

Asendan Aort Cerrahisi Uygulanan Hastalarda Bölgesel Serebral Oksijen Satürasyonu (rSO_2) Değişiminin Postoperatif Kognitif Disfonksiyon Üzerine Etkisi

The Effect of Cerebral Oxygen (rSO_2) Exchange on Post-Operative Cognitive Dysfunction in Patients Undergoing Ascending Aortic Surgery

id Pinar Yıldırım Özkan,¹ id Atakan Erkinliç,² id Mustafa Emre Gürcü,² id Nur Ürküt Baz³

¹Sağlık Bilimleri Üniversitesi Ümraniye Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye
Department of Anesthesiology and Intensive Care, University of Health Sciences, Ümraniye Training and Research Hospital, İstanbul, Türkiye

²T. C. Sağlık Bakanlığı Kartal Koşuyolu Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Department of Anesthesiology and Intensive Care, İstanbul Provincial Directorate of Health Koşuyolu Higher Specialized Training and Research Hospital, İstanbul, Türkiye

³Sultanbeyli Devlet Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği, İstanbul, Türkiye

Department of Anesthesiology and Intensive Care, Sultanbeyli Public Hospital, İstanbul, Türkiye

ÖZ

Amaç: Çalışmanın amacı; antegrad serebral perfüzyon uygulanan asendan aort anevrizma cerrahisi yapılan hastalarda bölgesel serebral oksijen satürasyonu (rSO_2) değişiminin postoperatif kognitif disfonksiyon üzerine etkisinin araştırılmasıdır.

Yöntem: Çalışmaya 18-75 yaş arası, asendan aort cerrahisi uygulanacak, en az ilkökul mezunu olan 29 hasta dahil edildi. Tüm hastalara indüksiyon öncesinde ve operasyon süresince near-infrared spektroskopisi (NIRS) ile sürekli serebral oksimetri takibi yapıldı. NIRS takibinde rSO_2 değerinde %20 ve üzerinde düşüşler anlamlı kabul edildi. Nörokognitif değerlendirme testleri operasyondan bir gün önce, operasyonun birinci ve yedinci günlerinde olmak üzere üç kez yapıldı. Bu amaçla, mini mental test, saat çizim testi ve görsel mekansal işlev testi kullanıldı.

Bulgular: Preoperatif rSO_2 değerleri ile kardiyopulmoner baypas ve antegrad serebral perfüzyon sırasındaki rSO_2 değerleri arasında anlamlı bir düşüş saptandı. Ancak Spearman korelasyon testi ile bu düşüş ve nörokognitif test sonuçları karşılaştırıldığında anlamlı bir korelasyon saptanmadı.

Sonuç: NIRS takiplerinde özellikle kardiyopulmoner baypas ve antegrad serebral perfüzyon döneminde, başlangıç değerine göre %30'luk

ABSTRACT

Objectives: The aim of the study was to investigate the effect of cerebral oxygen (rSO_2) change on post-operative cognitive dysfunction in patients who underwent ascending aortic aneurysm surgery with anti-grad cerebral perfusion.

Methods: Twenty-nine patients, aged between 18 and 75 years, undergoing ascending aortic surgery and at least primary school graduates, were included in the study. All patients underwent continuous cerebral oximetry follow-up with NIRS before induction and throughout the operation. Decreases of 20% or more in rSO_2 value in NIRS follow-up were considered significant. Neurocognitive evaluation tests were performed 3 times, 1 day before the operation, and on the 1st and 7th days of the operation. For this purpose, mini mental test, clock drawing test, and visual spatial function test were used.

Results: A significant decrease was found between pre-operative rSO_2 values and rSO_2 values during cardiopulmonary bypass and antigrade cerebral perfusion. However, when this decrease and neurocognitive test results were compared with the Spearman correlation test, no significant correlation was found.

Conclusion: Although there was a 30% decrease in rSO_2 compared to

Please cite this article as: "Yıldırım Özkan P, Erkinliç A, Gürcü ME, Ürküt Baz N. The Effect of Cerebral Oxygen (rSO_2) Exchange on Post-Operative Cognitive Dysfunction in Patients Undergoing Ascending Aortic Surgery. GKDA Derg 2022;28(3):214-221".

Yazışma Adresi: Pinar Yıldırım Özkan, MD. Sağlık Bilimleri Üniversitesi Ümraniye Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Telefon: +90 536 820 29 05 **E-posta:** drpinaryildirim@gmail.com

Başvuru Tarihi: Mart 07, 2022 **Kabul Tarihi:** Ağustos 09, 2022 **Online Yayınlanma Tarihi:** Eylül 21, 2022

©Telif hakkı 2022 Göğüs-Kalp-Damar Anestezi ve Yoğun Bakım Derneği Dergisi - Available online at www.gkdaybd.org

OPEN ACCESS This is an open access article under the CC BY-NC license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).



rSO₂ düşüş olmasına rağmen postoperatif kognitif işlev bozukluğu testleri ile anlamlı bir korelasyon saptanmadı. Bu sonuçlar bize NIRS monitörizasyonu sayesinde rSO₂ değerlerindeki düşümlere vaktinde ve hızlı müdahale edilmesine olanak sağladığını (antegrad serebral perfüzyon akımının artırılması) böylece optimal serebral kan akımının korunmasında faydalı olduğunu gösterdi ve postoperatif kognitif işlev bozukluğu gelişiminin önlenmesinde etkin nöromonitörizasyon yöntemi olarak kullanılabilmesi sonucuna varıldı.

Anahtar sözcükler: Antegrad serebral perfüzyon, postoperatif kognitif işlev bozukluğu, bölgesel serebral oksijenasyon, kardiyopulmoner baypas

the initial value in NIRS follow-ups, especially in the cardiopulmonary bypass and antigrade cerebral perfusion periods, no significant correlation was detected with post-operative cognitive dysfunction tests. These results suggest that NIRS monitoring allows timely and rapid intervention to decrease in rSO₂ values (increasing antigrade cerebral perfusion flow), thus it is beneficial in maintaining optimal cerebral blood flow and can be used as an effective neuromonitorization method to prevent the development of post-operative cognitive dysfunction.

