

Kardiyopulmoner baypas greft cerrahisi yapılan hastalarda termodilüsyon yöntemi ile arteriyel basınç dalga analiz yönteminden elde edilen kardiyak output ölçümlerinin karşılaştırılması

Comparison of cardiac output measurements obtained through thermo dilution method and arterial pressure wave analysis in patients undergoing cardiopulmonary bypass graft surgery

Süheyla Ünver,¹ Huriye Keş,² Dilek Kazancı,² Bahar Aydın,² Mihrican Koç,² Ayşegül Özgök²

¹Abdurrahman Yurtaslan Onkoloji Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Anestezi ve Reanimasyon Kliniği, Ankara;

²Türkiye Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Anestezi ve Reanimasyon Kliniği, Ankara

Amaç: Bu çalışmada; koroner arter baypas greft (KABG) cerrahisi boyunca farklı dönemlerde, FloTrac/Vigileo sistemi ve altın standart olan termodilüsyon yönteminden elde ettiğimiz kardiyak debi ölçümleri eşzamanlı olarak kaydedilerek karşılaştırılarak FloTrac/Vigileo sisteminin doğruluk ve güvenilirlik düzeyi belirlendi.

Çalışma planı: Bu çalışmaya etik komisyonu onayı sonrası KABG ameliyatı planlanan, ASA II grubundan 22 hasta dahil edildi. Kardiyopulmoner baypasın farklı zaman dilimlerinde termodilüsyon ve FloTrac/Vigileo sistemi ile ölçülen kardiyak debi, atım hacmi, kalp hızı ve kardiyak indeks değerleri eş zamanlı olarak kaydedildi. Bu dönemler şunlardı: T1: pulmoner artere kateter yerleştirilmesi sonrası yapılan ilk ölçüm, T2: sol internal meme arterinin (sol İMA) çıkarılması aşamasında, T3: kanülasyondan önce, T4: kros klemp açıldıktan hemen sonra, T5: hasta kanı 33 °C'ye ısınırken, T6: hasta kanı 35 °C'ye ısınırken, T7: 36.5 °C'de pompadan çıkmadan önce, T8: pompadan çıktıktan sonra, T9: sternum kapatıldıktan sonra. Tüm veriler SPSS 16.0 versiyon programına aktarıldı ve Bland-Altman analizi ve Pearson korelasyon testi ile değerlendirildi.

Bulgular: Kardiyak debi konusunda T1, T2, T3 ve T9 dönemlerinde, kardiyak indeks konusunda ise T1, T2, T3, T8 ve T9 dönemlerinde her iki ölçüm yönteminden elde edilen ortalama değerlerin %95 güven aralığı içinde yer aldığı görüldü. Kardiyak debi ve kardiyak indeks ölçüm sonuçları karşılaştırıldığında da FloTrac/Vigileo ile termodilüsyon yöntemleri bu dönemlerde iyi bir uyum ve pozitif korelasyon sergiledi. Ancak, T7 periyodunda kardiyak indeks konusunda korelasyon tespit edilmedi.

Sonuç: Daha komplike durumlar ve inotropik destek alan hastalar için ileri çalışmalara gereksinim olmakla birlikte, kolay kullanım ve daha az invaziv olma avantajı sunan FloTrac/Vigileo sisteminin, kardiyak cerrahi uygulanacak hastalarda ve nonkardiyak cerrahiye hazırlanan kardiyak açıdan risk taşıyan hastalarda kardiyak debinin belirlenmesinde iyi bir seçenek olduğu sonucuna varıldı.

Anahtar sözcükler: Kardiyak debi; kardiyopulmoner baypas; termodilüsyon.

Background: In this study we aimed to determine the accuracy and reliability of the FloTrac/Vigileo system by comparing cardiac output measurements obtained simultaneously from the FloTrac/Vigileo system and the gold standard thermodilution technique at different periods during cardiac arterial bypass graft (CABG) surgery.

Methods: After ethics committee approval, 22 patients in the ASA II group who were planned for CABG surgery were included in the study. Cardiac output, stroke volume, heart rate and cardiac index values obtained from the FloTrac/Vigileo system and the thermodilution method were simultaneously recorded during different cardiac bypass periods. These periods were as follows: T1: the first measurement after pulmonary artery catheter insertion; T2: at the time of left internal mammary artery (LIMA) extraction; T3: before cannulation; T4: immediately after releasing the cross-clamp; T5: during warming patient's blood to 33 °C; T6: during warming patient's blood to 35 °C; T7: at 36.5 °C before removing the patient from bypass; T8: after the patient was removed from bypass; T9: after the sternum was closed. All data were transferred into SPSS version 16.0 software and evaluated with the Bland-Altman analysis and the Pearson correlation tests.

Results: The mean cardiac output values obtained from both measurement techniques at T1, T2, T3 and T9 periods and the mean cardiac index values obtained from both measurement techniques at T1, T2, T3, T8 and T9 periods were found to be within the 95% confidence interval. Moreover, when the cardiac output and cardiac index measurement results were compared, the FloTrac/Vigileo and thermodilution methods showed a good level of accordance and positive correlation at these periods. But no correlation was found for cardiac index at the T7 period.

Conclusion: While there is a need for more studies on more complicated conditions and in patients receiving inotropic support, we concluded that FloTrac/Vigileo system, which provides the advantages of ease of use and less invasiveness, is a good choice for determining cardiac output in patients who will have cardiac surgery and in patients with cardiac risk who will have non-cardiac surgery.

