

Caso clinico

Origine anomala della coronaria destra dal seno di Valsalva sinistro: caso clinico e revisione della letteratura

Rosario Fiorilli, Maurizio Menichelli, Francesco De Felice, Antonio Parma, Roberto Violini

U.O. di Cardiologia Interventistica, A.O. San Camillo-Forlanini, Roma

Key words:
Coronary artery anomalies;
Sinus of Valsalva.

We describe the case of a patient in whom evaluation of effort angina revealed a tight stenosis of a right coronary artery anomalously arising from the left sinus of Valsalva, which was successfully treated by stent implantation.

The abnormal origin of the right coronary artery from the left aortic sinus coursing between the aorta and the pulmonary trunk is a rare congenital anomaly. It may remain asymptomatic, but can also cause major cardiac events, even in the absence of coronary atherosclerosis.

We discuss the clinical importance of this anomaly and review the literature concerning current views and therapy.

(G Ital Cardiol 2007; 8 (2): 123-128)

© 2007 AIM Publishing Srl

Ricevuto il 31 maggio 2006; nuova stesura il 21 novembre 2006; accettato il 24 novembre 2006.

Per la corrispondenza:

Dr. Rosario Fiorilli

U.O. di Cardiologia
Interventistica
A.O. San Camillo-
Forlanini
Circonvallazione
Gianicolense, 87
00152 Roma
E-mail:
rosario.fiorilli@tiscali.it

Caso clinico

Nell'ottobre 2005 giunse alla nostra osservazione un uomo di 62 anni, iperteso e diabetico non insulino-dipendente, con storia di pregresso infarto miocardico anteriore, da 3 mesi divenuto sintomatico per angina da sforzo. L'ecocardiogramma bidimensionale evidenziò moderata disfunzione contrattile del ventricolo sinistro e la miocardioscintigrafia mostrò ipoperfusione fissa anteriore e reversibile inferiore. Fu eseguita coronarografia per via arteriosa femorale destra che documentò occlusione all'origine della discendente anteriore, con tronco comune e circonflssa indenni. Nonostante reiterati tentativi non poté ottenersi opacizzazione selettiva della coronaria destra nella sua abituale posizione. Un'aortografia identificò l'anomala origine del vaso dal seno di Valsalva sinistro e una successiva iniezione semiselettiva con catetere Amplatz sinistro 1 (Cordis Corporation, Miami, FL, USA) mostrò che la coronaria destra era dominante con una stenosi critica al tratto medio (Figura 1), su cui si decise di intervenire con angioplastica coronarica. Furono effettuati prolungati tentativi di cannulazione del vaso con diversi cateteri guida 6F (Amplatz sinistro 1 e 2, Judkins sinistro 3.5, 4 e 4.5, XB 3.5 e 4 Cordis) nessuno dei quali però sufficientemente selettivo e supportivo da per-

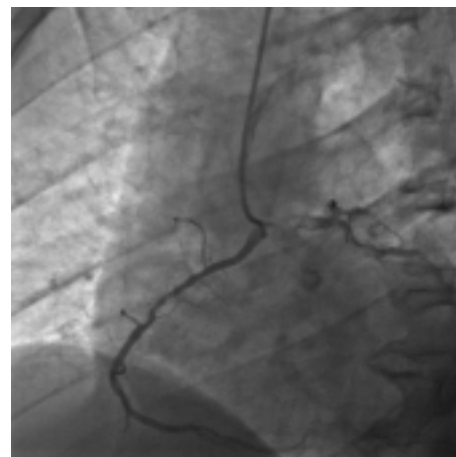


Figura 1. Coronaria destra in obliqua anteriore sinistra. Attraverso lo spillover di mezzo di contrasto si delinea l'origine del vaso dal seno di Valsalva sinistro. È presente stenosi critica al tratto medio.

mettere l'avanzamento di un filo guida. Dopo 2 h di tentativi, 50 min di fluoroscopia e la somministrazione di 500 ml di mezzo di contrasto, la procedura fu sospesa. Verificata la stabilità degli enzimi cardiaci e della creatininemia, 2 giorni più tardi fu effettuato ulteriore tentativo di angioplastica coronarica con approccio dall'arteria radiale destra. La coronaria destra poté essere cannulata agevolmente con catetere guida Amplatz sinistro 1 6F (Cordis) e sondata con filo guida BMW 0.014" (Guidant, Temecula,

CA, USA). La sua lesione al tratto medio fu predilatata con pallone Aqua 2.0 × 15 mm (Cordis), quindi “coperta” con stent Taxus 2.75 × 24 mm (Boston Scientific, Miami, FL, USA) rilasciato a 14 atm, con buon risultato angiografico (Figura 2).

