

# Yetişkin Açık Kalp Cerrahisi Ameliyatlarında Kullanılan Farklı Kardiyoplejik Solüsyonların İntraoperatif Serebral Doku Oksijenasyonuna Etkisi

Effect of Different Cardioplegic Solutions Used in Adult Open Heart Surgery on Intraoperative Cerebral Tissue Oxygenation

Mustafa Erkan<sup>1</sup>, Ali Kocailik<sup>1</sup>, Buğra Harmandar<sup>2</sup>, Hande İstar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Üsküdar Üniversitesi Tıp Fakültesi, Perfüzyon Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup>Muğla Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kalp Merkezi, Muğla, Türkiye

## Öz

**Amaç:** Yetişkin açık kalp cerrahisi ameliyatlarında kullanılan farklı kardiyoplejik solüsyonların intraoperatif serebral doku oksijenasyonuna etkisini incelemek ve bu konuda yapılacak olan çalışmalara destek olmak amacıyla planlanmıştır.

**Gereç ve Yöntem:** Araştırmamız, tanımlayıcı retrospektif ve randomize çalışmadır. Araştırmamızın örneklemini, muğla eğitim ve araştırma hastanesi kalp merkezinde ocak 2021, Aralık 2021 tarihleri arasında kardiyopleji uygulanan yetişkin açık kalp ameliyatı yapılan 67 hasta çalışmaya dahil edilmiştir. Yetişkin açık kalp ameliyatı olan hastalar, kardiyopulmoner bypass uygulanan hastalar, altta yatan hemotolojik hastalığı olmayan, bilinen bir kanama patolojisi olmayan, bilinen karotis hastalığı olmayan hastalar, araştırmaya dahil edilmiştir.

**Bulgular:** Çalışmanın sonuçlarına göre, Del-Nido kardiyoplejinin sağ NIRS ( $p<0,581$ ) ve sol NIRS ( $p<0,354$ ) değerleri için istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Fakat kan kardiyopleji solüsyonu ile sağ NIRS ve sol NIRS değerleri için istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur ( $p<0,001$ ). Bu farklılıkların nedeni, solüsyonun beyin kan akımı, hemoglobin veya hematokrit düzeyleri üzerindeki etkileri olabilir.

**Sonuç:** Bu çalışmada, farklı kardiyoplejik solüsyonların intraoperatif dönemde serebral doku oksijenasyonuna etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, sağ ve sol taraftaki NIRS değerleri kullanılarak beyin oksijenasyon düzeyleri ölçülmüştür. Bu çalışma, kullanılan kardiyoplejik solüsyonlarının beyin oksijenasyon düzeyinde farklılıklara neden olabileceğini göstermektedir. Bu bulgular, kardiyak ameliyatlar gibi beyin fonksiyonları üzerinde önemli bir etkiye sahip olan prosedürlerin geliştirilmesine yardımcı olabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Kardiyopleji, Del-Nido, NIRS, serebral doku oksijenasyonu, açık kalp ameliyatı, kardiyopulmoner bypass

## Abstract

**Objective:** It was planned to examine the effect of different cardioplegic solutions used in adult open heart surgery on intraoperative cerebral tissue oxygenation and to support the studies to be done on this subject.

**Materials and Methods:** Our research is a descriptive retrospective and randomized study. The sample of our study, 67 adult patients who underwent cardioplegia and underwent open heart surgery at the heart center of Muğla Training and Research Hospital between January 2021 and December 2021 were included in the study. Adult patients undergoing open heart surgery, patients undergoing cardiopulmonary bypass, patients with no underlying hematological disease, no known bleeding pathology, and patients with no known carotid disease were included in the study.

**Results:** According to the results of the study, no statistically significant difference was found for the right NIRS ( $p<0.581$ ) and left NIRS ( $p<0.354$ ) values of Del-Nido cardioplegia. However, a statistically significant difference was found between blood cardioplegia solution and right NIRS and left NIRS values ( $p<0.001$ ). These differences may be due to the effects of the solution on cerebral blood flow, hemoglobin or hematocrit levels.

**Conclusion:** In this study, the effect of different cardioplegic solutions on cerebral tissue oxygenation in the intraoperative period was investigated. For this purpose, brain oxygenation levels were measured using the right and left NIRS values.



