

Pulmoner Endarterektomi Ameliyatlarında Anestezi ve Komplikasyonların Yönetimi

Atakan Erkinç
Pınar Karaca Baysal

Management of Anesthesia and Complications in Pulmonary Endarterectomy Operations

Etik Kurul Onayı: Hastanemizin Etik Kurul onayı alınmıştır (2021/403).
Çıkar Çatışması: Çıkar çatışması bulunmamaktadır.
Finansal Destek: Yoktur.
Hasta Onamı: Hastalardan yazılı onam alınmıştır.

Ethics Committee Approval: The approval of our hospital's Ethics Committee was obtained (2021/403).
Conflict of Interest: There is no conflict of interest.
Funding: None.
Informed Consent: Written informed consent was obtained from all patients.-

Cite as: Erkinç A, Karaca Baysal P. Pulmoner endarterektomi ameliyatlarında anestezi ve komplikasyonların yönetimi. GKDA Derg. 2021;27(2):139-46.

Öz

Amaç: Kronik tromboembolik pulmoner hipertansiyon pulmoner vasküler yatakta meydana gelen obstrüksiyonlara bağlı gelişen kronik progresif bir hastalıktır. PEA ise; pulmoner arterdeki tromboembolik materyalin etkilenen damar yapılarından eksize edilerek yapıldığı kronik tromboembolik pulmoner hipertansiyon tanımlanmış cerrahi yöntemidir. Amacımız merkezimizde gerçekleştirilen PEA ameliyatlarındaki anestezi yönetimini ve komplikasyonlar karşısındaki yaklaşımlarımızı paylaşmaktır.

Yöntem: 2017-2020 Haziran ayları içerisinde yapılan 200 tane PEA olgusunun verileri retrospektif olarak incelendi. Hastaların demografik verileri, preoperatif solunum fonksiyon testleri, kardiyak kateterizasyon bulguları, peroperatif kardiyak output ölçüm değerleri, aortik kros klemp süreleri, ekstubasyon süreleri, yoğun bakım kalış süreleri, hastane yatış süreleri ve gelişen komplikasyonlar kaydedildi.

Bulgular: Hasta yaşlarının ortalama değeri 50.8, kadın/erkek oranı ise 108/92'dir. Hastaların induksiyon sonrası yapılan termodilüsyon ölçümlerinde KO, PVR ve mPAP ortalama değerleri sırasıyla 4.4 l/min, 594 dyn/s/cm⁵, 40 mmHg olarak saptanmıştır. Sternum kapatıldıktan sonra yapılan ölçümler ise yine aynı sırayla 6 l/min, 241 dyn/s/cm⁵ ve 28 mmHg olarak belirtilmiştir. Hastaların yoğun bakım yatış süresi 4 gündür. Hasta grubumuzda %21 oranında rezidüel pulmoner hipertansiyon, %10 oranında reperfüzyon pulmoner ödem ve %4 oranında ise pulmoner kanama olmuştur.

Sonuç: PEA cerrahisinde dünyada deneyimli merkez sayısı oldukça azdır. PEA cerrahisi anestezi yönetimi ve komplikasyonlarının tedavisi oldukça zordur. Bu nedenle PEA cerrahisi deneyimli merkezlerde uygulanmalıdır.

Anahtar kelimeler: açık kalp cerrahisi, kronik tromboembolik pulmoner hipertansiyon, pulmoner endarterektomi

ABSTRACT

Objective: Chronic thromboembolic pulmonary hypertension is a chronic progressive disease developing obstruction occurring in pulmonary vascular bed. Pulmonary endarterectomy is the surgical procedure described in the management of chronic pulmonary hypertension which excises, and removes the obstructing thromboembolic material from the affected vascular structures. Our aim is to share our approaches to the management of anesthesia and complications in pulmonary endarterectomy operations performed in our center.

Methods: The data of 200 PEA cases conducted in June 2017-2020 were retrospectively analyzed. The demographic data of the patients, preoperative pulmonary function tests, cardiac catheterization findings, peroperative cardiac output measurement values, aortic cross clamp, extubation, intensive care unit, and hospital stay times and complications were recorded.

Results: Average age of the patients' ages was 50.8 years, and female/male ratio was 108/92. In the thermodilution measurements of the patients after induction, mean values of CO, PVR and mPAP were determined as 4.4 l/min, 594 dyn/s/cm⁵, 40 mmHg, respectively. The corresponding measurements made after the sternal closure were stated as 6 l/min, 241 dyn/s/cm⁵ and 28 mmHg, respectively. The patients were hospitalized in the intensive care unit for 4 days. In our patient group residual pulmonary hypertension occurred in 21%, reperfusion pulmonary edema in 10% and pulmonary bleeding in 4% of the cases.

Conclusion: Only a very few centers in the world are experienced in PEA surgery. Anesthesia management and treatment of the complications of PEA surgery are quite difficult. Therefore, PEA surgery shl be performed in experienced centers.

