

EVALUAREA PREOPERATORIE MORFOLOGICĂ ȘI FUNCȚIONALĂ A ARTEREI RADIALE

L. MORARU¹, V. RAICEA², V. SERBAN², A. IVANESCU¹, M. PETRISOR³,
KLARA BRANZANIUC¹, R. DEAC²

1 – Departamentul de Anatomie si Embriologie, Facultatea de Medicina, UMF Tg. Mures

2 – Clinica de Chirurgie Cardio-Vasculara, Facultatea de Medicina, UMF Tg. Mures

3 – Departamentul de Informatica Biostatistica, Facultatea de Medicina, UMF Tg. Mures

Rezumat

Introducere. Folosirea arterei radiale în bypass-ul arterelor coronare a fost încercată prima dată de Carpentier în 1973. Scopul acestui studiu este de a prezenta ecografia Doppler și angiografia CT cu reconstrucție 3D, ca metode de evaluare preoperatorie ale pacienților, în vederea recoltării arterei radiale. Material și metodă. În perioada iulie 2008-septembrie 2010, au fost evaluați 47 de pacienți în vederea revascularizării miocardice, folosindu-se artera radială. Preoperator, în vederea recoltării arterei radiale, s-a evaluat circulația antebrățului. Această evaluare a cuprins testul Allen modificat, examinare Doppler și angiograma CT tridimensională a arterei radiale și circulației colaterale. Rezultate. La examinarea Doppler s-a observat că un pacient nu a prezentat o creștere a vitezei de curgere a sângelui în artera ulnară, în momentul compresiei arterei radiale, aceasta fiind aterosclerotică. În cazul examinării angiografice CT calitatea imaginilor a fost apreciată ca fiind excelentă în 21 de cazuri și bună în 6 cazuri. Folosirea reconstrucției 3D cu accentuare a volumelor a permis examinarea traiectului și formeii arterelor interesate, cu informații detaliate privind statusul aterosclerotic al acestora. Discuții. La pacienții la care se are în vedere revascularizarea miocardică, este necesară o evaluare vasculară exactă înaintea recoltării arterei radiale pentru a confirma permeabilitatea și calitatea arterei care urmează să fie folosită ca grefon în bypass-ul coronarian respectiv trebuie evaluată circulația colaterală la nivelul antebrățului și mâinii pentru a evita complicațiile ischemice. Concluzii. Atât examinarea Doppler, cât și angiografia CT cu imagistică tridimensională oferă informații detaliate și obiective ce trebuie asociate informațiilor funcționale oferite de către testul Allen modificat.

Cuvinte cheie: circulație colaterală, arteră radială, examinare Doppler, angio CT tridimensional

Morphological and functional Preoperative Evaluation of the radial artery

Abstract

Introduction. Using the radial artery in coronary artery bypass was first tested by Carpentier in 1973. The purpose of this study is to present Doppler ultrasound and CT angiography with 3D reconstruction, as the preoperative patient evaluation methods in order to harvest the radial artery. Material and methods. Between July 2008 and September 2010, 47 patients were evaluated for myocardial revascularization using the radial artery. Preoperatively, in order to harvest the radial artery was assessed the forearm circulation. This assessment included the modified Allen test, Doppler examination and CT angiogram tridimensional of the radial artery and collateral circulation. Results. The Doppler examination found that a patient did not show an increase in blood flow velocity in the ulnar artery, after radial artery compression, because of atherosclerosis. For CT angiographic examination, the image quality was assessed as excellent in 21 cases and good in 6 cases. Using the volume-rendering 3D reconstruction allowed us the examination of arteries form and trajectory, with detailed information on the status of their atherosclerosis. Discussions. In patients considered for myocardial revascularization, the precise vascular assessment is required before harvesting the radial artery to confirm its patency and quality before using it as a graft in coronary bypass; also collateral circulation should be evaluated in the forearm and hand in order to prevent ischemic complications. Conclusions. The Doppler examination and CT angiography with tridimensional imaging provides detailed and objective information to be associated with functional information provided by the modified Allen test.

