

Ligonų kontingento pokyčiai atliekant pakartotines miokardo revaskulizacijos operacijas

Changing profile of patients undergoing redo coronary artery bypass operation

Šarūnas Kinduris^{1,2}, Algimantas Budrikis¹, Juozas Sakalauskas¹,
Algimantas Sasnauskas¹, Saulius Giedraitis¹

¹ Kauno medicinos universiteto klinikų Širdies, krūtinės ir kraujagyslių chirurgijos klinika,
Eivenių g. 2, LT-50009 Kaunas

² Kauno medicinos universiteto Biomedicininų tyrimų institutas, Eivenių g. 4, LT-50009 Kaunas
El. paštas: kinsar@gmail.com

¹ Hospital of Kaunas University of Medicine, Department of Cardiothoracic and Vascular Surgery,
Eivenių str. 2, LT-50009 Kaunas, Lithuania

² Kaunas University of Medicine, Institute for Biomedical Research, Eivenių str. 4, LT-50009 Kaunas
E-mail: kinsar@gmail.com

Įvadas / tikslas

Per pastaruosius kelis dešimtmečius pakartotinės operacijos (PO), nepaisant didelių pirminių skaičiaus svyravimų, sudaro nuo 2% iki 6% visų miokardo revaskulizacijos (MR) atvejų. Darbo tikslas – įvertinti ligonių, kuriems atliktos pakartotinės miokardo revaskulizacijos operacijos, kontingento pokyčius.

Ligoniai ir metodai

Atlikta retrospektyvioji duomenų analizė 80 ligonių, kuriems nuo 2001 m. sausio iki 2006 m. gruodžio Kauno medicinos universiteto Širdies, krūtinės ir kraujagyslių chirurgijos klinikoje atlikta pakartotinė MR operacija dirbtinės kraujo apytakos sąlygomis.

Rezultatai

Norėdami įvertinti operuojamo kontingento pokyčius, tiriamuosius ligonius suskirstėme į keturias grupes: pakartotinė ir pirminė operacijos atliktos 2001–2004 metais – atitinkamai A (53 ligoniai) ir B (1775 ligoniai) grupės; pakartotinė ir pirminė operacijos atliktos 2005–2006 metais – atitinkamai C (27 ligoniai) ir D (1053 ligoniai) grupės. Tyrimo rezultatai parodė, kad pooperacinis A grupės ligonių mirštamumas 7,5% (4 ligoniai), B grupės – 3,2% (57 ligoniai), C grupės – 7,4% ir D grupės – 2,2%. Operacijų rizikai vertinti naudota kardiochirurgijoje priimta EuroSCORE sistema. Analizuojamaisiais laikotarpiais B ir D grupių ligonių tiek rizikos vertinimas balais (atitinkamai $6,3 \pm 3,3$ ir $6,6 \pm 3,2$), tiek prognozuojamu mirštamumu (9,0% ir 9,5%) nesiskyrė, o pakartotinių operacijų grupėse analogiški rodikliai sumažėjo (atitinkamai $9,98 \pm 4,4$ ir $8,3 \pm 2,2$ bei 23,9% ir 13,0%).

Išvados

Remiantis šio tyrimo rezultatais galima teigti, kad pakartotinė miokardo revaskulizacijos operacija per pastaruosius dvejus metus atliekama jaunesniems ligoniams, laikotarpis tarp operacijų ilgesnis. Tam, kad dažnesnė operacijos indikacija buvo jungčių nepratekamumas nei aterosklerozinio proceso progresavimas natyvinėse arterijose, galėjo turėti įtakos pastaruoju dešimtmečiu gerokai patobulėję konservatyvūs ir intervenciniai gydymo metodai kardiologijoje ir mažas kardiochirurgų atliekamų operacijų skaičius.

Pagrindiniai žodžiai: pakartotinė operacija, miokardo revaskulizacija, jungčių pratekamumas

Background / objective

Redo coronary artery bypass surgery (RE CABG) operations represent about 2–6% of CABG operations. The aim of the study was to evaluate the profile of patients undergoing redo coronary artery bypass operations.

Patients and methods

Retrospective analysis of 80 patients operated on for RE CABG in the Clinic of Cardiothoracic and Vascular Surgery of Kaunas University of Medicine was performed.