Keywords: open heart surgery, chronic thromboembolic pulmonary hypertension, pulmonary endarterectomy

Received/Geliş: 09.02.2021
Accepted/Kabul: 12.05.2021
Published Online/Online yayın: 03.06.2021

Atakan Erkinç
SBÜ Kartal Koşuyolu Y.İ.E.A.H
Anestezi ve Reanimasyon Bölümü
İstanbul - Türkiye
✉ dratakan72@yahoo.com
ORCID: 0000-0002-8736-6085

P. Karaca Baysal 0000-0002-5187-8679
SBÜ Kartal Koşuyolu Y.İ.E.A.H
Anestezi ve Reanimasyon Bölümü
İstanbul - Türkiye

GİRİŞ

Kronik tromboembolik pulmoner hipertansiyon (KTEPH) pulmoner vasküler yatakta meydana gelen obstrüksiyonlara bağlı gelişen kronik progresif bir hastalıktır. Pulmoner hipertansiyon nedenleri arasında cerrahi tedavi ile düzeltilebilen tek patolojidir [1-3].

Pulmoner endarterektomi (PEA) ise; pulmoner arterdeki tromboembolik materyalin etkilenen damar yapılarından eksize edilerek yapıldığı KTEPH'in tanımlanmış cerrahi yöntemidir [2-3].

KTEPH olgularındaki hastalar, değişen derecelerde sağ ventrikül yetmezliği, paradoksal interventriküler septum hareketi, triküspit yetmezliği, hepatik konjesyon ve düşük kardiyak indeks değerleri ne sahip olabilirler [2]. Kardiyopulmoner baypas (KPB) sırasında gerçekleştirilen derin hipotermi, total sirkülatuar arrest (TSA), peroperatif dönemde gelişebilecek rezidüel pulmoner hipertansiyon, pulmoner kanama ve reperfüzyona bağlı pulmoner ödem gibi klinik durumlar göz önüne alındığında PEA cerrahisinde anestezi yönetimi hemodinamik stabilitenin ve peroperatif gaz değişiminin optimum düzeylerde sağlanması açısından oldukça zordur.

Bu çalışmadaki amacımız, merkezimizde gerçekleştiren PEA ameliyatlarındaki anestezi yönetimini ve komplikasyonlar karşısındaki yaklaşımlarımızı paylaşmaktır.

GEREÇ ve YÖNTEM

Hastanemizde etik kurul komitesi tarafından 2021/1/403 No.lu etik kurul onayı alındıktan sonra 2017-2020 haziran ayları içerisinde yapılan toplam 200 tane PEA olgusunun verileri retrospektif olarak incelendi. Veriler hasta kayıtlarından elde edildi. Hastaların demografik verileri, preoperatif solunum fonksiyon testleri (SFT), kardiyak kateterizasyon bulguları, peroperatif kardiyak output (KO) ölçüm değerleri, aortik kros klemp süreleri (AKK), KPB süreleri, ekstübasyon süreleri, yoğun bakım kalış süreleri, hastane yatış süreleri ve gelişen komplikasyonlar kaydedildi.

Anestezik Prosedür

Preoperatif dönem:

PEA cerrahisi için seçilen hasta grubu; cerrahi olarak ulaşılabilecek yerleşimde olan ve pulmoner vasküler

rezistans (PVR) artışı ile sonuçlanan, bununla birlikte sekonder bir vaskülopatisi bulunmayan kronik pulmoner tromboembolik patolojisi olan hastalardır.

Preoperatif dönemde, hastalarda major organ disfonksiyonunun olmaması, ventilasyon/perfüzyon sintigrafileri, kan testleri (hemogram, biyokimya, koagülasyon testleri, BNP), pulmoner fonksiyon testleri, oda havasındaki kan gazı değerleri, EKG, transözefagial ekokardiyografi (TÖE), koroner anjiyografi, abdominal USG, torasik BT, alt ekstremitte venöz dopler USG, karotis ve vertebral arter dopler USG, 6 dakika yürüme testi ve kardiyak kateterizasyon bulguları değerlendirildi.

Cerrahiden önce taze donmuş plazma (TDP), eritrosit süspansiyonu (ES) ve trombosit süspansiyonu (PS) hazırlığı yapıldı.

KTEPH olgularında oksijenasyon rezervleri kısıtlı olduğu için, hastalara premedikasyon uygulanmadı.

Intraoperatif dönem:

Supin pozisyonda yatan hastaya 5 derivasyonlu EKG, pulse oksimetre, radyal ya da brakial arterden invaziv basınç ölçümü, idrar output monitörizasyonu ve serebral oksimetre (NIRS) (INVOSTM, Somanetics/Covidien, Boulder, CO, U.S.A) monitörize edildikten sonra bazal değerleri kaydedildi. Tüm hastalara hasta altı ısıtıcısı kullanıldı. Vücut ısı monitörizasyonu özefajial proba sağlandı.

