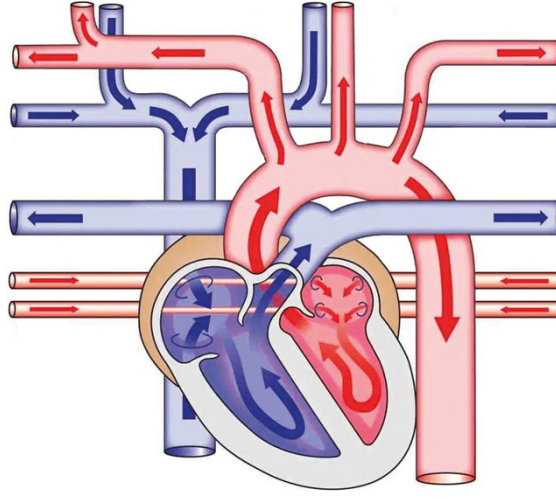




KARDİOVASKÜLER SİSTEM FİZYOLOJİSİ

Editör
Sami AYDOĞAN



© Copyright 2025

Bu kitabın, basım, yayın ve satış hakları Akademisyen Kitabevi A.Ş.'ne aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kâğıt ve/veya başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz, dağıtılamaz. Tablo, şekil ve grafikler izin alınmadan, ticari amaçlı kullanılamaz. Bu kitap T.C. Kültür Bakanlığı bandrolü ile satılmaktadır.

ISBN 978-625-375-354-2	Sayfa ve Kapak Tasarımı Akademisyen Dizgi Ünitesi
Kitap Adı Kardiyovasküler Sistem Fizyolojisi	Yayıncı Sertifika No 47518
Editör Sami AYDOĞAN ORCID iD: 0000-0003-3230-5864	Baskı ve Cilt Vadi Matbaacılık
Yayın Koordinatörü Yasin DİLMEN	Bisac Code MED010000
	DOI 10.37609/akya.3526

Kütüphane Kimlik Kartı

Kardiyovasküler Sistem Fizyolojisi / ed. Sami Aydoğan.
Ankara : Akademisyen Yayınevi Kitabevi, 2025.
253 s. : şekil, tablo. ; 160x235 mm
Kaynakça var.
ISBN 9786253753542

UYARI

Bu üründe yer alan bilgiler sadece lisanslı tıbbi çalışanlar için kaynak olarak sunulmuştur. Herhangi bir konuda profesyonel tıbbi danışmanlık veya tıbbi tanı amacıyla kullanılmamalıdır. Akademisyen Kitabevi ve alıcı arasında herhangi bir şekilde doktor-hasta, terapist-hasta ve/veya başka bir sağlık sunum hizmeti ilişkisi oluşturmaz. Bu ürün profesyonel tıbbi kararların eşleniği veya yedeği değildir. Akademisyen Kitabevi ve bağlı şirketleri, yazarları, katılımcıları, partnerleri ve sponsorları ürün bilgilerine dayalı olarak yapılan bütün uygulamalardan doğan, insanlarda ve ihazlarda yaralanma ve/veya hasarlardan sorumlu değildir.

İlaçların veya başka kimyasalların reçete edildiği durumlarda, tavsiye edilen dozunu, ilacın uygulanacak süresi, yöntemi ve kontraendikasyonlarını belirlemek için, okuyucuya üretici tarafından her ilaca dair sunulan güncel ürün bilgisini kontrol etmesi tavsiye edilmektedir. Dozun ve hasta için en uygun tedavinin belirlenmesi, tedavi eden hekimin hastaya dair bilgi ve tecrübelerine dayanak oluşturmaya, hekimin kendi sorumluluğundadır.

Akademisyen Kitabevi, üçüncü bir taraf tarafından yapılan ürüne dair değişiklikler, tekrar paketlemeler ve özelleştirmelerden sorumlu değildir.

GENEL DAĞITIM
Akademisyen Kitabevi A.Ş.

Halk Sokak 5 / A Yenışehir / Ankara
Tel: 0312 431 16 33
siparis@akademisyen.com

www.akademisyen.com

ÖNSÖZ

Tıp, organizmanın yapısını ve işleyişini inceleyen anatomi ve fizyoloji bilimlerinin gelişimi ile doğmuştur. Fizyoloji vücut fonksiyonlarını inceleyen ve bir canlının canlı olma özelliğini devam ettirmede rol oynayan bütün yaşamsal fonksiyonların ne olduğunu ve nasıl işlediğini açıklayan bir bilim dalıdır. Fizyoloji evrenseldir, temel özelliği incelediği sistemlerin durağan değil dinamik olmasıdır. Hastalık bilimine hakim olmak isteyen her hekim adayı için fizyoloji, fizyopatolojik süreçleri doğru olarak kavrayabilmek, teşhisini doğru temeller üzerine oturtmak ve tedavi planını buna göre şekillendirebilmek açısından, mutlak öğrenilmesi gereken bir bilimdir.

Tüm vücut sistemleri özelleşmiştir ve birlikte işlev görmeleri sayesinde dinamik bir organizma, yani insan vücudu oluşmuştur. Organizmayı oluşturan bu sistemlerden birisi de kardiyovasküler veya kalp ve dolaşım sistemidir.

Bu kitapta kardiyovasküler sistem üç bölüm halinde ele alınmıştır. İlk bölümde damarlar içerisinde sürekli dolaşan kanın ve kan hücrelerinin özellikleri ve görevleri, ikinci bölümde kalbin özellikleri ve çalışma prensibi, üçüncü bölümde ise dolaşım sisteminin özellikleri ve homeostatik düzenleyici mekanizmalar incelenmiştir. Gerek tıp eğitimi boyunca gerekse hekimlik hayatında, karmaşık bir konu olan kalp ve dolaşım sistemi hakkında bilinmesi gerekenler bu kitapta açık ve anlaşılır bir şekilde açıklanmıştır. Bu kitabın kalp ve dolaşım sisteminin normal işlevleri ve işleyişi yanında, patofizyoloji içeriği ile de hastalıklar arasında gerekli köprüyü kuracağına ve sistemin sağlık ve hastalıkta nasıl işlediğine bir temel anlayış kazandıracağına inanıyoruz.

Prof. Dr. Sami AYDOĞAN

İÇİNDEKİLER

| ÜNİTE 1 KAN 1

BÖLÜM 1	Kanın Görevleri, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri 3	Sami AYDOĞAN
BÖLÜM 2	Kan Yapımı (Hematopoez) ve Düzenlenmesi 15	Saide MURATOĞLU
BÖLÜM 3	Eritrositler 21	Sami AYDOĞAN
BÖLÜM 4	Kan Grupları ve Transfüzyon 45	Sami AYDOĞAN
BÖLÜM 5	Lökositler ve Fonksiyonları 55	Saide MURATOĞLU
BÖLÜM 6	Trombositler 67	Sami AYDOĞAN
BÖLÜM 7	Hemostaz ve Pıhtılaşma Mekanizmaları 71	Sami AYDOĞAN
BÖLÜM 8	Pıhtılaşma-Kanama Bozuklukları ve Antikoagulanlar 87	Sami AYDOĞAN

| ÜNİTE 2 KALP 93

BÖLÜM 9	Kalp ve Dolaşım Sisteminin Genel Fonksiyonlar 95	Çiğdem ÖZER
---------	--	-------------

BÖLÜM 10	Kalbin Genel Yapısı	99
	Çiğdem ÖZER	
BÖLÜM 11	Kalp Kapakları ve Kalp Sesleri	105
	Saide MURATOĞLU	
BÖLÜM 12	Kalbin Elektriksel Aktivitesi	111
	Çiğdem ÖZER	
BÖLÜM 13	Kalbin İleti Sistemi (Kalpte Eksitasyonun Başlaması ve Yayılması)	123
	Çiğdem ÖZER	
BÖLÜM 14	Elektrokardiyogram (EKG)	129
	Saide MURATOĞLU	
BÖLÜM 15	Kalp Döngüsü	141
	Çiğdem ÖZER	
BÖLÜM 16	Kalp Debisi ve Venöz Dönüş	155
	Çiğdem ÖZER	
BÖLÜM 17	Kalp Faaliyetlerinin Düzenlenmesi	161
	Çiğdem ÖZER	
BÖLÜM 18	Kalp Yetmezliği ve Şok	171
	Burcu AYDOĞAN	
 ÜNİTE 3 DOLAŞIM		177
BÖLÜM 19	Kan Damarlarının Fonksiyonel Organizasyonu	179
	Burcu AYDOĞAN	
BÖLÜM 20	Dolaşım Hemodinamiğinin İlkeleri	189
	Burcu AYDOĞAN	

BÖLÜM 21	Kapiller Dinamik ve Otoregülasyon	201
	Burcu AYDOĞAN	
BÖLÜM 22	Kan Akımının Kontrolü	211
	Çiğdem ÖZER	
BÖLÜM 23	Kan Basıncının Düzenlenmesi	221
	Çiğdem ÖZER	
BÖLÜM 24	Sistemik Dolaşımda Özel Bölgeler	237
	Çiğdem ÖZER	

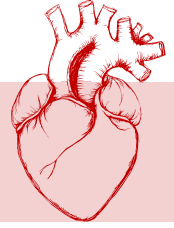
YAZARLAR

Prof. Dr. Sami AYDOĞAN
Yüksek İhtisas Üniversitesi, Tıp
Fakültesi, Fizyoloji AD.

Prof. Dr. Çiğdem ÖZER
Gazi Üniversitesi, Tıp Fakültesi,
Fizyoloji AD.

Dr. Öğr. Üyesi Saide MURATOĞLU
Yüksek İhtisas Üniversitesi, Tıp
Fakültesi, Fizyoloji AD.

Dr. Öğr. Üyesi Burcu AYDOĞAN
Ufuk Üniversitesi, Tıp Fakültesi,
Fizyoloji AD.



KANIN GÖREVLERİ, FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Sami AYDOĞAN¹

Giriş

Organizmada canlılığın korunması ve fizyolojik fonksiyonların devamı, ancak hücrelerde mevcut şartların belirli sınırlar içinde tutulmasıyla mümkündür. Tek hücreli canlılarda bu iş daha kolaydır. Ancak çok hücreli yüksek organizmalarda (bilhassa sıcak kanlılarda) bu kadar kolay değildir. Bu canlılarda, mevcut bütün sistemlerle yakın ilişkiler kurabilen en önemli aracı, kan'dır.

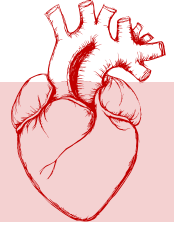
Kan, ekstraselüler bir sıvı ortam ile bu ortam içerisinde bulunan özelleşmiş hücrelerden oluşmuştur. Kanın esas görevi transport işidir. Çeşitli maddeleri organlara ve dokulara götürür, dokulardan birçok maddeleri de alıp buralardan uzaklaştırır. Dolaşım sistemi, kanın bu esas görevinin yapılabilmesi için gerekli mekanizmayı sağlar. Kanın vücutta dolaşımı ile vücut hücrelerinin içinde bulunduğu ortamda pek az değişiklik olur. Bu iç ortamın değişmez tutulması, vücudun normal fonksiyonu ve hayatın devamı için şarttır. Kan dolaşımının birkaç dakika için bile durması, iç ortamın değişmesine ve tamiri mümkün olmayan bozukluklara ve hatta ölüme neden olur. İç ortamın değişmez tutulmasına **homeostasis** denir. Bu iş çok hassas biyolojik regülasyon mekanizmaları ile sağlanır.

Homeostasisi sağlayabilmek için evvela kanın değişmez bir yapıya sahip olması gerekir. Kanın bir komponentinin fizyolojik sınırlar içinde değişmez tutulması da etkili regülasyon mekanizmaları ile sağlanır. Ör: alyuvar yapımını kontrol eden mekanizma alyuvar sayısını belirli sınırlar içerisinde tutar. Kan volümünü kontrol eden çeşitli regülasyon mekanizmaları vardır. Kanın pH'sı, iç tampon sistemleri, böbrekler ve akciğerlerle değişmez tutulur.

