ECMO desteği alan hastalara profilaktif olarak distal perfüzyon katateri takılması ekstremite iskemisi oluşma ihtimalini önemli ölçüde engellediğini belirtmişlerdir. Ayrıca profilaktif olarak yerleştirilen distal perfüzyon katateri mortaliteyide önemli ölçüde azaltmakta olduğu görölmüştür. Spurlock ve arkadaşları distal perfüzyon kataterinin Periferik VA – ECMO desteğinin başlamasından en geç 6 saat içinde takılması gerektiğini uygun görölmüştür. Distal perfüzyon katateri ile yaş, cinsiyet gibi demografik özelliklerin alt ekstremite ile doğrudan ya da dolaylı olarak bir etkisi olduğu yapılan çalışmalarda görölmemiştir. Distal perfüzyon kataterinin yanında hayvan ve faz deneyleri devam eden biflow kanül kullanımında vardır. Yapılan çalışmalarda biflow kanülü alt ekstremite iskemisine karşı koruma yolunda ayrı bir distal perfüzyon kanülü yerleştirilmesine gerek kalmadan tek bir kanülasyonla hem üst ekstremite hem alt ekstremiteye yeterli perfüzyon sağlayabilir. Bu sebeple biflow kanülü daha noninvazivdir.

Biflow kanülasyonun bir diğer avantajđ distal perfüzyon kateteri ve femoral arter kanülasyonu arasında kalan bölgede trombüs oluşma ihtimalini minimize etmesidir. Ayrıca yapılan çalışmalarda Biflow kanülü alt ekstremiteyi korumada distal perfüzyon kataterinden daha etkili olduğu görölmektedir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Periferik VA - ECMO uygulaması sırasında gelişen en ciddi komplikasyonlardan biri olan alt ekstremitte iskemisinin önlenmesinde kanülasyon stratejisinin önemi büyüktür. Çok sık gelişen bu ciddi komplikasyonda femoral arter üzerinden yapılacak arteryel kanülasyon yapılmadan önce Femoral Arterlerin eko doppler ve ultrasonografik olarak değerlendirilmelidir. Damar çapı ölçülerek bacaklara yeterli akımı sağlayacak ve alt ekstremitte perfüzyonu bozmayacak çapta bir kanülasyon stratejisi uygulanmalıdır. Venöz ve arter kanülasyon aynı bacağı uygulanmamalıdır. VA-ECMO sırasında oluşacak bacak iskemisinin önlenmesi için kullanılan distal perfüzyon kataterinin VA-ECMO'da femoral kanülasyondan hemen sonra uygulanmalıdır. Yapılan birçok araştırmada VA-ECMO sırasında hastalara uygulanan distal perfüzyon katateri, uygulanmayan hastalara göre daha az uzuv kaybı riskine neden olmuş ve başarılı olduğu görülmüştür. Distal perfüzyon katateri bazı hastalarda uygulanmadığında farklı stratejilerde geliştirilmiş bunlardan bir tanesinde distal perfüzyon kataterinin kullanılmadığı durumda kullanılan femoral artere cerrahi bir girişimdir. Kısaca femoral artere greft dikilerek alt ekstremitenin reperfüzyonu sağlanmış olur. Diğer daha yeni bir teknik ise Posterior tibialis anterior kullanılarak alt ekstremitenin reperfüzyonunu sağlamaktır. Bu teknik kolay ve güvenilir, kolay yerleşimi ile komplikasyon oluşturma bakımından hastanın yatağında uygulama olanağı olması obeziteli, ödemli hastalarda kullanılma kolaylığı gibi nedenlerden dolayı diğer alt ekstremitte iskemisini önleme yollarına göre daha avantajlıdır. ELSO distal perfüzyon kanülasyonunun tüm başarılı sonuçlarına rağmen rutin kullanımını desteklememektedir. Alt ekstremitte iskemisinin önlenmesi ve kontrolü açısından yakın takip ile ve ultrasonografik yöntemlerle ve diğer fiziksel belirteçlerden olan renk, ısı, periferik kan akımı değerlendirilmelidir. Dorsalispedis ve posterior tibiadan nabızlar takip edilmelidir. Tüm bunların yetersiz kalması durumunda ise bilgisayarlı tomografi ile anjiyo yapılmalıdır.