Anestezi induksiyonu fentanyl 3 mcg/kg, midazolam 0.08 mg/kg, propofol 0,5-1 mcg/kg ve rokuronium 0.08 mg/kg ile kontrollü olarak sağlandı. Anestezi idamesinde fentanyl 0,5-1 mcg/kg, midazolam 0.05 mg/kg, rokuronium 0.04 mg/kg dozlarında aralıklı intravenöz bolus olarak devam edilirken inhaler ajan tercih edilecekse sevoflurane %0,5-%1.2 kullanıldı. İndüksiyon sonrası endotrakeal entübasyonda 7,5-8 French (BIÇAKCILAR İstanbul, Türkiye) tüp yerleştirildi. Mekanik ventilasyon değerleri: FiO₂ %100, tidal volume (TV):6-8 ml/kg, solunum sayısı (f) 12-14/ dk, ekspirasyon sonrası pozitif basınç (PEEP) 6 cmH₂O olarak ayarlandı. Entübasyon sonrası bakılan kan gazı örneklerinde oksijenasyonuna göre FiO₂ değeri %70-100 arası yine ayarlanmıştır. Entübasyon sonrası hastaya TÖE probu yerleştirildi. Hastalara induksiyon sonrası 20 ppm inhale nitrik oksid (iNO) başlandı.

Sağ internal juguler venden 8,5 F santral venöz kateter (8.5 F venöz kateter Arrow International, USA) Seldinger yöntemi ile takıldı. Daha sonrasında pulmoner arter kateterizasyonu (ARROW 7.5 Fr 5 Lumen HANDS-OFF Infusion Port Thermodilution Catheter, International) uygulandı. Kardiyak output (KO) hemodilüzyon tekniği kullanılarak, mean pulmoner arter basınç (mPAB), Pulmoner kapiller oklizon basınç (PKOB), kardiyak indeks (KI), pulmoner vasküler rezistans (PVR), sistemik vasküler rezistans (SVR) ölçümleri yapılarak kaydedildi.

Tüm hastalara femoral arter kateterizasyonu yapıldı. Hematokrit değeri ≥ 35 olan hastalardan 1 ünite otolog kan alındı.

Sternotomi yapıp KPB için kanüle edilen hastalara kanülasyon öncesi 300-400 iü/kg heparin uygulandı. Etkinleştirilmiş pıhtılaşma zamanı (ACT) düzeyi >400 olduğunda KPB başlatıldı. Hastalar 20°C dereceye soğutuldu. KPB için tercih edilen priming solusyonunda kolloid kullanıldı. Soğutulma süreci tamamlanan hastalara antegrad kardiyopleji kanülü konuldu. İlk kardiyopleji verilip kardiyak arrest sağlandıktan sonra total sirkülatuar arrest (TSA) geçildi. İlk (sağ) tarafın PEA işlemine başlandı. Bu dönem öncesi hastalara serebral koruma için 500 mg pentotal, 1 gr metilprednizolon, 40 mg famotidin, 100 cc %5'lik mannitol ve NaHCO_3 uygulandı. İlk taraf PEA tamamlanınca diğer tarafa aynı işlem uygulandı. TSA aralarında ve perfüzyon sonlandırıldığında hastalara rutin olarak bronkoskopi uygulanmıştır. TSA süresinde, cerrahi ekibe her 10 dk. için süre hatırlatıldı. Ayrıca hastaların NIRS değerlerinin %30'un altında olması ve/veya giriş değerine göre $>\%20$ 'dan fazla düşme olmasında TSA sonlandırıldı.

PEA işlemi bittikten sonra hastalar KPB ile ısıtılmaya başlandı. Hastalar ısıtılırken 35°C 'ye kadar ventilasyon ayarları FiO_2 %30, tidal volume (TV): 4 ml/kg, solunum sayısı (f) 12-14/dk., PEEP 6 cmH_2O şeklinde ayarlandı. 35°C sonrası indüksiyon ayarlarına geri dönüldü. Kros klemp açıldıktan sonra hasta ısınırken akciğerler aspire edildi. Kan gazı kontrolü ile hemodinamik stabilize sağlanmış hastalarda KPB sonlandırıldı. Heparin nötralizasyonu için protamin uygulandı. Hemostaz sağlanıp sternum kapatıldıktan sonra tekrar termodilüzyon ölçümleri uygulandı.

Postoperatif dönem:

Hastalar iNO eşliğinde yoğun bakım ünitesine gönderildi. Yoğun bakım ünitesinde geniş monitorizasyon altında (EKG, invaziv basınç sistemik basınç, pulmoner basınç, idrar output, CVP, ısı monitörizasyonu) hastalar postoperatif 24 saat boyunca uyutuldu. Hastalara ekstübasyon öncesi bronkoskopi ile kanama kontrolü yapılmıştır. Postoperatif 1. gün sonrası hemodinamisi stabil ve kangazı örnekleme normal olan hastalar ekstübe edildi.

Cerrahi Prosedür

Hastalara median sternotomi uygulandı. Perikard açılıp bikaval kanülasyon sağlandıktan sonra antegrad kardiyopleji kanülü yerleştirildi. KPB'ta soğutulan hastaların ana pulmoner arterleri içerisine vent kanülleri yerleştirildi. Soğutma işlemi sonrası kardiyopleji ile arrest edilen kalpte sağ pulmoner arteriyotomi ve endarterektomi başlatıldı. Daha kansız bir alan sağlanması için TSA girildi. Sağ pulmoner endarterektomi bitirilince KPB desteği yine başlatıldı. Yapılan sağ pulmoner arteriyotomi kapatılıp, sol PEA için aynı işlemler yinelenildi. Endarterektomi sonrası ısıtılan hastalar dekanüle edilerek sternotomileri kapatıldı.