Keywords: : collateral circulation, radial artery, Doppler examination, 3D CT angiogram

Introducere

Folosirea arterei radiale în bypass-ul arterelor coronare a fost încercată prima dată de Carpentier în 1973 [1], ca să fie abandonată câțiva ani mai târziu datorită patenței slabe, determinată angiografic [2]. În 1989, Acar a atribuit acest eșec spasmului arterei radiale și a introdus măsuri farmacologice pentru a minimiza acest spasm [3]. În plus, a îmbunătățit tehnica de recoltare, trezind astfel interesul pentru această tehnică. De atunci, grefonul arterial radial a fost din ce în ce mai folosit, datorită diametrului, lungimii acestuia, ușurința în recoltare, dar și datorită rezultatelor încurajatoare pe termen scurt și mediu [4-9]. În afară de patența acestui grefon, principala problemă ar fi fost o eventuală ischemie a mâinii. S-a constatat că acest lucru se întâmplă rar [10, 11]. Datorită existenței acestui risc de ischemie, evaluarea preoperatorie a circulației colaterale ulnare este obligatorie. Nu există un acord în ceea ce privește cea mai potrivită metodă de evaluare

preoperatorie a circulației antebrățului. Ideal, această evaluare trebuie să fie neinvazivă, să aibă sensibilitate și specificitate înaltă, să fie ușor accesibilă și rentabilă. Mulți chirurghi s-au bazat pe testul Allen și au raportat rezultate clinice bune. Totuși există o îngrijorare: ultrasonografia Doppler și testul Allen nu se corelează întotdeauna. Mai mult, deși în cazuri rare, s-a întâlnit ischemia postoperatorie a mâinii în cazuri în care s-a folosit doar testul Allen pentru evaluarea circulației colaterale [12, 13].

Scopul acestui studiu este de a prezenta ecografia Doppler și angiografia CT ca metode de evaluare preoperatorie ale pacienților, în vederea recoltării arterei radiale.

Material și metodă

În perioada iulie 2008-septembrie 2010, au fost evaluați 47 de pacienți în vederea revascularizării miocardice, folosindu-se artera radială. Din acești pacienți, 27 au fost evaluați complet, 20 refuzând

examinarea CT. Preoperator, în vederea recoltării arterei radiale, s-a evaluat circulația antebrăului. Această evaluare a cuprins testul Allen modificat, examinare Doppler și angiograma CT cu reconstrucție 3D a arterei radiale și circulației colaterale.

În vederea efectuării testului Allen modificat, pacientul trebuie să strângă pumnul timp de 30 secunde cu antebratul elevat, în aceste perioadă arterele radială și ulnară fiind comprimate ferm la încheietura mâinii de către examinator (figura 1).



Figura 1 (primul pas - compresia)

În timp ce compresia este menținută, pacientul deschide mana și doar parțial extinde degetele, deoarece hiperextensia poate duce la un rezultat fals pozitiv. În mod normal palma apare slab colorată – paloare. (figura 2).



Figura 2 (pasul 2 - paloarea mâinii)

Atunci când artera ulnară este eliberată apare un răspuns hiperemic în interval de 5-10 secunde la nivelul mâinii indicând o circulație sangvină colaterală adecvată asigurată de către artera ulnară - test pozitiv (figura 3).



Figura 3 (pasul 3 – revenirea coloritului normal)

Acelasi test se poate efectua plasand la nivelul policelului mainii examinate un pulsoximetru, in acest mod putand corobora datele clinice cu informatii legate de saturatia de oxigen si curba de pulsoximetrie (figura 4).

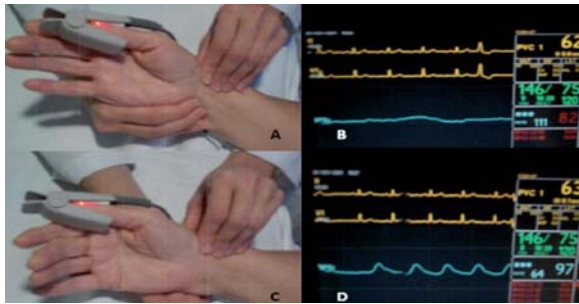


Figura 4 (coroborarea datelor clinice cu masuratori paraclinice)

Ultrasonografia Doppler și examinarea angio CT permite evaluarea anatomică a arterelor principale ale antebrăului și funcțională a compensării colaterale a arterei ulnare.

