

ARTICLE TYPE: REVIEW**Kardiyopulmoner Bypass'ta Kristalloid ve Kolloid Solüsyonlarının
Kullanımı: Literatür Taraması ve Klinik Uygulamalar
Use of Crystalloid and Colloid Solutions in Cardiopulmonary Bypass:
Literature Review and Clinical Applications**Mehmet Burak Coşkun^{1*}, Kadir Eği², Ayşe Çiçek³¹Sağlık Bakanlığı, Ordu Devlet Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi, Ordu, Türkiye, Mehmetburakcoskun@yahoo.com, ORCID: 0000-0001-6748-575X²Harran Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Diyaliz Programı, Şanlıurfa, Türkiye, kadiregi@harran.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4802-0994³Sağlık Bakanlığı, Ordu Devlet Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi, Ordu, Türkiye, cicekayse25@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7208-9476**ÖZET**

Prime solüsyonları, kardiyopulmoner bypass (KPB) işlemleri sırasında kullanılan ve dolaşım devresini doldurarak havayı uzaklaştırmayı amaçlayan çözeltilerdir. Bu solüsyonlar, genellikle kristalloid ve koloid olmak üzere iki ana kategoriye ayrılır. Kristalloid solüsyonlar, maliyet açısından daha uygun olup, vücutta hızlı bir şekilde dağılırken; koloidler, daha uzun süre damar içi hacmi koruyarak etkili bir hacim desteği sağlar. Prime solüsyon seçimi, hastanın sağlık durumu, özgül cerrahi müdahale gereksinimleri ve potansiyel alerjik reaksiyonlar gibi çeşitli faktörlere göre yapılır. İdeal bir prime solüsyonu, etkili hemodilüsyon sağlarken, minimum inflammatuar yanıtla neden olacak şekilde özenle seçilmelidir.

Kalp ameliyatı geçiren hastaların çoğu, KPB ile dolaşım desteğine ihtiyaç duymaktadır. KPB sırasında, vücut sıvılarının asit-baz dengesi ve elektrolit seviyelerinin korunması, çeşitli organ sistemleri üzerinde önemli etkilere sahiptir. Bu organ sistemleri arasında merkezi sinir sistemi, üriner sistem ve dolaşım sistemi bulunur ve bu sistemlerin etkilenmesi, kalp ameliyatının sonuçlarını doğrudan etkileyebilir. Ancak, dünya çapında yapılan araştırmalar KPB teknikleri ve prime solüsyon hazırlama konusunda önemli farklılıklar göstermiştir. Bu farklılıkların nedenleri ve klinik sonuçlar üzerindeki etkileri henüz belirsizliğini korumakta olup, KPB prime solüsyonlarının seçimi genellikle kişisel tercihlere ve tarihsel inançlara dayanmaktadır. Bu derleme kardiyopulmoner bypass işlemleri sırasında kullanılan prime solüsyonlarının önemini, çeşitlerini ve seçim kriterlerini vurgulamak amacıyla yazılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Prime solüsyon, Kristalloid, Kolloid, Ekstrakorporeal dolaşım, Kardiyopulmoner bypass**ABSTRACT**

Prime solutions are solutions used during cardiopulmonary bypass (CPB) procedures to remove air by filling the circulatory system. Prime solutions are solutions used during CPB procedures and are intended to remove air by filling the circulatory circuit. These solutions are generally divided into two main categories: crystalloid and colloid. Crystalloid solutions are more cost-effective and rapidly distributed in the body, while colloids provide effective volume support by maintaining intravenous volume for a longer period of time. The choice of prime solution is based on various factors such as the patient's health status, specific surgical intervention requirements and potential allergic reactions. An ideal prime solution should be carefully selected to cause minimal inflammatory responses while providing effective haemodilution.

Most patients undergoing cardiac surgery require circulatory support with CPB. During CPB, maintaining acid-base balance and electrolyte levels of body fluids has important effects on various organ systems. These organ systems include the central nervous system, the urinary system and the circulatory system, and affecting these systems can directly affect the outcome of cardiac surgery. However, worldwide research has shown significant variation in CPB techniques and prime solution preparation. The reasons for these differences and their impact on clinical outcomes remain unclear, and the choice of CPB prime solutions is often based on personal preference and historical beliefs. This review was written to emphasise the importance, types and selection criteria of prime solutions used during cardiopulmonary bypass procedures.

