

არის თუ არა წარუმატებელი რეანიმაცია უშედეგო?

გ. ჩხაიძე, ნ. ხოდელი, დ. კორძაია, ჯ. ფარცახაშვილი, თ. ფილიშვილი

ივ.ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ალ.ნათიშვილის მორფოლოგიის ინსტიტუტი

IS THE INEFFECTIVE RESUSCITATION REALLY FRUITLESS?

Z. CHKHAIDZE, N. KHODELI, D. KORDZAIA, J. PARTSAKHASHVILI, O. PILISHVILI

Iv.Javakhishvili Tbilisi State University, Al.Natishvili Institute of Morphology

რეზიუმე

კლინიკაში თუ მის ფარგლებს გარეთ გულის უეცარი გაჩერების დროს გადაუდებელი სამედიცინო დახმარების არსენალში სისხლმომოქცევის აღდგენის საყოველთაოდ აღიარებულ მეთოდებს შორის დღეს ყველაზე ეფექტურად მიჩნეულია ექსტრაკორპორული გულ-ფილტვის რეანიმაცია. იგი გული-სისხლბუთის პაციენტის მაგისტრალური სისხლძარღვების კანულაციას, მათი მეშვეობით პაციენტის გულ-სისხლძარღვთა სისტემასთან ექსტრაკორპორული საპერფუზიო სისტემის მიერთებას და გულ-ფილტვის შემოვლით ხელოვნურად ოქსიგენირებული სისხლის აორტასა თუ რომელიმე მის მაგისტრალურ ტოტში წნევით მიწოდებას. ლიტერატურული მონაცემებით ამგვარი რეანიმაციის დადებითი შედეგები 60%-ს აღწევს. ამ სტატისტიკის გასაუმჯობესებლად მუშაობა მიმართულია როგორც რეანიმაციის ტექნიკური უზრუნველყოფისაკენ, ასევე მეთოდოლოგიური დახვეწისაკენ. რაც შეეხება პაციენტებს, რომელთა ორგანიზმში ჩატარებული რეანიმაციული ღონისძიებების შედეგად სპონტანური სისხლმომოქცევის აღდგენა ვერ ხერხდება, მათი ბედი უნდა წყდებოდეს ექიმთა კონსილიუმის, იურისტების და ნათესავების მონაწილეობით. ამ შემთხვევებში წდება საკითხები ტვინის შენარჩუნებული ფუნქციის დროს გულის დამხმარე ხელსაწყოების იმპლანტირების შესახებ, ხოლო ტვინმკვდარ პაციენტებში მათი სხეულის ორგანოების დონორად გამოყენების თაობაზე, რაც გარკვეულ დროს მოითხოვს. ამ გადაწყვეტილებების მიღებამდე პაციენტს უნდა უგარდაუდებოდეს ადექვატური სისტემური სისხლმომოქცევა ხელოვნური საპერფუზიო აპარატის გამოყენებით. ამრიგად უშედეგო რეანიმაციის დროსაც შესაძლებელია ადამიანის სიცოცხლისთვის გარკვეული სარგებლის მიღება.

საკვანძო სიტყვები: ექსტრაკორპორული სისხლმომოქცევა, რეანიმაცია, ორგანოთა კონსერვაცია

Summary

The method of extracorporeal membrane oxygenation (ECMO), as a method of treatment for serious cardio-pulmonary patients is a method of temporary substitution of the heart and lungs function in case of the patients with severe combined heart-lung, or isolated cardiac or pulmonary diseases. The similar method, implemented by the portable, transportable devices, is also used for the treatment of acute cardiogenic shock and circulatory arrest in clinics or in out-of-hospital conditions. The authors developed the perfusion system based on the new double chamber pump of own design, in order to ensure more complete and effective circulatory support and create the most optimal perfusion conditions for the rehabilitation of the weakened myocardium. The article considers the theoretical issues of the advantages and disadvantages of roller and centrifugal pumps, used in the clinics at present as well as advantages and disadvantages of the various methods of pulsation in case of big-volume perfusions. The developed prototype of the two-chamber pump is passing through stand testing and is tried out in the experiments on animals.

