

Koroner Arter Baypas Cerrahisinde Desfluranın Farklı MAK Değerlerinde Juguler Venöz Oksijen Saturasyonu Üzerine Etkileri

Veli Mistanoglu ©
Şefika Türkan Kudsioğlu ©
Nihan Yapıcı ©
Hüseyin Maçika ©

The Effects of Different MAC Values of Desflurane on Jugular Venous Oxygen Saturation in Coronary Artery Bypass Surgery

Etik Kurul Onayı: Dr. Siyami Ersek Göğüs Kalp Damar Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Etik Kurulu'ndan onay alınmıştır (08.10.2014 - 7120).
Çıkar Çatışması: Çıkar çatışması bulunmamaktadır.
Finansal Destek: Yoktur.
Hasta Onamı: Hastalardan yazılı onam alınmıştır.

Ethics Committee Approval: Dr. Siyami Ersek Thoracic and Cardiovascular Surgery Training and Research Hospital Ethics Committee approval was obtained (08.10.2014 - 7120).
Conflict of Interest: There is no conflict of interest.
Funding: None.
Informed Consent: Written informed consent was obtained from all patients.

Cite as: Mistanoglu V, Kudsioğlu ŞT, Yapıcı N, Maçika H. Koroner arter baypas cerrahisinde desfluranın farklı MAK değerlerinde juguler venöz oksijen saturasyonu üzerine etkileri. GKDA Derg. 2021;27(4):247-53.

Öz

Amaç: Desfluran kardiyak anestezide hemodinamik stabilite ve hızlı derlenme sağladığı için kullanılmaktadır. Çalışmada, koroner arter baypas cerrahisinde (KABG) desfluranın farklı minimal alveoler konsantrasyonlarda (MAK) kullanımının, juguler venöz oksijen saturasyonu (SjvO₂) ve hemodinamik parametreler üzerine etkileri araştırıldı.

Yöntem: KABG planlanan 60 hasta, hastane etik kurulu ve hasta onamı alınarak 3 gruba ayrıldı. Desfluran bu gruplarda sırasıyla 0.5, 1.0 ve 1.5 MAK değerlerinde kullanıldı. Rutin invazif kateterizasyona ek olarak retrograd juguler venöz kateter takıldı. Hemodinamik veriler, SjvO₂ diğer parametreler ve kan gazı değerleri KPB öncesi, KPB süresince ve sonrasında kaydedildi.

Bulgular: Tüm gruplardaki SjvO₂ değerleri desaturasyon sınırında bulunmadı. Glukoz, laktat, parsiyel arter O₂ saturasyonu (PaO₂) ve parsiyel juguler venöz O₂ saturasyonu (PjvO₂) değerleri normal seyretti. Her grupta KPB'ye girişte hipotermi ve hemodilüsyonun etkisiyle arter ve juguler venöz O₂ kontenat farkı O₂CT (a-jv) değerlerinde düşme görüldü (p<0,05).

Sonuç: SjvO₂, beyin kan akımı ve beyin oksijen metabolik hızı arasındaki dengeyi ve serebral perfüzyonun yeterliliğini yansıtmaktadır. Daha önceki çalışmalarda; KABG sırasında izofluran, sevofluran ve desfluranın 0,5 MAK düzeyinde, SjvO₂ üzerindeki etkilerine araştırılmıştır. Üç inalyasyon ajanında SjvO₂ üzerine etkileri benzer görülmüştür. Çalışmamızda kullanılan desfluranın 3 farklı MAK değerlerinde, serebral otonöregülasyonun bozulmadığı ve SjvO₂ değerlerinin düşmediği tespit edildi. Ancak hemodinamik bulgulara da yansyan 0,5 MAK dozunun stres yanıtı yeterince baskılayamadığı, özellikle hipertansif hastalarda daha yüksek MAKdeğerlerinin hemodinamik stabilite sağladığı görüldü. 1.5 MAK ise bazı hastalarda hipotansiyona neden olmakta ve vasopressör ilaçlara gereksinim olabilmektedir. Hemodinamik stabilite 1.0 MAK değeri sağlanmaktadır.

Anahtar kelimeler: juguler venöz oksijen saturasyonu (SjvO₂), koroner arter baypas cerrahisi, desfluran

ABSTRACT

Objective: Desflurane is used in cardiac anesthesia because it provides hemodynamic stability and rapid recovery. In this study, the effects of using different minimal alveolar concentrations (MAC) of desflurane on jugular venous oxygen saturation (SjvO₂) and hemodynamic parameters in coronary artery bypass surgery (CABG) were investigated.

Methods: Sixty patients who were scheduled for CABG were divided into 3 groups after obtaining the hospital ethics committee and patient consent. Desflurane was used in these groups at 0.5, 1.0 and 1.5 MAC values, respectively. In addition to routine invasive catheterization, a retrograde jugular venous catheter was inserted. Hemodynamic data, SjvO₂, other parameters and blood gas values were recorded before, during and after CPB.