Keywords: Prime solution, Crystalloid, Colloid, Extracorporeal circulation, Cardiopulmonary bypass**Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Mehmet Burak Coşkun, Sağlık Bakanlığı, Ordu Devlet Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi, Ordu, Türkiye, Mehmetburakcoskun@yahoo.com, ORCID: 0000-0001-6748-575X**Atf/Cite:** Coşkun MB, Eği K, Çiçek A. Kardiyopulmoner Bypass'ta Kristalloid ve Kolloid Solüsyonlarının Kullanımı: Literatür Taraması ve Klinik Uygulamalar. Mehes Journal. 2024;2(3):58-7.

GİRİŞ

Kardiyovasküler cerrahinin yapılmasını olanaklı kılan kardiyopulmoner bypass (KPB) sırasında kalp ve akciğer devre dışı kalmakta, bu organların yerine pompa ve oksijenatörden oluşan kalp akciğer makinesi kullanılmaktadır. Cerrahi sahadan kanül ve tüp setleri ile alınan kan rezervuara alındıktan sonra pompa yardımıyla oksijenatöre gönderilmekte ve oksijenlendirildikten sonra tekrar hastanın arterinden sistemik dolaşıma geri verilmektedir. Bu dolaşım kısaca vücut dışı dolaşım veya ekstrakorporeal dolaşım olarak isimlendirilmektedir.

Prime solüsyonları KPB sürecinde hayati bir role sahip olup, kan ve oksijenin yerine geçerek cerrahi müdahale sırasında hastanın hayatta kalmasını sağlayan temel bileşenlerdir. Prime solüsyon; Ekstrakorporeal dolaşım (EKD) olarak da bilinen KPB için devre elemanlarının tüpleri, pompaları ve rezervuarları gibi bileşenlerini doldurmak için kullanılır. Prime solüsyonlarının iki önemli kullanım amacı sistemde hava embolisine neden olabilecek havayı uzaklaştırmak ve etkili bir hemodilüsyon oluşturmaktır (1).

KPB'nin ilk zamanlarında, devreyi hazırlamak için donör kanı kullanılıyordu. Bu yöntem hastanın kendi kanını perfüze etmek için en iyi çözümdü. Ancak maliyet, kan eksikliği ve bulaşıcı hastalıkların bulaşma riski ile bağışıklık sistemi baskılanması gibi yan etkiler nedeniyle bu uygulama günümüzde büyük ölçüde terkedilmiştir (2).

KPB sırasında hasta devreye bağlanır ve prime çözeltisi hastanın kanıyla karıştırılır. Bu yöntem hastada kanın önemli ölçüde hemodilüsyonuna neden olur. Bu nedenle prime içeriği yaratılırken hemodilüsyonun ve hazırlık çözeltisinin zararlı etkilerini azaltmak hayati önem taşır (3). Kan hacmi hastanın vücut kütle indeksi ile ilişkilidir; küçük hastalar için az hacim, büyük bir hastada daha fazla hacim ihtiyacı vardır. Ancak, hazırlık çözeltisinin hacmi genellikle kullanılan KPB devresine bağlıdır (4). Pratikte yetişkin hastaların çoğunda hastanın boyutuna bakılmaksızın genellikle 1.5 litre ile 2 litre prime çözeltisi kullanılır.

İnsanlarda sıvı dağılımı ekstraselüler sıvı ve intraselüler sıvı arasında bölünmüştür. ekstraselüler sıvı ayrıca, toplam ekstraselüler sıvı hacminin yaklaşık %25'ini içeren damar alanı ile toplam ekstraselüler sıvı hacminin yaklaşık %75'ini içeren interstisyel alana dağıtılır. Bu sıvı dağılımı bağlamında, izotonik çözeltilerin vücuttaki etkilerini anlamak, onların kullanımının fizyolojik sonuçları üzerinde önemli bir bilgi sağlar. İzotonik çözeltiler, Ringer Laktat gibi çözümler plazma ile benzer bir ozmotik basınca sahiptir, bu nedenle bunların infüzyonu, bir su potansiyeli gradyanı oluşturmaz. İzotonik bir kristalloid çözeltiyle

seyreltikten sonra, çözeltinin yaklaşık %75'inin interstisyelde kalırken %25'inin damar sisteminde kalması beklenir. Verilen çözelti ne kadar kristalloidse, interstisyel ödem o kadar fazla olur (5).