Keywords: Antigrade cerebral perfusion, Cardiopulmonary bypass, Post-operative cognitive dysfunction, Regional cerebral oxygenation

Giriş

Postoperatif kognitif işlev bozukluğu (POKİB) kalp cerrahi sonrası ortaya çıkan odaklanma, kavrama ve hafızadaki eksiklikler olarak tanımlanır ve kardiyak cerrahi sonrası en sık görülen nörolojik komplikasyonlardan birisidir.^[1,2] Postoperatif kognitif bozukluklar; postoperatif kognitif disfonksiyon (kavramanın bozulması), demans (hafızada bozulma) ve postoperatif deliryum (bilinç kaybı) içeren geniş bir yelpazeyi kapsar. POKİB oluşumunun patogeneğinde preoperatif özellikler (yaş, eğitim durumu, ek hastalıklar), perioperatif stres yanıtı, cerrahi ve anestezinin ortak etkisi ile tetiklenen sistemik inflamatuvar cevap, nörotransmitter dengesinde ortaya çıkan bozukluklar, anestezi ajanlarının santral sinir sistemi üzerine olan direkt etkileri, ameliyat sırasında (emboli, hiperglisemi, işlemin süresi, kardiyopulmoner baypas [KPB] kullanımı, ortalama arteriyel basıncındaki dalgalanmalar ve hipertermi) ve ameliyat sonrası (hipoksi ve vücut ısı değişimleri) ve bazı araştırmacılara göre de genetik yatkınlıklar yer almaktadır.^[2]

Kardiyak cerrahi geçiren hastaların ilk birkaç haftada %30-80'inde POKİB gözlenirken, bu oran altı ay sonrasında %10-60 düzeyine inmektedir. Nonkardiyak cerrahide ise bu oranlar erken postoperatif dönem için %26 ve üç aylık takipte ise %10 olarak bildirilmektedir.^[3]

KPB esnasında nörolojik olayların nedeni ise serebral mikroembolizasyonlar, global serebral hipoperfüzyon, hipotermi ve yeniden ısınma, inflamasyon, serebral ödem ve kan-beyin bariyerinin zayıflaması olarak sayılabilir.^[4] Kardiyak cerrahinin tipi de postoperatif kognitif bozukluk görülme olasılığı açısından fark göstermektedir. Aort cerrahisinde antegrad serebral perfüzyon (ASP) fizyolojik bir çözüm olmakla birlikte farklı teknikler nedeniyle (direkt veya greft yoluyla arkus aorta, subklavyen veya aksiller arter kanülasyonu ile) serebral komplikasyon görülme oranları değişmektedir. Arkus aortanın direkt veya greftle kanülasyonu hava ve partikül embolizasyonu riskini artırır ve çoğu serebral olaydan sorumlu tutulan serebrovasküler olay hipoperfüzyondan çok embolik olaylardır.^[5]

Kardiyak cerrahi sonrası görülen nörokognitif bozukluk-

lar hem postoperatif iyileşmeyi geciktirmekte hem de yoğun bakımda kalış süresinde uzama ile birlikte hastanede kalış süresini de uzatmaktadır. Near-infrared spektroskopisi (NIRS) kullanımıyla düşük bölgesel serebral oksijen saturasyonunun (rSO₂) nörolojik komplikasyonlar ve kognitif bozuklukla ilişkili olduğu gösterilmiştir.^[6,7] Kalp cerrahisinde NIRS monitörizasyonu değerlendirmesinde başlangıca göre %20'den fazla azalma görüldüğünde oksijen sunumu problemi olduğunu düşündürür. Çalışmanın amacı, ASP uygulanan asendan aort anevrizma cerrahisi uygulanan hastalarda rSO₂ değişiminin postoperatif kognitif disfonksiyon üzerine etkisinin araştırılmasıdır.

Yöntem

Bu çalışma, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Kartal Koşuyolu Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde 2015/12/21 karar numarası ve 20.10.2015 tarihli yerel etik kurul onayı ile 01 Ocak 2015 ile 03 Mayıs 2015 tarihleri arasında elektif, ASP ile asendan aort anevrizma cerrahisi geçiren 34-77 yaş arası 29 hasta çalışmaya dahil edildi.

İlaç ve alkol bağımlılığı, majör psikiyatrik hastalığı olan, majör tranquilizan ve antidepresan kullanan, santral sinir sistemi hastalığı (iskemik serebrovasküler hastalık, intraserebral kanama, geçirilmiş menenjit ve ensefalit, tümörler, majör dejeneratif hastalıklar, klinik olarak bulgu veren Parkinson hastalığı) bulunan, ileri derecede kalp yetersizliği, ASA skoru IV ve üzeri, preoperatif enfeksiyon varlığı, ciddi pulmoner hipertansiyon saptanan, acil operasyonlar, ileri derecede görme ve işitme bozukluğu, Türkçe anlama ve konuşma yetersizliği, okuma-yazma eksikliği gibi iletişime engel hali olan hastalar çalışmaya dahil edilmedi.

Hastalar preoperatif 24 saat önce yaptıkları serviste görülüp mini mental durum testi (MMDT), saat çizim testi (SÇT) ve görsel mekansal işlev testi (GMİT) uygulanarak skorları ve hastaların demografik verileri (yaş, cinsiyet, vücut ağırlığı, eğitim durumu) kaydedildi, halen var olan kronik hastalıkları (diabetes mellitus, hipertansiyon, miyokard infarktüsü, nörolojik patoloji) ilaç kullanımı hikayesi, daha önce opere olup olmadıkları, alkol, sigara, madde kullanımı hikayesi ve daha önce yoğun bakım ünitesinde (YBÜ) kalma hikayeleri sorgulandı.

Hastalar operasyon odasına alındıktan sonra beş elektrotlu elektrokardiyografi, rSO₂, NIRS (Covidien INVOSTM 5100C Cerebral/Somatic Oximeter) monitörize edilerek bazal değerler kayıt edildi. 16-18 G kanül ile intravenöz damar yolu açılarak 1-2 mg midazolam uygulandı. Sağ aksiller kanülasyon yapılacağı için sol radyal veya brakial arterden invaziv kan basıncı monitörizasyonu sağlandı.

Genel anestezi indüksiyonu propofol 2 mg/kg, rokuronyum 0,6 mg/kg, fentanil 5 mcg/kg uygulandı. Entübasyon sonrası %40-60 hava/oksijen karışımı ile volüm kontrollü modda (VC) 6-8 mL/kg tidal volüm, 5 cmH₂O pozitif ekspiryum sonu basıncı (PEEP) ayarlanarak endtidal karbonsioksit (ETCO₂) 35-40 nazofarengal ısı probu yerleştirildi. Santral venöz kateter takılarak monitörize edildi. Anestezi idamesi olarak rokuronyum 0,2-0,3 mg/kg aralıklı, propofol 1-2 mg/kg/saat, fentanil 2-4 mcg/kg/saat infüzyon, volatil ajan (sevofluran) ile dengeli anestezi sağlandı. Saatlik idrar çıkışı takip edildi ve idrar çıkışı 0,5 mL/kg'dan az ise (hipovolemi yok ise) 0,3 mg/kg furosemid uygulandı.

