

Optymalny czas stosowania kontrapulsacji wewnątrzortalnej – doświadczenie własne

Optimal time for intraaortic balloon pump application
– a single-center experience



Bartłomiej Perek, Marcin Mistowski, Tomasz Urbanowicz, Jadwiga Tomczyk, Estilita Camacho, Marcin Ligowski, Mateusz Puślecki, Marek Jemielity

Klinika Kardiologii i Torakochirurgii, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego, Poznań

Kardiologia i Torakochirurgia Polska 2009; 6 (4): 335–339

Streszczenie

Wstęp: Kontrapulsacja wewnątrzortalna (IABP) jest najczęściej stosowanym urządzeniem do czasowego wspomagania niewydolnego serca.

Cel: Celem pracy była ocena skuteczności IABP w poszczególnych latach jej stosowania oraz zbadanie, czy czas jej wprowadzenia (przed, podczas lub po operacji) ma wpływ na wyniki leczenia.

Materiał i metody: Badaniem objęto 170 chorych (ch) (138 mężczyzn i 32 kobiety) w wieku $61,8 \pm 8,4$ roku operowanych w latach 2000–2007, u których w okresie okołoperacyjnym zastosowano IABP. Chorych retrospektywnie podzielono na 3 podgrupy: A – gdy IABP wprowadzano przed operacją (18 ch), B – podczas (104 ch) i C – po zabiegu (48 ch). Analizowano skuteczność IABP na podstawie przeżycia 30 dni (twardy punkt końcowy) dla całej grupy (w latach 2000–2003 i 2004–2007) oraz poszczególnych podgrup.

Wyniki: We wczesnym okresie pooperacyjnym zmarło ogółem 52 ch (30,6%). Skuteczność IABP była istotnie wyższa w latach 2004–2007 (75,5% przeżywających) niż w latach wcześniejszych (2000–2003) (60,3%) ($p < 0,05$). W kolejnych latach coraz częściej IABP wprowadzano przed operacją (w 2002 r. u nikogo, w 2006 r. u 24%). Śmiertelność wczesna była mniejsza w podgrupie A (16,7%; 3 ch) niż B (26,0%; 27 ch) i C (45,8%; 22 ch) ($p < 0,05$), pomimo że przedoperacyjna frakcja wyrzutowa lewej komory była najbardziej upośledzona ($25,2 \pm 5,0\%$, $47,2 \pm 14,4\%$ i $49,5 \pm 14,1\%$, odpowiednio w podgrupie A, B i C; $p < 0,05$).

Wnioski: IABP jest skuteczną metodą czasowego wspomagania niewydolnego serca. Najlepsze wyniki uzyskuje się przy zastosowaniu IABP już w okresie przedoperacyjnym.

Słowa kluczowe: niewydolność serca, wspomaganie krążenia, IABP.

Abstract

Introduce: Intraaortic balloon pump (IABP) is the most commonly used device for temporary support of the failing heart.

Aim: Assessment of IABP efficacy in the consecutive years and to evaluate if timing (pre-, intra- or postoperative) of IABP introduction had any impact on patient outcome.

Material and Methods: This study involved 170 patients (138 males and 32 females) at the mean age of 61.8 ± 8.4 years who underwent cardiac surgical operations in the years 2000-2007 and had IABP introduced in the perioperative period. Patients were retrospectively divided into 3 subgroups: A (IABP introduced prior to surgery; $n = 18$), B (during surgery; $n = 104$) and C (after surgery; $n = 48$). Primary end-point of the study was 30-day mortality (a marker of IABP efficacy) calculated for either a whole group (additionally in years 2000-2003 and 2004-2007) or subsequent subgroups.

