

YOĞUN BAKIMLARDA GÖREV ALAN HEKİMLERİN KARDİYAK ARREST SONRASI HEMODİNAMİK İZLEM VE TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

Nurcan DORUK¹, Sedat HAKİMOĞLU², Aslınur SAGÜN¹, Pınar KARABACAK³, Ahmet SARI⁴, Eyyüp Sabri ÖZDEN³, Erdi Hüseyin ERDEM⁵

¹Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon AD, Mersin, Türkiye

²Mustafa Kemal Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon AD, Hatay, Türkiye

³Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon AD, Isparta, Türkiye

⁴Haydarpaşa Numune Eğitim Araştırma Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği, İstanbul, Türkiye

⁵Mersin Şehir Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği, Mersin, Türkiye

Yazarların ORCID Kimlikleri: N.D. [0000-0003-0141-1111](https://orcid.org/0000-0003-0141-1111); S.H. [0000-0002-1556-7996](https://orcid.org/0000-0002-1556-7996); A.S. [0000-0002-7884-5842](https://orcid.org/0000-0002-7884-5842); P.K. [0000-0002-6210-5962](https://orcid.org/0000-0002-6210-5962); A.S. [0000-0002-7368-8147](https://orcid.org/0000-0002-7368-8147); E.S.Ö [0000-0002-8070-0159](https://orcid.org/0000-0002-8070-0159); E.H.E [0000-0002-1416-5354](https://orcid.org/0000-0002-1416-5354)

ÖZET

Amaç

Kardiyak arrest (KA) sonrası spontan dolaşımın geri dönmesi (SDGD) ile yoğun bakım süreci başlamaktadır. KA'e neden olan patolojinin belirlenmesi ve ortadan kaldırılmasının ardından yakın hemodinamik izlem ve tedavi stratejilerinin hedefe yönelik gerçekleştirilmesi sağ kalımı etkileyen faktörlerden olduğu resüsitasyon sonrası bakım ile ilgili uluslararası kılavuzlarda bildirilmiştir. Bu çalışma ile ülkemiz yoğun bakım hekimlerinin KA sonrası hemodinamik izlem ve tedavi uygulamaları hakkındaki yaklaşımlarını belirlemeyi amaçladık.

Yöntem

Yerel etik kurul onamı alındıktan sonra yoğun bakım uzmanlarına hazırlanan anket e-mail ve sosyal medya araçları ile ulaştırılmıştır. Anket toplam 15 sorudan oluşmakta idi. İlk 4 soru demografik veriler, diğer sorular tercih edilen hemodinamik monitorizasyon yöntemleri ve gerektiğinde tercih ettikleri inotropik ve vazopressör ajan seçimleri ile ilgiliydi.

Bulgular

Ankete 122 hekim katıldı. Katılanların % 63,9'unun yoğun bakım deneyimi 10 yılın altındaydı. Katılımcıların % 81,1'inin çalıştığı kurumlarda KA sonrası hemodinamik izlem ve tedavi ile ilgili bir yazılı protokolü bulunmamaktadır. Yoğun bakım hekimlerimiz KA sonrası hemodinamik monitorizasyon tekniklerinden invaziv ve noninvaziv arter basıncı, santral venöz basınç (SVB) ve laktat ölçümünü daima kullanırken, pulmoner arter basıncı (PAB) ölçümünü hiçbir zaman kullanmadıkları saptanmıştır. Miks venöz oksijen satürasyonu (SvO₂), bacak kaldırma testi, ultrasonografi ile vena cava inferior çapı ve end-tidal karbondioksit (etCO₂) ölçümlerini ise bazen kullanmaktaydılar. Kardiyak output monitorizasyonunu katılımcıların çoğunluğu kullanamamaktadır. Bu yöntemlerin içerisinde ise en çok arteriyel katater dalga ekokardiyografi yapılma oranı daha düşüktü. Volüm açığında ilk kristalloidler tercih edilirken, vazopressör olarak ilk tercihin nöradrenalin, inotrop olarak ise dopamin olduğu izlendi.

Sonuç

KA sonrası erken dönemde ölümler sıklıkla kardiyak nedenlere bağlı olmaktadır. Doğru karar vermek ve doğru yöntemi seçmek hastanın hayatta kalma şansını arttırmaktadır. Bu nedenle yakın hemodinamik takip ve ekokardiyografi gibi noninvaziv yöntemlerin sorunun erken tanı ve tedavisi açısından önemli olduğu kanatındeyiz.

Anahtar kelimeler: kardiyak arrest, yoğun bakım, hemodinamik monitorizasyon, kardiyak patoloji tedavi yöntemleri

ABSTRACT

Objective

The intensive care process begins with the return of spontaneous circulation after cardiac arrest (CA). It has been reported in international guidelines on post-resuscitation care that close hemodynamic monitoring and targeted implementation of treatment strategies after identification and elimination of the pathology causing CA are factors affecting survival. With this study, we aimed to determine the approaches of our country's intensive care physicians regarding hemodynamic monitoring and treatment practices after CA.

Method

After obtaining local ethics committee approval, the survey was sent to intensive care specialists via e-mail and social media tools. The survey consisted of 15 questions in total. The first 4 questions were about demographic data, the other questions were about preferred hemodynamic monitoring methods and their preferred inotropic and vasopressor agent choices when necessary.

Results

Totally 122 physicians participated in the survey. 63.9% of the participants had less than 10 years of intensive care experience. There was no written protocol regarding hemodynamic monitoring and treatment after CA in the institutions where 81.1% of the participants worked. It has been determined that intensive care physicians always use invasive and noninvasive arterial pressure,

central venous pressure (CVP) and lactate measurement among hemodynamic monitoring techniques after CA, but never use pulmonary artery pressure (PAP) measurement. Mixed venous oxygen saturation (SvO₂), leg raising test, inferior vena cava diameter by ultrasonography, and end-tidal carbon dioxide (etCO₂) measurements were sometimes used. The majority of participants were unable to use cardiac output monitoring. Among these methods, arterial catheter wave analysis is the most preferred. The rate of routine echocardiography after cardiac arrest was lower. While crystalloids were the first choice in volume deficit, noradrenaline was the first choice as a vasopressor and dopamine as an inotrope.

Conclusion

Deaths in the early period after CA are often due to cardiac causes. Making the right decision and choosing the right method increases the patient's chance of survival. Therefore, we believe that close hemodynamic monitoring and noninvasive methods such as echocardiography are important for early diagnosis and treatment of the problem.

Keywords: Cardiac arrest, intensive care, hemodynamic monitoring, cardiac pathology treatment methods

GİRİŞ

Kardiyak arrest sonrası SDGD ve yoğun bakım ünitesine (YBÜ) kabul edilen olgularda ilk 24 saat içindeki ölümün sıklıkla kardiyak nedenlere, daha sonraki zamanlarda ise nörolojik hasara bağlı olarak geliştiği bildirilmektedir^(1,2).