**Yazışma Adresi/Address for Correspondence:** Mustafa Erkan, Üsküdar Üniversitesi Tıp Fakültesi, Perfüzyon Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Tel.: +90 561 612 00 48 E-posta: mustafaerkan61@gmail.com ORCID ID: orcid.org/0000-0003-2166-7915

Geliş Tarihi/Received: 20.06.2023 Kabul Tarihi/Accepted: 20.10.2023

This study shows that the cardioplegia solutions used can cause differences in brain oxygenation level. These findings could help develop procedures that have a significant impact on brain function, such as cardiac surgeries.

**Keywords:** Cardioplegia, del-nido, NIRS, cerebral tissue oxygenation, open heart surgery, cardiopulmonary bypass

## Giriş

Kardiyopulmoner bypass (KPB), kalbin pompalama görevinin durdurulduğu ve akciğerlerin gaz alışveriş fonksiyonlarının geçici olarak devre dışı bırakıldığı, dolaşımın ise kalp-akciğer makinesi adı verilen cihazla sağlandığı bir işlemdir (1). Kalp cerrahisinin başlangıç yıllarında, açık kalp ameliyatları genellikle atan kalp üzerinde gerçekleştirilmiştir. Ancak yapılan araştırmalar sonucu KPB ve kardiyopleji teknikleri geliştirilmiş ve günümüzde çoğu KPB ile yapılan açık kalp ameliyatları kalp akciğer makinesi (KAM) kullanılarak gerçekleştirilmektedir (2).

KPB işlemi sırasında meydana gelebilecek komplikasyonların önlenmesi için doku oksijenasyonunun izlenmesi önem arz etmektedir. Bu işlem sırasında doku oksijenasyonunda meydana gelen değişiklikler, KPB'ye bağlı komplikasyonların temel nedenlerinden biridir. Dolayısıyla erken dönemde oluşabilecek komplikasyonların öngörülmesi ve tanınması da önemlidir. Bu sayede tedbirler alınarak KPB sonucu oluşabilecek komplikasyonlar en aza indirilebilir (3).

Açık kalp ameliyatlarında miyokardın korunması için kullanılan kardiyopleji solüsyonları üç farklı çeşide ayrılır: Kristaloid kardiyoplejisi, Kan kardiyoplejisi ve Del-Nido kardiyoplejisi. Bu farklı kardiyopleji solüsyonlarının bileşimleri ve özellikleri birbirinden farklıdır ve hangi yöntemin tercih edileceği, cerraha ve hastaya bağlı olarak değişebilir.

Kristaloid kardiyopleji solüsyonları, potasyum, kalsiyum, magnezyum ve sodyum gibi elektrolitleri içermektedir. Fakat, bu kardiyoplejide oksijen desteği bulunmamaktadır (4). Bu nedenle, uzun süreli kalp duruşlarında miyokarda hasar riski yüksek olabilir. Kristaloid kardiyoplejisi, kısa süreli kalp duruşlarında hızlı ve etkili bir şekilde uygulanabilir.

Kan kardiyoplejisi solüsyonları, kristaloid kardiyoplejisi solüsyonlarından farklı olarak, oksijen taşıyan bir bileşen içerirler (genellikle eritrosit süspansiyonu). Bu yöntem, miyokarda oksijen desteği sağlamak ve hemodilüsyona neden olmadan daha yüksek tamponlama özelliği sunmaktadır. Ayrıca, plazma proteinleri aracılığıyla interstisyel ödemi engellediği de belirtilmektedir (5).

Del Nido kardiyoplejisi yöntemi aslında pediatrik kalp cerrahisinde kullanılmak üzere geliştirilmiştir ancak zamanla erişkin hastaların kalp cerrahilerinde de kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntemde kullanılan solüsyon, ekstrasellüler içeriğe sahiptir ve uzun süreli arreste neden olabilmektedir. Ancak, cerrahi akışı bozmadan işlem yapılmasına imkan veren özellikleri vardır.

Solüsyon ayrıca miyokardiyal ödemi engelleyebilen maddeler içermekte ve serbest radikalleri yok edebilmektedir. Bu nedenle del Nido kardiyoplejisi, özellikle uzun süreli kalp duruşları gerektiren operasyonlarda tercih edilebilir (6).