Results: In the postoperative period, 52 patients died (30.6%). IABP efficacy was significantly higher in the years 2004-2007 (75.5% survivals) than between 2000-2003 (60.3%) ($p < 0.05$). In the consecutive years, more frequently IABP was utilized prior to surgery (0% in 2002 and 24% in 2006). Early mortality was lower in subgroup A (16.7%; $n = 3$) than either B (26.0%; $n = 27$) or C (45.8%; $n = 22$) ($p < 0.05$) although preoperative left ventricular ejection fraction was significantly ($p < 0.05$) impaired ($25.2 \pm 5.0\%$) compared to group B ($47.2 \pm 14.4\%$) and C ($49.5 \pm 14.1\%$), respectively.

Conclusions: IABP is an efficient method of temporary support of the failing heart. The best results may be achieved if IABP is utilized before cardiac surgery.

Key words: heart failure, heart support, IABP.

Adres do korespondencji: dr n. med. Bartłomiej Perek, Klinika Kardiologii i Torakochirurgii, ul. Długa 1/2, 61-848 Poznań, tel./faks +61 854 90 85, e-mail: bperek@yahoo.com

Wstęp

Kontrapulsacja wewnątrzortalna (IABP) od czasu jej wprowadzenia do użytku klinicznego w latach 60. przez Kantrowitza stała się najpowszechniej stosowanym urządzeniem do krótkotrwałego wspomaganie serca [1]. Zakłada się ją powszechnie u chorych we wstrząsie kardiogenym (poza-wałowym lub pooperacyjnym) czy z powikłaniami zawału serca (jak pęknięcie przegrody międzykomorowej, ostra niedomykalność zastawki mitralnej). Coraz częściej zaleca się jej wprowadzanie przed operacjami, głównie zabiegami rewaskularyzacji mięśnia sercowego u chorych z grupy wysokiego ryzyka, w tym z niską frakcją wyrzutową lewej komory, zaawansowaną miażdżycą tętnic wieńcowych, z krytycznym zwężeniem pnia lewej tętnicy wieńcowej czy u pacjentów poddanych powtórnej operacji [2, 3]. Stwierdzono, że przedoperacyjne wspomaganie serca z użyciem IABP poprawia bezpieczeństwo leczenia chirurgicznego w tej grupie chorych, jak również wyniki w obserwacji odległej [4, 5]. Taka strategia spowodowała, że w ostatnich latach IABP stosuje się u coraz większej grupy chorych [6].

Celem naszej pracy była ocena skuteczności stosowania IABP w kolejnych latach, szczególnie w zależności od czasu jej wprowadzenia (w okresie przed-, śród- czy pooperacyjnym).

Materiał i metody

Chorzy

Badaniem objęto 170 chorych (ch) (138 mężczyzn i 32 kobiety) w wieku $61,8 \pm 8,4$ roku operowanych w latach 2000–2007, u których w okresie okołoperacyjnym zastosowano IABP. Na rycinie 1. przedstawiono liczbę chorych, których w kolejnych latach leczono tą metodą. Podstawowe przedoperacyjne dane kliniczne, w tym wskazania do operacji, przedstawiono w tabeli I. Pacjenci, u których zakładano IABP elektywnie przed operacją, mieli najmniejszą frakcję wyrzutową lewej komory (LVEF), największe wymiary jam serca i cieńsze ściany lewej komory oceniane echokardiograficznie przed zabiegiem chirurgicznym (tab. I.). Chorych retrospektywnie podzielono na 3 podgrupy:

Tab. I. Podstawowe dane przedoperacyjne

	Grupa A n = 18	Grupa B n = 104	Grupa C n = 48	Wartość p
Wiek [lata]	58,2 ±4,5	62,1 ±7,2	59,5 ±8,5	ns
Płeć [M/K]	14/4	83/21	41/7	ns
Choroby współistniejące n [%]:				
Nadciśnienie tętnicze w wywiadzie	10 [55,6]	51 [49,0]	23 [47,9]	ns
Cukrzyca	4 [22,2]	25 [24,0]	10 [20,1]	ns
Hiperlipidemia	14 [77,8]	67 [64,4]	35 [72,9]	ns
Choroby tętnic obwodowych	7 [38,9]	39 [37,5]	16 [33,3]	ns
Wskazania do operacji n [%]:				
Izolowana CAD	8 [44,5]	64 [61,6]	33 [68,8]	< 0,05*
CAD + IM	4 [22,2]	25 [24,0]	12 [25,0]	ns
Izolowane wady zastawkowe	0	12 [11,5]	3 [6,2]	ns
Powikłania MI	4 [22,2]	3 [2,9]	0	< 0,05*
Powikłania PCI	2 [11,1]	0	0	ns
Badanie echokardiograficzne:				
LVDd [mm]	63,4 ±7,6	47,8 ±7,6	45,6 ±5,6	< 0,05*
LVPW [mm]	9,2 ±1,8	11,4 ±2,4	11,5 ±2,8	< 0,05*
LVEF [%]	25,2 ±5,0	47,2 ±14,4	49,5 ±14,1	< 0,05*
RVd [mm]	32,4 ±7,6	29,8 ±3,4	27,3 ±4,5	ns
LA [mm]	44,5 ±4,2	36,7 ±7,6	37,5 ±6,8	< 0,05*
EuroSCORE logistic [%]	13,4 ±4,3	4,6 ±1,5	4,3 ±1,8	< 0,05*

*Grupa A vs grupa B/C; CAD – choroba niedokrwienności serca; IM – niedomykalność zastawki mitralnej; LA – wymiar lewego przedsionka; LVDd – wymiar rozkurczowy lewej komory; LVEF – frakcja wyrzutowa lewej komory; LVPW – grubość tylnej ściany lewej komory; MI – zawał mięśnia sercowego; PCI – przeszczepna interwencja na tętnicach wieńcowych; RVd – wymiar prawej komory; ns – nieistotne statystycznie.

- 1) grupa A – pacjenci, u których IABP wprowadzano przed operacją (tzn. IABP wspomagało serce przed przekazaniem chorego na salę operacyjną) (n = 18);
- 2) grupa B – pacjenci, u których IABP zakładano podczas zabiegu (n = 104);
- 3) grupa C – pacjenci, u których decyzję o zastosowaniu IABP podjęto już po operacji (n = 48).

Zabieg operacyjny

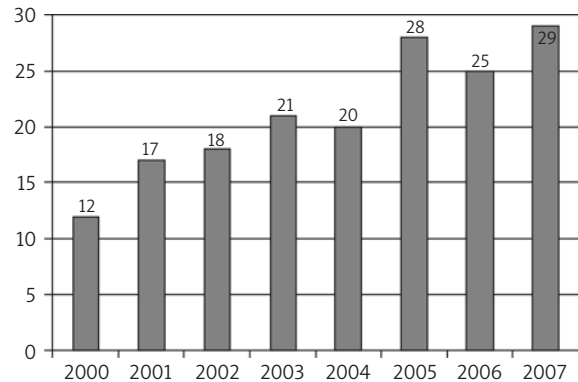
Wszystkie operacje wykonywano ze sternotomii pośredniej. Część pacjentów (odpowiednio 5, 4 i 2 chorych w grupie A, B i C) z izolowaną chorobą wieńcową była operowana bez krążenia pozaustrojowego. Serce wyłaniano za pomocą głębokiego szwu worka osierdziowego, miejsce zespolenia unieruchamiano stabilizatorem Octopus 3, później 4 (Medtronic Inc., Indiannapolis, Stany Zjednoczone), rutynowo stosowano *shunt*y dowieńcowe ClearView (Medtronic Inc., Indiannapolis, Stany Zjednoczone). Pozostałych chorych operowano w krążeniu pozaustrojowym, które prowadzono w sposób typowy z kaniulacją aorty wstępującej i prawego przedsionka (w przypadku konieczności interwencji na zastawce mitralnej poprzez dwie kaniule wprowadzone odpowiednio do żyły głównej dolnej i górnej). Te operacje wykonywano w hipotermii umiarkowanej (26–28°C) z zastosowaniem zimnej kardioplegii krystalicznej wg formuły St. Thomas Hospital.