Key-words: extracorporeal circulation, resuscitation, organ preservation

თანამედროვე მედიცინა იმყოფება განვითარების იმ სტადიაზე, როდესაც სასიცოცხლო მნიშვნელობის ორგანოთა ფუნქციის კრიტიკული მოშლის დროს შესაძლებელია მათი ხელოვნური ანალოგებით ჩანაცვლება.

ამ მეთოდის კლინიკური გამოყენების 20 წლიანმა პრაქტიკამ რეალურ უპირატესობებთან და დადებით ეფექტებთან ერთად თანდათან გამოკვეთა მისი ნაკლოვანებებიც (4, 11, 12, 20). განხილვის საგანი გახდა პროცედურის ის უარყოფითი მხარეები, რომლებიც მნიშვნელოვან გართულებებს იწვევს და ჰომეოსტაზის მუდმივ, რთულ მონიტორინგსა და ინტენსიურ ფარმაკოთერაპიას ითხოვს. პრობლემის სირთულეს აღრმავებს ენდოკრინული ორგანოების, ღვიძლისა და თირკმლების ფუნქციის დარღვევები, სისხლის ფორმიანი ელემენტების ტრავმა და სხვ. ჩატარებული კვლევების შედეგად დადგინდა, რომ ამ გართულებების ერთ-ერთ მთავარ მიზეზს არაფიზიოლოგიური, სისხლის არამოპულსირე ნაკადი წარმოადგენს, რომელსაც ტრადიციული ხელოვნური სისხლმომოქცევის აპარატის (სსა) მთავარი გორგოლატოვანი (ან ცენტრიფუგული) ტუმბო

ქმნის (7, 9, 22, 25). ამ ტუმბოების კონსტრუქციული თავისებურებები ისეთ ჰემოდინამიკურ მახასიათებლებს უზრუნველყოფს, რომლებიც არ ეფუძნება გულისა და მაგისტრალური სისხლძარღვების ფუნქციონირების ძირითად ფიზიოლოგიურ პრინციპებს, ისევე, როგორც, არ პასუხობს ქსოვილოვანი, მიკროცირკულატორული სისხლმომოქცევისათვის დამახასიათებელ აუცილებელ ნატიფ მოთხოვნებს. ისინი სისხლს ბიოლოგიური ობიექტის არტერიულ სისტემაში ხისტად გადატუმბავენ.

აორტაში, ამ ტუმბოების მიერ შექმნილი წნევის მრუდი მკვეთრად განსხვავდება ნატიური გულის მუშაობით შექმნილი მრუდისგან, რადგანაც ტუმბოდან გამოტყორცნილი სისხლნაკადი ლამინარული (არამოპულსირე) ხასიათისაა. ავტორთა უმეტესობა თვლის, რომ არაბუნებრივი სისხლნაკადი მაგისტრალურ და ორგანოების არტერიებში მკვეთრად არღვევს სისხლძარღვთა ბარორეცეპტორების ფუნქციონირებას, ცვლის სისხლძარღვთა ტონუსს. ეს კი, საბოლოო ჯამში, სისხლმომოქცევის ცენტრალიზაციის, სასიცოცხლო მნიშვნელობის ორგანოებში სისხლის ცირკულაციის შემცირების, პერიფერი-

ული ქსოვილების ჟანგბადოვანი „შიმშილის“, მეტაბოლიტების დაგროვების, მუავა-ტუტოვანი წონასწორობის დარღვევის და ჰომეოსტაზის სხვა მნიშვნელოვანი პათოლოგიური ცვლილებების მიზეზი ხდება (1–3, 8, 34).