A distanza di 8 mesi dalla procedura il paziente è asintomatico. Una recente tomografia computerizzata a 16 strati (LightSpeed Pro GE, Milwaukee, WI, USA) ha confermato l'origine anomala della coronaria destra dal seno di Valsalva sinistro e il suo successivo decorso “interarteriale” (tra radice aortica posteriormente e tronco polmonare anteriormente) per portarsi nella sua posizione abituale nel solco atrioventricolare destro; lo stent impiantato al tratto medio del vaso è risultato pervio (Figure 3 e 4).

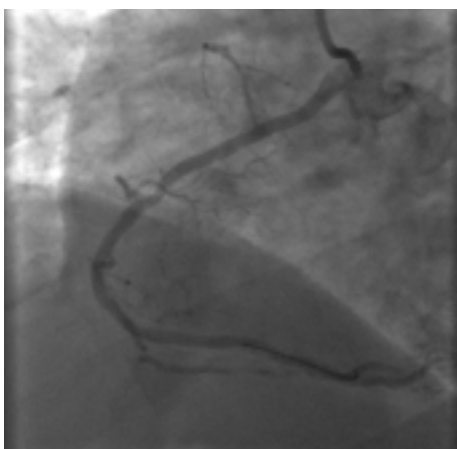


Figura 2. Coronaria destra in obliqua anteriore sinistra. Risultato angiografico dopo l'impianto di stent.

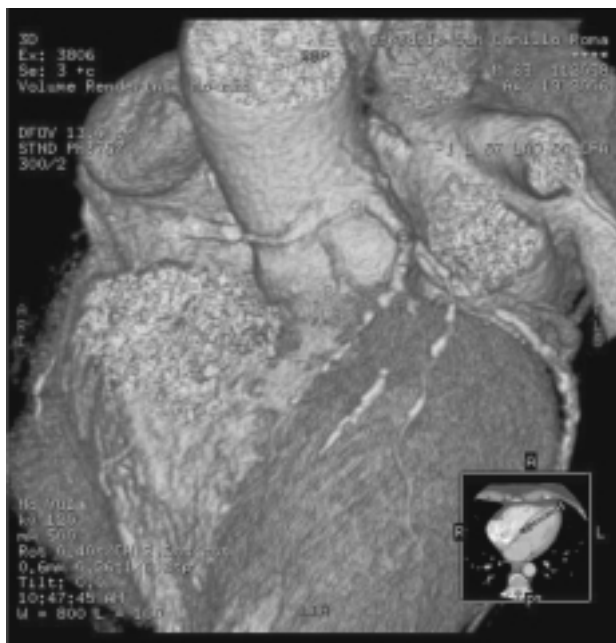


Figura 3. Tomografia computerizzata a 16 strati, immagine tridimensionale: mostra l'origine della coronaria destra dal seno di Valsalva sinistro.



Figura 4. Tomografia computerizzata a 16 strati, immagine assiale: mostra il decorso “interarteriale” dell'anomala coronaria destra.

Discussione

Il paziente presentato è un caso esemplificativo di origine anomala della coronaria destra dal seno di Valsalva sinistro.

Epidemiologia

Si tratta di un'anomalia coronarica congenita piuttosto rara, la cui prevalenza in serie autoptiche è compresa tra lo 0.019%¹ e lo 0.17%², ma raggiunge l'1.16% in una serie di 173 soggetti di età < 35 anni deceduti per morte improvvisa³. La sua prevalenza angiografica è superiore, compresa tra lo 0.03%⁴ e lo 0.92%⁵, alta particolarmente in alcuni gruppi etnici come la popolazione ispanica⁶ e quella di razza indiana⁷.