Results: SjvO₂ values in all groups were not within the desaturation limit. Glucose, lactate, partial arterial O₂ saturation (PaO₂) and partial jugular venous O₂ saturation (PjvO₂) values remained normal. In each group, a decrease was observed in arterial and jugular venous O₂ content difference O₂CT (a-jv) values due to hypothermia and hemodilution at admission to CPB (p<0.05).

Conclusion: SjvO₂ reflects the balance between cerebral blood flow and cerebral oxygen metabolic rate and the adequacy of cerebral perfusion. In previous studies; The effects of isoflurane, sevoflurane and desflurane on SjvO₂ at 0.5 MAC level during CABG were investigated. The effects of the three inhalation agents on SjvO₂ were similar. It was determined that cerebral autoregulation was not impaired and SjvO₂ values did not decrease in 3 different MAC values of desflurane used in our study. However, it was observed that 0.5 MAC dose, which was also reflected in the hemodynamic findings, did not suppress the stress response sufficiently, and higher MAC values provided hemodynamic stability, especially in hypertensive patients. 1.5 MAC causes hypotension in some patients and vasopressor drugs may be needed. Hemodynamic stability is provided at a MAC value of 1.0.

Keywords: jugular venous oxygen saturation (SjvO₂), coronary artery bypass surgery, desflurane

Received/Geliş: 23.08.2021
Accepted/Kabul: 26.08.2021
First Published: 21.09.2021

Veli Mistanoglu
Dr. Ali Kemal Belviranlı Kadın Doğum ve
Çocuk Hastanesi, Anesteziyoloji ve
Reanimasyon Bölümü
Konya, Türkiye
✉ turkancoruh@gmail.com
ORCID: 0000-0003-3232-0108

Ş. T. Kudsioğlu 0000-0003-4109-3170
N. Yapıcı 0000-0002-7684-8177
SBÜ. Siyami Ersek Göğüs Kalp ve Damar
Cerrahisi Merkezi EAH, Anesteziyoloji ve
Reanimasyon Kliniği,
İstanbul, Türkiye

H. Maçika 0000-0001-8618-854X
Acıbadem Kadıköy Hastanesi,
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Bölümü,
İstanbul, Türkiye

GİRİŞ

İnhalasyon anestezikleri; doza bağlı hızlı derlenme, önkoşullama ile nöroprotektif etkileri nedeniyle kardiyak anestezide kullanılmaktadır. Desfluranın kardiyovasküler etkileri; % 5.9 (1 MAK) olan konsantrasyonda sistemik kan basıncını ve kalp hızını değiştirmemektedir. Ancak daha yüksek konsantrasyonlarda sistemik damar direncinde azalmaya bağlı olarak kan basıncında düşmeye ve sempatik stimülasyon ile taşikardiye neden olabilmektedir ^[1,2]. Serebral kan akımı (SKA) ve serebral oksijen tüketimi arasındaki dengeyi yansıtan, juguler venöz oksijen saturasyonu (SjvO₂)'nun normal değeri %54-%73 olarak belirlenmiştir ^[3]. KPB'ın hipotermik döneminde, serebral metabolik O₂ tüketim hızının (SMHO₂), SKA'dan daha fazla azalması nedeniyle SjvO₂'de artış olmaktadır. Hipotermik KPB'ın yeniden ısınma döneminde ise SMHO₂'de artışa bağlı SjvO₂'de düşme meydana gelmektedir. Bu durumun O₂ sunum/tüketim dengesini bozabildiği ve hastalarda postoperatif nörolojik hasar sıklığını arttırabileceği gösterilmiştir ^[4]. Çalışmalarda SjvO₂'de desatürasyon limitleri, hipotermik (27-28°C) KPB sonrası SjvO₂'nin ≤ 50 ve PjvO₂'nin ≤ % 25 olması şeklinde tanımlanmış ve insidansı %23 olarak bildirilmiştir⁵. Normotermik KPB yapılan hastalarda desatürasyon oranının %54, hipotermik grupta ise %12 olduğu görülmüştür. Ayrıca desatürasyonun nörolojik hasarın açıklanmasında yardımcı olduğu fakat SjvO₂'nin fokal iskemik olaylarda yeterince duyarlı olmadığı da belirtilmiştir⁴. Nondate ve ark. ları KABG operasyonlarında izofluran, sevofluran SjvO₂'ye etkisini araştırmışlar, izofluranın KPB boyunca SjvO₂ değerlerini arttırdığını, sevofluranın ise SjvO₂'nin desatürasyon sınırının biraz üstünde olduğunu bulmuşlardır ^[6]. SjvO₂ global serebral perfüzyon yeterliliğini gösterirken, günümüzde near infrared spectroscopy (NIRS) monitorizasyonu noninvazif olarak bölgesel serebral O₂ saturasyonu hakkında bilgi vermektedir⁷. Yapılan çalışmalarda iki monitorizasyon yönteminin kantitatif olarak korelasyon gösterdiği saptanmıştır ^[7]. İnhalasyon ajanları ile yapılan çalışmalarda; KABG cerrahisinde izofluran, sevofluran ve desfluran anestezisinin SjvO₂'ye etkisi 0,5 MAK düzeyinde bakılmış, SjvO₂ üzerine üç ajanın da etkileri benzer bulunmuştur ^[6,8].

