

## Del nido kardiyoplejisinin izole erişkin koroner baypas cerrahisinde metabolik etkisi: Retrospektif karşılaştırmalı bir çalışma

*Metabolic effect of del nido cardioplegia in isolated adult coronary artery bypass surgery: A retrospective comparative study*

Özden Vezir 

Mersin Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, Mersin/Türkiye

### ÖZ

**Amaç:** Del Nido kardiyoplejisi (DNK), başlangıçta pediatrik kalp cerrahisi için geliştirilmiş olup, son yıllarda erişkin kalp cerrahisinde de uygulanmaya başlanmıştır. Bu çalışmada, izole elektif koroner arter baypas cerrahisi (KABC) uygulanan erişkin hastalarda Del Nido ve klasik kan kardiyoplejisinin intraoperatif arteriyel laktat düzeylerine etkisi ve kardiyopulmoner baypas (KPB) sonrası inotropik ajan ihtiyacı yönünden retrospektif olarak karşılaştırılmıştır.

**Gereç ve Yöntem:** Ocak 2021 – Aralık 2024 tarihleri arasında Mersin Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde izole elektif KABC operasyonu geçiren 1.286 hasta retrospektif olarak analiz edildi. Dışlanma ve kabul edilme kriterlerine göre 574 hasta çalışmaya alındı. Bu hastalar uygulanan kardiyopleji tipine göre iki gruba ayrıldı: Grup 1 – DNK (n=287) ve Grup 2 – klasik kan kardiyoplejisi (n=287). DNK, 4:1 oranında kan-kristalloid karışımı olarak hazırlanarak tek dozda, klasik kardiyopleji ise çoklu dozlarda uygulandı. Arteriyel kan gazı örnekleri KPB öncesi (T0), kardiyopleji sonrası 5. dk (T1), 20. dk (T2), 40. dk (T3) ve KPB'den çıkış sonrası 10. dk (T4) zamanlarında alındı. Laktat düzeyleri karşılaştırıldı; ayrıca preoperatif ejeksiyon fraksiyonu (EF), KPB ve kros klemp süreleri ile KPB sonrası inotrop gereksinimi analiz edildi.

**Bulgular:** Yaş, cinsiyet, preoperatif EF, KPB süresi ve kros klemp süreleri açısından gruplar arasında anlamlı fark yoktu ( $p>0.05$ ). T0, T1 ve T2'de laktat düzeyleri benzerdi ( $p>0.05$ ). Ancak T3 ve T4'te DNK grubunda ortalama laktat düzeyleri klasik gruba göre anlamlı şekilde daha düşüktü ( $p<0.001$ ). KPB sonrası inotrop ihtiyacı açısından anlamlı fark saptanmadı (DNK: %32; Klasik: %34;  $p=0.64$ ).

**Sonuç:** Del Nido kardiyoplejisi, erişkin KABC operasyonlarında intraoperatif dönemde daha düşük laktat birikimi ile ilişkili bulunmuştur. Bu durum, DNK'nin hücrel oksijenlenmeyi daha etkin sağladığını ve metabolik dengeyi koruduğunu düşündürmektedir. Miyokardiyal fonksiyonel koruma açısından ise her iki kardiyopleji eşdeğer etkinlik göstermektedir. DNK, erişkin kalp cerrahisinde pratik uygulanabilirliği, tek doz avantajı ve güvenilirliği ile dikkate değer bir alternatif olarak değerlendirilebilir.

**Anahtar Sözcükler:** Del Nido kardiyoplejisi, klasik kardiyopleji, laktat, miyokard koruma, koroner arter baypas cerrahisi

### ABSTRACT

**Aim:** Del Nido cardioplegia (DNK), initially developed for pediatric cardiac surgery, has recently been applied to adult cardiac surgery. This study retrospectively compared the effects of Del Nido and conventional blood cardioplegia on intraoperative arterial lactate levels and the need for inotropic agents after cardiopulmonary bypass (CPB) in adult patients undergoing isolated elective coronary artery bypass surgery (CABG).