მიუხედავად ამისა, დღეს, გულის გაჩერებისა და ნატიური სისხლმიმოქცევის შეწყვეტის შემთხვევებში ხელოვნური სისხლმიმოქცევის აპარატით ჩატარებული ორგანიზმის ექსტრაკორპორული რეანიმაცია ყველაზე ეფექტურ მეთოდად არის მიჩნეული (5, 10, 32, 36).

ექსტრაკორპორული რეანიმაციისთვის ხელოვნური საპერფუზიო ნაკადის შერჩევა

ექსტრაკორპორული პერფუზიის უპირატესობანი სტანდარტულ, ტრადიციულ მეთოდებთან შედარებით ოქსიგენირებული სისხლით ორგანიზმში დარღვეული ან შეწყვეტილი სისხლმიმოქცევის იძულებით აღდგენას ეფუძნება. ეს ეფექტები საყოველთაოდ ცნობილია (6, 13–16, 30). მაგრამ გულის ელექტროაქტივობისა და მიოკარდიუმის კუმშვადობის აღდგენის შემდეგ ძნელია ექსტრემალურ პირობებში ამ ფუნქციების სიმყარისა და საიმედოობის განსაზღვრა ხანგრძლივი პოსტპერფუზიული პერიოდისათვის. ამ დროს მწვავედ დგას დამიანებული, დასუსტებული გულის რეაბილიტაციის საკითხი. თუ გავითვალისწინებთ იმას, რომ გაჩერებული გულის პირობებში საპერფუზიო სისტემა მუშაობს გულისა და ფილტვების შემოვლის კონტურით, იღებს რა სისხლს მარჯვენა წინაგულიდან, ახორციელებს ხელოვნურ აირცვლას და ოქსიგენირებულ სისხლს წნეხავს აორტის განტოტების რომელიმე მისაწვდომ მაგისტრალში, მაშინ ამას გულ-ფილტვის სრული შემოვლა ანუ სრული ხელოვნური სისხლმიმოქცევა ეწოდება (ნახ. 1). მისი მიზანია პირველ რიგში სათანადო ხარისხის სისხლის მიწოდება თავის ტვინისთვის და აგრეთვე სათანადო კორონარული სისხლმიმოქცევის უზრუნველყოფა.

აორტაში სისხლის ხელოვნური ნაკადის ხასიათს იმდენი მნიშვნელობა არა აქვს, რამდენიც სისხლის მო-



ნახ. 1. ექსტრაკორპორული რეანიმაცია ექსტრემალურ პირობებში

ცულობას, რომელიც ორგანოთა მოთხოვნილების საარსებო მინიმუმს უნდა აკმაყოფილებდეს. გულის მუშაობის აღდგენის შემდეგ ამ ფუნქციას უკვე თვით გული ითავსებს, ხოლო ხელოვნური საპერფუზიო სისტემა, ამ შემთხვევაში, უნდა ფუნქციონირებდეს როგორც დამხმარე სისხლმიმოქცევის ხელსაწყო. მისი მიზანი იცვლება, რადგან გული თავის თავზე იღებს გადასაწეხი სისხლის მოცულობის რაღაც პროცენტს, დანარჩენის გადატყორცნას ხელოვნური სისტემა უნდა ასრულებდეს. მაგრამ, ციკლურად მომუშავე გულის მარცხენა პარკუჭს სისტოლის დროს აორტაში წინააღმდეგობა არ უნდა შეხვდეს. ამიტომ, ნატიური გულის მუშაობის ყოველი ციკლის დროს სისხლის ის უღუფა, რომელსაც

ხელოვნური სისტემა გადატყორცნის აორტაში გულის მუშაობასთან სინქრონულად, პარკუჭების დიასტოლის დროს, დახურული აორტული სარქველების პირობებში უნდა მიეწოდებოდეს.

