

Tehnica recoltării arterei radiale în vederea folosirii în bypass-ul aorto-coronarian

Grigore Tinica*^{1,2}, Mihail Enache†^{1,2}, Diana Anghel^{†1,2}, Victor Prisacari^{†2}, Raluca Ozana Chistol^{†2}

¹ Universitatea de Medicină și Farmacie „Gr. T. Popa” Iași, România

² Institutul de Boli Cardiovasculare „Prof. Gr. George I.M. Georgescu”, Iași, România

Autor corespondent:

Grigore Tinică, dr. șt. med.,
Universitatea de Medicină și Farmacie „Gr. T. Popa”,
Bd. Carol I, 50, Iași, 700503 România
e-mail: grigoretinica@yahoo.com

Radial artery harvesting technique for use in coronary bypass surgery

Grigore Tinica*^{1,2}, Mihail Enache†^{1,2}, Diana Anghel^{†1,2}, Victor Prisacari^{†2}, Raluca Ozana Chistol^{†2}

¹ University of Medicine and Pharmacy „Gr.T.Popa”, Iasi, Romania

² Institute of Cardiovascular Diseases „Prof. Dr. George I.M. Georgescu”, Iasi, Romania

Corresponding author:

Grigore Tinică, PhD
University of Medicine and Pharmacy „Gr.T.Popa”,
Bd. Carol I, 50, Iasi, 700503 România
e-mail: grigoretinica@yahoo.com

Rezumat

Artera radială (AR) a fost introdusă în chirurgia cardiacă la începutul anilor 1970 ca alternativă a utilizării venelor în chirurgia de bypass aorto-coronarian (BAC) (Carpentier, 1973). Autorii descriu caracteristicile anatomice ale AR și metoda de recoltare chirurgicală insistând asupra zonelor anatomice riscante care trebuie abordate cu atenție pe parcursul intervenției.

Datorită introducerii în practica medicală a blocaților de calciu, a perfecționării tehnicilor de recoltare și preparare a AR, a crescut durata patenței graftului arterial, AR redevenind graft de elecție în chirurgia arterelor coronare. Comparativ cu artera mamară internă (AMI), AR este caracterizată de o prevalență crescută a leziunilor intimale de tip hiperplazie fibrointimală sau ateroscleroză. Cunoașterea morfologiei și anatomiei topografice a structurilor brahiantibrahiale precum și manevrarea delicată a AR previne apariția complicațiilor secundare bypass-ului de tipul spasmului arterial, lezarea endarterei, disesteziilor, ischemiei, sindromului de compartiment. Tehnica BAC (alegerea tipului de graft, metoda de recoltare) depinde de particularitățile clinoc-anamnesticale ale cazului, opțiunea și experiența chirurgului.

Cuvinte cheie: artera radială, bypass aorto-coronarian, graft, recoltare.

Introducere

Artera radială (AR) a fost introdusă în chirurgia cardiacă la începutul anilor 1970 ca alternativă a bypass-ului venos al arterelor coronare (Carpentier, 1973) [1]. Treptat această

Abstract

The radial artery (RA) was introduced in coronary artery bypass grafting (CABG) as an alternative to the use of the great saphenous vein at the beginning of the 1970s (Carpentier, 1973). The authors describe the anatomical characteristics of the radial artery, the main procedures used in harvesting the vessel, underlying the most risky anatomical area that should be avoided during the surgical procedures. Compared with the internal mammary artery (IMA), the radial artery is characterized by an increased prevalence of intimal alterations of fibrointimal hyperplasia or atherosclerosis type. Rigorous knowledge of brachio-antebrachial anatomical structures and gentle manipulation of the RA prevents CABG complications such as arterial spasm, injury to the endothelium, dysesthesia, ischemia, and compartment syndrome.

The strategy of the graft procedure (graft type, method of harvesting) depends on the clinico-anamnestic specificities of the case, on the surgeon's choice and his surgical expertise.

Keywords: radial artery, bypass, harvesting.

Introduction

The radial artery (RA) was introduced in coronary artery bypass grafting (CABG) as an alternative to the use of the great saphenous vein at the beginning of the 1970s (Carpentier, 1973) [1]. Its use was gradually abandoned because of early occlusion through arterial spasm (due to harvesting trauma and improper preparation) and corresponding upper limb ischemia [2-5]. Improved harvesting technique and the use of

metodă este respinsă datorită ocuziei precoce a grafturilor arteriale prin spasm arterial (determinat de lezarea iatrogenă a radialei în momentul recoltării și preparării în vederea greșării) și apariției fenomenelor ischemice la nivelul membrului superior de la nivelul căruia s-a recoltat artera [2-5]. Datorită introducerii în practica medicală a blocaților de calciu, a perfecționării tehnicilor de recoltare și preparare a AR, a crescut durata patenței graftului arterial, AR redevenind graft de elecție în chirurgia arterelor coronare [6,7].

Cunoașterea morfologiei și anatomiei topografice a structurilor brahiantbrahiale precum și manevrarea delicată a AR previne apariția complicațiilor secundare *bypass*-ului arterial de tipul spasmului arterial, lezarea endarterei, disesteziilor, ischemiei, sindromului de compartiment.

