

Impacto da Disfunção Renal na Evolução Intra-hospitalar após Cirurgia de Revascularização Miocárdica

Impact of Renal Failure on In-hospital Outcomes after Coronary Artery Bypass Surgery

Roberto Ramos Barbosa, Priscila Feitoza Cestari, Julhano Tiago Capeletti, Gustavo Magnus T. L. S. R. Peres, Tania L. Pozzo Ibañez, Patrícia Viana da Silva, Jorge A. Farran, Vivian Lerner Amato, Pedro Silvio Farsky

Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia, São Paulo, SP - Brasil

Resumo

Fundamento: A doença renal crônica (DRC) é um marcador de mortalidade na cirurgia de revascularização miocárdica (CRM).

Objetivo: Avaliar em pacientes com DRC submetidos a CRM as características clínicas e os marcadores de morbimortalidade hospitalar; comparar a evolução intra-hospitalar entre os grupos com e sem DRC, e com e sem desenvolvimento de insuficiência renal aguda (IRA).

Métodos: Foram analisadas as CRM isoladas realizadas num hospital público cardiológico de 1999 a 2007. Considerado disfunção renal quando creatinina > 1,5 mg/dl. Avaliaram-se características clínicas, mortalidade e complicações pós-operatórias conforme a função renal.

Resultados: De 3.890 pacientes, 362 (9,3%) tinham DRC. Esse grupo apresentava idade mais avançada, maior prevalência de hipertensão, disfunção ventricular esquerda, acidente vascular encefálico (AVE) prévio, doença arterial periférica e triarteriais. No pós-operatório, apresentou maior incidência de AVE (5,5% vs 2,1%), fibrilação atrial (16 vs 8,3%), síndrome de baixo débito cardíaco (14,4% vs 8,5%), maior tempo de internação na unidade de terapia intensiva (4,04 vs 2,83 dias), e maior mortalidade intra-hospitalar (10,5% vs 3,8%). Sexo feminino, tabagismo, diabetes e doença vascular periférica e/ou carotídea associaram-se com maior mortalidade no grupo DRC. Pacientes que não desenvolveram IRA pós-operatória apresentaram 3,5% de mortalidade; grupo IRA não dialítica: 35,4%; grupo IRA dialítica: 66,7%. Calculando-se a taxa de filtração glomerular, observou-se aumento da mortalidade conforme o aumento da classe da DRC.

Conclusão: Pacientes com DRC submetidos a CRM constituem população de elevado risco, apresentando maior morbimortalidade. IRA pós-operatória é importante marcador de mortalidade. A taxa de filtração glomerular foi inversamente relacionada com mortalidade. (Arq Bras Cardiol 2011; 97(3) : 249-253)

Palavras-chave: Insuficiência renal crônica, revascularização miocárdica/mortalidade, morbidade, prognóstico, tempo de internação, unidade de terapia intensiva.

Abstract

Background: Chronic kidney disease (CKD) is a predictor of increased mortality in patients undergoing coronary artery bypass surgery (CABG).

Objective: To evaluate the characteristics and predictors of increased mortality in the CKD population submitted to CABG. To compare in-hospital outcomes between patients with and without CKD, and with and without development of acute renal failure (ARF).

Methods: Retrospective analysis of a prospective database of all isolated CABG performed in a single public tertiary hospital from 1999 to 2007. CKD was considered when creatinine > 1.5 mg/dl. Clinical characteristics, mortality and post-operative complications were evaluated according to renal function.

Results: Of 3,890 patients, 362 (9.3%) had CKD. This population was older, presented greater prevalence of hypertension, left ventricular dysfunction, previous stroke, peripheral vascular disease and three-vessel disease. In-hospital outcomes revealed greater incidence of stroke (5.5% vs 2.1%), atrial fibrillation (16 vs 8.3%), low cardiac output syndrome (14.4% vs 8.5%), longer stay in intensive care unit (4.04 vs 2.83 days), and greater mortality (10.5% vs 3.8%). Logistic regression: female gender, smoking, diabetes and peripheral vascular disease were associated with higher in-hospital mortality within the CKD group. Patients who did not develop post-operative ARF presented 3.5% mortality; non-dialytic ARF: 35.4%; dialytic ARF: 66.7% mortality. Mortality was directly related to the stage of CKD, according to glomerular filtration rate.