Key words: Cardiac output; cardiopulmonary bypass; thermodilution.

Geliş tarihi: 1 Kasım 2010 Kabul tarihi: 21 Aralık 2010

Yazışma adresi: Dr. Süheyla Ünver, Abdurrahman Yurtaslan Onkoloji Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Anestezi ve Reanimasyon Kliniği, 06200 Yenimahalle, Ankara. Tel: 0312 - 357 92 39 e-posta: drhasanturut@yahoo.com

Kalp cerrahisi uygulanacak hastalarda birincil hedef yeterli doku kanlanması devam ettirilmesidir. Bu yeterliliğin göstergelerinden biri olan kardiyak debi ölçümü özellikle hemodinamik açıdan istikrarlı olmayan hastalarda yaygın olarak kullanılır. Pulmoner arter kateterleri (PAK) kullanılarak yapılan termodilüsyon tekniği ile kardiyak debi ölçümü en yaygın kullanılan ve en altın standart olarak kabul görmüş yöntemdir. Ancak termodilüsyon yönteminden elde edilen ölçümlerin doğruluğu birçok faktörden etkilenmektedir ve invaziv bir yöntemdir.^[1-3]

Arteriyel basınca dayalı kardiyak output ölçüm sisteminin temeli, arteriyel sisteme ait fizyolojik prensiplerin ileri istatistiksel analizinin uygulanması üzerine kuruludur. Sürekli bir şekilde kardiyak output ölçümü yapan bu sistem, nabız hızını ve arteriyel basınç dalga karakteristiklerini her 20 saniyede bir analiz ederek kardiyak output ve onunla ilişkili diğer hemodinamik parametreleri (atım hacmi, kalp hızı, sistemik vasküler direnç) hesaplar. Daha az girişimsel yollardan kardiyak debi ölçüm teknikleri araştırılarak arteriyel basınç dalgasını analiz eden arteriyel sistem ile atım hacmi arasındaki ilişkiyi ortaya koyan FloTrac/Vigileo sistem ile bu ölçüm tekniği geliştirilmiştir.

Biz bu çalışmamızda; koroner arter baypas greft (KABG) ameliyatı boyunca farklı dönemlerde, FloTrac/Vigileo sistem ve altın standart olan termodilüsyon yönteminden elde ettiğimiz kardiyak debi ölçümlerini eş zamanlı olarak kaydederek karşılaştırıp FloTrac/Vigileo sisteminin doğruluk ve güvenilirlik düzeyini göstermeyi amaçladık.

HASTALAR VE YÖNTEMLER

Bu çalışmaya hastane eğitim komisyonu onayı sonrası KABG ameliyatı planlanan, ASA II grubundan 22 hasta (19 erkek, 3 kadın; ort. yaş 56.8±9.2; dağılım 40-70 yıl) dahil edildi. Çalışmamız Eylül 2009 - Şubat 2010 tarihleri arasında yapıldı.

Çalışmaya ejection fraksiyonu (EF) %40'ın altında, birinci dereceden daha fazla triküspid yetmezliği, atriyal fibrilasyonu, ciddi obstrüktif akciğer hastalığı, önemli böbrek ve karaciğer hastalığı, santral sinir sistemi, periferik damar hastalığı, tümoral ve immün hastalığı olanlar dahil edilmedi. Cerrahi sırasında kardiyak aritmisi gelişen ve baypas sonrasında intraaortik balon pompasına gereksinim duyulan hastalar çalışma dışı bırakıldı.

Premedikasyonda ameliyattan bir gece önce 0.1 mg/kg diazepam peroral (p.o.) ve ameliyattan 30 dk önce 0.1 mg/kg morfin sülfat (intramusküler) i.m. olarak uygulandı.

Ameliyathaneye alınan tüm hastaların ameliyat boyunca; elektrokardiografi (EKG), kapnogram ile end-tidal CO₂ ve puls oksimetre ile O₂ saturasyonu monitörize edildi. Radyal arter kateterizasyonu sonrası hem kardiyovasküler monitöre hem de Vigileo monitöre sinyal gönderen iki uçlu bir transduser olan önışlemci FloTrac sensörle bağlantısı sağlandı. Vigileo monitöre hasta parametreleri (yaş, cinsiyet, boy, ağırlık) girildi. FloTrac/Vigileo™ monitör (Edwards Lifesciences, Irvine, CA, USA) ile kardiyak debi ölçümüne başlandı.

Ameliyat boyunca sistolik, diyastolik ve ortalama arter basınçları izlendi, belirli aralıklarla kan gazları, elektrolit, aktive edilmiş pıhtılaşma zamanı (ACT) tayinleri için kan alındı.

Tüm hastalarda anestezi induksiyonu; 0.1 mg/kg midazolam, 5-7 µgr/kg fentanil ve kas gevşemesi için 0.16 mg/kg panküronyum bromid intravenöz (i.v.) verilerek gerçekleştirildi.

Endotrakeal entübasyondan sonra hastalara, tidal volümleri 8-10 ml/kg olacak şekilde, %50 oksijen hava karışımıyla kontrollü ventilasyon uygulandı. Ventilasyon hızı arteriyel karbondioksit basıncı 32-42 mmHg ve arteriyel pH 7.35-7.45 olacak şekilde ayarlandı. Anestezi idamesi hastaların tümünde gerektiğinde bolus 5 µgr/kg fentanil, 0.02 mg/kg midazolam ve 0.02 mg/kg panküronyum bromid ile sağlandı.