Structurile anatomice ale antebrățului anterior

Regiunea antebrachială anterioară este limitată superior de linia circulară care trece la două laturi de deget sub epicondili humerali, inferior de linia circulară care trece tangent la partea cea mai cranială a capului ulnei, la 2 cm de asupra vârfului procesului stiloid ulnar, lateral și medial, la suprafață, prin două linii care unesc epicondili humerali cu procesele stiloide ale radiusului și respectiv ulnei, iar în profunzime, de planul osteofibros al antebrățului.

În funcție de lama conjunctivă în care se găsește mănunchiul neurovascular radial, regiunea antebrachială anterioară este subîmpărțită pe fața laterală a mușchiului rotund pronator, în două zone:

- *anteromedială*, care conține mușchii antebrachiali mediali, nervii median și ulnar, arterele ulnară și interosoasă anterioară,
- *anterolaterală*, care conține mușchiul brahioradial, ramura anterioară a nervului radial și artera radială.

Regiunea antebrachială anterioară are caracter unitar, fiind implicată în flexie și pronație și prezintă următoarele planuri anatomice:

- *planul superficial*: pielea, stratul adipos subcutanat și fascia superficială;
- *planul intermediar*, alcătuit din:
 - o fascia antebrachială anterioară;
 - o stratul musculofascial superficial format din fascia antebrachială ventrală, mușchii superficiali (în sens lateromedial, sunt *brahioradial*, *pronator rotund*, cu direcție oblică inferolateral, *flexorul radial al carpului*, *palmar lung*, *flexorul ulnar al carpului*) și mănunchiul neurovascular radial;
 - o stratul musculofascial intermediar format de mușchiul flexor superficial al degetelor cu teaca sa fascială și mănunchiul neurovascular median;
 - o stratul musculofascial profund format din țesut conjunctiv organizat cu valoare septală, mușchii flexor lung al policelui și flexor profund al degetelor, mănunchiul neurovascular ulnar;
- *planul profund*, musculo-osteofibros este format din inserția radială a mușchiului supinator, mușchiul pronator pătrat, ulna, membrana interosoasă, radius și mănunchiul neurovascular interosos anterior.

calcium channel blockers increased the long-term patency rate of RA grafts, thus making it the graft of choice in coronary artery bypass surgery [6, 7].

Thorough knowledge of brachi-antebrachial anatomical structures and gentle manipulation of the RA prevents CABG complications such as arterial spasm, injury to the endothelium, dysesthesia, ischemia, and compartment syndrome.

Surgical anatomy of the ventral antebrachial region

The ventral antebrachial region is limited superiorly by a circular line passing 2 cm distal to the humeral epicondyles, inferiorly by a circular line tangent to the upper part of the ulnar head, 2 cm above the tip of ulnar styloid process, laterally and medially by two superficial lines uniting the humeral epicondyles with the radial and ulnar styloid processes and by the osteofibrous layer in a deep plane (Fig. 1).

The conjunctive sheath containing the radial neurovascular bundle placed on the lateral aspect of *m. pronator teres* subdivides the ventral antebrachial region into two areas [8]:

- *anteromedial area*, containing the medial antebrachial muscles, median and ulnar nerves, ulnar and anterior interosseous arteries;
- *anterolateral area*, containing the anterior branch of the radial nerve, radial artery *m. brachioradialis*.

The ventral antebrachial region, involved both in flexion and pronation, can be divided into three layers:

- *superficial layer*: the skin, the subcutaneous adipose tissue, and the superficial fascia;
- *intermediate layer*, divided into:
 - o a superficial musculofascial layer containing the anterior antebrachial fascia, superficial muscles (from lateral to medial, *m. brahioradialis*, *m. pronator teres*, *m. flexor carpi radialis*, *m. palmaris longus*, *m. flexor carpi ulnaris*), and the radial neurovascular bundle;
 - o an intermediate musculofascial layer containing the median neurovascular bundle and *m. flexor digitorum superficialis*;
 - o a deep musculofascial layer containing connective tissue septa, *m. flexor pollicis longus*, *m. flexor digitorum profundus*, and the ulnar neurovascular bundle.
- *deep, musculo-osteofibrous, layer*, containing the radial insertion of *m. supinator*, *m. pronator quadratus*, the ulna, the interosseous membrane and the anterior interosseous neurovascular bundle.

The radial neurovascular bundle contains the terminal anterior branch of the radial nerve, the radial artery and accompanying veins, and lymphatics. The terminal anterior branch of the radial nerve is anterior to the proximal radioulnar joint, covered by *supinator*. It pierces the interstitium between *brachioradialis* (lateral aspect), *pronator teres* and *flexor carpi radialis* (medial aspect). In the lower half of the forearm, the nerve passes into the dorsal antebrachial region, being situated deep to the *brachioradialis* tendon, and pierces the antebrachial fascia in order to reach the superficial layer [8].

Mănunchiul neurovascular radial este format din ramul terminal anterior al nervului radial, artera radială cu venele comitante și limfatice.

Ramul terminal anterior al nervului radial, este situat anterior față de trohoida radiocubitală superioară, acoperită de mușchiul supinator și trece succesiv prin interstițiul dintre mușchii brahioradial, situat lateral și pronator rotund și flexorului radial al carpului, situați medial. În jumătatea inferioară a antebrațului, artera abordează regiunea antebrahială posterioară, pe fața profundă a tendonului mușchiului brahioradial, perforază fascia antebrahială și devine superficial [8].