Çalışmamızda; KABG operasyonu planlanan hastalarda, desfluranın değişik MAK değerlerinde (0.5,1, 1.5)

kullanımının SjvO₂ ve hemodinamik parametreler, laktat, glukoz,ve O₂ kontenti üzerine etkilerinin gösterilmesi amaçlandı.

GEREÇ ve YÖNTEM

Hastane bilimsel komite onayı ve hasta onamları alındıktan sonra elektif KABG operasyonu planlanan 60 hasta çalışmaya alındı. Serebrovasküler hastalığı, insulin bağımlı diyabeti, kontrol edilemeyen hipertansiyonu ve karotis lezyonu olan hastalar çalışma dışında bırakıldı. Hastalar desfluranın 3 farklı MAK değeri kullanılacağı rastgele 3 gruba ayrıldı [grup I (n=20): MAK 0.5, grup II (n=20):MAK 1 ve grup III (n=20): MAK 1.5]. Hastalar midazolam 0.05 mg/kg sonrası ameliyathaneye alındı ve monitorize edildi (5 kanallı EKG, venöz ve radial arter kateteri). Anestezisi induksiyonu midazolam 0.1 mg/kg, fentanil 20 mcg/kg ve pankuronyum 0.1 mg/kg yapıldı, idamede fentanil 5 mcg/kg/dk ve pankuronyum 0.03 mg/kg/saat kullanıldı.

Desfluran, gruplara göre MAK değerlerinde sürekli verildi. İnternal juguler vene, santral venöz kateter (Biosensors international) ve serebral juguler O₂ izlemi için juguler venöz 18 G kateter(Braun) retrograde olarak yerleştirildi. Bu kateter postoperatif 2.saatte çekildi. Isıyı değerlendirmek için nazofarengeal ısı probu yerleştirildi. Atımsız pompa akımı 2.6±4 L/m²/dk ile sağlandı. KPB süresince ortalama arter basıncı (OAB), 55-75 mmHg arasında korundu. Hipertansiyon için nitrogliserin, hipotansiyon olduğunda efedrin kullanıldı. Parsiyel karbondioksit basıncı (PCO₂), normokapnik sınırlarda tutuldu. Isıya göre düzeltilmedi (α-stat tekniği). Çalışma aynı cerrahi ekibin aynı teknik uygulanan hastalarında yapıldı. Orta dereceli hipotermik (ortalama 28°C) KPB tekniği ile kan kardiolepsi kullanıldı. Bütün hastalarda herhangi bir medikal veya mekanik destek almaksızın KPB sonlandırıldı. Belirlenen dönemlerde eş zamanlı olarak, radyal arter ve juguler venöz kateterinden kan gazı analizleri yapıldı.

Dönemler; To: İndüksiyon sonrası stabil dönem T1: KPB'ın hipotermik dönemi (28-30°C), T2: KPB'ın ısınma dönemi (34-36°C), T3: KPB'dan çıktıktan sonraki stabil dönem,veT4: Postoperatif 2. saat

Bu dönemlerde OAB, kalp hızı (KH), santral venöz

basınç (SVB), S_{jv}O₂, arter ve juguler venöz O₂ kontenti farkı O₂CT (a-jv), arter ve juguler venöz laktat (a lac, Jvlac), arteriyel ve juguler venöz glukoz (a glc, Jvglc), Htc, PaO₂, PaCO₂, juguler venöz parsiyel oksijen basıncı (P_{jv}O₂), juguler venöz parsiyel CO₂ basıncı (P_{jv}CO₂), nazofaringeal ısı ölçümleri kaydedildi.

İstatistiksel Değerlendirmede; SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows 10.0 programı kullanıldı. Çalışma verilerinin analizinde tanımlayıcı istatistiksel metodların (Ortalama, Standart sapma) yanısıra niceliksel verilerin karşılaştırılmasında normal dağılım gösteren parametreler Oneway Anova, Tukey HSD testi; normal dağılım göstermeyen olgular ise Kruskal Wallis Varyans analizi ve Mann Whitney U testi kullanıldı. Sonuçlar % 95'lik güven aralığında, anlamlılık p<0,05 düzeyinde değerlendirildi.

BULGULAR

Hastaların özelliklerine göre dağılımı Tablo 1'de

görülmektedir. Desfluran kullanım gruplarına göre yaş dağılımları, operasyon süreleri ve KPB süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı (p>0,05). Kross klemp süreleri ise Grup II'de diğer gruplara göre daha yüksek bulundu (p<0,05).