Tüm hastalar aynı cerrahi ekip tarafından opere edildi. Sağ aksiller arter eksplorasyonu klavikulanın hemen altından yapıldı. Aksiller arter tape ile döndükten sonra cerrahi ekip ile koordinasyon sağlanarak kanülasyon öncesi hastaya 300 IU/kg heparin uygulanıp, aktive edilmiş pıhtılaşma zamanı (ACT) düzeyinin 430 saniyenin üzerine çıkması sağlandı. Sonrasında sağ aksiller arter 18-21 french düz arter kanülü ile kanüle edildi. Median sternotomiyi takiben bikaval kanülasyon, sağ süperior pulmoner ven boşaltım kanülasyonu ve koroner sinüs içerisine retrograd kardiyopleji kanülü yerleştirildi. KPB'ye (Stockert veya Jostra HL-20 marka roller tip ve Affinity veya Dideco hallow fiber membran oksijenatör) geçilerek nonpulsatil perfüzyon tekniği uygulandı. KPB süresince ortalama arteryel kan basıncı 50-70 mmHg düzeyinde tutularak, pompa akım hızı 2-2,5 L/dakika/m² olacak şekilde düzenlendi. Aorta kros-klemp konulduktan sonra miyokard korunması için K, Mg, NaHCO₃ eklenerek oluşturulan kan kardiyoplejisi retrograd yoldan (10 mL/kg) ve 20 dakikada bir idame bolusu (5 mL/kg) şeklinde verildi. ASP başlamadan önce serebral koruma için farmakolojik tedavi amaçlı, tiyopental sodyum (3-5 mg/kg), mannitol (0,3-0,5 g/kg), metilprednizolon (30 mg/kg) ve mide koruma amaçlı pantoprazol sodyum 40 mg uygulandı. Devamlı ASP debisi 8-10 mL/kg/dakika (500-700 mL/dakika) olacak şekilde ayarlandı ve KPB süresince ısı 22-32°C aralığında tutuldu. KPB sırasında ortalama arter basıncı (OAB) 60-70 mmHg düzeyinde ve ASP sırasında optimal serebral perfüzyon basıncı korunacak şekilde NIRS ile koordineli şekilde 50-60 mmHg tutuldu. KPB esnasında ısıya uygun olarak orta derecede hemodilüzyon (hematokrit: %24-28) uygulandı. Isınma aksiller arter kanülü aracılığı ile dört dakikada 1°C artışla sağlandı. Yeterli ısı, kalp hızı, ritim ve kan basıncı sağlandıktan sonra, gerektiğinde

inotropik destek eklenerek hasta KPB'den ayrıldı. Heparin uygun dozda protamin ile antagonize edildi.

Operasyon sonunda hastalar YBÜ'ye entübe, tam monitörize halde transfer edildi ve operasyon günü postoperatif sıfıncı gün olarak kabul edildi. Operasyon günü hemodinamisi stabil, aktif drenajı olmayan hastalar operasyondan iki sonra ekstübasyon için hazırlandı. Spontan solunumda sürekli pozitif hava yolu basıncı (CPAP) modda FiO₂: 0,4, basınç desteği (PS): 8-10 cmH₂O, CPAP: 5 kan gazları stabil olan, kas gücü yerinde bilinci açık hastalar ekstübe edildi.

NIRS Takibi

Çalışmaya dahil edilen tüm hastalara anestezi öncesinde sağ ve sol frontal bölgeye oksimetre probları yerleştirildi. Anestezi öncesinde ve operasyon süresince rSO₂ takibi yapıldı. Serebral oksimetre örnekleme zamanı:

T0: İndüksiyon öncesi, T1: KPB girişi sonrası 20. dakika, T3: ASP 5 dakika, T4: ASP 10 dakika, T5: ASP 15 dakika, T6: ASP 20 dakika, T7: ASP 25 dakika, T8: ASP 30 dakika, T9: ASP sonu 20 dakika ve T10: KPB sonrası 30 dakika en düşük, en yüksek ve ortalama serebral satürasyon oranı ölçülüp kayıt edildi.

NIRS takibinde rSO₂ değerinde %20 ve üzerinde düşme görüldüğünde inspire edilen O₂ %100'e yükseltildi, cerrahi ekip uyarılarak kanüllerin yerleşim yeri doğrulandı, arter kan gazında (AKG) ölçülen PaCO₂ <40 mmHg ise >40 mmHg'ya yükseltildi, OAB <50 mmHg ASP akışı artırıldı, hematokrit düzeyi %24 olarak optimize edildi.

Nöropsikolojik Test Uygulaması

Hastalara oryantasyon (yer, zaman), hızlı bellek, dikkat ve hesap yapma, bellek, dil (adlandırma, tekrarlama, okuma, üç aşamalı komut, yazma) değerlendirmek amacıyla MMDT uygulandı.

Demansın erken evrelerinde ilk bozulan testlerden biri olarak kabul edilen SÇT, hastanın bir dairenin içine saatin rakamlarını yerleştirmesi, söylenen zamanı işaretlemesi sağlanarak uygulandı.^[8] (6 puan üzerinden değerlendirilir ve 4 puanın altı bozulmuş kognitif fonksiyonla uyumludur.)

Karmaşık algısal işlevleri ve psikomotor fonksiyonun değerlendirilmesini sağlayan GMİT çalışmayı yapan kişinin yaptığı el hareketlerini hastanın taklit etmesi istenir (Her doğru taklit edilmiş hareket 2 puan olup, toplamı 10 puandır). Nöropsikolojik testler için değerlendirmeyi yapan araştırmacı, bu konuda ehil psikologlar tarafından bir eğitimden geçtikten sonra hasta değerlendirmeye başladı.

Uygulama tüm hastalarda operasyondan bir gün önce (hasta yatağında sessiz bir ortam sağlanarak ortalama 45 dakika süre ayrılarak uygulandı), postoperatif birinci (yogun bakımda bilinci ekleyecek herhangi bir ağrı kesici almaması sağlanarak yaklaşık 60-80 dakika ayrılarak yapıldı)

ve yedinci gün (hasta yatağında sessiz bir ortam sağlanarak ortalama 45-60 dakika süre ayrılarak uygulandı) olmak üzere üç dönemde uygulandı. Nöropsikolojik testler en az iki testte bir standart sapmadan fazla düşme olması kognitif disfonksiyon olarak değerlendirildi. Çalışmanın birincil hedef noktası olarak nöropsikolojik testlerde gösterilen performansın rSO₂ değerindeki düşüşlerle korelasyonu olup olmadığının araştırılması olarak belirlendi.

Hastaların operasyon sırasında indüksiyon sonrası 30 dakika, KPB girişinin 20 dakika, ASP çıkışı 20. dakika, KPB sonrasında 30. dakika ve YBÜ'de iki saatte arteriyel ve santral venöz kan gazı alınarak veriler kayıt edildi.