Artera radială, superficială de la origine, încrucișează tendonul mușchiului pronator rotund și se plasează în partea medială a ramului anterior al nervului radial, fiind situată pe fața ventrală a mușchiului flexor superficial al degetelor. În treimea inferioară mănunchiul se disociază, vasele continuând traiectul vertical prin șanțul pulsului, până în partea laterală a regiunii carpiene (Fig. 1, pag. 54).

Artera radială este ramul terminal de bifurcație al arterei brahiale cu originea la 1 cm inferior de interlinia articulară a cotului, anterior de inserția mușchiului biceps brahial. Distal, artera radială se anastomozează cu ramurile carpiene palmare ale arterei ulnare formând arcada palmară profundă.

Traiectului arterei radiale i se descriu 3 segmente:

- **segment antebrahial** care are traiect descendent aproape vertical prin loja anterioară a antebrațului; în 2/3 superioare artera este profundă, așezată în fascia ce delimitează loja anterioară de cea laterală a antebrațului; în 1/3 inferioară artera este superficială, situată între mușchii flexor radial al carpului și brahioradial; în 1/3 inferioară a arterei radiale se poate palpa pulsul [9];
- **segment carpian** în care, la nivelul interliniei articulare radio-carpiene, artera părăsește loja anterioară a antebrațului, înconjoară marginea laterală a carpului, inferior de procesul stiloid al radiusului; traversează tabachera antomică printre ligamentul colateral al articulației radiocarpiene și osul scafoid pe de o parte, și tendoanele mușchilor lung abductor, scurt extensor radial al carpului de altă parte [10];
- **segment palmar** în care artera radială traversează proximo-distal primul spațiu intermetacarpian.

În traiectul său, AR este însoțită de 2 vene satelite, iar în 2/3 superioare ale antebrațului vine în raport lateral cu ramul superficial al nervului radial. Ramul superficial al nervului radial (sNR) inervează senzitiv parțial eminiența tenariană și feța dorsală a mâinii. În treimea proximală și medială a antebrațului, nervul urmează traiectul AR și este acoperit de *m. brachioradialis*. În treimea distală sNR trece pe sub tendonul *m. brachioradialis* și abordează regiunea antebrahială posterioară [11] (Tabelul 1).

Ramurile colaterale ale AR sunt reprezentate de:

- la nivelul antebrațului și carpului: ramuri musculare, artera recurentă radială, ramul carpian palmar, ramul palmar superficial;
- la nivelul mâinii: artera dorsală a policelui, ramul carpian dorsal al arterei radiale, artera metacarpiană dorsală (interosoasă) a primului spațiu.

Ramurile terminale ale AR formează împreună cu ramurile carpiene palmare ale arterei ulnare arcul palmar profund.

The radial artery, superficial at its origin, crosses the tendon of *m. pronator teres*, and is placed medial to the anterior branch of the radial nerve, on the anterior aspect of *m. flexor digitorum superficialis*. In the lower third of the forearm, the neurovascular bundle dissociates, and the vessels follow a vertical course through the pulse groove to the lateral aspect of the carpal region (Fig. 1, pag. 54).

The radial artery originates as a terminal branch of the brachial artery, 1 cm inferior to the elbow articular line, anterior to the insertion of *biceps brachialis muscle*. In the hand, the radial artery anastomoses with the deep palmar carpal branches of the ulnar artery and form the deep palmar arch.

The course of the radial artery is divided into three segments:

- **antebrachial segment** courses almost vertically through the ventral antebrachial region, deep in the upper 2/3 of the forearm being contained into the intermediate fascia of the forearm, and superficial in the lower 1/3, between *flexor carpi radialis* and *brachioradialis* muscles (the pulse can be palpated in this segment) [9];
- **carpal segment:** at the level of the distal radioulnar joint, the radial artery leaves the ventral antebrachial region, loops around the lateral border of the carpal region, inferior to radial styloid process; crosses the anatomical snuffbox between the radial collateral ligament of the wrist joint and scaphoid bone on laterally, and *abductor pollicis longus* and *extensor carpi radialis brevis* tendons medially;
- **palmar segment** crosses the first intermetacarpal space.

In its course, the radial artery is accompanied by two satellite veins, and in the 2/3 upper thirds of the forearm is related with the superficial branch of the radial nerve. The superficial branch of the radial nerve (sRN) lies proximally slightly laterally to the radial artery, concealed beneath the *brachioradialis* muscle; in the middle third of the forearm, it lies behind the same muscle, close to the lateral side of the artery. In the distal third of the forearm, sRN passes below the *brachioradialis* tendon reaching the posterior aspect of the forearm. The sRN supplies sensorial innervation to the thenar eminence and dorsal aspect of the hand [11] (Table 1).

The collateral branches of RA are:

- in the forearm and at the wrist: muscular branches, radial recurrent artery, palmar carpal branch of the radial artery, the superficial palmar branch of the radial artery;
- in the hand: dorsal thumb branch, dorsal carpal branch of the radial artery, first dorsal metacarpal artery.

The terminal branches of the RA form with the carpal branches of the ulnar artery *the deep palmar arch*.