Results

To evaluate the profile of the patients, they were divided into four groups: redo and primary operations performed during 2001–2004 – groups A (53 patients) and B (1775) respectively; redo and primary operations performed in 2005–2006 – groups C (27 patients) and D (1053 patients) respectively. There was a 7.5% (4 patients) postoperative mortality in group A and 3.2% (57 patients) in group B. During 2005–2006, postoperative mortality was 7.4% and 2.2% respectively. The EuroSCORE system, well known in cardiac surgery, was used for operative risk assessment. Operative risk and predictive mortality in B and D groups during both evaluation periods was not significantly different (6.3 ± 3.3 and 6.6 ± 3.2 respectively and 9.0% and 9.5% respectively). On the other hand, evaluation of redo operations showed a decrease of these values with time (9.98 ± 4.4 and 8.3 ± 2.2 ; 23.9% and 13.0%, respectively).

Conclusions

Results of the study have shown that RE CABG operations over the last two years have been performed for younger patients. Time interval between operations is longer and is associated with changes in the treatment of ischemic heart disease, but not with changes in the demographical situation in the country. Advanced conservative and invasive methods in cardiology during the last decade could influence the fact that an indication for RE CABG became graft obstruction but not the progress of atherosclerosis in native coronary arteries.

Key words: reoperation, coronary artery bypass, graft patency

Išvadas

Pastarųjų kelių dešimtmečių laikotarpiu pakartotinės operacijos (PO), nepaisant didelių pirminių skaičiaus svyravimų, sudaro nuo 2% iki 6% visų miokardo revaskulizacijos (MR) atvejų [1–3]. Analizuojant medicinos literatūrą paaiškėjo, kad PO ligonių kontingentas vertinamas labai skirtingai. 1990 metų darbuose [2, 4, 5] pabrėžiama, kad PO ligoniai vyresni, dažniau serga gretutinėmis ligomis ir jiems reikia skubios operacijos, o tyrimai, pateikti po 2000 metų [1, 6], pažymi, kad pakartotinės operacijos atliekamos planine tvarka dėl aterosklerozinio proceso progresavimo natyvinėse vainikinėse arterijose, kai anamnezėje keletas angioplastikos procedūrų bei stebimas ilgesnis laikotarpis tarp operacijų. Darbo tikslas – įvertinti ligonių, kuriems atliktos pakartotinės miokardo

revaskulizacijos operacijos, kontingento pokyčius per 2001–2006 metus.

Ligonai ir metodai

Atlikta retrospektyvioji duomenų analizė 80 ligonių, kuriems nuo 2001 m. sausio iki 2006 m. gruodžio Kauno medicinos universiteto Širdies, krūtinės ir kraujagyslių chirurgijos klinikoje atlikta pakartotinė MR operacija dirbtinės kraujo apytakos sąlygomis. Ligoniai, kuriems atlikta kompleksinė operacija ar MR ne DKA sąlygomis, į tiriamųjų kontingentą neįtraukti. Analizuojamuoju laikotarpiu atliktos 2828 pirminės MR operacijos, todėl pakartotinės operacijos sudarė 2,75% visų MR operacijų. Analizuojamos grupės ligonių amžiaus vidurkis – $66,0 \pm 7,9$ metų, pirminių – $64,4 \pm 9,3$ me-

1 lentelė. Ikioperaciniai demografiniai ir klinikiniai ligonių duomenys

Rodmenys	A grupė (n = 53)	B grupė (n = 1775)	C grupė (n = 27)	D grupė (n = 1053)
Amžiaus vidurkis (metai)	67,1 ± 7,5	65,1 ± 9,4	64,0 ± 8,3	64,4 ± 9,3
Vyrai / moterys (%)	11,3/88,7	30,8/69,1	11,1/88,9	33,5/66,5
Cukrinis diabetas (%)	22,6	7,4	11,1	9,6
Arterinė hipertenzija (%)	66,0	69,3	88,9	71,2
Periferinių arterijų ligos (%)	16,9	2,0	7,4	2,2
Neurologiniai sutrikimai (%)	5,7	1,6	7,4	1,4
Lėtinis inkstų nepakankamumas (%)	5,7	3,2	11,1	2,9
Lėtinė obstrukcinė plaučių liga (%)	7,5	3,2	3,7	2,6
Perkutaninė angioplastika (%)	7,5	3,0	22,2	4,7
Miokardo infarktas				
Prieš pirmąją operaciją (%)	45,3	40,8	74,1	51,0
Tarp operacijų (%)	24,5	–	48,1	–
KS IF < 35% (%)	26,4	12,6	37,0	14,1
Vainikinių arterijų pažeidimai (skaičius)				
2 (%)	9,4	33,7	25,9	31,1
3 (%)	84,9	50,1	70,4	42,5
EuroSCORE (balai)	9,98 ± 4,4	6,3 ± 3,3	8,3 ± 2,2	6,6 ± 3,2
EuroSCORE prognozuojamas mirštamumas (%)	23,9 ± 13,9	9,0 ± 8,9	13,0 ± 8,9	9,5 ± 8,2

IF – išstūmimo frakcija; KS – kairysis skilvelis

tų. Moterų ir vyrų santykis – atitinkamai 12,0/88% ir 33,1/66,9%.