Hemodinamik parametreler; OAB'ı değerlerinde, T₀ döneminde gruplararası fark yoktu. Özellikle grup I ve grup II de T₁, T₂, T₃ dönemlerindeki ölçümler bazal değerlere göre değişken seyretti (p<0,05) (Tablo 2). Kalp hızı, Grup I'de diğer iki gruba göre daha yüksek seyretti (p<0,05). Santral venöz basıncın gruplararası ve grup içi değerlerinde farklılık bulunmadı.

Kan gazı; PaO₂, PCO₂ değerlerinde grupların birbirine göre farklılıkları yoktu. T₀, T₁, T₂, T₃ ve T₄ dönemlerinde hemotokrit (Htc) ölçümlerinde gruplararası farklılık görülmedi (p>0,05), ancak tüm gruplarda KPB'da hemodilüsyona bağlı olarak bazal değere göre beklenen düşme kaydedildi (Tablo 3).

P_{jv}O₂ değerlerinde grup içi farklılıklar saptandı

Tablo 1. Hastaların özelliklerine göre dağılımı.

	Desfluran MAK			p
	Grup I (n:20) (MAK 0.5)	Grup II(n:20) (MAK 1)	Grup III(n:20) (MAK 1.5)	
Yaş (yıl)	62,78±6,02	55,28±11,55	57,07±11,42	0,130
Operasyon süresi (dk)	243,57±37,54	258,57±43,82	225,0±38,17	0,097
KPB süresi (dk)	91,92±26,30	100,28±35,26	79,07±30,94	0,204
Kross klemp süresi(dk)	51,57±16,31	63,07±29,30	40,85±17,08	0,035*
Greft sayısı(n)	3,07	3,21	2,36	

*p<0,05 anlamlı

Tablo 2. Ortalama Arter Basıncı (OAB) Değişiklikleri.

OAB (mmHg)	Desfluran MAK			p
	Grup I (n:20) (MAK 0.5)	Grup II (n:20) (MAK 1)	Grup III (n:20) (MAK 1.5)	
T ₀ (İndüksiyondan 30 dk.sonra)	87,0±9,69	79,35±6,70	76,42±7,99	0,005**
T ₁ (KPB'in hipotermik dönem)	68,15±7,52 ‡	69,21±5,64 ‡	69,21±4,02 ‡	0,865
T ₂ (KBP'nin ısınma dönem)	67,42±5,62 ‡	71,92±6,37 †	70,71±5,46 †	0,121
T ₃ (KBP'dan çıkıştan 30 dk. sonra)	78,07±6,91 †	74,64±6,31	71,35±5,48 †	0,026*
T ₄ (Postop 2.saat)	86,21±8,94	79,07±7,46	78,50±8,15	0,030*

*Gruplararası karşılaştırıldığında p<0,05 düzeyinde, **p<0,01 ileri düzeyde anlamlı

† Grup içi bazal değerler ile karşılaştırıldığında p<0.05 düzeyinde, ‡p<0.01 ileri düzeyde anlamlı

Tablo 3. Grupların Htc değerlerinin karşılaştırılması .

Htc(%)	Desfluran MAK			P
	Grup I (n:20) (MAK 0.5)	Grup II (n:20) (MAK 1)	Grup III (n:20) (MAK 1.5)	
T ₀	38,85±4,78	37,64±3,62	40,42±3,91	0,216
T ₁	26,35±1,64 ‡	25,50±0,85 ‡	26,85±1,99 ‡	0,082
T ₂	27,21±1,57 ‡	27,28±1,38 ‡	27,42±1,78 ‡	0,936
T ₃	28,71±1,85 ‡	28,21±2,08 ‡	28,85±1,91 ‡	0,638
T ₄	29,0±2,21 ‡	29,35±2,56 ‡	28,78±1,84 ‡	0,792

‡Grupiçi bazal değerler ile karşılaştırıldığında p<0.01 ileri düzeyde anlamlı

Tablo 4. PjvO₂ (mmHg) ve SjvO₂ (%) değerleri.

PjvO ₂ (mmHg) SjvO ₂ (%)	Desfluran MAK			P
	Grup I (n:20) (MAK 0.5)	Grup II (n:20) (MAK 1)	Grup III (n:20) (MAK 1.5)	
T ₀	48,28±16,21	56,35±30,26	51,07±19,45	0,639
	73,17±11,57	75,53±6,84	74,23±7,01	0,762
T ₁	47,57±11,33	57,21±35,58	43,21±6,54	0,236
	74,54±6,99	74,5±4,64	73,45±3,53	0,615
T ₂	47,50±11,90	46,0±6,56	48,07±9,10	0,836
	72,07±6,58	71,0±5,84	72,7±5,15	0,957
T ₃	56,78±11,87 †	48,85±11,71	52,28±14,72	0,273
	72,0±8,62	70,05±6,71	71,02±6,34	0,852
T ₄	38,91±4,81 †	40,21±6,12	35,57±4,18 †	0,057
	65,09±6,62 †	65,04±5,97 †	63,55±5,44 †	0,452

† Grup içi bazal değerler ile karşılaştırıldığında p<0.05 düzeyinde, ‡ p<0.01 ileri düzeyde anlamlı

Tablo 5. Grupların O₂CT değerlerinin karşılaştırılması .