Nei diversi lavori costituisce dal 5.9% al 43.8% di tutte le anomalie coronariche^{6,8-11}, secondo alcuni¹² con una predilezione per il sesso maschile. È riportata in associazione con altre cardiopatie congenite (stenosi valvolare polmonare, aorta bicuspidica, trasposizione dei grandi vasi, ecc.), ma anche con valvulopatie reumatiche e degenerative¹³.

Patologia

L'aspetto anatomico distintivo è l'origine della coronaria destra dal seno di Valsalva sinistro, più spesso dal seno stesso (73.9% dei casi), più raramente dalla parete aortica al di sopra della giunzione seno-tubulare (26.1% dei casi)¹³. L'ostio coronarico è iuxtacommissurale¹⁴, situato anteriormente e talora superiormente a quello della coronaria sinistra ed è “slit-like” in un certo numero di casi^{15,16}. Subito dopo l'origine, la coronaria destra anomala si dirige con orientamento opposto a quello dell'orifizio aortico verso il basso e a destra, per portarsi nel solco atrioventricolare anteriore. Questo segmento iniziale può essere intramurale (e cioè inglo-

bato all'interno della tunica media dell'aorta)¹⁷; è quasi sempre "interarteriale" (tra radice aortica posteriormente e arteria polmonare anteriormente), solo di rado è anteriore al tronco polmonare¹⁰. Raggiunto il solco atrioventricolare anteriore, l'ulteriore decorso della coronaria destra avviene secondo le abituali modalità.

Quadro clinico

L'anomalia può essere del tutto benigna e asintomatica, costituendo così un occasionale riscontro angiografico e autoptico, per cui è stata a lungo considerata un'anomalia coronarica "minore"¹¹. Altre volte è sintomatica: può produrre angina¹⁸, sincope¹⁹, infarto miocardico²⁰ e morte improvvisa^{19,21}, anche in assenza di associate lesioni aterosclerotiche. I sintomi sono presenti esclusivamente in caso di decorso interarteriale ed è frequente che insorgano durante o subito dopo uno sforzo fisico, soprattutto in giovani atleti^{15,19,22}. Si ritiene che ciò sia legato alla dilatazione della radice aortica prodotta dall'esercizio fisico che può restringere un orifizio coronarico di morfologia ellissoidale¹⁵, causare spasmo²³, torsione o "kinking" di una coronaria angolata, oppure "comprimere" la coronaria nel suo decorso tra aorta e polmonare¹⁶. Può essere contemporaneamente operante più di un meccanismo: ne risulta una compromissione del flusso coronarico e l'insorgenza di ripetuti episodi ischemici¹⁶, il che giustifica i riscontri autoptici di aree di fibrosi e di multiple aree di necrosi che fanno da probabile substrato all'insorgenza di aritmie letali²⁴. Può associarsi una malattia coronarica aterosclerotica, anzi, secondo alcuni²⁵, l'anomala origine della coronaria destra dal seno di Valsalva sinistro costituisce fattore favorente l'aterosclerosi. In uno studio l'età media dei pazienti con coronaria destra malata ad origine anomala era di 10 anni inferiore rispetto a un gruppo di confronto con coronaria destra malata ma con origine normale²⁵.

Diagnosi

Una tempestiva identificazione dell'anomalia sarebbe importante per pianificare adeguate strategie preventive e terapeutiche, ma è di fatto resa problematica dai suoi elusivi aspetti diagnostici. A meno di coesistenti cardiopatie l'esame fisico è normale e così pure l'elettrocardiogramma basale¹⁶. Il test da sforzo può risultare negativo (anche in pazienti in seguito deceduti per morte improvvisa)^{16,21} e poco significativi sono i risultati della scintigrafia miocardica perfusionale²⁶. In popolazioni pediatriche e di giovani atleti l'ecocardiogramma transtoracico è risultato un'affidabile metodica di screening^{27,28}, ma è richiesta competente attenzione dell'operatore e acquisizione di immagini di elevata qualità. Sono suggestivi dell'anomalia: 1) l'assenza di ostio coronarico nel seno di Valsalva destro; 2) la presenza di uno spazio tubulare "echo-free" al davanti dell'aorta; 3) il riscontro di due osti coronarici nel seno di Valsalva sinistro²⁹.