Alt ekstremitte iskemisini korunmasında yeni bir yöntem olan ve faz deneyleri devam eden biflow kanülasyonu tek bir kanülasyonla alt ve üst ekstremitteye perfüzyonu yeterli bir şekilde sağlayabilir. Biflow kanülü distal perfüzyon kataterine göre daha noninvazif ve daha efektif olduğu ve trombüs oluşumunu azalttığı yapılan çalışmalarda görülmektedir.

Özetle alt ekstremitte iskemisinin oluşmaması için doğru çapta femoral artere uygun ve akımı iyi iletebilecek, her hastaya spesifik bir kanülasyon tekniği ECMO ekibi tarafından karar verilmelidir. Hasta yakın takip altında tutulmalıdır. Her ihtimale karşı distal perfüzyon katateri, Profilaktif olarak kullanılması önem arz etmekte ve venöz ve arter kanülasyon aynı ekstremitte üzerine uygulanmamalı ayrı ayrı uzuvlar üzerinde olmalıdır. Yapılan araştırmalar sonucunda periferik VA-ECMO'da tüm bunlar uygulandığında alt ekstremitte gerçekteşebilecek iskemi hemen hemen önlenmiş olacaktır. Alt ekstremitte iskemisine müdahalede biflow kanülasyonun distal perfüzyon kanülasyonuna göre daha noninvazif olması, trombüs oluşma ihtimalinin daha az olması ve daha efektif olması sebebiyle distal perfüzyon kanülü kullanmak yerine biflow kanülü kullanılmalıdır. Ve bu kanülle ilgili daha fazla araştırma yapılması gerektiği kanısındayım.

8. KAYNAKLAR

- (1) Banfi, C. vd. (2016). Veno-arterial extra corporeal membrane oxygenation: an overview of different cannulation techniques. *J ThoracDis* 2016;8(9):E875. [http://Doi: 10.21037/JTD.2016.09.25](http://Doi:10.21037/JTD.2016.09.25).
- (2) Doll, N. vd. (2004). Five-Year results of 219 consecutive patients treated with extra corporeal membrane oxygenation for refractory postoperative cardiogenic shock. *Annals of Thoracic Surgery* 2004;77(1):151-7. [http://Doi: 10.1016/S0003-4975\(03\)01329-8](http://Doi:10.1016/S0003-4975(03)01329-8).
- (3) Juo, YY., Skancke, M., Sanaiha, Y., Mantha, A., Jimenez, JC., Benharash, P. (2017). Efficacy of Distal Perfusion Cannulae in Preventing Limb Ischemia During Extracorporeal Membrane Oxygenation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Artif Organs* 2017;41(11):E263-73. [http://Doi: 10.1111/AOR.12942](http://Doi:10.1111/AOR.12942).
- (4) Demir, T., GÜRSOY M., (2021) *Ecmo 360°*.
- (5) Wrisinger, WC., Thompson, SL. (2022). Basics of Extracorporeal Membrane Oxygenation. *Surgical Clinics of North America* 2022;102(1):23-35. [Doi: 10.1016/j.suc.2021.09.001](http://Doi:10.1016/j.suc.2021.09.001).
- (6) Lim, MW. (2006). The history of extra corporeal oxygenators. *Anaesthesia* 2006;61(10):984-95. [http://Doi: 10.1111/J.1365-2044.2006.04781.X](http://Doi:10.1111/J.1365-2044.2006.04781.X).
- (7) Bartlett, R. vd. (2023). The History of Extra corporeal Membrane Oxygenation and the Development of Extracorporeal Membrane Oxygenation Anticoagulation. *Semin ThrombHemost* 2023. [http://Doi: 10.1055/S-0043-1761488](http://Doi:10.1055/S-0043-1761488).
- (8) Bartlett, RH., Roloff, DW., Custer, JR., Younger, JG., Hirschl, RB. (2000). Extracorporeal Life Support: The University of Michigan Experience. *JAMA* 2000;283(7):904-8. [http://Doi: 10.1001/JAMA.283.7.904](http://Doi:10.1001/JAMA.283.7.904).
- (9) Bartlett, RH., Gazzaniga, AB., Fong, SW., Jefferies, MR., Roohk, H.V., Haiduc, N. (1977). Extra corporeal membrane oxygenator support for cardiopulmonary failure: Experience in 28 cases. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1977;73(3):375-86. [http://Doi: 10.1016/S0022-5223\(19\)39916-7](http://Doi:10.1016/S0022-5223(19)39916-7).