Postkardiyak arrest sendromu (PKAS), başarılı kardiyopulmoner resüsitasyon (KPR) sonrası gelişen kompleks patofizyolojik süreçler olarak ifade edilmiştir⁽³⁾. Bu sendrom hipoksik beyin hasarı, miyokard disfonksiyonu, sistemik iskemi/reperfüzyon yanıtı ve presipite eden patolojiden oluşmaktadır. Her hastada PKAS gelişmeyebilir ya da şiddeti farklı olabilir. KPR süresi, mevcut yandaş hastalıkların varlığı ve arreste neden olan patolojiye bağlı olarak karşımıza hipovolemik, kardiyojenik ve vazodilatasyonel şok olarak çıkar⁽³⁾. Bu nedenle KA sonrası YBÜ'e alınan hastaların monitorizasyonu sorunun hızlı tanınması ve gerekli tedavilerinin başlanması ve tedavi yanıtlarının takibi açısından önemlidir. Yoğun bakım kliniklerinin sahip olduğu monitörlere ya da yoğun bakım uzmanının bilgi, beceri ve deneyimlerine göre monitorizasyon ve tedavi yaklaşımları farklılık gösterebilmektedir.

Bu çalışma ile ülkemiz yoğun bakım hekimlerinin KA sonrası hemodinamik izlem ve tedavi uygulamaları hakkındaki yaklaşımlarını belirlemeyi amaçladık.

YÖNTEM

Mersin Üniversitesi Klinik Yerel Etik Kurul onamı alındıktan sonra hazırlanan anket 150 yoğun bakım uzmanına internet ve sosyal platformlar <https://docs.google.com/forms/d/1CE11T8vL>

[polQ8hNboo7RBJ4f7MWDY1twGxmgdGcBQHM/edit?pli=1](https://docs.google.com/forms/d/1CE11T8vL) aracılığı ile ulaştırılmıştır. Yoğun bakımlarda çalışan hekim sayısı yaklaşık 1500 olması nedeniyle % 95 güven düzeyinde % 5 hata marjiniyle anket uygulanması gereken kişi sayısı minimum 150 olarak hesaplanmıştır.

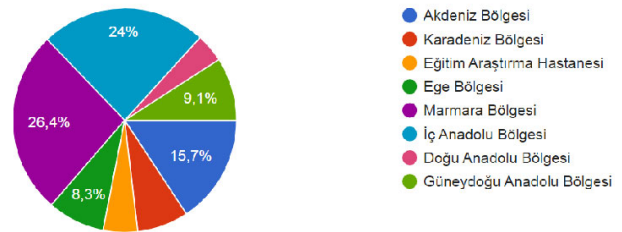
Hazırlanan anket toplam 18 sorudan oluşmakta olup ilk 5 soru demografik verilerden oluşmakta idi. Diğer sorular YBÜ doktorlarının hemodinamik takip amaçlı hangi monitorizasyon tekniklerini kullandıklarını, hedefledikleri ortalama ve sistolik arter basınç değerlerinin ne olduğu, volüm açığı durumunda hangi sıvıları tercih ettikleri, inotrop veya vazopresör olarak hangi ajanları tercih ettiklerini sorgulamaktaydı. Ayrıca kardiyak output ölçümü yapıp yapmadıkları, eğer yapıyorlarsa hangi yöntemi tercih ettikleri, hedeflenmiş ısı yönetimi (TTM) uygulayıp uygulamadıkları ve TTM uygulamanın vazopresör kullanımını etkileyip etkilemediği ve çalıştıkları YBÜ'lerinde KA sonrası hemodinamik izlem ve tedavi ile ilgili bir yazılı protokollerinin olup olmadığı araştırıldı.

Yoğun bakımda görev almayan doktorlar çalışmaya dahil edilmedi. Tanımlayıcı bir çalışma olması nedeniyle veriler frekans olarak özetlendi.

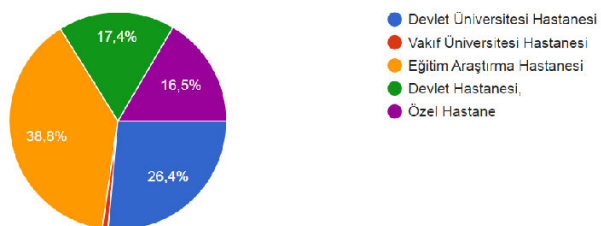
BULGULAR

Anket yoğun bakımda çalışan 150 hekime ulaştırıldı, 122 kişi ankete katıldı. Demografik veriler incelendiğinde katılımcıların %43.8'i kadın, %56.2'i erkek olduğu izlendi. Ankete katılanların % 53,3'ü 30-40 yaş aralığında iken, %24.2'si 40-50 yaş, %19.2'si 50-60 yaş ve %3.3'ü 25-30 yaş aralığında idi. Ankete yanıt veren yoğun bakım uzmanlarının çalıştıkları bölgelere ve kurumlara göre dağılımları grafik olarak gösterilmiştir (Grafik 1, Grafik 2). Katılımcıların yoğun bakım deneyimlerine bakıldığında %63,9'unun 10 yılın altında, %26.2'si 11-20 yıl arasında, %8.2'si 21-30 yıl ve %1.6'sı 31 yıl ve üstü olarak saptandı.

Grafik 1: Katılımcıların çalıştıkları bölgelere göre dağılımları



Grafik 2: Katılımcıların çalıştıkları kurumlara göre dağılımları



Yoğun bakım hekimlerinin; “Kardiyak arrest sonrası YBÜ’ye kabul ettiğiniz hastalara hemodinamik takip amaçlı hangi monitorizasyon tekniklerini kullanıyorsunuz?” sorusuna verdikleri yanıt Tablo 1 de belirtilmiştir.