İstatistiksel Analiz

Verinin istatistiksel analizi SPSS 13.0 istatistik paket programında yapıldı. Verinin normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro-Wilk testi ile incelendi. Bağımlı grupların karşılaştırılmasında Wilcoxon işaret sıra testi kullanıldı. Değişkenler arasındaki ilişkiler Spearman korelasyon katsayısı ile incelendi. Anlamlılık düzeyi 0,05 olarak belirlendi.

Bulgular

Çalışmaya dahil edilen 29 hastanın 17'si (%58) erkek, 12'si (%41) kadındı. Hastaların yaş ortalaması 58 yıldı. Hastaların 16'sı (%55,2) ilkökul mezunu olup, 4'ü (%13,8) lise, 4'ü (%13,8) ortaokul, 5'i (%17,2) ise üniversite mezunudur (Tablo 1). Tablo 2'de peroperatif ve postoperatif veriler sunuldu.

Tablo 1. Demografik veriler

| | n (sayı) | n (%) |
|---------------|----------|-------|
| Yaş (yıl) | | |
| Ortalama | 58 | |
| Minimum | 34 | |
| Maksimum | 77 | |
| Cinsiyet | | |
| Erkek | 17 | 58 |
| Kadın | 12 | 41 |
| Eğitim durumu | | |
| İlkokul | 16 | 55,2 |
| Ortaokul | 4 | 13,8 |
| Lise | 4 | 13,8 |
| Üniversite | 5 | 17,2 |
| Ek hastalık | | |
| Yok | 8 | 27 |
| HT | 14 | 48 |
| DM | 4 | 14 |
| KBY | 1 | 0,3 |
| Astım | 4 | 14 |
| Guatr | 3 | 1 |

HT: Hipertansiyon; DM: Diabetes mellitus; KBY: Kronik böbrek yetmezliği.

Tablo 2. Peroperatif ve postoperatif veriler

| | Ortalama | Minimum-Maksimum |
|------------------------------|----------|------------------|
| KPB süresi (dakika) | 117 | 63-245 |
| Kros klemp süresi (dakika) | 62 | 11-121 |
| ASP süresi (dakika) | 16 | 13-40 |
| Isı (°C) | 29 | 22-32 |
| Ekstübasyon süresi (saat) | 8 | 4-20 |
| YBÜ'de kalış süresi (gün) | 1 | 1-6 |
| Hastanede kalış süresi (gün) | 7 | 3-15 |
| Ekstübasyon süresi (saat) | 8 | 4-20 |

KPB: Kardiyopulmoner baypas; ASP: Antegrad serebral perfüzyon; YBÜ: yoğun bakım ünitesi.

Hastaların preoperatif, postoperatif birinci gün ve yedinci gün yapılan kognitif fonksiyon testlerinin sonuçları Tablo 3'te verildi. Sonuçlara göre MMDT birinci gün ve yedinci gün sonuçları arasında da anlamlı fark saptandı (p=0,01). Diğer uygulanan GMİT ve SÇT aralarında anlamlı fark saptanmadı (Tablo 3).

Kan gazı değerleri: PaO₂, PaCO₂, pH, laktat, santral venöz O₂ ve OAB verilerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı.

Sağ ve sol serebral rSO₂ değerleri Tablo 4'te görülmektedir.

Tablo 5'te hastaların operasyon sırasında yapılan NIRS ölçümleri sağ ve sol rSO₂ olarak ayrı ayrı incelendi. Her iki tarafta da indüksiyon öncesi değerleri ile karşılaştırıldığında ASP ilk beşinci, 15. ve 25. dakika ve KPB sonrası 30. dakika sırasında anlamlı düşüşler saptandı (p<0,001).

Operasyon sırasındaki minimum ve maksimum rSO₂ değeri ile test skorlarındaki değişim arasındaki ilişkiler Spearman korelasyon analizi ile incelendi ve sonuçlar Tablo 6'da verildi.

Tüm veriler karşılaştırıldığında anlamlı bir korelasyon saptanmadı. Hastaların hiçbirinde postoperatif deliryum ve nörolojik bir bulguya rastlanmadı.

Tartışma

Günümüzde teknoloji ve cerrahi teknikteki ilerlemeler sayesinde yaşlı, yandaş hastalıkları olan komplike hastalara kardiyak cerrahi başarıyla uygulanmaktadır. Kalp cerrahisinde mortalitede belirgin azalmaya karşın nörolojik komplikasyonlar görülebilmektedir. En sık görülen nörolojik komplikasyonlardan birisi nörokognitif fonksiyon bozukluğudur. Nörokognitif fonksiyon bozuklukları KPB sonrası %19-80 oranında görülür ve önemli sosyal ve ekonomik sorunlara neden olur.^[9] Nörokognitif bozukluklar hem postoperatif iyileşmeyi geciktirmekte, YBÜ'de kalış sürelerini uzatmakta hem de hastanede kalış süresini uzatmaktadır. Hafıza ve dikkat bozuklukları gibi kognitif fonksiyonlarda gerileme erken dönemde %60, geç dönemde ise %25-30 olarak göz-

Tablo 3. Kognitif fonksiyon testlerinin preoperatif, postoperatif birinci ve yedinci günlere göre dağılımı (p<0,05 Wilcoxon işaret sıra testi).

| Kognitif test/gün | Ortalama değer | Min-Maks değer | | p |
|-------------------|----------------|----------------|-----------------------------|--------|
| MMDT preop | 27 | 19-30 | MMDT preop-MMDT postop 1 | 0,965 |
| MMDT postop 1 | 26 | 18-30 | MMDT preop-MMDT postop 7 | 0,026* |
| MMDT postop 7 | 28 | 19-30 | MMDT postop 1-MMDT postop 7 | 0,01* |
| GMİT preop | 10 | 8-10 | GMİT preop-GMİT postop 1 | 0,158 |
| GMİT postop 1 | 10 | 0-10 | GMİT preop-GMİT postop 7 | 0,932 |
| GMİT postop 7 | 10 | 3-10 | GMİT postop 1-GMİT postop 7 | 0,47 |
| SÇT preop | 6 | 0-6 | SÇT preop-SÇT postop 1 | 0,47 |
| SÇT postop 1 | 6 | 0-6 | SÇT preop-SÇT postop 7 | 0,483 |
| SÇT postop 7 | 6 | 0-6 | SÇT postop 1-SÇT postop 7 | 0,18 |

MMDT: Mini mental durum testi; GMİT: Görsel mekânsal işlev testi; SÇT: Saat çizim testi; preop: Preoperatif, postop: Postoperatif; Min-Maks: Minimum-maksimum.