Conclusion: CKD patients submitted to CABG represent a high risk population, with increased incidence of complications and mortality. Post-operative ARF is a strong in-hospital mortality predictor. Glomerular filtration rate was inversely related to mortality. (Arq Bras Cardiol 2011; 97(3) : 249-253)

Keywords: Renal insufficiency, chronic; myocardial revascularization/mortality; morbidity; prognostic; length of stay; intensive care units.

Full texts in English - <http://www.arquivosonline.com.br>

Correspondência: Pedro Silvio Farsky •

Rua Alberto Faria, 248, Alto de Pinheiros - 05459-000 - São Paulo, SP - Brasil
E-mail: farskyp@uol.com.br

Artigo recebido em 14/11/10; revisado recebido em 29/11/10; aceito em 23/02/11.

Introdução

A disfunção renal crônica (DRC) é um marcador de risco em pacientes portadores de doença arterial coronariana (DAC)¹. Nos pacientes submetidos a cirurgia de revascularização do miocárdio (CRM), a DRC está associada com maior tempo de internação e maiores taxas de morbimortalidade hospitalar^{2,4}. A DRC, mesmo que leve a moderada, implica elevação da mortalidade após CRM, sendo o prognóstico ainda mais reservado nos pacientes com doença renal crônica em fase terminal⁵. Ademais, necessidade de procedimentos dialíticos no período pós-operatório está associada a importante elevação da mortalidade hospitalar, e a sua incidência é mais elevada nos portadores de DRC prévia a cirurgia cardíaca^{4,6,7}.

Os pacientes portadores de DRC são mais idosos, apresentam maior prevalência de diabete e hipertensão arterial, fatores esses também associados a maior morbimortalidade operatória. Apesar dessa associação, acredita-se que a doença renal crônica seja um marcador independente de mortalidade hospitalar e em longo prazo⁸. Os escores de risco cirúrgico utilizam habitualmente a DRC como marcador de maior risco cirúrgico⁹⁻¹¹.

Apesar de a disfunção renal ser um conhecido fator de maior risco em pacientes submetidos a CRM, as características dos pacientes portadores de DRC são pouco conhecidas, bem como os fatores associados a maior morbimortalidade nesse grupo específico de pacientes.

Objetivo

Este estudo teve como objetivo primário avaliar o impacto da doença renal crônica na morbidade (tempo de internação na unidade de terapia intensiva, ocorrência de fibrilação atrial, síndrome de baixo débito cardíaco e acidente vascular encefálico) e mortalidade hospitalares após CRM, e identificar os fatores associados a maior mortalidade hospitalar no grupo com DRC. Os objetivos secundários foram: avaliar o efeito da insuficiência renal aguda no pós-operatório sobre a mortalidade hospitalar; analisar a relação entre os níveis de creatinina e hemoglobina no pré-operatório; avaliar a importância do uso da taxa de filtração glomerular calculado pela fórmula de Cockcroft-Gault¹², definindo-se a mortalidade encontrada para cada classe de DRC.

Métodos

Foi realizada uma análise retrospectiva de um banco de dados coletado prospectivamente, no período de 1º de janeiro de 1999 até 31 de dezembro de 2007, de todas as CRM isoladas em uma instituição cardiológica terciária de ensino. Foram excluídas as cirurgias com procedimentos associados, como implante de próteses e plastias valvares, correção de aneurismas e endarterectomia de carótidas. Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética local.

Definiu-se como mortalidade operatória hospitalar aquela que ocorre em até 30 dias da data da cirurgia, ou durante a internação hospitalar, independentemente do tempo decorrido desde a operação¹³. Foram avaliados os parâmetros clínicos, laboratoriais, hemodinâmicos, operatórios e dados de pós-operatório.

