

ARTYKUŁ POGLĄDOWY

Wpłynęło: 20.07.2008 • Poprawiono: 28.07.2008 • Zaakceptowano: 29.07.2008

Znieczulenie chorych do zabiegów chirurgii wieńcowej na bijącym sercu

Anaesthesia in patients for beating heart coronary artery surgery (BHCAS)

Andrzej S. Banyś

Klinika Anestezjologii i Intensywnej Terapii Kardiologicznej, I Katedra Kardiologii i Kardiochirurgii, Uniwersytet Medyczny w Łodzi



Streszczenie

Lata 70 i 80-te to w kardiochirurgii era dynamicznego rozwoju chirurgii naczyń wieńcowych opartej na komforcie nieruchomego i bezkrwawego pola operacyjnego. Powtórny renesans zainteresowania w latach 90-tych zabiegami na bijącym sercu ma swoje przyczyny w dążeniu do zmniejszenia inwazyjności zabiegu chirurgicznego, wyeliminowaniu ubocznych skutków związanych ze stosowaniem krążenia pozaustrojowego, rywalizacji kardiochirurgii i kardiologii inwazyjnej a także zmniejszenia kosztów leczenia. W artykule przedstawiono sposoby znieczulania chorych do zabiegów rewaskularyzacji mięśnia sercowego na bijącym sercu. *Anestezjologia i Ratownictwo 2008; 2: 305-313.*

Słowa kluczowe: chirurgiczna rewaskularyzacja serca na bijącym sercu, techniki znieczulenia

Summary

In the 70&80s, development of coronary artery surgery was based on a motionless, bloodless surgical field. Renewed interest in the beating heart coronary artery surgery technique in the 90s led to a desire of less invasive surgery, recognition of negative effects resulting from extracorporeal circuits, competition between invasive cardiology and cardiosurgery, as well as the need of reducing healthcare costs. In the following article we present the anaesthesia techniques applied in coronary artery surgery on beating heart. *Anestezjologia i Ratownictwo 2008; 2: 305-313.*

Keywords: beating heart coronary artery surgery (BHCAS), anaesthesia techniques

Wprowadzenie

Pierwszy udokumentowany zabieg pomostowania naczyń wieńcowych na bijącym sercu wykonał Kolesov w 1964 roku. Było to zespolenie tętnicy piersiowej wewnętrznej z tętnicą wieńcową [1].

W 1967 r. Rene Favaleto w Cleveland wykonał po raz pierwszy na świecie pomost aortalno-wieńcowy z zastosowaniem techniki krążenia pozaustrojowego [2].

Lata 70 i 80-te, to w kardiochirurgii czas doskonalenia technik chirurgicznych, krążenia pozaustrojowego i protekcji mięśnia sercowego, era dynamicznego rozwoju chirurgii naczyń wieńcowych bazującej na komforcie nieruchomego i bezkrwawego pola operacyjnego.

Powtórny renesans zainteresowania chirurgią naczyń wieńcowych na bijącym sercu (BHCAS) w latach 90-tych ma swoje przyczyny w dążeniu do

zmniejszenia inwazyjności zabiegu chirurgicznego, wyeliminowania ubocznych skutków związanych ze stosowaniem technik krążenia pozaustrojowego [3], rywalizacji kardiouchirurgii i kardiologii inwazyjnej, a także zmniejszenia kosztów leczenia [4].

Potencjalne korzyści wynikające z chirurgii naczyń wieńcowych na bijącym sercu to: wyeliminowanie reakcji zapalnej związanej z użyciem pozaustrojowego krążenia i natlenowania krwi CPB (cardiopulmonary bypass) [5,6], zmniejszenie liczby powikłań neurologicznych [7,8], nefrologicznych [3,9], koagulopatii [10,11], potrzeby stosowania kontrapulsacji wewnątrz-aortalnej [12] oraz częstości wystąpienia migotania przedsionków [12,13]. Ograniczenie do niezbędnego minimum transfuzji preparatów krwi i pochodnych, uniknięcie stosowania hipotermii a także mniejsza liczba zgonów u chorych powyżej 75 roku życia [11] oraz mniejsze koszty leczenia poprzez krótszy czas pobytu chorych w OIT i szpitalu [4].

Wskazaniami do chirurgicznej rewaskularyzacji mięśnia sercowego na bijącym sercu są [14]:

- zmiany w tętnicy zstępującej przedniej, przy braku możliwości wykonania przezskórnej koronaroplastyki,
 - zmiany w 1 lub 2 naczyniach wieńcowych u chorych z obciążeniami narządowymi (niewydolnością oddechową, nerek, wątroby, uogólnioną miażdżycą, zwłaszcza tętnic dogłowych),
 - pomostowanie 1 tętnicy wieńcowej, u chorych z dużym upośledzeniem funkcji lewej komory i rozszanymi zmianami wielopoziomowymi w pozostałych tętnicach wieńcowych,
 - znacznego stopnia upośledzenie funkcji skurczowej lewej komory serca,
 - restenoza po koronaroplastyce lub jej powikłania,
 - planowana operacja hybrydowa: pomostowanie i koronaroplastyka,
 - dobre warunki anatomiczne.
- Względne przeciwwskazania do BHCAS:
- migotanie przedsionków – może doprowadzić do drastycznego pogorszenia wydolności mięśnia sercowego a zwiększenie częstości jego pracy utrudnia/uniemożliwia przeprowadzenie zabiegu,
 - arytmie komorowe – ich wystąpienie podczas zabiegu wiąże się z głębokim upośledzeniem wydolności serca,
 - przewlekła zastoinowa niewydolność krążenia – dużym sercem trudno manipulować, możliwość wystąpienia niestabilności hemodynamicznej

dużego stopnia,

- współistniejąca wada zastawkowa – może sprawić, że pacjent gorzej znosi zaburzenia rytmu serca oraz manipulacje sercem,
- przewlekła choroba płuc – może uniemożliwić zniesienie wentylacji jednym płucem.