Tablo 4. Sağ ve sol serebral rSO₂ değerleri

| Serebral rSO ₂ | Ortalama | Minimum | Maksimum |
|---------------------------|----------|---------|----------|
| R-İndüksiyon öncesi | 71 | 45 | 88 |
| R-KPB 10. dk | 55 | 38 | 72 |
| R-ASP 5. dk | 53 | 33 | 74 |
| R-ASP 15. dk | 52 | 17 | 71 |
| R-ASP 25. dk | 51 | 29 | 73 |
| R-ASP çıkış 20. dk | 60 | 45 | 81 |
| R-KPB sonrası 30. dk | 66 | 45 | 88 |
| L-İndüksiyon öncesi | 70 | 42 | 90 |
| L-KPB 10. dk | 55 | 45 | 86 |
| L-ASP 5. dk | 52 | 27 | 80 |
| L-ASP 15. dk | 50 | 20 | 79 |
| L-ASP 25. dk | 51 | 29 | 81 |
| L-ASP çıkış 20. d | 59 | 45 | 87 |
| L-KPB sonrası 30. dk | 62 | 45 | 90 |

R: Sağ; L: Sol; dk: Dakika; rSO₂: Bölgesel serebral oksijen satürasyonu; KPB: Kardiyopulmoner baypas; ASP: Antegrad serebral perfüzyon.

lenmektedir.^[10] Ameliyat sırasında gelişen serebral hipoperfüzyon ve desatürasyon, nörolojik komplikasyon gelişiminde önemli bir faktördür. Bunun belirlenmesinde serebral monitörizasyonun önemli faydalar sağladığı bilinmektedir. Ülkemizde erişkin kardiyak cerrahi esnasında serebral oksijen satürasyonu monitörizasyonu rutin her hastada uygulanmamaktadır.

Koroner arter baypas greft (KABG) uygulanan 61 yaşlı hastada, ameliyat sonrası nörokognitif fonksiyon bozukluğu oluşumunda rSO₂'nin belirleyici değerini inceleyen de Tournay-Jette ve ark.^[10] ameliyat sırası serebral oksijen desatürasyonunun, erken ve geç ameliyat sonrası kognitif fonksiyon bozukluğu ile ilişkili olduğunu bulmuşlardır. Kognitif fonksiyonları değerlendiren testleri operasyondan bir gün önce, operasyondan 4-7 gün sonra yapmışlardır ve bizim

Tablo 5. Sağ ve sol serebral rSO₂ değerlerinin başlangıç değerine göre zaman içinde değişimi

| Serebral rSO ₂ - İndüksiyon öncesi | Z | p |
|---|---------------------|-------------------|
| R-KPB-İndüksiyon öncesi | -4,408 ^b | 0,001* |
| R-ASP 5. dk-İndüksiyon öncesi | -4,226 ^b | 0,001* |
| R-ASP 15. dk-İndüksiyon öncesi | -4,073 ^b | 0,001* |
| R-ASP 25. dk-İndüksiyon öncesi | -4,407 ^b | 0,001* |
| R-ASP çıkış 20. dk-İndüksiyon öncesi | -3,246 ^b | 0,001* |
| R-KPB sonrası 30. dk-İndüksiyon öncesi | -1,683 ^b | 0,092 |
| L-KPB-İndüksiyon öncesi | -4,329 ^b | <0,001* |
| L-ASP 5. dk-İndüksiyon öncesi | -4,122 ^b | <0,001* |
| L-ASP 15. dk-İndüksiyon öncesi | -4,031 ^b | <0,001* |
| L-ASP 25. dk-İndüksiyon öncesi | -4,230 ^b | <0,001* |
| L-ASP çıkış 20. dk-İndüksiyon öncesi | -2,645 ^b | 0,008 |
| L-KPB sonrası 30. dk-İndüksiyon öncesi | -2,168 ^b | 0,030* |

R: Sağ; L: Sol; dk: Dakika; rSO₂: Bölgesel serebral oksijen satürasyonu; KPB: Kardiyopulmoner baypas; ASP: Antegrad serebral perfüzyon; *Wilcoxon işaret sıra testi; ^bPozitif sıralama.

çalışmamızdan farklı olarak operasyondan bir ay sonra tekrarlamışlardır. Aynı zamanda rSO₂'deki bazal değerlere göre %30'luk bir düşüşü, erken dönem değil ama geç dönem için prediktif bir değer olarak bulmuşlardır.

Novitzky ve ark.^[11] rSO₂'nin bazal değerinin %80'nin üzerinde ve %50'nin üzerinde tutulmasının nörolojik komplikasyonları azalttığını bildirmişlerdir. Nitekim serebral oksijen satürasyonunun referans değerinden %50'nin altına düşmesinin, postoperatif kognitif bozukluk gelişme riskini yedi kat artırdığı gösterilmiştir. Yine aynı araştırmacılar %30'luk düşüşte ise POKİB sıklığının üç kat kadar artış olacağını söylemektedir. Bu çalışmanın bulguları da de Tournay-Jette ve ark.^[10] sonuçları ile uyumlu gözükmektedir. Ancak bu iki eşik değerden (referansa göre düşme derecesi ile mutlak değer) hangisinin daha iyi öngörü sağlayacağına dair kesin bir eğilim yoktur.

Tablo 6. Kognitif fonksiyon testlerinin sağ ve sol serebral rSO₂ ölçümlerinin kolerasyonu