Il *gold standard* diagnostico rimane l'angiografia coronarica³⁰. L'anomalia deve essere sospettata quando

la coronaria destra non sia visualizzata nella sua abituale posizione, né con un'opacizzazione del seno di Valsalva destro o con una iniezione selettiva della coronaria sinistra¹⁰. Un'aortografia biplana o in obliqua sinistra può costituire il primo "step" in questi casi¹³. Nei rari pazienti in cui non sia possibile un'opacizzazione selettiva del vaso e comunque quando si vogliono studiare i rapporti tridimensionali dell'anomalia con le strutture circostanti (in particolare i grandi vasi) sono di ausilio altre tecniche di imaging (ecocardiografia transesofagea³¹, risonanza magnetica nucleare³², tomografia computerizzata multistrato³³). Di queste, la tomografia computerizzata multistrato comporta esposizione alle radiazioni ionizzanti, ma ha la più alta capacità di risoluzione spaziale e costituisce la tecnica standard per la valutazione delle anomalie coronariche³³.

Stratificazione del rischio

È uno degli aspetti più controversi e di più difficile risoluzione, anche in considerazione della bassa prevalenza dell'anomalia e dell'imprevedibilità dei sintomi. L'origine della coronaria destra dal seno di Valsalva sinistro comporta un sostanziale rischio di morte improvvisa (sia pure inferiore a quello rilevato nell'origine della coronaria sinistra dal seno di Valsalva destro con decorso interarteriale), ma l'entità di questo rischio non è nota ed è erroneo desumerla sulla base di dati autoptici³⁴. È un dato di fatto che l'anomalia possa rimanere del tutto asintomatica e che probabilmente giochi un ruolo l'estensione del miocardio perfuso dalla coronaria anomala, ma alcuni elementi sono predittivi del rischio di futuri eventi:

- la presenza di sintomi, come sincope o angina, che sia pure in una minoranza dei casi possono precedere l'episodio di morte improvvisa²²;
- l'età giovanile: in uno studio che ha indagato i predittori di morte improvvisa, di tutti i parametri considerati solo l'età < 30 anni è risultata associata ad un significativo rischio dell'evento³⁵ e questi dati sono stati confermati anche in altre serie²⁶;
- l'ischemia inducibile in sede inferiore, documentata con eco-stress o con scintigrafia miocardica da sforzo³⁶.

Va tuttavia ribadito che uno stress test negativo non esclude l'evenienza di un'ischemia intermittente anche fatale¹⁶, che i soggetti di età > 35 anni hanno rischio di eventi basso, ma non nullo^{19,37} e che la morte improvvisa è per lo più la prima manifestazione dell'anomalia (nella più vasta rassegna sull'argomento, su 52 pazienti, il 25% morì improvvisamente e quasi tutti erano stati precedentemente asintomatici¹⁵). Dunque sono attesi nuovi e più decisivi contributi per la stratificazione del rischio. Un elemento di interesse può venire dall'esplorazione mediante ecografia intravascolare: è stato dimostrato che la porzione interarteriale del vaso presenta una compressione laterale del lume (fasica durante il ciclo cardiaco, maggiore in sistole), ma con ampie variazioni individuali, il che potrebbe spiegare i diversi quadri clinici e prognostici che può assumere l'anomalia³⁸.

Indicazioni e modalità di trattamento

La correzione chirurgica è raccomandata nei soggetti giovani e sintomatici o con ischemia inducibile in sede inferiore³⁹. Quando l'anomalia si rinviene in soggetti adulti può essere giustificato il trattamento medico⁴⁰; l'angioplastica coronarica costituisce una valida alternativa in caso di associata coronaropatia^{39,41}.

Chirurgia

Sono possibili almeno tre opzioni, selezionabili secondo il meccanismo fisiopatologico dell'ischemia, ciascuna gravata da possibili limitazioni:

- reimpianto della coronaria⁴²: può essere problematico se l'orifizio è "slit-like" e il decorso iniziale intramurale;
- "unroofing"⁴³: per via aortotomica si escinde la parete comune tra aorta e coronaria intramurale creando un ampio ostio della coronaria destra. Può prodursi distorsione della parete aortica immediatamente al di sopra della commissura tra seno di Valsalva destro e sinistro, con conseguente sviluppo di insufficienza aortica⁴⁴ e necessità di sostituzione valvolare aortica⁴⁵;
- bypass aortocoronarico^{44,46}: in vena safena autologa o in arteria mammaria, in circolazione extracorporea o "off-pump", può eliminare l'ischemia e migliorare i sintomi, ma il problema è il tasso di pervietà dei graft a lungo termine.