Istnieje wiele metod operacyjnego pomostowania naczyń wieńcowych bez użycia krążenia pozaustrojowego:

OPCAB (Off-Pump Coronary Artery Bypass)

Z dostępem do pola operacyjnego przez podłużną sternotomię.

Wprowadzenie stabilizatorów oraz zastosowanie shuntów zapewnia optymalne warunki i precyzyjne wykonanie zespołań tętnicy piersiowej wewnętrznej z tętnicą zstępującą przednią, jak i zespołań obwodowych oraz zapobiega niedokrwieniu serca w operowanym obszarze [15,16].

MIDCAB (Minimally Invasive Direct Coronary Artery Bypass)

To operacja wykonywana z dostępu przez lewostronne otwarcie klatki piersiowej. Pozwala na wykonanie pojedynczego zespołaenia lewej tętnicy piersiowej wewnętrznej z tętnicą zstępującą przednią z zastosowaniem stabilizatora [15,17,18], oraz technik endowizyjnych [16].

Ograniczeniami w zastosowaniu techniki MIDCAB są:

- zawężone wskazania, w praktyce choroba jednoliczyniowa LAD/RCA.

TECAB (Totally Endoscopic Coronary Artery Bypass)

To zabieg pomostowania naczyń wieńcowych z zastosowaniem toru endowizyjnego i manipulatorów. Pierwszą operację tego typu na świecie wykonał Mohr w 1998 roku, zespalając lewą tętnicę piersiową wewnętrzną z tętnicą wieńcową zstępującą przednią [19].

TLR (Transmyocardial Laser Revascularisation)

To zabieg polegający na wytworzeniu wielu kanałków od strony jamy lewej komory, przy użyciu lasera a wskazaniem: choroba wieńcowa nie poddająca się farmakoterapii, rozsiane, dystalne zmiany w naczyniach wieńcowych, EF <35% [20].

Postępowanie anestezjologiczne

W chorobie wieńcowej serca kluczową sprawą jest zagrożona równowaga tlenowa mięśnia sercowego [21,22]. Mimo że podstawowe elementy postępowania anestezjologicznego są podobne jak u pacjentów poddawanych konwencjonalnym zabiegom rewaskularyzacji mięśnia sercowego (CABG), to jednak w przypadku operacji BHCAS występują pewne istotne różnice.

Początkowo do zabiegów BHCAS kwalifikowano pacjentów z chorobą jednego lub dwu naczyń wieńcowych, u których nie można było przeprowadzić przeszkronej dotętnicznej angioplastyki wieńcowej, z dobrą funkcją lewej komory serca i chorobami współistniejącymi niepowiązanymi bezpośrednio z chorobą niedokrwienną.

Obecnie wskazania do BHCAS poszerzyły się obejmując chorych z bardziej „zaawansowaną” chorobą wieńcową, złą funkcją lewej komory serca, ze schorzeniami naczyń domózgowych, ostrą i przewlekłą niewydolnością nerek, wątroby, przewlekłymi chorobami płuc, dla których „korzystne” byłoby uniknięcie zabiegu z zastosowaniem techniki krążenia pozaustrojowego (CPB).

Jedną z ważnych korzyści jest w przypadku zabiegów BHCAS zmniejszenie strat krwi i co się z tym wiąże mniejszych wymagań transfuzyjnych [23].

Dokładne przedoperacyjne rozpoznanie i kwalifikacja chorego do BHCAS wygląda i przebiega podobnie jak do rewaskularyzacji mięśnia sercowego z użyciem krążenia pozaustrojowego [22].

Należy dokładnie przeanalizować bazy elektrokardiogram (EKG), dane echokardiograficzne i angiogram, co pozwoli na wstępne przygotowanie się do działań mających na celu zapewnienie optymalnej stabilizacji hemodynamicznej układu krążenia [21].

U chorych ze złą funkcją lewej komory serca, należy rozważyć przedoperacyjne wszczęcie wewnątrzortalnej pompy balonowej (IABP).

Jeśli zakłada się podczas operacji konieczność prowadzenia wentylacji pojedynczym płucem, należy dokładnie zaplanować strategię takiego postępowania i należy sprzątać/aparaturowo się do tego przygotować [24-26].

Leki nasercowe powinny być podawane do rana przed operacją.

Nie jest konieczne zaprzestanie podawania inhibitorów konwertazy angiotensyny, co więcej ich celowa podaż może przynieść wiele korzyści ze względu na

działanie ochronne na mięsień sercowy. To samo dotyczy β -blokerów, które stosuje większość pacjentów a pojedyncza dawka atenololu może być pomocna w osiągnięciu stanu satysfakcjonującej stabilizacji układu krążenia przed i w trakcie BHCAS [27,28].