KPB uzun geçmişine ve yaygın kullanımına rağmen, hangi hazırlık çözeltisinin (kristalloid veya kolloid) kullanılacağı konusunda hala bir fikir birliği yoktur. KPB için kullanılan kristalloid çözeltiler genellikle tuz dengeli çözeltiler, Salin ve Ringer Laktat veya Dekstroz/Mannitol çözeltileri gibi genellikle tuz ve/veya şeker karışımı içerirler.

Kolloid çözeltiler genellikle, interstisyuma kolayca giremeyen ve bu nedenle damar sisteminde daha uzun süre kalan, büyük bir molekülün, dengeli bir tuz çözeltisi ile karışımından oluşur. Yıllar boyunca, koloidal hazırlık çözeltilerinde kullanılan büyük moleküller arasında albümin, jelatin, hidroksietil nişasta (HES) ve bir dereceye kadar dekstranlar bulunur (6). Bu moleküller, koloidal ozmotik basınç veya koloidal onkotik basınç sağlar. Uygulamada damar sistemine uygulanan hiperonkotik bir koloidal çözeltinin, suyu interstisyel bölgeden damar sistemine taşıdığı anlamına gelir. Bu, interstisyel bölgede daha az sıvının kalmasıyla ekstraselüler sıvılar arasındaki dağılımı değiştirir. Dolayısıyla, hiperonkotik bir çözelti, verilen toplam hacmin damar sistemine daha fazla artışına neden olur.

Bu nedenle hiperonkotik solüsyonlarla ödem azaltılır ve bunun sonucunda vasküler direnç azalır, mikro sirkülasyon artar ve hipoperfüzyon riski azalır. Beyin bu değişimden en çok faydalanan bölgelerden biridir. Açık kalp ameliyatında kardiyopulmoner baypas sonrası bilişsel fonksiyon bozukluğunun %70 kadar yüksek olduğu rapor edilmiştir. Kristalloid bir çözeltiyle karşılaştırıldığında koloidal bir çözelti kullanıldığında HES ve Ringer Laktat gibi, bilişsel işlevlerde bir iyileşme gösterilmiştir (7).

Kristalloid Solüsyonlar

Kristalloid çözeltiler ekstraselüler sıvı hacmini artırır. Fazla miktarda kullanıldığında, interstisyel alanda büyüme oluşurken lenfatik drenaj da zarar görür. Bu durum, bazı organlarda fonksiyon bozukluklarına yol açabilir. Özellikle akciğerleri etkiler ve hipoksi, periferde kaslarda düşüş ve gastrointestinal sistemde ödem ile doku beslenmesinde sorunlara neden olabilir (8).

Laktatlı Ringer ve Plasma Lyte

Laktatlı Ringer solüsyonu, bikarbonat kaynağı olarak laktat içermekte ve pH değeri nötrdür. Elektrolit iyon yoğunlukları, plazmaya benzerlik göstererek hücre dışı sıvı eksikliğini hızla telafi eder ve hücre dışı sıvı dengesini korur. Ancak, bu solüsyonun diyabetik hastalarda kullanımını dikkat gerektirir ve hafif hipotonik özellik taşır (273 mOsm/l).

Plasma-Lyte ise klor açısından zengin olmayan bir tampon kristalloid solüsyondur. Bu solüsyonun renal fonksiyonlar üzerindeki etkilerini araştırmak amacıyla Salin ile Plasma-Lyte 148 PL-148 (SPLIT) karşılaştırması yapılmıştır (9). Çalışma sonucunda, akut böbrek hasarı bakımında anlamlı bir farklılık gözlemlenmemiştir; ancak daha kapsamlı rastgele kontrollü çalışmalara ihtiyaç duyulduğu ve klinik sonuçların değerlendirilmesinde mortalite yorumlamasına dikkat edilmesi gerektiği vurgulanmıştır (9).