İstatiksel Analiz:

Veriler, SPSS sürüm 26.0 paket programı (SPSS Inc. Bir IBM şirketi, Chicago, IL) kullanılarak analiz edildi. Sürekli parametreler ortalama \pm standart sapma olarak ifade edildi ve kategorik parametreler frekans (yüzde) olarak belirtildi.

BULGULAR

200 hastadan çalışmamızda Tablo 1'de hastaların demografik özellikleri sunulmuştur. Buna göre hastaların yaş ortalaması 50.8'dir. Kadın/erkek oranı ise 108/92'dir. Tablo 2'de hastaların intraoperatif dönemde değerlendirilen kangazı ölçümleri ve KO ölçümleri belirtilmiştir. Buna göre hastaların indüksiyon sonrası yapılan termodilüzyon ölçümlerinde CO, PVR ve mPAB değerleri sırasıyla 4.4 l/min, 594 dyn/s/cm^5 , 40 mmHg olarak saptanmıştır. Sternum kapatıldıktan sonra yapılan ölçümler ise yine aynı sırayla 6 l/min, 241 dyn/s/cm^5 ve 28 mmHg'dir. Tablo 3'te ise hastaların postoperatif dönem verileri sunulmuştur. Yoğun bakım (YBÜ) yatış süresi 4 gündür. Tablo 4 postoperatif komplikasyonların belirtildiği tablodur.

Tablo 1. Demografik özellikler.

| Karakteristik özellikler | n | mean±SD | Aralık | Minimum-Maksimum | % |
|---------------------------|-----|-------------|--------|------------------|------|
| Yaş (yıl) | | 50,8±15,9 | 23-85 | | |
| Cinsiyet | | | | | |
| Erkek | 92 | | | | 46 |
| Kadın | 108 | | | | 54 |
| VKİ (m ²) | | 1,9±0,1 | | | |
| NYHA | | | | | |
| II | 15 | | | | 7,5 |
| III | 117 | | | | 58,5 |
| IV | 68 | | | | 34 |
| FEV ₁ (%) | | 77,6±18,0 | | 52-120 | |
| FVC (%) | | 76,4±20,8 | | 62-115 | |
| FEV ₁ /FVC (%) | | 83,4±15,8 | | 52-122 | |
| PABm (mmHg) | | 40,6±14,4 | | 19-69 | |
| 6 dk yürüme testi (metre) | | 313,2±162,7 | | 0-570 | |
| EF (%) | | 63,7±5,2 | | 42-67 | |
| TAPSE (mm) | | 19,9±3,6 | | 8-24 | |

SD: Standart sapma, FEV₁: 1. saniyedeki zorlu ekspiratuar volüm, FVC: Zorlu vital kapasite, PABm: Ortalama pulmoner arter basıncı, TAPSE: Triküspit anüler ekskurjyon, PVR: Vasküler rezistans, EF: Ejeksiyon fraksiyonu, VKİ: Vücut kitle indeksi, mm: Milimetre

Tablo 2. İntraoperatif özellikler.

| | mean±SD | Minimum-Maksimum |
|-------------------------------------|-------------|------------------|
| Giriş (İndüksiyon Sonrası) | | |
| Kardiak output (l/min) | 4,47±1,4 | 1,72-5,9 |
| PVR (dyn/s/cm ⁻⁵) | 594,5±369,2 | 76-2051 |
| PABm(mmHg) | 40,6±14,4 | 19-69 |
| GİRİŞ (İndüksiyon Sonrası) | | |
| Ph | 7,34±0,08 | |
| PaCO ₂ (mmHg) | 39,9±7,9 | |
| PaO ₂ (mmHg) | 182±51,7 | |
| Laktat (mmol/L) | 1,8±0,5 | |
| Çıkış (Sternum Kapatıldıktan sonra) | | |
| Kardiak output (l/min) | 6,0±1,9 | 2,43-11 |
| PVR (dyn/s/cm ⁻⁵) | 241,3±224,1 | 46-2153 |
| PABm (mmHg) | 28,5±9,5 | 15-66 |
| TSA (dk) | 23,1±9,5 | 3-56 |
| AKK (dk) | 38,8±34,7 | 2-309 |
| KPB zamanı (dk) | 207,5±37,0 | 150-396 |

PVR: Pulmoner vasküler rezistans; PABm: Ortalama pulmoner arter basıncı, PaCO₂: parsiyel karbondioksit miktarı, PaO₂: parsiyel oksijen miktarı, KPB: Kardiyopulmoner baypas; TSA: Total sirkülasyon arrest; AKK: Aortik kros klemp süresi

Tablo 3. Postoperatif dönem özellikleri.