¹ Prof. Dr., Yüksek İhtisas Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji AD., aydogansami@gmail.com, ORCID iD: 0000-0003-3230-5864

Kaynaklar

1. Ganong W F, (2015), Ganong'un Tıbbi Fizyolojisi, Mc Graw- Hill Companies, H Gökbel (Editör), Nobel Tıp Kitabevleri, p: 1-752
2. Hall, J E. ve Hall M E., (2021). Guyton ve Hall Tıbbi Fizyoloji (14. baskı), Elsevier Limited,B Ç Yeğen (Editör), Güneş Tıp Kitabevi, p: 1-1131
3. Küçükataş M B., (2021), Bölüm:16, Kanın bileşimi, fiziksel özellikleri ve işlevi, s:221-238, İnsan Fizyolojisi, E Ağar (Editörler Kurulu Başkanı), İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık, Levent Ofset Basımevi,
4. Darıyerli N., (2021), Bölüm:17, Eritrositler, kan grupları ve transfüzyon, s:238-256, İnsan Fizyolojisi, E Ağar (Editörler Kurulu Başkanı), İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık, Levent Ofset Basımevi,
5. Ekerbiçer N., (2021), Bölüm:19, Trombositler, hemostaz ve pıhtılaşma mekanizmaları, s:279-294, İnsan Fizyolojisi, E Ağar (Editörler Kurulu Başkanı), İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık, Levent Ofset Basımevi,
6. Köylü, H., (2020), Tıbbi Fizyoloji Klinik Anlatımlı, 4. Baskı, Ankara Nobel Tıp Kitabevi, s:1-576
7. Nasimi A., (2012), Hemodynamics, The Cardiovascular System - Physiology, Diagnostics and Clinical Implications, D. Gaze (Ed.), Published by In Tech, Croatia,p:95-109
8. Fox S I., (2011) Human Physiology 12th ed. Mc Graw- Hill Companies, Ed. By M Lange , p:1-749
9. Mohrman D E., and Heller L J., (2018), Cardiovascular Physiology, 9th edition, Mc Graw- Hill Companies,
10. Boron W F and Boulpaep E L., (2012), Medical Physiology, Saunders, an imprint of Elsevier Inc. P;1-1293



KAN YAPIMI (HEMATOPOEZ) VE DÜZENLENMESİ

Saide MURATOĞLU ¹

| Giriş

Şekilli elemanlar ve plazmadan oluşan kan, embriyonik dönemden ölüncüye kadar farklı organ ve yapılar da sentezlenir. Hematopoez süreci prenatal ve postnatal dönemde üç evrede gerçekleşir:

- I. Mezoblastik Evre
- II. Hepatik Evre
- III. Miyeloid Evre

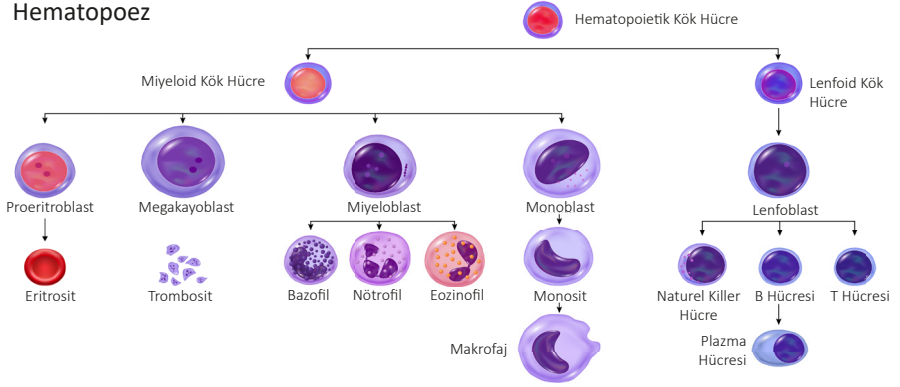
| I. Mezoblastik Evre

Embriyoner hayatın erken fazlarında kan hücreleri vitellus kesesinin adacıklarında ve kısa süre sonra bu adacıklarda oluşan kapiller damarlarda oluşur. Kapiller lümeninde hemoglobin içeren ilkel eritroblastlara (megaloblast, nukleuslu) rastlanır. İntrauterin hayatın 2.haftasından 3.ayına kadar olan fonksiyonu gerçekleştirir. 7. Haftadan itibaren hematopoietik progenitörler vitellüs kesesinde görülmezler.

Damar sisteminin gelişmeye başlaması ile kök hücreler karaciğer, dalak, timus, lenf bezleri ve kemik iliğine göç ederek kan hücrelerinin sentez aşamalarını başlatırlar. Hamileliğin 6. haftasından sonra vitellus kesesinde hematopoez geriler ve karaciğer hematopoez görevini üstlenir.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Yüksek İhtisas Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji AD., saide.bakal@hotmail.com, ORCID iD: 0000-0002-6861-9171

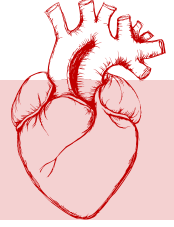
Hematopoez



Şekil 2. Kemik iliğinde pluripotent hematopoetik kök hücreden kan hücrelerinin oluşumu

Kaynaklar

1. Ganong, W.F. (2001). *Review of Medical Physiology*. Lange.
2. Hall, J.E. (2021). *Guyton and hall textbook of medical physiology*. 14th ed. Elsevier.
3. Tıbbi Fizyoloji, Halis Köylü, İstanbul Tıp Kitabevi, 2016

Sami AYDOĞAN¹

A. Eritrositlerin Özellikleri ve Fonksiyonları

Normal eritrositler bikonkav (ikiyüzlü çukur) disk biçimindedirler (discocyte). Çapları 7-8 μ , kalınlıkları kenarlarda 2 μ , ortada 1 μ kadardır. Eritrositlerin ortalama hacmi 83 μ^3 'dür. Bu yapı alyuvarlara geniş bir yüzey/volüm oranı sağlar. Bu özel yapıları sayesinde eritrositler, membranı fazla gerilmeden O₂ ve CO₂ taşıyabilirler. Ayrıca çekirdek bulunmaması ve hacmi Hb'e bırakmış olması da fonksiyonuna uygundur. Eritrositler kılcal damarlardan geçerken şekillerini kolayca değiştirebilirler. Bu özel yapıları, bu geçişlerde zarın gerilmesinden ve yırtılma tehlikesinden hücreyi kurtarmış olmaktadır. Buna eritrositlerin deformabilite özelliği denir. Eritrositler dolaşımda hızlı uzama, katlanma, deformasyon, makaslama stresi gibi birçok duruma dayanıklıdır. Hücrenin **deformabilitesi** olarak tanımlanan bu özellik membran yapısı ve sitoplazmasına bağlıdır. Eritrosit sitoplazması düşük viskozitesi ile ideal bir sıvı gibi rol oynar. Membranın elastikiyeti ve viskozitesi de deformabilitede önemli role sahiptir.

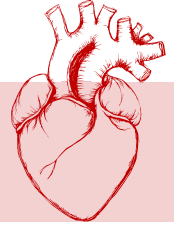
Eritrositlerin 1 mm³ kandaki normal değerleri ise erkekte 5.200.000 $\pm$ 300.000, kadında 4.700.000 $\pm$ 300.000, yeni doğanda 6-7 milyon kadardır. Kişinin yaşadığı bölgenin yüksekliği eritrosit sayısını etkiler. Deniz seviyesinden

¹ Prof. Dr., Yüksek İhtisas Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji AD., aydogansami@gmail.com, ORCID iD: 0000-0003-3230-5864

Cilt rengi, büyük oranda subpapiller venöz pleksustaki kan miktarına bağlıdır. Polisitemia verada bu pleksustaki kan miktarı çok artmıştır. Hatta kan venöz pleksusa geçmeden önce kapillerlerden yavaşlayarak geçerken, normalden daha fazla miktarda hemoglobin deoksijene olur. Bu deoksijene hemoglobinin mavi rengi, oksijene hemoglobinin kırmızı rengini maskeler. Bu yüzden polisitemia veralı bireyin cilt rengi kırmızımsı, siyanotik görünümündedir.

Kaynaklar

1. Ganong W F, (2015), Ganong'un Tıbbi Fizyolojisi, Mc Graw- Hill Companies, H Gökbel (Editör), Nobel Tıp Kitabevleri, p: 1-752
2. Hall, J E. ve Hall M E., (2021). Guyton ve Hall Tıbbi Fizyoloji (14. baskı), Elsevier Limited,B Ç Yeğen (Editör), Güneş Tıp Kitabevi, p: 1-1131
3. Küçükataş M B., (2021), Bölüm:16, Kanın bileşimi, fiziksel özellikleri ve işlevi, s:221-238, İnsan Fizyolojisi, E Ağar (Editörler Kurulu Başkanı), İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık, Levent Ofset Basımevi,
4. Darıyerli N., (2021), Bölüm:17, Eritrositler, kan grupları ve transfüzyon, s:238-256, İnsan Fizyolojisi, E Ağar (Editörler Kurulu Başkanı), İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık, Levent Ofset Basımevi,
5. Ekerbiçer N., (2021), Bölüm:19, Trombositler, hemostaz ve pıhtılaşma mekanizmaları, s:279-294, İnsan Fizyolojisi, E Ağar (Editörler Kurulu Başkanı), İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık, Levent Ofset Basımevi,
6. Köylü, H., (2020), Tıbbi Fizyoloji Klinik Anlatımlı, 4. Baskı, Ankara Nobel Tıp Kitabevi, s:1-576
7. Nasimi A., (2012), Hemodynamics, The Cardiovascular System - Physiology, Diagnostics and Clinical Implications, D. Gaze (Ed.), Published by In Tech, Croatia,p:95-109
8. Fox S I., (2011) Human Physiology 12th ed. Mc Graw- Hill Companies, Ed. By M Lange , p:1-749
9. Mohrman D E., and Heller L J., (2018), Cardiovascular Physiology, 9th edition, Mc Graw- Hill Companies,
10. Boron W F. and Boulpaep E L., (2012), Medical Physiology, Saunders, an imprint of Elsevier Inc. P;1-1293



KAN GRUPLARI VE TRANSFÜZYON

Sami AYDOĞAN¹

Giriş

Kan grupları hematolojide olduğu kadar, antropoloji, biyokimya, iç hastalıkları, cerrahi, adli tıp, genetik ve immünoloji dallarında da büyük önem taşır. İnsanda çok sayıda kan grubu sistemi tanımlanmıştır. Bunlar arasında **ABO ve Rhesus (Rh) sistemleri** kan transfüzyonu ve klinik yönden önemli bir yere sahiptir.

Kan grupları serolojisi, antijen, antikor ve antijen-antikor-kompleksi reaksiyonlarına dayanır. Bu nedenle immünolojide geçerli kurallar kan grupları serolojisinde de kullanılır. Kan grupları eritrositlerin membranında bulunan ve genellikle polisakkarid yapısındaki çeşitli antijenlere göre isimlendirilir. Grup maddelerini oluşturan bu antijenlere, özgül antikorlarıyla aglütinasyon reaksiyonu verdiklerinden **aglütinojen** immonoglobulin yapısında olan antikorlara da **aglütinin** denir.

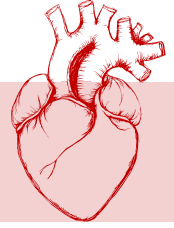
Basit Mendel kurallarına göre ve birbirinden bağımsız olarak soydan geçen antijenler (Kan grubu maddesi, aglütinojen) otozomal genlerin kontrolü altındadır. Embriyonal dönemde kan grubu maddeleri 5. haftada, kan hücreleri, vasküler endotel ve tüm epitel dokularında ortaya çıkar. Yalnız sinir dokusu, karaciğer ve böbrek üstü bezinde bulunmaz. 2. ayda grup maddeleri salgılarda da belirir. 5. ayın sonunda erişkindeki dağılımı gösterip eritrositler ile bazı vücut sıvılarında bulunurlar.

Kan hücrelerinde antijenlerin çeşitliliği: İnsan kan hücrelerinde, özellikle hücre membranlarında, her biri antijen-antikor etkileşimlerine yol açabilen sık

¹ Prof. Dr., Yüksek İhtisas Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji AD., aydogansami@gmail.com, ORCID iD: 0000-0003-3230-5864

Kaynaklar

1. Ganong W F, (2015), Ganong'un Tıbbi Fizyolojisi, Mc Graw- Hill Companies, H Gökbel (Editör), Nobel Tıp Kitabevleri, p: 1-752
2. Hall, J E. ve Hall M E., (2021). Guyton ve Hall Tıbbi Fizyoloji (14. baskı), Elsevier Limited,B Ç Yeğen (Editör), Güneş Tıp Kitabevi, p: 1-1131
3. Küçükataş M B., (2021), Bölüm:16, Kanın bileşimi, fiziksel özellikleri ve işlevi, s:221-238, İnsan Fizyolojisi, E Ağar (Editörler Kurulu Başkanı), İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık, Levent Ofset Basımevi,
4. Darıyerli N., (2021), Bölüm:17, Eritrositler, kan grupları ve transfüzyon, s:238-256, İnsan Fizyolojisi, E Ağar (Editörler Kurulu Başkanı), İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık, Levent Ofset Basımevi,
5. Ekerbiçer N., (2021), Bölüm:19, Trombositler, hemostaz ve pıhtılaşma mekanizmaları, s:279-294, İnsan Fizyolojisi, E Ağar (Editörler Kurulu Başkanı), İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık, Levent Ofset Basımevi,
6. Köylü, H., (2020), Tıbbi Fizyoloji Klinik Anlatımlı, 4. Baskı, Ankara Nobel Tıp Kitabevi, s:1-576
7. Nasimi A., (2012), Hemodynamics, The Cardiovascular System - Physiology, Diagnostics and Clinical Implications, D. Gaze (Ed.), Published by In Tech, Croatia,p:95-109
8. Fox S I., (2011) Human Physiology 12th ed. Mc Graw- Hill Companies, Ed. By M Lange , p:1-749
9. Mohrman D E., and Heller L J., (2018), Cardiovascular Physiology, 9th edition, Mc Graw- Hill Companies,
10. Boron W F and Boulpaep E L., (2012), Medical Physiology, Saunders, an imprint of Elsevier Inc. P;1-1293



LÖKOSİTLER VE FONKSİYONLARI

Saide MURATOĞLU ¹

|GİRİŞ

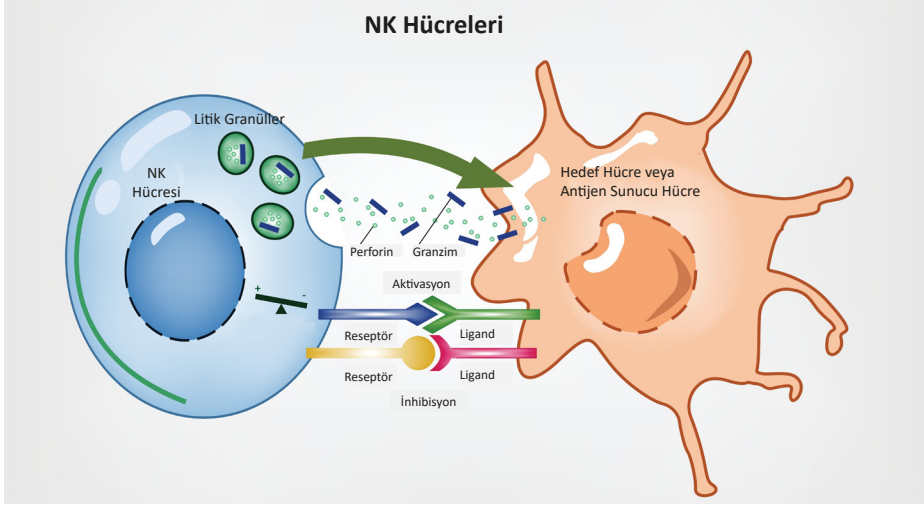
Lökosit olarak isimlendirilen beyaz kan hücreleri, vücudumuzda savunma hattının kurulmasında öncül kan hücreleridir. Pluripotent kök hücrelerden, kendilerine özgü büyüme faktörlerinin devreye girmesi ile olgunlaşmış forma dönüşürler. Kemik iliğinde; Nötrofiller, Monositler, Eozinofiller ve Bazofiller üretilirken; Lenfoid organlarda (timüs, lenf bezi, dalak, tonsilla vb) ise Lenfositler olarak isimlendirilen T hücreleri, B hücreleri ve Doğal Öldürücü Hücreler (Naturel Killer) oluşturulur.