Entübasyon sonrası sağ internal jugüler vene santral kateter yerleştirildi. İntraduser kılıf içerisinden 7 F Swan-Ganz (Edward Lifesciences, Irvine, CA, USA) pulmoner arter kateteri ilerletildi. Termodilüsyonla kardiyak debi ölçümleri 10 ml soğuk %0.9 serum fizyolojik ile enjeksiyon zamanı dört saniyeyi geçmeyecek şekilde yapıldı. Aynı zaman diliminde FloTrac/Vigileo monitörden elde edilen kardiyak debi değerleri kaydedildi. Kardiyopulmoner baypasın aynı zaman dilimlerinde termodilüsyon ve Vigileo monitör tarafından ölçülen kardiyak debi, atım hacmi, kalp hızı ve kardiyak indeks kaydedildi. Bu dönemler:

T1: İndüksiyondan sonra pulmoner arter yerleştirilmesi ile yapılan ilk ölçüm

T2: Sol internal meme arterinin (sol MA) çıkarılması aşamasında

T3: Kanülasyondan önce

T4: Kros klemp açıldıktan hemen sonra

T5: Hasta ısınırken 33 °C

T6: Hasta ısınırken 35 °C

T7: Pompadan çıkmadan önce 36.5 °C

T8: Pompadan çıktıktan sonra

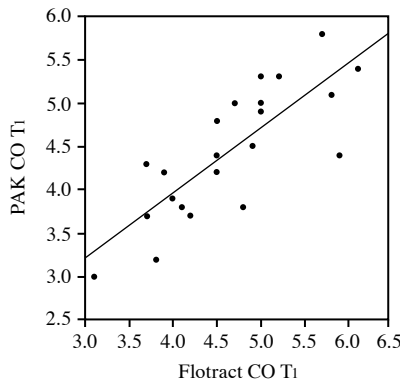
T9: Sternum kapatıldıktan sonra

Tablo 1. Demografik veriler (n=22)

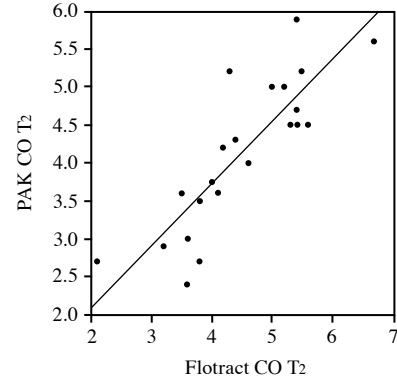
	Ort.±SS
Yaş	56.8±9.2
Kilo (kg)	71.2±11.8
Boy (m)	1.65±0.075
ASA	2.09±0.29
Ameliyat öncesi ejeksiyon fraksiyonu (%)	52.41±6.22
Vücut yüzey alanı	1.78±0.17

ASA: American Society of Anaesthesiologists.

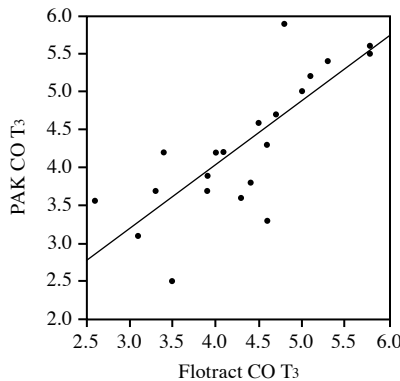
Kardiyopulmoner baypas (KPB) sırasında döner pompa ile 2.4 lt/dk/m² akım debisi sağlanırken, non-pulsatil perfüzyon basıncı 60-90 mmHg'de tutuldu. Ameliyat sıvı infüzyonları kardiyak indeks >2 lt/dk/m², santral venöz basınç 4-10 mmHg, pulmoner arter kapanma basıncı 8-12 mmHg ve idrar çıkımı 1-2 ml/kg/saat olacak şekilde düzenlendi. Hastalara baypas sırasında en fazla 30 °C'ye kadar hipotermi uygulandı.



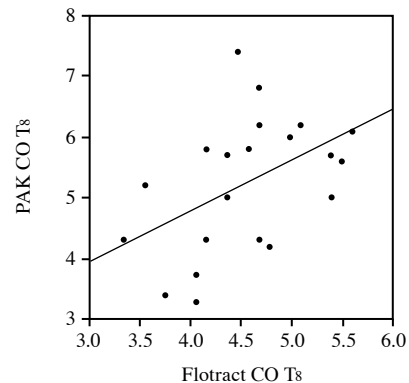
Şekil 1. Pearson korelasyon testine göre T1 döneminde pulmoner arter kateterleri ve FloTrac yöntemleriyle CO ölçümlerinin karşılaştırılması (r=0.798).



Şekil 2. Pearson korelasyon testine göre T2 döneminde pulmoner arter kateterleri ve FloTrac yöntemleriyle CO ölçümlerinin karşılaştırılması (r=0.841).



Şekil 3. Pearson korelasyon testine göre T3 döneminde pulmoner arter kateterleri ve FloTrac yöntemleriyle CO ölçümlerinin karşılaştırılması (r=0.790).



Şekil 4. Pearson korelasyon testine göre T8 döneminde pulmoner arter kateterleri ve FloTrac yöntemleriyle CO ölçümlerinin karşılaştırılması (r=0.463).