Examinarea Doppler

Fiecare pacient a fost supus unei examinări Doppler in vederea evaluării. Aceasta s-a realizat cu pacientul în clinostatism, cu mâna relaxată și în ușoară flexie. Patența arterelor antebrăului a fost studiată măsurând viteza de curgere a sângelui de-a lungul arterei radiale și ulnare. Bifurcația arterei brahiale în artera radială (figura 5) și ulnară este localizată ușor în plan transvers.

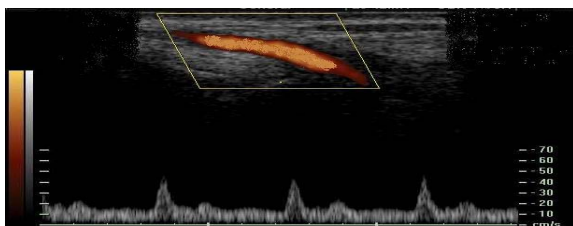


Figura 5 (originea arterei radiale – imagine Doppler)

În segmentul proximal, artera ulnară este poziționată mai profund față de artera radială, devenind superficială în porțiunea mijlocie. Cele două artere sunt urmărite distal până la articulația radiocarpiană în plan longitudinal (figura 6).

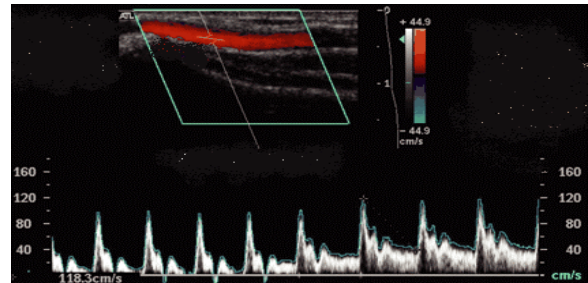


Figura 6 (artera radiala – porțiunea distala)

Poate fi efectuată și o examinare dinamică în care se poate evidenția fluxul revers (prin artera ulnară) la nivelul arcului palmar superficial în cazul comprimării arterei radiale (figura 7).

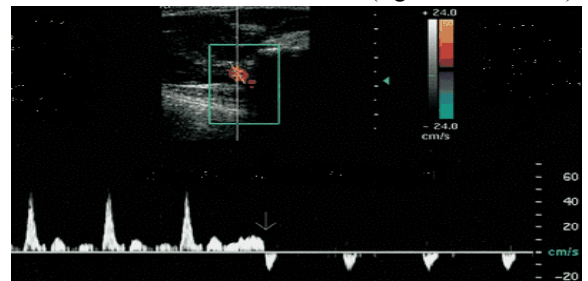


Figura 7 (flux revers la nivelul arcului palmar superficial)

În unele cazuri cele două artere au fost localizate la nivelul articulației radiocarpene și urmărite spre proximal. Pentru fiecare arteră au fost luați în considerare următorii parametri: viteza maximă sistolică (PSV), viteza telediastolică (EDV) și indicele de rezistență (IR). Pacienții fără o creștere a vitezei de curgere a sângelui în artera ulnară la compresia arterei radiale au urmat alt tratament, recoltarea arterei radiale fiind contraindicată în acest caz.

Examinarea angiografică CT tridimensional

S-a efectuat o angiografie CT (Multidetector CT, Somatom Sensation 16, Siemens Medical Solutions). Colimarea a fost de 16 x 0,75 mm și viteza de translație a mesei de 2,7 cm / s. Parametrii tubului au fost 50 mAs și 120 kV cu un timp de rotație de 0,75 s. Aria de vizualizare a fost de 250 x 250 mm și matricea de formare a imaginii de 512 x 512, rezultând o dimensiune a unui pixel de 0,48 x 0,48 mm² și a unui voxel de 0,17 mm³. Pentru reconstrucții s-au folosit aproximativ 560 imagini cu o grosime a slice-urilor de 0,75 mm la un increment de 0,5 mm. Pacienții au fost examinați în poziție culcat, cu brațele poziționate deasupra capului. Antebratele au fost poziționate paralel, într-o poziție neutră cu palmele orientate față

în față. Direcția de scanare a fost de la vârful degetelor spre cot. S-a administrat un bolus de 100 ml de substanță de contrast cu o concentrație de Iod de 370 mg / ml, într-o venă antecubitală, cu un flux de 3 ml/s. achiziția de imagini a început la 25 de sec după începerea administrării substanței de contrast. Durata unei scanări a fost de 17 secunde cu o durată totală a examinării de aproximativ 20 de minute pentru fiecare pacient.