KPB sırasında beyin, böbrek, karaciğer gibi organlarda oluşabilecek iskemik değişiklikler ciddi komplikasyonlara neden olabilir ve ameliyat sonrası dönemde morbidite ve mortalitenin sebeplerindedir. Bu nedenle, standart monitörle takip edilen parametrelerin doku oksijenasyonunu tam olarak yansıtmayabileceği bilinmektedir (7).

Bu noktada, rejyonal serebral oksijen saturasyonu ( $rSO_2$ ) takibi, KPB sırasında oluşabilecek nörolojik hasarları, organ disfonksiyonlarını, mortalite ve morbiditeyi en aza indirmek önem arz etmektedir. NIRS, non-invaziv bir yöntem olup,  $rSO_2$  ölçmek için kullanılır ve KPB sırasında tercih edilir (7). Bu yöntem sayesinde, cerrahi işlem sırasında beyin dokusunun oksijenasyon seviyelerini sürekli olarak takip etmek mümkündür. Böylece, erken dönemde oluşabilecek komplikasyonlar tespit edilerek tedbir alınabilir (8).

Çalışmamızda yetişkin açık kalp cerrahisi ameliyatlarında kullanılan farklı kardiyoplejik solüsyonların intraoperatif serebral doku oksijenasyonuna etkisini araştırmayı planladık. Bu çalışma sonuçları, cerrahide teknik gelişmeler ve serebral monitörizasyonla nörolojik komplikasyonların önlenileceği düşüncesine katkı sağlamayı hedefledik.

## Gereç ve Yöntemler

Araştırmamız, tanımlayıcı retrospektif ve randomize çalışmadır. Çalışmaya başlanabilmesi için Üsküdar Üniversitesi'nden 29/07/2022 tarihli 61351342/ Temmuz 2022-21 sayılı etik kurul onayı verilen çalışmamız, Helsinki deklarasyonuna uygun olarak yürütüldü (EK-1). Araştırmamızın örnekleme, Muğla Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kalp Merkezinde Ocak 2021-Aralık 2021 tarihleri arasında kardiyopleji uygulanan yetişkin açık kalp ameliyatı hastalarından 67 hasta çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmaya; yetişkin açık kalp ameliyatı olan hastalar, KPB uygulanan hastalar, altta yatan hemotolojik hastalığı olmayan, bilinen bir kanama patolojisi olmayan, bilinen karotis hastalığı olmayan hastalar dahil edildi. KPB bypass uygulanmayan hastalar, reoperatif olgu olan hastalar dahil edilmedi.

## İstatistiksel Analiz

Bu araştırmanın tüm istatistiksel analizleri IBM SPSS v23.0 (IBM Corp. 2015, Armonk, NY, US) ile gerçekleştirilmiştir. Sürekli değişkenler için Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri

normallik testleri yapılmıştır. Kardiyopleji solüsyonları açısından nominal değişkenler arasında farklılık olup olmadığı ki-kare testi ile test edilmiştir. Sürekli değişkenlerin solüsyonlar bakımından farklılıkları normal dağılıma uyan değişkenler için bağımsız örneklem ve eşleştirilmiş t-testleri ile test edilmiştir. Normal dağılım uymayan değişkenler için solüsyonlara göre farklılıklar Mann-Whitney U testi ve tekrarlı ikili ölçümler için Wilcoxon sign-rank testleri ile test edilmiştir. Ayrıca ikiden fazla tekrarlı ölçümler içeren flow, tansiyon, özofagus, NIRS gibi değişkenler için doğrusal model kullanılarak tekrarlı ölçüm testleri uygulanmıştır. Tüm testler iki-yönlü olarak yapılmış, p-değerleri sunulmuş ve sonuçlar yorumlanmıştır.

## Tartışma

KPB, özellikle açık kalp cerrahilerinde sıklıkla kullanılan bir işlem olup, hastanın kalbinin durdurulması ve solunum fonksiyonlarının mekanik olarak desteklenmesi anlamına gelmektedir. Bu süreçte, vücudun ihtiyaç duyduğu oksijen ve besin maddeleri, KAM tarafından sağlanmaktadır. Ancak, bu sırada organların ihtiyaç duyduğu oksijen miktarı tam olarak karşılanamayabilir ve bu nedenle organlarda iskemik değişiklikler meydana gelebilir.

Kardiyak cerrahinin serebral dokular üzerindeki etkileri uzun zamandır incelenmektedir. Kardiyoplejinin serebral doku oksijenasyonu üzerindeki etkileri de bu çalışmaların bir parçasıdır. Kardiyoplejik solüsyonların kullanımı, kalp cerrahisi sırasında miyokardiyal koruma sağlamaya yardımcı olurken, aynı zamanda serebral doku oksijenasyonu üzerinde de etkileri olabilir.