Lökositler, sitoplazmaları içerisinde nükleus ve diğer organelleri bulundurmaz. Lökositler sitoplazmalarında granül bulundurup bulundurmamalarına göre granülositoz ve agranülositoz olmak üzere ikiye ayrılır. Granülositler; Nötrofiller, eozinofiller, bazofillerdir. Agranülositler ise monositler ve lenfositler (T hücreleri, B hücreleri, NK hücreleri)'dir.

Vücudumuzda bulunma oranlarına göre %60 oranında nötrofiller, takiben %30 oranında lenfositler, ardından %6 ile monositler, %3 ile eozinofiller ve en düşük oranla %1 ile bazofillerdir. Sağlıklı bir insanda lökosit sayısı 4.000-11.000 arasındadır. 4.000'nin altına düşerse **lökopeni**, 11.000'nin üzerinde ise **lökositoz** denir.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Yüksek İhtisas Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji AD., saide.bakal@hotmail.com, ORCID iD: 0000-0002-6861-9171

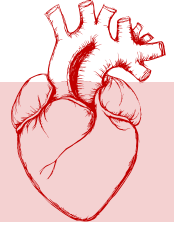
oluşmasına yardımcı olur. IL-2 ile aktive edilen NK hücreleri, IL-4, 5, 13 sentezinin yanında gama-IFN, TNF-alfa gibi sitokinleri sentezleyerek süreci düzenler.



Şekil 9. NK Hücreleri

Kaynaklar

1. Ganong, W.F. (2001). *Review of Medical Physiology*. Lange.
2. Hall, J.E. (2021). *Guyton and hall textbook of medical physiology*. 14th ed. Elsevier.
3. Tıbbi Fizyoloji, Halis Köylü, İstanbul Tıp Kitabevi, 2016



TROMBOSİTLER

Sami AYDOĞAN¹**| Trombositlerin Özellikleri ve Fonksiyonları**

Yaşam süreci içinde vücutta hergün birçok küçük damarlarda minik delikler oluşur. Bunlar genellikle kan pıhtısı yerine trombosit tıkaçları ile kapatılır. Damar bütünlüğünün sağlanmasında önemli görevleri olan trombositler; yuvarlak ya da oval 2-4 mikron çapında küçük disk şeklinde kan hücreleridir. Adezyon, agregasyon ve aglutinasyon fonksiyonları vardır. Pıhtı oluşumu, pıhtının retraksiyonu, kan kaybının önlenmesi, damarların onarılması ve savunma mekanizmalarında rolleri vardır. Kemik iliğinde megakaryositlerden oluşur. Primer düzenleyicisi trombopoietin (TPO) dir Megakaryositler kemik iliğinde hematopoetik serinin oldukça büyük hücreleridirler. Kemik iliğinde ya da kana geçtikten bir süre sonra özellikle pulmoner kapillerlerden geçmeye çalışırken parçalanarak trombositleri oluştururlar. Trombositlerin kandaki normal konsantrasyonları 150.000-400.000/ mm³ dür.

Nükleusları olmamasına ve çoğalmamalarına karşın trombositler hücrenin birçok fonksiyonel karakteristiklerini taşırlar. Elektron mikroskopik incelemelerde, trombositlerin, üç ana yapısal bölge içerdiği gözlenmektedir: Periferik bölge, Sol-jel bölgesi, Organel bölgesi

Periferik bölge: Bu bölge, membran ve submembran alanı kapsar. Hücrede uyarana yanıt oluşturmak için gerekli kimyasal etkileşimler ve hücre-hücre adezyonu için uygun ortamı oluşturur.

¹ Prof. Dr., Yüksek İhtisas Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji AD., aydogansami@gmail.com, ORCID:0000-0003-3230-5864

Trombositlerin yarı ömrü dolaşımında 9-11 gündür; bu süre sonunda yaşam süreçleri sona erer ve dolaşımdan doku makrofajları, tarafından uzaklaştırılırlar. Trombositlerin yarısından fazlası kanın dalakta sıkı trabeküler ağ yapısından geçmesi sırasında, makrofajlar tarafından tutularak kandan uzaklaştırılır. Splenomegali durumunda trombosit sayısında azalma gözlenir. Dalağın alınması ise trombosit sayısında artışa neden olur. Azalmasına *trombositopeni* denir. Akut enfeksiyonlar, akut lösemi, aplastik ve pernisiyoz anemi, çiçek, suçiçeği, splenomegali, kızıl, tifo, tüberküloz, purpura, Gaucher's hastalığında gözlenir.

Artışı, *trombositoz* olarak bilinir. Allerjik durumlar, asfiksi, hemoraji, kemik kırıkları, cerrahi operasyonlar, splenektomi, romatizmal ateş, travmada gözlenir.

Trombositemi, kalıcı ve anormal trombosit sayısı artışıdır. Karsinoma, kronik lösemi ve Hodgkin hastalığında gözlenir.

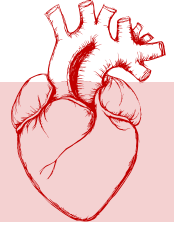
Damar deliklerinin kapatılmasında trombositlerin önemi. Eğer damardaki yırtılma küçükse, trombosit tıkaçı kan kaybını tek başına tamamen durdurur. Ancak delik büyükse kanamayı durdurmak için trombosit tıkaçına ek olarak kan pıhtılaşması da gerekir.

Trombosit tıkaç mekanizması gün içinde yüzlercesi görülen çok küçük damarlardaki ve endotel hücrelerindeki yırtıkların kapatılması için son derece önemlidir. Gerçekte; endotel hücrelerindeki çok sayıda küçük delikler genellikle trombositler tarafından kapatılırlar. Trombositler endotel hücreleriyle kaynaşarak bir endotel hücre membranı oluşmasını sağlarlar. Trombosit sayısı çok az olan bir kişide deri altında ve tüm internal dokularda normal kişilerde izlenmeyen yüzlerce küçük hemorajik odak gelişir.

Kaynaklar

1. Ganong W F., (2015), Ganong'un Tıbbi Fizyolojisi, Mc Graw- Hill Companies, H Gökbel (Editör), Nobel Tıp Kitabevleri, p: 1-752
2. Hall, J E. ve Hall M E., (2021). Guyton ve Hall Tıbbi Fizyoloji (14. baskı), Elsevier Limited, B Ç Yeğen (Editör), Güneş Tıp Kitabevi, p: 1-1131
3. Küçükataç M B., (2021), Bölüm:16, Kanın bileşimi, fiziksel özellikleri ve işlevi, s:221-238, İnsan Fizyolojisi, E Ağar (Editörler Kurulu Başkanı), İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık, Levent Ofset Basımevi,
4. Dariyerli N., (2021), Bölüm:17, Eritrositler, kan grupları ve transfüzyon, s:238-256, İnsan Fizyolojisi, E Ağar (Editörler Kurulu Başkanı), İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık, Levent Ofset Basımevi,
5. Ekerbiçer N., (2021), Bölüm:19, Trombositler, hemostaz ve pıhtılaşma mekanizmaları, s:279-294, İnsan Fizyolojisi, E Ağar (Editörler Kurulu Başkanı), İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık, Levent Ofset Basımevi,

6. Köylü, H., (2020), Tıbbi Fizyoloji Klinik Anlatımlı, 4. Baskı, Ankara Nobel Tıp Kitabevi, s:1-576
7. Nasimi A., (2012), Hemodynamics, The Cardiovascular System - Physiology, Diagnostics and Clinical Implications, D. Gaze (Ed.), Published by In Tech, Croatia,p:95-109
8. Fox S I., (2011) Human Physiology 12th ed. Mc Graw- Hill Companies, Ed. By M Lange , p:1-749
9. Mohrman D E., and Heller L J., (2018), Cardiovascular Physiology, 9th edition, Mc Graw- Hill Companies,
10. Boron W F. and Boulpaep E L., (2012), Medical Physiology, Saunders, an imprint of Elsevier Inc. P;1-1293



HEMOSTAZ VE PIHTILAŞMA MEKANİZMALARI

Sami AYDOĞAN¹

| Giriş

Hemostaz, kan kaybının önlenmesi anlamına gelir. Bir damar zedelendiği ya da yırtıldığı zaman çeşitli mekanizmalar harekete geçer ve kanın damar dışına çıkması engellenir. Bu mekanizmalar: 1- Damar spazmı, 2- Trombosit tıkaçı oluşumu, 3- Kanın koagülasyonu sonucu, kan pıhtısı oluşumu, 4- Fibröz dokunun pıhtı içine doğru büyümesiyle damardaki deliğin kalıcı olarak kapatılmasıdır, 5- Pıhtının erimesi, fibrinolizis

| Damar Spazmı

Kan damarı kesildikten veya yırtıldıktan hemen sonra travmanın damar üzerine etkisi ile damar duvarı kasılır Bu durum hasarlanan damardaki kanamanın azalmasına neden olur. Kasılma; sinirsel refleksler, lokal miyojenik spazm ve hasarlanan dokular ile trombositlerden kaynaklanan lokal humoral faktörler sonucu gelişir. Sinirsel refleksler; hasarlanan damar ve çevre dokulardan kaynaklanan ağrı veya diğer uyarılar ile başlatılır. Vazokonstrüksiyonun büyük kısmı olasılıkla damar duvarına doğrudan hasarla başlayan lokal miyojenik kasılmalar sonucu gelişir. Daha küçük damarlarda vazokonstrüksiyonun büyük kısmından vazokonstriktör bir madde olan tromboksan A₂'yi (TXA₂) serbestleten trombositler sorumludur.

¹ Prof. Dr., Yüksek İhtisas Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji AD., aydogansami@gmail.com, ORCID iD: 0000-0003-3230-5864

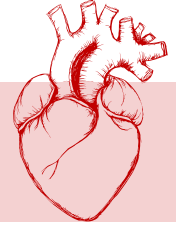
lığı, kan pıhtısının retrakte olup olmadığına bakılarak anlaşılabılır. Çünkü daha öncede belirtildiği gibi pıhtı retraksiyonu normalde pıhtının fibrin ağında bulunan çok sayıdaki trombositlerden salınan birçok ek koagülasyon faktörlerine bağlıdır.

Trombositopenili kişilerin çoğunda idiyopatik trombositopeni denilen nedeni bilinmeyen bir hastalık vardır. Bu hastalar da trombositlere karşı gelişen ve onları haraplayan spesifik antikorlar saptanmıştır. Bu antikorlar bazen başka kişilerden transfüzyon sonucu ortaya çıkmakla birlikte, genellikle bilinmeyen bir nedenle kişinin kendi trombositlerine karşı otoimmünite oluşmasına bağlı olarak gelişir.

Trombositopeni hastalara çok miktarda trombosit içeren taze tam kan transfüzyonu kanamayı 1-4 gün içinde durdurabilir. Splenektomi de oldukça yararlı ve hatta bazen tamamen tedavi edicidir, çünkü dalak çok miktarda trombosit ve özellikle hasarlanmış olanları kandan uzaklaştırır.

Kaynaklar

1. Ganong W F., (2015), Ganong'un Tıbbi Fizyolojisi, Mc Graw- Hill Companies, H Gökbel (Editör), Nobel Tıp Kitabevleri, p: 1-752
2. Hall, J E. ve Hall M E., (2021). Guyton ve Hall Tıbbi Fizyoloji (14. baskı), Elsevier Limited,B Ç Yeğen (Editör), Güneş Tıp Kitabevi, p: 1-1131
3. Küçükata M B., (2021), Bölüm:16, Kanın bileşimi, fiziksel özellikleri ve işlevi, s:221-238, İnsan Fizyolojisi, E Ağar (Editörler Kurulu Başkanı), İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık, Levent Ofset Basımevi,
4. Darıyerli N., (2021), Bölüm:17, Eritrositler, kan grupları ve transfüzyon, s:238-256, İnsan Fizyolojisi, E Ağar (Editörler Kurulu Başkanı), İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık, Levent Ofset Basımevi,
5. Ekerbiçer N., (2021), Bölüm:19, Trombositler, hemostaz ve pıhtılaşma mekanizmaları, s:279-294, İnsan Fizyolojisi, E Ağar (Editörler Kurulu Başkanı), İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık, Levent Ofset Basımevi,
6. Köylü, H., (2020), Tıbbi Fizyoloji Klinik Anlatımlı, 4. Baskı, Ankara Nobel Tıp Kitabevi, s:1-576
7. Nasimi A., (2012), Hemodynamics, The Cardiovascular System - Physiology, Diagnostics and Clinical Implications, D. Gaze (Ed.), Published by In Tech, Croatia,p:95-109
8. Fox S I., (2011) Human Physiology 12th ed. Mc Graw- Hill Companies, Ed. By M Lange , p:1-749
9. Mohrman D E., and Heller L J., (2018), Cardiovascular Physiology, 9th edition, Mc Graw- Hill Companies,
10. Boron W F. and Boulpaep E L., (2012), Medical Physiology, Saunders, an imprint of Elsevier Inc. P;1-1293



PIHTILAŞMA-KANAMA BOZUKLUKLARI VE ANTİKOAGULANLAR

Sami AYDOĞAN¹

| İnsanda Tromboembolik Durumlar

Trombüs ve emboli: Bir kan damarında oluşan anormal pıhtıya **trombüs** denir. Pıhtı bir kez oluştuğundan sonra, pıhtının yanından geçen kan pıhtıyı yerinden koparıp kan akımıyla birlikte sürüklemeye eğilimindedir; böyle serbest dolaşan pıhtılara **emboli** denir. Emboli genellikle dolaşım sisteminin dar bir noktasına gelinceye kadar dolaşımı durdurmaz. Bu nedenle büyük arterlerden veya sol kalpten kaynaklanan emboli beyin, böbrekler veya başka bir bölgedeki daha küçük sistemik arterler ve arteriyollerini tıkar. Venöz sistemden ve sağ kalpten kaynaklanan emboli ise akciğer damarlarına doğru sürüklenerek pulmoner arter embolizmine yol açar.