Ocena skuteczności i bezpieczeństwa IABP

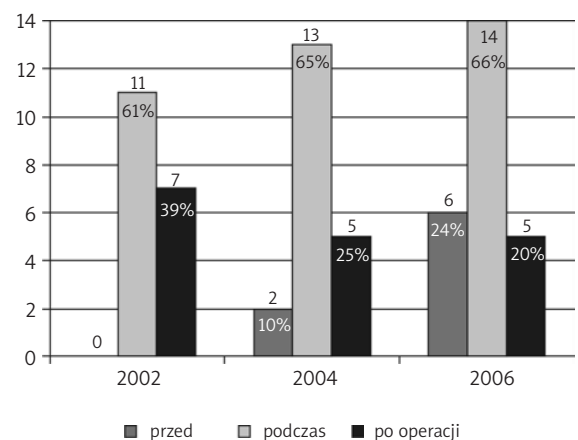
U wszystkich chorych IABP zakładano metodą Seldingera z przezskórnego nakłucia tętnicy udowej. Stosowano koszulkę naczyniową 7,5 F oraz balon o pojemności 40 ml, który był połączony z konsolą sterującą (Datascope Corp., Fairfield, NJ, Stany Zjednoczone). Wyjściowo u każdego chorego balon był wypełniony całkowicie i najczęściej pracował w stosunku 1:1 (z wyjątkiem chorych z szybką czynnością komór). Stopień wspomagania stopniowo redukowano. Decyzję o zakończeniu wspomagania i usunięciu IABP podejmowano po uzyskaniu stabilności hemodynamicznej. Skuteczność IABP analizowano na podstawie przeżycia 30 dni (twardy punkt końcowy) dla całej grupy oraz poszczególnych podgrup. Z uwagi na zauważalną w ostatnich latach zmianę strategii w zakresie stosowania IABP w ośrodku autorów, jej skuteczność oceniano w dwóch przedziałach czasowych (lata 2000–2003 i lata 2004–2007). Rycina 2. obrazuje, kiedy (przed-, śród- czy pooperacyjnie) w kolejnych latach decydowano się na leczenie z użyciem IABP. Dodatkowo analizowano bezpieczeństwo IABP, obserwując częstość występowania powikłań związanych z tą formą leczenia.

Analiza statystyczna

Zmienne ciągłe przedstawiono jako średnią \pm SD. Te, które spełniały warunki rozkładu normalnego (na podstawie testu *W* Shapiro-Wilka), porównywano parametrycznym testem *t*-Studenta (pomiędzy dwiema grupami). Pozostałe zmienne ilościowe analizowano nieparametrycznym testem *U* Manna-Whitneya. Do analizy zmiennych jakości-



Ryc. 1. Liczba chorych, u których stosowano IABP w latach 2000–2007.



Ryc. 2. Liczba chorych z zastosowaniem IABP przed, podczas bądź po operacji w wybranych latach obserwacji.

wych użyto testu χ^2 . We wszystkich zastosowanych testach wartość $p < 0,05$ uznano za istotną statystycznie. Dane opracowywano i analizowano z zastosowaniem pakietu statystycznego Statistica w wersji 5.5.

Wyniki

Skuteczność IABP

Skuteczność IABP oceniano na podstawie liczby pacjentów, którzy przeżyli okres pierwszych 30 dni od operacji, wyniosła 69,4% (118 chorych), przy czym była ona istotnie wyższa w latach 2004–2007 (75,5% przeżywających, 77/102 chorych) niż w latach wcześniejszych (2000–2003) (60,3% przeżywających, 41/68 chorych) ($p < 0,05$). Śmiertelność wczesna była niższa w podgrupie A (16,7%; 3 pacjentów) niż B (26,0%; 27 pacjentów) i C (45,8%; 22 pacjentów) ($p < 0,05$). Czas zastosowania IABP był najkrótszy w grupie A (59,4 \pm 12,5 godz.), dłuższy w grupie B (84,2 \pm 11,8 godz.) i grupie C (79,2 \pm 9,8 godz.) ($p < 0,05$ grupa A vs grupa B oraz grupa A vs grupa C).