- (10) King, CS., Roy, A., Ryan, L., Singh, R.. (2017). Cardiac Support: Emphasis on Venoaertrial ECMO. *Crit Care Clin* 2017;33(4):777-94. [http://Doi: 10.1016/j.ccc.2017.06.002](http://Doi:10.1016/j.ccc.2017.06.002).
- (11) Ng, G., Yuen, H., Sin, K., vd. (2017). AL-HKM, undefined. Clinical use of venoaertrial extra corporeal membrane oxygenation. *hkmj.org* GWY Ng, HJ Yuen, KC Sin, AKH Leung, KWA Yeung, KY Lai Hong Kong Medical Journal, 2017•hkmj.org t.y. [http://Doi: 10.12809/hkmj166096](http://Doi:10.12809/hkmj166096).
- (12) Chaves, RC de F., vd. (2019). Extra corporeal membrane oxygenation: a literature review. *Rev Bras Ter Intensiva* 2019;31(3):410-24. [http://Doi: 10.5935/0103-507X.20190063](http://Doi:10.5935/0103-507X.20190063).
- (13) Paulsen, MJ., Orizondo, R., Le, D., Rojas-Pena, A., Bartlett, RH. (2013). A simple, standard method to characterize pressure/flow performance of vascular Access cannulas. *ASAIO Journal* 2013;59(1):24-9. [http://Doi: 10.1097/MAT.0B013E3182746401](http://Doi:10.1097/MAT.0B013E3182746401).
- (14) Keebler, ME., vd. (2018). Veno arterial Extra corporeal Membrane Oxygenation in Cardiogenic Shock. *JACC Heart Fail* 2018;6(6):503-16. [http://Doi: 10.1016/J.JCHF.2017.11.017](http://Doi:10.1016/J.JCHF.2017.11.017).
- (15) Pavlushko, E., Berman, M., Valchanov, K. Cannulation techniques for extra corporeal life support. *Ann Transl Med* 2017;5(4). [http://Doi: 10.21037/ATM.2016.11.47](http://Doi:10.21037/ATM.2016.11.47).
- (16) Stevens, MC., Callaghan, FM., Forrest, P., Bannon, PG., Grieve, SM. (2018). A computational frame work for adjusting flow during peripheral extra corporeal membrane oxygenation to reduce differential hypoxia. *J Biomech* 2018;79:39-44. [http://Doi: 10.1016/J.JBIOMECH.2018.07.037](http://Doi:10.1016/J.JBIOMECH.2018.07.037).
- (17) Shah, A., Dave, S., Goerlich, CE., Kaczorowski, DJ. (2021). Hybrid and parallel extra corporeal membrane oxygenation circuits. *JTCVS Tech* 2021;8:77-85. [http://Doi: 10.1016/j.xjtc.2021.02.024](http://Doi:10.1016/j.xjtc.2021.02.024).
- (18) Napp, LC., vd. (2016). Cannulation strategies for percutaneous extra corporeal membrane oxygenation in adults. *Clin Res Cardiol* 2016;105(4):283-96. [http://Doi: 10.1007/S00392-015-0941-1](http://Doi:10.1007/S00392-015-0941-1).