Terapia medica

Può essere efficace, ma non vi sono studi randomizzati di confronto con la chirurgia e i dati di follow-up sono generalmente limitati. In uno studio su 56 pazienti con anomalie di origine delle coronarie trattati con beta-bloccanti non si è verificata alcuna morte in un follow-up a 5 anni⁴⁰.

Angioplastica coronarica

Le peculiari caratteristiche anatomiche rendono problematica la cannulazione selettiva del vaso e il raggiungimento di uno stabile supporto del catetere guida^{47,48}, come anche il nostro caso conferma. È molto frequente che la procedura risulti laboriosa, con notevole dispendio di tempo e di materiali (cateteri guida, fili guida, mezzo di contrasto) e prolungati periodi di fluoroscopia; sono anche descritti rari casi di insuccesso^{49,50} o di importanti complicanze periprocedurali⁵¹. La selezione del catetere guida è essenziale e ne sono stati proposti vari tipi: Amplatz sinistro 1^{13,14,41} e 2¹³, Judkins sinistro 3.5⁵², 4³⁹ e 5³⁹, Voda sinistro⁵³, Extra back up 4¹⁴, Champ⁵⁴, 3D-RC⁵⁵, Judkins destro⁵⁶, Leya⁵⁷, LCB⁵¹, Williams LR⁵⁸. Probabilmente non vi è un approccio standardizzato ottimale per tutti i casi, ma la scelta va individualizzata secondo le caratteristiche angiografiche. In particolare in caso di "take off" alto e iniziale decorso "downsloping" della coronaria anomala, l'approccio radiale è una valida alternativa^{54,56}, come nel nostro caso.

Non vi sono dati sistematici sui risultati a distanza dell'impianto dello stent per correggere patologie aterosclerotiche associate, ma in un lavoro sono riportate

due restenosi intrastent su 5 pazienti con anomalie coronariche sottoposti a impianto di stent convenzionali⁴¹. È verosimile che possano essere estesi anche a questi casi i benefici offerti dagli stent a rilascio di farmaci¹⁷. Infine appare interessante, ma ancora da validare, l'impiego dello stent come "scaffolding" per correggere le intrinseche anomalie del vaso (orifizio "slit-like", tragitto intramurale e decorso interarteriale) anche in assenza di associate lesioni aterosclerotiche^{17,59,60}.

Riassunto

Viene descritto un paziente sintomatico per angina da sforzo in cui la coronarografia evidenziò stenosi severa di coronaria destra ad origine anomala dal seno di Valsalva sinistro, che fu efficacemente trattata con impianto di stent.

L'origine della coronaria destra dal seno aortico sinistro è un'anomalia coronarica piuttosto rara, frequentemente associata a decorso interarteriale (tra radice aortica posteriormente e tronco polmonare anteriormente). Può rimanere asintomatica, ma può anche essere causa di importanti eventi cardiaci, sia pure in assenza di associate lesioni coronariche aterosclerotiche.

Vengono esaminati gli aspetti diagnostici, prognostici e terapeutici dell'anomalia alla luce della più recente letteratura sull'argomento.

Parole chiave: Anomalie coronariche; Seno di Valsalva.