Powikłania

U 12 chorych (7,1%) leczonych IABP stwierdzono powikłania związane z zastosowaną metodą leczenia. Najczęściej obserwowano niedokrwienie kończyny dolnej (8 chorych), u 6 z nich usunięcie balonu spowodowało ustąpienie niedokrwienia, u 2 konieczne było leczenie operacyjne (usunięcie skrzeplin w 1 przypadku, w 1 niezbędna okazała się wysoka amputacja kończyny dolnej na poziomie uda). U kolejnych 3 chorych obserwowano pęknięcie balonu, u 2 uszkodzenie tętnicy biodrowej kilka centymetrów powyżej miejsca nakłucia tętnicy udowej (urazy jatrogenne zostały skutecznie wyleczone chirurgicznie). Najwięcej powikłań bezpośrednio związanych z IABP zanotowano w grupie B (9 chorych; 8,7%), natomiast w grupie A nie zaobserwowano powikłań u nikogo.

Dyskusja

Badanie wykazało, że czas zastosowania najpowszechniejszego urządzenia do wspomaganie niewydolnego serca ma ważne znaczenie dla jego skuteczności i bezpieczeństwa. W przeszłości IABP było podstawowym narzędziem w leczeniu pooperacyjnych powikłań sercowych (zespół małego rzutu serca, ogłuszenie mięśnia sercowego itp.), których wystąpienia nie można było przewidzieć wcześniej. Wraz z nabywanym doświadczeniem pojawiło się coraz więcej doniesień o skuteczności przedoperacyjnego i planowego wprowadzania IABP [3, 5, 7]. Dla przykładu, w badaniu Nwaejike i wsp. śmiertelność w grupie chorych z IABP zakładanym w sposób planowy wyniosła 17%, a gdy w sposób pilny, ratujący życie (głównie pooperacyjnie i u części śródoperacyjnie) aż 45%. Podobne wyniki uzyskaliśmy w analizowanej przez nas grupie pacjentów. W tym samym badaniu wieloczynnikowa analiza pokazała, że czas (ang. *timing*) i związany z nim tryb stosowania IABP (OR 4,7; CI 95% 1,9–11,6) obok przedoperacyjnego ryzyka, według klasyfikacji EuroSCORE, był niezależnym czynnikiem wpływającym na skuteczność tej metody wspomaganie krążenia. Kolejne doniesienia dowiodły, że nie tylko więcej chorych przeżywa okres okołoperacyjny, ale również widoczne są wymierne korzyści w obserwacji odległej [8]. Wyniki przedstawianego badania są kolejnym argumentem za coraz odważniejszym wprowadzeniem IABP przed zabiegiem operacyjnym u chorych wysokiego ryzyka operacyjnego. W Europie coraz więcej chirurgów postuluje, aby decyzje podejmować w oparciu o ryzyko operacyjne oszacowane przy użyciu kalkulatora EuroSCORE [9, 10].

W latach 90. XX w. czy jeszcze na początku obecnej dekady na oddziale autorów praktycznie nie wprowadzono IABP przed operacją (ryc. 2.). Dominowały wtedy głosy przeciwników elektrywnego zakładania IABP, którzy podkreślali możliwe powikłania, takie jak niedokrwienie kończyn dolnych, uszkodzenie tętnicy z jej perforacją lub rozwarstwieniem czy możliwość wprowadzenia zakażenia. Wyniki naszych badań pokazały jednak, że częstość powikłań jest niewielka (poniżej 10%), zdecydowanie najmniejsza w grupie A (IABP przed operacją). Co więcej, w przypadku większości z nich zaprzestanie wspomaganie i usunięcie IABP wiązało się z rozwiązaniem