| | mean±SD | Minimum-Maksimum |
|----------------------------|----------|------------------|
| Ventilasyon süresi (gün) | 1,3±0,93 | 1-6 |
| Ybü kalış süresi (gün) | 4,1±3,4 | 2-31 |
| Hastane yatış zamanı (gün) | 11,6±5,9 | 7-45 |

Ybü: Yoğun bakım ünitesi

Tablo 4. Komplikasyonlar.

| | n | % |
|---------------------------------|----|-----|
| Rezidüel pulmoner hipertansiyon | 42 | 21 |
| Reperfüzyon pulmoner ödem | 20 | 10 |
| Pulmoner hemoraji | 8 | 4 |
| Revizyon | 13 | 6,4 |
| Renal yetmezlik | 3 | 1,6 |
| Nörolojik komplikasyon | 12 | 6,2 |
| Aritmi | 5 | 2,4 |
| ECMO | 3 | 1,6 |
| Bronşiyal Bloker ihtiyacı | 5 | 2,5 |
| Erken mortalite | 11 | 5,6 |

Hasta grubumuzda %21 oranında rezidüel pulmoner hipertansiyon, %10 oranında reperfüzyon pulmoner ödem ve %4 oranında ise pulmoner kanama olmuştur.

TARTIŞMA

KTEPH akut pulmoner embolizm olgularının %4'ünde gelişebilen ve pulmoner endarterektomi ile tedavi edildiği bilinen bir kronik pulmoner hipertansiyon nedenidir [4]. Ülkemizde KTEPH insidansı %4.6 olarak verilmiştir [5]. Pulmoner hipertansiyon semptomları taşıyan hastalar mutlaka değerlendirilmeli ve pulmoner arter basıncı yüksek (PABm ≥ 25 mmHg, PKOB < 15 mmHg ve PVR > 2 wood) olan, pulmoner arterlerde değişik seviyelerde birden fazla tıkaçıcı lezyon bulunan hastalara KTEPH tanısı düşünülmelidir [6]. Tanıda altın standart pulmoner ventilasyon perfüzyon sintigrafisidir. Ameliyat kararı alınırken toraks bilgisayarlı tomografi ve pulmoner anjiyografiye gereksinim duyulur [7].

Çalışmamızdaki hastalara premedikasyon uygulanmamıştır. Çünkü hipoksi, hiperkarbi ve hipotansiyon pulmoner vasküler rezistansı artırabileceğinden bu durumlardan kaçınılmalıdır. Hipotansiyon aynı zamanda sağ ventrikül perfüzyonunu bozacağından düşük doz alfa agonist veya dopamin hemodinamik stabiliteyi korumada yararlı olmaktadır [8]. Bu nedenle PEA ameliyatlarında indüksiyon aşaması oldukça önemlidir.

KTEPH sağ kalp yetmezliği, paradoksal interventriküler hareket, triküsit yetmezliği ve hepatik konjesyon gibi birçok patolojiyi farklı derecelerde meydana getirebilir [9,10]. PEA anesteziinde temel prosedür açık kalp cerrahisine benzese de etkili bir sağ kalp monitörizasyonunun yapılması ve takibi oldukça önemlidir. Sağ kalp kateterizasyonunda KO, Kİ, PAs > 50 mmHg PVR > 600 dynes-sec-cm⁻⁵ ve sağ ventrikül diastolik basınç > 14 mmHg olması ciddi sağ ventrikül yetmezliği olduğunu gösterir [2]. İntraoperatif TÖE PEA cerrahisinde sağ ventriküler disfonksiyon, bölgesel duvar hasarı, hemodinamik insitabilitenin nedeninin belirlenmesi, hastadaki volüm derecesinin bilinmesi, triküspit yetmezliği, patent foramen ovale (PFO) gibi yapıların değerlendirilmesinde, intrakardiyak trombus gibi yapıların belirlenmesinde oldukça önemli bir monitörizasyon yöntemidir [11]. PEA ameli-

yatlarında serebral perfüzyonun monitörizasyonu oldukça önemlidir [12]. Bu amaçla hastalarda rutin olarak serebral oksimetre kullanılmıştır. Özellikle pulmoner endarterektominin yapıldığı dönemde uygulanan TSA sırasında beyin oksijenasyonunun yakından takip edilmesi gerekir. PEA cerrahisinde TSA dönemlerinde uç organ hasarının önlenmesi amacı ile derin hipotermi uygulanmaktadır [7]. Derin hipotermiye rağmen NIRS değerlerinde inisyel serebral oksijen saturasyonunun ≥ 30 azaldığında hastalarda postoperatif nörokognitif bozukluk oluşmasını engellemek amacıyla TSA'e son verip perfüzyona geçilmelidir. Aynı nedenle genellikle TSA sürelerinin 10 dk.'yı aşmaması önerilmektedir.

Yapılan çalışmalarda, açık kalp cerrahisi geçiren hastalarda %40 oksijen saturasyonunun altında ve 10 dk'dan fazla serebral hipoksisi olan hastalarda nörokognitif disfonksiyon daha fazla gözlenmiştir [13].