Sorumlu yazar: Özden Vezir

Mersin Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği Mersin/Türkiye

E-posta: ovezir@hotmail.com

Başvuru tarihi: 16.11.2025 Kabul tarihi: 16.12.2025

**Materials and Methods:** A retrospective analysis of 1,286 patients who underwent isolated elective CABG at Mersin City Training and Research Hospital between January 2021 and December 2024 was conducted. Based on the inclusion and exclusion criteria, 574 patients were included in the study. These patients were divided into two groups based on the type of cardioplegia administered: Group 1 – DNK (n=287) and Group 2 – conventional blood cardioplegia (n=287). DNK was prepared as a 4:1 blood-crystalloid mixture and administered in a single dose, while conventional cardioplegia was administered in multiple doses. Arterial blood gas samples were taken before CPB (T0), 5 minutes (T1), 20 minutes (T2), 40 minutes (T3), and 10 minutes after weaning from CPB (T4). Lactate levels were compared; preoperative ejection fraction (EF), CPB and cross-clamp times, and post-CPB inotrope requirements were analyzed.

**Results:** There were no significant differences between the groups in terms of age, gender, preoperative EF, CPB duration, and cross-clamp times ( $p>0.05$ ). Lactate levels were similar at T0, T1, and T2 ( $p>0.05$ ). However, mean lactate levels were significantly lower in the DNK group compared to the conventional group at T3 and T4 ( $p<0.001$ ). No significant difference was found in inotrope requirements after CPB (DNK: 32%; Conventional: 34%;  $p=0.64$ ).

**Conclusion:** Del Nido cardioplegia was associated with lower intraoperative lactate accumulation in adult CABG surgeries. This suggests that DNK provides more effective cellular oxygenation and maintains metabolic balance. In terms of myocardial functional protection, both cardioplegias are equally effective. DNK can be considered a noteworthy alternative in adult cardiac surgery due to its practical applicability, single-dose advantage, and safety.

**Keywords:** Del Nido cardioplegia, conventional cardioplegia, lactate, myocardial protection, coronary artery bypass surgery

## GİRİŞ

Koroner arter hastalığı (KAH), dünyada kardiyovasküler mortalitenin en sık nedenlerinden biri olup, cerrahi revaskülarizasyon özellikle çok damar hastalığında etkin bir tedavi yöntemidir (1). Koroner arter bypass greftleme (KABC) sırasında kardiyopulmoner bypass (KPB) uygulanırken miyokardiyal koruma hayati öneme sahiptir. Kardiyopleji solüsyonları, hücrel metabolizmayı azaltarak kontrollü kardiyak arrest sağlar ve reperfüzyon hasarını minimize etmeyi amaçlar (2). Klasik kan kardiyoplejisi uzun yıllardır erişkin kalp cerrahisinde kullanılmaktadır, ancak son yıllarda Del Nido kardiyoplejisi (DNK) erişkin hastalarda da kullanılmaya başlanmıştır (3, 4). Başlangıçta pediatrik cerrahi için geliştirilmiş olan DNK, tek dozla uzun süreli arrest sağlaması, düşük kalsiyum içeriği, lidokain ve magnezyum gibi bileşenleriyle reperfüzyon hasarını azaltma potansiyeline sahip olduğu öne sürülmektedir (5, 6). DNK'nin erişkin popülasyonda kullanımı henüz yaygınlaşma aşamasında olsa da, birçok çalışma bu solüsyonun metabolik stres parametreleri ve miyokardiyal fonksiyon üzerinde olumlu etkiler yarattığını göstermektedir (7–10). Bu çalışmada, erişkin KABC hastalarında farklı kardiyopleji tiplerinin intraoperatif metabolik stres üzerindeki etkileri arteriyel laktat düzeyleri üzerinden karşılaştırılmıştır.

## GEREÇ ve YÖNTEM

Ocak 2021 – Aralık 2024 tarihleri arasında Mersin Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde izole elektif KABC operasyonu geçiren 1.286 hasta dahil edilme ve dışlanma kriterlerine göre retrospektif olarak analiz edildi. Dışlanma nedenlerine göre kabul edilen hasta sayısı mantıklı bir dağılımla oluşturulmuş ve veri bütünlüğü korunmuştur.