Analiza imaginilor

Imaginile au fost vizualizate pe o stație de lucru dedicată, ca slice-uri axiale și ca reconstrucții 3D cu intensitate maximă proiectată, imagini multiplan pentru accentuarea traiectului arterial și a morfologiei spațiale în axul brăt – antebrăt – mână (figura 8, 9).



Figura 8 (ax arterial brăt – antebrăt)



Figura 9 (vascularizatia mainii)

Prezența și severitatea plăcilor aterosclerotice a arterelor radiale și ulnare a fost gradată pe o scală de la 0 la 3, unde 0 reprezintă absența aterosclerozei, 1 – ateroscleroză ușoară, 2 – medie, 3 – severă (figura 9). Scala este bazată pe criterii predeterminate ale calcificărilor pereților arteriali, neregularităților pereților și prezența plăcilor de ateroscleroză: gradul 1 – prezența neregularităților peretelui arterial, mai puțin de 25% din arteră afectată de prezența plăcilor, gradul 2 - prezența neregularităților peretelui arterial, între 25% și 50% din arteră afectată de prezența plăcilor, gradul 3 - prezența neregularităților peretelui arterial, peste 50% din arteră afectată de prezența plăcilor calcificate.

Calitatea imaginilor a fost notată după următoarea scară: 1 – vizualizare excelentă a imaginilor, 2 – bună, 3 – medie, 4 – slabă și 5 – lipsa vizualizării arterelor.

Analiza statistică s-a efectuat folosind GraphPad Prism 5.0. Mediile sunt exprimate ca medie ± deviația standard. S-a folosit testul de normalitate Kolmogorov-Smirnov, iar pentru comparare de medii testul t pentru date pereche.

Rezultate

Examinarea Doppler

Din cei 27 de pacienți evaluați în vederea recoltării arterei radiale, un pacient nu a prezentat o creștere a vitezei de curgere a sângelui în artera ulnară, în momentul compresiei arterei radiale, aceasta fiind aterosclerotică (Figura 1). Tabelul 1 prezintă valorile medii ale vitezelor de curgere a sângelui în condiții bazale. În tabelul 2 sunt prezentate valorile medii ale vitezei de curgere a sângelui prin artera ulnară la compresia arterei radiale. Se observă o diferență semnificativă statistic între aceste valori medii, cu o creștere a vitezei în momentul compresiei.

	Artera radială	Artera ulnară
PSV	38,24 ± 12,43	32,6 ± 11,65
EDV	1,98 ± 2,04	2,15 ± 4,13
IR	0,95 ± 0,08	0,94 ± 0,11

Tabel 1: Parametrii Doppler evaluați în condiții bazale

	Bazal	Compresia arterei radiale	p
PSV	32,6 ± 11,65	47,20 ± 14,50	p<0,001
EDV	2,15 ± 4,13	4,8 ± 6,7	p<0,001
IR	0,94 ± 0,11	0,91 ± 0,13	p<0,05

Tabel 2: Parametrii Doppler ai arterei ulnare la compresia arterei radiale

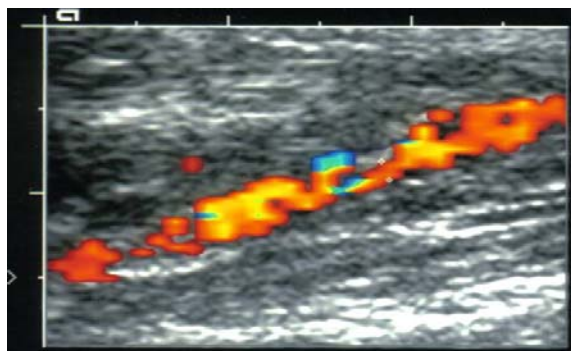


Figura 10: Arteră ulnară aterosclerotică

Examinarea angiografică CT

Calitatea imaginilor a fost apreciată ca fiind excelentă în 21 de cazuri și bună în 6 cazuri (Figura 12). S-a apreciat traiectul arterelor, prezența aterosclerozei,

