

# Kalpte preload, afterload, inotropi kavramları ve atım hacmine etkisi

Doç. Dr. H. Burak Kandilci  
Biyofizik ABD

# Kardiyak debi

- Kardiyovasküler sistem vücudun ihtiyacına göre transport miktarını anlık olarak ayarlamaktadır.
- Örnek olarak egzersizde kardiyak debi ortalama 5.5 L/dak'dan 15 L/dak çıkar
- $KD = \text{Kalp atım hızı} \times \text{Atım hacmi}$

- Dinlenim durumundaki bir kası farklı boylarda germek için kuvvet gereklidir.
- Bu kuvvet dinlenim gerimi olarak adlandırılır. Kas uyarıldığında boyu sabit tutulduğu için kasıldığı durumda bir kuvvet daha oluşur. Bu aktif gerim olarak adlandırılır.
- Kastaki toplam gerim iki gerimin toplamıdır ve kesikli çizgi ile gösterilmiştir (tepe izometrik gerim).
- İzometrik kasılmada uyarı ile oluşan aktif gerim miktarının kasılmanın hangi dinlenim kas boyunda olduğuna bağlı olmasıdır.

# Kalp döngüsü basınç-hacim ve boy-gerim ilişkisi

- Kalbin ventrikül içi basınç ve hacimi bir kalp hücresinin boyu ve gerimi ile geometrik ve fiziksel olarak ilişkilidir.
- Kalbin ventrikül fonksiyonu prensibi aslında tek bir kalp hücresinin boy-gerim davranışdır.

- Kardiyak dönüm sırasındaki kardiyak basınç hacim ilişkisi, tek bir kardiyomiyosit kas boy gerim ilişkisi ile ilgilidir.
- Diastolik ventriküler doluma baktığımızda kanın başlangıçta pasif olarak ventriküle dolmasından giderek artan ventriküler basınç kasta giderek artan bir gerime karşılık gelmektedir.
- Buda pasif olarak dinlenimdeki kalp kasını gererek boyunun uzamasına ve üzerindeki gerimin artmasına sebep olur
- Diastol sonu basınç diastol sonu hacmi belirlemektedir. Bu durum ventriküler preload olarak adlandırılmaktadır. Preload kalp kasının uyarıdan önceki dinlenim durumundaki yani diastol sonundaki boyunu belirlemektedir. Bu durum kalbin kasılma kuvvetinde artırır.

- Sistol başlangıcında ventriküler kas hücreleri izometrik olarak olarak gerim oluşturmakta buna karşılık ventrikül içi basınç artmaktadır.
- Ventrikül içi basınç çıkış kapağını yani aort kapağını açacak basınca ulaştığında ventriküler ejeksiyon başlar. Bu kasın kısılması yüzünden olmaktadır. Sistemik arterial basınç çoğunlukla ventriküler afterload olarak adlandırılmaktadır.
- Kas kısılmadan önce afterload yani aort basıncı kadar izometrik gerim oluşturur. Bu durum tüm kalp için düşünülürse bu izovolumetrik kasılmadır. Sonra kısılmaya başlar.

- Bu gerim kısıalma boyunca sabit kaldığından bu tip kısalmaya izotonik kısıalma denir. Afterload kalp kasının kısalmaya başlamadan önce ulaşması gereken izometrik gerimi belirler.
- Ejeksiyon fazında kalp kası aynı anda aktif gerim oluşturup kısaldığı için afterload lu izotonik kasılma olarak adlandırılır. Ventrikül hacmi ejeksiyonda sonunda azalır ve sistol sonu hacim olarak adlandırılır. Diyastol ve sistol sonu hacim farkı atım hacmini verir.
- Kısıalma durduğunda aort kapağı kapanacak kalp kası hücreleri izometrik olarak gevşiyecek ventrikül duvar gerimi ve basınç beraber azalacak ve izovolumetrik gevşeme gerçekleşecektir.

- Frank-Starling kanuna göre diğer bütün parametreler sabit iken kardiyak dolum arttığında atım hacmi artar.
- Bu durumun kalp hücrelerinin kendi mekanik özelliklerinden kaynaklanır.
- Kas kısalmaya aynı yükte boyunun daha uzun bir konumundayken yani daha fazla dinlenim geriminden başlar ise kılalma sonunda daha çok mesafe kat etmiş olur. Yani daha fazla kılalma yapmıştır. Bu preload artışıdır.
- Bu özellik tüm kalptede görölmektedir. Ventriköler preload arttığında yani kalbe daha çok kan gelip kalp duvarı pasif olarak daha fazla gerildiğinde diastol sonu hacim ve dolayısı ile atım hacmi artar. Daha fazla kılalma daha çok atım hacmi demektir.
- Preload yani başlangıç dinlenim kas uzunluğunu değeri ne olursa olsun kasın yüke karşı kasılma sonu kılalabildiği boyun değışmediğini görmekteyiz. Dolayısı ile ventriköl dolma basıncındaki artış atım hacmini diastol sonu hacmi artırarak artırır. Ve sistol sonu hacim değışmez



- Sistemik arterial basınç afterload olarak kabul edilebilir.
- Afterload artışıında yani kasın üzerinde daha fazla yük olduğunda kısalma daha uzun bir kas boyunda duracaktır.
- Daha az kısalma tüm kalbe daha az kan pompalama şeklinde yansır.
- Atım hacmi, diyastol ve sistol sonu hacimlerinin farkı kadardır. Afterload arttığıında sistol sonu hacim artmakta, diyastol sonu hacim yani preload aynı ise, afterload artınca atım hacmi azalacaktır.

- Sempatik sinir sisteminin aktivasyonu kardiyak sempatik sinir uçlarından noradrenalin (NA) salıverilmesine yol açar. Bu madde kalbin kasılmasını artırır.
- NA kalp kasının maksimum kasılma kuvvetini yani tepe izometrik gerim eğrisini yukarı kaydırır.
- Bu durumda NA varlığında kas her preload değeri yani her dinlenme kas boyu değeri için, kalp kası daha iyi kasılmakta ve kısalabilmektedir.
- Dolayısı ile kalp ventrikül basınç-hacim ilişkisinde kalp atım hacmi sistol sonu hacmin azalması yüzünden artmaktadır.

# Kardiyak debiye etki eden faktörler