### Dahil Edilme Kriterleri:

1. 18 yaş ve üzerindeki erişkin hastalar
2. İzole elektif koroner arter bypass greftleme cerrahisi uygulanmış olanlar
3. Ameliyat sürecine dair eksiksiz klinik veri ve arteriyel kan gazı analiz kayıtları bulunan olgular
4. Cerrahi işlem aynı ekip tarafından gerçekleştirilmiş hastalar

### Dışlanma Kriterleri:

1. Acil KABC endikasyonu ile opere edilen hastalar
2. Redo cerrahi geçirenler (ikinci veya üçüncü kez kalp cerrahisi olanlar)
3. KABC'ye ek olarak eş zamanlı kapak cerrahisi veya diğer kardiyak işlemler uygulanmış hastalar
4. Ciddi renal (GFR < 30 mL/dk) veya hepatik yetmezlik tanısı bulunanlar

5. Enfeksiyon, sepsis, veya ciddi sistemik inflamatuvar yanıt sendromu (SIRS) bulunmaları
6. Eksik arteriyel kan gazı verisi veya eksik operasyonel kayıt nedeniyle veri bütünlüğü sağlanamayan olgular

Bu kriterlere uyan hastalardan DNK uygulanan 287 hasta ve klasik kan kardiyoplejisi (KKK) uygulanan 287 hasta çalışmaya alınmıştır.

#### *Grup 1 – Del Nido Kardiyopleji Grubu (DNK):*

Bu gruptaki 287 hastaya, kardiyopulmoner baypas (KPB) sırasında Del Nido kardiyopleji solüsyonu uygulanmıştır. Solüsyon, 4:1 oranında kristalloid ve oksijenlenmiş tam kan karışımı olarak hazırlanmış, içerisinde 13 mEq KCl, 13 mEq NaHCO<sub>3</sub>, 100 mg lidokain, 16 mEq MgSO<sub>4</sub> ve 20 ml mannitol yer almıştır. Soğuk (4°C) olarak, 20 ml/kg tek doz şeklinde antegrad yolla uygulanmış ve ortalama 60–90 dakika etkili olacağı öngörülmüştür.

#### *Grup 2 – Klasik Kan Kardiyopleji (KKK) Grubu:*

Bu gruptaki 287 hastaya, KPB sırasında klasik kan kardiyopleji solüsyonu uygulanmıştır. Solüsyon, oksijenlenmiş tam kan ile 4:1 oranında karıştırılmış, bileşiminde 20 mEq KCl, 25 mEq NaHCO<sub>3</sub>, 5 g mannitol içeren kristalloid kullanılmıştır. KKK (≈32–34°C) ilk dozda 1000 ml, ardından her 20 dakikada bir 500 ml'lik tekrar dozları şeklinde antegrad yolla verilmiştir.

Tüm operasyonlar klasik median sternotomi ve standart aortokaval kanülasyon ile gerçekleştirildi. Kardiyopulmoner baypas, membran oksijenatör ve nonpulsatil akım kullanılarak, sistemik 32°C moderat hipotermi altında sağlandı. Her iki kardiyopleji de antegrad yolla, aortik root kanül aracılığıyla uygulandı. Kardiyopleji sonrası arteriyel kan gazı örnekleri T0 (pre-KPB), T1 (kardiyopleji sonrası 5. dk), T2 (20. dk), T3 (40. dk) ve T4 (KPB'den çıkış sonrası 10. dk) zaman noktalarında alındı. Laktat düzeyleri otomatik kan gazı analiz cihazı SIEMENS Rapidlab 1265 (Siemens, UK) kullanılarak ölçüldü.

#### *İstatistiksel Analiz:*

Bu çalışmada elde edilen verilerin analizi IBM SPSS Statistics (versiyon 23) kullanılarak gerçekleştirildi. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro–Wilk testi ile değerlendirildi. Normal dağılım gösteren parametreler Student t-testi, normal dağılmayan sürekli değişkenler ise Mann–Whitney U testi ile karşılaştırıldı. Kategorik veriler Ki-kare testi kullanılarak analiz edildi. Zaman içinde tekrarlayan ölçümler arasındaki farklar ve grup-zaman etkileşimi repeated measures ANOVA ile incelendi. Tüm istatistiksel analizlerde p<0.05 anlamlı kabul edildi.