- (19)Choi, MS., Sung, K., Cho, YH. (2019). Clinical Pearls of Venoarterial Extracorporeal Membrane Oxygenation for Cardiogenic Shock. *KoreanCirc J* 2019;49(8):657-77. <http://Doi: 10.4070/KCJ.2019.0188>.
- (20)Rao, P., Khalpey, Z., Smith, R., Burkhoff, D., Kociol, RD. (2018). Venoarterial Extracorporeal Membrane Oxygenation for Cardiogenic Shock and Cardiac Arrest. *Circ Heart Fail* 2018;11(9):e004905. <http://Doi: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.118.004905>.
- (21)Parlar, AI., Sayar, U., Cevirme, D., Yuruk, MA., Mataraci, I. (2014). Successful use of fondaparinux in a patient with heparin-induced thrombocytopenia while on extra corporeal membrane oxygenation after mitral valveredo surgery. *Int J Artif Organs* 2014;37(4):344-7. <http://Doi: 10.5301/IJAO.5000302>.
- (22)Sangalli, F., Patroniti, N., Pesenti, A.. (2014). ECMO-Extracorporeal life support in adults. *ECMO-Extracorporeal Life Support in Adults* 2014:1-489. <http://Doi: 10.1007/978-88-470-5427-1/COVER>.
- (23)Kumbasar, U., Bonde, P. (2021). Delayed presentation of bone cement implantation syndrom erequiring extra corporeal membrane oxygenation support. *Turkish Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 2021;29(3):412. <http://Doi: 10.5606/TGKDC.DERGISI.2021.21709>.
- (24)Akarsu Ayazoğlu, T., Onk, D. (2015). Extracorporeal life support for patients with acute respiratory distress syndrome: Review 2015;13(3):95-106.
- (25)Sauer, CM., Yuh, DD., Bonde, P.(2015). Extra corporeal membrane oxygenation use has increased by 433% in adults in the United Statesfrom 2006 to 2011. *ASAIO J* 2015;61(1):31-6. <http://Doi: 10.1097/MAT.0000000000000160>.
- (26)The impact of venovenous extra corporeal membrane oxygenation on cytokine levels in patients with severe acute respiratory distress syndrome: a prospective, observationalstudy - PubMed. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29084500/>. Accessed 07 Mayis 2024.
- (27)Aissaoui, N., El-Banayosy, A., Combes, A. (2015). How to wean a patient from veno-arterial extra corporeal membrane oxygenation. *Intensive Care Med* 2015;41(5):902-5. <http://Doi: 10.1007/S00134-015-3663-Y>.

- (28) Scandroglio, AM., Pieri, M., Pappalardo, F., Landoni, G. (2017). Intra-aortic balloon pump during venoarterial extra corporeal membrane oxygenation: still a matter of debate? Contemporary multi-device approach to cardiogenic shock. *J Thorac Dis* 2017;9(5):E522. <http://Doi: 10.21037/JTD.2017.03.188>.
- (29) Ortuno, S. vd. (2019). Weaning from veno-arterial extra-corporeal membrane oxygenation: which strategy to use? *Ann Cardiothorac Surg* 2019;8(1):E1. <http://Doi: 10.21037/ACS.2018.08.05>.
- (30) Bishop, MA., Moore, A. (2023). Extracorporeal Membrane Oxygenation Weaning. *Stat Pearls* 2023.
- (31) Rastan, AJ. vd. (2010). Early and late outcomes of 517 consecutive adult patients treated with extra corporeal membrane oxygenation for refractory postcardio to my cardiogenics hock. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2010;139(2). <http://Doi: 10.1016/J.JTCVS.2009.10.043>.
- (32) Go, JY., Min, YS., Jung, T, Du. (2014). Delayed Onset of Acute Limb Compartment Syndrome With Neuropathy After Venarterial Extracorporeal Membrane Oxygenation Therapy. *Ann Rehabil Med* 2014;38(4):575-80. <http://Doi: 10.5535/ARM.2014.38.4.575>.
- (33) Cheng, R. vd. (2014). Complications of extra corporeal membrane oxygenation for treatment of cardiogenic shock and cardiac arrest: a meta-analysis of 1,866 adultpatients. *Ann Thorac Surg* 2014;97(2):610-6. <http://Doi: 10.1016/J.ATHORACSUR.2013.09.008>.
- (34) Keshavamurthy, S., Shafii, AE., Soltesz, E. (2015). Spectroscopi climb monitoring in peripheral extra corporeal membrane oxygenation. *Asian Cardiovasc Thorac Ann* 2015;23(3):347-8. <http://Doi: 10.1177/0218492314539523>.
- (35) Guglin, M. vd. (2019). Venarterial ECMO for Adults: JACC Scientific Expert Panel. *J Am Coll Cardiol* 2019;73(6):698-716. Doi: 10.1016/J.JACC.2018.11.038.
- (36) Spurlock, DJ., Toomasian, JM., Romano, MA., Cooley, E., Bartlett, RH., Haft, JW. (2012). A simple technique to prevent limb ischemia during veno-arterial ECMO using the femoral artery: the posterior tibial approach. *Perfusion* 2012;27(2):141-5. <http://Doi: 10.1177/0267659111430760>.