აღწერილი ეფექტები საყოველთაოდაა ცნობილი (26, 28, 29). მაგრამ არც ერთ სისტემას, რომელიც დღეს გამოიყენება ექსტრაკორპორული გულ-ფილტვის რეანიმაციისთვის არ გააჩნია მიოკარდიუმის სრული განტვირთვის უნარი, რადგან მათში გამოყენებული გორგოლატოვანი ან ცენტრიფუგული ტუმბოები მუშაობს უწყვეტი არაბულსური ნაკადით და ამიტომ გულის მხოლოდ ნაწილობრივ განტვირთვის უზრუნველყოფს. გულის სრული, ეფექტური განტვირთვის მიღწევა შესაძლებელია მხოლოდ მკაფიო კონტრაპულსაციით (17, 21, 31, 35).

ასეთი პერფუზია ხორციელდება სხვადასხვა კონსტრუქციის მოპულსირე ნაკადის მქონე ხელოვნური ტუმბოებით, რომელთა შორის ავტორთა უმრავლესობა უპირატესობას გულის ხელოვნურ პარკუჭს (გხპ) ანიჭებს (18, 19, 33). მაგრამ, აღსანიშნავია ის ფაქტიც, რომ გხპ შეიცავს შიგნითა სარქველებს, რომლებიც ხშირად თრომბოზარმოქმნისა და ემბოლიების მიზეზი ხდება. ასევე, იგი საკმაოდ ძვირადღირებული და სამართავად რთული ტუმბოა.

სწორედ იმის გამო, რომ ამ აპარატებს და გამოყენებულ მეთოდებს ჯერ კიდევ გააჩნია გარკვეული ნაკლოვანებები, საპერფუზიო აპარატის ოპტიმალური კონსტრუქციის და რეანიმაციის ტაქტიკისა და სტრატეგიის დახვეწა კვლავაც გრძელდება.

ტაქტიკა უშედეგო რეანიმაციის შემთხვევებში

სამწუხაროდ, გადაუდებელი სამედიცინო დახმარების, კერძოდ, რეანიმაციის მეთოდები მაღალი ლეტალობის მაჩვენებლებით გამოირჩევა. განსაკუთრებით ეს ითქმის შორ მანძილებზე გამოძახების ან დაგვიანებულ შემთხვევებზე, როდესაც დღეისათვის ყველაზე მოწინავე რეანიმაციული ღონისძიებებიც კი უძლური ხდება. სხვადასხვა ლიტერატურული მონაცემებით, პაციენტების 40 - 60%-ში გულის მუშაობის სტაბილური აღდგენა ვერ ხერხდება (4–7, 23, 24, 27, 31). ეს პაციენტები „გულგაჩერებული დონორების“ მასტრიხტის კლასიფიკაციით არაკონტროლირებადი დონორების მეორე ჯგუფს შეადგენენ. ამ პაციენტების ბედი უნდა წყდებოდეს ექიმთა კონსილიუმის, იურისტების და ნათესავების მონაწილეობით. გადასაწყვეტი საკითხები კი უნდა იყოს:

- ტვინის შენარჩუნებული ფუნქციის დროს გულის დამხმარე ხელსაწყოების იმპლანტირების შესახებ;
- ტვინმკვდარ პაციენტებში მათი სხეულის ორგანოების დონორად გამოყენების თაობაზე.

რადგან აღნიშნული პროცედურები გარკვეულ დროს მოითხოვს ამ გადაწყვეტილებების მიღებამდე პაციენტს უნდა უგრძელდებოდეს ადექვატური სისტემური სისხლმიმოქცევა ხელოვნური საპერფუზიო აპარატის გამოყენებით.