Kardiyak cerrahi sırasında, beyin kan akışı ve oksijenasyonu kritik öneme sahiptir. Kardiyoplejik solüsyonlar, miyokardiyal koruma sağlar. Ancak, bu durumda serebral perfüzyon da azalır ve beyin dokusuna yeterli kan ve oksijen akımı sağlanamayabilir. Bu nedenle, kardiyak cerrahide kardiyoplejik solüsyonların kullanımı, serebral doku oksijenasyonunu etkileyebilir. Kardiyak arrestın gerçekleştiği dönemde, serebral perfüzyonun azalması ve hipoksiden kaynaklanan nörolojik yaralanmalar riski artabilir.

KPB işlemi sırasında doku oksijenasyonunun takibi son derece önemlidir. Standart monitörler ile takip edilen parametrelerin doku oksijenasyonunu tam olarak gösteremeyeceği için, rSO<sub>2</sub> takibi tercih edilmektedir. Bu yöntem, beyin fonksiyonlarını korumak için son derece önemlidir. Çünkü beyin, yeterli oksijen alamadığı takdirde ciddi hasarlar görebilir. NIRS ise, rSO<sub>2</sub> takibi için sıklıkla tercih edilen bir non-invaziv yöntemdir. Bu yöntem, ışık emilimi prensibine dayanarak doku oksijenasyonunu ölçmekte ve sonuçları anında vermektedir. Bu sayede, KPB işlemi sırasında oluşabilecek iskemik değişikliklerin erken dönemde tespit edilmesi mümkün hale gelmektedir.

Biz bu çalışmada, farklı kardiyoplejiksölüsyonların intraopertaif dönemde serebral doku oksijenasyonuna etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, sağ ve sol taraftaki NIRS değerleri kullanılarak beyin oksijenasyon düzeyleri ölçülmüştür.

Çalışmanın bulgularına göre, kan kardiyopleji solüsyonu (Sağ ve Sol NIRS için p<0,001) (Tablo 1, Tablo 2) uygulanan hastalarda, hastaların kardiyopulmoner bypass süresince beyin oksijenasyon düzeylerindeki sapma ve farklılıklar ameliyat süresince Del

**Tablo 1. Del-Nido kardiyopleji solüsyonu için tekrarlı sağ-nırs ölçümler arası farkın incelenmesi (tarafllara göre %20 düşüşü araştırıldı)**

Kardiyopleji Solusyonu	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma	Referans (%20)	p	
Del Nido NIRS SAĞ	0	11,00	46,00	78,00	63,55	10,06	50,84	0,581
	15	11,00	47,00	68,00	59,18	7,39		
	30	11,00	42,00	66,00	58,73	7,71		
	45	11,00	47,00	70,00	60,73	7,72		
	60	11,00	46,00	80,00	59,82	9,02		
	75	10,00	50,00	71,00	60,10	7,25		

**Tablo 2. Kan kardiyopleji solüsyonu için tekrarlı sağ-nırs ölçümler arası farkın incelenmesi**

Kardiyopleji Solusyonu	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma	Referans (%20)	p	
Kan Kardiyopleji NIRS SAĞ	0	55	33,00	95,00	66,3636	11,15109	53,32	p<0,001*
	15	55	28,00	87,00	64,6545	9,59980		
	30	55	44,00	87,00	62,2545	8,00976		
	45	55	38,00	83,00	60,8545	7,47197		
	60	55	43,00	82,00	61,2909	7,60281		
	75	54	43,00	80,00	61,4074	7,75453		
	90	54	41,00	79,00	61,8333	7,41938		
	105	52	41,00	88,00	62,8846	8,30463		

Kardiyopleji Solüsyonu	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma	Referans (%20)	p	
Del Nido NIRS SOL	0	11,00	50,00	82,00	62,73	11,16	50,18	0,354
	15	11,00	49,00	72,00	59,18	8,08		
	30	11,00	43,00	72,00	59,27	8,92		
	45	11,00	47,00	71,00	59,18	8,61		
	60	10,00	47,00	72,00	59,30	9,32		
	75	9,00	49,00	74,00	59,00	9,30		