O ₂ Ct (mmol)	Desfluran MAK			P
	Grup I (n:20) (MAK 0.5)	Grup II (n:20) (MAK 1)	Grup III (n:20) (MAK 1.5)	
T ₀	4,93±2,0	5,59±1,38	5,45±2,16	0,624
T ₁	3,92±2,33	3,22±1,03 ‡	3,76±1,38 ‡	0,524
T ₂	4,15±1,89	3,43±1,99 ‡	3,02±0,84 ‡	0,204
T ₃	3,72±1,62 †	4,06±1,49 †	3,42±1,50 ‡	0,083
T ₄	4,16±1,57	3,95±1,03 ‡	4,95±1,05	0,093

† Grup içi bazal değerler ile karşılaştırıldığında p<0.05 düzeyinde, ‡ p<0.01 ileri düzeyde anlamlı

Tablo 6. Grupların a_{lac} ve Jv_{lac} değerlerinin karşılaştırılması (Ort±SS).

a_{lac} (mmol) Jv_{lac} (mmol)	Desfluran MAK			p
	Grup I (n:20) (MAK 0.5)	Grup II (n:20) (MAK 1)	Grup III (n:20) (MAK 1.5)	
T_0	1,09±0,41	1,15±0,41	1,33±0,65	0,425
	1,05±0,30	1,01±0,34	1,15±0,55	0,672
T_1	1,52±0,57 ‡	1,65±0,67 ‡	1,68±0,56 ‡	0,557
	1,35±0,49	1,55±0,64 ‡	1,36±0,58	0,105
T_2	1,80±0,77 ‡	1,97±0,96 ‡	1,72±0,66 ‡	0,236
	1,94±0,58 ‡	1,85±0,97 ‡	1,55±0,69 ‡	0,198
T_3	1,91±0,71‡	1,98±0,78 ‡	1,80±1,08 ‡	0,336
	1,96±0,72 ‡	1,92±0,85 ‡	1,96±0,78 ‡	0,306
T_4	1,97±0,98 ‡	1,99±0,69 ‡	1,62±0,90 ‡	0,265
	1,98±,88 ‡	1,99±0,72 ‡	1,75±0,66 ‡	0,086

‡Grupiçi bazal değerler ile karşılaştırıldığında $p<0.01$ ileri düzeyde anlamlı

($p<0.05$) (Tablo 4). $SjvO_2$, tüm gruplarda grup içi değerlerde anlamlı olarak farklılık bulundu ($p<0.05$), ancak gruplararası fark yoktu. O_2Ct değerlerinde grup içi ölçümler ile T_0 dönemleri arasında farklılık görüldü (Tablo 5). Ölçüm dönemlerinde $aglc$, $alac$, ve $Jvlac$ değerleri gruplararası istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p>0,05$) (Tablo 6).

TARTIŞMA

Çalışmamızda KABG operasyonunda MAK 0.5, 1 ve 1.5 konsantrasyonlarında desfluran kullanımının; hemodinami, serebral kan akımı ve serebral metabolik oksijen tüketimi arasındaki dengeyi yansıtan $SjvO_2$, laktat, glukoz ve oksijen içeriği üzerindeki etkileri incelendi.

Desfluranın 0.5 MAK verildiği grupta, OAB değeri diğer gruplara göre yüksek bulundu, bu dozun indüksiyon, cilt insizyonu, sternotomi gibi ağırlı işlemlerin olduğu dönemlerde stress yanıtı yeterince baskılamadığı görülmektedir. Tüm gruplarda postoperatif 2. saatte OAB ve kalp hızının grup içi diğer dönemlere göre yüksek bulunması; hastaların uyanması ve hızlı derlenmesine bağlandı. Dolayısıyla hastaların erken ekstübasyonuna olanak sağlandı. OAB'nin 50-150 mmHg sınırlarının değişmesi serebral otonöregülasyonun bozulmasına neden olabilir. Çalışmamızda, OAB 67.42±5.62 ile 87±9.69 mmHg arasında korundu.