Bibliografia

1. Cheitlin MD, De Castro CM, McAllister HA. Sudden death as a complication of anomalous left coronary origin from the anterior sinus of Valsalva: a not-so-minor congenital anomaly. *Circulation* 1974; 50: 780-7.
2. White NK, Edwards JE. Anomalies of the coronary arteries: report of four cases. *Arch Pathol* 1948; 45: 766-71.
3. Corrado D, Thiene G, Cocco P, Frescura C. Non-atherosclerotic coronary artery disease and sudden death in the young. *Br Heart J* 1992; 68: 601-7.
4. Rigatelli G, Docali G, Rossi P, Bandello A, Rigatelli G. Validation of a clinical-significance-based classification of coronary artery anomalies. *Angiology* 2005; 56: 25-34.
5. Angelini P, Velasco JA, Flamm S. Coronary anomalies: incidence, pathophysiology, and clinical relevance. *Circulation* 2002; 105: 2449-54.
6. Topaz O, DeMarchena EJ, Perin E, Sommer LS, Mallon SM, Chahine RA. Anomalous coronary arteries: angiographic findings in 80 patients. *Int J Cardiol* 1992; 34: 129-38.
7. Garg N, Tewari S, Kapoor A, Gupta DK, Sinha N. Primary congenital anomalies of the coronary arteries: a coronary arteriographic study. *Int J Cardiol* 2000; 74: 39-46.
8. Kimbiris D, Iskandrian AS, Segal BL, Bemis CE. Anomalous aortic origin of coronary arteries. *Circulation* 1978; 58: 606-15.
9. Engel HJ, Torres C, Page HL Jr. Major variations in anatomical origin of coronary arteries: angiographic observations in 4250 patients without associated congenital heart disease. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1975; 1: 157-69.
10. Yamanaka O, Hobbs RE. Coronary artery anomalies in 126 595 patients undergoing coronary arteriography. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1990; 21: 28-40.