Considerou-se DRC a presença de uma creatinina plasmática pré-operatória > 1,5 mg/dl; considerou-se IRA a elevação pós-operatória da creatinina plasmática \geq 50% em relação aos níveis basais, ou a necessidade de diálise no pós-operatório em pacientes que não a realizavam antes da CRM.

Utilizou-se o modelo de risco pré-operatório *European System for Cardiac Operative Risk Evaluation* (EuroSCORE)¹¹ para o cálculo do risco de cada paciente. Foi calculado também o *clearance* de creatinina por meio da fórmula de Cockcroft-Gault¹² para todos os pacientes.

Para comparações de variáveis categóricas foi utilizado o teste do Qui-Quadrado, e para variáveis contínuas, o teste *t* de *Student*, sendo considerados estatisticamente significativos valores de $p < 0,05$. Modelos de regressão logística foram utilizados considerando-se a mortalidade como a variável dependente¹³.

Foram comparados os grupos DRC e não DRC em relação às suas características clínicas basais pré-operatórias, ao tempo de permanência em dias na unidade de terapia intensiva, e à ocorrência de complicações (fibrilação atrial, síndrome de baixo débito cardíaco e acidente vascular encefálico) e óbito na fase intra-hospitalar da evolução pós-operatória.

No grupo DRC, foi analisada a correlação entre os valores de creatinina e hemoglobina sérica na data mais próxima da cirurgia, com um intervalo máximo de 30 dias.

Foram construídas curvas ROC para variáveis numéricas referentes à mensuração da função renal e à hemoglobina sérica, em comparação com a mortalidade, a fim de se determinar níveis considerados como pontos de corte para marcadores de mortalidade hospitalar.

Resultados

Dos 3.890 pacientes submetidos a CRM isolada no período, 362 (9,3%) eram portadores de DRC. A tabela 1 descreve as características clínicas basais de cada grupo. Os pacientes portadores de DRC constituem um grupo de maior risco, apresentando um EuroSCORE significativamente mais elevado quando comparado com o grupo sem DRC. O escore mais elevado não foi justificado apenas pela presença da DRC.

Na tabela 2 estão descritas as taxas mais elevadas de complicações do grupo DRC.

Com a finalidade de identificar os fatores relacionados ao óbito no grupo DRC, foi utilizada análise de regressão logística (tab. 3). O sexo feminino, tabagismo, diabete, e doença vascular periférica e/ou carotídea foram associados com maior mortalidade.

O desenvolvimento de insuficiência renal aguda (IRA) resultou em importante incremento da mortalidade, de 3,5% no grupo que não desenvolveu IRA, em comparação a 35,4% no grupo que desenvolveu IRA não dialítica no pós-operatório e 66,7% no grupo IRA que necessitou terapia de diálise ($p = 0,001$).

Níveis mais baixos de hemoglobina no pré-operatório imediato estiveram correlacionados com maior gravidade da disfunção renal, medida pela creatinina sérica (Rho correlação = -0,368, $p < 0,001$). No grupo DRC, o valor médio da

Tabela 1 - Características populacionais dos indivíduos submetidos a cirurgia de revascularização miocárdica

	Grupo DRC*	Grupo não DRC	Valor de p
Número de pacientes	362	3.528	
Idade média (anos)	68	62	<0,001
Sexo feminino	20,7%	34,3%	<0,001
Hipertensão arterial	86,7%	79,4%	<0,001
Diabete	40,6%	37,5%	0,245
Tabagismo	15,2%	20,3%	0,047
Infarto do miocárdio prévio	49,4%	47,4%	0,468
Acidente vascular encefálico prévio	6,4%	3,2%	0,002
Dislipidemia	65,7%	73,8%	0,002
FE < 50%	50,3%	33,3%	<0,001
Doença vascular periférica/carotídea	25,4%	9,8%	<0,001
Doença coronariana triarterial	59,4%	51,4%	<0,001
Lesão em tronco de coronária esquerda	18,2%	15,7%	0,12
EuroSCORE (percentil 50)	8,0	4,0	<0,001

*DRC - doença renal crônica.