Kardiyopleji Solüsyonu	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma	Referans (%20)	p	
Kan Kardiyopleji NIRS SOL	0	55	34,00	95,00	66,4182	11,00621	53,33	p<0,001*
	15	55	27,00	77,00	64,1091	9,35844		
	30	55	45,00	77,00	62,5455	7,52482		
	45	55	37,00	77,00	61,5818	7,78101		
	60	55	41	78	60,71	7,630		
	75	54	44	75	61,39	7,597		
	90	54	41	79	62,22	8,063		
	105	52	41	95	63,29	9,308		

Nido kardiyoplejiye (Sağ NIRS p<0,581 ve Sol NIRS p<0,354) (Tablo 3, Tablo 4) göre daha büyük farklılıklar göstermiş ve istatistiksel olarak anlamlı değişim olduğu görülmüştür. Bu durum kan kardiyoplejisinin eritrosit taşıma ve oksijenasyon kabiliyetindeki farklılığa bağlı olabileceği düşünülmüştür. Bu farklılıkların nedeni, solüsyonun beyin kan akımı, hemoglobin veya hematokrit düzeyleri üzerindeki etkileri olabilir.

Ayrıca, kan kardiyoplejisinin uygulama sıklığı ve arter hattından alınan oksijenli kanın kan akım hızını düşürmesinin de bu farklılıklara neden olabileceği düşünülmektedir. Kan akım hızı

da nörolojik komplikasyonların oluşmasını etkileyen önemli bir faktördür. Cerrahi müdahale sırasında kan akım hızının düşmesi, beyin yeterli oksijen ve besin maddesi almasını engelleyebilir ve nörolojik problemlere yol açabilir. Demir'in yaptığı çalışmada KPB öncesi NIRS değerleri, krossklemp öncesi ve krossklemp sonrası NIRS değerlerinden yüksektir (9). Tansiyon değerlerinin kardiyopleji solüsyonlarına göre farkı incelendiğinde, intraoperatif dönemde Del-Nido solüsyonunda anlamlı bir farklılık görülmezken (Tablo 5), Kan Kardiyopleji solüsyonu için tansiyon değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu,

Kardiyopleji Solüsyonu	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma	p	
Del-Nido	0	11	52,00	90,00	69,1818	12,96779	0,413
	15	11	60,00	86,00	69,0909	9,59640	
	30	11	64,00	84,00	72,2727	7,19848	
	45	11	62,00	83,00	71,5455	7,25760	
	60	11	62,00	82,00	70,5455	6,08874	
	75	10	62,00	78,00	72,2000	5,95912	

Kardiyopleji Solüsyonu	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma	p	
Kan Kardiyopleji	0	55	33,00	85,00	65,3818	10,05262	0,007*
	15	55	51,00	85,00	68,7273	7,03814	
	30	55	54,00	87,00	69,0182	7,71120	
	45	55	60,00	86,00	71,1636	5,81111	
	60	55	54,00	94,00	70,1273	7,78425	
	75	55	52,00	100,00	71,4364	9,33286	

\*: %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak farklılık anlamlıdır

yapılan tekrarlı ölçümler için genel doğrusal model sonucunda elde edilen p-değerlerinden ( $p < 0,007$ ) (Tablo 6) görülebilir. Fakat Flow değerlerinin kardiyopleji solüsyonlarına göre farkı incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır (Del-Nido;  $p < 0,567$ , Kan Kardiyoplejisi  $p < 0,262$ ) (Tablo 7, Tablo 8).

Cerrahi müdahale sırasında hemodilüsyon, kanın oksijen taşıma kapasitesini azaltır bu durum serebral perfüzyonu etkileyebilir. Lassnigg ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada hemodilüsyon sonrası hemoglobin konsantrasyonundaki düşüş ile NIRS değerleri arasında bir ilişki bulunmuştur (10). Benzer şekilde, Soller ve ark. (11) da kas dokusuna oksijen sunumunun azalmasının NIRS ile hemodinamik verilerden daha önce tespit edildiğini belirtmişlerdir. Bu bulgular, NIRS'in doku

oksijenasyonunu izlemede faydalı bir yöntem olabileceğini göstermektedir (11). Araştırmamızda yapılan istatistiki çalışmaya bakıldığında farklı araştırmacıların yaptığı çalışmalarda verilerle uyumlu olarak, kardiyoplejik solüsyonlara göre hemoglobin ve hemotokrit değerlerine bakıldığında kısmi olarak Sağ ve Sol NIRS değerlerinde düşüş mevcuttur. Fakat Del-Nido ve Kan kardiyopleji değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır (Tablo 9, Tablo 10).