Premedykacja zależy od zaplanowanej techniki znieczulenia.

Powinna dać maksymalne uspokojenie, nie powodując depresji układu krążenia i oddychania. U chorych z prawidłową funkcją lewej komory, wystarczająca jest najczęściej doustna sedacja benzodwuazepiną (flunitrozapem, dormicum). U pacjentów z upośledzoną funkcją LV, dawkę benzodiazepin należy zmniejszyć o 1/2, zastąpić premedykacją domięśniową, albo w ogóle zrezygnować z premedykacji. Zmniejszenie dawki jest także niezbędne u chorych w wieku podeszłym [22,29].

Wybór metody znieczulenia

Znieczulenie do zabiegów pomostowania aortalno-wieńcowego bez użycia krążenia pozaustrojowego nie różni się w zasadniczy sposób w porównaniu ze znieczuleniem do klasycznej operacji w krążeniu pozaustrojowym [22,28]. Nadzór anestezjologiczny nad takim chorym ma jednakże swoją specyfikę.

W zależności od zakwalifikowania chorego do określonej kategorii zabiegu, anestezjolog dokonuje wyboru rodzaju znieczulenia, uwzględniając aktualny stan kliniczny [30].

Cele stawiane znieczuleniu do BHCAS można zawrzeć w 5 punktach:

1. unikanie hipotermii,
2. zapewnienie równowagi hemodynamicznej,
3. maksymalizacja ochrony struktur komórkowych m. sercowego (myocardium) przed uszkodzeniem,
4. ułatwienie działań chirurgicznych,
5. zapewnienie dobrej śród i pooperacyjnej analgezji.

Unikanie hipotermii to jedno z najważniejszych zadań podczas operacji BHCAS [31,32]. W utrzymaniu właściwej ciepłoty ciała operowanego pomocne może być stosowanie podgrzewanych materacy, kołder z nawiewem ciepłego powietrza, klimatyzowana sala zabiegowa, odpowiednia temperatura podawanych płynów infuzyjnych.

Obecnie istnieje tendencja, aby chorych po operacjach pomostowania naczyń wieńcowych, możliwie szybko ekstubować.

Uniknięcie hipotermii i stosowanie anestetyków o krótkim czasie działania, umożliwią ekstubację po zabiegu jeszcze na sali operacyjnej lub/i OIT. Jednakże taka możliwość nie może zwolnić anestezjologa od zapewnienia wystarczająco głębokiego znieczulenia.

Wiele ośrodków stosuje technikę znieczulenia bazującą na opioidach takich jak fentanyl, sufentanyl, remifentanyl, uzupełnioną o znieczulenie wziewne z użyciem isofluranu, czy sevofluranu [22,28,33], których ochronny efekt miokardialny w czasie niedokrwienia został udowodniony [34-36]. Metoda znieczulenia całkowicie dożylnego (TIVA), z zastosowaniem ciągłego wlewu propofolu lub midazolamu oraz alfentanilu jest również akceptowana [22,37].

Chociaż blokadę neuromięśniową w zabiegach BHCAS najczęściej uzyskuje się stosując pancuronium [27], niektóre ośrodki preferują vecuronium z powodu tendencji do wywoływania bradykardii i krótszego czasu połowicznego rozpadu [37].

Niezwykle ważną sprawą jest zapewnienie równowagi hemodynamicznej chorego w taki sposób, aby nie dochodziło w niektórych momentach operacji, kiedy stymulacja chirurgiczna jest największa (w czasie podnoszenia, uciskania i odwracania serca), do obniżenia obciążenia wstępnego (preload), a co za tym idzie spadków ciśnienia tętniczego krwi, zaburzeń rytmu serca i pogorszenia przepływu krwi przez naczynia wieńcowe [28]. Pierwszoplanową sprawą w tych działaniach jest odpowiednie wypełnienie łożyska naczyniowego a także monitorowanie i w razie konieczności wyrównywanie niedoborów elektrolitowych, zwłaszcza potasu. Pragmatycznym działaniem wydaje się być podanie w czasie dużej stymulacji chirurgicznej antyarytmicznych dawek lidokainy lub/i zastosowanie dożylnego wlewu siarczanu magnezu [26]. Szczególnie niebezpieczną jest sytuacja związana z pociąganiem koniuszka serca ku przodowi z dodatkowym podniesieniem całego serca do góry. Zmienia to zasadniczo geometrię lewej komory co przekłada się na gwałtowny spadek rzutu serca a z powodu braku możliwości prawidłowego rozkurczu komory i może to doprowadzić do powstania niewydolności obu komór serca [32].

Jeżeli po założeniu stabilizatora serca dochodzi do wyraźnego spadku rzutu serca a zmiana położenia stabilizatora nie poprawia sytuacji hemodynamicznej, należy zastosować wlew amin katecholowych w celu utrzymania właściwego rzutu serca.

Do gwałtownego spadku rzutu serca może doprowadzić śródoperacyjne niedokrwienie. Jeśli poprawa

przepływu krwi do operowanego naczynia wieńcowego poprzez założenie czasowego przecieku (shunt'u) nie poprawia stanu hemodynamicznego chorego, należy podłączyć aparat do krążenia pozaustrojowego i wykonać klasyczne zespolenie [31,38].