Norėdami įvertinti operuojamų ligonių pokyčius, tiriamuosius suskirstėme į keturias grupes: pakartotinė ir pirminė operacijos atliktos 2001–2004 metais – atitinkamai A (53 ligoniai) ir B (1775 ligoniai) grupės; pakartotinė ir pirminė operacijos atliktos 2005–2006 metais – atitinkamai C (27 ligoniai) ir D (1053 ligoniai) grupės. Minėtų laiko tarpinių pasirinkimas analizei susijęs su tuo, kad 2001–2004 metais pakartotinai operuotų ligonių operacijų ypatumai buvo analizuoti [7]. Pakartotinių operacijų procentinė dalis abiem laikotarpiais – atitinkamai 2,9% ir 2,5%.

Pirmojoje lentelėje pateikiami ikioperaciniai demografiniai ir klinikiniai analizuojamųjų grupių ligonių duomenys. Arterinė hipertenzija diagnozuota, kai arterinis sistolinis kraujospūdis didesnis kaip 140 mm Hg, diastolinis – didesnis kaip 90 mm Hg arba ligonis vartoja vaistų nuo hipertenzijos. Inkstų funkcijos sutrikimas diagnozuotas, kai kreatinino kiekis kraujo serume didesnis kaip 120 mmol/l arba ligoniui iki operacijos atliekamos dializės. Neurologiniai sutrikimai diagnozuoti, jei ligos istorijoje užfiksuota smegenų insultas ar praeinantis smegenų išemijos priepuolis. Kvėpavimo funkcijos sutrikimas diagnozuotas ligoniams, sergantiems lėtine obstrukcine plaučių liga.

Ikioperacinės klinikinės ir angiografinės indikacijos, nulėmusios PO būtinybę, pateikiamos 2 lentelėje.

Miokardo revaskulizacija atlikta pagal standartinę metodiką normoterminės DKA sąlygomis, naudojant kristaloidinę šalčio kardioplegiją.

Statistinė analizė

Duomenys vertinti statistikos programa „SPSS v.12.0 for Windows“. Statistiniams analizuojamųjų kintamųjų vidurkių palyginimui taikytas Studento (t) kriterijus. Rezultatai pateikiami kaip aritmetinis vidurkis plius /minus standartinis nuokrypis (M ± SD). Skirtumas statistškai reikšmingas, kai p < 0,05.

Rezultatai

Analizuojant ligonių amžiaus pokyčius tiek pakartotinių, tiek pirminių operacijų ligonių grupėse konstatuotas statistiškai nereikšmingas (p > 0,05) amžiaus vidurkio sumažėjimas (1 lentelė). Nors procentinis moterų santykis tarp pirmą kartą operuojamųjų kiek padidėjo (atitinkamai 30,6% ir 33,5%), tačiau operuojamųjų pakartotinai išliko mažas ir pastovus (11,3% ir 11,1%). Nors insuliniu koreguojamo diabeto atvejų pirminių operacijų grupėje daugėjo (atitinkamai 7,4% ir 9,6%), pakartotinių operacijų grupėje buvo statistiškai reikšmingas (p < 0,01)

2 lentelė. Ikioperacinės indikacijos atlikti pakartotinę miokardo revaskulizacijos operaciją

Rodmenys	A grupė	C grupė
Klinikinės indikacijos pakartotinei operacijai		
Laikotarpis iki pakartotinio krūtinės anginos pasireiškimo (mėn.)	76,4 ± 48,2	84,8 ± 59,1
Ribos (mėn.)	1 – 192	3 – 214
Laikotarpis iki pakartotinės operacijos (mėn.)	93,9 ± 49,0	108,6 ± 58,9
Ribos (mėn.)	3 – 204	10 – 216
Angiografinės indikacijos pakartotinei operacijai		
Jungčių nepratekamumas (%)	19 (35,8)	13 (48,1)
Tolesnis AP bei jungčių nepratekamumas (%)	30 (56,6)	14 (51,9)
Tolesnis AP be jungčių pratekamumo pokyčių (%)	4 (7,5)	–
Jungčių nepratekamumas, diagnozuotas iki 12 mėn.	4 (8,2)	1 (3,7)
Jungčių nepratekamumas, diagnozuotas 5–10 metų laikotarpiu	33 (67,3)	13 (48,1)
Jungčių nepratekamumas, diagnozuotas vėliau nei po 10 metų	12 (24,5)	13 (48,1)