Tabela 2 - Ocorrência de eventos (complicações e óbito) na evolução pós-operatória intra-hospitalar

	Grupo DRC*	Grupo não DRC	Valor de p
Tempo na UTI† (dias)	4,04	2,83	<0,001
Fibrilação atrial	16	8,3	<0,001
Síndrome de baixo débito cardíaco	14,4	8,5	<0,001
Acidente vascular encefálico	5,50%	2,10%	0,001
Óbito	10,50%	3,80%	<0,001

*DRC - doença renal crônica, †UTI - unidade de terapia intensiva.

creatinina foi de 2,1 mg/dl (\pm 0,6), e o valor médio da hemoglobina foi de 12,3 mg/dl (\pm 1,9 mg/dl).

Quando a disfunção renal é medida pela fórmula de Cockcroft-Gault¹² (tab. 4) para cálculo da taxa de filtração glomerular, verificamos uma maior prevalência da classe III de disfunção renal, e aumento da mortalidade conforme o aumento da classe da DRC¹⁴.

Não foi possível detectar valores de corte da creatinina sérica ou da depuração de creatinina pela análise das curvas ROC a partir do qual haveria aumento significativo do desfecho óbito.

Tabela 3 - Fatores associados à mortalidade pós-operatória dentre os pacientes com doença renal crônica

	OR*	IC 95%†	p
Sexo feminino	2,79	1,23 – 6,33	0,014
Hipertensão arterial	1,99	0,666 – 5,94	0,218
Diabete	7,19	1,32 – 39,08	0,022
Tabagismo	2,91	1,31 – 8,76	0,047
Infarto do miocárdio prévio	3,93	0,704 – 22,03	0,119
Acidente vascular encefálico prévio	1,03	0,985 – 1,08	0,193
Dislipidemia	1,08	0,511 – 2,31	0,827
Disfunção ventricular esquerda (ventriculografia)	0,713	0,343 – 1,48	0,366
Doença vascular periférica/carotídea	3,56	1,64 – 7,75	0,009
Doença coronariana triarterial	0,694	0,244 – 1,97	0,494
Lesão em tronco de coronária esquerda	0,997	0,373 – 2,66	0,995

*OR - odds ratio; †IC 95% - intervalo de confiança no percentil 95.

Tabela 4 - Classificação da função renal e mortalidade intra-hospitalar

	Disfunção renal e mortalidade			
	1 e 2	3	4	5
Classe da disfunção renal				
Total de pacientes	21 (7,9%)	186 (69,9%)	47 (17,7%)	12 (4,5%)
Mortalidade	4,8%	18,8%	31,9%	33,3%

Discussão

Nesta análise de 3.890 pacientes submetidos a CRM isolada ao longo de seis anos (1999 a 2007) foram encontrados 362 (9,3%) pacientes portadores de DRC, sendo esses com maior prevalência do sexo masculino, idade mais avançada, maior prevalência de hipertensão arterial sistêmica, acidente vascular encefálico prévio, doença arterial periférica, doença coronariana triarterial e disfunção ventricular esquerda, e, consequentemente, um EuroSCORE mais elevado.

Os pacientes portadores de DRC apresentaram maiores taxas de complicações operatórias e mortalidade, e, nesse grupo, após ajustes para os fatores de risco, correlacionaram-se com maior mortalidade sexo feminino, tabagismo, diabete e doença arterial periférica e/ou carotídea. A insuficiência renal aguda no pós-operatório foi associada com importante elevação da mortalidade, especialmente quando foi necessária terapia dialítica.

Na nossa amostra, encontramos uma prevalência de DRC de 9,3% similar à descrita por Zakeri e cols.¹⁵, de 10,4%. Definimos o valor acima de 1,5 mg/dl como DRC. Outros autores definem valores acima de 1,2 mg/dl, como utilizado por Jyrälä e cols.¹⁶, que encontraram aumento

da mortalidade a partir desse valor da creatinina no pré-operatório e outros autores definem valores de 2,26 mg/dl (< 200 micromol/l)¹³ como valor de corte para DRC, o qual é o mesmo utilizado pelo EuroSCORE¹¹. Valores definidos pela taxa de filtração glomerular são mais fidedignos para avaliação da função renal, sendo utilizados por alguns autores quando inferiores a 60 ml/min¹⁷.