Tromboembolik durumların nedenleri: İnsanlarda tromboembolik olaylar genellikle iki nedene bağlıdır: 1- **Damar endotel yüzeyinin düzgünlüğünün bozulması**- arteriyoskleroz, enfeksiyon veya travma pıhtılaşma işlemini başlatır, 2- **Kanın damarlarda akışının çok yavaşlaması** da trombin ve diğer prokoagülanların sürekli yapımına bağlı olarak pıhtılaşmaya neden olur. Bunlar kandan başlıca karaciğerin Kupffer hücreleri olmak üzere makrofaj sistemi tarafından uzaklaştırılırlar. Eğer kan çok yavaş akıyorsa, lokal bölgelerde prokoagülanların konsantrasyonları pıhtılaşmayı başlatmaya yetecek düzeylere ulaşır. Kan hızlı aktığında ise bu maddeler hemen büyük miktarda kanla karışarak karaciğerden geçiş sırasında uzaklaştırılırlar.

¹ Prof. Dr., Yüksek İhtisas Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji AD., aydogansami@gmail.com, ORCID iD: 0000-0003-3230-5864

Pıhtılaşma Testleri

Kanama Zamanı, Duke ve Ivy Yöntemleri. 1-5 ve 1-7 dakikadır. Duke yönteminde 8, Ivy yönteminde 10 dakikanın üstü patolojiktir. Damar duvarının permeabilitesi hakkında bilgi verir.

Pıhtılaşma zamanı, Lee White yöntemi, 5-10 dakika, intrinsek yoldaki patolojileri gösterir.

Protrombin zamanı (PT) Quick yöntemi, 12-14 saniye, ekstrinsek yoldaki patolojileri gösterir.

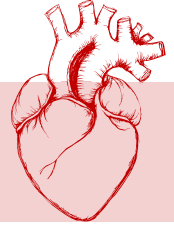
Aktive parsiyel tromboplastin zamanı (aPTT), intrinsek yoldaki bozuklukları gösterir. 30-40 saniyedir.

Tromboplastin zamanı (TT), trombin etkisiyle fibrinojenin fibrine çevrilmesi için geçen zamanı ölçer, 12-16 sn (14-21) saniyedir.

INR= Hasta PT/ Kontrol PT oranı ile elde edilen bir değerdir. INR 1.5 üzeri kanama riskini gösterir. Derin ven trombozu tedavisinde önemlidir.

Kaynaklar

1. Ganong W F., (2015), Ganong'un Tıbbi Fizyolojisi, Mc Graw- Hill Companies, H Gökbel (Editör), Nobel Tıp Kitabevleri, p: 1-752
2. Hall, J E. ve Hall M E., (2021). Guyton ve Hall Tıbbi Fizyoloji (14. baskı), Elsevier Limited, B Ç Yeğen (Editör), Güneş Tıp Kitabevi, p: 1-1131
3. Küçükataç M B., (2021), Bölüm:16, Kanın bileşimi, fiziksel özellikleri ve işlevi, s:221-238, İnsan Fizyolojisi, E Ağar (Editörler Kurulu Başkanı), İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık, Levent Ofset Basımevi,
4. Dariyerli N., (2021), Bölüm:17, Eritrositler, kan grupları ve transfüzyon, s:238-256, İnsan Fizyolojisi, E Ağar (Editörler Kurulu Başkanı), İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık, Levent Ofset Basımevi,
5. Ekerbiçer N., (2021), Bölüm:19, Trombositler, hemostaz ve pıhtılaşma mekanizmaları, s:279-294, İnsan Fizyolojisi, E Ağar (Editörler Kurulu Başkanı), İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık, Levent Ofset Basımevi,
6. Köylü, H., (2020), Tıbbi Fizyoloji Klinik Anlatımlı, 4. Baskı, Ankara Nobel Tıp Kitabevi, s:1-576
7. Nasimi A., (2012), Hemodynamics, The Cardiovascular System - Physiology, Diagnostics and Clinical Implications, D. Gaze (Ed.), Published by In Tech, Croatia, p:95-109
8. Fox S I., (2011) Human Physiology 12th ed. Mc Graw- Hill Companies, Ed. By M Lange , p:1-749
9. Mohrman D E., and Heller L J., (2018), Cardiovascular Physiology, 9th edition, Mc Graw- Hill Companies,
10. Boron W F. and Boulpaep E L., (2012), Medical Physiology, Saunders, an imprint of Elsevier Inc. P:1-1293



KALP VE DOLAŞIM SİSTEMİNİN GENEL FONKSİYONLAR

Çiğdem ÖZER¹

Giriş

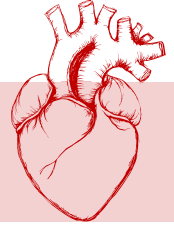
Kardiyovasküler sistemin (KVS) temel fonksiyonu dokuların ve hücrelerin yaşamsal faaliyetleri için gereksinim duyduğu kanın uygun basınçlarda dokulara ulaşmasını sağlamaktır. Böylece her doku gereksinim duyduğu kadar kanı hücrelerine sağlayabilecektir. Kardiyovasküler sistem: bir pompa olarak kalp ve kanın içinde dolaştığı damar (vasküler) sisteminden (arter, arteriol, kapillerler, venül, ven) oluşur.

Kardiyovasküler sistem kan dolaşımını sağlayarak aslında kanın görevlerine de aracılık etmektedir. Örneğin kan beslenme, büyüme ve onarım ile ilgili maddeler ile oksijenin hücrelere taşınmasını, metabolizma sonucu ortaya çıkan karbondioksit ve diğer metabolik yıkım ürünlerini de hücrelerden uzaklaştırılarak akciğer, böbrek ve karaciğere gibi organlara iletilmesini sağlar. Kan dolaşımı aynı zamanda hormonların ve enzimlerin hedef dokulara ve hücrelere iletilmesini sağlayarak hücreler ve sistemler arasındaki haberleşmeye aracılık eder. Bilindiği gibi kan şekilli elemanlar ile oldukça yüksek su içeriğine sahip plazmadan oluşur. Özgül ısısı ve iletme hızı yüksek olan su, taşıdığı ısıyı uzun süre değiştirmeden tutabilir ve dokularda oluşan metabolik ısıyı (kalp, kas, karaciğer ...) bu dokulara zarar vermeden organlardan uzaklaştırarak dağıtabilir. Dolayısı ile kardiyovasküler sistem, kan dolaşımı sayesinde vücut sıcaklığının düzenlenmesi ve korunmasında rol alır. Ayrıca yine kan aracılığı ile mikroorganizmalara karşı savunma, asit-baz dengesinin korunmasına katkı gibi durumlarda kardiyovasküler sistemin aracılık ettiği fonksiyonlar arasında yer alabilir.

¹ Prof. Dr., Gazi Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji AD., cigdemozer@gazi.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-2705-4522

KAYNAKLAR

1. Boron, W.F. and Boulpaep, E.L. (2017). *Medical physiology*. 3rd ed. Philadelphia, Pa: Elsevier.
2. Erdal, A. (2021). *İnsan Fizyolojisi*. 1st ed. İstanbul Tıp Kitabevleri.
3. Ganong, W.F. (2001). *Review of Medical Physiology*. Lange.
4. Hall, J.E. (2015). *Guyton and hall textbook of medical physiology*. 13th ed. Elsevier.
5. Rhoades, R. and Bell, D.R. (2013). *Medical physiology : principles for clinical medicine*. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins.
6. Terzioğlu, M., Yiğit, G. and Oruç, T. (1993). *Fizyoloji Ders Kitabı*. 2nd ed. İ.Ü Basımevi ve Film Merkezi.
7. Temelden Kliniğe Kardiyovasküler Sistem. (2023). IV. Bölüm, Kardiyovasküler Sistem Fizyolojisi. Levent Öztürk, Hale Sayan Özaçmak, İnci Turan, Veysel Haktan Özaçmak, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul



KALBİN GENEL YAPISI

Çiğdem ÖZER¹

| A.Kalp Kasının Fizyolojik Özellikleri

Kalpte morfolojik olarak 3 tip hücre bulunur:

1. Otoritmik hücreler (*Pacemaker hücreler*). Sinoatriyal (SA) ve atriyoventriküler (AV) nod (düğüm) hücreleri. Bu hücrelerin kontraktil filamentleri yoktur veya çok azdır. Uyarı oluşturan ve ileten hücrelerdir.
2. İleti lifleri: İnternodal lifler, His demeti ve Purkinje lifleri. Bu hücrelerin de kontraktil filamentleri yoktur. Uyarı oluşturma potansiyelleri vardır ancak otoritmik hücrelere göre çok daha azdır. Bu hücreler temel olarak kalpte elektriksel iletinin yayılmasından sorumludur.
3. Kasılabilen hücreler: Atriyal ve ventriküler miyositler. Kontraktil filamentleri içeren ve kasılma özelliğine sahip hücrelerdir.

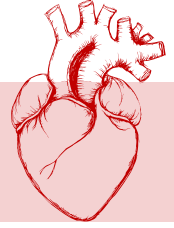
Kalp kası hücreleri iskelet kası hücreleri gibi çizgilenme göstermelerine karşılık bu hücrelerden farklı fizyolojik özellikler gösterirler.

Kalp kası hücreleri, iskelet kası hücrelerinden çok daha küçüktür. 10–20 µm genişliğinde ve 50–100 µm uzunluğunda silindirik hücrelerdir. Çekirdek genelde ortada ve tektir. Kalp kasının sarkolemması da iskelet kasında görülenlere benzer invaginasyonlar (T tübülleri) içerir. Ancak bazı farklar vardır. Kalp kasında T tübülleri Z çizgilerinde yer alırken, memeli iskelet kasında T tübülleri I bantlarının uçlarında yer alır. Kalp kasında, T tübülleri ve sarkoplazmik retikulum (SR) arasındaki bağlantılar, iskelet kasındakilerden daha az ve onlar kadar iyi ge-

¹ Prof. Dr., Gazi Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji AD., cigdemozer@gazi.edu.tr
ORCID iD: 0000-0002-2705-4522

Kaynaklar

1. Boron, W.F. and Boulpaep, E.L. (2017). *Medical physiology*. 3rd ed. Philadelphia, Pa: Elsevier.
2. Erdal, A. (2021). *İnsan Fizyolojisi*. 1st ed. İstanbul Tıp Kitabevleri.
3. Ganong, W.F. (2001). *Review of Medical Physiology*. Lange.
4. Hall, J.E. (2015). *Guyton and hall textbook of medical physiology*. 13th ed. Elsevier.
5. Rhoades, R. and Bell, D.R. (2013). *Medical physiology : principles for clinical medicine*. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins.
6. Terzioğlu, M., Yiğit, G. and Oruç, T. (1993). *Fizyoloji Ders Kitabı*. 2nd ed. İ.Ü Basımevi ve Film Merkezi.
7. Temelden Kliniğe Kardiyovasküler Sistem. (2023). IV. Bölüm, Kardiyovasküler Sistem Fizyolojisi. Levent Öztürk, Hale Sayan Özaçmak, İnci Turan, Veysel Haktan Özaçmak, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul



KALP KAPAKLARI VE KALP SESLERİ

Saide MURATOĞLU ¹

|GİRİŞ

Kalp, kapalı oda sisteminde oluşturulmuş seri olarak birbirine bağlı iki pompa gibi çalışan bir organdır. Kalp kapakçıkları, kalp içindeki kan akışının düzenlenmesinde çok önemli bir rol oynayarak vücutta verimli bir dolaşım sağlar. Kalp kapakçıkları tarafından üretilen ve kalp sesleri olarak bilinen bu sesler, kalbin genel sağlığı hakkında değerli bilgiler sağlar. Kalp seslerini dört kalp sesi olarak ayırabiliriz.

Sağ atriyum ile sağ ventrikül arasında triküspid kapakçık; Sol atriyum ile sol ventrikül arasında ise biküspid kapakçık (mitral) bulunur. Bu kapakçıklar bu-
lundurdukları parça (yaprakçık) sayısına göre isimlendirilmiştir. Triküspid kapakçık üç parçalı olup vücuttan toplanan karbondioksit oranı fazla olan kanın sağ atriyumdan sağ ventriküle doğru akmasına yardımcı olur. Biküspid kapakçık diğer adıyla mitral kapakçık iki parçalı bir yapıdadır ve akciğerden gelen oksijene doyurulmuş kanın sol atriyumdan sol ventriküle doğru akış halinde olmasını sağlar. Sağ ve sol atriyoventriküler bölgede bulunan kapakçıklar, atriyoventriküler kapakçıklar olarak isimlendirilir. Sağ ventriküle gelen kan, pulmoner arter vasıtasıyla akciğerlere gönderilir. Sağ ventrikül ile pulmoner arter arasında ise pulmoner semilunar kapakçık bulunur. Yarım ay şeklinde olan semilunar kapakçıklardan sol ventrikül ve aort arasında da bulunur. Burada yer alan kapakçık aortik semilunar kapakçık olarak isimlendirilir.

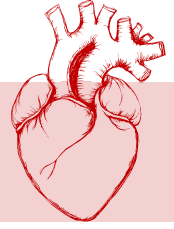
¹ Dr. Öğr. Üyesi, Yüksek İhtisas Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji AD., saide.bakal@hotmail.com, ORCID iD: 0000-0002-6861-9171

Çeşitli kardiyovasküler durumları doğru bir şekilde teşhis ve tedavi etmek için kalp kapakçıklarını ve bunlarla ilişkili sesleri tam olarak anlamak çok önemlidir.