Tabelul 1

Raporturile arterei radiale

	La antebraț	La pumn ("tabachera anatomică")	La mână
Anterior	<ul style="list-style-type: none"> • superior: m. brahioradial • inferior: piele, fascia superficială, fascia profundă 	<ul style="list-style-type: none"> • osul scafoid • osul trapez 	<ul style="list-style-type: none"> • capătul oblic al m. adductor al policelui • tendoanele flexorilor degetelor • mm. lombricali
Posterior	<ul style="list-style-type: none"> • tendonul m. biceps brahial • m. supinator • m. pronator rotund • m. flexor superficial al degetelor • m. flexor lung al policelui • m. pronator pătrat • extremitatea distală a radiusului 	<ul style="list-style-type: none"> • tendonul m. extensor lung al policelui • v. cefalică • rr. digitale pentru police și index ale r. anterioare a n. radial 	<ul style="list-style-type: none"> • bazele metacarpienelor • mm. interosoși
Lateral	<ul style="list-style-type: none"> • m. brahioradial • r. anterioară a n. radial 	<ul style="list-style-type: none"> • tendoanele mm. abductor lung și extensor scurt ai policelui 	
Medial	<ul style="list-style-type: none"> • superior: m. pronator rotund • inferior: m. flexor radial al carpului 	<ul style="list-style-type: none"> • lig. colateral radial al articulației pumnului 	

Recoltarea arterei radiale**Selectarea membrului superior pentru recoltarea arterei radiale**

În cazul folosirii unui graft unic arterial, se recoltează artera radială de la membrul superior nondominant. Pentru prevenirea ischemiei ulterioare a membrului superior este necesară efectuarea preoperatorie a testului Allen, care indică compensarea circulației sangvine a antebrațului și a mâinii în condițiile funcționării unei singure artere (*a. ulnaris*) [12, 13].

Testul Allen

Metoda clasică: se palpează pulsațiile arterei radiale și ulnare și se comprimă concomitent. Pacientul efectuează 5-6 mișcări de flexie-extensie a mâinii, după care mâna rămâne în extensie. În timpul mișcărilor, tegumentele mâinii devin palide. Se decomprimă artera ulnară și se cronometrează timpul de recolorare a tegumentelor. Fluxul sangvin se consideră compensat, dacă timpul recolorării tegumentelor nu depășește 12 secunde.

Testul Allen modificat constă în folosirea pulsoximetrului pentru controlul SaO_2 . Pulsoximetrul se atașează pe degetul mare sau la nivelul indexului. Se comprimă arterele antebrațului până la scăderea valorilor SaO_2 la 0%, după care se decomprimă artera ulnară și se notează timpul revenirii saturației la valorile inițiale. Testul se consideră pozitiv dacă valorile saturației periferice revin la nivelul celor inițiale în 12 secunde [14].

Poziționarea și pregătirea membrului superior pe masa de operație

După iodare, se poziționează membrul brahial pe suportul standard al mesei de operație, în extensie și abducție laterală

Table 1

Relations of the radial artery

	Forearm	Wrist	Hand
Anterior	<ul style="list-style-type: none"> • superior: m. brachioradialis • inferior: skin, superficial and deep fascias 	<ul style="list-style-type: none"> • scaphoid bone • trapezium bone 	<ul style="list-style-type: none"> • oblique head of m. adductor pollicis • tendons of flexor muscles of the fingers • mm. lumbricales manus
Posterior	<ul style="list-style-type: none"> • m. biceps brachii tendon • m. supinator • m. pronator teres • m. flexor digitorum superficialis • m. flexor pollicis longus • m. pronator quadratus • distal end of radius 	<ul style="list-style-type: none"> • tendon of m. extensor pollicis longus • cephalic vein • thumb and index branches of the anterior branch of the radial nerve 	<ul style="list-style-type: none"> • metacarpal bones bases • mm. interossei manus
Lateral	<ul style="list-style-type: none"> • m. brachioradialis • anterior branch of radial nerve 	<ul style="list-style-type: none"> • tendons of mm. abductor pollicis longus and extensor pollicis brevis 	
Medial	<ul style="list-style-type: none"> • superior: m. pronator teres • inferior: m. flexor carpi radialis 	<ul style="list-style-type: none"> • radial collateral ligament of the wrist 	

Surgical harvesting of the radial artery**Upper limb selection**

When using a single arterial graft, the nondominant forearm is preferred as a harvest site. Preoperative Allen test is performed in order to prevent subsequent upper limb ischemia. This test indicates if the hand and forearm can be normally supplied by a single (ulnar) artery [12, 13].

Performing the Allen test

The classic method consists in palpating the pulsations of the radial and ulnar arteries and simultaneous compression. The patient is then asked to close and open his hand 5-6 times, movements that turn the palm pale. At the end the hand has to be left in extension. The ulnar artery is then decompressed and the hand recoloring time is quantified. The blood flow is considered compensated if the hand recolors in less than 12 seconds.

The modified Allen test consists in using the pulse-oximeter for controlling O_2 saturation. The pulse-oximeter is attached to the thumb or to the index. The arteries are compressed until O_2 saturation diminishes to 0. The ulnar artery is then decompressed and the time to reach the initial O_2 saturation is quantified. The test is considered positive if the saturation reaches the initial level in less than 12 seconds [14].