problemu. Jest to zgodne z wcześniejszymi doniesieniami [11, 12]. Analiza Benchmark Registry [12] z ponad 7 tys. chorych pokazała, że częstość wszystkich, w tym również poważnych (wymagających interwencji chirurgicznej), powikłań naczyniowych była niewielka i znacznie niższa, gdy IABP zakładano przed operacją (2,6% vs 4,5% i 0,8% vs 1,8%, odpowiednio dla wszystkich i poważnych incydentów naczyniowych). Brak powikłań w grupie A naszego badania może wynikać z faktu, że znalazło się w niej jedynie 18 chorych. Wydaje się jednak, że nie bez znaczenia są okoliczności wprowadzania IABP. Lekarz zakładający IABP w sposób planowy przed zabiegiem operacyjnym ma największy komfort. Działa on wtedy najczęściej w okresie stabilności hemodynamicznej pacjenta (prawidłowe ciśnienie tętnicze, dobrze wyczuwalne tętno), ma możliwość wyboru tętnicy z mniejszymi zmianami miażdżycowymi (w wybranych przypadkach możliwe wykonanie badań ultrasonograficznych czy innych technik obrazowania). Ponadto zabieg ten może wykonywać osoba najbardziej doświadczona; wreszcie można zapewnić warunki pełnej jałowości. Natomiast w sytuacji zakładania IABP w warunkach ratujących życie, szczególnie po zabiegu na sali pooperacyjnej, optymalne okoliczności dla zapewnienia maksymalnego bezpieczeństwa z reguły nie są stworzone. Na częstość występowania powikłań może mieć również wpływ czas trwania wspomaganie, a ten często jest najdłuższy w przypadku pooperacyjnego wprowadzania IABP w trybie ratującym życie.

Pacjenci, u których zakładano IABP w okresie śród- czy pooperacyjnym, wyjściowo różnili się od chorych ze wspomaganie zapoczątkowanym przed zabiegiem. W badaniach echokardiograficznych mieli znacznie lepszą wydolność lewej komory (wyższe LVEF, mniejszy LVDd) i częściej izolowaną chorobę wieńcową. U większości z nich przed operacją nie spodziewano się wystąpienia ogłuszenia mięśnia sercowego z zespołem małego rzutu serca, zmuszającego do wdrożenia tej metody leczenia niewydolnego serca. Natomiast u tych chorych już pierwsze objawy uszkodzenia mięśnia sercowego (np. zmiany w elektrokardiogramie nawet bez zaburzeń hemodynamicznych), mogące wynikać z niewłaściwej śródoperacyjnej osłony serca, niepełnej rewaskularyzacji czy reperfuzyjnego uszkodzenia mięśnia sercowego, powinny skłonić do wprowadzenia IABP [13, 14]. Taka strategia pozwala na ograniczenie skutków okołoperacyjnego uszkodzenia mięśnia sercowego i poprawia wczesne oraz odległe wyniki leczenia [13]. Nie unikniemy zatem wprowadzania balonu na bloku operacyjnym czy po zabiegu, ale dobrze by było, gdyby takie sytuacje stanowiły jedynie niewielki odsetek.

Zarówno na podstawie naszego badania, jak i podobnych opublikowanych wcześniej doniesień można stwierdzić, że zastosowanie IABP w sposób planowy, profilaktycznie, być może u niektórych chorych niepotrzebnie, przynosi największe korzyści. Niestety, pomimo powyższych faktów IABP nadal najczęściej zakłada się śród- czy pooperacyjnie [2]. Będąc świadkami zmiany profilu pacjentów z chorobą wieńcową (coraz starsi, z licznymi chorobami współistniejącymi obciążającymi istotnie rokowanie) operowanych w ostatnich latach, prawdopodobnie w przyszłości będziemy zmuszeni do coraz powszechniejszego planowego zakładania

IABP przed operacją, a w konsekwencji dzisiejsze, prawdopodobnie niekorzystne, proporcje ulegną zmianie.

Wnioski

Kontrapulsacja wewnątrzortalna jest skuteczną i bezpieczną metodą czasowego wspomagania niewydolnego serca. Najlepsze wyniki uzyskuje się przy zastosowaniu IABP już w okresie przedoperacyjnym, gdy balon wprowadzany jest w sposób planowy.