existența circulației colaterale. Într-un singur caz s-a descoperit originea aberanta a arterei radiale (Figura 11). Într-un singur caz s-a descoperit ateroscleroză gradul 1 a arterei radiale, caz nedecelat de examinarea Doppler. Folosirea reconstrucției 3D cu accentuare a volumelor a permis examinarea traiectului și formei arterelor interesate, cu informații detaliate privind statusul aterosclerotic al acestora (Figura 13).

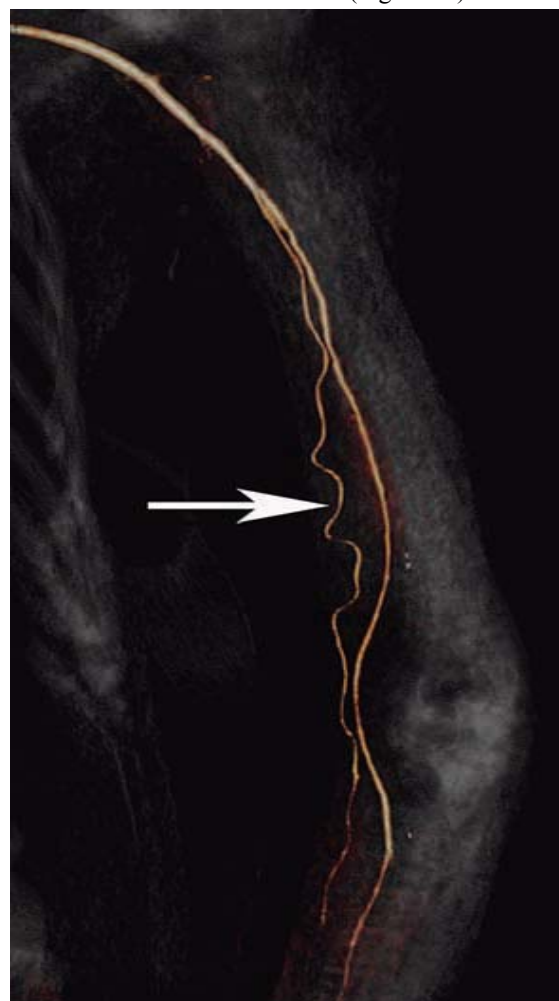


Figura 11 (origine aberanta a arterei radiale)



Figura 12 (ax arterial normal)



Figura 13 (artera radala si ulnara – distal)

Discuții

La pacienții la care se are în vedere revascularizarea miocardică, este necesară o evaluare vasculară exactă înaintea recoltării arterei radiale pentru a confirma permeabilitatea și calitatea arterei care urmează să fie

folosită ca grefon în bypass-ul coronarian respectiv trebuie evaluată circulația colaterală la nivelul antebratului și mâinii pentru a evita complicațiile ischemice. Contraindicațiile folosirii arterei radiale au fost: ateroscleroza arterelor membrului superior, variațiile anatomice ale circulației arteriale ale mâinii și antebratului, limitând potențialul adecvat de aprovizionare a arterei ulnare, și boala Raynaud [14]. S-a efectuat o evaluare Doppler statică a arterelor membrului superior și o evaluare Doppler dinamică a arterei ulnare. Astfel se poate evidenția diametrul intern al respectivelor artere, calcificările difuze precum și eventualele variante anatomice. Datorită utilizării în creștere a arterei radiale ca grefon, considerăm propunerea efectuării unei evaluări Doppler să fie mai utilă și mai sigură și neglijabil mai costisitoare în termeni de timp și cheltuieli suportate, decât efectuarea numai a testului Allen. Testul Allen modificat nu permite o evaluare fiabilă a arterelor de la nivelul mâinii, ci doar o evaluare funcțională fiind criticat pentru ratele crescute de rezultate fals pozitive și fals negative. O analiză mult mai detaliată a fiecărei artere poate fi obținută fără îndoială printr-o evaluare Doppler. Examinarea în condiții bazale permite identificarea leziunilor aterosclerotice, care ar trebui să constituie un criteriu a priori de excludere a pacienților de la această procedură.