Kalp kapakçığı seslerinin doğru değerlendirilmesi ve yorumlanması, çeşitli kalp rahatsızlıklarının teşhis edilmesi ve yönetilmesinde, kapak darlığı, yetersizliği veya prolapsusu gibi anormallikleri tespit edip, uygun tedavi stratejilerinin belirlenmesinde hayati önem taşımaktadır.

| Kaynaklar

1. Ganong, W.F. (2001). *Review of Medical Physiology*. Lange.
2. Hall, J.E. (2021). *Guyton and hall textbook of medical physiology*. 14th ed. Elsevier.
3. Tıbbi Fizyoloji, Halis Köylü, İstanbul Tıp Kitabevi, 2016



KALBİN ELEKTRİKSEL AKTİVİTESİ

Çiğdem ÖZER¹

Giriş

Kalp kası hücrelerinin kanı dolaşım sistemi boyunca hareket ettirebilmesi için düzenli, uygun hızda başlatılan ve tüm kalp boyunca iletilen elektriksel bir uyarıya ihtiyaç vardır. Gelen bu uyarıya bağlı olarak kasılabilmek özelliği gösteren hücrelerin de güçlü bir şekilde kasılabilmeleri gerekir. Normal şartlarda kalpte elektriksel sinyal sağ atriyumda bulunan sinoatriyal düğümde (SA nod) bulunan özelleşmiş hücrelerin deşarjından kaynaklanır (otoritmisite, kronotropi) ve kalbin özel ileti sistemi ile tüm kalbe yayılır (dromotropi). Kalpteki bazı hücreler gelen bu uyarıyı iletirken, bazıları da gelen bu uyarıya kasılarak yanıt oluştururlar (inotropi). Sağlıklı bir kalpte normal şartlarda **pacemaker** olarak uyarı oluşturan alan **sinoatriyal (SA) düğüm** (nod)'dür. Buradaki hücreler normal koşullar altında istirahat durumunda düzenli aralıklarla dakikada 60 ila 100 kez aksiyon potansiyeli oluşturma kapasitesine sahiptir. İkincil pacemaker alanlar olan atriyoventriküler nod (AV) dakikada yaklaşık 40 ve Purkinje lifleri ise yaklaşık 20 aksiyon potansiyeli üretebilir. Ancak AV nodu ve Purkinje liflerinde oluşabilecek pacemaker aktivite normalde daha yüksek frekansta aksiyon potansiyeli oluşturan SA düğüm tarafından baskılanır. Temelde his huzmesi ve Purkinje lifleri uyarının ventriküllere hızlı bir şekilde yayılmasını sağlarken, atriyal ve ventriküler miyositler de kasılmadan sorumlu hücre grubudur.

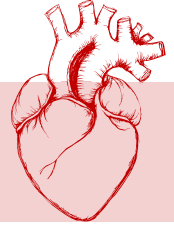
¹ Prof. Dr., Gazi Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji AD., cigdemozer@gazi.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-2705-4522

çapraz köprü oluşturur ve birbirleri üzerinde kayarak kasılma gerçekleşir. Kalp kasının gevşemesi esnasında sitozoldeki Ca^{+2} 'un uzaklaştırılması gerekir. Ca^{+2} iyonlarının büyük bir bölümü SERCA aracılığıyla, SR'a pompalanırken, geri kalanı da hücre zarındaki Ca-ATPaz pompası ve Na/Ca zıt taşıyıcısı ile ekstraselülüler ortama çıkarılır. Çok küçük bir miktar Ca^{+2} da mitokondriler tarafından depolanabilir.

Teşekkür: Bölümün hazırlanmasına içerik ve dil düzeltmeleri ile katkı sağlayan Gazi Üniversitesi, Tıp Fakültesi Fizyoloji AD öğretim üyesi Prof. Dr. Şevin Güney'e, şekil ve grafik çizimleriyle katkı sağlayan Gazi Üniversitesi, Tıp Fakültesi Fizyoloji AD Araştırma Görevlisi Dr. Fethullah Öztürk'e içten teşekkürlerimi sunarım.

|Kaynaklar

1. Boron, W.F. and Boulpaep, E.L. (2017). *Medical physiology*. 3rd ed. Philadelphia, Pa: Elsevier.
2. Erdal, A. (2021). *İnsan Fizyolojisi*. 1st ed. İstanbul Tıp Kitabevleri.
3. Ganong, W.F. (2001). *Review of Medical Physiology*. Lange.
4. Hall, J.E. (2015). *Guyton and hall textbook of medical physiology*. 13th ed. Elsevier.
5. Rhoades, R. and Bell, D.R. (2013). *Medical physiology : principles for clinical medicine*. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins.
6. Terzioğlu, M., Yiğit, G. and Oruç, T. (1993). *Fizyoloji Ders Kitabı*. 2nd ed. İ.Ü Basımevi ve Film Merkezi.
7. Temelden Kliniğe Kardiyovasküler Sistem. (2023). IV. Bölüm, Kardiyovasküler Sistem Fizyolojisi. Levent Öztürk, Hale Sayan Özaçmak, İnci Turan, Veysel Haktan Özaçmak, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul



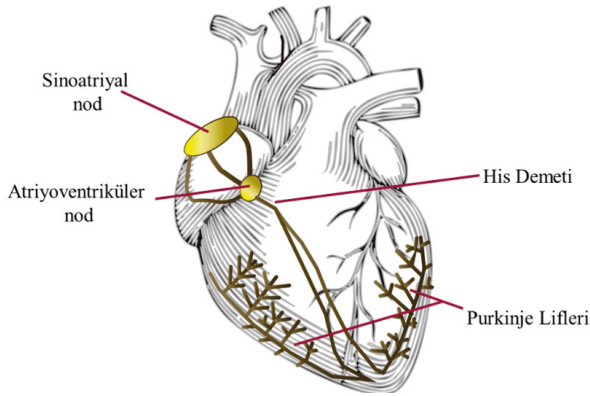
KALBİN İLETİ SİSTEMİ (KALPTE EKSİTASYONUN BAŞLAMASI VE YAYILMASI)

Çiğdem ÖZER¹

GİRİŞ

Sağlıklı bir kişide kalp SA nodundan (düğümünden) çıkan ritimle çalışır. SA düğüm kalbin pacemaker'ıdır. SA düğüm dakikada 60-100 arasında impuls oluşturur. Oluşan bu uyarılara bağlı olarak kalp dakikada 60-100 defa kasılır (sistol yapar). SA düğümün oluşturduğu bu ritme “sinüs ritmi” denir.

SA düğümünden çıkan uyarılar kalpteki özel miyokard liflerinden oluşan bir ileti sistemi ile tüm kalbe yayılır. Kalpte eksitasyonu ileten sistem: atriyal internodal yollar, atriyoventriküler düğüm AV düğüm (nod), His demeti ve Purkinje lifleridir. SA düğümünden çıkan uyarılar internodal yollar aracılığı ile önce atriyumlara yayılır ve daha sonra AV noduna ulaşır. AV nodundan, His demetine (huzmesine) oradan da Purkinje lifleri sayesinde tüm ventrikül kasına yayılır.



Şekil 1. Kalbin İletim Sistemi – Eksitasyonun başlaması ve yayılması

¹ Prof. Dr., Gazi Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji AD., cigdemozer@gazi.edu.tr
ORCID iD: 0000-0002-2705-4522

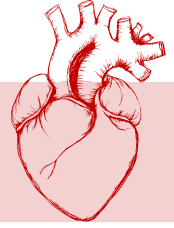
dı depolarize duruma geçer. Depolarizasyon dalgasının bu kadar hızlı ilerlemesi, tüm ventrikülün bir bütün olarak kasılmasını sağlar.

Pacemaker alanı	Atım frekansı	İleti hızı
SA nod	60-100 atım/dk	0,05 m/sn
Atriyal hücreler	55-60 atım/dk	0,5 m/sn
AV nod	45-50 atım/dk	0,05 m/sn
His demeti ve dalları	40-45 atım/dk	1 – 2 m/sn
Purkinje hücreleri	35-40 atım/dk	4 m/sn
Miyokardiyal hücreler	30-35 atım/dk	1 m/sn

Teşekkür: Bölümün hazırlanmasına içerik ve dil düzeltmeleri ile katkı sağlayan Gazi Üniversitesi, Tıp Fakültesi Fizyoloji AD öğretim üyesi Prof. Dr. Şevin Güney'e, şekil ve grafik çizimleriyle katkı sağlayan Gazi Üniversitesi, Tıp Fakültesi Fizyoloji AD Araştırma Görevlisi Dr. Fethullah Öztürk'e içten teşekkürlerimi sunarım.

Kaynaklar

1. Boron, W.F. and Boulpaep, E.L. (2017). *Medical physiology*. 3rd ed. Philadelphia, Pa: Elsevier.
2. Erdal, A. (2021). *İnsan Fizyolojisi*. 1st ed. İstanbul Tıp Kitabevleri.
3. Ganong, W.F. (2001). *Review of Medical Physiology*. Lange.
4. Hall, J.E. (2015). *Guyton and hall textbook of medical physiology*. 13th ed. Elsevier.
5. Rhoades, R. and Bell, D.R. (2013). *Medical physiology : principles for clinical medicine*. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins.
6. Terzioğlu, M., Yiğit, G. and Oruç, T. (1993). *Fizyoloji Ders Kitabı*. 2nd ed. İ.Ü Basımevi ve Film Merkezi.
7. Temelden Kliniğe Kardiyovasküler Sistem. (2023). IV. Bölüm, Kardiyovasküler Sistem Fizyolojisi. Levent Öztürk, Hale Sayan Özaçmak, İnci Turan, Veysel Haktan Özaçmak, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul



ELEKTROKARDİYOGRAM (EKG)

Saide MURATOĞLU ¹

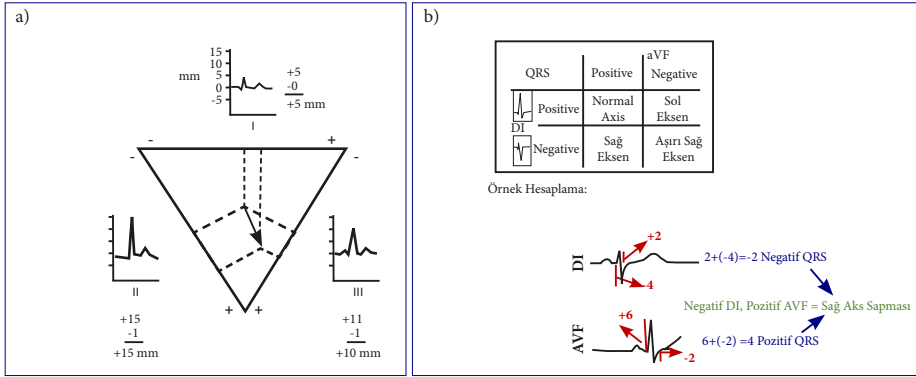
|GİRİŞ

Kalbin düzenli olarak uyarı çıkardığı, bu uyarıları tüm kalbe ilettiği bir elektriksel akım mevcuttur. Bu kalbin kendi kendine uyarı doğurmasını ve kalbin tabakalarına yayılmasını sağlar. Bu aktiviteye kalbin pacemaker aktivitesi denir. Sağ atriyumun arka duvarının tepe noktasına yerleşmiş olan, düzenli aralıklarla depolarizasyon dalgası başlatan ve 75atım/dk uyarı çıkartan Sino-atrial nod (SA)'dur. SA nod (düğüm) kalbin dominant pacemaker nodudur. Uyarı başlar başlamaz bu pozitif yüklü (Na^+ iyonu) depolarizasyon dalgası önce sağ atriya, daha sonra sol atriya yayılarak atriya kasılma (kontraksiyon) için uyarır. SA nodunun uyarıları ile oluşan ritme **sinüs ritmi** denir. Bu uyarı üretme/doğurma özelliği yani pacemaker aktivite yeteneğine **otomatisite** adı verilir. Sinüs düğümünden yayılan pozitif yükler dalgalar halinde ilerleyerek EKG'de **P dalgalarını** oluşturur. Böylece atriya elektriksel aktivitesi kaydedilir. Sağ ve sol atriya lardan iki farklı P dalgası oluşur; fakat bu P dalgaları üst üste binecek tek dalgaymış gibi görünür.

Atrial depolarizasyon Atrioventriküler (AV) düğüme ulaştığında depolarizasyon yavaşlayarak ventriküllerin kan ile dolması için gerekli zamanı sağlamış olur. Ventriküler ileti için ise his demeti ve purkinje lifleri sırasıyla gelen elektriksel aktiviteyi ileterek ventriküllerin içten dışa doğru yani endokarddan epikarda doğru depolarize olmasını sağlar. Böylece ventriküler depolarizasyon, EKG'de **QRS kompleksini** oluşturur. **Q dalgası**, QRS kompleksinin ilk negatif

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Yüksek İhtisas Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji AD., saide.bakal@hotmail.com, ORCID iD: 0000-0002-6861-9171

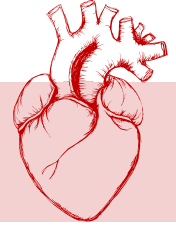
sı olarak değerlendirilir ve inspirasyon, ayakta durma ve zayıf kişiler gibi fizyolojik durumlarda görülür. Patolojik olarak ise ileti bozukluklarında ve atriyum/ventrikül boyutlarındaki değişikliklerde görülür (Şekil-9). Ayrıca elektriksel eksen tespit edilirken DI, DII ve DIII derivasyonlardan R dalgası en yüksek olanın yönünde oluşur. DI, DII, DIII, aVL ve aVF derivasyonlarında hangisinde R=S ise kalbin elektriksel eksen bu derivasyonun dik açısında bulunur. Örneğin DI'de R=S ise elektriksel eksen $+90$ veya -90 olur ve DII'ye bakılır. Çünkü DII kalbin aksıyla aynı yöndedir. $R>S$ ise $+90$; $R<S$ ise -90 olur.