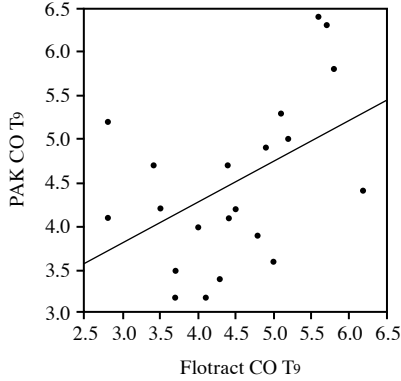
Tüm veriler SPSS (Statistical Package for Social Sciences) Windows için 11.5 versiyon (SPSS Inc. Chicago, Illionis, USA) istatistik programına aktarıldı, Bland Altman analizi ve Pearson korelasyon testi ile değerlendirildi.

BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen 22 hastanın demografik verileri Tablo 1'de verilmiştir. Hastaların 12'si beta bloker ajan kullanırken geri kalan 10 hasta kullanmamıştı.

Termodilüsyon yöntemi ve FloTrac ile elde edilen kardiyak debi değerleri arasındaki korelasyonu belirlemek amacıyla korelasyon katsayısına bakıldı.

Her iki teknikle T4, T5, T6 dönemlerinde kardiyak output ölçümleri yapılamadı. T7 döneminde her iki yöntemle sadece 10 hastada ölçüm yapılabildi. Ancak çok az sayıda olguda ölçüm yapılması nedeniyle bu dönemdeki ölçümleri güvenilir bulmadık. Diğer ölçüm dönemlerinde

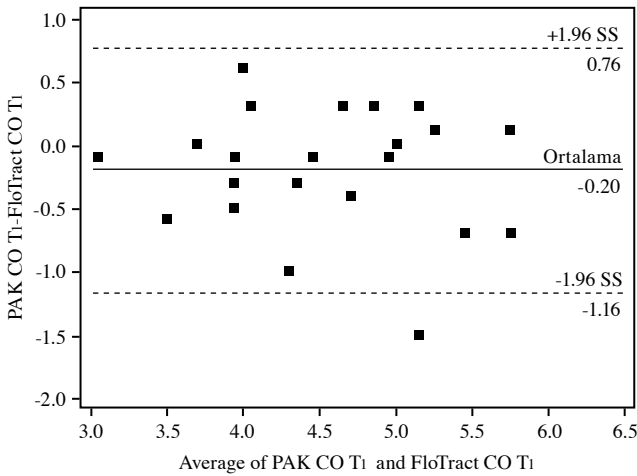


Şekil 5. Pearson korelasyon testine göre T9 döneminde pulmoner arter kateterleri ve FloTrac yöntemleriyle CO ölçümlerinin karşılaştırılması ($r=0.473$).

toplanan her iki grubun tüm kardiyak output verileri birbiri ile pozitif korelasyon göstermekteydi (Şekil 1-5).

İki yöntemin metodolojik olarak uyumlu olup olmadığını göstermek için Termodilüsyon yöntemine göre FloTrac yöntemi ile elde edilen ölçümlerin %95 güven aralığı içinde olup olmadığına bakıldı.

Bland-Altman analizine göre T1 anında incelendiğinde Termodilüsyon yöntemine göre FloTrac ile yapılan kardiyak output ölçümlerinin ortalama 0.20 l/dk daha yüksek olduğu görüldü. İki yöntem arasındaki uyuma ilişkin alt ve üst güven sınırları ise sırasıyla; -1.16 ve 0.76 'dır. Yani FloTrac termodilüsyon göre T1 anında kardiyak outputu en fazla 0.76 l/dk daha fazla, en fazla 1.16 l/dk/ kadar daha düşük ölçülebilir. Başka bir ifade ile T1 zamanında Termodilüsyona göre FloTrac ile yapılan kardiyak output ölçümleri arasındaki ortalama fark -0.20



Şekil 6. Bland-Altman analizine göre pulmoner arter kateterleri ve FloTrac yöntemiyle CO ölçümlerinin T1 döneminde karşılaştırılması. SS: Standart sapma.

l/dk ± 0.49 l/min olarak bulundu (Şekil 6). T1 zamanındaki korelasyon katsayısı $r=0.79$ olarak belirlendi ($p<0.005$).

T2 zamanında Termodilüsyona göre FloTrac ile yapılan kardiyak output ölçümleri arasındaki ortalama fark -0.36 l/dk ± 0.57 l/min olarak bulundu (Şekil 7). Korelasyon katsayısı $r=0.84$ olarak belirlendi ($p<0.05$).

T3 zamanında Termodilüsyona göre FloTrac ile yapılan kardiyak output ölçümleri arasındaki ortalama fark -0.03 l/dk ± 0.57 l/min olarak bulundu (Şekil 8). Korelasyon katsayısı $r=0.79$ olarak belirlendi ($p<0.05$).