Sistemik soğutma, vücut sıcaklığının düşürülmesi anlamına gelir. Cerrahi müdahaleler sırasında, bu yöntem serebral hipoperfüzyonun azaltılmasına yardımcı olabilir. Ancak aynı zamanda düşük sıcaklıklar da nörolojik komplikasyonlara sebep olabileceğini gösteren çalışmalarda bulunmaktadır. Çalışmamızda özofagusun ölçülen vücut ısı değerleri için yapılan

**Tablo 7. Del-Nido kardiyopleji solüsyonu için intraoperatif dönemde flow farklarının incelenmesi**

Kardiyopleji Solüsyonu	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma	p
Del-Nido	0	11	2,22	5,76	4,41	1,15
	15	11	3,61	5,65	4,60	0,73
	30	11	4,20	5,83	4,86	0,68
	45	11	3,30	5,83	4,57	0,81
	60	11	1,56	5,83	4,30	1,27
	75	11	3,12	5,83	4,62	0,87
						0,557

**Tablo 8. Kan kardiyopleji solüsyonu için intraoperatif dönemde flow farklarının incelenmesi**

Kardiyopleji Solüsyonu	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma	p
Kan Kardiyopleji	0	55	2,22	6,91	4,83	0,92
	15	55	3,61	6,28	4,91	0,72
	30	55	3,07	6,30	4,75	0,69
	45	55	3,30	6,23	4,71	0,65
	60	55	1,56	6,54	4,73	0,86
	75	55	2,40	6,51	4,83	0,84
						0,262

**Tablo 9. Kardiyopleji solüsyonlarına göre htc farklılığının araştırılması**

Kardiyopleji Solüsyonu	N	Minimum	Maksimum	Medyan	Ortalama	Standart sapma	p
Del-Nido	53	16,00	39,00	24,00	24,32	4,842	0,044*
Kan Kardiyopleji	Htc	323	15,00	48,00	22,00	23,00	

**Tablo 10. Kardiyopleji solüsyonlarına göre hb farklılığının araştırılması**

Kardiyopleji Solüsyonu	N	Minimum	Maksimum	Medyan	Ortalama	Standart sapma	p
Del-Nido	53	5,00	11,50	7,40	7,471	1,412	0,041
Kan Kardiyopleji	Hb	323	4,40	13,00	6,80	7,091	

**Tablo 11. Kardiyopleji solüsyonlarına göre özofagus ısı ortalamalarının incelenmesi**

Kardiyopleji Solüsyonu	N	Minimum	Maksimum	Medyan	Ortalama	Standart sapma	p
Del Nido	Özofagus Isı Ortalaması	11	27,08	34,47	33,55	33,0651	0,286
Kan Kardiyopleji	Özofagus Isı Ortalaması	55	21,03	35,86	33,17	32,6388	

istatistiksel ortalama analizde kardiyoplejik solüsyon değerleri incelendiğinde anlamlı bir fark bulunmamıştır (Tablo 11). Lassnigg ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada da KPB'daki sıcaklık azaltılması dönemini takiben NIRS değerlerinde istatistiksel değişiklik gözlenmemiştir. Ancak Daşdemir (8) yaptığı çalışmada hipotermide NIRS değerlerinin normotermiye göre daha fazla düştüğü görüldü.

Kan gazı ile takip edilen laktat ve pH ölçümleri yeterli oksijen sunumunu değerlendirmek için rutin uygulamalar arasında yer alır. Kardiyoplejik solüsyonlar ile laktat değerleri arasında yapılan istatistiksel çalışmada anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p<0,888$ ) (Tablo 12). Asit-baz stratejisi de nörolojik komplikasyonları etkileyen diğer bir faktördür. Cerrahi müdahale sırasında vücudun pH seviyesi değişebilir ve bu durum beyin dokusuna zarar verebilir. Bu nedenle, cerrahi ekipler asit-baz dengesini kontrol altında tutmak için uygun tedbirler almalıdır.