Pentru o evaluare mai amănunțită a pacienților cu risc de circulație colaterală inadecvată după recoltarea arterei radiale se efectuează o evaluare Doppler dinamică prin care se evaluează fluxul revers prin artera ulnară la nivelul mâinii. Acest test poate explora mult mai bine eficiența anastomozelor terminale între teritoriile radial și ulnar. Datele obținute combinate cu informațiile oferite de pulsoximetrie ne permit tragerea unor concluzii obiective. Recoltarea arterei radiale este contraindicată atunci când sunt prezente concomitent următoarele condiții: lipsa creșterii PSV și EDV la nivelul arterei ulnare.

Rezultatele noastre indică faptul că angiografia CT cu reconstrucție 3D poate fi folosită pentru a vizualiza cu acuratețe arterele antebratului. Este posibilă chiar și evaluarea unor vase de sânge mai mici, cum ar fi arterele palmare, caracteristică care este îmbunătățită prin introducerea recentă a tehnicilor de scanare cu rezoluție înaltă [15]. Rezultatele noastre sugerează că angiografia CT evidențiază stenozele lumenale ale arterelor antebratului și poate fi de ajutor în evaluarea severității infiltrării ateromatoase și calcice a peretului

arterial. Aceste informații suplimentare sunt relevante pentru chirurgul cardio-vascular atunci când caută un grefon arterial adecvat. În comparație cu testele clinice standard utilizate în prezent, angiografia CT cu reconstrucție 3D oferă informații mai detaliate în această direcție, respectiv oferă o imagine spațială ce ajută la stabilirea planului operator. Angiografia convențională poate arăta stenoza luminală dar va arăta insuficient gradul de formare al plăcii aterosclerotice de-a lungul peretelui arterial. Testul Allen, un test clinic de ocluzie, poate indica existența unei circulații colaterale, dar nu furnizează informații suplimentare cu privire la alegerea adecvată a arterei radiale ca grefon pentru revascularizarea miocardică. În plus, a fost dovedit faptul că testul Allen are o sensibilitate relativ scăzută variind între 50% și 79,5% [16]. Chiar dacă testul Allen este normal, pacienții pot prezenta ulterior, după recoltarea arterei radiale, ischemie la nivelul mâinii [17]. Evaluarea corectă preoperatorie a circulației colaterale este esențială. Examinarea Doppler de asemenea nu ne poate oferi imaginea de ansamblu a axului arterial, reconstrucția 3D permitând medicului efectuarea unei analize amanuntite și stabilirea cu exactitate a traiectului, morfologiei și calității grefonului arterial respectiv. La pacienții la care a fost recoltată artera radială în vederea revascularizării miocardice (și în care evaluarea preoperatorie a fost limitată doar la efectuarea testului Allen) au apărut paretezii și acuze algice la nivelul mâinii în 12,9% din cazuri și 8,4% din cazuri la 12 luni postoperator [18], revascularizarea nervoasă fiind de asemenea afectată prin prisma aterosclerozei și ateromatozei locale. Prin urmare este de dorit efectuarea unei tehnici de examinare mai precisă decât testul Allen.

În consecință s-a optat pentru folosirea tehnicii cu accentuarea volumului pentru reconstrucția imaginilor în vederea vizualizării traiectului complet, de la nivelul antebrațului, a arterelor radiale și ulnare, și pentru detectarea gradului de calcificare a plăcilor aterosclerotice. Prin folosirea tehnicii cu accentuarea volumului poate fi detectată rapid și precis severitatea aterosclerozei de la nivelul vaselor de sânge, prin afișarea unei imagini care poate fi rotită la 360°.

Concluzii

Atât examinarea Doppler, cât și angiografia CT cu reconstrucție 3D oferă informații mai detaliate și obiective ce trebuie asociate informațiilor funcționale oferite de către testul Allen modificat. Utilizând una

dintre aceste două tehnici de evaluare se poate evita apariția complicațiilor ischemice ale mâinii după recoltarea arterei radiale. Deși angiografia CT cu imagistică tridimensională oferă mai multe detalii, însă costul ridicat al acestei investigații limitează folosirea ei în mod curent.