11. Chaitman BR, Lesperance J, Saltiel J, Bourassa MG. Clinical, angiographic, and hemodynamic findings in patients with anomalous origin of the coronary arteries. *Circulation* 1976; 53: 122-31.
12. Ghosh PK, Agarwal SK, Kumar R, Chandra N, Puri VK. Anomalous origin of right coronary artery from left aortic sinus. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 1994; 35: 65-70.
13. Jim MH, Siu CW, Ho HH, et al. Anomalous origin of right coronary artery from the left coronary sinus: incidence, characteristics, and a systematic approach for rapid diagnosis. *J Interv Cardiol* 2005; 18: 101-6.
14. Spargias K, Kariofyllis P, Mavrogeni S. Percutaneous coronary intervention in anomalous right coronary arteries arising from the left sinus of Valsalva: a report of two cases and observations on the pattern of atherosclerosis. *J Invasive Cardiol* 2006; 18: E78-E81.
15. Taylor AJ, Rogan KM, Virmani R. Sudden cardiac death associated with isolated congenital coronary artery anomalies. *J Am Coll Cardiol* 1992; 20: 640-7.
16. Frescura C, Basso C, Thiene G, et al. Anomalous origin of coronary arteries and risk of sudden death: a study based on an autopsy population of congenital heart disease. *Hum Pathol* 1998; 29: 689-95.
17. Porto I, MacDonald ST, Selvanayagam JB, Banning AP. Intravascular ultrasound to guide stenting of an anomalous right coronary artery coursing between the aorta and pulmonary artery. *J Invasive Cardiol* 2005; 17: E33-E36.
18. Bloomfield P, Erhlich C, Folland ED, Bianco JA, Tow DE, Parisi AF. Anomalous right coronary artery: a surgically correctable cause of angina pectoris. *Am J Cardiol* 1983; 51: 1235-7.
19. Roberts WC, Siegel RJ, Zipes DP. Origin of the right coronary artery from the left sinus of Valsalva and its functional consequences: analysis of 10 necropsy patients. *Am J Cardiol* 1982; 49: 863-8.
20. Bengt W, Martins JB, Funk DC. Morbidity associated with anomalous origin of the right coronary artery from the left sinus of Valsalva. *Am Heart J* 1980; 99: 96-100.
21. Basso C, Maron BJ, Corrado D, Thiene G. Clinical profile of congenital coronary artery anomalies with origin from the wrong aortic sinus leading to sudden death in young competitive athletes. *J Am Coll Cardiol* 2000; 35: 1493-501.
22. Kragel AH, Roberts WC. Anomalous origin of either the right or left main coronary artery from the aorta with subsequent coursing between aorta and pulmonary trunk: analysis of 32 necropsy cases. *Am J Cardiol* 1988; 62 (Pt 1): 771-7.
23. Kaku B, Kanaya H, Ikeda M, et al. Acute inferior myocardial infarction and coronary spasm in a patient with an anomalous origin of the right coronary artery from the left sinus of Valsalva. *Jpn Circ J* 2000; 64: 641-3.
24. Fineschi V, Maresi E, Di Padua M, Riezzo I, Neri M. Sudden cardiac death due to anomalous origin of the right coronary artery: a case report in a child. *Int J Cardiol* 2006; 108: 426-8.
25. Jim MH, Siu CW, Ho HH, Miu R, Lee SW. Anomalous origin of the right coronary artery from the left coronary sinus is associated with early development of coronary artery disease. *J Invasive Cardiol* 2004; 16: 466-8.
26. Roberts WC. Major anomalies of coronary arterial origin seen in adulthood. *Am Heart J* 1986; 111: 941-63.
27. Zeppilli P, dello Russo A, Santini C, et al. In vivo detection of coronary artery anomalies in asymptomatic athletes by echocardiographic screening. *Chest* 1998; 114: 89-93.
28. Frommelt PC, Frommelt PA, Tweddell JS, Jaquiss RD. Prospective echocardiographic diagnosis and surgical repair of anomalous origin of a coronary artery from the opposite sinus with an interarterial course. *J Am Coll Cardiol* 2003; 42: 148-54.
29. Kessler KM, Feldman T, Harding L, et al. Anomalous origin of the right coronary artery from the left sinus of Valsalva: echocardiographic-angiographic correlations. *Am Heart J* 1988; 115: 470-3.
30. Hejmadi A, Sahn DJ. What is the most effective method of detecting anomalous coronary origin in symptomatic patients? *J Am Coll Cardiol* 2003; 42: 155-7.
31. Sasson Z, Grande P, Lorette I, McEwan P. Proximal narrowing of anomalous right coronary artery from the left coronary sinus: delineation by omniplane transesophageal echocardiogram. *Can J Cardiol* 1996; 12: 529-31.
32. Le T, Laskey WK, McLaughlin J, White C. Utility of magnetic resonance imaging in a patient with anomalous origin of the right coronary artery, acute myocardial infarction, and near-sudden cardiac death. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1997; 42: 205-7.
33. Van Ooijen PM, Dorgelo J, Zijlstra F, Oudkerk M. Detection, visualization and evaluation of anomalous coronary anatomy on 16-slice multidetector-row CT. *Eur Radiol* 2004; 14: 2163-71.
34. Mirchandani S, Phoon CK. Management of anomalous coronary arteries from the contralateral sinus. *Int J Cardiol* 2005; 102: 383-9.
35. Taylor AJ, Byers JP, Cheitlin MD, Virmani R. Anomalous right or left coronary artery from the contralateral coronary sinus: "high risk" abnormalities in the initial coronary artery course and heterogeneous clinical outcomes. *Am Heart J* 1997; 133: 428-35.
36. Bekedam MA, Vliegen HW, Doornbos J, Jukema J, de Roos A, van der Wall EE. Diagnosis and management of anomalous origin of the right coronary artery from the left aortic sinus. *Int J Card Imaging* 1999; 15: 253-8.
37. Brandt B 3rd, Martins JB, Marcus ML. Anomalous origin of the right coronary artery from the left sinus of Valsalva. *N Engl J Med* 1983; 309: 596-8.
38. Angelini P. Coronary artery anomalies – current clinical issues: definitions, classification, incidence, clinical relevance, and treatment guidelines. *Tex Heart Inst J* 2002; 29: 271-8.
39. Cohen MG, Tolleson TR, Peter RH, Harrison JK, Sketch MH Jr. Successful percutaneous coronary intervention with stent implantation in anomalous right coronary arteries arising from the left sinus of Valsalva: a report of two cases. *Catheter Cardiovasc Interv* 2002; 55: 105-8.
40. Kaku B, Shimizu M, Yoshio H, et al. Clinical features of prognosis of Japanese patients with anomalous origin of the coronary artery. *Jpn Circ J* 1996; 60: 731-41.
41. Nguyen TM, Quintal RE, Khuri BN, et al. Stenting of atherosclerotic stenoses in anomalously arising coronary arteries. *J Invasive Cardiol* 2004; 16: 283-6.
42. Di Lello F, Mnuk JF, Flemma RJ, Mullen DC. Successful coronary reimplantation for anomalous origin of the right coronary artery: the Texas Heart Institute experience. *Ann Thorac Surg* 1991; 102: 455-6.
43. Rinaldi RG, Carballido J, Giles R, Del Toro E, Porro R. Right coronary artery with anomalous origin and slit ostium. *Ann Thorac Surg* 1994; 58: 829-32.
44. Izhar U, Lerman A, Olney BA, Scaff HV. Minimally invasive direct coronary artery bypass – a surgical approach for anomalous right coronary artery from left aortic sinus of Valsalva. *Mayo Clin Proc* 1998; 73: 661-4.
45. Roomp RL, Herlong JR, Landolfo CK, et al. Outcome of unroofing procedure for repair of anomalous aortic origin of left or right coronary artery. *Ann Thorac Surg* 2003; 76: 589-96.
46. Shah AS, Milano CA, Lucke JP. Anomalous origin of the