Praca została przedstawiona na IV Kongresie Polskiego Towarzystwa Kardio-Torakochirurgicznego, Warszawa, 12–14 czerwca 2008 r.

Piśmiennictwo

- Kantrowitz AM, Tjonneland S, Freed PS, Phillips S, Butner A, Sherman J. Initial clinical experience with intraaortic balloon pumping in cardiogenic shock. *JAMA* 1968; 203: 113-118.
- Stone GW, Ohman EM, Miller MF, Joseph DL, Christenson JT, Cohen M, Urban PM, Reddy RC, Freedman RJ, Staman KL, Ferguson JJ 3rd. Contemporary utilization and outcomes of intra-aortic balloon counterpulsation in acute myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 2003; 41: 1940-1945.
- Gutfinger D, Ott R, Miller M, Selvan A, Codini MA, Alimadadian H, Tanner TM. Aggressive preoperative use of intraaortic balloon pump in elderly patients undergoing coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1999; 67: 610-613.
- Holman W, Qing L, Kiefe C, McGiffin DC, Peterson ED, Allman RM, Nielsen VG, Pacifico AD. Prophylactic value of preincision intra-aortic balloon pump: analysis of a statewide experience. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000; 120: 1112-1119.
- Christenson J, Simonet F, Badel P, Schmuziger M. Optimal timing of preoperative intraaortic balloon pump support in high-risk coronary patients. *Ann Thorac Surg* 1999; 68: 934-939.
- Baskett RJF, O'Connor GT, Hirsch GM, Ghali WA, Sabadosa K, Morton JR, Ross CS, Hernanadez F, Nugent WC Jr, Lahey SJ, Sisto DA, Dacey LJ, Klemperer JD, Helm RE, Maitland A. A Multicenter Comparison of Intraaortic Balloon Pump Utilization in Isolated Coronary Artery Bypass Graft Surgery. *Ann Thorac Surg* 2003; 76: 1988-1992.
- Nwaejike N, Campalani G, Gladstone D, Nzewi OC. Benefits of the preemptive intra-aortic balloon pump: an audit of practice in a regional cardiothoracic center. *Heart Surg Forum* 2009; 12: E70-74.
- Rubino AS, Onorati F, Santarpino G, Abdalla K, Caroleo S, Santangelo E, Renzulli A. Early intra-aortic balloon pumping following perioperative myocardial injury improves hospital and mid-term prognosis. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2009; 8: 310-315.
- Diez C, Silber RE, Wächner M, Stiller M, Hofmann HS. EuroSCORE directed intra-aortic balloon pump placement in high-risk patients undergoing cardiac surgery-retrospective analysis of 267 patients. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2008; 7: 389-395.
- Healy DG, Veerasingam D, Wood AE. EuroSCORE: Useful in Directing Preoperative Intra-Aortic Balloon Pump Placement in Cardiac Surgery? *Heart Surg Forum* 2006; 9: E893-896.
- Dyub AM, Whitlock RP, Abouzahr LL, Cinà CS. Preoperative intra-aortic balloon pump in patients undergoing coronary bypass surgery: a systematic review and meta-analysis. *J Card Surg* 2008; 23: 79-86.
- Christenson JT, Cohen M, Fergusson JJ 3rd, Freedman RJ, Miller MF, Ohman EM, Reddy RC, Stone GW, Urban PM. Trends in Intraaortic Balloon Counterpulsation Complications and Outcomes in Cardiac Surgery. *Ann Thorac Surg* 2002; 74: 1086-1091.
- Ramnarine IR, Grayson AD, Dihmis WC, Mediratta MK, Fabri BM, Chalmers JA. Timing of the intra-artic balloon support and 1-year survival. *J Cardio-thoracic Surg* 2005; 27: 887-892.
- Onorati F, De Feo M, Mastroroberto P, Cristodoro L, Pezzo F, Renzulli A, Cotrufo M. Determinants and prognosis of myocardial damage after coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 2005; 79: 837-845.