Această lucrare a fost parțial finanțată de către Sectoral Operational Programme Human Resources Development, din surse europene și ale Guvernului României, contract POSDRU/6/1.5/S/17

Bibliografie

1. Carpentier A, Guermonprez J, Deloche A, et al. The aorta-to-coronary radial artery bypass graft. A technique avoiding pathological changes in grafts. *Ann Thorac Surg* 1973;16:111–21.
2. Carpentier A. Discussion of: Geha AS, Krone RJ, McCormick JR, Baue AE. Selection of coronary bypass: anatomic, physiological and angiographic considerations of vein and mammary artery grafts. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1975;70:429–30.
3. Acar C, Jebara VA, Portoghesi M, Beyssen B, Pagny JY, Grare P, Chachques JC, Fabiani JN, Deloche A, Guermonprez JL. Revival of the radial artery for coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1992;54:652–9.
4. Brodman RF, Frame R, Camacho M, Hu E, Chen A, Hollinger I. Routine use of unilateral and bilateral radial arteries for coronary artery bypass graft surgery. *J Am Coll Cardiol* 1996;28:959–63.
5. Da Costa FDA, da Costa IA, Poffo R, Abuchaim D, Gaspar R, Gracia L, Faraco DL. Myocardial revascularization with the radial artery: a clinical and angiographic study. *Ann Thorac Surg* 1996;62:475–80.
6. Chen AH, Nakao T, Brodman RF, Greenberg M, Charney R, Menegus M, Johnson M, Grose R, Frame R, Hu EC, Choi HK, Safyer S. Early angiographic assessment of radial artery grafts used for coronary artery bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1996;111:1208–12.
7. Calafiore AM, Di Giammarco G, Teodori G, D'Annunzio E, Vitolla G, Fino C, Maddestra N. Radial artery and inferior epigastric artery in

composite grafts: improved midterm angiographic results. *Ann Thorac Surg* 1995;60:517—23.

8. Acar C, Ramsheyi A, Pagny JY, Jebra V, Barrier P, Fabiani JN, Deloche A, Guernonprez JL, Carpentier A. The radial artery for coronary artery bypass grafting: clinical and angiographic results at five years. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998;116:981-9.

9. Possati G, Gaudino M, Alessandrini F, Luciani N, Glieda F, Trani C, Cellini C, Canosa C, DiSciascio G. Midterm clinical and angiographic results of radial artery grafts used for myocardial revascularization. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998;116:1015—21.

10. Royse A, Royse C, Shah P, et al. Radial artery harvest technique, use and functional outcome. *Eur J Cardiothorac Surg* 1999;15:186–93.

11. Meharwal ZS, Trehan N. Functional status of the hand after radial artery harvesting: results in 3,977 cases. *Ann Thorac Surg* 2001;72:1557–61.

12. Nunoo-Mensah J. An unexpected complication after harvesting of the radial artery for coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1998;66:929-931.

13. Tatoulis J, Buxton BF, Fuller JA, Royse AG. The radial artery as a graft for coronary revascularization: techniques and follow-up. *Adv Cardiac Surg* 1999;5:99-128.

14. Dietl CA, Benoit C. Radial artery graft for coronary revascularization: technical consideration. *Ann Thorac Surg* 1995; 60:102-10.

15. Flohr T, Bruder H, Stierstorfer K, Simon J, Schaller S, Ohnesorge B. New technical developments in multislice CT. Part 2. Sub-millimeter 16-slice scanning and increased gantry rotation speed for cardiac imaging. *Rofo* 2002; 174:1023–1027

16. Jarvis MA, Jarvis CL, Jones PR, Spyt TJ. Reliability of Allen's test in selection of patients for radial artery harvest. *Ann Thorac Surg* 2000; 70:1326–1335

17. Manabe S, Tabuchi N, Toyama M, Kuriu K, Mizuno T, Sunamori M. Measurement of ulnar flow is helpful in predicting ischaemia after radial artery harvest. *Thorac Cardiovasc Surg* 2002; 50:325–328

18. Hata M, Raman J, Seevanayagam S, Hare D, Buxton BF. Post radial artery harvest hand perception: postoperative 12-month follow-up results. *Circ J* 2002; 66:816–818