- (37) Xie, A., Lo, P., Yan, TD., Forrest, P. (2017). Neurologic Complications of Extracorporeal Membrane Oxygenation: A Review. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2017;31(5):1836-46. <http://Doi: 10.1053/J.JVCA.2017.03.001>.
- (38) Steffen, RJ. vd. (2014). Using Near-Infrared Spectroscopy to Monitor Lower Extremities in Patients on Venous Arterial Extracorporeal Membrane Oxygenation. *Ann Thorac Surg* 2014;98(5):1853-4. <http://Doi: 10.1016/J.ATHORACSUR.2014.04.057>.
- (39) Liem, S., Cavarocchi, N., Hirose, H. (2019). Near-infrared spectroscopy predicts brain injury in patients on extra corporeal membrane oxygenation. *AME Med J* 2019;4. <http://Doi: 10.21037/AMJ.2019.01.02>.
- (40) Mosier, JM. vd. (2015). Extra corporeal membrane oxygenation (ECMO) for critically ill adults in the emergency department: history, current applications, and future directions. *Crit Care* 2015;19(1). <http://Doi: 10.1186/S13054-015-1155-7>.
- (41) Chen, R. (2019). Concern regarding the use of extra corporeal membrane oxygenation in the anticipated difficult airway. *Canadian Journal of Anesthesia* 2019;66(9):1115-6. <http://Doi: 10.1007/S12630-019-01416-6/METRICAL>.
- (42) Chen, Y vd. (2017). Pressure and Flow Characteristics of a Novel Bidirectional Cannula for Cardiopulmonary Bypass. *Innovations (Phila)* 2017;12(6):430-3. Doi: 10.1097/IMI.0000000000000424.
- (43) Simons, J. vd. (2024). Evolution of distal limb perfusion management in adult peripheral venous arterial extra corporeal membrane oxygenation with femoral artery cannulation. *Perfusion (United Kingdom)* 2024;39(1_suppl):23S-38S. http://Doi: 10.1177/02676591241236650/ASSET/IMAGES/LARGE/10.1177_02676591241236650-FIG8.JPEG.
- (44) Moazami, N., Moon, MR., Lawton, JS., Bailey, M., Damiano, R. (2003). Axillary artery cannulation for extra corporeal membrane oxygenator support in adults: an approach to minimize complications. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003;126(6):2097-8. [http://Doi: 10.1016/S0022-5223\(03\)00965-6](http://Doi: 10.1016/S0022-5223(03)00965-6).
- (45) Hanley, SC., Melikian, R., Mackey, WC., Salehi, P., Iafrafi, MD., Suarez, L. (2021). Distal perfusion cannulae reduce extra corporeal membrane oxygenation-related limb ischemia. *Int Angiol* 2021;40(1):77-82. <http://Doi: 10.23736/S0392-9590.20.04408-9>.