Znieczulenie zewnątrzoponowe (TEA)

Jest teoretycznie atrakcyjnym wariantem znieczulenia do BHCAS [39,40].

TEA na wysokości T3/T4 oferuje zazwyczaj bardzo dobrą stabilizację hemodynamiczną, obniżając ciśnienie tętnicze w stopniu pozwalającym na zachowanie optymalnego ciśnienia perfuzyjnego i systemowego oporu naczyniowego. Uważa się, że ten rodzaj znieczulenia wywołuje sercową sympatolizę z selektywnym rozszerzeniem miażdżycowo zmienionych fragmentów naczyń wieńcowych, zmniejszenie oporów przepływu i w efekcie lepsze „dokrwienie” warstwy podścielistej mięśnia sercowego [39].

Wykorzystanie TEA pozwala na wcześniejszą ekstubację, zapewnia dobrą analgezę pooperacyjną [41], zmniejsza prawdopodobnie pooperacyjne niedokrwienie mięśnia sercowego a także występowanie pooperacyjnych zaburzeń rytmu serca [39,40].

W celu zmniejszenia ryzyka powstania krwiaka, cewnik do znieczulenia zewnątrzoponowego powinno się umieścić kilka godzin wcześniej przed planowanym BHCAS [40].

Technika MIDCAB wymaga zastosowania czasowej wentylacji jednego płuca a to wiąże się z użyciem dwuświatłowej rurki intubacyjnej [26].

Ponieważ niedotlenienie spowodowane złym położeniem rurki intubacyjnej, byłoby rzeczą wysoce niepożądaną u pacjentów z chorobą niedokrwinną serca [24], położenie rurki powinno zostać zweryfikowane np. światłowodową bronchoskopią jeszcze przed rozpoczęciem zabiegu.

Odpowiedni poziom monitorowania pacjentów podczas zabiegów BHCAS wciąż budzi kontrowersje a w szczególności zastosowanie przezprzełykowej echokardiografii (TEE), i cewnika w tętnicy płucnej (PAC), poza stosowaniem standardowego inwazyjnego monitoringu [26].

Wiele zabiegów BHCAS przeprowadza się u chorych z dobrą funkcją lewej komory i ogranicza się zwykle do jednego lub dwu naczyń, gdzie nadmierny monitoring nie wydaje się być konieczny.

Wielonaczyniowa chirurgia u pacjentów z upośledzoną funkcją lewej komory wymaga ponadstandard-

dowego zakresu monitorowania hemodynamicznego z TEE i PAC jednocześnie [22].

Znaczenia przezprzełykowej echokardiografii przecenić się nie da, ponieważ otrzymujemy natychmiastową i dokładną informację o funkcji komorowej serca podczas zamknięcia naczynia wieńcowego i po wykonaniu pomostu [42-45].

Jednakże są sytuacje, kiedy ta metoda monitorowania staje się zupełnie nieprzydatna, np. kiedy geometria serca jest na tyle zmieniona, że znajdujące się pomiędzy sercem i przełykiem powietrze uniemożliwia obrazowanie.

Jeśli przedoperacyjna ocena przeprowadzona z chirurgiem wskazuje na szybki zabieg u chorego z dobrą przedoperacyjną funkcją lewej komory, to pięcioprowadzeniowe EKG z analizą odcinka ST, bezpośredni pomiar ciśnienia tętniczego (AP) i dostęp do żył centralnych (CVP) zapewnia, zdaniem wielu kardioanestezjologów, wystarczający poziom monitoringu.

Inne mniej inwazyjne techniki monitorowania hemodynamicznego serca jak bioimpedancja klatki piersiowej [46], pomiar rzutu serca na podstawie analizy parcjalnego ciśnienia wydychanego CO₂ [47], czy pomiar obciążenia wstępnego metodą analizy skurczowego ciśnienia tętniczego w czasie wentylacji mechanicznej [48], nie uzyskały jak do tej pory w zabiegach BHCAS większego znaczenia.

Cele stawiane zabiegom BHCAS to możliwość przeprowadzenia pełnej rewaskularyzacji naczyń wieńcowych, przy jak najmniejszych „szkodach” miokardialnych oraz dobrym rokowaniu długoterminowym.

Aby tym celom sprostać wypracowano cały szereg technik stabilizujących pole operacyjne. Początkowo była to stabilizacja czysto farmakologiczna. W tym celu używano β-blokerów, adenozyliny i antagonistów wapnia (Tabela 2). Jednak taki sposób stabilizacji pola operacyjnego, osłabiał funkcję komorową serca a ponadto paradoksalnie wolny rytm serca wywoływał większą czynność skurczową.

Obecnie stosuje się cały szereg mechanicznych stabilizatorów pracy serca, których użycie zmniejsza zapotrzebowanie na farmakologiczne sposoby kontrolowania rytmu serca

Obecnie najszerzej stosowane są stabilizatory f-my Medtronic. Urządzenia te składają się z dwóch równoległych pędników, z których każdy ma 4/5 kopulek ssących. Pędniki umieszcza się równolegle do tętnicy, która ma zostać poddana zabiegowi w celu zapewnienia maksymalnie możliwego unieruchomienia z jednoczesnym jak najmniejszym naruszeniem funkcji miokardium. Ciśnienie ssące powoduje, że ruch tętnicy jest minimalny i pozwala na precyzyjne dokonanie zespolenia.