Türkyılmaz ve ark.'nın yaptığı çalışmada Ph ve laktat değerlerinin serebral oksijenasyon monitörizasyonu üzerine yaptıkları çalışmada her iki değer için anlamlı bir fark bulunmamıştır (12). Çalışmamızda kardiyoplejik solüsyonlar ile Ph ortalama değerleri birbirine yakın görülmekte ve Del-Nido ve Kan kardiyopleji değerleri karşılaştırıldığında anlamlı fark bulunmamıştır ( $p=0,001<0,05$ ) (Tablo 13).

Bu çalışmada, kan kardiyoplejisi ve Del-Nido kardiyoplejisi solüsyonları kullanılarak yapılan ölçümler sonucunda, beyin fonksiyonları üzerindeki etkilerinin istatistiksel analizi gerçekleştirilmiştir. Kan kardiyoplejisi solüsyonunun eritrosit taşıma ve oksijenasyon kabiliyetindeki farklılıkları nedeniyle, beyin oksijenasyon düzeylerinde Del-Nido kardiyoplejisine göre daha anlamlı farklılıklar olduğu tespit edilmiştir.

## Sonuç

Kardiak cerrahi gibi ciddi bir cerrahi müdahalede, yüksek riskli bir işlem olduğu unutulmamalıdır. Bu nedenle, hastanın

durumu önceden dikkatlice değerlendirilmeli, uygun anestezi planı hazırlanmalı, ameliyat sırasında serebral perfüzyonu optimize etmek için uygun kan basıncı, kalp atış hızı ve vasküler direnç seviyeleri sağlanmalıdır. Ayrıca, postoperatif dönemde de hastanın nörolojik takibi ve rehabilitasyon programları uygulanarak olası komplikasyonlar kontrol altında tutulmalıdır.

Nörolojik komplikasyonlar, cerrahi müdahaleler sırasında ve sonrasında oluşabilecek ciddi sorunlardan biridir. Bu komplikasyonların oluşması için birden fazla faktör etkili olabilir. Serebral hipoperfüzyon, kan akım hızı, sistemik soğumanın derecesi, asit-baz stratejisi ve hemodilüsyon derecesi bu faktörler arasında yer almaktadır. Serebral hipoperfüzyon, beyin yeterli oksijen ve besin maddesi alamamasına neden olan bir durumdur. Cerrahi müdahale sırasında oluşabilecek kan kaybı ve damar tıkanıklığı gibi durumlar, serebral hipoperfüzyona yol açabilir. Bu durum beyin dokusunda hasara neden olarak nörolojik komplikasyonlara sebep olabilir.

Bu çalışma, açık kalp ameliyatında kullanılan farklı kardiyopleji solüsyonlarının beyin oksijenasyon düzeyinde farklılıklara neden olabileceğini göstermektedir. Bu çalışmada Del Nido kardiyopleji solüsyonunun KPB esnasında beyin NIRS değerleri üzerinde daha az değişikliğe neden olması yanısıra kan kardiyopleji solüsyonunun KPB esnasında daha fazla değişikliğe neden olması bu solüsyonların KPB esnasında beyin doku oksijenasyonu açısından birbirlerine göre daha üstün olduklarını göstermemekte fakat nihai NIRS değerleri açısından sonuç olarak her ikisinin de yeterli olduğunu göstermektedir.

Bu bulgular, kardiak ameliyatlar gibi beyin fonksiyonları üzerinde önemli bir etkiye sahip olan prosedürlerin geliştirilmesine yardımcı olabilir ve beyin koruma stratejilerinin iyileştirilmesi için daha çok araştırma yapılması gerektiğini tavsiye etmekteyiz.

**Tablo 12. Kardiyopleji solüsyonlarına göre laktat farklılığının araştırılması**

Kardiyopleji Solüsyonu	N	Minimum	Maksimum	Medyan	Ortalama	Standart sapma	p
Del-Nido	53	0,60	11,00	1,80	2,2717	1,85279	0,888
Kan Kardiyopleji	Laktat	323	0,50	33,00	1,80	2,7220	

**Tablo 13. Kardiyopleji solüsyonlarına göre ph değerlerinin farklarının araştırılması**

Kardiyopleji Solüsyonu	N	Minimum	Maksimum	Medyan	Ortalama	Standart sapma	p
Del-Nido	53	7,35	7,60	7,45	7,4553	0,05750	$p<0,001^*$
Kan Kardiyopleji	323	7,15	7,59	7,43	7,4141	0,28425	

## Etik

**Etik Kurul Onayı:** Çalışmanın etik kurul onayı, Üsküdar Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı'ndan alınmıştır (sayı: 61351342/ Temmuz 2022-21, tarih: 29/07/2022).