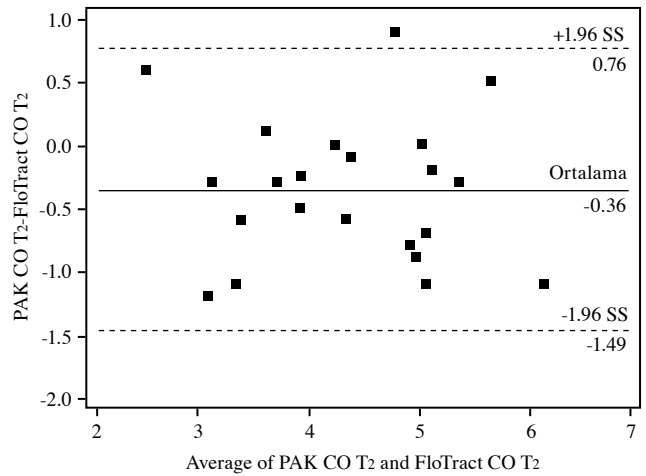
T7 zamanında Termodilüsyona göre FloTrac ile yapılan kardiyak output ölçümleri arasındaki ortalama fark 2.23 l/dk ± 1.78 l/min olarak bulundu (Şekil 9). Korelasyon katsayısı $r=-0.003$ olarak belirlendi ($p=0.99$).

T8 zamanında Termodilüsyona göre FloTrac ile yapılan kardiyak output ölçümleri arasındaki ortalama fark -0.68 l/dk ± 0.97 l/min olarak bulundu (Şekil 10). Korelasyon katsayısı $r=0.46$ olarak belirlendi ($p=0.03$).

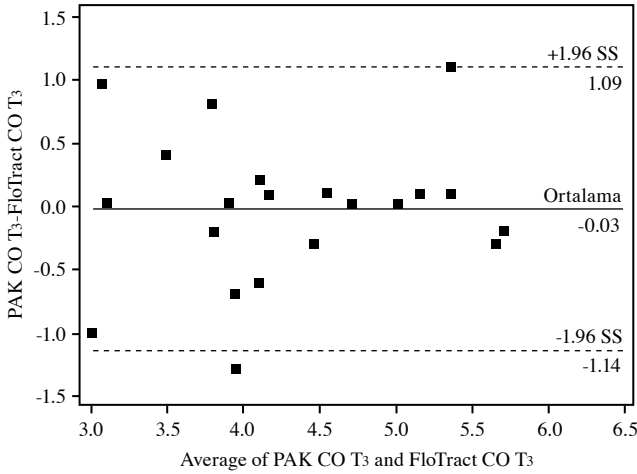
T9 zamanında Termodilüsyona göre FloTrac ile yapılan kardiyak output ölçümleri arasındaki ortalama fark -0.02 l/dk ± 0.95 l/min olarak bulundu (Şekil 11). Korelasyon katsayısı $r=0.47$ olarak belirlendi ($p=0.02$).

Bland-Altman figürleri incelendiğinde T1, T2, T3, T9 dönemlerinde her iki ölçüm yönteminden elde edilen kardiyak debi değerlerinin ortalamalarının %95'inin güven aralığının içinde yer aldığı görüldü. Kardiyak debi ölçüm sonuçları karşılaştırıldığında da FloTrac ile Termodilüsyon yöntemleri bu dönemlerde iyi bir uyum ve pozitif korelasyon sergiledi.

Bland-Altman figürleri incelendiğinde T1, T2, T3, T8, T9 zamanlarında her iki ölçüm yönteminden elde edilen



Şekil 7. Bland-Altman analizine göre pulmoner arter kateterleri ve FloTrac yöntemiyle CO ölçümlerinin T2 döneminde karşılaştırılması.

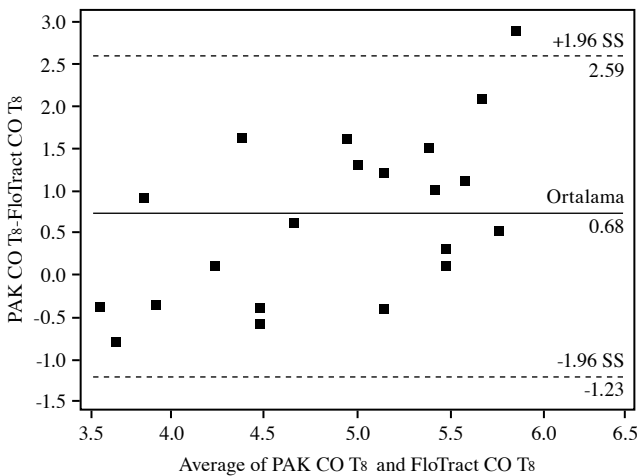


Şekil 8. Bland-Altman analizine göre pulmoner arter kateterleri ve FloTrac yöntemiyle CO ölçümlerinin T3 döneminde karşılaştırılması. SS: Standart sapma.

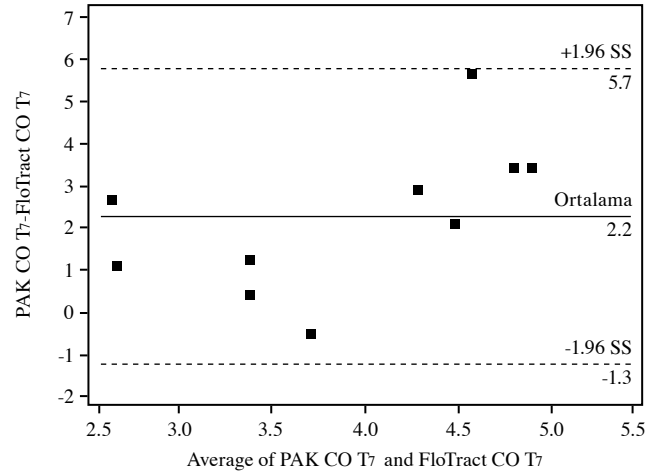
kardiyak indeks değerlerinin ortalamalarının %95'inin güven aralığının içinde yer aldığı görüldü. Kardiyak indeks ölçüm sonuçları karşılaştırıldığında da FloTrac ile Termodilüsyon bu ölçüm zamanlarında iyi bir uyum ve pozitif korelasyon sergiledi. T7 zamanında ise korelasyon bulunamadı.