Niestabilność hemodynamiczna podczas BHCAS, ma miejsce podczas manewrów związanych z odsłanianiem naczynia, którego dotyczy zabieg, oraz podczas okresów niedokrwienia wywołanych czasowym zamknięciem. Wydolność serca może być znacznie obniżona ze względu na „zmniejszenie” serca, mniejszą związaną z β-blokadą kurczliwość, zmianą położenia serca podczas zabiegu oraz niedokrwieniem.

Dokładna przyczyna spadku ciśnienia podczas podniesienia serca nie jest znana ale ma związek ze zmianą geometrii prawej komory i jej wypełnienia. Dla

Tabela 1. Monitorowanie podczas BHCAS (wady, zalety)

Sposób monitorowania	Wady	Zalety
EKG	zapis ulega zmianie wraz ze zmianą położenia serca, nieczuły na niedokrwienie	prosty, rutynowy, odprowadzenie II i V5 dobrze wykrywają niedokrwienie, możliwa analiza odcinka ST
CVP Ośrodkowe ciśnienie żyłne	nie pomaga w wykryciu niedokrwienia, zależne od położenia pacjenta	proste, rutynowe
PAC Cewnik w tętnicy płucnej	nieczuły na niedokrwienie, konieczność dopasowania, jeśli serce zostało poruszone, może wywoływać arytmie, zwykle nie zapewnia ciągłości pomiarów.	umożliwia monitorowanie wielu parametrów hemodynamicznych.
TEE Przezprzełykowa echokardiografia	droga, wymaga przeszkolenia, monitoring zakłócony przy podniesionym sercu.	bardzo czułe monitorowanie niedokrwienia, dobry wskaźnik wypełnienia.

Tabela 2. Leki używane do wywołania bradykardii podczas BHCAS

Rodzaj leku	zalety	wady
Esmolol	kardioselektywny β -bloker, okres połowicznego rozpadu 9 minut, nadaje się do infuzji IV	działanie inotropowe (-), powoduje tachyfilaksję, dla odwrócenia działania konieczny rozrusznik serca
Adenozyina	okres połowicznego rozpadu 10 sek., możliwość powtarzania dawki, dobrze tolerowany	wywoływanie asystolii, możliwa hipotensja, możliwość skurczu oskrzeli.

potrzeb zabiegu dotyczącego LAD, serce jest podnoszone i obracane do przodu, z gazikiem umieszczonym za nim. Dobre ułożenie serca, odpowiednio dobrana kontrola jego obciążenia, powolne traktowanie serca (adaptacja do nowych warunków), w istotny sposób zmniejsza skutki naruszonej hemodynamiki

W przypadku wszczepów do prawej tętnicy wieńcowej, niestabilność krążenia związaną z manipulacją sercem, można poprawić stosując ułożenie pacjenta w pozycji Trendelenburga [37,49].

Do optymalizacji wypełnienia objętościowego serca niezwykle przydatnym narzędziem jest przezprzełykowa echokardiografia (TEE) [43,45].

W krytycznych momentach zabiegu konieczne jest zastosowanie amin katecholowych phenylephryny i noradrenaliny wraz z nitrogliceryną w celu zwiększenia ciśnienia perfuzyjnego i poprawy przepływu krwi przez naczynia wieńcowe [22,28,31].

Na niestabilności hemodynamiczne związane z manipulowaniem sercem nakłada się niekiedy reakcja niedokrwienna związana z czasowym zamknięciem tętnicy wieńcowej podczas wykonywania zespolenia.

Najczęściej dotyczy pacjentów ze stenozami mniejszymi niż 80%, bez rozwiniętego krążenia obocznego, trwa krótko, ma charakter miejscowy i zwykle ustępuje po przywróceniu przepływu.

Z porównania zabiegów na naczyniach wieńcowych przeprowadzanych bez jak i z użyciem techniki krążenia pozaustrojowego (CPB) wynika, że funkcja komorowa była lepiej zachowana w grupie bez CPB, mimo długich niekiedy okresów miejscowego niedokrwienia [50].

Co więcej okazało się ponadto, że krótkie niedokrwienie chroni przed skutkami kolejnego, dłuższego niedokrwienia [51,52]. Spowodowało to, że metoda kontrolowanego krótkiego niedokrwienia jest uznana i stosowaną metodą hartowania mięśnia sercowego podczas pomostowania tętnic wieńcowych na bijącym sercu.

Dodatkowo do zmniejszenia skutków niedokrwienia związanego z czasowym zamknięciem naczynia

wieńcowego w czasie BHCAS może przyczynić się zastosowanie znieczulenia zewnątrzoponowego [39], oraz anestetyków wziewnych: sevofluranu i izofluranu [32].

Arytmie podczas BHCAS są niezwykle groźne z powodu związanych z nimi spadków wydolności serca. Migotanie przedsionków (FA), wywołane zamknięciem prawej tętnicy wieńcowej (niedokrwienie węzła przedsionkowo-komorowego), może nie poddawać się leczeniu farmakologicznemu do czasu odtworzenia w tym naczyniu perfuzji. Niedokrwienne arytmie, które nie odpowiadają na zastosowane leczenie farmakologiczne, powinny być sygnałem do zastosowania techniki krążenia pozaustrojowego (CPB) [13,38].