Kristalloid solüsyonlarla yapılan sıvı replasmanı sırasında, düşen onkotik basınç nedeniyle sıvının litrelerce interstisyel aralığa kaçabileceği ve akciğer ödemi gibi organ yetmezliklerine yol açabileceği durumlar oluşabilir. Bu nedenle, başlangıç resüsitasyon sıvısı olarak mümkün olduğunca az miktarda hipertonic tuz kullanılması önerilir. Hipertonic tuz verilen hastaların hipernatremi ve hipoozmolar kana komplikasyon riski bulunduğundan, sıkı bir takip gereklidir. Araştırmalar, hipertonic tuz solüsyonu ile daha hızlı sıvı replasmanı yapılabilmesine rağmen, sağ kalım oranlarının etkilenmediğini belirtmektedir (9). Bununla birlikte, Laktatlı Ringer ile yapılan sıvı replasmanı sırasında sıvı miktarının net olarak hesaplanamaması, sıvı takibinin gerekliliği ve yararın uzun sürede sağlanamaması gibi zorluklar, bu yöntemin geniş çapta uygulanmasını engellemektedir (9).

%5 Dextroz

Kan glukoz seviyelerini artırarak sistemik metabolik asidoza neden olabilir ve ekstrakorporeal dolaşıma bağlı yan etkilerin artmasına yol açabilir.

İzotonik %9

Bu kristalloid tercih edilen bir çözümdür ve hafif hipertonicdir (308 mOsm/l). Ancak, 3 litreden fazla kullanılan fizyolojik serum infüzyonu, üç saatten uzun süren bir süreçte hiperkloremik metabolik asidoza neden olabilir.

Kolloid Solüsyonlar

Kolloid sıvılar, plazma proteinlerinin belirli görevlerini üstlenebilen ve plazma yerine

geçebilen sıvılardır. Bu sıvıların en önemli işlevlerinden biri onkotik basınç olup, sıvı bağlama kapasitelerini içerir. Kolloid solüsyonlara plazma genişleticiler söylenmesinin sebebi de bu özellikleridir. Kristalloid sıvılara kıyasla, glomerüler membrandan ve kapillerden geçme özellikleri daha sınırlıdır. Kolloid sıvıların damar içinde kalma süresi ve sıvı bağlama kapasiteleri, içerdikleri farklı moleküllerin dağılımı, ortalama molekül ağırlıkları, kolloid madde yoğunluğu ve biyolojik yıkım şekillerine göre değişir. Ayrıca, kolloidlerin bireysel özellikleri (örneğin, endotel hasarı, plazma onkotik basıncı, böbrek ve karaciğer yetmezliği, pankreas fonksiyon bozukluğu gibi) kolloidlerin kinetiğini etkileyebilir (10).

Günümüzde tercih edilen kolloid solüsyonları doğal (insan serum albumini ve plazma proteini) ve yapay (dextran, nişasta, jelatin) olarak ikiye ayrılır (10, 11).

Doğal kolloidler

Taze donmuş plazma(TDP)

İnsan kanından elde edilen bir kan ürünü olan TDP donörden temin edildikten 6 saat içinde dondurulur. İçeriğinde pıhtılaşma faktörlerinden de olan; gamma globulin, albümin, faktör 8 ve fibrinojen bulunur. 12 ısıtıldıktan sonra hızlıca kullanılmalıdır. TDP volüm replasmanından ziyade faktör bozukluğuna bağlı kanama yatkınlığında, karaciğer hasarına bağlı pıhtı oluşma ve immün sistem ve bozukluklarında, yüksek dozlarda warfarin kullanımlarında ve yoğun miktarlarda kan ürün transfüzyonları sonrasında tercih edilir (13).

İnsan serum albümini

İnsan kan plazmasında bulunan en büyük proteindir plazmanın kademeli olarak işlemlerden geçirilmesiyle elde edilir. Genelde tek tip (albümin) ve ideal ağırlıkta molekül içermesi nedeniyle replasman sıvılarının en iyisi kabul edilir. Yarı ömrü ortalama 10-15 gün ve su bağlama kapasitesi 17 m/grdır. Piyasada %5, %20 ve %25'lik solüsyonları vardır. Plazma onkotik basıncının %75'inden albümin sorumludur. Vücuttaki albümin depolarının yaklaşık %50-60'ı lenfatik dolaşımdadır. Kalan albümin depoları ise damarlar ile doku arasında değişim için bekler. %25'lik albümin sadece hipovolemisi olan hastalarda kullanılması önerilmez ve öncelikle ödemli durumların iyileştirilmesinde tercih edilir. Ancak ödem oluşumuna neden olabilecek fizyopatolojik mekanizmalar nedeniyle damar dışına çıkarak doku ödemi artırabilir. Anafilaktik reaksiyon ve alerjik reaksiyon olasılığı yüksektir.