TARTIŞMA

Kalp cerrahisi uygulanacak hastalarda birincil hedef yeterli doku perfüzyonunun devam ettirilmesi. Bunun takibindeki kardiyak debi ölçümü en yaygın tercih edilen yöntemdir. Son yıllarda kateterin yerleştirilmesine yönelik oluşan komplikasyonlar ve ölçümlerin pek çok faktörden etkilenmesi daha az invaziv kardiyak debi ölçüm tekniklerinin araştırılmasına



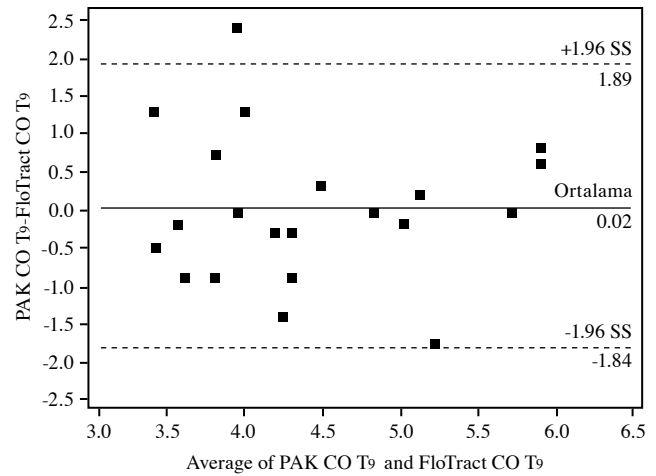
Şekil 10. Bland-Altman analizine göre pulmoner arter kateterleri ve FloTrac yöntemiyle CO ölçümlerinin T8 döneminde karşılaştırılması. SS: Standart sapma.



Şekil 9. Bland-Altman analizine göre pulmoner arter kateterleri ve FloTrac yöntemiyle CO ölçümlerinin T7 döneminde karşılaştırılması. SS: Standart sapma.

neden olmuştur. Biz bu çalışmamızda; koroner arter baypas cerrahisi boyunca farklı dönemlerde daha az invaziv olan ikinci jenerasyon FloTrac/Vigileo sistem ve termodilüsyon yönteminden elde ettiğimiz kardiyak debi ölçümlerini karşılaştırdık ve bu şekilde FloTrac/Vigileo sistemin doğruluk ve güvenilirlik düzeyini inceledik.

İlk jenerasyon FloTrac/Vigileo aleti ile ilgili çelişkili sonuçlar ortaya koyan makalelerin yayınlanması üzerine^[4-6] hızlı hemodinamik değişikliklerde vasküler durumu (vasküler kompliyans, impedans, direnç) daha iyi yansıtması için yazılımın kullandığı ilk algoritma geliştirilmiş, yeniden düzenlenmiş ve yeni bir yazılım ortaya konmuştur. Bu yeni yazılımda vasküler tonusda meydana gelen değişiklikleri değerlendirme ve buna



Şekil 11. Bland-Altman analizine göre pulmoner arter kateterleri ve FloTrac yöntemiyle CO ölçümlerinin T9 döneminde karşılaştırılması. SS: Standart sapma.

göre sistemi kalibre etme aralığı 10 dakikadan bir dakikaya indirilmiştir.

Mayer ve ark.,^[7] ikinci jenerasyon FloTrac/Vigileo sistem ile termodilüsyon yöntemi arasında oldukça yüksek oranda uyum bulduklarını, yeni algoritmanın, vasküler sistemin yapısından (incelme, çap değişiklikleri, dallanma) ve dalga sinyalindeki parazitlerden kaynaklanan hata oranını azalttığını bildirmişlerdir.

Button ve ark.,^[8] FloTrac/Vigileo sistem ile termodilüsyon yöntemini karşılaştırdıkları çalışmalarında oldukça uyumlu sonuçlar bulduklarını, bunu da hastanın vasküler durumunu gerçeğine daha yakın bir şekilde yansıtan yeni yazılımı kullanmalarına bağladıklarını bildirmişlerdir.

Cannesson ve ark.,^[9] mevcut kardiyak debi ölçüm tekniklerinin kardiyak outputun gerçek değerini tam anlamıyla yansıtamayacağını bunun için ardi ardına gelen iki zaman aralığında kardiyak outputta görülen değişim miktarının her iki yöntemde aynı düzeyde olmasının daha önemli olduğunu bildirmişlerdir. Bu düşünce doğrultusunda, onlar hızlı sıvı infüzyonları sonrasındaki kardiyak outputta görülen değişim miktarlarını karşılaştırmışlar ve FloTrac/Vigileo sistem ile termodilüsyon yöntemi arasında çok iyi bir korelasyon elde etmişlerdir. Onlar yöntemi klinik olarak kabul edilebilir düzeyde uyumlu bulmuşlar ve bunu hastalarının vazoaktif tedavi almamasına ve kullandıkları yeni yazılıma bağlamışlardır.