პერფუზიული კონსერვაციის უპირატესობანი

დონორული ორგანოების რაოდენობის გაზრდის თვალსაზრისით, ბოლო წლებში, გარკვეულ პროგრესს წარმოადგენს ე.წ. ტვინით მკვდარი (ტმ) და გულით მკვდარი (გმ) დონორების გამოყენება ერთდროულად რამოდენიმე სასურველი ორგანოს მისაღებად. მაგრამ, დღეისათვის იურიდიული, სარწმუნოებრივი, ეთიკური და სხვა ბარიერების არსებობის გამო, ტრანსპლანტაციის დეფიციტი კვლავ აქტუალურ საკითხად რჩება.



ნახ. 2. გულ-ფილტვის პრეპარატის პერფუზიული კონსერვაცია ნატიური სისხლით

გარდა ამისა, ასეთი დონორების არსებობის შემთხვევაშიც კი, ორგანოების ამა თუ იმ რეციპიენტისათვის ვარგისიანობას წაყენებული აქვს საკმაოდ მკაცრი, ნატიფი მოთხოვნები (გენეტიკური, იმუნოლოგიური, ჯგუფობრივი თავსებადობის და სხვ.). გარდა ამ მოთხოვნებისა, უმნიშვნელოვანეს ასპექტს წარმოადგენს გადანერგვამდე ორგანოს შენახვა (კონსერვაცია). ტრანსპლანტანტის ვარგისიანობას მნიშვნელოვანწილად განსაზღვრავს მასში, კონსერვაციის მეთოდიდან გამომდინარე, სხვადასხვა ხანგრძლივობით სისხლმიმოქცევის შეწყვეტის შემდეგ მიმდინარე ცივი ან თბილი იშემიური და/ან რეპერფუზიული დაზიანებების ხარისხი. ის ფაქტი, რომ დღეისათვის ორგანოთა კონსერვაციის მრავალი მეთოდი არსებობს და ამ მიმართულებით კვლევები კვლავ აქტიურად გრძელდება, ადასტურებს, რომ ჯერ-ჯერობით, ვერც ერთი მათგანი ვერ უზრუნველყოფს ტრანსპლანტანტის სრულყოფილ შენახვას.

უკანასკნელი წლების განმავლობაში სპეციალისტთა ყურადღებას კონსერვაციის პერფუზიული მეთოდების დამამხრებელი შედეგები იპყრობს (ნახ. 2). დღეისათვის ასეთ სტანდარტულ მეთოდს იზოლირებული, ან in situ ორგანოს ჰიპო- ან ნორმოთერმული პერფუზია წარმოადგენს (5, 19, 20, 34, 36). ამ დროს, გათვალისწი-

ნებულია როგორც სხვადასხვა ორგანოებისთვის ინდივიდუალურად შერჩეული ჰიპოთერმული ან ნორმოთერმული საპერფუზიო სითხეები (ნატიური სისხლი, ევროკოლინიზი და სხვ.), ისე პერფუზიის ხანგრძლივობა და ნაკადების სხვადასხვა პარამეტრები. ამასთან, უკანასკნელი ათწლეულის ექსპერიმენტული კვლევები ერთაზროვნად მიუთითებს ნორმოთერმული პერფუზიის უპირატესობებზე ჰიპოთერმულთან შედარებით, რაც ტრანსპლანტანტების როგორც მორფოლოგიური, ისე ფუნქციური შეფასებით დასტურდება (11, 18, 25, 33, 34). კონსერვაციის სტანდარტული მეთოდები, რომლებიც დღეს გამოიყენება კლინიკაში, ლიმიტირებული დროის გამო ღრმა და სანდო მორფოლოგიური კვლევის საშუალებას არ იძლევა. მითუმეტეს, შეუძლებელია ჰიპოთერმიისა და ანაბიოზის პირობებში მყოფი ორგანოს ფუნქციური შეფასება. საპირისპიროდ, ორგანოთა in situ ნორმოთერმული პერფუზიული კონსერვაციის პირველი ექსპერიმენტული კვლევები დამამხრებელია. აღნიშნავენ, რომ ფიზიოლოგიურთან მიახლოებულ პირობებში მყოფი, ნატიური სისხლით პერფუზირებული ორგანოების მიკრომორფოლოგიური სტრუქტურა შენარჩუნებულია, ხოლო ფუნქცია, ხშირ შემთხვევაში, მონიტორინგს ექვემდებარება. ეს კი მომავალი ტრანსპლანტანტის ფუნქციური შეფასების საშუალებას იძლევა.