İntravasküler volümde ani genişlemeye neden olduğundan dolayı pulmoner ödem riski taşır (14, 15).

Plazma protein bileşimi

İnsan plazmasının soğuk etanolle çöktürülmesi yöntemiyle elde edilir ve pastörizasyona hazırlanır. %85 albümin ve %5 globulin içerir. Kullanım şekli ve etkileri albümin ile benzerdir. İçindeki prekallikrein aktivatöründen dolayı ve alerjik doğasından dolayı aşırı hipotansiyon ve ekstravasküler alana kaçışa yol açabilir. Yalnızca volüm tedavisinde kullanılır ve intravenöz beslenmede faydasızdır, %4-5'lik solüsyon halindedir (16).

Yapay Kolloidler

Dextran solüsyonları

Volüm tedavisi ve hemodilüsyon amacıyla yapay kolloidler, doğal kolloidlere kıyasla daha tercih edilir. Bu tercih, enfeksiyon riski taşımamaları, doğal kolloidler kadar hacim etkisine sahip olmaları, kolay erişilebilir olmaları ve ekonomik olmaları gibi faktörlerden kaynaklanır. Yüksek molekül ağırlıkları, doğal polisakkaritlerin suyla parçalanmasıyla oluşur. En sık tercih edilen dextranlar, dextran 70 ve dextran 40'tır ve genellikle %6 ve %10'luk solüsyonlar halinde kullanılır. Dextran solüsyonları, kan içinde amilaz tarafından parçalanır. Dextran 70, uzun süreli etki sağladığı için volüm tedavisinde ideal bir seçenektir. Dextran 40 ise kan yoğunluğunu düşürerek mikrosirkülasyonu sağlamak için kullanılır.

Dextranlar düşük tübüler akım nedeniyle proksimal tübüllerde çözülür, bu da tübüler akımda azalmaya ve glomerüler filtrasyon basıncında azalmaya yol açar. Ayrıca, eritrosit yüzeyini kaplayarak eritrositlerin rulo formasyonunu kolaylaştırır ve kapiller akımını bozar. Dextranlar antiplatelet özelliklere sahiptir ve anti trombin III ve fibrinojen düzeylerini önemli ölçüde azaltabilirler. Bu etkiler, özellikle yüksek molekül ağırlıklı dextran 70 uygulandığında belirgindir. Günlük 20 ml/kg'ın üzerinde doz verildiğinde kanama süresinin uzamasına ve böbrek yetmezliğine neden olabilirler. Ayrıca, dextranlar antijen özellikleri gösterir ve şiddetli anafilaktoid reaksiyonlara neden olabilirler. Hem dextran 70 hem de dextran 40 için bu tür tepkiler rapor edilmiştir (17).

Jelatin solüsyonları

Sığır kolajenleri, hidroliz ile hazırlanır ve genellikle domuz kolajeninden elde edilirler. Bu

kolajenlerin molekül ağırlıkları albümin kadar yüksek olmadığı için onkotik basınca katkıları sınırlıdır ve genellikle renal yolla atılırlar. Üre köprüleri içeren jelatinin yüksek kalsiyum içeriği, pıhtı oluşturma eğilimine neden olabilir. Üre köprülü jelatin çözeltisinin hücreler arası boşluklarda kalma süresi 2-3 saat olup, bu süre suksinilli jelatin çözeltilerine göre daha kısadır. Farklı kolloidal solüsyonlarda anaflaktik reaksiyon görülme sıklığı farklılık gösterebilir. Bu oran % 0.011-0.345 arasında değişmektedir (18).

Nişasta solüsyonları

Hidroksietil nişasta, amilopektinden elde edilen ve çok dallı bir nişasta bileşiğidir. Farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip hidroksietil nişasta türevleri bulunmaktadır. Amilopektin, alfa-amilazlar tarafından insanlarda ve hayvanlarda hızla hidrolize edilir ve böbreklerden atılır. Metabolik yıkımın hızını azaltmak amacıyla, amilopektinin anhidroglukoz rezidüleri üzerinde hidroksietil gruplarının yer aldığı değişiklikler yapılmıştır. Bu hidroksietil grupları, anhidroglukoz rezidülerinin C2 ve C6 pozisyonlarına bağlanır (19).

Yapılan çalışmalar

Topaç ve Kocailik'in 100 hasta üzerinde yaptığı çalışmada kristalloid ve kristalloid+kolloid prime solüsyonlarının kan ve kan ürünleri solüsyonlarının kullanımını etkilemede önemli bir fark yaratmadığını belirtmişlerdir (20).