Manecke ve Auger^[10] FloTrac/Vigileo sistem ile termodilüsyon yöntemini ameliyat sonrası dönemde karşılaştırmışlar, iyi bir korelasyon elde etmişler ve bunu çalışmalarına inotropik ilaç desteği almayan, hemodinamik açıdan stabil olan hastaları dahil etmelerine bağlamışlardır. Ayrıca, sistem, basınç dalgasının sinyalinde ve şeklinde bozulmalara neden olan arteriyel spazm, diseksiyon, arteriyel kateterin kıvrılması, arteriyel hatların kıvrılması, hatlarda yükseltici veya alçaltıcı titreşimler gibi faktörlerden etkilendiği için arteriyel kateter girişiminin zorunluluğunun aletin doğruluğunu sınırladığını vurgulamışlardır.^[10]

Mehta ve ark.,^[11] FloTrac/Vigileo sistem ile termodilüsyon yöntemini atan kalpte koroner baypas cerrahisi yapılan hastalarda karşılaştırmışlar ve sekiz ayrı zaman diliminde yaptıkları ölçümlerde bütün dönemlerde pozitif korelasyon ve iyi bir uyum elde etmişlerdir.

Zimmermann ve ark.,^[12] FloTrac/Vigileo sistem ile termodilüsyon yöntemini karşılaştırdıkları çalışmalarında zayıf bir korelasyon bulmuşlardır. Ancak, onlar, çalışmaya katılmayı reddeden ve acil kalp ameliyatına alınan hastalar haricinde hiçbir hastayı (ritm düzensiz-

likleri, aortik balon pompası desteği, ileri derece triküspit yetmezliği, pulmoner arter hipertansiyonu, EF<40 olan hastalar) çalışma dışı bırakmamışlardır.

Breukers ve ark.,^[13] kardiyak debi değerinden ziyade birbirini takip eden zaman dilimlerinde elde edilen kardiyak debi düzeyindeki değişim oranının tedavi protokollerini belirlemede daha etkili olduğunu belirtmiş ve bu nedenle yöntemi karşılaştırırken bu değişim oranının FloTrac/Vigileo sistem ile termodilüsyon yöntemi arasındaki uyumuna bakılması gerektiğini söylemişlerdir. Onlar bu yönde yaptıkları değerlendirmelerinde her iki teknik arasında iyi bir korelasyon bulmuşlardır. Ancak vasküler tonusda meydana gelen artışların FloTrac/Vigileo aletinden elde edilen kardiyak debi değerlerinde, küçük de olsa, bir artışla yansıdığını, algoritmanın vasküler tonusdaki değişikliklere karşı hala artmış duyarlılığı olduğunu bildirmişlerdir.

FloTrac/Vigileo sistem ile termodilüsyon yöntemi arasındaki uyumu ameliyat sırasında değerlendirdiğimiz bu çalışmada ise biz her iki yöntem arasında oldukça iyi bir korelasyon bulduk. Sadece ekstrakorporeal dolaşımdan çıkış aşamasında diğer dönemlere oranla daha az bir uyum elde ettik. Mayer ve ark.^[7] yöntemleri, ameliyat sonrası dönemde karşılaştırdıklarında ekstrakorporeal dolaşımdan çıkış aşamasında onlar da bu çalışmaya benzer şekilde daha az uyum elde etmişlerdir. Arteriyel basınç dalgası, sol ventriküler debi ve vasküler sistemin kapasitesinin etkileşiminin bir yansıması olduğu için^[14] kapasiteyi etkileyecek hipotermi, sıvı yüklenmesi, vazoaktif tedavi gibi her türlü faktör arteriyel basınç dalgasını etkileyecektir. Ekstrakorporeal dolaşımdan ayrılma dönemi; sıvı yüklenmesinin ve ısı değişikliklerinin en çok olduğu, vazoaktif tedaviye en çok gereksinim duyulan ve bunların uygulanmasına bağlı kardiyak outputta ve vasküler dirençte geniş dalgalanmaların en çok görüldüğü, hızlı hemodinamik değişikliklerin en çok beklendiği bir dönemdir. Bu dönemde uyum düzeyinde meydana gelen azalma, sistemin vasküler tonusda meydana gelen değişikliklere karşı duyarlılığının devam etmesinden kaynaklanabilir. Aortik kompliyansın hesaplanmasında eksternal kalibrasyon yerine hasta verilerinin kullanılması bu duyarlılığın devam etmesine neden olmuş olabilir. Hipotermik KPB'den sonra radyal arterin vasküler direncinde meydana gelen azalmanın, santral-periferik arteriyel basınç farkına neden olması^[15] da bu uyumsuzluğa katkıda bulunmuş olabilir.

Cerrahinin tamamlandığı ve sternumun kapatıldığı aşamada yaptığımız ölçümleri karşılaştırdığımızda yine çok iyi bir korelasyon elde ettik. Bunun; hastanın sıvı dengesinin kurulmasına, yeterli vücut ısısına ulaşılmasına ve sabit dozdaki vazoaktif ilaç tedavisi ile hemodinamik stabilitenin sağlanmasına bağlı olduğunu

düşündük. Ayrıca hipotermiye bağlı radyal arterin vasküler direncindeki azalma ortalama yirmi dakika sonra ortadan kalktığı için^[16] santral-periferik arter basınç farkı da ortadan kalkacaktır. Bu da daha uyumlu ölçümlere neden olmuş olabilir.

