

Univerzita Palackého v Olomouci

Lékařská fakulta



**Vliv rozdílného způsobu chirurgického odběru arteria  
thoracica interna na její volný průtok a délku.**

Dizertační práce

Autor: MUDr. Andrea Steriovský

Školitel: doc. MUDr. Petr Němec, CSc.

Pracoviště: Kardiochirurgická klinika Fakultní nemocnice Olomouc

Přednosta: Prof. MUDr. Vladimír Lonský, Ph.D., FECTS

Olomouc 2013

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem dizertační práci zpracoval samostatně pod odborným vedením doc. MUDr. Petra Němce, CSc. a uvedl všechny použité odborné zdroje.

V Olomouci, 30. dubna 2013

.....

## **Poděkování**

Dovolte mi, abych v úvodu vyslovil krátké poděkování všem, kteří mi byli při přípravě této práce nápomocni.

Na prvním místě bych chtěl velice poděkovat svému školiteli doc. MUDr. Petrovi Němcovi, CSc. za odborné vedení, pomoc i cenné rady. Patří mu též mé upřímné poděkování a obdiv za věnovaný čas a nezměrnou trpělivost, kterou po dobu mé přípravy projevil a bez které by tato práce nevznikla.

Rád bych také vyjádřil svůj velký dík MUDr. Vilémovi Brukovi za jeho odbornou pomoc i osobní vklad a zapálení, se kterým mne k tepenné revaskularizaci před lety přivedl.

Zvláštní poděkování patří našemu učiteli tepenné revaskularizace prof. Antoniovi Mariovi Calafioemu za jeho vřelost s jakou nás přijal na svém pracovišti, za neocenitelné rady a pomoc.

Stejně tak bych chtěl poděkovat prof. MUDr. Vladimíru Lonskému, Ph.D., FECTS za jeho nezištnou pomoc, cenné rady, neutuchající podporu i čas, který mi věnoval.

Za precizní zpracování statistické analýzy i nevšední ochotu děkuji Mgr. Janě Vrbkové, Ph.D.

Velký dík patří též mému příteli Leo Recovi za jeho neocenitelnou pomoc při formálním zpracování práce a Mgr. Zdence Michalíkové za pomoc s obrazovou dokumentací.

Chtěl bych také poděkovat - bez výjimky - kolegyním, kolegům a všem pracovníkům Kardiochirurgické kliniky FN Olomouc, bez jejichž odborné i přátelské pomoci by tato práce nemohla nikdy vzniknout.

A v neposlední řadě bych chtěl poděkovat mé manželce Michaele, za vlídnou trpělivost a duševní podporu ...

Pozn.:

Finanční náklady, spojené s prací, byly částečně hrazeny prostřednictvím grantového projektu IGA MZ ČR č. NR77791-3/2004.

# OBSAH

Použité zkratky.....	7
Úvod.....	9
1. Historie.....	12
2. Tepenné štěpy a jejich charakteristika .....	15
2.1. Jednotlivé tepenné štěpy .....	15
2.1.1. A. thoracica interna .....	15
2.1.2. A. radialis .....	22
2.1.3. A. gastroepiploica dx.....	24
2.1.4. A. epigastrica inferior.....	25
2.2. Ojediněle používané tepenné štěpy .....	26
2.2.1. A. circumflexa femoris lateralis – ramus descendens .....	26
2.2.2. A. circumflexa ilium profunda .....	27
2.2.3. A. thoracodorsalis.....	28
2.2.4. A. subscapularis, A. costalis lateralis, bovinní ITA .....	28
3. Chirurgická technika tepenných revaskularizací myokardu .....	29
3.1. Tepenné revaskularizace dle charakteristiky tepenných štěpů .....	29
3.1.1. Revaskularizace myokardu s použitím tepenných štěpů „in situ“ .....	29
3.1.2. Sekvenční použití ITA .....	31
3.1.3. Revaskularizace povodí levé věnčité tepny pomocí RITA „in situ“ .....	32
3.1.4. Revaskularizace myokardu s použitím kompozitních tepenných štěpů.....	35
3.1.5. Revaskularizace myokardu s použitím ITA jako „free graft“ .....	44
4. Indikace a kontraindikace oboustranného použití a. thoracica interna .....	46
5. Oboustranné použití a. thoracica interna u pacientů nad 70 let .....	48
6. Oboustranné použití a. thoracica interna u diabetiků.....	49
7. Cíle práce.....	51
7.1. Primární cíl .....	51
7.2. Sekundární cíle .....	51
8. Klinická studie.....	52