BHCAS jest generalnie dobrze znoszonym zabiegiem, ale niekiedy (1-7%), konieczne staje się zastosowanie CPB. Oznacza to, że technik „perfuzjonista” powinien być obecny i gotowy na szybkie wdrożenie takiej procedury [39].

Nie ma jednomyślności co do zakresu koniecznej antykoagulacji podczas zabiegów BHCAS. Niektóre ośrodki kardiochirurgiczne preferują dawki heparyny 150-200 IU/kg, dążąc do poziomu ACT (aktywowany czas krzepnięcia) > 300 sek., sprawdzając go co 30 min, podając w razie potrzeby dodatkowe dawki heparyny, inne stosują pełną heparynizację tak jak do CPB. Dyskusyjną sprawą jest także odwracanie działania heparyny. Podawanie w tym celu protaminy nie zawsze jest konieczne a niekiedy wręcz niepożądane, gdyż u pacjentów poddanych BHCAS często mamy do czynienia z nadmierną aktywacją trombocytów, co może prowadzić do wykrzepiania [32,53].

Z tego też powodu większość ośrodków kardiochirurgicznych preferuje szybką podaż po zabiegu niskocząsteczkowych heparyn.

Okres pooperacyjny

W zależności od zastosowanej techniki znieczulenia pacjenci po zabiegach MIDCAB i OPCAB mogą

być rozintubowani na sali operacyjnej lub krótko po przeniesieniu na OIT.

Zalety operacji BHCAS to mniejsze problemy związane z leczeniem w okresie pooperacyjnym hipotermii, anemii (mniejsze wymagania transfuzyjne), zaburzeń elektrolitowych, w porównaniu z chorymi poddanymi zabiegom pomostowania naczyń wieńcowych z użyciem techniki CPB.

U pacjentów po zabiegach pomostowania naczyń wieńcowych na bijącym sercu funkcja komorowa jest bardziej stabilna, o czym świadczy między innymi mniejsze zapotrzebowanie na stosowanie w okresie pooperacyjnym amin katecholowych, mniejszą częstość występowania migotania przedsionków, jak również konieczność zastosowania kontrapulsacji wewnątrzaoortalnej. Mniejsze są też wymagania dotyczące podaży środków przeciwbólowych.

Jak można wnioskować z porównania wyników operacyjnych u chorych powyżej 75 roku życia [11], były one lepsze u pacjentów z grupy bez krążenia pozaustrojowego i przekładały się na krótszy czas pobytu na OIT oraz mniejszą śmiertelność.

Dla zbilansowania zalet operacji BHCAS warto przytoczyć jeszcze dane dokumentujące częstość występowania po zabiegach CABG z użyciem krążenia pozaustrojowego udarów mózgu. Wynosi ona 3% a uchwytne defekty neurologiczne obserwuje się w ponad 60% przypadków [7,8].

I choć przyczyny takiego stanu rzeczy są złożone, unikanie stosowania CBP, jak się wydaje, może znacząco wpłynąć na poprawę tej statystyki.

Podsumowanie

Fakt, że pacjenci po zabiegach BHCAS są w większości przypadków w dobrym stanie hemodynamicznym, nie może uspić naszej czujności. We wczesnym okresie pooperacyjnym u niektórych z tych chorych mogą pojawić się okresy niestabilności hemodynamicznej spowodowane niedokrwiemieniem związanym z wczesnym zamykaniem się zespolenia aortalno-wieńcowego.

Takie powikłanie wymaga szybkiego i agresywnego postępowania.

Od leczenia aminami katecholowymi, poprzez założenie kontrapulsacji wewnątrzaoortalnej (IABP), pooperacyjne badanie koronarograficzne, aż do reoperacji ze wskazań nagłych włącznie.

Adres do korespondencji:

Andrzej S. Banyś
Klinika Anestezjologii i Intensywnej
Terapii Kardiologicznej
I Katedra Kardiologii i Kardiochirurgii
Uniwersytetu Medycznego w Łodzi
USK Nr 3 im. Dr. S. Sterlinga
ul. Sterlinga 1/3; 91-425 Łódź
E-mail: asbk@o2.pl

Piśmiennictwo

1. Kolesov VS: Mammary artery-coronary anastomosis as method of treatment for angina pectoris. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1967; 54: 535-44.
2. Favaleto RG: Saphenous vein autograft replacement of severe segmental coronary artery occlusion; Operative technique. *Ann Thorac Surg* 1968; 5: 334-39.
3. Gerritsen WB, van Boven WJ, Driessen AH i wsp.: Off-pump versus on-pump coronary artery bypass grafting oxidative stress and renal function. *Eur J Cardiothorac Surg* 2001; 20(5): 923-9.
4. Ascione R, Lloyd C, Underwood M i wsp.: Economic outcome of off-pump coronary artery bypass surgery: A prospective randomised study. *Ann Thorac Surg* 1999; 68: 2237-42.
5. Kuczewicz-Czech E, Puzio J, Zembala M i wsp.: Zespół poperfuzyjny – co nowego? *Kardiochir Torakochir Pol* 2007; 4(1): 45-48.
6. Edmunds H Jr.: Inflammatory response to cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 1998; 66: 12-16.
7. Arrowsmith J, Grocott H, Newman M: Neurologic risk assessment, monitoring and outcome in cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anaesth* 1999; 13: 736-43.
8. Borowicz LM, Goldsborough MA, Selnes OA i wsp.: Neuropsychologic change after cardiac surgery: a critical review. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1996; 10(1): 105-11.