Şekil 9. Kalp aksının hesaplanması

Kaynaklar

1. Ganong, W.F. (2001). *Review of Medical Physiology*. Lange.
2. Hall, J.E. (2021). *Guyton and hall textbook of medical physiology*. 14th ed. Elsevier.
3. Hızlı EKG Yorumu, Dale Dubin, MD. Çeviri Editörü: Taha Okan, Güven Bilimsel, 6.baskı, 2016
4. Tıbbi Fizyoloji, Halis Köylü, İstanbul Tıp Kitabevi, 2016
5. Kolaylaştırılmış EKG, John Hampton, Çevirmen: Prof. Dr. Aytaç Öncül, İstanbul Tıp Kitabevi, 2012



KALP DÖNGÜSÜ

Çiğdem ÖZER¹

| Giriş

Kalp döngüsü, kalpteki elektriksel değişiklikleri, kalp ve büyük damarlarda meydana gelen hacim ve basınç değişimleri ile mekanik olayları kapsamaktadır. Kalp döngüsü sistol ve diyastol dönemlerinden oluşur. 75 atım/dk hızla atan bir kalpte kalp döngüsü 0,8 saniye olup, bunun 0,3 saniyesi sistol, 0,5 saniyesi diyastoldür. Kalp atım sayısındaki değişiklikler döngünün süresini etkiler. Kalp hızının artması kalp döngüsünde özellikle diyastol süresinin, sistol süresine göre daha fazla kısalmasına neden olur. Ventrikül doluşunun diyastol döneminde olduğu ve sol ventrikülün subendokardiyal alanına sadece diyastol döneminde koroner kan akımının ulaştığı düşünüldüğünde diyastol süresinin kısalması, klinik açıdan önemlidir.

Kalp döngüsü esnasında meydana gelen olaylar dizisi, Wiggers diyagramı olarak isimlendirilen grafikte gösterilebilir. Bu grafik hacim ve basınç değişimlerinin daha belirgin olması nedeniyle sol kalbi esas alarak kalpteki elektriksel olayları, kalbin çeşitli bölümlerindeki hacim ve basınç değişikliklerini ve kalp seslerini göstermektedir. Ancak döngü sırasında gerçekleşen tüm olaylar sağ kalpte de geçerlidir.

| A.Kalp Döngüsünün Dönemleri

Kalp döngüsü 3 ana faza ayrılarak incelenebilir.

¹ Prof. Dr., Gazi Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji AD., cigdemozer@gazi.edu.tr
ORCID iD: 0000-0002-2705-4522

4. Sağ ventrikülün fırlatma süresi, sol ventriküle göre daha uzundur. Ekspirasyon esnasında pulmoner ve aortik kapakların kapanması eş zamanlıdır. Ancak derin inspirasyonda aort kapağı, pulmoner kapaktan biraz önce kapanır. İnspirasyonda daha negatif intraplevral basınç nedeniyle sağ kalbe gelen kan miktarı dolayısıyla diyastol sonu volüm artar. Bu ise sağ ventrikülden daha fazla kan fırlatılmasına neden olur. İnspirasyonda negatif intraplevral basınç, pulmoner damar yatağında impedansı (direnci) azaltır. (Pulmoner vasküler sistemindeki düşük direnç nedeniyle oluşmaktadır.)

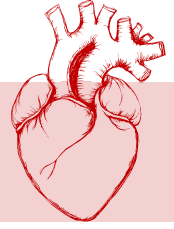
Tablo 2. Kalp siklusunda sağ ve sol kalp arasındaki zamanlama farkı

	Sağ Kalp	Sol Kalp
Atriyum Sistolü	Daha önce başlar (SA nodu)	Daha geç başlar
Ventrikül Sistolü	Daha geç başlar	Daha önce başlar
Sistolün fırlatma fazı	Daha önce başlar	Daha geç başlar
Fırlatma fazının süresi	Daha uzun	Daha kısa

Teşekkür: Bölümün hazırlanmasına içerik ve dil düzeltmeleri ile katkı sağlayan Gazi Üniversitesi, Tıp Fakültesi Fizyoloji AD öğretim üyesi Prof. Dr. Şevin Güney'e içten teşekkürlerimi sunarım.

Kaynaklar

1. Boron, W.F. and Boulpaep, E.L. (2017). *Medical physiology*. 3rd ed. Philadelphia, Pa: Elsevier.
2. Erdal, A. (2021). *İnsan Fizyolojisi*. 1st ed. İstanbul Tıp Kitabevleri.
3. Ganong, W.F. (2001). *Review of Medical Physiology*. Lange.
4. Hall, J.E. (2015). *Guyton and hall textbook of medical physiology*. 13th ed. Elsevier.
5. Rhoades, R. and Bell, D.R. (2013). *Medical physiology : principles for clinical medicine*. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins.
6. Terzioğlu, M., Yiğit, G. and Oruç, T. (1993). *Fizyoloji Ders Kitabı*. 2nd ed. İ.Ü Basımevi ve Film Merkezi.
7. Temelden Kliniğe Kardiyovasküler Sistem. (2023). IV. Bölüm, Kardiyovasküler Sistem Fizyolojisi. Levent Öztürk, Hale Sayan Özaçmak, İnci Turan, Veysel Haktan Özaçmak, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul



KALP DEBİSİ VE VENÖZ DÖNÜŞ

Çiğdem ÖZER¹

| Giriş

Kalbin bir dakikada pompaladığı kan miktarına kalp debisi (kardiyak output) denir. Kalp debisi; atım hacmi ve dakikadaki kalp atım sayısının çarpımı ile hesaplanabilir. *Litre/dakika* olarak ifade edilir.

Kalp debisi= Atım Hacmi (ml) x Kalp Hızı (atım/dk) formülüyle bulunur.

Kalp debisi sabit değildir. Kalp hızının ya da atım hacminin değişmesi kalp debisini etkilemektedir. Örneğin heyecan, stres, egzersiz debiyi arttırırken uyku debinin azalmasına yol açar. Dinlenim durumunda sağlıklı erişkin bir erkek için atım hacmi 80 ml ve dakikadaki atım sayısı 70 olarak düşünülürse, bu kişi için kalp debisi 5,6 l/dk'dır.

Kalp debisi dört faktörden etkilenmektedir. (Şekil 1)

1. Kalp hızı (frekans),
2. Kalbin kasılma gücü (kontraktilite),
3. Önyük (preload)
4. Artyük (afterload)

¹ Prof. Dr., Gazi Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fiziyoloji AD., cigdemozer@gazi.edu.tr
ORCID iD: 0000-0002-2705-4522

Ca^{+2} girişini hem de sarkoplazmik retikulumdan Ca^{+2} salınımını artırır. Dolayısıyla katekolaminler pozitif inotropik etki yaratır. Artmış inotropi atım hacmini ve ejeksiyon fraksiyonunu arttırırken diyastol sonu hacmini azaltır. Kalp hızının artması ve art yükte artış olması pozitif inotropik etkilidir. Burada kalp hızının artması Na/K ATPaz'ın yetersizliğine bağlı olarak hücre içine alınan Na^{+} miktarında azalmaya ve buna bağlı olarak kalp kası membranındaki Sodyum-Kalسيوم antiportunun da çalışamamasına ve hücre içi, Ca^{+2} 'un artışına yol açar. İnotropinin azalması sistol sonu hacmini ve diyastol sonu hacmini arttırırken, atım hacmini azaltır. İskemi, kapak hastalıkları, asidoz, hipoksi, hiperkapni gibi durumlar kalbin kasılma gücünü zayıflatır. Buna karşılık kalp glikozitleri, adrenajik agonistler pozitif inotropik ajan olarak kullanılabilir.

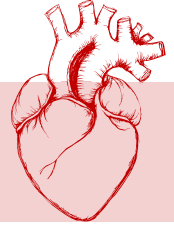
Ejeksiyon Fraksiyonu (EF) atım hacminin, diyastol sonu hacmine oranıdır.

(EF: Atım hacmi / Diyastol sonu volüm) Bu oran yaklaşık %65 değerindedir. EF ventriküler fonksiyonu göstermesi açısından oldukça önemlidir. EF non-in-vazif olarak ekokardiyografi (EKO) ile ölçülebilir.

Teşekkür: Bölümün hazırlanmasına içerik ve dil düzeltmeleri ile katkı sağlayan Gazi Üniversitesi, Tıp Fakültesi Fizyoloji AD öğretim üyesi Prof. Dr. Şevin Güney'e, şekil ve grafik çizimleriyle katkı sağlayan Gazi Üniversitesi, Tıp Fakültesi Fizyoloji AD Araştırma Görevlisi Dr. Fethullah Öztürk'e içten teşekkürlerimi sunarım.

Kaynaklar

1. Boron, W.F. and Boulpaep, E.L. (2017). *Medical physiology*. 3rd ed. Philadelphia, Pa: Elsevier.
2. Erdal, A. (2021). *İnsan Fizyolojisi*. 1st ed. İstanbul Tıp Kitabevleri.
3. Ganong, W.F. (2001). *Review of Medical Physiology*. Lange.
4. Hall, J.E. (2015). *Guyton and hall textbook of medical physiology*. 13th ed. Elsevier.
5. Rhoades, R. and Bell, D.R. (2013). *Medical physiology : principles for clinical medicine*. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins.
6. Terzioğlu, M., Yiğit, G. and Oruç, T. (1993). *Fizyoloji Ders Kitabı*. 2nd ed. İ.Ü Basımevi ve Film Merkezi.
7. Temelden Kliniğe Kardiyovasküler Sistem. (2023). IV. Bölüm, Kardiyovasküler Sistem Fizyolojisi. Levent Öztürk, Hale Sayan Özçmak, İnci Turan, Veysel Haktan Özçmak, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul



KALP FAALİYETLERİNİN DÜZENLENMESİ

Çiğdem ÖZER¹

| Giriş

Bilindiği üzere günlük hayatımızda çeşitli fiziksel ve ruhsal durumlar kalp faaliyetlerini etkilemektedir. Örneğin heyecan, egzersiz gibi durumlarda kalp ritmi hızlanır, uyku esnasında ritim yavaşlar. Değişen koşullarda devreye giren kardiyovasküler düzenleyici mekanizmalar ile kalp debisi sabit tutularak aktif dokulara yeterli kan akımı sağlanmaya çalışılır. Bu düzenlemeler ile kanama gibi kan miktarının azaldığı durumlarda, iç organlardaki kan akımı beyin, kalp gibi hayati organlara yönlendirilebilir, atım hacmi ve kalp hızı ile kalp debisi ayarlanabilir. Kalp hızı ve atım hacmini etkileyen faktörler kalp debisini de değiştirecektir.

Kalp fonksiyonları üzerinde etkili olan ve bu fonksiyonları düzenleyen mekanizmalar; İntrinsik ve Ekstresek düzenleyiciler olarak 2 ana grupta toplanabilir.

| Kalp Çalışmasının Düzenlenmesi

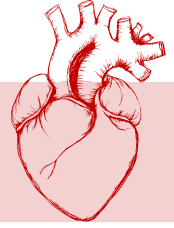
1. İntrinsik düzenleme (Frank Starling yasası ve kontraktilite)
2. Ekstresek düzenleme
 - A. Kalp faaliyetlerinin sinirsel yolla düzenlenmesi (Otonom sinir sistemi, Santral kontrol)
 - B. Kalp faaliyetlerinin hormonal yolla düzenlenmesi (hormonal ve kimyasal)
 - C. İyonların kalp faaliyetleri üzerindeki etkileri

¹ Prof. Dr., Gazi Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fiziyoloji AD., cigdemozer@gazi.edu.tr
ORCID iD: 0000-0002-2705-4522

Güney'e, şekil ve grafik çizimleriyle katkı sağlayan Gazi Üniversitesi, Tıp Fakültesi Fizyoloji AD Araştırma Görevlisi Dr. Fethullah Öztürk'e içten teşekkürlerimi sunarım.

Kaynaklar

1. Boron, W.F. and Boulpaep, E.L. (2017). *Medical physiology*. 3rd ed. Philadelphia, Pa: Elsevier.
2. Erdal, A. (2021). *İnsan Fizyolojisi*. 1st ed. İstanbul Tıp Kitabevleri.
3. Ganong, W.F. (2001). *Review of Medical Physiology*. Lange.
4. Hall, J.E. (2015). *Guyton and hall textbook of medical physiology*. 13th ed. Elsevier.
5. Rhoades, R. and Bell, D.R. (2013). *Medical physiology : principles for clinical medicine*. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins.
6. Terzioğlu, M., Yiğit, G. and Oruç, T. (1993). *Fizyoloji Ders Kitabı*. 2nd ed. İ.Ü Basımevi ve Film Merkezi.
7. Temelden Kliniğe Kardiyovasküler Sistem. (2023). IV. Bölüm, Kardiyovasküler Sistem Fizyolojisi. Levent Öztürk, Hale Sayan Özaçmak, İnci Turan, Veysel Haktan Özaçmak, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul



KALP YETMEZLİĞİ VE ŞOK

Burcu AYDOĞAN¹

Giriş

Şok, vücut dokularına kan akışının yetersiz olduğu ve hücrelerin oksijenden mahrum kaldığı hayatı tehdit eden bir durumdur. Herhangi bir ciddi yaralanma veya hastalık şoka neden olabilir. Örneğin; şiddetli kanama, femur kemiği kırığı, ciddi yanıklar, dehidrasyon, kalp yetmezliği, ciddi alerjik reaksiyonlar veya felce neden olan omurilik yaralanmaları.

Şok sıklıkla farklı sınıflandırılrsa da, nedeni ne olursa olsun belirtileri ve semptomları hemen hemen her zaman aynıdır. Şok bugüne kadar çeşitli şekillerde tanımlanmış olsa da; daha kapsamlı olarak, dokuların metabolik taleplerini karşılamada, yeterli oksijen ve besinin sağlanamamasına bağlı kardiyovasküler fonksiyonun bozulmasıyla karakterize klinik bir sendrom olarak tanımlanabilir. Bu en iyi şekilde oksijen dağıtımı (DO_2) ve oksijen tüketimi (VO_2) arasındaki farkın incelenmesiyle anlaşılır. DO_2 , VO_2 'ye ayak uydurmak için yeterli olmadığında şok ortaya çıkar.