Hoşten ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada 100 hasta ele alınmış, %6 hidroksietil nişasta (HES) kullanılan hastalarda sıvı balansını azalttığı ve farklı cerrahilerde (majör abdominal gibi) kristalloidlerle göre daha üstün bir doku oksijeni sağlasa da genel anlamda aralarında anlamlı bir fark olmadığını ortaya koymuşlardır (21).

Damar E. ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada "Hidroksietil nişasta 130/0.4 prime solüsyonunun, düşük molekül ağırlığı ve substitüsyon özelliği ile KPB'de ek kristalloid kullanımını azaltması, kanama ve renal fonksiyonlar üzerine olumsuz bir etkisinin görülmemesi, inotropoların kullanımını azaltması, ekstübasyon ve yoğun bakım ünitelerinde kalış sürelerini kısaltması nedeniyle, kardiyak cerrahide kullanımının umut verici olduğunu düşünmekteyiz." ifadeleriyle sonuçlandırmışlardır (22).

Demirok M. ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada %6'lık hidroksietil nişasta ile kan kayıplarının replasmanında güvenli olduğunu kristalloidlerle göre onkotik basıncı düşürmediğini ve kristalloidlerle göre 3 kat daha az hacimle volüm replasmanı sağladığını

ortaya koymuşlardır (23).

Tiryakioğlu O. yaptığı çalışmada hasta gruplarında sadece 130/0.4-HES kullanmış ve hastaların hemodinamik açıdan daha iyi olduğu ekstübasyon ve yoğun bakım kalış sürelerinin önemli ölçüde azalttığını ortaya koymuştur (24).

TARTIŞMA SONUÇ

Ekstrakorporeal dolaşımın neden olduğu olumsuz etkileri azaltmak amacıyla kalp ve akciğer cihazlarında birçok modifikasyon deneyimlenmiştir. Bu modifikasyonlardan biri, tercih edilen başlangıç solüsyonlarının kullanımında yapılan değişikliklerdir.

KPB işleminde prime solüsyonunun kullanım amacı; hatlar, oksijenatör ve filtrelerde var olan havanın boşaltılmasını sağlayarak hasta ile bağlantı yapılması ve hemodilüsyon yöntemiyle hematokrit (Hct) değerini düşürüp, mikro perfüzyonu yaratmaktır. Ancak, prime solüsyonları konusunda henüz bir fikir birliği oluşmamıştır. Bu konudaki bilgi ve deneyimler de kliniklerde değişkenlik göstermektedir.

Hem KPB prosedürünün kendisi hem de kullanılan başlangıç solüsyonunun bileşimi, metabolik ve patofizyolojik tepkilerin gelişiminde kritik bir rol oynamaktadır. KPB'nin ilk yıllarında, başlangıç solüsyonunun kan ile hazırlanmasının daha fizyolojik olacağı düşünülmüş, ancak başta pulmoner fonksiyonlar olmak üzere (pumplung) çeşitli organ disfonksiyonlarının görülmesi nedeniyle bu uygulamadan vazgeçilmiştir (25). Farklı başlangıç solüsyonu kompozisyonlarını rapor eden çalışmalar mevcuttur, ancak bu çalışmaların sonuçları birbirinden oldukça farklıdır. İyi tasarlanmış birkaç araştırmada, başlangıç solüsyonunun etkileri detaylı bir şekilde incelenmiştir (26).

Buna rağmen, birçok merkez prime solüsyonlarında rutin olarak kolloid kullanmaya devam etmektedir. İngiltere'de sağlık bakanlığına bağlı 35 merkezin katıldığı bir araştırmada, merkezlerin %54'ünün yalnızca kristalloid prime solüsyonu kullandığı, %44'ünün ise kristalloide sentetik kolloid eklediği belirlenmiştir (27).

Bugüne kadar yapılan çalışmalarda henüz net bir standart belirlenemese de genel anlamda kolloid solüsyonların temin zorluğu ve maddi sonuçları kristalloidlere göre çok daha fazla olduğunu ortaya koymaktadır. Yine de hasta bazlı seçimler ve aralarındaki tercih edilme durumu göz önüne alındığında ister kolloid ister kristalloid olsun prime solüsyonunda anlamlı avantaj farklılıkları olsa dahi standart bir prime solüsyonu oluşturma yolunda halen

netleşmeyen durumlar vardır.