- right coronary artery from the left coronary sinus: case report and review of surgical treatments. *Cardiovasc Surg* 2000; 8: 284-6.
47. Topaz O, Di Sciascio G, Goudreau E, et al. Coronary angioplasty of anomalous coronary arteries: notes on technical aspects. *Cathet Cardiovasc Diag* 1990; 21: 106-11.
 48. Ilija R. Percutaneous transluminal angioplasty of coronary arteries with anomalous origin. *Cathet Cardiovasc Diag* 1995; 35: 36-41.
 49. Oral D, Dagalp Z, Pamir G, et al. Percutaneous transluminal coronary angioplasty of anomalous coronary arteries: case reports. *Angiology* 1996; 47: 77-82.
 50. Keelan PC, Holmes DR Jr. Interventional procedures in the management of congenital coronary anomalies in adults. *Coron Artery Dis* 2001; 12: 627-33.
 51. Lee G, Yan BP, Ahmar W, Shetty S, Ajani AE. Anomalous right coronary artery angioplasty complicated by intramural hematoma in the ascending aorta. *Cardiovasc Revasc Med* 2005; 6: 170-3.
 52. Chakraborty B, Chan CN, Tan A. Percutaneous transluminal coronary angioplasty of an anomalous right coronary artery arising from a separate ostium in the left sinus of Valsalva. A case report. *Angiology* 1995; 46: 629-32.
 53. Praharaj TK, Ray G. Percutaneous transluminal coronary angioplasty with stenting of anomalous right coronary artery originating from left sinus of Valsalva using the Voda guiding catheter: a report of two cases. *Indian Heart J* 2001; 53: 79-82.
 54. Rigatelli G, Roncon L, Bedendo E, et al. Radial artery approach facilitates percutaneous coronary angioplasty of ectopic downward origin of the right coronary artery from the opposite sinus. *Cardiovasc Radiat Med* 2004; 5: 151-2.
 55. Khambekar S, Hudson I, Kovac J. Percutaneous coronary intervention to anomalous right coronary artery and retained piece of guidewire in the coronary vasculature. *J Interv Cardiol* 2005; 18: 201-4.
 56. Lorin JD, Robin B, Lochow P, Lorenzo A, Dedlis SP. The right radial approach for stenting of lesions in the right coronary artery with anomalous take-off from the left sinus of Valsalva. *J Invasive Cardiol* 2000; 12: 478-80.
 57. Quayyum U, Leya F, Steen L, et al. New catheter design for cannulation of the anomalous right coronary artery arising from the left sinus of Valsalva. *Catheter Cardiovasc Interv* 2003; 60: 382-8.
 58. Fournier JA, Gonzalez-Barrero A, Fernandez-Cortacero JA, Sanchez A. Coronary angioplasty of anomalous right coronary artery originating from the left sinus of Valsalva. *Int J Cardiol* 1995; 49: 284-6.
 59. Hariharan R, Kacere RD, Angelini P. Can stent-angioplasty be a valid alternative to surgery when revascularization is indicated for anomalous origination of a coronary artery from the opposite sinus? *Tex Heart Inst J* 2002; 29: 308-13.
 60. Doorey AJ, Pasquale MJ, Lally JF, Mintz GS, Marshall E, Ramos DA. Six-month success of intracoronary stenting for anomalous coronary arteries associated with myocardial ischemia. *Am J Cardiol* 2000; 86: 580-2.