Serebra kan akımını (SKA'nı) etkileyen diğer faktörler; Htc, PaO_2 , $PaCO_2$, O_2 içeriği ve KPB perfüzyon basıncıdır. SKA'ı, Htc değişiminin viskoziteyi etkilemesi ile değişir. Normalde kan damarları viskozite artışını, vazodilatasyon mekanizması ile kompanse eder. Hemodilüsyon ile serebrovasküler resistans azalarak SKA artmaktadır, transkraniyal doppler ile bu artış gösterilmiştir [9]. Ancak KPB sırasında Htc % 20 değerinde korunması da yeterli doku oksijenasyonunun sağlanması açısından önemlidir. Çalışmamızda hematokrit KPB sırasında ortalama % 25 değerinde kaydedildi. Parsiyel arteriyel O_2 basıncı değişiklikleri SKA'nı etkilemekte ve PaO_2 basıncında belirgin düşme, vazodilatasyona ve SKA'nda artışa neden olur. Hipoksinin yansıdığı juguler bulbus kan gazında da $PjvO_2$ değeri için kabul edilen desatürasyon sınırı ≤ 25 mmHg olarak saptanmıştır [10]. Diğer izlenen bir parametre de 100 ml kandaki O_2 volümünü gösteren O_2 içeriğidir (O_2Ct). O_2Ct (a-Jv), serebral metabolik O_2 tüketim hızı (SMHO₂) sabit tutulduğunda, SKA'nın tahmin edilmesinde kullanılmaktadır [11]. Sağlıklı kişilerde ve normokapnide O_2Ct (a-Jv)'nin normal değeri 4-8,5 mmol/dk., SKA ise 0,42±0,12 ml/gr/dk. olarak belirtilmiştir [12]. Lokal kan akımı dokunun metabolik gereksinimine göre artar ya da azalır. O_2Ct (a-Jv) farkının azalması; SKA'nın metabolik gereksinimden fazla olduğunu, artması ise SKA'nın azaldığını göstermektedir [11]. Çalışmamızda tüm gruplarda T_1 döneminde O_2Ct (a-Jv) hipotermi ve hemodilüsyonun

etkisi ile düşmüştür. Bu düşme hipotermik KPB sırasında SMHO₂ azaldığını gösterir. Hipotermik KPB sırasında SKA'da azalma olmasına rağmen SMHO₂ düşmesi ile SjVO₂'de desatürasyon görülmemekte ve serebral otoregülasyon baskılanmamaktadır. Gruplarımızda O₂Ct (a. Jv)'nin sabit kalması SMHO₂ ile SKA arasındaki dengenin korunduğunu göstermektedir. Serebral metabolizma ve SKA'nın homeostatik düzenlenmesinde PaCO₂ önemli rol oynar. PaCO₂ 25-60 mmHg değerlerinde, SKA ile PaCO₂ arasında yakın bir ilişki vardır^[12]. PaCO₂'deki her bir 1 mmHg'lik değişim SKA'da % 4'lük değişikliğe neden olur. Hipokapni serebral vazokonstriksiyona neden olur ve SKA'nı belirgin azaltır. Hiperkapni ise serebral vazodilatasyon ile SKA'nı artırır. SKA-SMHO₂ bağlantısı (metabolik otoregülasyon) ve dengeli bir SKA (basınç-akım otoregülasyonu) α-stat metodu kullanıldığında sabit kalabilmiştir^[13]. Ayrıca KPB'de, PaCO₂'yi yüksek olan hastalarda SKA'nın da artmış olduğunu, ancak SKA artışının da emboli sıklığını arttırdığı saptanmıştır^[13]. Proush ve ark.^[13] bu nedenle PH-stat metodunu kullanmışlar, PaCO₂'da 40 mmHg'ı elde etmek için oksijenatöre % 3'lük CO₂ eklemişlerdir. Hangi metodun kullanılması gerektiği tartışma konusu olmasına karşın, bunun orta dereceli hipotermide çok önemli olmadığı, son çalışmalarda gösterilmiştir^[14]. Çalışmamızda, PaCO₂ 36-40 mmHg arasında PjvCO₂ ise 39-47 mmHg arasında dengeli olarak kaydedilmiştir.

KPB'da atımsız pompa kullanılması sırasında pompa akımının değeri, SKA'nı ve operasyon sonrası nörolojik fonksiyonları etkiler¹⁵. Çalışmamızda pompa akım hızı hasta ısısına göre ortalama 2,6±4 L.dk⁻¹m⁻² olarak ayarlandı. KPB sırasında glukoz kan düzeyinin 200 mg/dl'nin altında tutulması nörolojik fonksiyonlar açısından önemlidir. Hiperglisemi, serebral iskemik ve nörolojik hasar sıklığını arttırabilmekte ve postoperatif dönemde iyileşmeyi geciktirebilmektedir¹⁶. Nörolojik disfonksiyonun temel nedeni olarak, iskemik şartlarda beyin glukoz yüksekliğinin glikolizin yol açtığı doku asidozu olduğu belirtilmektedir^[16]. Ayrıca diyabetik hastalarda metabolik otoregülasyon kolaylıkla bozulabilmektedir. Desfluranın MAK değerleri arttıkça stres yanıtın azalması ile glukoz değerleri de düşmektedir (MAK 0.5'de glukoz 129.7±54.4, MAK 1.5'da glukoz 122.9±19.6 gibi).