8.1. Soubor nemocných .....	52
8.2. Metodika.....	53
8.2.1. Anestezie .....	53
8.2.2. Operační postup.....	54
8.2.3. Protokol měření a proměnné .....	60
8.2.4. Sledované proměnné .....	62
8.2.5. Statistické zpracování.....	62
8.3. Výsledky.....	64
8.4. Diskuse .....	68
8.5. Závěry.....	76
9. Literatura .....	77
Příloha .....	83

## POUŽITÉ ZKRATKY

ACC	American College of Cardiology
AHA	American Heart Association
AR	arteria radialis
BITA	bilateral internal thoracic artery, levá a pravá arteria thoracica interna
BMI	body-mass index
CABG	coronary artery bypass grafting, koronární arteriální bypass
CCS	Canadian Cardiovascular Society
ČKS	Česká kardiologická společnost
ČSKVCH	Česká společnost kardiiovaskulární chirurgie
DLFCA	descending lateral femoral circumflex artery, a. circumflexa femoris lateralis – ramus descendens
CMP	cévní mozková příhoda
DM	diabetes mellitus
ECC	extracorporeal circulation, mimotělní oběh
EDCFs	endothelium-derived contracting factors
EDHF	endothelium-derived hyperpolarizing factor
EDNO	endothelium-derived nitric oxide
EDRFs	endothelium-derived relaxing factors
CHOBPN	chronická obstrukční bronchopulmonální nemoc
IEA	inferior epigastric artery, arteria epigastrica inferior
ICHS	ischemická choroba srdeční
ITA	internal thoracic artery , arteria thoracica interna (mammární tepna)
LAST	left anterior small thoracotomy, malá levostranná přední torakotomie
LITA	left internal thoracic artery, levá arteria thoracica interna
MAP	mean arterial pressure, střední arteriální tlak
NYHA	New York Heart Association
PCI	percutaneous coronary intervention
RCx	ramus circumflexus

RD	ramus diagonalis
RGEA	right gastroepiploic artery, pravá gastroepiploica anterior
RIA	ramus interventricularis anterior
RITA	right internal thoracic artery , pravá arteria thoracica interna
RIP	ramus interventricularis posterior
RMS	ramus marginalis sinister
SVG	saphenous vein graft, žilní štěp
TTF	transit-time flow measurement



# ÚVOD

Ischemická choroba srdeční je nejčastější příčinou závažné morbiditativy i mortality v dospělém věku a jedním z nejčastějších onemocnění ve vyspělých zemích včetně České republiky. Důvodem více než poloviny všech hospitalizací na interních klinikách v ČR je onemocnění kardiovaskulárního systému. Kardiovaskulární choroby jsou též hlavní příčinou úmrtí a v roce 2008 na ně zemřelo v ČR 52 000 osob (1).

Koronární bypassy (coronary artery bypass grafts, CABG) se na konci 20. století staly jednou z nejčastějších operací v celé medicíně a v léčbě ICHS znamenají stejně převratný krok, jako objev antibiotik v léčbě infekčních onemocnění. Pro nemocné znamená CABG záchranu života, odstranění obtíží a zlepšení kvality života. Umožní jim opětovně vést „normální“ život, sníží četnost hospitalizací i spotřebu léků.