| Serebral rSO ₂ | İndüksiyon öncesi | KPB giriş 20. dk | ASP 5. dk | ASP 10. dk | ASP 15. dk | ASP 20. dk | ASP 25. dk | ASP 30. dk | ASP 20. dk | KPB sonu 30. dk |
|---------------------------|-------------------|------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------------|
| SAĞ rSO ₂ | 0,257 | 0,058 | 0,077 | 0,038 | -0,033 | -0,400 | -0,800 | -1,000 | 0,019 | -0,036 |
| MMDT preop | 0,178 | 0,771 | 0,695 | 0,846 | 0,879 | 0,600 | 0,200 | | 0,925 | 0,854 |
| SAĞ rSO ₂ | 0,246 | 0,081 | 0,018 | 0,063 | -0,031 | -0,200 | -0,400 | -1,000 | 0,099 | 0,054 |
| MMDT 1. gün | 0,198 | 0,682 | 0,926 | 0,750 | 0,886 | 0,800 | 0,600 | | 0,617 | 0,786 |
| SAĞ rSO ₂ | 0,256 | 0,041 | -0,020 | 0,061 | -0,012 | -0,316 | -0,632 | -1,000 | 0,093 | 0,060 |
| MMDT 7. gün | 0,181 | 0,834 | 0,919 | 0,759 | 0,956 | 0,684 | 0,368 | | 0,639 | 0,763 |
| SAĞ rSO ₂ | -0,051 | 0,218 | -0,122 | -0,178 | -0,171 | -0,316 | -0,632 | -1,000 | 0,081 | 0,012 |
| SÇT preop | 0,795 | 0,264 | 0,537 | 0,364 | 0,424 | 0,684 | 0,368 | | 0,683 | 0,953 |
| SAĞ rSO ₂ | 0,054 | 0,210 | 0,031 | -0,092 | -0,105 | -0,316 | -0,632 | -1,000 | 0,099 | 0,009 |
| SÇT 1. gün | 0,782 | 0,284 | 0,874 | 0,643 | 0,627 | 0,684 | 0,368 | | 0,617 | 0,964 |
| SAĞ rSO ₂ | -0,118 | 0,286 | -0,001 | -0,061 | -0,091 | -0,775 | -0,775 | -1,000 | 0,342 | 0,253 |
| SÇT 7. gün | 0,541 | 0,140 | 0,995 | 0,760 | 0,673 | 0,225 | 0,225 | | 0,075 | 0,195 |
| SAĞ rSO ₂ | 0,276 | -0,075 | 0,062 | 0,105 | -0,088 | 0,316 | -0,211 | -1,000 | -0,065 | -0,110 |
| GMİT preop | 0,148 | 0,705 | 0,755 | 0,593 | 0,683 | 0,684 | 0,789 | | 0,743 | 0,578 |
| SAĞ rSO ₂ | 0,229 | 0,126 | 0,068 | 0,189 | 0,143 | -0,316 | -0,632 | -1,000 | 0,162 | 0,198 |
| GMİT 1. gün | 0,232 | 0,523 | 0,731 | 0,335 | 0,506 | 0,684 | 0,368 | | 0,411 | 0,312 |
| SAĞ rSO ₂ | 0,130 | 0,044 | 0,122 | 0,031 | -0,044 | -0,775 | -0,775 | -1,000 | 0,239 | 0,040 |
| GMİT 7. gün | 0,501 | 0,825 | 0,537 | 0,874 | 0,840 | 0,225 | 0,225 | | 0,221 | 0,838 |
| SOL rSO ₂ | 0,215 | 0,135 | 0,070 | 0,407* | 0,142 | 0,300 | -0,400 | -1,000 | -0,161 | -0,024 |
| MMDT preop | 0,263 | 0,485 | 0,730 | 0,035 | 0,519 | 0,624 | 0,600 | | 0,414 | 0,907 |
| SOL rSO ₂ | 0,128 | 0,312 | 0,038 | 0,426* | 0,131 | 0,205 | -0,200 | -1,000 | 0,079 | 0,126 |
| MMDT 1. gün | 0,507 | 0,099 | 0,850 | 0,027 | 0,552 | 0,741 | 0,800 | | 0,689 | 0,531 |
| SOL rSO ₂ | 0,159 | 0,160 | 0,005 | 0,420* | 0,061 | 0,359 | -0,316 | -1,000 | 0,000 | 0,082 |
| MMDT 7. gün | 0,411 | 0,407 | 0,982 | 0,029 | 0,783 | 0,553 | 0,684 | | 0,999 | 0,685 |
| SOL rSO ₂ | -0,112 | 0,115 | 0,107 | 0,024 | -0,087 | -0,051 | -0,316 | -1,000 | 0,201 | -0,025 |
| SÇT preop | 0,562 | 0,554 | 0,597 | 0,907 | 0,692 | 0,935 | 0,684 | | 0,304 | 0,902 |
| SOL rSO ₂ | -0,019 | 0,352 | 0,114 | 0,072 | 0,142 | 0,158 | -0,316 | -1,000 | 0,240 | 0,056 |
| SÇT 1. gün | 0,924 | 0,061 | 0,570 | 0,723 | 0,518 | 0,800 | 0,684 | | 0,219 | 0,781 |
| SOL rSO ₂ | -0,194 | 0,154 | -0,071 | -0,207 | -0,180 | 0,000 | -0,775 | -1,000 | 0,317 | 0,099 |
| SÇT 7. gün | 0,312 | 0,427 | 0,726 | 0,301 | 0,410 | 1,000 | 0,225 | | 0,100 | 0,623 |
| SOL rSO ₂ | 0,210 | 0,237 | -0,044 | 0,222 | 0,132 | -0,112 | 0,316 | -1,000 | 0,063 | 0,194 |
| GMİT preop | 0,273 | 0,215 | 0,828 | 0,265 | 0,548 | 0,858 | 0,684 | | 0,749 | 0,333 |
| SOL rSO ₂ | 0,160 | 0,402* | 0,064 | 0,206 | 0,032 | 0,359 | -0,316 | -1,000 | 0,391* | 0,341 |
| GMİT 1. gün | 0,408 | 0,031 | 0,751 | 0,302 | 0,886 | 0,553 | 0,684 | | 0,040 | 0,081 |
| SOL rSO ₂ | 0,134 | 0,401* | 0,147 | 0,249 | 0,158 | 0,224 | -0,775 | -1,000 | 0,262 | 0,178 |
| GMİT 7. gün | 0,487 | 0,031 | 0,465 | 0,211 | 0,471 | 0,718 | 0,225 | | 0,178 | 0,374 |

dk: Dakika, rSO₂: Bölgesel serebral oksijen satürasyonu, KPB: Kardiyopulmoner baypas, ASP: Antegrad serebral perfüzyon, MMDT: Mini mental durum testi, GMİT: Görsel mekânsal işlev testi, SÇT: Saat çizim testi, preop: Preoperatif, postop: Postoperatif; * Korelasyon 0,05 düzeyinde (2-tailed) önemli; ** Korelasyon 0,01 düzeyinde (2-tailed) önemli. p<0,05.

Biz de çalışmamızda hastaları; rSO₂'de bazal değerlerine göre %20 düşüşü anlamlı kabul ettik. Ancak özellikle KPB ve ASP döneminde yaklaşık %30'luk bir düşüş olmasına rağmen postoperatif kognitif fonksiyon bozukluğu saptanamamıştır. Bunun nedeni olarak da serebral oksimetredeki düşümlere zamanında perfüzyon basıncında artıracak şekilde müdahale edilerek ASP uygun akım düzenlemesi ve ek olarak hipotermi koruyucu etkisi ile nörolojik sekel gelişmediğini düşünmekteyiz.

Parra ve ark.^[12] elektif kardiyak cerrahi uygulanacak hastalar üzerinde serebral desatürasyon ve anestezi derinliği ile kognitif disfonksiyon arasında korelasyonun olup olmadığını araştırmışlardır. Hastaları, rSO₂'deki düşüşe göre gruplandırmışlardır. Kognitif testler operasyondan bir gün önce ve bizim çalışmamızdan farklı olarak da operasyondan üç ay sonra yapılmıştır. Ortalama rSO₂ ve bispektral indeksteki değişiklikler ile nörokognitif testler arasından anlamlı bir bağlantı bulamamışlardır. Bu hastalarda yoğun bakımda

kalış sürelerini karşılaştırmışlardır. Gruplar arasında bu açıdan da anlamlı bir fark bulamamışlardır. Bizim çalışmamızda yoğun bakımda kalış süresi ortalama bir gün ve hastanede kalış süresi ortalama yedi gün olarak bulunmuştur.