KPB'da laktat seviyesi izlemi oldukça önemlidir. Yüksekliği ile birlikte metabolik asidoz sistemik hipo-

perfüzyon ve doku hipoksisinin erken göstergesi olarak değerlendirilmektedir. Normal kan laktat seviyesi 0,3-2 mmol/L'dir^[17]. Çalışmamızda sadece grup II'de T2 döneminde, laktat seviyesi daha yüksek bulundu (p>0.05). Bu grupta KPB ve kross klemp süresi diğer gruplara göre biraz daha uzun kaydedildi. Juguler venöz kan laktat değerleri ise 1.01±0.34–1.99±0.72 mmol/L arasında ölçüldü. Tüm laktat değerleri 2 mmol/L'nin altında seyretti. Bu da bize sistemik ve serebral perfüzyonunun iyi olduğunu göstermektedir. SjVO₂'nin normal sınırları %54-%73 olarak araştırmacılar tarafından saptanmıştır^[17]. SjVO₂, bölgesel serebral perfüzyonun izlenmesinden çok global serebral perfüzyon hakkında yol göstericidir^[5]. Nakajima ve ark., SjVO₂'yi sürekli monitorizasyonu ile bazı eşitliklerle, SjVO₂'nin hem SKA, hem de SMHO₂'nin bir fonksiyonu olduğunu vurgulamışlardır^[18].

$$SjVO_2 = SaO_2 - SMHO_2 / SDHO_2$$

(SaO₂: Serebral oksijen Saturasyonu, SDHO₂: Serebral Oksijen Sunum Hızı)

$$SDHO_2 = SKA \times CaO_2$$

$$SjVO_2 = 1 - SMHO_2 / SKA \times CaO_2$$

Crougwell ve ark.ları, KPB'da yeniden ısınma döneminde SjVO₂'de görülen desatürasyonun (SjVO₂'nin ≤ 50) hastalarda postoperatif nörolojik hasara yol açabileceğini saptamışlardır^[5]. Fakat SjVO₂'nin fokal iskemik olaylarda yeterince duyarlı olmadığı vurgulanmıştır^[4]. Isınma fazındaki SjVO₂'deki düşmeyi önlemek için anestezi derinliğinin artırılması metabolik hızın azaltılması açısından gerekli görülmektedir. Nondate ve ark.^[6] izofluran, sevofluranın KPB'da SjVO₂ değerlerini arttırıcı olduğunu bulmuşlardır. Diğer bir çalışmada, KABG'de cerrahisinde izofluran, sevofluran ve desfluran anestezisinin MAK 0,5 düzeyindeSjVO₂'ye etkilerini benzer bulmuşlardır⁸. Çalışmamızda SjVO₂ değerleri intraoperatif dönemde 73.17±11.5-75.53±6.8 arasında, hipotermik dönemde 73,4±3,5-74±6,9, ısınma döneminde 71±5.8-72.7±5.1 kaydedildi. Tüm gruplarda postoperatif 2. saat SjVO₂ değerlerinde desaturasyon sınırında olmayan rakamsal düşüş hastaların derlenme ve uyanma sırasındaki sempatik aktivitenin artışından kaynaklanabilmektedir. Günümüzde kullanımı giderek artan noninvaziv bölgesel O₂ saturasyonunu ölçen NIRS monitorizasyonu, SKA ve serebral doku perfüzyonu hakkında bilgi vermektedir. Bunun yanı sıra transkraniyal doppler ile SKA'ı ölçülmektedir. Her

modalitenin avantaj ve dezavantajları vardır. S_{jv}O₂ global serebral perfüzyon yeterliliğini gösteren invazif bir ölçümdür ve monitorize edilerek süreklilik sağlanabilir. Transkraniyal doppler ise ameliyat sırasında ölçüm rahatlığına sahip olmayabilir ^[19]. Yapılan çalışmalar; NIRS monitorizasyonu ile S_{jv}O₂ değerlerinin birbirine paralel sonuçlar verdiğini göstermiştir ^[7,19].

Sonuç olarak; çalışmamızda kullanılan desfluranın 3 farklı MAK konsantrasyonunun SKA'nı arttırdığı, serebral metabolizmayı yavaşlatarak serebral otonömlasyon bozmadığı ve S_{jv}O₂ değerlerini düşürmediği tespit edildi. Ancak hemodinamik bulgulara da yansıyan 0.5 MAK dozunda stres yanıtı yeterince baskılayamadığı, özellikle hipertansif hastalarda daha yüksek MAK (1,1.5) değerlerinde hemodinamik stabilite sağladığı görüldü. 1.5 MAK ise bazı hastalarda hipotansiyona neden olduğu, 1.0 MAK değerinde ise hemodinaminin daha dengeli olduğu saptandı.