Derin hipotermi sebebi ile hastalarda üst ekstremitte arteriyel sistemde oluşabilecek vazospazm dolayısıyla arteriyel monitörizasyonun daha güvenli bir şekilde takip edilebilmesi için indüksiyon sonrası femoral arter kateterizasyonu yapılması ve hemodinamik takibin bu yolla devam ettirilmesi daha güvenli olacaktır.

KPB'tan ayrılma sürecinde sağ, sol veya her iki ventrikülün desteklenmesi amacıyla inotropik ajan kullanımına gereksinim duyulabilir [8]. Bu dönemde TÖE ve KO ölçümleri önemlidir.

PEA cerrahisinde en sık görülen major komplikasyonlar rezidüel pulmoner hipertansiyon (%10-%35), reperfüzyon pulmoner ödem (%10-15) ve pulmoner hemorajidir (%5,5) [14-20]. Serimizdeki hastalarda rezidüel pulmoner hipertansiyon %21, reperfüzyon ödem %10 ve pulmonerhemoraji ise %4 oranında görülmüştür. Literatürde mortaliteyi etkileyen en önemli komplikasyon ise rezidüel pulmoner hipertansiyon (> 500 dyn.s.cm⁵) olarak belirtilmiştir [21]. PEA cerrahisinde erken mortalite oranı merkezlerin deneyimlerine göre değişmektedir. Bu nedenle literatürde bu oran %4 ile %23 arasında değişen oranlarda belirtilmiştir [9,22]. Hasta grubumuzdaki erken mortalite oranı %5.6 olarak belirlenmiştir.

Merkezimizde, literatüre uygun olarak en sık karşılaş-

tığımız komplikasyon rezidüel pulmoner hipertansiyondur. Persistan pulmoner hipertansiyon distal trombusün yetersiz temizlenmesi veya operabl proksimal hastalıkla konkomitant küçük damar hastalığı olan olgularda daha sık görülmektedir [23,24]. Rezidüel pulmoner hipertansiyon gelişen hastalarda hedef tedavi gelişebilecek sağ kalp yetmezliğine yönelik olmalıdır.

Tüm hastalarımızda 20 ppm iNO kullanılması rutin bir uygulamadır. Ayrıca pulmoner vazodilatör ajan olarak ilioprost ve sağ kalp yetmezliğine yönelik milrinon ve diğer inotropik ajanlar kullanılabilir [25,26]. Hastalarımızda intraoperatif dönemde hemodinamik stabiliteyi ve uygun miktarda hidrasyon desteğini sağlayabilmek için CVP ve TÖE monitörizasyonu kullandık. Hastalardaki KPB sonrası kalp atım hızını yüksek ve sistemik tansiyonu istenilen sınırlarda tutabilmek için inotrop gereksiniminde ilk seçeneğimiz dobutamin sonrasında ise norepinefrin olmuştur. Tüm bu medikal tedavilere rağmen üstesinden gelinemeyen kardiyak yetmezlik durumlarında santral veno-arteriyel ECMO gereksinimi olabilmektedir.

Reperfüzyon pulmoner ödem bir diğer sık görülen PEA cerrahisi komplikasyonudur. Perioperatif 48 saat içerisinde ortaya çıkabilen ve revaskülerize edilen pulmoner yatakta pulmoner hiperemi ile karakterize, akut akciğer hasarına benzeyen ve çeşitli derecelerde şiddeti değişebilen bir komplikasyondur [27,28]. Bu durumda yüksek PEEP (8-10 cmH₂O), tidal volüm <6 ml/kg, inspirasyon ekspirasyon oranı 1/3, peak inspirasyon basıncı ≤18 mmHg olacak şekilde ventilasyon stratejisi uygulanmalıdır. Negatif sıvı dengesi ve diüretik tedaviye ek olarak reperfüzyon sonrası serbest oksijen radikallerinin ve diğer inflamatuvar ajanların etkisini azaltmak amacıyla tüm hastalara metilprednizolon ve iNO tedavisi rutin olarak uygulanmaktadır. Ayrıca serbest oksijen radikallerinin oluşumunu önlemek amacıyla yüksek FiO₂ seviyesinden kaçınılmalıdır. Ödemin fazla olduğu ve kan/gaz değişiminin yetersiz olduğu durumlarda santral veno-arteriyel ECMO gereksinimi ortaya çıkabilmektedir.

Pulmoner hemoraji PEA cerrahisinde daha az karşılaşılmamasına rağmen baş edilmesi en güç olan komplikasyondur. Kanama odağının bulunabilmesi ve tedavi

edilebilmesinde bronkoskopinin rolü büyüktür.

Bronkoskopi ile yeri saptanan kanama odağı cerrahi olarak onarılamaz ise bronkoskopi eşliğinde kanamanın olduğu segmentlere endobronşial bloker yerleştirilerek diğer akciğer sahaları izole edilir.