Tablo 1: Hemodinamik takip amaçlı tercih edilen monitorizasyon tekniklerinin dağılımı

	Hiçbir zaman % (n)	Bazen % (n)	Daima % (n)	Toplam % (n)
Noninvaziv kan basıncı	%17,2 (16)	%30,1 (28)	%52,6 (49)	100 (93)
İnvaziv arter	%3,3 (4)	%30,5 (37)	%66,1 (80)	100 (121)
SVB	%14,2 (16)	%42,8 (48)	%42,8 (48)	100 (112)
Miks venöz oksijen saturasyonu	%32 (34)	%42,4 (45)	%25,4 (27)	100 (106)
End-tidal CO ₂	%38,6 (39)	%40,5 (41)	%20,7 (21)	100 (101)
Pulmoner arter basıncı	%85,5 (77)	%14,4 (13)	%0 (0)	100 (90)
Laktat	%3,3 (4)	%13,2 (16)	%83,4 (101)	100 (121)
Kapiller geri dolum zamanı	%25,7 (26)	%43,5 (44)	%30,6 (31)	100 (101)
Bacak kaldırma testi	%18,6 (20)	%57 (61)	%24,2 (26)	100 (107)
USG ile Vena cava inf. çapı	%31,1 (33)	%53,7 (57)	%15 (16)	100 (106)

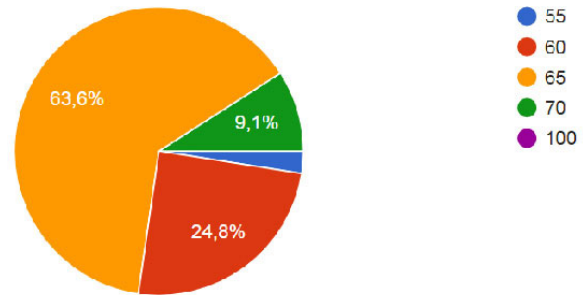
Katılımcıların %74.4’ü kardiyak output (KO) monitorizasyonu kullanırken, %25.6’sının ise kullanmadığı saptanmıştır. Katılımcıların tercih ettikleri KO monitorizasyon yöntemlerinin sıklığı Tablo 2’de belirtilmiştir.

Tablo 2: Kardiyak output monitorizasyonu uygulayan katılımcıların tercih ettikleri yöntemlerin sıklıkları

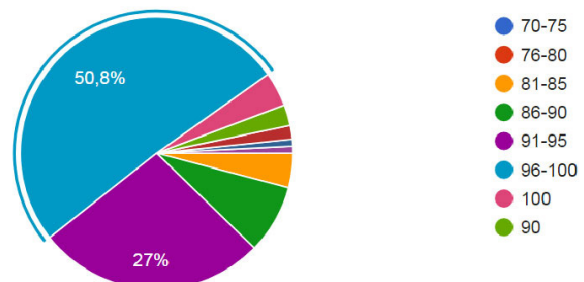
	Hiçbir zaman % (n)	Bazen % (n)	Daima % (n)	Toplam % (n)
Pulmoner arter termodilüsyon	%90,6 (68)	%8 (6)	%1,3 (1)	100 (75)
Transpulmoner termodilüsyon	%69,7 (60)	%24,4 (21)	%5,8 (5)	100 (86)
Lityum dilüsyon	%98,6 (71)	%1,3 (1)	%0 (0)	100 (72)
Arteriyal katater dalga analizi	%42,8 (39)	%31,8 (29)	%25,2 (23)	100 (91)
Özefageal dopler	%90,2 (65)	%8,3 (6)	%1,3 (1)	100 (72)
Transtoraksik ekokardiyografi	%72,3 (55)	%22,3 (17)	%5,2 (4)	100 (76)
Finger cuff metod	%98,6 (71)	%1,3 (1)	%0 (0)	100 (72)
Biyoiimpedans	%91,7 (67)	%8,2 (6)	%0 (0)	100 (73)

“KA sonrası hedeflediğiniz ortalama (OAB) ve sistolik arter basıncı (SAB) değeriniz kaç mmHg’dır?” sorularına yanıt grafik olarak verilmiştir (Grafik 3, Grafik 4)

Grafik 3: Katılımcıların KA sonrası hedefledikleri ortalama arter basıncı değer dağılımları



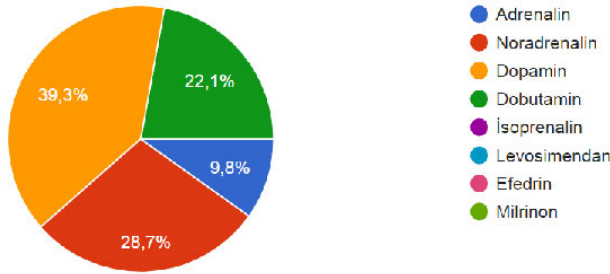
Grafik 4: KA sonrası hedeflediğiniz sistolik arter basıncı değeriniz kaç mmHg’dır? Sorusuna yanıt



Volüm açığı olduğu düşünülen durumlarda katılımcıların %94.2'si kristaloid, %0.8'i kolloid ve %5'i de her iki sıvıyı kombine olarak kullanmayı tercih etmişler. Katılımcıların %58.2'sinin KA sonrası Ekokardiyografi (EKO) yaptıklarını, %41.8'i ise yapmadıklarını belirtmişlerdir.

Katılımcıların büyük çoğunluğunun (%94.3) vazopresör ajan olarak Noradrenalin tercih ettikleri saptanmıştır. Adrenalin tercih edenler %3.3 sıklığında idi. Adrenalin daha az sıklıkta Vazopressin ve Efedrin takip etmektedir. İnotrop ajan tercihlerine göre dağılım oranları Grafik 5 gösterilmiştir. Katılımcıların %94.3'ü vazopresör ve inotropik ajanları santral yoldan, %5.7'si ise periferik yoldan uyguladıklarını ifade etmişlerdir.

Grafik 5: Katılımcıların inotropik ajan tercih dağılımları



Katılımcıların %67,2'si çalıştıkları klinikte TTM uygularken, %32,8'i TTM uygulamadıklarını ifade etmişlerdir. "TTM uygulaması vazopresör gereksinimini etkiledi mi?" Sorusuna %76,8'i hayır yanıtı verirken %23,2'si evet yanıtını vermişlerdir. Katılımcıların %81,1'inin çalıştığı kurumlarda KA sonrası hemodinamik izlem ve tedavi ile ilgili bir yazılı protokolünün bulunmadığı saptandı.

TARTIŞMA

Kardiyak arrest sonrası YBÜ'e alınan hastaların büyük çoğunluğunda erken dönemde miyokardiyal yetmezlik gelişmektedir⁽²⁾. Bu nedenle bu hasta grubunda hemodinamik monitorizasyon hem sorunun tespitinde, hem de uygun tedavinin sağlanmasında önemlidir. Özellikle KA sonrası ilk saatlerde erken tanı ve müdahale ile uygun hemodinaminin sağlanması hastaların hayatta kalma şanslarını arttırmaktadır.