#### **BULGULAR**

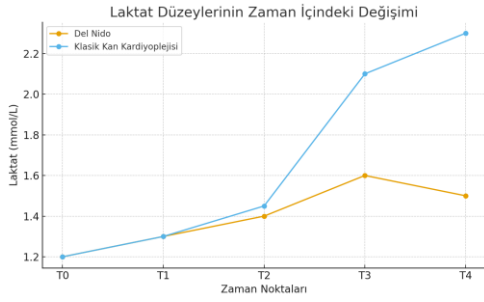
Demografik veriler ve operatif parametreler Tablo-1'de sunulmuştur. Her iki grup yaş, cinsiyet, preoperatif EF, KPB süresi ve kros-klomp süresi açısından benzerdi (p>0.05). Arteriyel kan gazı laktat düzeyleri zaman içinde değişim göstermiştir. T0, T1 ve T2 zaman noktalarında iki grup arasında anlamlı fark yoktu (p>0.05). Ancak T3 (40. dk) ve T4 (KPB'den çıkış sonrası 10. dk) zamanlarında Del Nido grubunda laktat düzeyleri anlamlı olarak daha düşüktü (p<0.001) (Şekil-1). Gruplar arasında KPB sonrası inotrop gereksinimi açısından anlamlı fark gözlenmedi (Del Nido: %32 vs. Klasik: %34; p=0.64).

**Tablo-1.** Demografik ve Operatif Veriler

|                        | Del Nido  | Klasik    | p Değeri |
|------------------------|-----------|-----------|----------|
| Yaş                    | 66.4±12.6 | 65.9±11.1 | 0.47     |
| Cinsiyet (E/K)         | 210/77    | 208/79    | 0.86     |
| Preop EF(%)            | 50.2±4.5  | 49.8±4.8  | 0.32     |
| Kros klomp süresi (dk) | 43.3±8.7  | 45.9±8.1  | 0.28     |
| KPB süresi (dk)        | 56.2±7.3  | 57±9.4    | 0.39     |
| İnotrop destek (%)     | 32        | 34        | 0.64     |

EF: Ejeksiyon fraksiyonu, KPB: Kardiyopulmoner baypas

## Şekil-1. Zaman Noktalarına Göre Ortalama Laktat Düzeyleri



## TARTIŞMA

Bu çalışmanın bulguları, Del Nido kardiyoplejisinin erişkin KABC olgularında klasik kan kardiyoplejisine göre intraoperatif dönemde daha düşük laktat birikimi ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Laktat düzeyi, hücrel oksijen yetersizliğinin ve mitokondriyal metabolik stresin dolaylı bir biyokimyasal göstergesi olup, miyokardiyal hipoperfüzyon veya yetersiz miyokardiyal koruma durumlarında yükselmektedir (6, 7). Her iki kardiyopleji de kardiyoselektif etkilerle kalbin elektriksel aktivitesini durdurarak metabolik ihtiyacı azaltmayı hedeflemektedir. Ancak; kardiyopleji solüsyonlarının hücrel düzeydeki içerikleri, pH dengesi, iyon bileşimi ve etki süresi farklılıkları, reperfüzyon hasarı ve dolayısıyla laktat birikimini farklı şekilde etkilemektedir (3, 5). Del Nido kardiyoplejisi, tek doz olarak uygulanması ve 60–90 dakika süresince etkili olması ile cerrahi süre boyunca stabil kardiyak arrest sağlamaktadır. İçeriğinde bulunan lidokain, sodyum kanal blokajı sağlayarak depolarizasyonu önlerken, magnezyum iyonları kalsiyum kanal akışını regüle ederek mitokondriyal stresin önüne geçmektedir (3, 11). Düşük kalsiyum konsantrasyonu sayesinde hücre içi kalsiyum yüklenmesini azaltır, bu da reperfüzyon hasarını minimize eder (12). Ayrıca mannitolün serbest radikal temizleyici etkisi sayesinde hücrel membran bütünlüğü korunur (4). Klasik kan kardiyoplejisi ise sık aralıklarla tekrar doz gerektirmekte olup, özellikle uzun süren kros-klomp uygulamalarında kardiyak hücrelerde metabolik dalgalanmalara neden olabilir. Her yeni doz uygulamasında kan akımı ve elektrolit dengesi değişmekte, bu durum mitokondriyal fonksiyon üzerinde geçici bozulmalar ve artmış laktat üretimi ile sonuçlanabilmektedir (5, 10).