AP – aterosklerozinis procesas

3 lentelė. Angiografinis pirminės operacijos metu suformuotų jungčių įvertinimas

Rodmenys	A grupė	C grupė
Buvo suformuota veninių jungčių (sk.)	132	69
Funkcionuoja veninių jungčių (sk.)	46 (34,8%)	11 (15,9%)
Buvo suformuota arterinių jungčių (sk.)	34	19
Funkcionuoja arterinių jungčių (sk.)	26 (76,5%)	13 (68,4%)
Buvo suformuota jungčių (sk.)	166	88
Funkcionuoja jungčių (sk.)	71 (42,8%)	24 (27,3%)
Buvo suformuota jungčių (jungtis/lig.)	3,5 ± 1,0	3,3 ± 0,9
Diagnozuota funkcionuojančių jungčių (jungtis/lig.)	1,5 ± 1,0	0,9 ± 0,9

sumažėjimas (22,6% ir 11,1%). Vertinant kitus klinikiškus A ir C ligonių grupių duomenis analizuojamais laiko tarpais pastebėta, kad statistiškai reikšmingai ($p < 0,05$) padaugėjo arterinės hipertenzijos ir lėtinio inkstų nepakankamumo atvejų (1 lentelė). Tenka konstatuoti, kad reikšmingai ($p < 0,001$) padažnėjusios perkutatinės angioplastikos (atitinkamai 7,5% ir 22,2%) galėjo daryti įtaką ir statistiškai reikšmingam ($p < 0,05$) miokardo infarkto atvejų padaugėjimui tiek ikioperaciniu (atitinkamai 45,3% ir 74,1%), tiek tarpoperaciniu laikotarpiu (24,5% ir 48,1%). Akivaizdžiai didesnis ligonių, kuriems diagnozuota labai sutrikusi kairiojo skilvelio funkcija (KSIF < 35%), skaičius susijęs su anksčiau minėtu miokardo infarkto atvejų padaugėjimu. Akivaizdžiai sumažėjo skubių operacijų skaičius (atitinkamai 4 ir 0 ligonių). Vertinant angiografines indikacijas atlikti pakartotinę operaciją paaiškėjo, kad gerokai dažniau ($p < 0,001$)

operacija atliekama ligoniams, kuriems koronarografijos būdu buvo nustatyta tik dviejų vainikinių arterijų pažeidimas (atitinkamai 9,4% ir 25,9%) ir jungčių nepratekamumas be žymesnio aterosklerozės progresavimo vainikinėse arterijose (35,8% ir 51,9%). Be to, sumažėjo atvejų, kai jungčių nepratekamumas diagnozuotas iki 12 mėn. (8,2% ir 3,7%), ir padaugėjo, kai diagnozuojama praėjus daugiau nei dešimt metų (24,5% ir 48,1%). Tai rodo ir laikotarpio iki krūtinės anginos atsinaujinimo (76,4 ± 48,2 mėn. ir 84,8 ± 59,1 mėn.) bei iki pakartotinės operacijos (93,9 ± 49,0 mėn. ir 108,6 ± 58,9 mėn.) vidurkių padidėjimas. Angiografinis pirminės operacijos metu suformuotų jungčių įvertinimas pateikiamas 3 lentelėje. Statistiškai reikšmingai blogesnis veninių (34,8% ir 15,9%) ir nereikšmingai arterinių (76,5% ir 68,4%) jungčių funkcionavimas nustatytas lyginant A ir C grupes. Tai atsispindi ir vertinant funkcio-

nuojančių jungčių vidurkį, kuris A grupėje – $1,5 \pm 1,0$, o C grupėje – $0,9 \pm 0,9$, nors pirminės operacijos metu jungčių suformuota abiejose grupėse beveik vienodai ($3,5 \pm 1,0$ ir $3,3 \pm 0,9$).