Hemodinamik monitorizasyon yöntemleri non-invaziv kan basıncı ölçümünden (NİKB), invaziv olarak ölçülen kardiyak output (KO) yöntemlerini de içeren geniş bir yelpazeye sahiptir. Monitorizasyon yöntemini belirleyen durumlar, hastanın klinik durumu, uygulayıcının tecrübesi ve hastanenin sahip olduğu olanaklara bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Anket sonuçlarına baktığımızda katılımcıların büyük çoğunluğu sırasıyla hemodinamik izlem amacıyla laktat düzeyi, invaziv kan basıncı (İKB), NİKB ve SVB ölçümlerini kullanmaktaydılar. İnvaziv olan uygulanması özel beceri gerektiren pulmoner arter basınç (PAB) monitorizasyonunun %85,5 oranında hiç kullanılmadığını, bunun

yanı sıra bacak kaldırma testi gibi volüm açığı ve volüme yanıtı hakkında fikir verebilecek bir yöntemin daha sıklıkla kullanıldığını tespit ettik. Ayrıca son yıllarda teknolojinin gelişimiyle birlikte her alanda kullanımı artan USG'nin de daha az sıklıkta kullanıldığı tespit edildi. Yapılan araştırmalar incelendiğinde "PAB" monitorizasyonun altın standart olmasına rağmen son yıllarda uygulama zorluğu ve komplikasyonlar nedeniyle artık tercih edilmediği belirtilmektedir^(4,5). Transtorasik ekokardiyografi (TTE) KA nedenlerini araştırmada (özellikle pulmoner emboli, pnömotoraks, kardiyak tamponad ve hipovolemi gibi durumların tespiti), kalbin kasılma gücü (ejeksiyon fraksiyonu) ve volüm durumu hakkında fikir sahibi olmamıza yardımcı olur. Hem Avrupa Resüsitasyon Derneği (ERC) hem de Amerikan Kalp Derneği (AHA) kılavuzlarında KA nedenini, kalp boyutlarını ve miyokardiyal disfonksiyonu belirlemek amacıyla erken dönemde EKO önerilmektedir^(7, 8). Ayrıca EKO hastanın vazopresör veya inotrop gereksinimini tespit etmede önemli rol oynayabilir⁽⁴⁾. Böylece hastaya doğru tedavi yöntemleri uygulanabilir. Katılımcıların TTE'yi daha az kullanmalarının nedeni cihazlarının veya TTE kullanım becerilerinin olmaması olabilir. Bu durumlarda istenen kardiyoloji konsültasyonlarının geç karşılanması, erken müdahaleyi önlemektedir.

Kardiyak output monitorizasyonu KA sonrası erken dönemde hastalardaki patolojiyi tespit ve tedavi kararında ve yanıtının izlenmesinde önemli rol oynamaktadır^(7,8). KO ölçümü için çok farklı yöntemler vardır. Son yıllarda invaziv olmayan yöntemlerin kullanımı artmıştır. KO monitorizasyonu amacıyla nabız indeksi sürekli kardiyak output (PiCCO), nabız kontur analizleri gibi non invaziv yöntemler kullanılmaya başlanmıştır^(5,6). Katılımcılarımızın %74,4'ünün KO monitorizasyonu kullandıkları izlendi. Sıklıkla "arteriyel katater dalga analizi" yöntemini kullandıklarını; lityum dilüsyon, figer cuff metod, pulmoner arter termodilüsyon yöntemi gibi hem invaziv hem de invaziv olmayan bu yöntemleri hiçbir zaman kullanmadıklarını ifade etmişlerdir. Katılımcıların teknoloji gerektiren yöntemleri az kullanmalarının nedeninin bu cihazlara sahip olmamalarına bağlı olduğunu düşündük.

Kardiyak arrest sonrası hipotansiyon dokulara oksijen iletimini azaltarak nörolojik hasarın artması ve sağ kalım oranlarının azalmasına neden olabilir. Bu konu ile ilgili yapılan çalışmalarda hipotansiyon tanımının farklılık gösterdiği tespit edilmiştir⁽⁹⁾. ERC kılavuzu yeterli idrar çıkışı (0,5 ml/kg/ saat) ve normal plazma laktat değeri sağlayan OAB hedeflenmesini önerirken, AHA kılavuzları hemodinamik hedeflerin hastalara göre bireyselleşmesi gerektiğini vurgulamaktadır^(7,8). Bizim araştırmamızda da uygulayıcılar arasında farklılıklar mevcut olmakla birlikte çoğunluğu literatürle uyumlu OAB ve SAB değerlerini hedeflemişlerdi. Uygun hemodinamiyi sağlamak amacıyla sıvı açığı olan hastaların volüm açıklarının ilk olarak kristaloid solüsyonlarla tamamlanması gerektiği kılavuzlarda belirtilmiştir^(7, 8, 9). Bizim anket sonuçlarımız da literatür ile benzerdi.

Kardiyak arrest sonrası gelişen postkardiyak arrest sendromu (PKAS)'a neden olan parametrelerden birisi iskemi reperfüzyona bağlı gelişen sistemik inflamatuvar yanıtıdır⁽¹⁰⁾. Endotel aktivasyonu ve inflamatuvar mediyatörlerin salınımına bağlı olarak sepsis benzeri bir tablo gelişebilir ve vazoaaktif ajanların kullanılması gerekebilir. En güçlü vazopressör ajan Adrenalindir, ancak aynı zamanda pozitif inotrop ve taşikardi yapıcı etkilere sahip olması nedeniyle izole vazopresör etki gereken durumlarda sıklıkla önerilen ajan Noradrenalindir^(9,11). Yapılan araştırmalarda KA sonrası miyokard yetmezliği gelişen durumlarda ilk tercih edilmesi gereken ajan olarak Dobutamin önerilmektedir^(8, 11). Dobutaminin yüksek dozlarda kullanımının (2-7,5 µg/kg/dk'lık) taşikardiye neden olabileceği bilinmektedir. Ancak Dobutamin aynı zamanda vazodilatasyona neden olabileceğinden yeterli OAB değerini koruyabilmek için Noradrenalin ile birlikte kullanılması önerilmektedir. Böylece bu kombinasyonun hem α hem de β reseptör etkilerinden faydalanılmış olunur⁽¹²⁾. Bizim anket sonuçlarımıza baktığımızda, inotropik ajan kullanımı gerektiğinde katılımcıların en sık Dopamini tercih ettikleri, ikinci ve üçüncü sıklıkta Noradrenalin ve Dobutamin takip etmekteydi. Katılımcıların Dopamini daha sık tercih etme nedenleri Dopaminin hem inotrop hem de vazopresör (yüksek dozlarda) etkileri ve D1 reseptörleri (düşük dozlarda) üzerinden renal, mezenterik ve koroner kan akımını artırıcı etkilerinden faydalanmak istemeleri olabilir.

Vazopresör ve inotropik ajan uygulama yeri olarak öncelikle santral yollar önerilmektedir. Periferik yollardan uygulandığında vazokonstriksiyona bağlı dolaşım bozukluğu gelişebilmektedir⁽⁷⁾. Çalışmamızda katılımcıların literatürle uyumlu olarak santral yolu tercih ettikleri görüldü.