Os valores de hemoglobina e os níveis de creatinina no pré-operatório apresentaram relação inversamente proporcional, demonstrando maior incidência de anemia conforme a piora da função renal, mas a identificação de um ponto de corte para aumento de mortalidade pela curva ROC não foi possível. Talvez isso se explique por existir uma correção sistemática da anemia antes e durante o ato operatório, geralmente por transfusão sanguínea, dificultando a real mensuração dessa; por conseguinte, a anemia não foi associada com mortalidade.

O maior número de comorbidades encontradas no grupo DRC é achado similar ao de estudos prévios, comparado a informações provenientes de grandes bancos de dados, como o banco de dados da STS (*Society of Thoracic Surgeons National Adult Cardiac*)³ e o banco de dados do Estado da Califórnia¹⁸. Os pacientes portadores de DRC apresentam maior prevalência de fatores associados com aumento da mortalidade operatória definidos por Jones e cols.⁹, como idade avançada, sexo feminino, doença arterial periférica, disfunção ventricular esquerda. O EuroSCORE¹⁹ inclui a disfunção renal como um fator de risco para mortalidade, bem como idade, sexo feminino, doença arterial periférica e disfunção ventricular esquerda. O banco de dados do STS aponta a disfunção renal grave como importante marcador de mortalidade hospitalar, associando DRC grave e dependência de diálise com uma razão de risco de 2,9 a 3,8 sobre a mortalidade³.

Neste estudo, um número significativo de pacientes foi avaliado, revelando uma mortalidade de 3,8% no grupo de não portadores de DRC e uma mortalidade significativamente mais elevada, de 10,5% ($p < 0,001$) nos pacientes portadores de DRC. Piegas e cols.²⁰ descrevem uma mortalidade nacional para a CRM de 6,22%, porém esses dados referem-se ao total de revascularizações, sem exclusão das cirurgias com procedimentos associados, os quais interferem na análise da mortalidade.

O desenvolvimento de IRA no pós-operatório foi associado a importantes elevações de mortalidade, especialmente quando a hemodiálise foi necessária. Mesmo pequenas alterações da função renal no pós-operatório são associadas a importantes elevações de mortalidade, conforme estudos de Litmathe e cols.²¹ e Machado e cols.²². O tempo de circulação extracorpórea (CEC) foi maior no grupo DRC, provavelmente relacionado ao maior número de vasos acometidos. Esse maior tempo não foi identificado pela análise de regressão logística como relacionada ao evento óbito. Diez e cols.²³ associaram um menor tempo de CEC a um menor aparecimento de disfunção renal no pós-operatório imediato da CRM. Na nossa amostra houve poucos casos operados sem a utilização da

CEC, portanto esse fator não foi analisado. Di Mauro e cols.²⁴ avaliaram a CRM com e sem o uso de CEC em pacientes portadores de DRC, definida por creatinina > 1,5 mg/dl, e não encontraram diferenças entre as diferentes estratégias em relação a piora da função renal.

Até recentemente, a maior parte dos estudos tem utilizado apenas a creatinina para a definição de DRC. A Sociedade Brasileira de Nefrologia definiu uma classificação em cinco níveis para a insuficiência renal¹⁴, baseada na taxa de filtração glomerular (TFG). De acordo com esses achados, foi verificada uma maior incidência de disfunção renal classe III, tendo sido encontrada uma mortalidade progressivamente mais elevada conforme a piora da função renal. Swart e cols.²⁵ encontraram uma correlação entre menor TFG e o risco de desenvolvimento de insuficiência renal aguda após a cirurgia, assim como Moore e cols.²⁶, que identificaram também correlação da TFG com o tempo de internação hospitalar. Lopes e cols.²⁷, por sua vez, acompanharam por cinco anos pacientes com doença coronariana de múltiplos vasos sob modalidades de tratamento diversas, e descreveram uma mortalidade significativamente maior no grupo com disfunção renal moderada, em comparação com disfunção renal leve e função renal normal, conforme a taxa de filtração glomerular²⁷. Nosso estudo também demonstrou essa associação inversa entre taxa de filtração glomerular e mortalidade.