Dolayısıyla Del Nido kardiyoplejisinin, klasik kan kardiyoplejisine kıyasla miyokardiyal hücre düzeyinde daha stabil bir metabolik ortam sunduğu ve bu sayede sistemik dolaşıma daha az laktat salındığı düşünülebilir. Bu çalışma sonucunda gözlemlenen düşük laktat düzeyleri, yalnızca kalp dokusunun korunmasına değil, aynı zamanda genel sistemik oksijenlenme dengesine de olumlu katkı sağlayabilir. Bununla birlikte, çalışmanın retrospektif doğası, randomizasyon eksikliği ve tek merkezli olması metodolojik sınırlılıklar oluşturmaktadır. Bu sonuçların doğrulanabilmesi için çok merkezli, prospektif randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç vardır. Düşük intraoperatif laktat düzeyleri, postoperatif mekanik ventilasyon süresi, yoğun bakımda kalış süresi ve kardiyak morbidite ile ilişkili olabileceği için potansiyel klinik değere sahip olduğundan gelecekteki çalışmalar için bir araştırma alanı olabilir.

## SONUÇ

Del Nido kardiyoplejisi, erişkin KABC’de klasik kan kardiyoplejisine kıyasla daha düşük intraoperatif laktat düzeyi ile ilişkilidir. Bu durum, DNK’nin hücrel oksijenlenmeyi daha etkili sağladığını ve metabolik dengeyi daha iyi koruduğunu düşündürmektedir. KPB sonrası inotrop ihtiyacının benzer olması ise, miyokardiyal fonksiyon açısından iki yöntem arasında fark olmadığını göstermektedir. Del Nido kardiyopleji, erişkin kalp cerrahisinde zaman ve uygulama kolaylığı sağlayan, güvenli bir alternatif olarak değerlendirilebilir.

## Çıkar Çatışması

Herhangi bir çıkar çatışmamız olmadığını beyan ederiz.

## Kaynaklar

1. Hausenloy DJ, Yellon DM. Cardioprotection during cardiac surgery: A review. *Eur Heart J*. 2017;38(47):3413–20.
2. Del Nido PJ. Intermittent versus continuous cardioplegia. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1995;109(2):357–68.
3. Mishra P, Ali A, Cannata A, et al. Del Nido cardioplegia in adults: A comprehensive review. *J Card Surg*. 2021;36(12):4345–53.
4. Barbier R, Bical OM, Demondion P, et al. Efficacy of Del Nido cardioplegia in adult cardiac surgery. *Ann Thorac Surg*. 2020;110(4):1207–14.
5. Westerhof N, Lamberts RR, Westerhof BE. Clinical advantages of single-dose Del Nido cardioplegia. *Perfusion*. 2019;34(4):273–80.
6. Maillet JM, Le Besnerais P, Cantoni M, et al. Serum lactate after cardiac surgery and outcome. *Ann Thorac Surg*. 2003;75(6):1901–5.
7. Rao V, Ivanov J, Weisel RD, et al. Metabolic benefits of Del Nido cardioplegia in adult CABG. *J Cardiothorac Surg*. 2018;13:71.
8. Lee JH, Kim JB, Jung SH, et al. Myocardial protection and metabolic preservation with Del Nido solution. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2019;29(3):391–8.
9. Ad N, Holmes SD, Shuman DJ, et al. Comparison of Del Nido and standard blood cardioplegia in adult CABG. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2015;150(6):1425–33.
10. Rasoli S, Davierwala PM, Misfeld M, et al. Inotropic support after Del Nido versus conventional cardioplegia. *Heart Surg Forum*. 2020;23(6):E1022–E1028.