- (46)Foley, PJ. vd. (2010) Limb ischemia during femoral cannulation for cardiopulmonary support. *J VascSurg* 2010;52(4):850-3. <http://Doi: 10.1016/J.JVS.2010.05.012>.
- (47)Kaufeld, T. vd. (2019). Risk factors for critical limb ischemia in patient sunder going femoral cannulation for venoarterial extra corporeal membrane oxygenation: Is distal limb perfusion a mandatory approach? *Perfusion (United Kingdom)* 2019;34(6):453-9. http://Doi:10.1177/0267659119827231/ASSET/IMAGES/LARGE/10.1177_0267659119827231-FIG2.JPEG.
- (48)Huang, SC., Yu, HY., Ko, WJ., Chen, YS. (2004). Pressure criterion for placement of distal perfusion catheter to prevent limb ischemia during adult extra corporeal life support. *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 2004;128(5):776-7. <http://Doi: 10.1016/j.jtcvs.2004.03.042>.
- (49)Bisdas, T. vd. (2011). Vascular complications in patient sunder going femoral cannulation for extra corporeal membrane oxygenation support. *Ann ThoracSurg* 2011;92(2):626-31. <http://Doi: 10.1016/J.ATHORACSUR.2011.02.018>.
- (50)Camkiran, F.A, Sezgin, A., Pirat, A. (2019). Distal Limb Reperfusion During Percutaneous Femoral Arterial Cannulation for Venous-Arterial Extracorporeal Membrane Oxygenation in an Adult Patient. *Turk J Anaesthesiol Reanim* 2019;47(1):73-6. <http://Doi: 10.5152/TJAR.2018.96977>.
- (51)Liu, C. vd. (2024). Bi-Directional Cannulation of the PTA for Lower Extremity Ischemia during pVA-ECMO : A Case Report 2024. <http://Doi: 10.21203/RS.3.RS-3848079/V1>.
- (52)Marasco, SF. vd. (2018). A Phase 1 Study of a Novel Bidirectional Perfusion Cannula in Patients Undergoing Femoral Cannulation for Cardiac Surgery. *Innovations (Phila)* 2018;13(2):97-103. <http://Doi: 10.1097/IMI.0000000000000489>.
- (53)Marasco, SF. vd. (2018). A Phase 1 Study of a Novel Bidirectional Perfusion Cannula in Patients Undergoing Femoral Cannulation for Cardiac Surgery. *Innovations (Phila)* 2018;13(2):97-103. <http://Doi: 10.1097/IMI.0000000000000489>.



NESİMİ AYDOĞAN

Kişisel Bilgiler

İletişim Bilgileri

İletişim Adresi

Telefon

E-posta

İnternet Sayfası



Öğrenim Bilgileri

01 Eylül 2015 - 01 Haziran 2019 (3 yıl 10 ay)
Lisans, Anadal/Normal Öğretim, KÜTAHYA SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ,
TÜRKİYE
KÜTAHYA SAĞLIK YÜKSEKOKULU, HEMŞİRELİK PR.
Ağırlıklı Genel Not Ortalaması: 3.13 / 4.0

Deneyim / İşyeri Bilgileri

01 Kasım 2015 - Şu Anda (8 yıl 7 ay) (Tam Zamanlı)
HEMŞİRE, KÜTAHYA SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ

TÜBİTAK Burs ve Destekleri

ADRES/İLETİŞİM

Öğrenci Ad Soyad; Nesimi AYDOĞAN

Adresi; [REDACTED]
[REDACTED]

İletişim Bilgisi; [REDACTED]

Tez Danışmanı Unvan Ad Soyad; Prof. Dr. Ali İhsan Parlar

Görev Yaptığı Kurum; Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi

Görev Yaptığı Kurum İletişim Bilgisi; [REDACTED]

Diğer İletişim Kanalı; [REDACTED]