Kardiyak arrest sonrası TTM uygulaması özellikle hastalarda nörolojik fonksiyonları iyileştirici etkileri nedeniyle hem ERC hem de AHA kılavuzları tarafından tavsiye edilmektedir^(1,7,6). Son yıllarda çok düşük ısı hedefleri yerine vücut ısısının 37 C°'nin üstüne çıkmasının ve ısı iniş çıkışlarının önlenmesi önerilmektedir⁽⁷⁾. Araştırmamızda uygulayıcıların üçte ikisinin TTM uyguladıkları saptandı. Uygulamadıklarını ifade eden katılımcıların ısı kontrolünü sağlayacak sistemlere sahip olmadıkları kanısına vardık.

TTM uygulanmasının kendisi (bradikardi ve KO da düşme), bu esnada uygulanan sedatif ve kas gevşetici ajanlar hastalarda hemodinamik değişikliklere neden olabilir, hatta vazoaaktif ajan gereksinimi artabilir^(9,12,13). Yapılan bir araştırmada hastane dışı KA gelişen ve TTM uygulanan olguların 1/3'ünde hemodinamik disfonksiyon geliştiği ancak daha büyük sayıda araştırmalara gereksinim olduğu bildirilmiştir⁽¹³⁾. Bizim araştırmamızda da literatür ile benzer şekilde TTM uygulayıcılarının sadece 1/4'ü hemodinamik değişiklik ile karşılaştıklarını belirtmişlerdir.

Katılımcıların %81,1'i çalıştıkları kurumlarda KA sonrası hemodinamik izlem ve tedavi ile ilgili bir yazılı protokolünün

bulunmadığını ifade etmişlerdir. Ancak anket yanıtları incelendiğinde yazılı protokollerinin olmamasına rağmen güncel algoritmalara uygun davrandıklarını izlenmektedir.

SONUÇ

Kardiya arrest sonrası erken dönemde ölümler sıklıkla kardiyak nedenlere bağlı olmaktadır. Doğru karar vermek ve doğru yöntemi seçmek hastanın hayatta kalma şansını arttırmaktadır. Bu nedenle sahip olduğumuz imkanlar doğrultusunda yapılan yakın hemodinamik takip ve ekokardiyografi gibi noninvasif yöntemler sorunun erken tanı ve tedavisi açısından önemlidir. Ayrıca yoğun bakım uzmanları ve yardımcı personellere monitorizasyon teknikleri ile ilgili eğitimlerinin yapılması ve güncel kılavuzlar ile ilgili farkındalıkların sağlanmasının KA sonrası yoğun bakım ünitesine alınan hastaların prognozunu olumlu yönde etkileyeceği kanaatindeyiz.

KAYNAKLAR

1. Jerry P. Nolan, Claudio Sandroni, Bernd W. Böttiger. European Resuscitation Council and European Society of Intensive Care Medicine Guidelines 2021: Post-resuscitation care. 2021, 220-269.
2. S. Laver, C. Farrow, D. Turner, and J. Nolan, "Mode of death after admission to an intensive care unit following cardiac arrest," *Intensive Care Medicine*, vol. 30, no. 11, pp. 2126–2128, 2004.
3. Jacob C. Jentzer, Meshe D. Chonde, and Cameron Dezfulian. Myocardial Dysfunction and Shock after Cardiac Arrest. *BioMed Research International*. 2015, Article ID 314796, 14 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2015/314796>.
4. Staer-Jensen H, Sunde K, Nakstad ER, Eritslund J, Andersen GØ. Comparison of three haemodynamic monitoring methods in comatose post cardiac arrest patients. *Scand Cardiovasc J*. 2018 Jun;52(3):141-148.
5. Jean-Louis Teboul 1, Bernd Saugel 2, Maurizio Cecconi 3, et al. Less invasive hemodynamic monitoring in critically ill patients. *Intensive Care Med* 2016 Sep;42(9):1350-9.
6. Litton E, Morgan M. The PiCCO monitor: a review. *Anaesth Intensive Care*. 2012;40:393–409.
7. Nolan JP, Sandroni C, Böttiger BW, et al. European Resuscitation Council and European Society of Intensive Care Medicine guidelines 2021: post-resuscitation care. *Intensive Care Med*. 2021 Apr;47(4):369-421.
8. Ashish R. Panchal, MD, PhD, Chair Jason A. Bartos, MD, PhD José G. Cabañas, MD, et al. Chair On behalf of the Adult Basic and Advanced Life Support Writing Group Adult Basic and Advanced Life Support: 2020 AHA Guidelines for CPR and ECC. *Circulation*. 2020;142(suppl 2):S366–S468. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000916.
9. Johanna Laurikkala, Erika Wilkman, Ville Pettilä a,b, et al. Mean arterial pressure and vasopressor load after out-of-hospital cardiac arrest: Associations with one-year neurologic outcome. *Resuscitation* 105 (2016) 116–122.

10. Vladimir A. Negovsky*, Alexander M. Gurvitch. Post-resuscitation disease - a new nosological entity. Its reality and significance. *Resuscitation* 30 (1995) 23-27.

11. Sotirios Kakavas, Athanasios Chalkias, Theodoros Xanthos. Vasoactive support in the optimization of post-cardiac arrest hemodynamic status: From pharmacology to clinical practice. *European Journal of Pharmacology* 667 (2011) 32-40.

12. Dellinger, R.P., Levy, M.M., Carlet, J.M., et al. Surviving Sepsis Campaign: international guidelines for management of severe sepsis and septic shock: 2008. *Intensive Care Med.* 34, 17-60.

13. Tuomas Oksanen*, Markus Skrifvars a, Erika Wilkmana, Ilkka Tierala b, Ville Pettilä a, Tero Varpulaa. Postresuscitation hemodynamics during therapeutic hypothermia after out-of-hospital cardiac arrest with ventricular fibrillation: A retrospective study. *Resuscitation* 85 (2014) 1018-1024.

HEMODYNAMIC MONITORING AND TREATMENT APPROACHES OF PHYSICIANS WORKING IN INTENSIVE CARE UNITS AFTER CARDIAC ARREST

Nurcan DORUK¹, Sedat HAKİMOĞLU², Aslınur SAGÜN¹, Pınar KARABACAK³, Ahmet SARI⁴, Eyyüp Sabri ÖZDEN³, Erdi Hüseyin ERDEM⁵

¹Department of Anesthesiology and Reanimation, Mersin University Faculty of Medicine, Mersin, Türkiye

²Department of Anesthesiology and Reanimation, Mustafa Kemal University Faculty of Medicine, Hatay, Türkiye

³Department of Anesthesiology and Reanimation, Süleyman Demirel University Faculty of Medicine, Isparta, Türkiye

⁴Department of Anesthesiology and Reanimation, Haydarpaşa Numune Training and Research Hospital, İstanbul, Türkiye

⁵Department of Anesthesiology and Reanimation, Mersin City Hospital, Mersin, Türkiye