Tyrimo rezultatai parodė, kad pooperacinis A grupės ligonių mirštamumas sudaro 7,5% (4 ligoniai), o B grupės – 3,2% (57 ligoniai), C ir D grupių – atitinkamai 7,4% ir 2,2%. Operacijų rizikai vertinti naudota kardiochirurgijoje priimta EuroSCORE sistema [8]. Analizuojamaisiais laikotarpiais B ir D grupių ligonių tiek rizikos vertinimas balais ($6,3 \pm 3,3$ ir $6,6 \pm 3,2$), tiek prognozuojamu mirštamumu (9,0% ir 9,5%) nesiskyrė, o pakartotinių operacijų grupėse analogiški rodikliai ($9,98 \pm 4,4$ ir $8,3 \pm 2,2$ bei 23,9% ir 13,0%) sumažėjo.

Diskusija

Tyrimu bandyta įvertinti, ar per pastaruosius šešerius metus pakito ligonių, kuriems atliekamos pakartotinės miokardo revaskulizacijos operacijos, kontingentas. Nors pirminių operacijų kasmet atliekama vis daugiau, pakartotinių operacijų skaičius analizuojamais laikotarpiais išliko beveik vienodas (2,9% ir 2,5%), tai nurodoma ir daugumoje užsienio darbų [1, 5, 9]. Nors nemažai autorių teigia, kad mirštamumas dėl pakartotinių operacijų yra didesnis [9–16], tačiau šis rodiklis įvairiuose kardiochirurgijos centruose labai nevienodas (svyruoja nuo 4,2% iki 6,4%), todėl mūsų gauti rezultatai (7,4%) beveik nesiskiria nuo kitų šalių.

Vidinės krūtinės arterijos panaudojimas arterinėms jungtims suformuoti ir toliau išlieka „auksiniu standartu“, nes apie 90% jungčių funkcionuoja dešimt metų [11, 17, 18], tačiau mūsų analizuojamose pakartotinių opera-

cijų grupėse arterinių jungčių pratekamumas buvo 76,5% ir 68,4%. Užsienio autorių darbuose veninių jungčių dešimties metų funkcionavimas yra nuo 50% iki 61% [10–13]. Mūsų tyrimo rezultatai (34,8% ir 15,9% atitinkamose pakartotinių operacijų grupėse) lyg ir blogesni, tačiau detalesnė analizė parodė, kad dauguma nefunkcionuojančių jungčių buvo suformuota laikotarpiu, kai visiems ligoniams pradėtos formuoti dauginės sekvencinės veninės jungtys, o kitų centrų darbuose jau buvo pažymėta, kad vienos jungties nepratekamumas provokuoja visos kaskados (2–3 jungčių) užakimą [19, 20]. Be to, minėtu laikotarpiu mūsų klinikoje savarankiškai pradėję operuoti kardiochirurgai per metus atlikdavo nedaug operacijų, o daugelyje užsienio darbų tai nurodoma kaip rizikos veiksnys, turintis įtakos tam tikrą laiką didesniai pooperaciniam mirštamumui ir mažesniai jungčių funkcionavimo laikui dėl blogesnės jungties kokybės [21–23].

Išvados

Remiantis šio tyrimo rezultatais galima teigti, kad pakartotinė miokardo revaskulizacijos operacija per pastaruosius dvejus metus atliekama jaunesniems ligoniams, laikotarpis tarp operacijų ilgesnis, o tai susiję ne su demografiniais šalies rodikliais, bet su pakitusia išeminės širdies ligos gydymo taktika. Tam, kad dažnesnė operacijos indikacija buvo jungčių nepratekamumas nei aterosklerozės progresavimas arterijose, galėjo turėti įtakos pastaruoju dešimtmečiu gerokai patobulėję konservatyvūs ir intervenciniai gydymo metodai kardiologijoje ir mažas kardiochirurgų atliekamų operacijų skaičius.