Conclusões

Pacientes com DRC submetidos a CRM constituem uma população de risco mais elevado, evoluindo no pós-operatório com maiores taxas de complicações e mortalidade hospitalar. Nesse grupo, sexo feminino, tabagismo, diabetes e presença de doença vascular periférica e/ou carotídea se associaram a maior mortalidade no período pós-operatório. O desenvolvimento de IRA no pós-operatório esteve associado com importantes elevações da mortalidade, especialmente quando a terapia dialítica foi necessária. A gravidade da anemia foi diretamente relacionada com a gravidade da disfunção renal. Quando a disfunção renal foi calculada pela taxa de filtração glomerular (fórmula de Cockcroft-Gault), encontramos uma mortalidade hospitalar progressivamente mais elevada conforme a piora da função renal.

Potencial Conflito de Interesses

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

Vinculação Acadêmica

Não há vinculação deste estudo a programas de pós-graduação.

Referências

- Schiffirin EL, Lipman ML, Mann JF. Chronic kidney disease: effects on the cardiovascular system. *Circulation*. 2007;116(1):85-97.
- Anderson RJ, O'Brien M, MaWhinney S, VillaNueva CB, Moritz TE, Sethi GK, et al. Renal failure predisposes patients to adverse outcome after coronary artery bypass grafting. VA Cooperative Study #5. *Kidney Int*. 1999;55(3):1057-62.
- Cooper WA, O'Brien SM, Thourani VH, Guyton RA, Bridges CR, Szczech LA, et al. Impact of renal dysfunction on outcomes of coronary artery bypass surgery: results from the Society of Thoracic Surgeons National Adult Cardiac Database. *Circulation*. 2006;113(8):1063-70.
- Samuels LE, Sharma S, Morris RJ, Kuretu ML, Grunewald KE, Strong MD 3rd, III, et al. Coronary artery bypass grafting in patients with chronic renal failure: A reappraisal. *J Card Surg*. 1996;11(2):128-33.
- Mangano CM, Diamondstone LS, Ramsay JG, Aggarwal A, Herskowitz A, Mangano DT. Renal dysfunction after myocardial revascularization: risk factors, adverse outcomes, and hospital resource utilization. The Multicenter Study of Perioperative Ischemia Research Group. *Ann Intern Med*. 1998;128(3):194-203.
- Bianco AC, Timerman A, Paes AT, Gun C, Ramos RF, Freire RB, et al. [Prospective risk analysis in patients submitted to myocardial revascularization surgery]. *Arq Bras Cardiol*. 2005;85(4):254-61.
- Nakayama Y, Sakata R, Ura M, Itoh T. Long-term results of coronary artery bypass grafting in patients with renal insufficiency. *Ann Thorac Surg*. 2003;75(2):496-500.
- van de Wal RM, van Brussel BL, Voors AA, Smilde TD, Kelder JC, van Swieten HA, et al. Mild preoperative renal dysfunction as a predictor of long-term clinical outcome after coronary bypass surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2005;129(2):330-5.
- Jones RH, Hannan EL, Hammermeister KE, Delong ER, O'Connor GT, Luepker RV, et al. Identification of preoperative variables needed for risk adjustment of short-term mortality after coronary artery bypass graft surgery. The Working Group Panel on the Cooperative CABG Database Project. *J Am Coll Cardiol*. 1996;28(6):1478-87.
- Ranucci M, Castelvécchio S, Menicanti L, Frigiola A, Pelissero G. Risk of assessing mortality risk in elective cardiac operations: age, creatinine, ejection fraction, and the law of parsimony. *Circulation*. 2009;119(24):3053-61.
- Roques F, Nashef SA, Michel P, Gauducheau E, de VC, Baudet E, et al. Risk factors and outcome in European cardiac surgery: analysis of the EuroSCORE multinational database of 19030 patients. *Eur J Cardiothorac Surg*. 1999;15(6):816-22.