Sonuç olarak ister kristalloid ister kolloid solüsyonlar olsun KPB sırasında kullanılan prime solüsyonları hem hava embolisini önleme hem de etkili hemodilüsyon sağlama açısından kritik bir rol oynamaktadır. KPB uygulamalarında, laktatlı Ringer solüsyonu ve Plasma-Lyte gibi izotonik çözeltilerin kullanımı, hücre dışı sıvı dengesinin korunmasında önemli avantajlar sunmaktadır; ancak bu solüsyonların diyabetik hastalarda dikkatli bir şekilde kullanılması gerekir. Kolloid çözeltilerin, damar sisteminde daha uzun süre kalmaları ve onkotik basınç sağlamaları nedeniyle sıvı replasmanında tercih edilebileceği, özellikle bilişsel işlevlerin iyileşmesine katkıda bulunduğu gözlemlenmiştir. Kristalloid çözeltilerin aşırı kullanımının interstisyel ödem ve organ yetmezliklerine yol açabileceği, bu nedenle sıvı replasmanında dikkatli bir yaklaşım gerektirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Son olarak, KPB sırasında kullanılan sıvı çözeltilerinin seçimi, hastanın bireysel özellikleri ve cerrahi durumuna göre dikkatlice değerlendirilmelidir; bu konuda daha fazla rastgele kontrollü çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Bilimsel Sorumluluk Beyanı

Yazarlar, çalışma tasarımı, veri toplama, analiz ve yorumlama dahil olmak üzere makalenin bilimsel içeriğinden, yazımdan, ana çizginin bir kısmından veya içeriğinin hazırlanmasından, bilimsel olarak gözden geçirilmesinden ve makalenin son halinin onaylanmasından sorumlu olduklarını beyan ederler.

Etik Onay

Çalışmamız derleme olduğu için etik onaya ihtiyaç duyulmamıştır.

Çıkar Çatışması

Yazar (lar), bu makalenin araştırılması, yazarlığı ve/veya yayınlanması ile ilgili herhangi bir potansiyel çıkar çatışması beyan etmemiştir.

Yazar Katkıları

Mehmet Burak Coşkun-Kadir Eği-Ayşe Çiçek: Makale hipotez, literatür tarama, yazma.

Mali Destek/Finansman

Yok

KAYNAKLAR

1. Hann KG, Likosky DS, Murkin JM. An evidence-based review of the practice of cardiopulmonary bypass in adults: a focus on neurologic injury, glycemic control, hemodilution, and the inflammatory response. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2006; 132: 283-290.
2. Liskaser F, Story DA, Hayhoe M, Poustie SJ, Bailey MJ, Bellomo R. Effect of pump prime on acidosis, strong-ion-difference and unmeasured ions during cardiopulmonary bypass. *Anaesth Intensive Care.* 2009; 37: 767-772.