Eğer kanama lobar kaynaklı ise endobronşial blokerler ile kanamalı akciğer lobu izole edilebilir. Masif kanamalarda ise çift lümenli endobronşial tüp uygulanarak karşı akciğer izolasyonu sağlanır. Endobronşial blokör kullanarak yapılan izolasyonların amacı sağlam akciğer sahalarının kan ile dolarak gaz değişiminin daha da bozulmasının önlenmesidir [2,29]. Buna ek olarak, konservatif tedavide PEEP uygulaması heparinin antagonize edilmesi, koagülopatilerin düzeltilmesi ve adrenalin gibi topikal vazokonstriktörler ile yıkama yapılarak küçük kanamalar kontrol altına alınabilir. Bu uygulamaların yetersizliğinde ise cerrahi olarak pulmoner arter eksplore edilerek klemlenebilir. Hemodinaminin korunamadığı ve kan gaz değişiminin yetersiz olduğu olgularda ise santralvenoarteriyel ECMO kullanılmalıdır.

Postoperatif dönemde hastalar, kan-gaz değişimi ve hemodinamik stabilizasyonları sağlanarak 24 saat uyutulmalıdır. Bu amaçla ekstübasyon öncesi hastalardaki pulmoner hemoraji durumu bronkoskopi ile gösterilmelidir. Yoğun bakımda kullanılan iNO tedavisi rebound pulmoner hipertansiyon gelişme riskinin ortadan kaldırılması amacıyla kademeli olarak azaltılarak sonlandırılmalıdır. Uygun hastaların ise postoperatif 24 saat sonrası FiO₂ ve PEEP düzeyi azaltılarak ekstübasyonu planlanmalıdır. ECMO desteği ile YBÜ'ye alınan hastalar yakın takibi yapılmalıdır.

PEA cerrahisinde dünyada deneyimli merkez sayısı oldukça azdır ve PEA ameliyatlarında anestezi yönetimi; derin hipotermi, TSA, sağ ventrikül yetmezliğinin tedavisi gibi bir çok komplike klinik durumu kapsamaktadır.

Çalışmamızdaki amacımız, tüm bu klinik zorlukları barındıran, komplikasyonlar karşısındaki tedavi seçeneklerini belirten daha efektif bir anestezi yönetimini literatüre sunabilmektir. Bu nedenle PEA cerrahisinin daha deneyimli ve multidisipliner merkezlerde uygulanması gerektiği düşüncesindeyiz.