9. Wijeyesundera DN, Karkouti K, Dupuis JY i wsp.: Derivation and validation of a simplified predictive index for renal replacement therapy after cardiac surgery. *JAMA* 2007; 297: 1801-09.
10. Michalska-Krzyszowska G, Stanek M, Grzegorzóka R. Doświadczenia własne z zastosowaniem rekombinowanego aktywowanego czynnika VIIa (NovoSeven) w leczeniu ciężkich krwotoków w kardiologii. *Kardiolog Torakochir Pol* 2008; 5(2): 158-62.
11. Ruzze SA, George S, Yacoub M i wsp.: The clinical outcome of off-pump coronary artery bypass surgery in the elderly patients. *Eur J Cardiothorac Surg* 2001; 20: 1152-6.
12. Hernandez F, Cohn WE, Baribeau Y i wsp.: In hospital outcomes of off-pump versus on-pump coronary artery bypass procedures; a multicenter experience. *Ann Thorac Surg* 2001; 72: 1528-34.
13. Banach M, Ostrowski S, Jaszewski R i wsp.: Risk factors of atrial fibrillation after coronary artery bypass grafting. *Eur J Heart Fail* 2005,4(suppl.1): 18-85.
14. Jaszewski R, Zasłonka J, Zwoliński R i wsp.: Leczenie operacyjne choroby wieńcowej serca. W: Polska skala ryzyka operacyjnego leczenia choroby niedokrwiennej mięśnia sercowego. Red. Zasłonka J, Domański C, Iwazkiewicz A, Jaszewski R, Okoński P: Warszawa: Medycyna Plus; wyd. I. 2006: 27-46.
15. Buffalo E, Andrade JC, Branco JN i wsp.: Myocardial revascularization without extracorporeal circulation seven-year experience in 593 cases. *Eur J Cardiothorac Surg* 1990; 4: 504-7.
16. Benetti FJ, Naselli G, Wood M i wsp.: Direct myocardial revascularization without extracorporeal circulation. Experience in 700 patients. *Chest* 1991; 100: 312-16.
17. Subramanian VA. Less invasive arterial CABG on a beating heart. *Ann Thorac Surg* 1997; 63(suppl6): 68-71.
18. Calafiore AM, Angelini GD, Bergsland M i wsp.: Minimally invasive coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1996; 62: 1545-8.
19. Mohr FW, Falk V, Diegler A: Computer – enhanced „robotic“ cardiac surgery. Experience in 148 patients. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001; 121: 842-53.
20. Śliwiński M i wsp.: Laserowa rewaskularyzacja mięśnia sercowego (TMLR). *Kardiolog Pol* 1999; 50: 397.
21. Andres J: Przygotowanie chorego do operacji pomostowania naczyń wieńcowych jako zadanie dla anestezjologa. W: Chirurgia naczyń wieńcowych. Red. Zembala M, wsp. Bochenek A, Woś S. Warszawa: PZWL; 2002: 136-9.
22. Banyś A, Iwazkiewicz A, Janowska E: Znieczulenie chorego do zabiegów rewaskularyzacji mięśnia sercowego. W: Polska skala ryzyka operacyjnego leczenia choroby niedokrwiennej mięśnia sercowego. Red. Zasłonka J, Domański C, Iwazkiewicz A, Jaszewski R, Okoński P. Warszawa: Medycyna Plus; 2006: 47-52.
23. MacGillivray TE, Vlahakes GJ: Patency and the pump – The risk and benefits of off-pump CABG. *N Engl J Med* 2004; 1: 3-4.
24. Kucia H, Misiólek H, Knapik P i wsp.: Ocena wybranych parametrów mechaniki oddychania podczas prowadzenia wentylacji jednego płuca. *Anest Inten Terap* 2003; 35: 83-87.
25. Kucia H, Misiólek H, Wojcieszek E i wsp.: Porównanie wpływu anestezji złożonej z użyciem izofluranu i propofolu na wybrane parametry krążeniowo-oddechowe u chorych poddanych zabiegom kardiologicznym ze śródoperacyjną wentylacją jednego płuca. *Świat Med Farm* 2003; 6: 30-34.
26. Knapik P, Glanc W: Rola anestezjologa w okresie okołoperacyjnym i pooperacyjnym. W: Chirurgia naczyń wieńcowych. Red. Zembala M, wsp. Bochenek A, Woś S. Warszawa: PZWL; 2002: 143-9.
27. Banyś A: Nadciśnienie tętnicze u pacjentów z chorobą niedokrwinną poddawanych chirurgicznej rewaskularyzacji mięśnia sercowego. *Anestezjologia i Ratownictwo* 2008; 2: 27-34.
28. Kaplan JA, Reich DL, Konstadt S: Cardiac anesthesia. 4th edition. Philadelphia: W.B. Saunders Co; 2000.
29. Mora C, Dudek C, Torjman M i wsp.: The effects of anesthetic technique on the hemodynamic response and recovery profile in coronary revascularization patients. *Anesth Analg* 1995; 81: 900-910.
30. Utley JR, Wachtel C, Kain RB i wsp.: Effect of hypothermia, hemodilution and pump oxygenation on organ water content, blood flow and oxygen delivery and renal function. *Ann Thorac Surg* 1981; 31: 121-23.
31. Wiczorek R: Znieczulenie chorego do operacji serca z użyciem krążenia pozaustrojowego i bez użycia krążenia pozaustrojowego. W: Układ sercowo-naczyniowy. Red. Andres J, Wąsowicz M. Kraków; 2004: 81-92.
32. Uecker MU, daSilva R, Grampp T i wsp.: Translocation of protein kinase C isoforms to subcellular targets in ischemic and anesthetic preconditioning. *Anesthesiology* 2003; 99: 138-47.
33. Symons JA, Myles S: Myocardial protection with volatile anaesthetic agents during coronary artery bypass surgery: a metaanalysis. *Brit J of Anaesth* 2006; 97(2): 127-36.
34. Conzen PF, Fisher S, Dettler Ch i wsp.: Sevoflurane provides greater protection of the myocardium than propofol in patients undergoing off-pump coronary artery bypass surgery. *Anesthesiology* 2003; 99: 826-33.
35. De Hert S, Cromheecke S, Broecke PW i wsp.: Effect of propofol, desflurane, and sevoflurane on recovery of myocardial function after coronary surgery in elderly high-risk patients. *Anesthesiology* 2003; 99: 314-23.
36. Absalom AR, Struys MRF: Overview of target controlled infusion and total intravenous anaesthesia. Gent, Academia Press 2005.
37. Walton JJ, Cohen AM: Anaesthesia and the cardiovascular system. In: Core Topics in Cardiac Anaesthesia. Edited by Mackay JH, Arrowsmith JE. Cambridge, Greenwich Medical Media; 2004.