**Hasta Onayı:** Retrospektif çalışma.

**Hakem Değerlendirmesi:** Editörler kurulu dışında olan kişiler tarafından değerlendirilmiştir.

## Yazarlık Katkıları

Cerrahi ve Medikal Uygulama: M.E., B.H., Konsept: M.E., A.K., Dizayn: M.E., A.K., B.H., H.İ., Veri Toplama veya İşleme: M.E., A.K., Analiz veya Yorumlama: M.E., A.K., B.H., Literatür Arama: M.E., A.K., H.İ., Yazan: M.E.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar tarafından çıkar çatışması bildirilmemiştir.

**Finansal Destek:** Yazarlar tarafından finansal destek almadıkları bildirilmiştir.

## Kaynaklar

- Hessel EA II, ve Edmunds LH Jr. Extracorporeal Circulation: Perfusion Systems. In: Cohn LH, Edmunds LH Jr, eds. Cardiac Surgery in the Adult. New York: Mc Graw-Hill 2003;317-318.
- Bilal MS, Sarioğlu T. İskemik Miyokard injurisi ve intraoperatif Miyokard Korunmasına Genel Bir Bakış. Türk Göğüs Kalp Damar Cerrahisi Dergisi 1992;1(2):118-126.
- Toraman F, Erkek E, Güçlü P, Sayın J, Arıtürk C, Ökten EM, et al. Near infrared spektroskopisi (NIRS) gerçekten doku saturasyonunu ölçüyor mu? Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi 2013;4(3):115-117.
- Özgöz H. M. Kardiyopulmoner Bypass Eşliğinde Koroner Arter Bypass Cerrahisi Uygulanan Hastalarda Serum Laktat Seviyelerinin Postoperatif Sonuçlarla ilişkisi. Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı Uzmanlık Tezi, Bursa, 2021.
- Yıldırım K. Koroner Arter Bypass Cerrahisi Uygulanması Gereken Hastalarda Miyokardiyal Koruma Sırasında Mikropleji Solüsyonu ve Del Nido Kardiyopleji Solüsyonu Kullanılmasının Kısa Dönem Klinik Sonuçlar Üzerinde Karşılaştırılması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 2021.
- Kaymakçı E. İzole CABG Prosedürü Uygulanan Hastalarda Del Nido Kardiyoplejisinin Postoperatif Erken Dönemde Ventrikül Fonksiyonları Üzerine Etkileri. Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Bursa Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı Tıpta Uzmanlık Tezi, Bursa, 2018.
- Pasch T, Zalunardo M. Intraoperatives Monitoring: Notwendiges, Sinnvolles und Überflüssiges [Intraoperative monitoring: necessary, meaningful or superfluous]. Anaesthesist 2000;49 Suppl 1:s2-s6.
- Daşdemir E. Kardiyopulmoner Bypass İle Açık Kalp Cerrahisi Uygulanan Hastalarda Hipotermi Ve Normotermimin; Hemoglobin Ve Serebral Near-Infrared Spektroskopisi Üzerine Etkisi. 2020.
- Demir S. Erişkin Kalp Cerrahisinde Kardiyopulmoner Bypass Sırasındaki Pulsatil ve Non-Pulsatil Akım Seçiminin Serebral Nırs Üzerine Etkisi. İstanbul Medipol Üniversitesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. İstanbul 2020.
- Grubhofer G, Mares P, Rajek A, Müllner T, Haisjackl M, Dworschak M, et al. Pulsatility does not change cerebral oxygenation during cardiopulmonary bypass. Acta Anaesthesiol Scand 2000;44(5):586-591.
- Soller BR, Yang Y, Soyemi OO, Ryan KL, Rickards CA, Walz JM, . Noninvasively determined muscle oxygen saturation is an early indicator of central hypovolemia in humans. J Appl Physiol (1985) 2008;104(2):475-481.
- Türkyılmaz G, Karadeniz Ü, Demir ZA, Kemerci P, Koçulu R, Bindal M, Ertürk A. et al. Ameliyatlarında Serebral Oksijenasyon Monitörizasyonu. GKDA Dergisi 2017; 23(1):8-14.