Bu çalışmanın dizaynındaki önemli bir konu da bilişsel işlevlerin farklı yöntem ve testlerle değerlendirilmesidir. Öncelikle kabul etmek gerekir ki bu konuda üzerinde uzlaşmış net bir yöntem ve testler bütünlüğü yoktur. Testler ve değerlendirme ölçütleri çalışmalar arasında ciddi yaklaşım farkları içerebilmektedir. Kullanılan test bataryası başka çalışmalar ve çalışma yapılan kişilerin sosyokültürel düzeylerine göre belirlendi. Farklı testleri yapabilecek hasta topluluğu ve testleri yorumlayabilecek nöroloji ekibi bulunmaması nedeniyle hastaların daha kolay anlayabileceği MMDT, SÇT ve GMİT uygulandı. Testler genel olarak dikkat, bellek, matematiksel işlemler ve motor ince işlevi değerlendirmek üzere tasarlandı. Çalışmamızda POKİB varlığını, ikiden fazla testte 1 standart sapmadan fazla düşüş olarak belirledik. Bu yöntem başka çalışmalarda da önerilen tanımlamalardan biridir.^[12] Birçok çalışmada daha önce tek başına kullanılan MMDT'nin, kardiyak cerrahide postoperatif kognitif bozukluğu göstermedeki duyarlılığı %52, özgüllüğü %87'dir.^[13-18] Güncel çalışmalarda MMDT daha çok bir eşik test olarak kullanılmaktadır. Yao ve ark.^[19] düşük SCO_2 ile MMDT arasında bağlantı bulmuşlardır. Kognitif fonksiyonları değerlendirmek için MMDT'yi kullanmışlardır. Srinivas ve ark.^[20] da çalışmalarında zihinsel fonksiyonları değerlendirme amaçlı yalnızca MMDT'yi kullanmışlardır.

Ancak çoklu test kullanımı değerlendirmeyi güçleştirip süreyi uzatmakla birlikte, farklı kognitif alanların yorumlanabilmesi açısından daha değerlidir. Bu testlerin önemli bir zaafı da tekrarlayan ölçümlerde, deneğin testi öğrenmek suretiyle performansını yükseltmesidir. Nitekim bizim çalışmamızda da MMDT birinci gün ve MMDT yedinci gün arasında istatistiksel olarak anlamlı yükselme bulunması da bu nedendir. Hong ve ark.^[14] kapak cerrahisi geçiren 103 hastanın nörokognitif değerlendirmesinde, daha duyarlı testler olan İz Sürme Testi ve Grooved Pegboard Testlerini kullanmalarına rağmen POKİB ile serebral oksijen satürasyonu değişiklikleri arasında bir korelasyon gösterememişlerdir. Tian ve ark.^[15] yaptıkları çalışmada intraoperatif serebral oksimetre desatürasyonunun artan postoperatif deliryum riski ile ilişkili olduğunu ve rSO_2 izleme kılavuzluğundaki müdahalenin, kardiyak cerrahi geçiren erişkinlerde daha düşük postoperatif deliryum ve postoperatif kognitif fonksiyonlarda bozulma riski ve daha kısa bir YBÜ'de kalış süresi ile ilişkili olduğunu göstermişlerdir. Çalışmamızda NIRS takibi ile başlangıç değerine göre %30'luk bir rSO_2 düşüşü olmasına rağmen POKİB gelişimi açısından anlamlı bir korelasyon saptamadık. Hastaların hiçbirinde postoperatif deliryum ve nörolojik bir bulguya rastlanmadı. De-

ğerlendirmede deliryum derecelendirme ölçeği revize-98 (DRS-R-98) kullanılmıştır.^[16]

İntrakardiyak operasyonlarda hava ve doku kalıntısı embolisi riski açıkça daha yüksek olmasıyla birlikte ve aort cerrahisinde POKİB oluşma ihtimali KABG'den daha yüksek olduğu bildirilmesine rağmen, serebral desatürasyon ve POKİB ile ilgili eldeki kanıtlar çoğunlukla KABG ile sınırlıdır. Fischer ve ark.^[17] derin hipotermik sirkülatuvar arrest ile aortik ark cerrahisi geçiren 30 hastada yaptıkları çalışmada, serebral oksimetredeki düşüşlerin süresinin artması ve derin hipotermik sirkülatuvar arrest süresinin uzaması ile majör komplikasyon ve hastanede kalış süresinin uzayıp maliyeti artırdığını bulmuşlardır. Hastalarda POKİB gözlenmesinin kardiyak cerrahiden ve anesteziye bağımsız olan nedenleri de mevcuttur. Bu durumdan birkaç neden sorumlu olabilir. Eğitim seviyesi, uyguladığımız nörolojik test bataryası için önemli bir değişkendir.^[18] Kimi araştırmacılar düşük eğitim düzeyinin serebral rezervde azalma ve artmış POKİB ile ilintili olduğunu öne sürmüşlerdir. Bizim çalışmamızda çalışmaya dahil edilen hastalarımız en az ilkökul mezunu olup hastaların %55'ini sekiz yıllık temel eğitimini tamamlayamayan hastalar oluşturmaktadır. Diğer çalışmalarda eğitim seviyeleri nispeten daha yüksektir (ortalama eğitim süresi $10,4 \pm 4$).^[13] Öte yandan bu hastaların cerrahi ve anestezi dışında kendilerine özgü riskler taşıdığını düşündürebilir. Genetik yatkınlık, preoperatif tanısı konulamamış Alzheimer olası etkenler olarak yorumlanabilir.

Çalışmamızın kısıtlılığı örneklem sayısının sınırlı olması ve uzun dönem nörokognitif testlerinin yapılamamış olmasıdır. Sonuç olarak, çalışmamızda NIRS takibi ile başlangıç değerine göre %30'luk bir rSO_2 düşüşü olmasına rağmen POKİB gelişimi açısından anlamlı bir korelasyon saptamadık. NIRS monitörizasyonu ile rSO_2 'de oluşan düşüşlerin anlık görütülenmesi ile hem medikal hem de ASP akımını artırarak hızlı müdahale etmemize olanak sağladığını ve bu sayede hastalara optimal serebral kan akımı korunmasında önemli destek sağladığını gözlemledik. Asendan aort cerrahisinde ASP uygulanan hastalarda NIRS monitörizasyonu kullanımının POKİB gelişiminin önlenmesinde kullanılabilecek etkin nöromonitörizasyon yöntemi olduğunu düşünmekteyiz.

Disclosures

Ethics Committee Approval: The study was approved by The Istanbul Provincial Directorate of Health Koşuyolu Higher Specialized Training and Research Hospital Ethics Committee (Date: 20/10/2015, No: 2015/12/21).

Informed Consent: Written informed consent was obtained from all patients.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Conflict of Interest: None declared.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

Authorship Contributions: Concept – P.Y.Ö., A.E., M.E.G.; Design – P.Y.Ö., A.E., M.E.G., N.Ü.B.; Supervision – P.Y.Ö., A.E., M.E.G., N.Ü.B.; Data collection &/or processing – P.Y.Ö.; Analysis and/or interpretation – P.Y.Ö., A.E.; Literature search – P.Y.Ö., A.E., N.Ü.B.; Writing – P.Y.Ö.; Critical review – P.Y.Ö.

Etik Kurul Onayı: Çalışma Kartal Koşuyolu Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi Etik Kurulu tarafından onaylandı (Tarih: 20/10/2015, No: 2015/12/21).

Hasta Onamı: Hastalardan yazılı onam alınmıştır.

Hakem değerlendirmesi: Dışarıdan hakemli.

Çıkar Çatışması: Çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışmanın herhangi bir finansal destek almadığını beyan etmişlerdir.

Yazarlık Katkıları: Fikir – P.Y.Ö., A.E., M.E.G.; Tasarım – P.Y.Ö., A.E., M.E.G., N.Ü.B.; Malzemeler – P.Y.Ö., A.E., M.E.G., N.Ü.B.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – P.Y.Ö.; Analiz ve/veya Yorum – P.Y.Ö., A.E.; Literatür Taraması – P.Y.Ö., A.E., N.Ü.B.; Yazıyı Yazan – P.Y.Ö.; Eleştirel İnceleme – P.Y.Ö.

Kaynaklar

1. Wu CL, Hsu W, Richman JM, Raja SN. Postoperative cognitive function as an outcome of regional anesthesia and analgesia. *Reg Anesth Pain Med* 2004;29:257–68.
2. Gao L, Taha R, Gauvin D, Othmen LB, Wang Y, Blaise G. Postoperative cognitive dysfunction after cardiac surgery. *Chest* 2005;128:3664–70.
3. Moller JT, Cluitmans P, Rasmussen LS, Houx P, Rasmussen H, Canet J, et al. Long-term postoperative cognitive dysfunction in the elderly ISPOCD1 study. ISPOCD investigators. International Study of Post-Operative Cognitive Dysfunction. *Lancet* 1998;351:857–61.
4. Grocott HP, Homi HM, Puskas F. Cognitive dysfunction after cardiac surgery: Revisiting etiology. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth* 2005;9:123–9.
5. Ueda T, Shimizu H, Ito T, Kashima I, Hashizume K, Iino Y, et al. Cerebral complications associated with selective perfusion of the arch vessels. *Ann Thorac Surg* 2000;70:1472–7.
6. Newman MF, Kirchner JL, Phillips-Bute B, Gaver V, Grocott H, Jones RH, et al. Longitudinal assessment of neurocognitive function after coronary-artery bypass surgery. *N Engl J Med* 2001;344:395–402.
7. Canet J, Raeder J, Rasmussen LS, Enlund M, Kuipers HM, Hanning CD, et al. Cognitive dysfunction after minor surgery in the elderly. *Acta Anaesthesiol Scand* 2003;47:1204–10.
8. Savaş DD, Yerlikaya D, Yener GG. Validity, reliability and Turkish norm values of the clock drawing test for two different scoring systems. *Turk J Neurol* 2018;24:143–52.
9. Sweet JJ, Finin E, Wolfe PL, Beaumont JL, Hahn E, Marymont J, et al. Absence of cognitive decline one year after coronary bypass surgery: Comparison to nonsurgical and healthy controls. *Ann Thorac Surg* 2008;85:1571–8.
10. de Tournay-Jetté E, Dupuis G, Bherer L, Deschamps A, Cartier R, Denault A. The relationship between cerebral oxygen saturation changes and postoperative cognitive dysfunction in elderly patients after coronary artery bypass graft surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2011;25:95–104.
11. Novitzky D, Boswell BB. Total myocardial revascularization without cardiopulmonary bypass utilizing computer-processed monitoring to assess cerebral perfusion. *Heart Surg Forum* 2000;3:198–202.
12. Parra VM, Sadurni M, Doñate M, Rovira I, Roux C, Ríos J, et al. Neuropsychological dysfunction after cardiac surgery: Cerebral saturation and bispectral index: A longitudinal study. *Rev Med Chil* 2011;139:1553–61.
13. Slater JP, Guarino T, Stack J, Vinod K, Bustami RT, Brown JM 3rd, et al. Cerebral oxygen desaturation predicts cognitive decline and longer hospital stay after cardiac surgery. *Ann Thorac Surg* 2009;87:36–45.
14. Hong SW, Shim JK, Choi YS, Kim DH, Chang BC, Kwak YL. Prediction of cognitive dysfunction and patients' outcome following valvular heart surgery and the role of cerebral oximetry. *Eur J Cardiothorac Surg* 2008;33:560–5.
15. Tian LJ, Yuan S, Zhou CH, Yan FX. The effect of intraoperative cerebral oximetry monitoring on postoperative cognitive dysfunction and ICU stay in adult patients undergoing cardiac surgery: An updated systematic review and meta-analysis. *Front Cardiovasc Med* 2022;8:814313.
16. Erbay Ö, Girgin NK. Investigation of frequently used measurement tools for evaluation of delirium. *J Uludag Univ Fac Med* 2020;46:113–21.
17. Fischer GW, Lin HM, Krol M, Galati MF, Di Luozzo G, Griep RB, et al. Noninvasive cerebral oxygenation may predict outcome in patients undergoing aortic arch surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2011;141:815–21.
18. Schoen J, Husemann L, Tiemeyer C, Lueloh A, Sedemund-Adib B, Berger KU, et al. Cognitive function after sevoflurane- vs propofol-based anaesthesia for on-pump cardiac surgery: A randomized controlled trial. *Br J Anaesth* 2011;106:840–50.
19. Yao FS, Tseng CC, Ho CY, Levin SK, Illner P. Cerebral oxygen desaturation is associated with early postoperative neuropsychological dysfunction in patients undergoing cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2004;18:552–8.
20. Srinivas R, Naleer M, Kumar K. Assessment of cognition in chronic subdural hematoma patients using MMSE in preoperative and postoperative periods. *Interdiscip Neurosurg* 2022;28:101515.