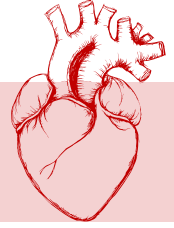
Oksijen tüketimi, dağıtımdan fazla olduğunda şok durumu ortaya çıkar. Oksijen dağıtımı, kalp debisinin, hemoglobinin ve oksijen saturasyonunun artışına bağlı olarak artabilir. Çoğu tedavi oksijen dağıtımını iyileştirmeyi amaçlasa da tüketimi azaltmak için de çalışmalar yapılabilir. Oksijen tüketimini azaltma yöntemleri arasında sedasyon, mekanik ventilasyon ve ateşin düşürülmesi sayılabilir.

Fizyolojik olarak şok, hastanın yaşına göre normal kan basıncını koruyabildiği durumlarda kompanse olarak veya kötüleşmeye ya da hipotansiyona yol

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Ufuk Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji AD., aydoganburcumd@gmail.com, ORCID iD: 0009-0002-5078-810X

Kaynaklar

1. Ganong W F, (2015), Ganong'un Tıbbi Fizyolojisi, Mc Graw- Hill Companies, H Gökbel (Editör), Nobel Tıp Kitabevleri, p: 1-752
2. Hall, J E. ve Hall M E., (2021). Guyton ve Hall Tıbbi Fizyoloji (14. baskı), Elsevier Limited,B Ç Yeğen (Editör), Güneş Tıp Kitabevi, p: 1-1131
3. Küçükataş M B., (2021), Bölüm:16, Kanın bileşimi, fiziksel özellikleri ve işlevi, s:221-238, İnsan Fizyolojisi, E Ağar (Editörler Kurulu Başkanı), İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık, Levent Ofset Basımevi,
4. Darıyerli N., (2021), Bölüm:17, Eritrositler, kan grupları ve transfüzyon, s:238-256, İnsan Fizyolojisi, E Ağar (Editörler Kurulu Başkanı), İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık, Levent Ofset Basımevi,
5. Ekerbiçer N., (2021), Bölüm:19, Trombositler, hemostaz ve pıhtılaşma mekanizmaları, s:279-294, İnsan Fizyolojisi, E Ağar (Editörler Kurulu Başkanı), İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık, Levent Ofset Basımevi,
6. Köylü, H., (2020), Tıbbi Fizyoloji Klinik Anlatımlı, 4. Baskı, Ankara Nobel Tıp Kitabevi, s:1-576
7. Nasimi A., (2012), Hemodynamics, The Cardiovascular System - Physiology, Diagnostics and Clinical Implications, D. Gaze (Ed.), Published by In Tech, Croatia,p:95-109
8. Fox S I., (2011) Human Physiology 12th ed. Mc Graw- Hill Companies, Ed. By M Lange , p:1-749
9. Mohrman D E., and Heller L J., (2018), Cardiovascular Physiology, 9th edition, Mc Graw- Hill Companies,
10. Boron W F. and Boulpaep E L., (2012), Medical Physiology, Saunders, an imprint of Elsevier Inc. P;1-1293



KAN DAMARLARININ FONKSİYONEL ORGANİZASYONU

Burcu AYDOĞAN¹

| Kan Damarlarının Yapısı ve İşlevi

Kan, vücutta kan damarları aracılığıyla taşınır. Bir arter, kanı kalpten uzağa taşıyan bir kan damarıdır ve burada giderek daha küçük damarlara dallanır. Dallanmanın sonunda, en küçük arterler, arteriol adı verilen damarlar, besin ve atıkların değiş tokuş edildiği küçük kapiller damarlara ayrılır ve daha sonra diğer damarlarla birleşerek venülleri, kanı kalbe geri döndüren daha büyük bir kan damarı olan venleri oluşturur. Damarlar vücutta tekrar tekrar dallanırken kesin bir sınır söz konusu olmayıp kademeli bir geçiş söz konusudur.

Kan akışı, kanın bir damar, doku veya organ boyunca hareket etmesidir. Kan akışının yavaşlaması veya engellenmesi direnç olarak isimlendirilir. Kan basıncı, kanın damar duvarına veya kalbin odacıklarına uyguladığı kuvvettir. Kan basıncının bileşenleri arasında ventriküler kasılmadan kaynaklanan sistolik basınç ve ventriküler gevşemeden kaynaklanan diyastolik basınç bulunur. Arteriyel sistemde yer alan arteriollerin vazodilatasyonu ve vazokonstriksiyonu sistemik kan basıncını etkileyen önemli bir faktördür: hafif vazodilatasyon direnci büyük ölçüde azaltır ve kan akışını artırırken, hafif vazokonstriksiyon direnci artırarak ve kan akışının azalmasına neden olur. Venöz sistemde ise daralma arterlerde olduğu gibi kan basıncını artırır; artan basınç kanın kalbe geri dönüşüne yardımcı olur. Bununla birlikte venöz sistemdeki daralma damar lümeninin daha yuvarlak hale gelmesine neden olarak direncin azalması ve kan akışının artmasıyla sonuçlanır.

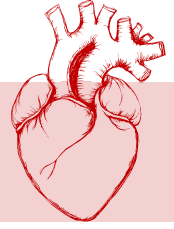
¹ Dr. Öğr. Üyesi, Ufuk Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji AD., aydoganburcumd@gmail.com, ORCID iD: 0009-0002-5078-810X

| Kan Deposu Olarak Damarlar

Kanı kalbe geri gönderme birincil işlevlerine ek olarak, sistemik damarlar herhangi bir zamanda kan hacminin yaklaşık % 64'ünü içerdiğinden, damarlar kan rezervuarları olarak kabul edilebilir. Bu kadar fazla kan tutabilmeleri yüksek kapasitanslarına, yani düşük basınçta bile yüksek hacimde kan depolamak için kolayca genişleme kapasitelerine bağlıdır.

| Kaynaklar

1. Ganong W F, (2015), Ganong'un Tıbbi Fizyolojisi, Mc Graw- Hill Companies, H Gökbel (Editör), Nobel Tıp Kitabevleri, p: 1-752
2. Hall, J E. ve Hall M E., (2021). Guyton ve Hall Tıbbi Fizyoloji (14. baskı), Elsevier Limited, B Ç Yeğen (Editör), Güneş Tıp Kitabevi, p: 1-1131
3. Küçükatay M B., (2021), Bölüm:16, Kanın bileşimi, fiziksel özellikleri ve işlevi, s:221-238, İnsan Fizyolojisi, E Ağar (Editörler Kurulu Başkanı), İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık, Levent Ofset Basımevi,
4. Darıyerli N., (2021), Bölüm:17, Eritrositler, kan grupları ve transfüzyon, s:238-256, İnsan Fizyolojisi, E Ağar (Editörler Kurulu Başkanı), İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık, Levent Ofset Basımevi,
5. Ekerbiçer N., (2021), Bölüm:19, Trombositler, hemostaz ve pıhtılaşma mekanizmaları, s:279-294, İnsan Fizyolojisi, E Ağar (Editörler Kurulu Başkanı), İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık, Levent Ofset Basımevi,
6. Köylü, H., (2020), Tıbbi Fizyoloji Klinik Anlatımlı, 4. Baskı, Ankara Nobel Tıp Kitabevi, s:1-576
7. Nasimi A., (2012), Hemodynamics, The Cardiovascular System - Physiology, Diagnostics and Clinical Implications, D. Gaze (Ed.), Published by In Tech, Croatia, p:95-109
8. Fox S I., (2011) Human Physiology 12th ed. Mc Graw- Hill Companies, Ed. By M Lange , p:1-749
9. Mohrman D E., and Heller L J., (2018), Cardiovascular Physiology, 9th edition, Mc Graw- Hill Companies,
10. Boron W F. and Boulpaep E L., (2012), Medical Physiology, Saunders, an imprint of Elsevier Inc. P:1-1293



DOLAŞIM HEMODİNAMİĞİNİN İLKELERİ

Burcu AYDOĞAN¹

| Hemodinamide Temel Kavramlar

Hemodinami, kanın damarlar içindeki hareketiyle sürücü kuvvet ilişkisini inceler. Bir başka deyişle, hemodinaminin konusu damar sistemindeki kan akımı-kan basıncı ilişkisidir.

Rijid borulardaki sıvı akımının özelliklerini bilmek, damarlardaki kan akımını anlayabilmek için bir temel oluşturur. Yine de kan damarlarının rijid borular olmadığını, kimi durumlarda genişleyip daralabildiklerini ve kanın da basit homojen bir sıvı olmadığını akıldan çıkarmamak gerekir. Kan akımının hızı, kan basıncı, sistemik dolaşımın çeşitli komponentlerinin boyutu ve kanın sayılan bu özelliklerinin arasındaki ilişki hemodinaminin en önemli öğeleridir.

Akım - Akım Hızı İlişkisi

Fizyolojide kanın hareketi iki ayrı parametre ile değerlendirilebilir:

Akım hızı - Birim zamanda yer değiştirme (cm/sn)

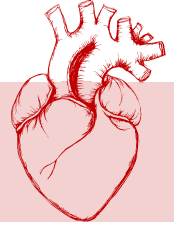
Akım (debi) - Birim zamanda taşınan (veya boru kesitinden geçen) hacim (cm³/sn, ml/sn)

Enine çapı değişen bir borudaki Hız (V), akım (Q), enine kesit alanı (A) göz önüne alınarak aşağıdaki, eşitlik yazılabilir. Hız, akım ve kesit alan arasındaki ilişki Şekil-1'de gösterilmiştir.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Ufuk Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji AD., aydoganburcumd@gmail.com, ORCID iD: 0009-0002-5078-810X

Kaynaklar

1. Ganong W F, (2015), Ganong'un Tıbbi Fizyolojisi, Mc Graw- Hill Companies, H Gökbel (Editör), Nobel Tıp Kitabevleri, p: 1-752
2. Hall, J E. ve Hall M E., (2021). Guyton ve Hall Tıbbi Fizyoloji (14. baskı), Elsevier Limited,B Ç Yeğen (Editör), Güneş Tıp Kitabevi, p: 1-1131
3. Küçükataı M B., (2021), Bölüm:16, Kanın bileşimi, fiziksel özellikleri ve işlevi, s:221-238, İnsan Fizyolojisi, E Ağar (Editörler Kurulu Başkanı), İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık, Levent Ofset Basımevi,
4. Darıyerli N., (2021), Bölüm:17, Eritrositler, kan grupları ve transfüzyon, s:238-256, İnsan Fizyolojisi, E Ağar (Editörler Kurulu Başkanı), İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık, Levent Ofset Basımevi,
5. Ekerbiçer N., (2021), Bölüm:19, Trombositler, hemostaz ve pıhtılaşma mekanizmaları, s:279-294, İnsan Fizyolojisi, E Ağar (Editörler Kurulu Başkanı), İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık, Levent Ofset Basımevi,
6. Köylü, H., (2020), Tıbbi Fizyoloji Klinik Anlatımlı, 4. Baskı, Ankara Nobel Tıp Kitabevi, s:1-576
7. Nasimi A., (2012), Hemodynamics, The Cardiovascular System - Physiology, Diagnostics and Clinical Implications, D. Gaze (Ed.), Published by In Tech, Croatia,p:95-109
8. Fox S I., (2011) Human Physiology 12th ed. Mc Graw- Hill Companies, Ed. By M Lange , p:1-749
9. Mohrman D E., and Heller L J., (2018), Cardiovascular Physiology, 9th edition, Mc Graw- Hill Companies,
10. Boron W F and Boulpaep E L., (2012), Medical Physiology, Saunders, an imprint of Elsevier Inc. P;1-1293



KAPİLLER DİNAMİK VE OTOREGÜLASYON

Burcu AYDOĞAN¹

| Kapiller Damarlar

Kapiller damarlar kan ile dokular arasındaki madde alış verişinin yapıldığı yerlerdir. Toplam yüzey alanı ortalama 500-600 m² ile toplamda en geniş yüzeye sahip damarlardır. Kapillerler ile doku hücreleri arasındaki alan, interstisyum ya da hücreler arası alan olarak adlandırılır. Kapiller dolaşımında madde alış verişi bu alan aracılığı ile olur. Sistemik kapillerler bir arteriyol ile bir venül arasında bulunurlar. Ancak böbreklerdeki glomerul kapillerleri iki arteriyol arasındadır. Her organı perfüze eden arter dallanıp arteriyolleri oluşturduktan sonra, daha da dallanıp kapiller damarları oluştururlar. Arteriyollerin terminal kısmı metarteriyol olarak adlandırılır. Kapiller içinde akan kan venüller yoluyla genel dolaşıma geri döner.

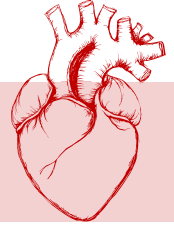
Metarteriyollerin duvarındaki düz kas liflerinden oluşan yapıya prekapiller sfinkter denir. Bu sfinkterin kasılıp gevşemesi, vazomosyonu, dokudan geçecek kan miktarını belirler. Vazomosyonu ya da dokudan geçecek kan miktarını etkileyen faktör dokunun oksijen ihtiyacıdır. Dokuların oksijen ihtiyacı ya da tüketimi arttığı sürece sfinkterlerin açık kalma süresi uzar, böylece dokuda kan akım artar ve dokunun oksijen ihtiyacı karşılanmış olur. Buna otonöregülasyon denir. Doku metabolizmasının hızlandığı durumlarda, dokulardan salgılanan vazodilatör maddelerin etkisiyle dokudaki kan akımının sürekliliği devam eder.