KAYNAKLAR

1. Jenkins D, Madani M, Fadel E, D'Armini MA, Mayer E. Pulmonary endarterectomy in the management of chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *Eur Respir Rev*. 2017;26(143):160111. <https://doi.org/10.1183/16000617.0111-2016>
2. Banks DA, Pretorius GVD, Kerr KM, Manecke GR. Pulmonary Endarterectomy: Part II. Operation, anesthetic management, and postoperative care. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth*. 2014;18(4):331-40. <https://doi.org/10.1177/1089253214537688>
3. Yıldızeli ŞO, Kepez A, Taş S, Yanartaş M, Durusoy AF, Erkinliç A ve ark. Pulmonary endarterectomy for patients with chronic thromboembolic disease. *Anatol J Cardiol*. 2018;19(4):273-8. <https://doi.org/10.14744/AnatolJCardiol.2018.37929>
4. McLaughlin VV, Shah SJ, Souza R, Humbert M. Management of pulmonary arterial hypertension. *J Am Coll Cardiol*. 2015;65(18):1976-97. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2015.03.540>
5. Korkmaz A, Ozlu T, Ozsu S, Kazaz Z, Bulbul Y. Long-term outcomes in acute pulmonary thromboembolism: The incidence of chronic thromboembolic pulmonary hypertension and associated risk factors. *Clin Appl Thromb Hemost*. 2012;18:218-8. <https://doi.org/10.1177/1076029611431956>
6. Galiè N, Humbert M, Vachiery J-L, Gibbs S, Lang I, Torbicki A et al. 2015 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension: The Joint Task Force for the Diagnosis and Treatment of Pulmonary Hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Respiratory Society (ERS): Endorsed by: Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC), International Society for Heart and Lung Transplantation (ISHLT). *Eur Heart J* 2016;37(1):67-119. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehv317>
7. Sunar H, Yıldızeli B, Taş S, Yanartaş M, Saçlı H, Kış M ve ark. Pulmonary endarterectomy in chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *Türk Göğüs Kalp Damar Cerrahisi Dergisi* 2013;21(1):7-13. <https://doi.org/10.5606/tgkdc.dergisi.2013.7625>
8. Valchanov K, Vuylsteke A. Pulmonary endarterectomy. *Eur J Anaesthesiol*. 2006;23(10):815-23. <https://doi.org/10.1017/S0265021506001268>
9. Thistlethwaite PA, Kemp A, Du L, Madani MM, Jamieson SW. Outcomes of pulmonary endarterectomy for treatment of extreme thromboembolic pulmonary hypertension. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2006;131(2):307-13. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2005.07.033>
10. Madani MM, Auger WR, Pretorius V, Sakakibara N, Kerr KM, Kim NH et al. Pulmonary endarterectomy: recent changes in a single institution's experience of more than 2,700 patients. *Ann Thorac Surg*. 2012;94(1):97-103. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2012.04.004>
11. Tomasi R, Betz D, Schlager S, Kammerer T, Hoechter DJ, Weig T et al. Intraoperative Anesthetic Management of Lung Transplantation: Center Specific Practices and Geographic and Centers Size Differences. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2018;32(1):62-9. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2017.05.025>
12. Edmonds HL Jr, Ganzel BL, Austin EH 3rd. Cerebral oximetry for cardiac and vascular surgery. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth*. 2004;8(2):147-66. <https://doi.org/10.1177/108925320400800208>
13. Yao FS, Tseng CC, Ho CY, Levin SK, Illner P. Cerebral oxygen desaturation is associated with early postoperative neuropsychological dysfunction in patients undergoing cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2004;18(5):552-8. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2004.07.007>
14. Bonderman D, Skoro-Sajer N, Jakowitsch J, Adlbrecht C, Dunkler D, Taghavi S et al. Predictors of outcome in chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *Circulation* 2007;115(16):2153-8. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.661041>
15. Thistlethwaite PA, Madani MM, Kemp AD, Hartley M, Auger WR, Jamieson SW. Venovenous extracorporeal life support after pulmonary endarterectomy: indications, techniques, and outcomes. *Ann Thorac Surg*. 2006;82(6):2139-45. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2006.07.020>
16. Fedullo PF, Kerr KM, Auger WR, Jamieson SE, Kapelanski DP. Chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *Semin Respir Crit Care Med* 2000; 21:563-574
17. Mayer E, Jenkins D, Lindner J, D'Armini A, Kloek J, Meyns B et al. Surgical management and outcome of patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension: results from an international prospective registry. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2011;141(3):702-10. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2010.11.024>
18. Mares P, Gilbert TB, Tschernko EM, Hiesmayr M, Muhm M, Herneth A, et al. Pulmonary artery thromboendarterectomy: a comparison of two different postoperative treatment strategies. *Anesth Analg*. 2000;90(2):267-73. <https://doi.org/10.1097/0000539-200002000-00006>
19. Iyengar RMN, Hegde D, Chattuparambil B, Gupta R, Patil L. Postoperative management of pulmonary endarterectomy and outcome. *Ann Card Anaesth*. 2010;13(1):22-7. <https://doi.org/10.4103/0971-9784.58830>
20. Opitz I, Ulrich S. Chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *Swiss Med Wkly* 2018;148:w14702. <https://doi.org/10.4414/sm.w.2018.14702>
21. Madani MM. Surgical treatment of chronic thromboembolic pulmonary hypertension: Pulmonary thromboendarterectomy. *Methodist DeBakey Cardiovasc J* 2016;12(4):213-18. <https://doi.org/10.14797/mdcj-12-4-213>
22. Wittine LM, Auger WR. Chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *Curr Treat Options Cardiovasc Med*. 2010;12(2):131-41. <https://doi.org/10.1007/s11936-010-0062-0>
23. Jenkins D. Pulmonary endarterectomy: the potentially curative treatment for patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *Eur Respir Rev* 2015;24(136):263-71. <https://doi.org/10.1183/16000617.00000815>
24. Kim NHS, Fesler P, Channick RN, Knowlton KU, Ben-Yehuda O, Lee SH et al. Preoperative partitioning of pulmonary vascular resistance correlates with early outcome after thromboendarterectomy for chronic

- thromboembolic pulmonary hypertension. *Circulation* 2004;109(1):18-22.
<https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000111841.28126.D4>
25. Kramm T, Eberle B, Guth S, Mayer E. Inhaled diloprostan to control residual pulmonary hypertension following pulmonary endarterectomy. *Eur J Cardiothorac Surg* 2005;28(6):882-8.
<https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2005.09.007>
26. Kramm T, Eberle B, Krummenauer F, Guth S, Oelert H, Mayer E. Inhaled diloprostan in patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension: effects before and after pulmonary thromboendarterectomy. *Ann Thorac Surg*. 2003;76(3):711-8.
[https://doi.org/10.1016/S0003-4975\(03\)00728-8](https://doi.org/10.1016/S0003-4975(03)00728-8)
27. Lee KC, Cho YL, Lee SY. Reperfusion pulmonary edema after pulmonary endarterectomy. *Acta Anaesthesiol Sin* 2001;39(2):97-101.
28. Loubser PG. CASE 3--1998. Pulmonary reperfusion edema associated with pulmonary thromboendarterectomy. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 1998;12(3):353-7.
[https://doi.org/10.1016/S1053-0770\(98\)90021-0](https://doi.org/10.1016/S1053-0770(98)90021-0)
29. Olgun Yıldızeli Ş, Erkılınç A, Yanartaş M, Taş S, Sunar H, Gürcü E, Yıldızeli B. Perioperative management of massive pulmonary hemorrhage after pulmonary endarterectomy. *Türk Gogus Kalp Damar Cerrahisi Derg*. 2018 Jul 3;26(3):429-435.
<https://doi.org/10.5606/tgkdc.dergisi.2018.15404>