Positioning and preparing the upper limb for harvesting

The upper limb is placed in extension and 90° lateral abduction onto the standard support of the surgical table.

de aproximativ 90°. Se atașează pulsoximetrul la nivelul policelului sau al indexului pentru controlul intraoperator al saturației în oxigen [15]. Pentru stabilitatea poziției, mâna poate fi fixată de câmpurile operatorii cu două pense.

Incizia și recoltarea

Incizia structurilor tegumentare este limitată de două puncte: unul proximal între marginea medială a *m. brachioradialis* și marginea laterală a tendonului *m. bicipitalis*, la 1 cm distal de plica cotului, distal între procesul stiloid radial și tendonul *m. flexor carpi radialis*. În primele 2/3 proximale, incizia trebuie să respecte conturul marginii mediale a *m. brachioradialis* (Fig. 2, pag. 54). Venele superficiale aflate pe traiectul inciziei pot fi ligaturate și secționate.

După disecția stratului subcutanat și hemostază, se pătrunde în spațiul dintre *m. brachioradialis* și *m. flexor carpi radialis* prin secționarea fasciei antebrațiale anterioare cu prezervarea nervului cutanat antebrațial lateral dispus lateral în plaga operatorie. (Fig. 3, pag. 54).

După disecția fasciei (Fig. 4, pag. 54, Fig. 5, pag. 55) și rețracția a *m. brachioradialis* și *m. flexor carpi radialis*, se evidențiază traiectul arterei radiale. Pentru prevenirea spasmului arterial se indică administrarea intravenoasă a Diltiazemului hidroclorid într-o doză de încărcare de 0.15-0.25 mg/kg, urmată de perfuzie continuă cu doza de 0.5-1.0 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ [16].

AR se etalează în 1/3 medie a antebrațului, nivel la care se începe disecția. AR se încarcă cu grijă pe vessel loop. Prin tracțiune ușoară a vessel loop-ului, se ridică artera pentru evidențierea ramurilor colaterale, care se secționează între două clipuri hemostatice (Fig. 5, 6, pag. 55). Artera radială poate fi recoltată scheletizată sau împreună cu venele comitante și cu țesutul adipos adiacent.

Secționarea proximală și distală a arterei radiale

După finalizarea disecției, se clampează distal artera cu un bulldog (clamp Dietrich) și se ligaturează distal de locul clampării, la nivelul procesului stiloid, cu un fir de mătase 2-0. Se secționează ulterior artera între bulldog și ligatură. Prin pulsațiile extremității arteriale ligaturate se apreciază aportul arterei ulnare la circulația colaterală.

AR se ridică perpendicular pe planul antebrațial, se aplică proximal o dublă ligatură cu fir de mătase 2-0 pentru a asigura o hemostază sigură.

Se introduce la extremitatea proximală a AR un ac arterial (Fig. 7, pag. 56). Lumenul arterial se spală cu ser fiziologic cu Papaverină pentru eliminarea cheagurilor de sânge și prevenirea spasmului arterial. Plaga operatorie se acoperă cu comprese sterile și se trece la prepararea AR recoltate. AR se poziționează pe o compresă sterilă. Se produce dilatarea graftului arterial prin injectarea ușoară a soluției de Papaverină și se efectuează verificarea finală a hemostazei prin clipirea ramurilor permeabile. După finalizarea preparării, AR se introduce într-un vas cu soluție de Papaverină.

The pulse-oximeter is attached to the thumb or to the index for intraoperative control of O_2 saturation [15]. The hand may be attached to surgical fields using two clamps for stabilization.

Incision and harvesting

The incision of the cutaneous structures is performed between two points: proximally, between the medial border of *m. brachioradialis* and the lateral border of the biceps tendon, 1 cm distal to the cubital fossa, and distally, between the radial styloid process and the *m. flexor carpi radialis* tendon. In the upper 2/3, the incision has to respect the contour of the medial border of *m. brachioradialis* (Fig. 2, pag. 54). The superficial veins can be ligated and sectioned.

After subcutaneous layer dissection and hemostasis, the surgeon enters into the space between *brachioradialis* and *flexor carpi radialis* muscles by sectioning the anterior antebrachial fascia and preserving the lateral antebrachial cutaneous nerve situated laterally to the surgical incision (Fig. 3, pag. 54).

After dissecting the fascia (Fig. 4, pag. 54, Fig. 5, pag. 55) and retracting *brachioradialis* and *flexor carpi radialis* muscles, the course of the radial artery is visualised. In order to prevent arterial spasm, diltiazem hydrochloride is administered intravenously with a loading dose of 0.15-0.25 mg/kg, followed by a continuous perfusion 0.5-1.0 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ [16].

The dissection of the radial artery begins in the middle 1/3 of the anterior forearm region. The artery is carefully positioned on the vessel loop (Fig. 5, 6, pag. 55). Through slow traction of the vessel loop the artery is removed from its environment, while the collateral branches are identified and sectioned between two hemostatic clips. The radial artery might be skeletonized single or harvested together with the dominant veins and the adjacent adipous tissues.