Pulmoner arter kateterizasyonunun baypas cerrahisi dışındaki cerrahilerde kullanımında etik sorunlarla karşılaşıldığı için biz çalışmamızı baypas cerrahisi geçiren hastalarla sınırlandırdık. Baypas cerrahisi soğuma ve yeniden ısınma gibi periferik damarlarda tonus değişikliklerine neden olan çeşitli dönemler içermektedir. Biz yaptığımız çalışmada yeniden ısınma dönemindeki korelasyonu başlangıç dönemine göre rölaf olarak daha düşük bulmamıza rağmen Bland-Altman analizine göre bütün dönemlerdeki ölçümlerin %95 güven aralığı içinde olduğunu gördük. Farklı dönemlerde karşılaştığımız iki ölçüm yönteminin bütün ölçüm zamanlarında kabul edilebilir düzeylerde korelasyon göstermesi bizce önemli bir bulgudur.

Daha komplike durumlar ve inotropik destek alan hastalar için ileri çalışmalara gereksinim olmakla birlikte, kolay kullanım ve daha az invaziv olma avantajı sunan FloTrac/Vigileo aletinin, kardiyak cerrahi uygulanacak hastalarda ve nonkardiyak cerrahiye hazırlanan kardiyak açıdan risk taşıyan hastalarda kardiyak outputun belirlenmesinde iyi bir seçenek olduğu sonucuna varıldı.

Çıkar çakışması beyanı

Yazarlar bu yazının hazırlanması ve yayınlanması aşamasında herhangi bir çıkar çakışması olmadığını beyan etmişlerdir.

Finansman

Yazarlar bu yazının araştırma ve yazarlık sürecinde herhangi bir finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

KAYNAKLAR

1. Pinsky MR. A rose by any other name: cardiac output. *Crit Care Med* 2001;29:2021-2.
2. Morris AH, Chapman RH, Gardner RM. Frequency of technical problems encountered in the measurement of pulmonary artery wedge pressure. *Crit Care Med* 1984;12:164-70.
3. Trottier SJ, Taylor RW. Physicians' attitudes toward and knowledge of the pulmonary artery catheter: Society of Critical Care Medicine membership survey. *New Horiz* 1997;5:201-6.
4. Mayer J, Boldt J, Schöllhorn T, Röhm KD, Mengistu AM, Suttner S. Semi-invasive monitoring of cardiac output by a new device using arterial pressure waveform analysis: a comparison with intermittent pulmonary artery thermodilution in patients undergoing cardiac surgery. *Br J Anaesth* 2007;98:176-82.
5. Sander M, Spies CD, Grubitzsch H, Foer A, Müller M, von Heymann C. Comparison of uncalibrated arterial waveform analysis in cardiac surgery patients with thermodilution cardiac output measurements. *Crit Care* 2006;10:R164.
6. Opdam HI, Wan L, Bellomo R. A pilot assessment of the FloTrac cardiac debi monitoring system. *Intensive Care Med* 2007;33:344-9.
7. Mayer J, Boldt J, Wolf MW, Lang J, Suttner S. Cardiac output derived from arterial pressure waveform analysis in patients undergoing cardiac surgery: validity of a second generation device. *Anesth Analg* 2008;106:867-72.
8. Button D, Weibel L, Reuthebuch O, Genoni M, Zollinger A, Hofer CK. Clinical evaluation of the FloTrac/Vigileo system and two established continuous cardiac output monitoring devices in patients undergoing cardiac surgery. *Br J Anaesth* 2007;99:329-36.
9. Cannesson M, Attouf Y, Rosamel P, Joseph P, Bastien O, Lehot JJ. Comparison of FloTrac cardiac output monitoring system in patients undergoing coronary artery bypass grafting with pulmonary artery cardiac output measurements. *Eur J Anaesthesiol* 2007;24:832-9.
10. Manecke GR Jr, Auger WR. Cardiac output determination from the arterial pressure wave: clinical testing of a novel algorithm that does not require calibration. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2007;21:3-7.
11. Mehta Y, Chand RK, Sawhney R, Bhise M, Singh A, Trehan N. Cardiac output monitoring: comparison of a new arterial pressure waveform analysis to the bolus thermodilution technique in patients undergoing off-pump coronary artery bypass surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2008;22:394-9.
12. Zimmermann A, Kufner C, Hofbauer S, Steinwendner J, Hitzl W, Fritsch G, et al. The accuracy of the Vigileo/FloTrac continuous cardiac output monitor. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2008;22:388-93.
13. Breukers RM, Sepehrkhoy S, Spiegelberg SR, Groeneveld AB. Cardiac output measured by a new arterial pressure waveform analysis method without calibration compared with thermodilution after cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2007;21:632-5.
14. Sujatha P, Mehta Y, Dhar A, Sarkar D, Meharwal ZS, Datt V. Comparison of cardiac output in OPCAB: bolus thermodilution technique versus pulse contour analysis. *Ann Card Anaesth* 2006;9:44-8.
15. Manecke GR Jr, Parimucha M, Stratmann G, Wilson WC, Roth DM, Auger WR, et al. Deep hypothermic circulatory arrest and the femoral-to-radial arterial pressure gradient. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2004;18:175-9.
16. Stern DH, Gerson JI, Allen FB, Parker FB. Can we trust the direct radial artery pressure immediately following cardiopulmonary bypass? *Anesthesiology* 1985;62:557-61.