3. Lilley A. The selection of priming fluids for cardiopulmonary bypass in the UK and Ireland. *Perfusion*. 2002; 17: 315-319.
4. Miles LF, Coulson TG, Galhardo C, Falter F. Pump priming practices and anticoagulation in cardiac surgery: results from the global cardiopulmonary bypass survey. *Anesth Analg*. 2017; 125: 1871-1877.
5. G Walker PG, Constable PD, Morin DE, Foreman JH, Drackley JK, Thurmon JC, 1998. Comparison of hypertonic saline-dextran solution and lactated Ringer's solution for resuscitating severely dehydrated calves with diarrhea. *JAVMA*. 1998; 213:113-121.
6. G McCahon R., Hardman J., 2010. Pharmacology of plasma expanders. *Anaesthesia & Intensive Care Med*, 11, 75-77
7. Iriz E, Kolbakir F, Akar H, Adam B, Keceligil HT. Comparison of hydroxyethyl starch and ringer lactate as a prime solution regarding S-100beta protein levels and informative cognitive tests in cerebral injury. *Ann Thorac Surg*. 2005;79(2):666-71.
8. Shippy CR, Appel PL, Shoemaker WC. Reliability of clinical monitoring to assess blood volume in critically ill patients. *Crit Care Med*. 1984;12:107-12.
9. Young P, Bailey M, Beasley R, Henderson S, Mackle D, McArthur C, et al. SPLIT Investigators; ANZICS CTG. Effect of a Buffered Crystalloid Solution vs Saline on Acute Kidney Injury Among Patients in the Intensive Care Unit: The SPLIT Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2015;314(16):1701-10.
10. Boldt J, Zickmann B, Rapin J, Hammermann H, Dapper F, Hempelmann G. Retracted: Influence of volume replacement with different HES-solutions on microcirculatory blood flow in cardiac surgery. *Acta Anaesthesiol Scand*. 1994;38(5):432-8.
11. Zornow MH., et all: Fluid management in patients with traumatic brain injury. *New Horiz* 3:488-498, 1995.
12. Swisher SN. Overview of fresh frozen plasma. In *Fresh Frozen Plasma: Indications and Risk*. Bethesda, MD: NIH Consensus Development Conference, 13-18, 1984.
13. Martin DJ, Lucas CE, Ledgerwood AM, Hoschner J, McGonigal MD, Grabow D. Fresh frozen plasma supplement to massive red blood cell transfusion. *Ann Surg*, 202:505-10, 1985
14. Takagi M, Tanaka T, Ogata K. Evidence for exclusive biosynthesis in vivo of serum albumin by bound polysomes of rat liver. *J Biochem*. 1969;65(4):651-3.
15. Doweiko JP, Nompleggi DJ. The role of albumin in human physiology and pathophysiology, Part III: Albumin and disease states. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 1991;15(4):476-83.
16. Rothschild MA, Oratz M, Schreiber SS. Serum albumin. *Hepatology*. 1988;8(2):385-401.
17. Battle J, del Río F, López Fernández MF, Martín R, López Borrascas A. Effect of dextran on factor VIII/von Willebrand factor structure and function. *Thromb Haemost*. 1985;54(3):697-9.
18. Toraman F. Kalp Cerrahisinde Sıvı Elektrolit Tedavisi *GKDA Derg*. 2013;19(2):53-66.
19. Boldt J. Volume Therapy in Cardiac Surgery. *Annals of Cardiac Anaesthesia*, 8:104, 2005.
20. Topaç T, Kocailik A. Koroner Bypass Ameliyatlarında Kullanılan Prime Solüsyonların Postoperatif Kan Transfüzyonuna Etkisi. *Türk J Clin Cardio Perfusion*. 2023;1(2): 47-52.
21. Hoşten T, Türkyılmaz N, Cesur S, Arıkan A, Bayram H, Topbaş Ö. On-pump açık kalp cerrahisinde priming solusyonu olarak kullanılan kolloidler ve kristaloidlerin sıvı dengesi üzerine etkilerinin karşılaştırılması. *GKDA Derg*. 2016; 22(3):99-104.
22. Damar E, Aksun M, Girgin S, Göktoğan T, Yılmaz E, Aran G, et al. Koroner arter baypas greft ameliyatlarında pompa prime solüsyonu olarak Ringer ve Ringer solüsyonuna eklenmiş %6'lık hidroksietil nişasta (130/0.4-HES) kullanımının hemodinamik, metabolik, renal ve hemostatik etkilerinin karşılaştırılması. 2012:22 - 31.
23. Demirok M, Dikmen Y, Demirok İŞ, Salihoğlu Z. (2014). Ringer Laktat ve Hes 200/0.5 Solüsyonları İle Sıvı Replasmanının Onkotik Basınç, Osmolarite ve Koagülasyon Faktörleri Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması. *Cerrahpaşa Tıp Dergisi*, 2014; 34(4).
24. Tiryakioğlu O. Kardiyopulmoner baypasta prime solüsyonu olarak 130/0.4-HES. *Türk Göğüs Kalp Damar Cerrahisi Dergisi*. 2012; 20(3), 684-685.
25. Sade RM, Stroud MR, Crawford FA Jr, Kratz JM, Dearing JP, Bartles DM. A prospective randomized study of hydroxyethyl starch, albumin, and lactated Ringer's solution as priming fluid for cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1985;89(5):713-22.
26. Buhre W, Hoefl A, Schorn B, Weyland A, Scholz M, Sonntag H. Acute effect of mitral valve replacement on extravascular lung water in patients receiving colloid or crystalloid priming of cardiopulmonary bypass. *Br J Anaesth*. 1997;79:311- 316.
27. Hett DA, Smith DC. A survey of priming solutions used for cardiopulmonary bypass. *Perfusion* 1994;9:19-22.