დასკვნა

ყოველივე ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ორგანოთა კონსერვაციის საკითხი ტრანსპლანტოლოგთა განსაკუთრებულ ყურადღებას იპყრობს და ამ ფონზე მეტად პერსპექტიულად ჩანს კონცეფცია, რომლის მიხედვითაც პაციენტებს, რომლებსაც რეანიმაციის მიზნით სავლელ პირობებში ჩაუტარდათ ექსტრაკორპორული კარდიო-პულმონალური რეანიმაცია და დადებითი შედეგი ვერ იქნა მიღწეული (გულის მუშაობა არ აღსდგა), მაინც უნდა გაუგრძელდეს პერფუზია შემდეგი მიზეზებით:

- პაციენტის ტრანსპორტირება სტაციონარში და სპეციალისტთა კონსილიუმის მიერ თავის ტვინის შენარჩუნებული ფუნქციის დადგენა, ნათესავებისა და იურიდიული სამსახურების ინფორმირება;
- თავის ტვინის ფუნქციის შენარჩუნების შემთხვევაში გულის (ან მისი ხელოვნური ანალოგის) გადანერგვის საკითხის გადაწყვეტა;
- თავის ტვინის სიკვდილის დადგენის შემთხვევაში ნათესავებთან და იურისტთან ერთად პაციენტის დონორად გამოყენების საკითხის გადაწყვეტა.

ლიტერატურა:

References:

1. Anastasiadis K, Westaby S, Antonitsis P, Argiriadou H, Karapanagiotidis G, Pigott D, Papakonstantinou C. Minimal Extracorporeal Circulation Circuit Standby for „Off-Pump“ Left Ventricular Assist Device Implantation. *Artificial Organs*. 2010;34(12):1156-1158.
2. Arlt M, Philipp A, Voelkel S, Rupperecht L, Mueller T, Hilker M, Graf BM, Schmid C. Extracorporeal membrane oxygenation in severe trauma patients with bleeding shock. *Resuscitation*. 2010;81(7):804-809.
3. Arnaoutoglou H, Petrou A, Tefa L, Drossos G, Matsagas M, Papadopoulos G. Successful cardiac and cerebral resuscitation with extracorporeal circulation and mild hypothermia. *Minerva Anesthesiol*. 2006;72(9):763-6.
4. Cave DM, Gazmuri RJ, Otto CW, Nadkarni VM, Cheng A, Brooks S, Daya M, Sutton RM, Branson R, Hazinski MF. 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science. *Circulation*. 2010;122:720-728.
5. Chen YS, Lin JW, Yu HY, Ko WJ, Jerng JS, Chang WT. Cardiopulmonary resuscitation with assisted extracorporeal life-support versus conventional cardiopulmonary resuscitation in adults with in-hospital cardiac arrest: an observational study and propensity analysis. *The Lancet*. 2008;372(9638):554-561.