38. Nierich AP, Diephuis J, Jansen EWL i wsp.: Embracing the heart: perioperative management of patient undergoing off-pump coronary artery bypass grafting using the Octopus tissue stabilizer. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1999; 13: 123-29.
39. Meissner A, Rolf N, Van Aken H: Thoracic epidural anesthesia and the patient with heart disease: benefits, risk and controversies. *Anesth Analg* 1997; 85: 517-28.
40. Sanchez R, Nygard E: Epidural anaesthesia in cardiac surgery: is there an increased risk? *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1998; 12: 170-73.
41. Misiólek H, Kucia H, Werszuer M i wsp.: Torakotomia w znieczuleniu zewnątrzoponowym u przytomnego chorego – opis przypadku. *Anest Inten Terap* 2004; 36: 119-22.
42. Schiller NB, Maurer G, Ritter SB: Transesophageal echocardiography. *J Am Soc Echocardiography* 1989; 2: 354.
43. Shanewise JS, Cheung AT, Aronson S i wsp.: Guidelines for performing a comprehensive intraoperative multiplane transesophageal echocardiography examination. *Anesth Analg* 1999; 89: 870-84.
44. Eltzschig HK, Goetz AE, Schroeder TH i wsp.: Transoesophageale echocardiography. *Anaesthesist* 2002; 51: 81-102.
45. Shimokawa T, Minato N, Yamada N i wsp.: Assessment of ascending aorta using epiaortic ultrasonography during off-pump coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 2002; 74: 2097-100.
46. Newmann DG, Callister R: The non-invasive assessment of stroke volume and cardiac output by impedance cardiography: A review. *Aviat Space Environ* 1999; 70: 780-9.
47. Jaffe MB: Partial CO₂ rebreathing cardiac output-operating principles of the NICO system. *J Clin Monit Comput* 1999; 15: 387-401.
48. Perel A: Assessing fluid responsiveness by the systolic pressure variation in mechanically ventilated patients. Systolic pressure variation is a guide to fluid therapy in patients with sepsis-induced hypotension. *Anesthesiology* 1998; 89: 6.
49. Manisha M, Rajneesh M, Anil M i wsp.: Hemodynamic changes during displacement of the beating heart using epicardial stabilisation for off-pump coronary artery bypass graft surgery. *J Cardiothorac and Vasc Anesth* 2002; 16: 6.
50. Koh TW, Carr-White GS, De Souza AD: Intraoperative cardiac troponin T release and lactate during coronary artery surgery: comparison of beating heart with conventional coronary artery surgery with cardiopulmonary bypass. *Heart* 1999; 81: 495-500.
51. Murry CE, Jennings RB, Reimer KA: Preconditioning with ischemia: a delay cell injury in ischemic myocardium. *Circulation* 1986; 74: 1124-36.
52. Kuzuya T, Hoshida S, Yamashita N i wsp.: Delayed effect of sublethal ischemia on the acquisition of tolerance to ischemia. *Cir Res* 1993; 72: 1293-9.
53. Mariani MA, Boonsira PW, Grandjean JG i wsp.: Procoagulant activity after off-pump coronary operation: is the current anticoagulation adequate? *Ann Thorac Surg* 1999; 67: 1370-5.