Proximal and distal sectioning of the radial artery

After finalizing the arterial dissection, the artery is clamped distally using a bulldog (clamp Dietrich) and ligated distally to the clamping level, closely to the styloid process, with a silk wire 2-0, and subsequent sectioning between the bulldog and the ligation. It might be evaluated the contribution of the ulnar artery in the collateral circulation through the pulsation of the ligated arterial end. The radial artery is elevated perpendicular to the antebrachial plane, in order to apply proximally a double ligature using a silk wire 2-0 for securing the hemostatic procedure.

At the proximal end of the radial artery an arterial needle is introduced (Fig. 7, pag. 56) and the arterial lumina is cleaned using a hydrosaline solution with Papaverina in order to remove the clots and to prevent arterial postoperator contractions. The wound is covered with steril bandage and the procedure will be continued in order to prepare the harvested radial artery.

Închiderea plăgii operatorii

Se verifică hemostaza înaintea închiderii plăgii operatorii, (Fig. 8, pag. 56) în vederea prevenirii dezvoltării sindromului de compartiment în perioada postoperatorie.

Plagă operatorie se închide în dublu strat prin sutură cu fir de acid poliglicolic 3-0 surjet urmat de sutura intradermică cu fir de polidioxonă 4-0 (Fig. 9, pag. 56). Plagă nu se drenează. Se aplică pentru 24 de ore un pansament compresiv al antebrațului cu urmărirea atentă a dezvoltării unor eventuale fenomene ischemice la nivelul membrului superior.

Discuții

În timpul recoltării arterei radiale, chirurgul trebuie să țină cont de 4 arii de risc chirurgical.

Prima arie de risc chirurgical este reprezentată de ramurile anterioare ale nervilor cutanați antebrahiali medial și lateral. Nervul cutanat antebrahial medial, ram al cordonului medial (C8, T1) al plexului brahial, inervează pielea regiunii antebrahiale mediale [8, 9]. Nervul cutanat antebrahial lateral reprezintă ramul cutanat al nervului musculocutanat, ram al cordonului lateral (C5-C7), și se distribuie pielii jumătății laterale a regiunii antebrahiale anterioare. Nervul emite ramuri care descriu o ansă în jurul marginii radiale a antebrațului, și se anastomozează cu nervul cutanat posterior al antebrațului și cu ramul terminal al nervului radial. În timpul abordului chirurgical al regiunii antebrahiale anterioare trebuie respectate aceste filete nervoase. Vena mediană (vena antebrahială intermediară) este situată la nivelul inciziei sau în apropierea acesteia, și poate fi ușor ligaturată. Se indică efectuarea de anastomoze venoase pentru a preveni edemele antebrahiale sau palmare. În 1/3 distală a antebrațului artera radială este superficială, mai ales în vecinătatea tendonului *flexor carpi radialis*, nivel la care se dispune subcutanat [8].

A doua arie de risc chirurgical potențial o constituie 1/3 medie a traiectului, nivel la care aceasta artera radială se află în raport lateral imediat cu ramul superficial al nervului radial. Ramul superficial al nervului radial este pur senzitiv, are originea în trunchiul radial, la 0,5 cm după ce acesta abordează regiunea antebrahială, descrie un traiect descendent anterior de epicondilul lateral, pe marginea laterală antebrahială, de asupra mușchiului supinator. În traiectul său, descrie o ansă în jurul arterei radiale, posterior de mușchiul brahioradial. În 1/3 mijlocie ocupă flancul lateral al arterei radiale, nivel la care poate fi lezat în timpul recoltării arterei. Părăsește artera la aproximativ 7 cm de articulația pumnului, trece profund de tendonul mușchiului brahioradial, și înconjură marginea laterală a radiusului înainte de a străbate plafonul tabacherei anatomice. Ulterior descrie un traiect descendent, perforează fascia palmară profundă și se divide în 4-5 ramuri, nervii digitali dorsali. Inervează articulațiile mâinii, pielea 2/3 laterale ale regiunii antepalmare, regiunea dorsală a policelui și extremitățile proximale ale părții laterale ale policelui, și 1/2 ale celorlalte degete. În cazul lezării severe a ramului superficial al nervului radial în cursul recoltării arterei radiale, pacientul prezintă hipoestezie la nivelul unei arii cutanate situate la baza primului și celui de al doilea metacarpian. Anastomozele nervoase de la nivelul ramurilor cutanate ale ner-

The radial artery is placed on the steril bandage and will be slowly injected with a solution of papaverina in order to dilate the arterial graft and to verify the hemostasis of its collateral branches. After preparation, the radial artery is introduced into a solution of Papaverina, until it will be used for the bypass.

Wound closure

Before the closure of the wound careful hemostasis will be performed (Fig. 8, pag. 56) in order to prevent any postoperative development of a compartmental syndrom.

The incision is closed by using a double layer suture by performing a surjet with a poliglicolic acid 3-0 wire followed by a intradermic suture with polydioxonne wire 4-0 (Fig. 9, pag. 56). No drainage will be performed. It will be applied a compressive bandage on the forearm under careful surveillance of any ischemical phenomena in the operated brahial limb.

Discussions

In harvesting the radial artery the surgeons have to take into account a number of anatomical risk areas.