6. Chkhaidze Z., Khodeli N. New portable heart-lung bypass machine for cardiac cardiopulmonary resuscitation in the field condition (development of device). „Life and social programs of biological organisms’ existence quality development”. Materials digest of the 85th International Research and Practice Conference (London). 2014. p.41-44. <http://gisap.eu/ru/node/52455>
7. Chkhaidze Z., Khodeli N., Partsakhashvili D., Sologashvili T., Piliashvili O. Open Heart Operations Under the Conditions of Auto-Oxygenation (Experimental Study). The Heart Surgery Forum. 2008. Vol.11. supp. 2. p. S1-S175.
8. Chkhaidze Z., Khodeli N., Piliashvili O., Partsakhashvili D., Jangavadze M., Kordzaia D. New Model of Venovenous Bypass for Management of Anhepatic Phase in Experimental Study on Dogs. Transplantation Proceedings. 2013. 45, 1734–1738.
9. Cobb LA, Eliastam M, Kerber RE, Melker R, Moss AJ. Report of the American Heart Association Task Force on the Future of Cardiopulmonary Resuscitation. *Circulation*. 1992;85:2346–2355.
10. Dembitsky WP, Moreno-Cabral RJ, Adamsn RM, Daily PO. Emergency resuscitation using portable extracorporeal membrane oxygenation. *The Annals of Thoracic Surgery*. 1993;55(1):304–309.
11. Farrar DJ. The thoratec ventricular assist device: a paracorporeal pump for treating acute and chronic heart failure. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*. 2000;12(3):243–50.
12. Foerster K, D’Inka M, Beyersdorf F, Benk , Nguyen-Thanh T, Mader I, Fritsch B, Ihling C, Mueller K, Heilmann C, Trummer G. Prolonged cardiac arrest and resuscitation by extracorporeal life support: favourable outcome without preceding anticoagulation in an experimental setting *Perfusion* 2013;28(6):520–528.
13. Gazmuri RJ, Weil MH, von Planta M, Gazmuri RR, Shah DM, Rackow EC. Cardiac resuscitation by extracorporeal circulation after failure of conventional CPR. *J Lab Clin Med*. 1991;118(1):65–73.
14. Gazmuri RJ, Weil MH, Terwilliger K, Shah DM, Duggal C, Tang W. Extracorporeal circulation as an alternative to open-chest cardiac compression for cardiac resuscitation. *Chest*. 1992;102(6):1846–52.
15. Haneya A, Philipp A, Puehler T, Camboni D, Hilker M, Hirt SW, Schmid C. Successful use of a percutaneous miniaturized extracorporeal life support system as a bridge and assistance to left ventricular assist device implantation in a patient with severe refractory cardiogenic shock *Perfusion*. 2012;27(1):18–20.
16. Holmberg M, Holmberg S, Herlitz J. Effect of bystander cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest patients in Sweden. *Resuscitation*. 2000;47(1):59–70.
17. Iijima T, Bauer R, Hossmann KA. Brain resuscitation by extracorporeal circulation after prolonged cardiac arrest in cats. *Intensive Care Med*. 1993;19(2):82–8.
18. Jacobs I, Nadkarni V, Bahr J. Cardiac arrest and cardiopulmonary resuscitation outcome reports: update and simplification of the Utstein templates for resuscitation registries. *Resuscitation*. 2004;63(3):233–249.
19. Jaggy C, Lachat M, Leskosek B, et al. Affinity pump system: a new peristaltic pump for cardiopulmonary bypass. *Perfusion*. 2000; 15:77–83.
20. Kagawa E, Dote K, Kato M, Sasaki S, Nakano Y, Kajikawa M, Higashi A, Itakura K, Sera A, Inoue I, Kawagoe T, Ishihara M, Shimatani Y, Kurisu S. Should We Emergently Revascularize Occluded Coronaries for Cardiac Arrest? *Circulation*. 2012;126(13):1605–1613.