- Cockcroft DW, Gault MH. Prediction of creatinine clearance from serum creatinine. *Nephron*. 1976;16(1):31-41.
- Ferguson TB Jr, Dziuban SW Jr, Edwards FH, Eiken MC, Shroyer AL, Pairolero PC, et al. The STS National Database: current changes and challenges for the new millennium. Committee to Establish a National Database in Cardiothoracic Surgery, The Society of Thoracic Surgeons. *Ann Thorac Surg*. 2000;69(3):680-91.
- Romao Jr JE. Doença renal crônica: definição, epidemiologia e classificação. *J Bras Nefrol*. 2004;26(supl. 1):1-3.
- Zakeri R, Freemantle N, Barnett V, Lipkin GW, Bonser RS, Graham TR, et al. Relation between mild renal dysfunction and outcomes after coronary artery bypass grafting. *Circulation*. 2005;112(9 Suppl):I270-5.
- Jyrala A, Weiss RE, Jeffries RA, Kay GL. Effect of mild renal dysfunction (s-crea 1.2-2.2 mg/dl) on presentation characteristics and short- and long-term outcomes of on-pump cardiac surgery patients. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2010;10(5):777-82.
- Mehta RH, Hafley GE, Gibson CM, Harrington RA, Peterson ED, Mack MJ, et al. Influence of preoperative renal dysfunction on one-year bypass graft patency and two-year outcomes in patients undergoing coronary artery bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2008;136(5):1149-55.
- Yeo KK, Li Z, Yeun JY, Amsterdam E. Severity of chronic kidney disease as a risk factor for operative mortality in nonemergent patients in the California coronary artery bypass graft surgery outcomes reporting program. *Am J Cardiol*. 2008;101(9):1269-74.
- Nashef SA, Roques F, Hammill BG, Peterson ED, Michel P, Grover FL, et al. Validation of European System for Cardiac Operative Risk Evaluation (EuroSCORE) in North American cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2002;22(1):101-5.
- Piegas LS, Bittar OJ, Haddad N. Myocardial revascularization surgery (MRS): results from national health system (SUS). *Arq Bras Cardiol*. 2009;93(5):555-60.
- Litmathe J, Kurt M, Feindt P, Gams E, Boeken U. The impact of pre- and postoperative renal dysfunction on outcome of patients undergoing coronary artery bypass grafting (CABG). *Thorac Cardiovasc Surg*. 2009;57(8):460-3.
- Machado MN, Miranda RC, Takakura IT, Palmegiani E, Santos CA, Oliveira MA, et al. Acute kidney injury after on-pump coronary artery bypass graft surgery. *Arq Bras Cardiol*. 2009;93(3):247-52.
- Diez C, Haneya A, Brunger F, Philipp A, Hirt S, Rupprecht L, et al. Minimized extracorporeal circulation cannot prevent acute kidney injury but attenuates early renal dysfunction after coronary bypass grafting. *ASAIO J*. 2009;55(6):602-7.
- Di MM, Gagliardi M, Iaco AL, Contini M, Bivona A, Bosco P, et al. Does off-pump coronary surgery reduce postoperative acute renal failure? The importance of preoperative renal function. *Ann Thorac Surg*. 2007;84(5):1496-502.
- Swart MJ, Bekker AM, Malan JJ, Meiring A, Swart Z, Joubert G. The simplified modification of diet in renal disease equation as a predictor of renal function after coronary artery bypass graft surgery. *Cardiovasc J Afr*. 2010;21(1):9-12.
- Moore EM, Simpson JA, Tobin A, Santamaria J. Preoperative estimated glomerular filtration rate and RIFLE-classified postoperative acute kidney injury predict length of stay post-coronary bypass surgery in an Australian setting. *Anaesth Intensive Care*. 2010;38(1):113-21.
- Lopes NH, da Silva PF, Pereira A, Garzillo CL, Ferreira JF, Stolf N, et al. Mild chronic kidney dysfunction and treatment strategies for stable coronary artery disease. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2009;137(6):1443-9.