LITERATŪRA

1. van Eck FM, Noyez L, Verheugt FW, Brouwer RM. Changing profile of patients undergoing redo-coronary artery surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002; 21(2): 205–211.
2. Akins CW, Buckley MJ, Daggett WM, Hilgenberg AD, Vlahakes GJ, Torchiana DF. Reoperative coronary grafting: changing patient profiles, operative indications, techniques, and results. *Ann Thorac Surg* 1994; 58(2): 359–364.
3. Czerny M, Zimpfer D, Kilo J, Gottardi R, Dunkler D, Wolner E. Coronary reoperations: recurrence of angina and clinical outcome with and without cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 2003; 75(3): 847–852.
4. Abramov D, Tamariz MG, Fremes SE, Guru V, Borger MA, Christakis GT. Trends in coronary artery bypass surgery results: a recent 9-year study. *Ann Thorac Surg* 2000; 70(1): 84–90.
5. Loop FD, Lytle BW, Gill CC, Golding LA, Cosgrove DM, Taylor PC. Trends in selection and results of coronary artery reoperations. *Ann Thorac Surg* 1983; 36(4): 380–388.
6. Yau TM, Borger MA, Weisel RD, Ivanov J. The changing pattern of reoperative coronary surgery: trends in 1230 consecutive reoperations. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000; 120(1): 156–163.
7. Kinduris S, Benetis R, Budrikis A. [Coronary reoperations: recurrence of angina and clinical outcome]. *Medicina (Kaunas)* 2005; 41(9): 727–732.
8. Nashef SA, Roques F, Michel P, Gauducheau E, Lemeshow S, Salamon R. European system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). *Eur J Cardiothorac Surg* 1999; 16(1): 9–13.

9. Di Mauro M, Iaco AL, Contini M, Teodori G, Vitolla G, Pano M. Reoperative coronary artery bypass grafting: analysis of early and late outcomes. *Ann Thorac Surg* 2005; 79(1): 81–87.
10. Dashwood M, Anand R, Loesch A, Souza D. Surgical Trauma and Vein Graft Failure: Further Evidence for a Role of ET-1 in Graft Occlusion. *J Cardiovasc Pharmacol* 2004; 44: S16–S19.
11. Goldman S, Zadina K, Moritz T, Ovitt T, Sethi G, Copeland JG. Long-term patency of saphenous vein and left internal mammary artery grafts after coronary artery bypass surgery: results from a Department of Veterans Affairs Cooperative Study. *J Am Coll Cardiol* 2004; 44(11): 2149–2156.
12. Dashwood MR, Anand R, Loesch A, Souza DS. Hypothesis: a potential role for the vasa vasorum in the maintenance of vein graft patency. *Angiology* 2004; 55(4): 385–395.
13. Shah PJ, Gordon I, Fuller J, Seevanayagam S, Rosalion A, Tatoulis J. Factors affecting saphenous vein graft patency: clinical and angiographic study in 1402 symptomatic patients operated on between 1977 and 1999. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003; 126(6): 1972–1977.
14. Connolly MW. New approaches to redo-coronary bypass grafting. *Am Heart Hosp J* 2003; 1(2): 158–163.
15. Machiraju VR. How to avoid problems in redo coronary artery bypass surgery. *J Card Surg* 2004; 19(4): 284–290.
16. Ott RA, Steedman R, Eugene J, Dajee A, Ott W, Tanner T. Reoperative coronary bypass surgery using normothermic cardiopulmonary bypass: comparison with first-time procedures. *Am Surg* 2001; 67(12): 1190–1194.
17. Berger A, MacCarthy PA, Siebert U, Carlier S, Wijns W, Heyndrickx G. Long-term patency of internal mammary artery bypass grafts: relationship with preoperative severity of the native coronary artery stenosis. *Circulation* 2004; 110(11 Suppl 1): II36–II40.
18. Shah PJ, Durairaj M, Gordon I, Fuller J, Rosalion A, Seevanayagam S. Factors affecting patency of internal thoracic artery graft: clinical and angiographic study in 1434 symptomatic patients operated between 1982 and 2002. *Eur J Cardiothorac Surg* 2004; 26(1): 118–124.
19. Christenson JT, Schmuziger M. Sequential venous bypass grafts: results 10 years later. *Ann Thorac Surg* 1997; 63(2): 371–376.
20. Christenson JT, Simonet F, Schmuziger M. Sequential vein bypass grafting: tactics and long-term results. *Cardiovasc Surg* 1998; 6(4): 389–397.
21. Hannan EL, Wu C, Bennett EV, Carlson RE, Culliford AT, Gold JP. Risk stratification of in-hospital mortality for coronary artery bypass graft surgery. *J Am Coll Cardiol* 2006; 47(3): 661–668.
22. Wu C, Hannan EL, Ryan TJ, Bennett E, Culliford AT, Gold JP. Is the impact of hospital and surgeon volumes on the in-hospital mortality rate for coronary artery bypass graft surgery limited to patients at high risk? *Circulation* 2004; 110(7): 784–789.
23. Hannan EL, Wu C, Ryan TJ, Bennett E, Culliford AT, Gold JP. Do hospitals and surgeons with higher coronary artery bypass graft surgery volumes still have lower risk-adjusted mortality rates? *Circulation* 2003; 108(7): 795–801.