ORCID IDs of the authors: N.D. [0000-0003-0141-1111](https://orcid.org/0000-0003-0141-1111); S.H. [0000-0002-1556-7996](https://orcid.org/0000-0002-1556-7996); A.S. [0000-0002-7884-5842](https://orcid.org/0000-0002-7884-5842); P.K. [0000-0002-6210-5962](https://orcid.org/0000-0002-6210-5962); A.S. [0000-0002-7368-8147](https://orcid.org/0000-0002-7368-8147); E.S.Ö [0000-0002-8070-0159](https://orcid.org/0000-0002-8070-0159); E.H.E [0000-0002-1416-5354](https://orcid.org/0000-0002-1416-5354)

ABSTRACT

Objective

The intensive care process begins with the return of spontaneous circulation after cardiac arrest (CA). It has been reported in international guidelines on post-resuscitation care that close hemodynamic monitoring and targeted implementation of treatment strategies after identification and elimination of the pathology causing CA are factors affecting survival. With this study, we aimed to determine the approaches of our country's intensive care physicians regarding hemodynamic monitoring and treatment practices after CA.

Method

After obtaining local ethics committee approval, the survey was sent to intensive care specialists via e-mail and social media tools. The survey consisted of 15 questions in total. The first 4 questions were about demographic data, the other questions were about preferred hemodynamic monitoring methods and their preferred inotropic and vasopressor agent choices when necessary.

Results

Totally 122 physicians participated in the survey. 63.9% of the participants had less than 10 years of intensive care experience. There was no written protocol regarding hemodynamic monitoring and treatment after CA in the institutions where 81.1% of the participants worked. It has been determined that intensive care physicians always use invasive and noninvasive arterial pressure, central venous pressure (CVP) and lactate measurement among hemodynamic monitoring techniques after CA, but never use pulmonary artery pressure (PAP) measurement. Mixed venous oxygen saturation (SvO₂), leg raising test, inferior vena cava diameter by ultrasonography, and end-tidal carbon dioxide (etCO₂) measurements were sometimes used. The majority of participants were unable to use cardiac output monitoring. Among these methods, arterial catheter wave analysis is the most preferred. The rate of routine echocardiography after cardiac arrest was lower. While crystalloids were the first choice in volume deficit, noradrenaline was the first choice as a vasopressor and dopamine as an inotrope.

Conclusion

Deaths in the early period after CA are often due to cardiac causes. Making the right decision and choosing the right method increases the patient's chance of survival. Therefore, we believe that close hemodynamic monitoring and noninvasive methods such as echocardiography are important for early diagnosis and treatment of the problem.

Keywords: Cardiac arrest, intensive care, hemodynamic monitoring, cardiac pathology treatment methods

INTRODUCTION

It is reported that in cases with return of spontaneous circulation (ROSC) after cardiac arrest and admitted to the intensive care unit (ICU), the cause of death within the first 24 hours is often due to cardiac causes and later due to neurological damage^(1, 2).

Post Cardiac Arrest Syndrome (PCAS) is defined as the complex pathophysiological processes that develop after successful cardiopulmonary arrest (CPR)⁽³⁾. This syndrome consists of hypoxic brain injury, myocardial dysfunction, systemic ischemia/reperfusion response, and precipitating pathology. PCAS may not develop in every patient or its severity may vary. Depending on the duration of CPR, the presence of existing comorbidities and the pathology causing the arrest, it may present as hypovolemic, cardiogenic and vasodilatational shock⁽³⁾. Therefore, monitoring of patients admitted to the ICU after CA is important for rapid recognition of the problem, initiation of necessary treatments, and monitoring of treatment responses. Monitoring and treatment approaches may differ depending on the monitors available in intensive care clinics or the knowledge, skills and experience of the intensive care specialist.

We aimed to determine the approaches of our country's intensive care physicians regarding hemodynamic monitoring and treatment practices after CA with this study.

METHOD

After obtaining approval from Mersin University Clinic Local Ethics Committee, the prepared survey was delivered to 150 intensive care specialists via internet and social platforms <https://docs.google.com/forms/d/1CEIIT8vLpolQ8hNboo7RBJ4f7MW/DYItwGxmGdGcBQHM/edit?pli=1>. Because of the number of physicians working in intensive care units is approximately 1500, the minimum number of people to whom the survey should be administered was calculated as 150, with a 5% margin of error at a 95% confidence level.

The prepared survey consisted of a total of 18 questions and the first 5 questions consisted of demographic data. Other questions asked which monitoring techniques ICU physicians use for hemodynamic follow-up, what their target mean and systolic arterial pressure values are, which fluids they prefer in case of volume deficit, and which agents they prefer as inotropes or vasopressors. It was also investigated whether they measured cardiac output, if so, which method they preferred, using TTM, whether TTM application affected the use of vasopressors, and presence of a written protocol for hemodynamic monitoring and treatment after CA in the ICUs where they worked.

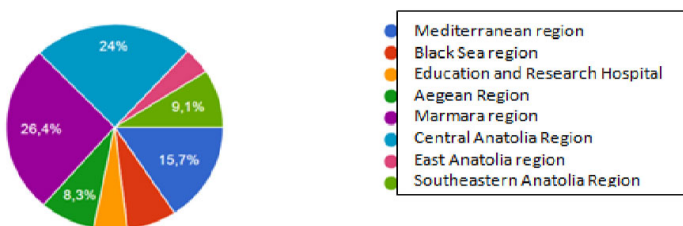
Doctors who did not work in intensive care were not included in the study.

Since it is a descriptive study, the data is summarized as frequency.

RESULTS

The survey was delivered to 150 physicians working in intensive care, 122 of whom participated in the survey. When demographic data were examined, it was observed that 43.8% of the participants were female and 56.2% were male. While 53.3% of the participants were between 30-40, 24.2% were between 40-50, 19.2% were between 50-60 and 3.3% were between 25-30 years old. The distribution of intensive care specialists who responded to the survey according to the regions and institutions in which they work is shown graphically (Graph 1, Graph 2). When the participants' intensive care experience was examined, it was determined that 63.9% had less than 10 years, 26.2% had between 11-20 years, 8.2% had 21-30 years, and 1.6% had 31 years and above.

Graphic 1: Distribution of participants according to the regions they work in



Graphic 2: Distribution of participants according to the institutions they work for



The responses of intensive care physicians to the question, “What monitoring techniques do you use for hemodynamic follow-up in patients admitted to the ICU after cardiac arrest?” are shown in Table 1.