The first anatomical risk area is represented by the *branches of the medial and anterior antebrahial cutaneous nerve*. The medial cutaneous antebrahial nerve, branch of the brachial plexus medial cord (C8, T1), distributes to the skin of the medial antebrahial region. The lateral antebrahial cutaneous nerve represents the cutaneous branch of the musculocutaneous nerve, branch of the brachial plexus lateral cord (C5-C7), and innerves the skin of the lateral half of ventral antebrahial region [8, 9]. The nerve gives branches that loops around the radial antebrahial border, anastomoses with the posterior cutaneous antebrahial nerve and the terminal branch of the radial nerve. During the surgical procedures on the anterior antebrahial region the surgeon have to take care of the nervous fibers. The median vein (intermediate antebrahial vein) is situated at the incision level or closely related to it, and can be easily ligated. In order to prevent the development of a local edema it is advisable to perform venous anastomosis. In the distal 1/3 of the antebrahial region, the radial artery is situated superficially, subcutaneously, closely related to the tendon of *flexor carpi radialis* [8].

The second anatomical risk area is represented by the medial 1/3 part of the artery trajectory, where the artery is closely related to the superficial branch of the radial nerve. The superficial branch of the radial nerve, purely sensitive, originates in the radial trunk, at 0,5 cm after it enters into the antebrahial region. It orientates inferiorly, anterior to the lateral epicondyle, on the lateral antebrahial border, being applied on the supinator muscle. In its trajectory, the nerve describes a loop around the radial artery, posterior to the brahioradialis muscle. In its the middle 1/3 the nerve is applied on the lateral side of the radial artery, a risky zone where it might be interested during the radial artery harvesting. The nerve leaves the artery at about 7 cm from the carpal joint, being situated on the deep surface of the brahioradialis tendon, and loops around the radial lateral border before entering into the snuff box. It crosses proximo-distally the floor of the snuff box, perforates the deep

vilor median și ulnar explică incidența scăzută a hipoesteziei în teritoriul menționat [8, 9].

A treia arie de risc chirurgical o constituie ramul profund al nervului radial, cel mai voluminos dintre cele 2 ramuri terminale ale acestuia, pur motor. Teritoriul de distribuție interesează mușchiul *extensor carpi radialis brevis* și mușchiul supinator. Înainte de a perfora supinatorul descrie o ansă în jurul colului radial și abordează compartimentul antebrahial posterior. Ramul profund al nervului radial are un traiect distal, schimbându-și numele în nerv *interosus posterior*.

După emergența din mușchiul supinator, nervul *interosus posterior* emite următoarele ramuri:

- Trei ramuri scurte pentru mușchii *extensor digitorum*, *extensor digiti minimi* și *extensor carpi ulnaris*;
- Două ramuri lungi
 - o Ram medial pentru mușchii *extensor pollicis longus* și *extensor indicis*;
 - o Ram lateral pentru mușchiul *abductor pollicis longus*, care se termină în mușchiul *extensor pollicis brevis*.

Nervul *interosus posterior* se termină la nivelul regiunii carpiene dorsale, înervând ligamentele și articulațiile carpiene. Ramul profund al nervului radial poate fi lezat în cursul extracției extensive profunde, în special proximal, la nivelul regiunii cotului. Lezarea ramului profund al nervului radial determină inabilitatea extensiei policelui și a articulației metacarpofalangeale ale celorlalte degete. Leziuni înalte de nerv radial determină mâna în gât de lebădă.

A patra arie de risc chirurgical o constituie nervii cutanați antebrahiali lateral și medial, ramul superficial al nervului radial și ramul profund al nervului radial, cu alterări ale funcțiilor motorii la nivelul mâinii și pumnului.

Un element care complică recoltarea arterei radiale o reprezintă existența variantelor anatomice, care au o incidență conform studiilor de specialitate de peste 30%. Variantele anatomice ale arterei radiale se clasifică în trei categorii [17, 18]:

- Arteră radială cu origine înaltă 14,4% după McCormack;
- Prezența arterei radiale superficiale 15% după McCormack;
- Absența arterei radiale sub 1%.

Ultimile două variante anatomice sunt ușor de diagnosticat clinic prin absența pulsului la radială în șanțul pulsului, de cele mai multe ori însoțită de malformații la nivelul membrelor (de exemplu, absența congenitală a radiusului).

Concluzii

Arterele reprezintă cele mai voluminoase și mai puternice structuri vasculare musculo-membranoase care transportă și distribuie sângele organelor interne. Vase suplă, rezistente, prezentând un calibru semnificativ, arterele au capacitatea de a prelua semnale de la un număr mare de stimuli, influențând statusul parametrilor biologici ce asigură specializarea variatelor tipuri celulare de la nivelul pereților vasculari.

Ductele arteriale sunt structural distincte de arterele coronare, dar morfologic și fiziologic mult mai asemănătoare arterelor coronare comparativ cu grefele venoase.

palmary fascia and divides into 4-5 branches, the dorsal digital nerves. In case of lesions at the level of the superficial branch of the radial nerve during the harvesting of the radial artery the patient present hipoesthesia in the territories of distribution, respectively the base of the first and second metacarpian bone [8,9].

The third anatomical risk aria is represented by the deep branch of the radial nerve, the most voluminous one, and purely motor. The territory of distribution is represented by *extensor carpi radialis brevis* and *supinator* muscles. Before it perforates the *supinator* muscle, the nerve describes a loop around the radial neck and enters into the posterior antebrahial region. The iatrogenic lesion of this branch determines the limitation of the *policis* extension and of the first two metacarpophalangeal joints.