21. Khodeli N., Chkhaidze Z., Eqvtimishvili T., Partsakhashvili J., Sologashvili T. New Type of Pulsatile Flow System For Artificial Heart-Lung Bypass. *Georgian Medical News*. 2005. #11(128). p.38–41.
22. Khodeli N., Partsakhashvili J., Chkhaidze Z., Sologashvili T., Metreveli L. Experimental study of the new blood pump for the heart-lung bypass machine. *Georgian Medical News*. 2007. #9. p.50–52.
23. Khodeli N., Shengelia O., Chkhaidze Z., Partsakhashvili D., Sologashvili T. New Type of Pump for the Heart-Lung Bypass System. *The Heart Surgery Forum*. 2008. Vol.11. supp. 2. p. S1-S175.
24. Khodeli N, Shengelia O, Chkhaidze Z, Partsakhashvili D, Sologashvili T. New Type of Pump for the Heart-Lung Bypass System. *Cardio Vascular Medicine. E-journal*. 24.10.2011. ISSN:2146-2259 <http://www.turkkardiyovaskulertipe-dergisi.com/?sayfa=sayilar&id=96>.
25. Masetti M, Tasle M, Page OL, Deredec R. Back from Irreversibility: Extracorporeal Life Support for Prolonged Cardiac Arrest. *The Annals of Thoracic Surgery*. 2005;79(1):178–183.
26. Naganuma S, YambeT, Sonobe T, Kobayashi S, Nitta S. Development of a Novel Centrifugal Pump: Magnetic Rotary Pump. 1997;(21):746–750.
27. Nakazawa T, Ohara Y, Benkowski R, Makinouchi K, Takami Y, Ohtsubo S, Kawahito K, Tasai K, Glueck J, Noon GP, Sueoka A, Schmallegger H, Schima H, Wolner E, Nosé Y. A pivot bearing-supported centrifugal pump for a long-term assist heart. *The International Journal of Artificial Organs*. 1997;20(4):222–228.
28. Nishida H, Shibuya M, Kitamura M, et al. Percutaneous cardiopulmonary support as the second generation of venoarterial bypass: current status and future direction. *Artificial Organs*. 1993;17:906–913.
29. Partsakhashvili D., Chkhaidze Z., Khodeli N., Piliashvili O., Jangavadze M., Kordzaia D. Experimental Liver Autotransplantation With Novel Scheme of Venovenous Bypass as a Model of Liver Denervation and Delymphatization. *Transplantation Proceedings*, 2013.45, 1739–1742.
30. Shin JS, Lee SW, Han GS, Jo WM, Choi SH, Hong YS. Successful extracorporeal life support in cardiac arrest with recurrent ventricular fibrillation unresponsive to standard cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*. 2007;73(2):309–313.
31. Slaughter MS, Pagani FD, Rogers JG, Miller LW, Sun B, Russell SD, Starling RC, Chen L, Boyle AJ, Chillcott S, Adamson RM, Blood MS, Camacho MT, Idrissi KA, Petty M, Sobieski M, Wright S, Myers TJ, Farrar DJ. Clinical management of continuous-flow left ventricular assist devices in advanced heart failure. *The Journal of Heart and Lung Transplantation*. 2010;29(4):1–39.
32. Thiagarajan RR, Laussen PC, Rycus PT, Bartlett RH, Bratton SL. Extracorporeal Membrane Oxygenation to Aid Cardiopulmonary Resuscitation in Infants and Children *Circulation*. 2007;116:1693–1700.
33. Twomeya D, Dasa M, Subramaniana H, Dunning J. Is internal massage superior to external massage for patients suffering a cardiac arrest after cardiac surgery? *Interactive CardioVasc Thoracic Surgery*. 2008;7(1):151–157.
34. Wakisaka Y, Taenaka Y, Chikanari K, Nakatani T, Tatsumi E, Masuzawa T, Nishimura T, Takewa Y, Ohno T, Takano H. Long-Term Evaluation of a Nonpulsatile Mechanical Circulatory Support System. *Artificial Organs*. 1997;21(7):639–644.
35. Wassenberg PAJ. The Abiomed BVS 5000 biventricular support system. *Perfusion*. 2000;15:369–371.
36. Yoshikai M., Hamada M., Takarabe K., Okazaki Y., Yoshika M. Clinical Use of Centrifugal Pumps and the Roller Pump in Open Heart Surgery: A Comparative Evaluation. *Artificial Organs*. 1996;20(Issue):704–706.