Table 1: Distribution of preferred monitoring techniques for hemodynamic monitoring

	Never (n) %	Sometimes (n) %	Always (n) %	Total (n) %
Noninvasive blood pressure	17,2% (16)	30,1% (28)	52,6% (49)	100 (93)
Invasive artery	3,3% (4)	30,5% (37)	66,1% (80)	100 (121)
CVP	14,2% (16)	42,8% (48)	42,8% (48)	100 (112)
Mixed venous oxygen saturation	32% (34)	42,4% (45)	25,4% (27)	100 (106)
End-tidal CO ₂	38,6% (39)	40,5% (41)	20,7% (21)	100 (101)
Pulmoner artery pressure	85,5% (77)	14,4% (13)	0% (0)	100 (90)
Lactate	3,3% (4)	13,2% (16)	83,4% (101)	100 (121)
Capillary refill time	25,7 % (26)	43,5% (44)	30,6% (31)	100 (101)
Leg raising test	18,6% (20)	57% (61)	24,2% (26)	100 (107)
Vena cava inf. diameter with US	31,1% (33)	53,7 % (57)	15% (16)	100 (106)

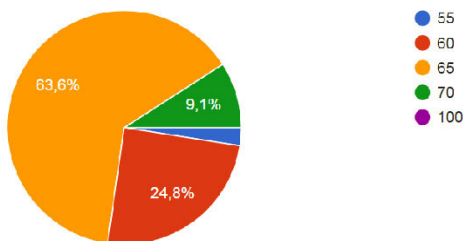
It was determined that 74.4% of the participants used cardiac output monitoring, while 25.6% did not use it. The frequency of cardiac output monitoring methods preferred by the participants is shown in Table 2.

Table 2: Frequencies of preferred methods of participants who use cardiac output monitoring

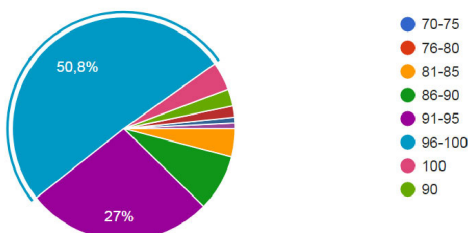
	Never (n) %	Sometimes (n) %	Always (n) %	Total (n) %
Pulmonary artery thermodilution	90,6% (68)	8% (6)	1,3% (1)	100 (75)
Transpulmonary thermodilution	69,7% (60)	24,4% (21)	5,8% (5)	100 (86)
Lithium dilution	98,6% (71)	1,3% (1)	0% (0)	100 (72)
Arterial catheter wave analysis	42,8% (39)	31,8% (29)	25,2% (23)	100 (91)
Esophageal doppler	90,2% (65)	8,3% (6)	1,3% (1)	100 (72)
Transesophageal echocardiography	72,3% (55)	22,3% (17)	5,2% (4)	100 (76)
Finger cuff method	98,6% (71)	1,3% (1)	0% (0)	100 (72)
Bioimpedance	91,7% (67)	8,2% (6)	0% (0)	100 (73)

The answer to the question “What is your target mean and systolic arterial pressure value after cardiac arrest in mmHg?” is given graphically (Graph 3, Graph 4).

Graphic 3: Distributions of the mean arterial pressure values targeted by the participants after CA



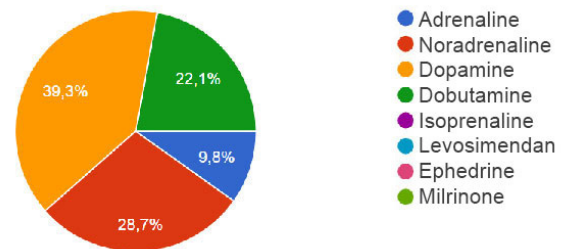
Graphic 4: Distribution of the targeted systolic arterial pressure values after CA of the participants



In cases where volume deficit was suspected, 94.2% of the participants preferred to use crystalloids, 0.8% colloids, and 5% combined both fluids. 58.2% of the participants stated that they performed echocardiography (ECHO) after CA, while 41.8% stated that they did not.

It was determined that the majority of the participants (94.3%) preferred noradrenaline as the vasopressor agent. Those who preferred adrenaline had a frequency of 3.3%. Adrenaline is followed less frequently by vasopressin and ephedrine. Distribution rates according to inotropic agent preferences are shown in Graph 5. 94.3% of the participants stated that they applied vasopressor and inotropic agents centrally, and 5.7% peripherally.

Graphic 5: Participants' inotropic agent preference distributions



While 67.2% of the participants applied TTM in the clinic they worked in, 32.8% stated that they did not apply TTM. To the question “Does TTM application affect vasopressor requirements?” 76.8% answered no, while 23.2% answered yes. It was found that 81.1% of the participants did not have a written protocol regarding hemodynamic monitoring and treatment after CA in the institutions where they worked.

DISCUSSION

The majority of patients admitted to the ICU after CA develop myocardial insufficiency in the early period⁽²⁾. Therefore, hemodynamic monitoring is important in this patient group both to determine the problem and to provide appropriate treatment. Early diagnosis and intervention, especially in the first hour after CA, and ensuring appropriate hemodynamics increase the patients' chances of survival.

Hemodynamic monitoring methods cover a wide spectrum, from non-invasive blood pressure measurement (NIBP) to invasive cardiac output (CO) measurement. The circumstances that determine the monitoring method vary depending on the clinical condition of the patient, the experience of the practitioner, and the facilities available to the hospital. When we look at the survey results, the majority of the participants used lactate level, invasive blood pressure (IBP), NIBP and CVP measurements for hemodynamic monitoring, respectively. It was found that invasive pulmonary artery pressure (PAP) monitoring, which requires special skills to be applied, was not used at all in

85.5% of the cases, while a method that can give an idea about volume deficit and volume response, such as the leg lift test, was used more frequently. In addition, it was stated that US, which has been used more in every field with the development of technology in recent years, is used less frequently. When the studies are examined, it is stated that although "PAP" monitoring is the gold standard, it is no longer preferred in recent years due to the difficulty of application and complications^(4,5). Transthoracic echocardiography (TTE) provides to investigate the causes of CA (especially the detection of conditions such as pulmonary embolism, pneumothorax, cardiac tamponade and hypovolemia) and to have an idea about the contraction (ejection fraction) and volume status of the heart. Both the European Resuscitation Society (ERC) and the American Heart Association (AHA) guidelines recommend early ECHO to determine the cause of CA, heart dimensions and myocardial dysfunction^(7,8). ECHO can play an important role in determining the patient's volume status and vasopressor and inotrope requirements⁽⁴⁾. In this way, the correct treatment methods can be applied to the patient. The reason why participants used TTE less may be due to their lack of devices or TTE usage skills. In these cases, late response to requested cardiology consultations prevents early intervention.