The forth risk aria is represented by the lateral and medial cutaneous nerves. The superficial branch of the radial nerve and the deep branch of the radial nerve, which may affect the mobility at the levels of the hand and carpien joints.

An important anatomical element that might complicate the radial artery harvesting is represented by its numerous anatomical variants, with an incidence in the literature of about 30%.

Generally, the anatomical variants of the radial artery are classified into three types [17, 18]:

- High origin of the radial artery 14,4% after McCormack
- Superficial radial artery (15%)
- Radial artery agenesis 91%).

The last two types are easy to be identified due to the pulse absence into the radial sulcus and the coexistence of various upper limb malformations (example, radial agenesia).

Conclusions

The arterial ducts represent the strongest and the most voluminous musculomembranous structures that supplies the inner organs. The arteries are defined as flexible, resistant vessels significant in size, able to capture the signals determined by a variable number of stimuli, influencing the biological statuses and parameters thus providing the specialization of various cellular types localized into the vascular walls.

Arterial ducts are structurally distinct from the coronary arteries, but morphologically and physiologically more similar to coronary artery versus the venous grafts.

Compared with the IMA, the radial artery is characterized by an increased prevalence of intimal alterations of fibrointimal hyperplasia or atherosclerosis type.

The strategy of the graft procedure (graft type, method of harvesting) depends on the clinical and paraclinical specificities of the case, on the surgeon's choice and his surgical expertise.

Conflict of interest:

None to declare.

Artera radială se caracterizează printr-o prevalență crescută a alterărilor intimale de tipul hiperplaziei fibrointimal sau ateroscleroză comparativ cu IMA.

Strategia de grefare (tip de grefă, modalitate de recoltare) depinde de opțiunea chirurgului operator, în funcție de particularitățile clinico-anamnestice ale cazului și de expertiza sa.

Conflict de interese:

Nimic de declarat.

Bibliografie/ References

1. Carpentier A, Guermontprez JL, Deloche A, Frechette C, DuBost C. The aorta-to-coronary radial artery bypass graft: a technique avoiding pathological changes in grafts. *Ann Thorac Surg* 1973;16:111-21.
2. Chiu C-J. Why do radial artery grafts for aortocoronary bypass fail? A reappraisal. *Ann Thorac Surg* 1976;22:520-3
3. Curtis JJ, Stoney WS, Alford WC Jr, Burrus GR, Thomas CS Jr. Intimal hyperplasia: a cause of radial artery aortocoronary bypass graft failure. *Ann Thorac Surg* 1975;20:628-35.
4. Fisk RL, Brooks CH, Callaghan JC, Dvorkin J. Experience with the radial artery graft for coronary artery bypass. *Ann Thorac Surg* 1976;21:513-8
5. Van Son JAM, Smedts F. Revival of the radial artery for coronary artery bypass grafting: l'histoire se repète [Letter]. *Ann Thorac Surg* 1993;55:1596-8
6. Acar C, Jebara VA, Portoghese M, et al. Revival of the radial artery for coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1992;54:652-60.
7. Acar C, Jebara VA, Portoghese M, et al. Comparative anatomy and histology of the radial artery and the internal thoracic artery: implications for coronary artery bypass. *Surg Radiol Anat* 1991;13:283-8.
8. Varlam H, Francu LL, Antohe D St, Frincu DL, Taranu T. Anatomie regionala si aplicata. Membre. Junimea, Iasi, 2004.
9. Brash JC, Jamieson EB, eds. Cunningham's manual of practical anatomy. New York: Oxford University Press, 1947.
10. McMinn RMH, Hutchings RT, eds. Color atlas of human anatomy. Chicago: Year Book Medical, 1977.
11. Pansky B, House EL, eds. Review of gross anatomy: a dynamic approach. New York: Macmillan, 1964.
12. Husum B, Palm T. Arterial dominance in the hand. *Br J Anaesth* 1978;50:913-6.
13. Koman LA, Urbaniak JR. Ulnar artery insufficiency: a guide to treatment. *J Hand Surg* 1981;6:16-24.
14. Reyes AT, Frame R, Brodman RF. Technique for harvesting the radial artery as a coronary artery bypass graft. *Ann Thorac Surg*. 1995; 59: 118-126
15. Johnson WH, Cromartie RS, Arrants JE, Wuamett JD, Holt JB. Simplified method for candidate selection for radial artery harvesting. *Ann Thorac Surg*. 1998; 65: 1167.
16. Bojar RM. Manual of Perioperative Care in Adult Cardiac Surgery, 5th Edition. Wiley-Blackwell, 2011.
17. Coleman S, Anson B. Arterial patterns in the hand based upon a study of 650 specimens. *Surgery, Gynecology & Obstetrics* 1961; 113(4):409-24.
18. McCormack LJ, Caulwell EW, Anson BJ. Braquial and antebraquial arterial patterns. *Surgery, Gynecology & Obstetrics* 1953; 96:43-54.
19. Risteski et al. The radial artery conduit for coronary artery bypass. *Anadolu Kardiyol Derg* 2005; 5: 153-62