Metabolizması hızlanan dokulardan salgılanan ve konsantrasyonu artarak etkili olan maddeler arasında hidrojen ve potasyum iyonu, adenosin, karbondioksit, laktik asit, nitrik oksit (NO), gibi maddeleri söylemek mümkündür.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Ufuk Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji AD., aydoganburcumd@gmail.com, ORCID iD: 0009-0002-5078-810X

Kaynaklar

1. Ganong W F., (2015), Ganong'un Tıbbi Fizyolojisi, Mc Graw- Hill Companies, H Gökbel (Editör), Nobel Tıp Kitabevleri, p: 1-752
2. Hall, J E. ve Hall M E., (2021). Guyton ve Hall Tıbbi Fizyoloji (14. baskı), Elsevier Limited,B Ç Yeğen (Editör), Güneş Tıp Kitabevi, p: 1-1131
3. Küçükataş M B., (2021), Bölüm:16, Kanın bileşimi, fiziksel özellikleri ve işlevi, s:221-238, İnsan Fizyolojisi, E Ağar (Editörler Kurulu Başkanı), İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık, Levent Ofset Basımevi,
4. Darıyerli N., (2021), Bölüm:17, Eritrositler, kan grupları ve transfüzyon, s:238-256, İnsan Fizyolojisi, E Ağar (Editörler Kurulu Başkanı), İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık, Levent Ofset Basımevi,
5. Ekerbiçer N., (2021), Bölüm:19, Trombositler, hemostaz ve pıhtılaşma mekanizmaları, s:279-294, İnsan Fizyolojisi, E Ağar (Editörler Kurulu Başkanı), İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık, Levent Ofset Basımevi,
6. Köylü, H., (2020), Tıbbi Fizyoloji Klinik Anlatımlı, 4. Baskı, Ankara Nobel Tıp Kitabevi, s:1-576
7. Nasimi A., (2012), Hemodynamics, The Cardiovascular System - Physiology, Diagnostics and Clinical Implications, D. Gaze (Ed.), Published by In Tech, Croatia,p:95-109
8. Fox S I., (2011) Human Physiology 12th ed. Mc Graw- Hill Companies, Ed. By M Lange , p:1-749
9. Mohrman D E., and Heller L J., (2018), Cardiovascular Physiology, 9th edition, Mc Graw- Hill Companies,
10. Boron W F and Boulpaep E L., (2012), Medical Physiology, Saunders, an imprint of Elsevier Inc. P;1-1293



KAN AKIMININ KONTROLÜ

Çiğdem ÖZER¹

| Giriş

Kan akımı dolaşımın belli bir anında, belirli bir noktadan geçen kan miktarıdır. Dolaşım sistemi kapalı bir sistem olduğundan sistemin içindeki kan miktarı herhangi bir kayıp olmadıkça sabittir. İstirahatte sağlıklı, erişkin bir kişinin kan akımı yaklaşık 5000 ml/dk'dır. Dolaşım sistemi kapalı borulardan oluşan bir yapıdır. Bu kapalı sistemdeki (yani damarlardaki) kan yüksek basınçlı bölgeden düşük basınçlı bölgeye doğru akar. İnsanda kardiyovasküler sistemde en yüksek basınca sahip olan bölge sistol esnasında sol ventrikül çıkışıdır. Buradaki basıncın değeri sağlıklı bir erişkinde 120 mm/Hg civarındadır. Kanın sağ atriyuma boşalmadan hemen önce Vena cavalardaki basıncı 0-5 mmHg düzeyine kadar azalır. Kan akımı aynı doku için her zaman sabit değildir. Doku ve organın ihtiyacına göre ayarlanabilir. Eğer bir dokunun aktivitesi artmış ve oksijen ihtiyacı yükselmiş ise kan diğer bölgelerden ihtiyaç olan tarafa doğru yönlendirilecektir.

Kan akımının kontrolünde çeşitli mekanizmalar rol oynar. Bu mekanizmaları aşağıdaki başlıklar altında toplayabiliriz. Bunlar:

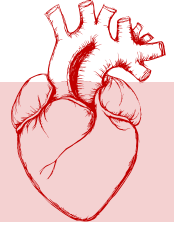
A. Lokal Kontrol Mekanizmaları (Otoregülasyon mekanizmaları)

1. Akut kontrol
 - a. Miyojenik etki,
 - b. Metabolik etki
2. Uzun süreli kontrol (Damarların sayısında / fiziksel boyutunda artma veya azalma) şeklinde gruplandırılabilir

¹ Prof. Dr., Gazi Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fiziyoloji AD., cigdemozer@gazi.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-2705-4522

Kaynaklar

1. Boron, W.F. and Boulpaep, E.L. (2017). *Medical physiology*. 3rd ed. Philadelphia, Pa: Elsevier.
2. Erdal, A. (2021). *İnsan Fizyolojisi*. 1st ed. İstanbul Tıp Kitabevleri.
3. Ganong, W.F. (2001). *Review of Medical Physiology*. Lange.
4. Hall, J.E. (2015). *Guyton and hall textbook of medical physiology*. 13th ed. Elsevier.
5. Rhoades, R. and Bell, D.R. (2013). *Medical physiology : principles for clinical medicine*. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins.
6. Terzioğlu, M., Yiğit, G. and Oruç, T. (1993). *Fizyoloji Ders Kitabı*. 2nd ed. İ.Ü Basımevi ve Film Merkezi.
7. Temelden Kliniğe Kardiyovasküler Sistem. (2023). IV. Bölüm, Kardiyovasküler Sistem Fizyolojisi. Levent Öztürk, Hale Sayan Özaçmak, İnci Turan, Veysel Haktan Özaçmak, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul



KAN BASINCININ DÜZENLENMESİ

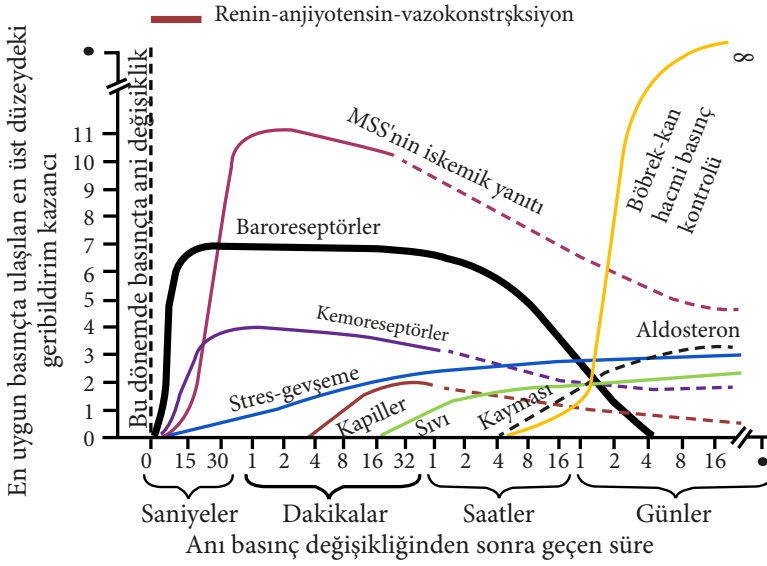
Çiğdem ÖZER¹

Giriş

Kan basıncı, kalp tarafından pompalanan kanın, damar duvarlarına yaptığı basıncıdır. Yetişkin sağlıklı bir insanda, istirahat durumunda kan basıncının normal değerleri sistolik basınç 120 mmHg ve diyastolik basınç 80 mmHg'dir. Sistol döneminde sol ventrikülden aortaya fırlatılan kanın damar içinde oluşturduğu basınç sistolik basınç, kalp gevşediğinde aort kapağı kapandıktan sonra damar içindeki basınç ise diyastolik basınç olarak tanımlanır. Kan basıncı kalbin atım hacmi (stroke volüm), atım hızı, arter duvarının elastikiyetine (kompliyans) bağlıdır. Diyastolik basınçta ise esas belirleyici periferik dirençtir. Diyastolik basınç periferik dirençle orantılıdır. Atım hacminin artması, kompliyansın azalması; sistolik basıncı arttırırken, özellikle arteriyollerde periferik direncin artması diyastolik kan basıncının artmasına neden olur. Fizyolojik koşullarda kan basıncı yaşa göre değişiklik gösterir. Yaş ilerledikçe hem sistolik hem diyastolik basınçta artış olmakla birlikte, damar elastikiyetinin yaşla birlikte azalmasından dolayı sistolik basınçtaki artış daha belirgindir. Heyecan, öfke gibi emosyonel durumlar ve egzersiz gibi kas aktiviteleri, arter basıncının yükselmesine neden olur. Sistolik kan basıncı ile diyastolik kan basıncı arasındaki fark “nabız basıncı” olup, yaklaşık 40 mmHg düzeyindedir.

Kardiyovasküler sistemin temel görevlerinden biri, kan akımının sabit olarak korunması ve doku perfüzyonunun yeterli düzeyde sağlanmasıdır. Sistolik ve diyastolik basınç klinik açıdan çok önemli olmakla birlikte yeterli doku perfüz-

¹ Prof. Dr., Gazi Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji AD., cigdemozer@gazi.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-2705-4522

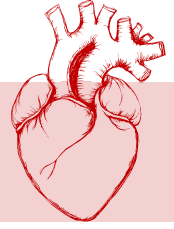


Şekil 5. Kan Basıncı Kontrol Mekanizmaları

Teşekkür: Bölümün hazırlanmasına içerik ve dil düzeltmeleri ile katkı sağlayan Gazi Üniversitesi, Tıp Fakültesi Fizyoloji AD öğretim üyesi Prof. Dr. Şevin Güney'e, şekil ve grafik çizimleriyle katkı sağlayan Gazi Üniversitesi, Tıp Fakültesi Fizyoloji AD Araştırma Görevlisi Dr. Fethullah Öztürk ve Ayşenur Topuz'a içten teşekkürlerimi sunarım.

Kaynaklar

1. Boron, W.F. and Boulpaep, E.L. (2017). *Medical physiology*. 3rd ed. Philadelphia, Pa: Elsevier.
2. Erdal, A. (2021). *İnsan Fizyolojisi*. 1st ed. İstanbul Tıp Kitabevleri.
3. Ganong, W.F. (2001). *Review of Medical Physiology*. Lange.
4. Hall, J.E. (2015). *Guyton and hall textbook of medical physiology*. 13th ed. Elsevier.
5. Rhoades, R. and Bell, D.R. (2013). *Medical physiology : principles for clinical medicine*. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins.
6. Terzioğlu, M., Yiğit, G. and Oruç, T. (1993). *Fizyoloji Ders Kitabı*. 2nd ed. İ.Ü Basımevi ve Film Merkezi.
7. Temelden Kliniğe Kardiyovasküler Sistem. (2023). IV. Bölüm, Kardiyovasküler Sistem Fizyolojisi. Levent Öztürk, Hale Sayan Özçmak, İnci Turan, Veyssel Haktan Özçmak, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul



SİSTEMİK DOLAŞIMDA ÖZEL BÖLGELER

Çiğdem ÖZER¹

Giriş

Organların özel fonksiyonları ve ihtiyaçlarına göre kan akımı değerleri birbirinden farklıdır. Vücudumuzda kalp debisine eşit kan akımı sadece akciğerlerde mevcuttur. Tüm vücuttan toplanan karbondioksitçe zengin kan kalbe geldikten sonra oksijenlenmek üzere tamamı akciğerlere gider. Dolayısıyla tüm kan akciğerlere gittiğinden akciğer kan akımı kalp debisine eşittir. Akciğerler dışında vücudumuzda hiçbir organ kalp debisinin tamamını almaz. Her bir dokuya olan kan akımının, o dokunun kendi hücrelerini beslemesinin yanı sıra, o hücrelerin organizmanın homeostazisini korumaya yönelik görevini yürütmesi için yeterli olması gerekir. 70 Kg ağırlığında sağlıklı bir kişide, istirahat durumunda organlara ait ortalama kan akımı değerleri şekilde (Şekil 1) verilmiştir.

Organların istirahat durumunda bile farklı kan akımlarına sahip olmaları bir yana, zorlayıcı koşullarda (ör; egzersiz, şok.....) bu farklılıklar daha da belirginleşir. Örneğin egzersiz sırasında iskelet kası kan damarları ve koroner damarlara olan kan akımı belirgin şekilde artar. Yine egzersiz esnasında artan ısıyı dağıtmak için derideki damarlar genişler. Buna karşın splenik ve renal dolaşımda hacim azalır, kan bu bölgelerden kas ve kalbe yönlendirilir. Beyin kan akımı sabit tutulur. Bu farklılıklar ilgili organa ait damar yataklarının değişik fizyolojik özellikler göstermesinden kaynaklanır.

¹ Prof. Dr., Gazi Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji AD., cigdemozer@gazi.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-2705-4522

nin artması beyin interstisyel sıvısında CO₂ nin armasına ve bu alanda pH'nın azalmasına neden olur. Buna bağlı olarak nöron aktivitesinin arttığı bölgelerde meydana gelen vazodilatasyon ile kan akımı arttırılır.

4. Vazomotor sinirlerin aktivitesi (nöral kontrol): Serebral damarlar da otonomik liflerle innerve edilir. Ancak akımının düzenlenmesinde vazomotor sinirlerin aktivitesi baskın rol oynamaz, miyojenik mekanizmanın gerçekleşmesinde etkili olup otoregülasyona katkıda bulunur.

Kaynaklar

1. Boron, W.F. and Boulpaep, E.L. (2017). *Medical physiology*. 3rd ed. Philadelphia, Pa: Elsevier.
2. Erdal, A. (2021). *İnsan Fizyolojisi*. 1st ed. İstanbul Tıp Kitabevleri.
3. Ganong, W.F. (2001). *Review of Medical Physiology*. Lange.
4. Hall, J.E. (2015). *Guyton and hall textbook of medical physiology*. 13th ed. Elsevier.
5. Rhoades, R. and Bell, D.R. (2013). *Medical physiology : principles for clinical medicine*. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins.
6. Terzioğlu, M., Yiğit, G. and Oruç, T. (1993). *Fizyoloji Ders Kitabı*. 2nd ed. İ.Ü Basımevi ve Film Merkezi.
7. Temelden Kliniğe Kardiyovasküler Sistem. (2023). IV. Bölüm, Kardiyovasküler Sistem Fizyolojisi. Levent Öztürk, Hale Sayan Özaçmak, İnci Turan, Veysel Haktan Özaçmak, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul