




Kardiyovasküler Cerrahide

NÖROMONİTÖRİZASYON

Dr. Funda Gümüş Özcan
 S.B.Ü İstanbul Bağcılar SUAM
 Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği



SUNUM AKIŞI

- Nörolojik Hasarın Nedenleri
- Nöromonitörizasyon Yöntemleri
 - Serebral Kan Akımı Monitörizasyonu
 - Serebral Oksijenasyon Monitörizasyonu
 - Nörofizyolojik Monitörizasyon
- Sonuç





Kardiyovasküler cerrahilerde nörolojik komplikasyonlar majör problemler olarak devam etmektedir

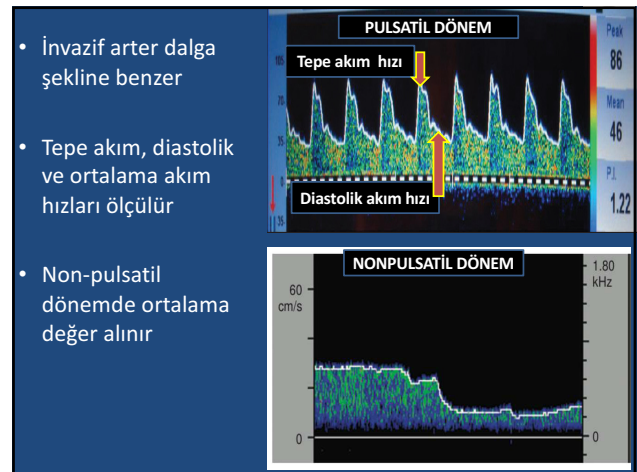
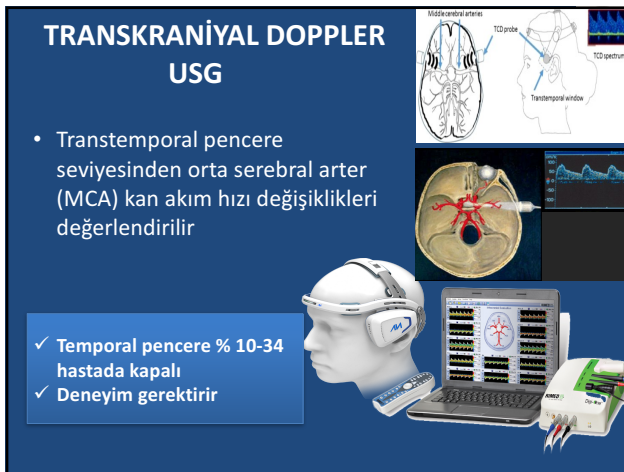


NÖROLOJİK KOMPLİKASYONLARIN NEDENİ?

EMBOLİ	HİPOPERFÜZYON
İNFLAMASYON	İSKEMİ HİPOKSİ
OPERATİF FAKTÖRLER	HASTAYA AİT FAKTÖRLER
HİPERPERFÜZYON	

• Kalıcı inme
 • Serebrovasküler atak
 • Deliryum
 • Kognitif disfonksiyon

Zanatta ve ark. Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia, 2014



TKD NELERİ DEĞERLENDİRİR

➤ SEREBRAL KAN AKIMI DEĞİŞİKLİKLERİ

- ✓ Hipoperfüzyon
- ✓ Hiperperfüzyon

SEREBRAL HİPERPERFÜZYON

- Ortalama sistolik akım hızının < bazal değer % 60
- Diastolik hızın yokluğu

SEREBRAL İSKEMİ

- Non-pulsatil akım hızının azalması > % 80

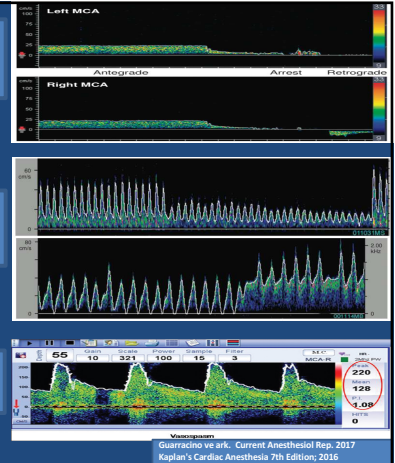
Guarracino ve ark. Current Anesthesiol Rep. 2017



DHCA ANTEGRAD RETROGRAD PERFÜZYON YETERLİLİĞİ

AORT / VENÖZ KANÜLLERİN YANLIŞ YERLEŞİMİ

VAZOSPAZM



Guarracino ve ark. Current Anesthesiol Rep. 2017
Kaplan's Cardiac Anesthesia 7th Edition; 2016

Cerebral monitoring with transcranial Doppler ultrasonography improves neurologic outcome during repairs of acute type A aortic dissection

Anthony L. Estrera, MD^a
Zsolt Garami, MD^b

J Thorac Cardiovasc Surg 2005;129:277-85

- Tip A Diseksiyon 56 olgu, DHCA
- TKD ve NIRS ile serebral perfüzyon yeterliliği takip edilmiş (28 olgu)

TKD takibi;

- ✓ 8/28 olguda kanülasyon stratejilerini değiştirmiş
- ✓ 22/28 olguda retrograd perfüzyon basınçlarını değiştirmiş

Nörolojik disfonksiyon ↓
% 52 den → % 15

Cardiovascular Ultrasound

BioMed Central

Review

Cerebral blood flow during cardiopulmonary bypass in pediatric cardiac surgery: the role of transcranial Doppler – a systematic review of the literature

Angelo Polito, Zaccaria Ricci*, Luca Di Chiara, Chiara Giorni,

Open Access

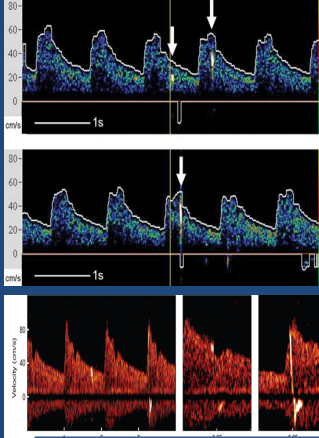
- Pediatrik olgularda TKD kullanımı
- 23 MAKALE

TKD takibi;

- ✓ Selektif serebral perfüzyon yeterliliği
- ✓ Pompa akımının alt ve üst limitleri
- ✓ Kanülasyon
- ✓ DHCA reyonel düşük akım tekniklerinde hipo-hiperperfüzyon
- ✓ α-pH stat kan gazı yönetiminde
- ✓ Embolilerin tespitinde

SEREBRAL EMBOLİLERİN SAPTANMASI

- Embolik spikeler ile belirlenir
- Yüksek yoğunluklu geçici sinyaller (HITS) şeklinde toplam sayı hesaplanır



Kaplan's Cardiac Anesthesia 7th Edition; 2016
Zanatta ve ark. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2011

Transcranial Doppler Monitoring in Carotid Endarterectomy
A Systematic Review and Meta-analysis

• 25 makale, 4705 olgu
• TKD ile, MCA akım hızı ve MES (Mikroembolik sinyaller) değerlendirilmiş
• İnme ilişkisi incelenmiş

TKD Değişiklikleri;

- ✓ İnme tahmininde % 72 spesifik, % 56 sensitif
- ✓ İnme durumunda 4 kat daha fazla değişiklik gözleniyor (MCA akım hızı/MES)
- ✓ İnme tahmininde MCA akım hızı değişiklikleri, MES göre güçlü şekilde % 84.1 spesifiktir

Intraoperative Embolization and Cognitive Decline After Cardiac Surgery: A Systematic Review

• TKD ile operatif emboli yükünün tespit edildiği 19 kardiyak cerrahi çalışması değerlendirilmiş

✓ Emboliler multifaktöriyel
✓ Yüksek embolik yük POKD ile ilişkilidir
✓ TKD emboli yükünün belirlenmesinde ve gerekli girişimin yapılmasında etkindir

TCD VERİLERİNİN YORUMLANMASI VE ÖNERİLER			
	TCD	NEDEN	GİRİŞİM
KPB ÖNCESİ	Tepe akım hızı ↓	Prob yerleşimi kötü Aortada obstrüksiyon Aortada diseksiyon	Probu kontrol et Aort kanülünü kontrol et
	Diastolik akım hızı ↓	Kaval obstrüksiyon	Venöz kanülü kontrol et
KPB DÖNEMİ	Tepe akım hızı ↑	Hiperemi	Pompa akımını azalt
	Tepe akım hızı ↓	Prob yerleşimi Akım/tüketim dengesizliği (CO, PaCO ₂ , OAB, anestezi derinliği)	Prob ve kanülü kontrol et Pompa akımını arttır Metabolik ihtiyacı azalt
	Emboli saptanması	Gaz, partikül	Trendelenburg pozisyonu ver Hava kaynağını belirle KPB ile hava çıkart TÖE kontrol et

Akpek E. Anestez Dergisi; 2008

SUNUM AKIŞI

- SEREBRAL OKSİJENASYON MONİTÖRİZASYONU

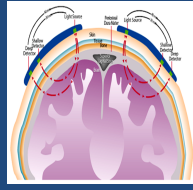
Near infrared spektroskopi (NIRS)

Juguler venöz bulb oksimetri (SjvO₂)



NEAR INFRARED SPEKTROSKOPİ (NIRS)

- Frontotemporal bölgeye yerleştirilen kızılötesi ışın yayan sensörler aracılığı ile oksijenize/deoksijenize Hb sinyallerini yorumlayarak bölgesel serebral oksijenasyonu (rSO_2) değerlendirir
- Oksijen sunum/gereksinim arasındaki dengenin anlık bilgisini verir
- Hb sinyali %75-85 venöz, %15-25 arteryel
 $rSO_2 = HbO_2 / HbT$



- ✓ Non-invaziv, kullanımı kolay
- ✓ Dinamik trend takip monitörüdür
- ✓ Elektrokoter ve ısı değişikliklerinden etkilenmez
- ✓ Nonpulsatil akımda kullanılabilir

- ✓ Anterior ve MCA sirkülasyonu gösterir, global serebral perfüzyonu ve posterior alanları değerlendirmez
- ✓ Eksternal kontaminasyondan etkilenir (Işık, skalp ve cilt defektleri)

Oksijen sunumunun azaldığı, gereksinimin arttığı durumlarda rSO_2 azalır:

- Kalp debisi ↓
- Anemi
- FiO_2 ↓
- PaO_2 , $PaCO_2$ ↓
- Perfüzyon basıncı ↓
- Isınma dönemi
- Hipertermi

- ✓ Normal rSO_2 % 60-75
- ✓ EŞİK DEĞER TARTIŞMALI
- ✓ Bireysel farklılıklar var
- ✓ Trend takibi yapılmalı
- ✓ $rSO_2 < \% 10$ bazal değer

NÖROLOJİK KOMPLİKASYONLAR↑

Green ve ark. Anesthesia. 2017
Kowalczyk ve ark. The Journal of Biomedical Research, 2016

Influence of intraoperative cerebral oximetry monitoring on neurocognitive function after coronary artery bypass surgery: a randomized, prospective study^{††}

European Journal of Cardio-Thoracic Surgery 47 (2015)
Zeljko Colak*, Marko Borjovic*, Anamarija Bogovic*, Visnja Ivancan*, Bojan Biocina*

Cerebral Oxygen Desaturation Predicts Cognitive Decline and Longer Hospital Stay After Cardiac Surgery

James P. Slater Ann Thorac Surg 2009;87:36-45

Monitoring Brain Oxygen Saturation During Coronary Bypass Surgery: A Randomized, Prospective Study

John M. Murkin, MD, FRCP(C)* (Anesth Analg 2007;104:51-8)

Noninvasive cerebral oxygenation may predict outcome in patients undergoing aortic arch surgery

Gregory W. Fischer

J Thorac Cardiovasc Surg 2011

**rSO_2 TAKİBİ VE
DESATÜRASYONUN
DÜZELTİLMESİ**

- ✓ Nörolojik sonuçları iyileştirir
- ✓ Mortalite/morbidite ↓

Near-infrared spectroscopy for monitoring cerebral ischemia during selective cerebral perfusion
European Journal of Cardio-thoracic Surgery 26 (2004)
Kazumasa Orihashi^a, Taijiro Sueda, Kenji Okada, Katsuhiko

ERKEN UYARI VEREREK KATASTROFİK OLAYLARI ENGELLER

- ✓ Kanül malpozisyonları, oksijenatör yetersizliği ve hipoksi/hiperoksemi atakları
- ✓ Klinik yönetimi destekler

Cerebral Oximetry Provides Early Warning of Oxygen Delivery Failure During Cardiopulmonary Bypass
Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia, Vol 16, No 2 (April), 2002
Aarti Prabhune, MD, Aida Sehic, MD, Paul A. Spence, MD, Tracey Church, CCP,

The role of regional cerebral oxygen saturation on adjustment of fraction of inspired oxygen during coronary artery bypass graft surgery
Koronar arter bypass greft cerrahisi sırasında inspired edilen oksijen fraksiyonunun ayarlanmasında regional serebral oksijen saturasyonunun rolü
Kazım Tuzmanlı¹, Şahin Sarıoğlu², Zehra Şahin Ustaoglu³, İlhan Aydın⁴

Relationship of Intraoperative Cerebral Oxygen Saturation to Neurodevelopmental Outcome and Brain MRI at One Year of Age in Infants Undergoing Biventricular Repair
Barry D. Kussman, MBBCh, David Wypij, PhD, Peter C. Laussen, MBBS, Janet S. S.

Predictive value of perioperative near-infrared spectroscopy for neurodevelopmental outcomes after cardiac surgery in infancy
Thorac Cardiovasc Surg 2013
Erica D. Sood, PhD,⁴⁰ Julie S. Benzaken, PhD,⁴¹ Ryan R. Davies, MD,⁴ Edward Woodford, MPAS,

Perioperative cerebral oxygen saturation in neonates with hypoplastic left heart syndrome and childhood neurodevelopmental outcome
Thorac Cardiovasc Surg 2013
George M. Hoffman, MD,⁴² Cheryl L. Bessie, PhD,⁴³ Kathleen A. Muscato, BSN, PhD,⁴⁴

✓ Perioperatif düşük rSO₂ anormal nörogelişimsel sonuçlarla ve yüksek mortalite morbidite ile ilişkilidir

✓ rSO₂ takibi nörolojik sonuçları iyileştirebilir

Near Infrared Spectroscopy as a Predictor for Shunt Requirement During Carotid Endarterectomy
Eur J Vasc Endovasc Surg (2017)
M. Jonsson^a, D. Lindström^b, A. Wanhainen^c, K. Djavan Gidlund^d, P. Gillgren^e

KAROTİS OPERASYONLARINDA NIRS-rSO₂ takibi

- ✓ İskemiye %95 sensitivite, %81 spesifite ile öngörüyor
- ✓ Şant gerekliliği ↓
- ✓ Daha iyi nörolojik sonuçlar

Klinik Çalışma

Karotis Endarterektomi Operasyonlarının Retrospektif Değerlendirilmesi
Murat AKSUN^a, Serkan YAZMAN^{a*}, Nacihan KARAHAN^a, İsl ÇOŞKUN MUSAĞLU

SEREBRAL OKSİJEN DESATÜRASYONUNU DÜZELTMEK İÇİN ALGORİTMA

BASAMAK 1 KONTROL, KONTROL, KONTROL	Oximeter/sensor kontrol et Ekipman (ventilator/pump) kontrol et Baş/kanül pozisyonu kontrol et
BASAMAK 2 SEREBRAL OKSİJEN SUNUMUNU OPTİMİZE ET	Kalp debisi azalmış veya maldistribüsyon var ise; volum infüzyonu, inotropik, vasodilatörler kullan PaO ₂ çok düşük ise: FiO ₂ /PaO ₂ arttır Hct < 25%: Kan transfüzyonu yap PaCO ₂ < 45 mmHg: PaCO ₂ arttır Perfüzyon basıncını arttır
BASAMAK 3 SEREBRAL OKSİJEN TÜKETİMİNİ AZALT	Hipertermiyi kontrol et Anestezi derinliğini arttır Nöroprotektif ajanlar

Moerman ve ark. Acta Anaesth. Belg. 2010

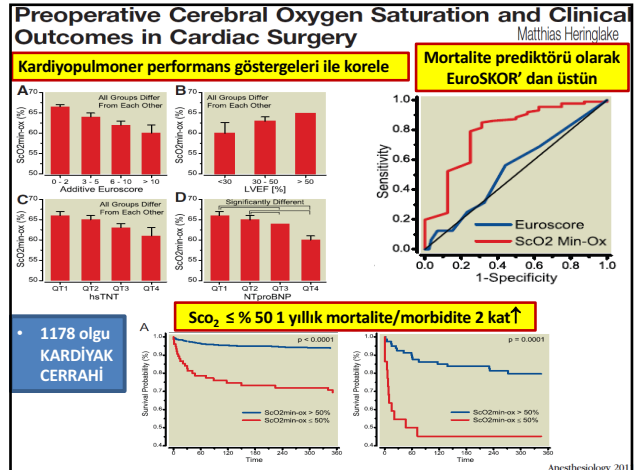
Cerebral Oximetry

Monitoring the Brain as the Index Organ

Anesthesiology 2011; 114:12-5
John M. Murkin,

Serebral satürasyon takip edildiğinde, beyin, sistemik fonksiyonel durum ve sistemik malperfüzyon için de bir gösterge olabilir

?



Blood Pressure Excursions Below the Cerebral Autoregulation Threshold During Cardiac Surgery Are Associated With Acute



Kan basıncının NIRS bazlı serebral otheregölasyon monitörü (COx) ile bireyselleştirilmiş yönetimi, serebral perfüzyonu ve diğer organların optimum perfüzyonunu sağlayarak sonuçları iyileştirebilir

Daijiro Hori, MD¹, Masahiro Ono, MD, PhD¹, Thomas E. Rappold, BS², John V. Conte, MD¹

HASTA SONUÇLARI



- ✓ Düşük rSO₂/nörolojik komplikasyon ilişkisi için kanıtlar zayıf
- ✓ Düşük rSO₂ geliştirmek için yapılan girişimlerin nörolojik komplikasyonları engellediği gösterilememiş
- ✓ rSO₂ bazlı algoritmanın nörolojik komplikasyonlar, mortalite ve organ hasarı ile ilgili klinik yararı gösterilememiş

Daha fazla, yüksek kalitede klinik çalışmaya ihtiyaç var

JUGULER VENÖZ BULB OKSİMETRİ (SjvO₂)

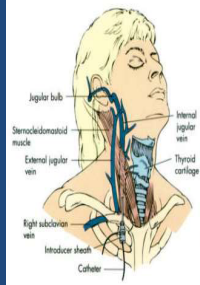
- Juguler bulbusa yerleştirilen fiberoptik kateter ile global serebral oksijen sunumu ve tüketim ilişkisi izlenir

Normal değeri % 55-71

Serebral hipoksi < %50

İrreversible iskemik hasar < %20

Oldukça invazif
Bireysel anatomik farklılıklar etkiler
Düşük akımda güvenilir değil



SUNUM AKIŞI

■ NÖROFİZYOLOJİK MONİTÖRİZASYON

Elektroensefalografi (EEG)

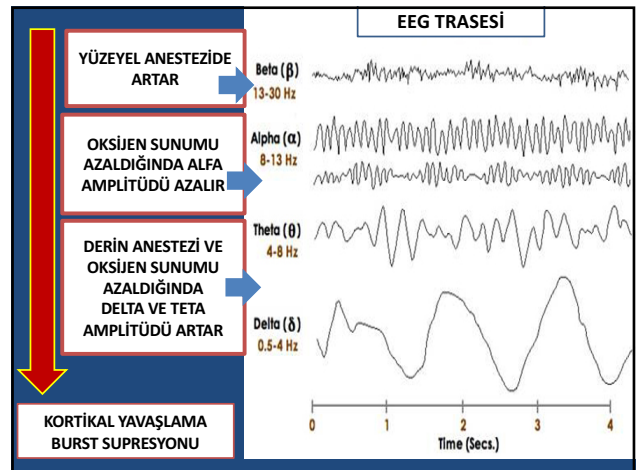
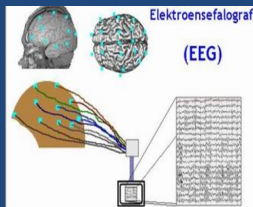
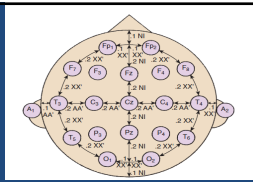
İşlenmiş EEG-Bispektral index (Bis)

Somatosensoriyel (SSEP) ve Motor uyarılmış potansiyeller (MEP)



ELEKTROENSEFALOGRAFI

- Elektrotlar (2-16 kanallı) ile serebral kortikal elektriksel aktiviteyi değerlendirir
- Serebral korteksin piramidal hücrelerinin oluşturduğu postsinaptik potansiyellerinin toplamı EEG dalgalarını oluşturur
- Klinik yorum frekans, amplitüd, simetri ve asimetriye göre yapılır



EEG KULLANIM ALANLARI

- DHCA yeterli elektriksel sessizliğin sağlanması
- Anestezi derinliğinin izlenmesi
- Serebral kan akımı değişiklikleri
- İskemi tespiti
 - 16 kanallı EEG idealdir
 - Minimum 4 kanallı olmalıdır
- Nöbet aktivitesinin belirlenmesi

Degree of hypothermia in aortic arch surgery – optimal temperature for cerebral and spinal protection: deep hypothermia remains the gold standard in the absence of randomized data

Brian R. Englund¹, Nicholas D. Andersen¹, Asif M. Husain², Joseph P. Mathew³, G.

DISEASES OF THE AORTA
ORIGINAL ARTICLE

Intraoperative Electroencephalogram-Guided Deep Hypothermia Plus Antegrade and/or Retrograde Cerebral Perfusion During Aortic Arch Surgery

Takashi Murashita, M.D., and Alberto Pochettino, M.D/ *Card Surg* 2016.

Aort Cerrahisinde İntraoperatif 16 Kanallı Elektroensefalogram ve Bilateral Near İnfrared Spektroskopi Monitörizasyonu

Intraoperative 16-Channel Electroencephalography and Bilateral Near Infrared Spectroscopy Monitoring in Aortic Surgery

Türk J Anaesth Reanim 2015
Aşlı Demir¹, Bahar Aydın¹, Erkin Utku Önal², Mustafa Binal³, Rabia Koçulu⁴, Ahmet Sarıtaş⁵, Umit Karademir⁶

AORT CERRAHİLERİNDE

- ✓ DHCA nöroproteksiyon için efektif elektriksel sessizliği belirlemede altın standart !!!
- ✓ Serebral kan akımının yeterliliği
- ✓ Serebral kortikal durum takibi

Can J Anaesth/ Can Anaesth (2011) 60:266–279
DOI 10.1007/s12630-012-9876-4

REPORTS OF ORIGINAL INVESTIGATIONS

Cerebral monitors versus regional anesthesia to detect cerebral ischemia in patients undergoing carotid endarterectomy: a meta-analysis

Comparaison des moniteurs cérébraux et de l'anesthésie pour détecter l'ischémie cérébrale chez les patients subissant une endartériectomie carotidienne: une méta-analyse

Joanne Guay, MD - Sandra Kopp, MD

Journal of Biomedical Research, 2010.

Protocol for electrophysiological monitoring of carotid endarterectomies

Hong Liu^a, Anthony M Di Giorgio^b, Eric S Williams^c, William Evans^c, Michael J Russell^{bd}

- ✓ İskemi tespitinde güvenilirlik için çok kanallı EEG kullanılmalı!!!

EEG KULLANIM KISITLILIKLARI

- Anestezik ajanlardan, ısı ve elektriksel donanımlardan etkilenir
- Subkortikal dokuları değerlendiremez
- Ham EEG sinyallerini anlamak ve yorumlamak özel uzmanlık gerektirir
- Veriler subjektif ve yoruma açıktır

İŞLENMİŞ EEG BAZLI MONİTÖRLER

- İşlenmiş EEG monitörleri tek, iki ya da dört kanallı EEG prensibini kullanarak EEG sinyallerini fast fourier transformasyonla sayısal hale getirirler

Bispektral indeks (BİS- tek kanallı)
Hasta durum indeksi (PSI- 4 kanallı)
Entropi
Narkotrend (tek kanallı)
NeuroSense



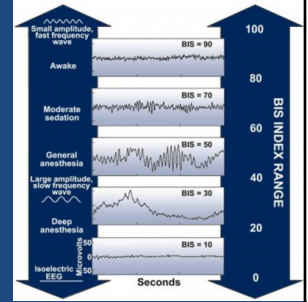
İŞLENMİŞ EEG BİSPEKTRAL İNDEKS (BİS)

- Tek kanallı frontal EEG aktivitesidir

Kullanım Alanları

- ✓ Anestezi derinliğinin takibi
- ✓ Ajan titrasyonunda
- ✓ Farkındalığın engellenmesi
- ✓ Burst supresyonunun takibi

Serebral iskemi tespitinde kullanımı kuşkulu!!!



BİS VE HASTA SONUÇLARI İLE İLİŞKİSİ

- Yetersiz anestezi düzeyi
 - Farkındalığı artırır
- Uzun süren /derin anestezi maruziyeti
 - BIS < 45 kalması ve süresi
 - Hastane ve yoğun bakım kalış süreleri ↑
 - Deliryum ve POKD riski ↑
 - Mortalite-morbidite ↑

Anestezi derinliği takip edilmeli ve titre edilmelidir

Kertai ve ark. Anesthesiology. 2010
Chan ve ark. Journal of Neurosurgical Anesthesiology. 2013
Cochrane Database of Systematic Reviews 2014

Bispectral index for improving anaesthetic delivery and postoperative recovery

Cochrane Database of Systematic Reviews 2014,
Yodying Punjasawadwong¹, Aram Phongchiewboon¹, Nuchanart Bunchumngkol¹

- 36 Çalışma
- Yüksek riskli grup
- BIS
- ETAC
- Rutin klinik işaretler

- ✓ BIS kılavuzluğu klinik işaretlerin takibine göre farkındalığı azaltır
- ✓ BIS ve ETAC eşit etkili
- ✓ TIVA tekniği kullanılıyor ise BIS ile takip edilmeli
- ✓ BIS kılavuzluğu
 - Anestezi tüketim
 - Anesteziden derlenme
 - PAKU kalışı

Postoperative Delirium in a Substudy of Cardiothoracic Surgical Patients in the BAG-RECALL Clinical Trial

Elizabeth L. Whitlock, MD, MSc, *Anesth Analg*. 2014

EJA *Eur J Anaesthesiol* 2017; **34**:192–214

GUIDELINES

European Society of Anaesthesiology evidence-based and consensus-based guideline on postoperative delirium

Cesar Aldaco, Gabriella Bellotti, Federico Blotto, Robert D. Sanders, Riccardo Aurilio

GUIDELINES

Diagnosis, prevention, and management of delirium: summary of NICE guidance

John Young, Lakshmi Murthy, Maggie Westby, Anayo Akunne, Rachel O'Mahony, on behalf of the Guideline Development Group

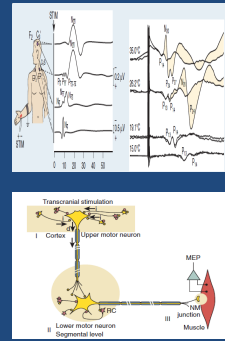
✓ Anestezi derinliğinin takibi deliryumu azaltır

✓ Deliryum oranı BIS < ETAC

✓ Deliryum riskini azaltmak için anestezi derinliği takip edilmelidir

SOMATOSENÖRİYEL (SSEP) ve MOTOR UYARILMIŞ POTANSİYELLER (MEP)

- Periferik ve santral sinir sistemindeki eksojen stimulusların beyin sapı ve korteksteği yanıtını monitörize ederler
- Spinal kordun fonksiyonel bütünlüğünü değerlendirirler; SSEP, spinal kordun posteriorunu MEP, spinal kordun anteriorunu değerlendirir



Kaplan's Cardiac Anesthesia
7th Edition, 2016

Intraoperative neuromonitoring in major vascular surgery

V. C. So and C. C. M. Poon*

Nörofizyolojik Monitörizasyon

✓ Spinal koruma manevraları için yol göstericidir, nörolojik sonuçları iyileştirir

author(s)	n	monitoring	findings
Meyers and colleagues ¹⁰	38	SSEP vs MEP	Ischaemic MEP changes occurred in 15 patients, with a delay of 2–34 min. SSEPs decreased in 15 other patients. Intraoperative events or post-operative MEP signals (4.2%) were absent. Three of 21 patients (14%) exhibited SSEP loss, with intraoperative SSEPs had delayed alterations in recovery compared with MEPs.
Jacobs and colleagues ¹¹	112	MEP	MEPs were highly correlated with changes in motor evoked potentials (MEPs) and were superior to SSEPs because of their direct and rapid response to spinal malperfusion. Monitoring both peripheral and cortical SSEPs prevented false positive results.
Wiegand and colleagues ¹²	21	SSEP vs MEP	MEPs had 100% sensitivity, 65% specificity, and 96% negative predictive value for spinal cord ischaemia. Earlier and longer absence of MEPs and SSEPs were associated with higher risk of paraplegia.
Husain and colleagues ¹³	42	SSEP vs MEP	MEPs and MEPs were highly correlated only when changes were irreversible. MEPs did not add further information to SSEPs.
Shine and colleagues ¹⁴	60	SSEP vs MEP	MEPs and MEPs were highly correlated only when changes were irreversible. MEPs did not add further information to SSEPs.
Kayhani and colleagues ¹⁵	233	SSEP vs MEP	MEPs and MEPs were highly correlated only when changes were irreversible. MEPs did not add further information to SSEPs.
Estroff and colleagues ¹⁶	105	SSEP vs MEP	MEPs and MEPs were highly correlated only when changes were irreversible. MEPs did not add further information to SSEPs.
ter Wolk and colleagues ¹⁷	97	SSEP vs MEP	MEPs and MEPs were highly correlated only when changes were irreversible. MEPs did not add further information to SSEPs.

KULLANIM KISITLILIKLARI

- İnhalasyon anesteziikleri
- İV anesteziiklerin bolus uygulamaları, nöromusküler blokerler
- Isı ve ani hemodinamik değişikliklerden etkilenirler
- Teknik ekipman ve deneyimli ekip gerektirirler

TIVA dengeli anestezi tekniği önerilmektedir

SONUÇ

- ✓ Kardiyovasküler cerrahide nörolojik hasarlar kompleks ve multifaktöryeldir
- ✓ Her bir monitör santral sinir sisteminin belli bir kısmını değerlendirir
- ✓ Teknolojik açıdan kısıtlı yönleri mevcuttur

MULTİMODAL NÖROMONİTÖRİZASYON



TEŞEKKÜRLER

Konjenital kalp cerrahisinde nörolojik monitörizasyon tedavi algoritmi

Table 3. Neurological Monitoring Treatment Algorithm for Congenital Heart Surgery

Monitor	Change	Intervention pre/post bypass	Intervention on bypass	Intervention on DHCA
NIRS (rSO ₂ %)	≥20% relative to preincision baseline DHCA: rSO ₂ < 30%, or at nadir > 30% rSO ₂ ≥ 95%	Cardiac output, high, FiO ₂ , PaCO ₂	Bypass flow, PaCO ₂ , MAP, temp, high, √CBFV adjust cannulae	–
	rSO ₂ < 30%	–	None, or √CBFV – bypass flow or PaCO ₂ if >25% above baseline	Reperfusion if possible
	rSO ₂ < 30%	Rapid institution bypass, aggressive measures to O ₂ delivery	Aggressive treatment: bypass flow, PaCO ₂ , MAP, temp, high, √CBFV adjust cannulae	Reperfusion if possible
TCD (mean CBFV, cm/s)	≥25% from preincision baseline	√ transducer, √ NIRS – if low, cardiac output, PaCO ₂ , MAP	√ transducer, √ NIRS – if low; bypass flow, PaCO ₂ , MAP, adjust cannulae	–
	≥25% from preincision baseline	PaCO ₂ , anesthetic depth MAP	PaCO ₂ , anesthetic depth, MAP	–
	Embolic: more than isolated HTS	De-air all infusions, Trendelenberg, stop rapid fluid boluses, search for and treat air entrainment in surgical field, assess TEE for air, return to bypass for de-airing	De-airing maneuvers, Trendelenberg, assess TEE for air, slow wean from bypass	–
BIS	≥80 No isoelectric EEG prior to DHCA <30 during rewarming bypass	Anesthetic depth	Anesthetic depth Additional cooling time: lower temperature before DHCA Reduce or discontinue volatile agent on bypass pump	–

Andropoulos DB. Anesth Analg 2004; 99: 1365-75

KULLANIM ALANLARI

- Karotis operasyonlarında SSEP;
- Spinal kord perfüzyonunun risk altında olduğu torakoabdominal aort cerrahilerinde SSEP ve MEP birlikte kullanılması önerilmektedir

So ve ark. BJA, 2015.

HASTA SONUÇLARI

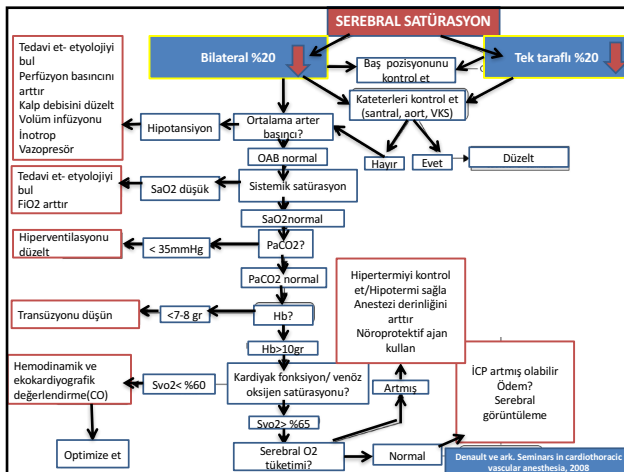
- ✓ Düşük rSO_2 /nörolojik komplikasyon ilişkisi için kanıtlar zayıf
 - ✓ Düşük rSO_2 geliştirmek için yapılan girişimlerin nörolojik komplikasyonları engellediği gösterilememiş
 - ✓ rSO_2 bazlı algoritmanın nörolojik komplikasyonlar, mortalite ve organ hasarı ile ilgili klinik yararı gösterilememiş
- Daha fazla, yüksek kalitede klinik çalışmaya ihtiyaç var**



TCD VERİLERİNİN YORUMLANMASI VE ÖNERİLER

	TKD	NEDEN	GİRİŞİM
KPB ÖNCESİ	Tepe akım hızı ↓	Prob yerleşimi kötü Aorta obstrüksiyon Aorta diseksiyon	Probu kontrol et Aort kanülünü kontrol et
	Diastolik akım hız ↓	Kaval obstrüksiyon	Venöz kanülü kontrol et
KPB DÖNEMİ	Tepe akım hızı ↑	Hiperemi	Pompa akımını azalt
	Tepe akım hızı ↓	Prob yerleşimi Akım/tüketim dengesizliği (CO, PaCO ₂ , OAB, anestezi derinliği)	Prob ve kanülü kontrol et Pompa akımını artır Metabolik ihtiyacı azalt
	Emboli saptanması	Gaz, partikül	Trendelenburg pozisyonu ver Hava kaynağını belirle KPB ile hava çıkart TÖE kontrol et

Akpek E. Anestezi Dergisi, 2008



ERİNİN YORUMLANMASI VE ÖNERİLER

	TCD	NEDEN	GİRİŞİM
si	Tepe akım hızı ↓	Prob yerleşimi kötü Aortada obstrüksiyon Aortada diseksiyon	Probu kontrol et Aort kanülünü kontrol et
	Diastolik akım hız ↓	Kaval obstrüksiyon	Venöz kanülü kontrol et
Mi	Tepe akım hızı ↑	Hiperemi	Pompa akımını azalt
	Tepe akım hızı ↓	Prob yerleşimi Akım/tüketim dengesizliği (CO, PaCO ₂ , OAB, anestezi derinliği)	Prob ve kanülü kontrol et Pompa akımını artır Metabolik ihtiyacı azalt

Multimodal Brain Monitoring Reduces Major Neurologic Complications in Cardiac Surgery

Paolo Zanatta, MD,* Simone Messerotti Benvenuti, MS,† Enrico Bosco, MD,* Fabrizio Baldanzi, MS,‡ Daniela Palomba, MD,† and Carlo Valfre, MD§
Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia, Vol 25, No 6 (December), 2011; pp 1076-1085

- 166 olgu TKD, EEG, SSEP
- 1555 olgu nörolojik monitorizasyon yok

Multimodal nörolojik monitörizasyon

- ✓ Majör nörolojik disfonksiyon ↓
- ✓ Mekanik ventilasyon süresi ↓
- ✓ Hastane kalış süresi ↓
- ✓ Yoğun bakım kalış süresi ↓

MULTİMODAL NÖROLOJİK MONİTÖRİZASYON HASTA SONUÇLARINI İYİLEŞTİRİR

BİS KULLANIMI VE FARKINDALIK

2463 hasta
Farkındalık için yüksek riskli grup
BIS (40-60)/NON-BIS

6041 hasta
Farkındalık için yüksek riskli grup
BIS/ETAC (en-tidal ajan konsantrasyonu (MAC 1.3))

TIVA tekniği kullanılıyor ise BIS kılavuzluğu öneriliyor!!

✓ BIS grubunda farkındalık %82 daha az

✓ BIS/ETAC farkındalık oranlarında fark yok
✓ ETAC objektif, güvenilir

Myles ve ark. *Lancet*, 2004
Avidan ve ark. *N Eng J Med*, 2011
Avidan ve ark. *Anesthesiology*, 2013

Mortality Predicted by Preinduction Cerebral Oxygen Saturation After Cardiac Operation

Ann Thorac Surg 2014;
Xiumei Sun, MD, Jennifer Ellis, MD, Paul J. Corso, MD, Peter C. Hill, MD,

Original Article

Cerebral oximetry and postoperative delirium after cardiac surgery: a randomised, controlled trial*

L. Lei,¹ R. Katzendorn,² L. Federka,³ J. Carroll,³ H. Pomutavala,⁴ M. Machini,⁵ R. Shyza,⁶ V. Rao⁷ and

Impact of monitoring cerebral oxygen saturation on the outcome of patients undergoing open heart surgery

Annals of Cardiac Anaesthesia • Vol. 16.2 • Apr-Jun-2013
Mohandas B. S., A. M. Jagadeesh, Vikram S. B.

- ✓ Perioperatif düşük rSO₂ düzeyi kötü nörolojik sonuçlarla ve sistemik komplikasyonlarla ilişkilidir
- ✓ rSO₂ optimizasyonu için hedefe yönelik girişimler komplikasyonları azaltabilir

Transcranial Doppler Monitoring in Carotid Endarterectomy

A Systematic Review and Meta-analysis
J Ultrasound Med 2017; 36:621-630 | 0276-4297
 Boloni Udo, MBBS, Prashant Natarajan, MBBS, Karthi Thangarajan, MBBS, Lawrence R. Weikert, MD, Donald J. Greenwald, PhD, Jigay S. Balazs, PhD, Parthasarathy D. Thirumala, MD, MS

- 25 makale, 4705 olgu
- TKD ile, MCA akım hızı ve MES (Mikroembolik sinyaller) değerlendirilmiş
- İnme ilişkisi incelenmiş

Intraoperative Embolization and Cognitive Decline After Cardiac Surgery: A Systematic Review

Nikhil Patel, PhD¹, Jatinder S. Minhas, MBBS², and Emma M. L. Chung, PhD³

- TKD ile operatif emboli yükünün tespit edildiği 19 kardiyak cerrahi çalışması değerlendirilmiş

TKD Değişiklikleri;

- ✓ İnme tahmininde % 72 spesifik, % 56 sensitif
- ✓ İnme durumunda 4 kat daha fazla değişiklik gözleniyor (MCA akım hızı veya MES)
- ✓ İnme tahmininde MCA akım hızı değişiklikleri, MES göre güçlü şekilde % 84.1 spesifiktir
- ✓ KVC olgularında emboli nedeni multifaktöriyel
- ✓ Yüksek embolik yük POKD ile ilişkilidir
- ✓ TKD emboli yükünün belirlenmesinde ve gerekli girişimin yapılmasında etkindir

Neuromonitoring Using Motor and Somatosensory Evoked Potentials in Aortic Surgery
J Card Surg 2016;
 Lucy Y. Liu, B.A.,* Brooke Callahan, Au.D.,† Sven Peterss, M.D.,*†

Nörofizyolojik Monitörizasyon

- ✓ Spinal koruma manevraları için yol göstericidir
- ✓ Nörolojik sonuçları iyileştirir

Assessment of intraoperative motor evoked potentials for predicting postoperative paraplegia in thoracic and thoracoabdominal aortic aneurysm repair

Toshinori Horuchi • Masahiko Kawaguchi • Satoshi Inoue • Hironobu Hayashi •

Value and Pitfalls of Neurophysiological Monitoring in Thoracic and Thoracoabdominal Aortic Replacement and Endovascular Repair

Authors: C. Terribilino, M. Nether, J. D. Coatsworth, A. A. Nuss, M. Conry, K. Guttard, J. E. Reynolds, J. E. Wiegand

Transcranial Doppler Monitoring in Carotid Endarterectomy
 A Systematic Review and Meta-analysis

Reshmi Udeddy, MBBS, Pruthviraj Natarajan, MBBS, Karthy Thiagarajan, MBBS, Lawrence R. Wechsler, MD, Donald J. Crammond, PhD, Jeffrey R. Bulzer, PhD, Parthasarathy D. Thirumala, MD, MS

TKD Değişiklikleri;

- ✓ İnme tahmininde % 72 spesifik, % 56 sensitif
- ✓ İnme durumunda 4 kat daha fazla değişiklik gözleniyor (MCA akım hızı veya MES)
- ✓ İnme tahmininde MCA akım hızı değişiklikleri, MES göre güçlü şekilde % 84.1 spesifiktir

- 25 makale, 4705 olgu
- TKD ile, MCA akım hızı Mikroembolik sinyaller (MES) değerlendirilmiş
- İnme ilişkisi incelenmiş

Intraoperative Embolization and Cognitive Decline After Cardiac Surgery: A Systematic Review

Nikhil Patel, PhD¹, Jatinder S. Minhas, MBBS¹, and Emma M. L. Chung, PhD¹

TKD ile operatif emboli yükünün tespit edildiği 19 kardiyak cerrahi çalışması değerlendirilmiş

- ✓ KVC olgularında emboliler multifaktöriyel nedenlerle yüksek oranda görülür
- ✓ Yüksek embolik yük POKD ile ilişkilidir
- ✓ TKD emboli yükünün belirlenmesinde ve gerekli girişimin yapılmasında etkindir

The Transcranial Doppler Sonography for Optimal Monitoring and Optimization of Cerebral Perfusion in Aortic Arch Surgery: A Case Series

Tamer Ghazy, MD, PhD,¹ Ayham Darwish, MD,¹ Torsten Schmidt, MD, PhD,² Phong Nguyen

9 olgu, Aort cerrahisi (T1P A Diseksiyon/Anevrizma) OHCA (26-30 C), TKD ile serebral kan akımı yeterliliği ve emboliler değerlendirilmiş

Serebral perfüzyon basınç arttırmışlar