KAYNAKLAR

1. Ebert T, Muzi, M. Sympathetic hyperactivity during desflurane anesthesia in healthy volunteers. *Anesthesiology* 1993;79:444-53. <https://doi.org/10.1097/0000542-199309000-00006>
2. Pagel SP, Farber NE, Waltier DC. Cardiovascular pharmacology R.D., Cucchiara RF, Miller ED, Roizen MF, Savarese JJ. *Anesthesia 5.edition Churchill Livingstone Philadelphia USA 2000 V:1*, 96-124.
3. Macmillan CS, Andrews PJ, Easton VJ. Increased jugular bulb saturation is associated with poor outcome in traumatic brain injury. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2001;70:101-4. <https://doi.org/10.1136/jnnp.70.1.101>
4. Cook DJ, Oliver WC, Orszulak TA, Doly RC: A prospective, randomized comparison of cerebral venous oxygen saturation during normothermic and hypothermic CPB. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994;107:1020-9. [https://doi.org/10.1016/S0022-5223\(94\)70376-0](https://doi.org/10.1016/S0022-5223(94)70376-0)
5. Croughwell ND, Frasco P, Blumesthall JA, et al. Warning during cardiopulmonary bypass is associated with jugular bulb desaturation. *Ann Thorac Surg*. 1992;53: 827-32. [https://doi.org/10.1016/0003-4975\(92\)91445-F](https://doi.org/10.1016/0003-4975(92)91445-F)
6. Nondate Koichirohl Z, Vaylsteke. et al. Effects of isoflurane, sevoflurane and propofol anesthesia on jugular venous oxygen saturation in patients under going coronary artery bypass surgery. *Br J Anaesth*. 2000;84:631-3 <https://doi.org/10.1093/bja/84.5.631>
7. Ferradal SL, Yuki K, Vyas R, Ha CG, et al. Non-invasive Assessment of Cerebral Blood Flow and Oxygen Metabolism in Neonates during Hypothermic Cardiopulmonary Bypass: Feasibility and Clinical Implications *ScientificReports*. 7:44117:2017. <https://doi.org/10.1038/srep44117>
8. Atalay B, Alanoğlu B. Koroner arter baypas cerrahisi sırasında izofluran, sevofluran ve desfluran anestezisinin jugulervenöz oksijen saturasyonu üzerine etkisi. *TARK 2002 Proccedingbook*, 88-89.
9. Bruder N, Cohon B, Pelligier D, Francois G. The effect of hemodilution on cerebral blood flow autoregulation in anaesthetized patients. *Anesth Analg*. 1998;87:845-8.
10. Sharma D, Siriussawakul A, Dooney N, Hecker JG, Vavilala MS. Clinical experience with intraoperative jugular venous oximetry during pediatric intracranial neurosurgery. *Paediatr Anaesth*. 2013;23:84-90. <https://doi.org/10.1111/pan.12031>
11. Pérez A, Mincos PG, Schnitzler EJ, Agosta GE, Medina SA, Ciraolo CA. Jugular venous oxygen saturation or arteriovenous difference of lactate content and outcome in children with severe traumatic brain injury. *Pediatr Crit Care Med*. 2003;4:33-8. <https://doi.org/10.1097/00130478-200301000-00006>
12. Colak Z, Borojevic M, Bogovic A, Ivancan V, Biocina B, Majeric-Kogler V. Influence of intraoperative cerebral oximetry monitoring on neurocognitive function after coronary artery bypass surgery: a randomized, prospective study. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2015;47:447-54. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezu193>
13. Andrea Vovk , David A Cunningham, John M Kowalchuk, Donald H Paterson, James Duffin Cerebral blood flow responses to changes in oxygen and carbondioxide in humans. *Can J Physiol Pharmacol*. 2002;80(8):819-27. <https://doi.org/10.1139/y02-105>
14. Abdelaal A, Mahmoud A, Alkhatip M et al. Deep Hypothermic Circulatory Arrest in the Pediatric Population Undergoing Cardiac Surgery With Electroencephalography Monitoring: A Systematic Review and Meta-Analysis *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2021 Jan 29;S1053-0770(21)00076-8 <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2021.01.039>
15. Sasaki T, Boni L, Riemer RK, Yeung JT et al. Cerebral Oxygen Metabolism During Total Body Flow and Antegrade Cerebral Perfusion at Deep and Moderate Hypothermia. *Artif Organs* 2010 Nov;34(11):980-6. <https://doi.org/10.1111/j.1525-1594.2010.01131.x>
16. Elhoushy AH, PaikP, Patel K, Desai R, Krishnan S. Anesthetic Management During Cardiopulmonary Bypass Cardiac Anesthesia. pp 301-308. https://doi.org/10.1007/978-3-030-51755-7_16
17. Haisjackl M, Birnbaum J, Redlin M et al. Splenic Oxygen Transport and Lactate Metabolism During Normothermic Cardiopulmonary Baypas in Humans. *Anesth Analg* .1998;86:22-7. <https://doi.org/10.1097/0000539-199801000-00005>
18. Nakajima T, Kuro M, Hayashi Y, et al. Clinical evaluation of cerebral oxygen balance during saturation. *Anesth Analg* 1992;74:630-5 <https://doi.org/10.1213/0000539-199205000-00002>
19. Feng Chen, Guangyou Duan, Zhuoxi Wu, ZhiyiZuo, Hong Li. Comparison of the cerebroprotective effect of inhalation anaesthesia and total intravenous anaesthesia in patients undergoing cardiac surgery with cardiopulmonary bypass: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open* 2017;7:e014629. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-014629>