Cardiac output monitoring plays an important role in detecting pathology in patients in the early period after CA and in monitoring treatment decisions and response^(7,8). There are many different methods for measuring CO. The use of non-invasive methods has increased in recent years. Non-invasive methods such as pulse index continuous cardiac output (PICCO) and pulse contour analysis have begun to be used for CO monitoring^(5,6). It was observed that 74.4% of our participants used CO monitoring. They stated that they frequently use the "arterial catheter wave analysis" method and that they never use both invasive and non-invasive methods such as lithium dilution, finger cuff method, and pulmonary artery thermodilution method. We thought that the reason why participants used methods requiring technology less was due to not having these devices.

Hypotension after CA may reduce oxygen delivery to tissues, leading to increased neurological damage and decreased survival rates. In studies conducted on this subject, it has been determined that the definition of hypotension varies⁽⁹⁾. While the ERC guideline recommends targeting MAP that provides adequate urine output (0.5 ml/kg/h) and normal plasma lactate values, the AHA guidelines emphasize that hemodynamic targets should be individualized for each patient^(7,8). Although there were differences among practitioners in our study, most of them targeted MAP and SAB values consistent with the literature. It is stated in the guidelines that patients with fluid deficit should be first completed their volume deficit with crystalloid solutions in order to ensure appropriate hemodynamics^(7,8,9). Our survey results were similar to the literature.

One of the parameters that cause post-cardiac arrest syndrome

(PCOS) after CA is the systemic inflammatory response that develops due to ischemia reperfusion⁽¹⁰⁾. A sepsis-like clinic may develop due to endothelial activation and release of inflammatory mediators, and the use of vasoactive agents may be necessary. The most potent vasopressor agent is adrenaline, but noradrenaline is the most commonly recommended agent in cases where isolated vasopressor effect is required, as it also has positive inotropic and tachycardiac effects^(9, 11). In studies, dobutamine is recommended as the first agent of choice in cases of myocardial failure after CA^(8, 11). However, it has been stated that the use of high doses of dobutamine (doses of 2-7.5 µg/kg/min) may cause tachycardia. However, since dobutamine can cause vasodilation, it is recommended to use it with noradrenaline to maintain adequate MAP values. Thus, both α and β receptor effects of this combination are utilized⁽¹²⁾. Our survey results were also consistent with the literature. When inotropic agent use was required, participants most frequently preferred dopamine, followed by noradrenaline and dobutamine in second and third places.

Central routes are primarily recommended as the site of application of vasopressors and inotropic agents. When applied via peripheral routes, circulatory disorders due to vasoconstriction may develop⁽⁷⁾. In our study, it was seen that the participants preferred the central route, in line with the literature.

TTM application itself and the sedative and muscle relaxant agents applied during this time may cause hemodynamic changes in patients, and even the need for vasoactive agents may increase^(9,12,13). In a study, it was reported that hemodynamic dysfunction developed in one-third of the cases that developed out-of-hospital CA and underwent TTM, but larger studies are needed⁽¹³⁾. In our study, similar to the literature, only 1/4 of TTM practitioners stated that they encountered hemodynamic changes.

Totally 81.1% of the participants stated that there was no written protocol regarding hemodynamic monitoring and treatment after CA in the institutions they worked at. However, when the survey responses are examined, it is observed that they act in accordance with the current algorithms even though they do not have written protocols.

CONCLUSION

Deaths in the early period after CA are often due to cardiac causes⁽²⁾. Making the right decision and choosing the right method increases the patient's chance of survival. For this reason, close hemodynamic monitoring and noninvasive methods such as echocardiography, which are performed within the possibilities we have, are important for early diagnosis and treatment of the problem. We also believe that training intensive care specialists and auxiliary personnel on monitoring techniques and ensuring their awareness of current guidelines will positively affect the prognosis of patients admitted to the intensive care unit after CA.

REFERENCES

1. Jerry P. Nolan, Claudio Sandroni, Bernd W. Böttiger. European Resuscitation Council and European Society of Intensive Care Medicine Guidelines 2021: Post-resuscitation care. 2021, 220-269.
2. S. Laver, C. Farrow, D. Turner, and J. Nolan, "Mode of death after admission to an intensive care unit following cardiac arrest," *Intensive Care Medicine*, vol. 30, no. 11, pp. 2126–2128, 2004.
3. Jacob C. Jentzer, Meshe D. Chonde, and Cameron DeZfulian. Myocardial Dysfunction and Shock after Cardiac Arrest. *BioMed Research International*. 2015, Article ID 314796, 14 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2015/314796>.
4. Staer-Jensen H, Sunde K, Nakstad ER, Eritslund J, Andersen GØ. Comparison of three haemodynamic monitoring methods in comatose post cardiac arrest patients. *Scand Cardiovasc J*. 2018 Jun;52(3):141-148.
5. Jean-Louis Teboul 1, Bernd Saugel 2, Maurizio Cecconi 3, et all. Less invasive hemodynamic monitoring in critically ill patients. *Intensive Care Med* 2016 Sep;42(9):1350-9.
6. Litton E, Morgan M. The PiCCO monitor: a review. *Anaesth Intensive Care*. 2012;40:393–409.
7. Nolan JP, Sandroni C, Böttiger BW, et all. European Resuscitation Council and European Society of Intensive Care Medicine guidelines 2021: post-resuscitation care. *Intensive Care Med*. 2021 Apr;47(4):369-421.
8. Ashish R. Panchal, MD, PhD, Chair Jason A. Bartos, MD, PhD José G. Cabañas, MD, et all. Chair On behalf of the Adult Basic and Advanced Life Support Writing Group Adult Basic and Advanced Life Support: 2020 AHA Guidelines for CPR and ECC. *Circulation*. 2020;142(suppl 2):S366–S468. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000916.
9. Johanna Laurikkalaa, Erika Wilkmana, Ville Pettilä a,b, et all. Mean arterial pressure and vasopressor load after out-of-hospital cardiac arrest: Associations with one-year neurologic outcome. *Resuscitation* 105 (2016) 116–122.
10. Vladimir A. Negovsky*, Alexander M. Gurvitch. Post-resuscitation disease - a new nosological entity. Its reality and significance. *Resuscitation* 30 (1995) 23-27.
11. Sotirios Kakavas, Athanasios Chalkias, Theodoros Xanthos. Vasoactive support in the optimization of post-cardiac arrest hemodynamic status: From pharmacology to clinical practice. *European Journal of Pharmacology* 667 (2011) 32–40.
12. Dellinger, R.P., Levy, M.M., Carlet, J.M., et all. Surviving Sepsis Campaign: international guidelines for management of severe sepsis and septic shock: 2008. *Intensive Care Med*. 34, 17–60.
13. Tuomas Oksanen*, Markus Skrifvars a, Erika Wilkmana, Ilkka Tierala b, Ville Pettilä a, Tero Varpulaa. Postresuscitation hemodynamics during therapeutic hypothermia after out-of-hospital cardiac arrest with ventricular fibrillation: A retrospective study. *Resuscitation* 85 (2014) 1018–1024.