Mortalita revaskularizačních operací klesla pod 2% i přes zvyšující se věk a morbiditu nemocných a chirurgická revaskularizace myokardu se dnes považuje za rutinní chirurgický výkon. Jednoznačnými indikacemi dle třídy a úrovně důkazů I/A (třída I: existují důkazy a/nebo všeobecná shoda, že je léčba přínosná, užitečná a efektivní. Úroveň poznatků A: údaje vycházejí z několika randomizovaných klinických studií nebo metaanalýz) k CABG jsou dle kritérií *American College of Cardiology* a *American Heart Association* (ACC/AHA) i společných doporučení ČKS a ČSKVCH pro léčbu pacientů s ICHS: Stenóza kmene levé věnčité tepny či její ekvivalent (proximální stenózy RIA+RCx) bez ohledu na symptomy či funkci levé komory a nemoc tří tepen s anginou pectoris stupně II-IV *Canadian Cardiovascular Society* (CCS) nebo s dysfunkcí levé komory nebo se závažnými arytmiemi (2). Za standardní postup se dnes v těchto indikacích považuje použití arteria thoracica interna (ITA) do povodí ramus interventricularis anterior (RIA) a žilních štěpů k přemostění, zbývajících hemodynamicky významných, stenóz koronárního řečiště.

S bouřlivým rozvojem perkutánní koronární intervence (PCI) a uvedením stentů, které jsou kryty postupně se uvolňujícími léky tzv. drug-eluting stenty (DES), do praxe, došlo v ČR k poklesu celkového počtu CABG. Podle databáze Národního kardiochirurgického registru ČR klesl počet chirurgických revaskularizací myokardu z 6.693 výkonů v roce 2002 na 3.931

v roce 2010. I přes výrazný sestupný trend zůstává i nadále CABG „zlatým standardem“ v léčbě ICHS zejména v případě onemocnění tří tepen a stenózy kmene levé věnčité tepny. Multicentrická randomizovaná studie SYNTAX (Synergy between Percutaneous Coronary Intervention with TAXUS and Cardiac Surgery) srovnává chirurgickou revaskularizaci a koronární intervenční léčbu s použitím lékových stentů (paclitaxel – stent TAXUS) u pacientů s chronickou ICHS s postižením kmene a/nebo nemocí tří tepen. Skupina nemocných s vysokým „Syntax score“ (algoritmus pro kvantifikaci postižení angiograficky zobrazených věnčitých tepen), která podstoupila chirurgickou revaskularizaci myokardu, měla v pětiletém pooperačním sledování statisticky významně menší výskyt nežádoucích kardiovaskulárních a cerebrovaskulárních příhod než skupina nemocných léčených PCI. Sledovanými příhodami byly: úmrtí, cévní mozková příhoda, infarkt myokardu a opakovaná revaskularizace. U pacientů s méně komplexním postižením koronárního řečiště (tj. nízké „Syntax score“ pro nemoc tří tepen nebo nízké/střední pro postižení kmene levé věnčité tepny) je PCI akceptovatelnou alternativou k CABG (3,4).

Také revaskularizační chirurgická technika prošla za poslední dvě dekády značným vývojem. Na základě publikovaných údajů, že po deseti letech od primární operace zůstává průchodných pouze 50-60 % žilních štěpů, zatímco desetiletá průchodnost ITA přesahuje 90 %, se zvyšuje počet pracovišť, která se rutinně věnují tepenné revaskularizaci. Dlouhodobá průchodnost tepenných štěpů je přičítána skutečnosti, že funkční endotel tepenných štěpů je odolnější vůči progresi patologické intimální hyperplazie, která vede ke stenózám a uzávěrům. Řada autorů prokázala výhody oboustranného použití ITA při revaskularizaci povodí levé věnčité tepny. I když názor na ovlivnění délky přežití není u všech autorů jednotný, panuje jednoznačně shoda v nižším výskytu reoperací a ischemických příhod v pooperačním období v případě oboustranného použití ITA než při revaskularizaci pouze levou ITA a žilními štěpy. Použití tepenných štěpů je přínosné u nemocných s prokázanou progresí aterosklerózy, jako jsou mladší nemocní, pacienti s poruchami metabolismu lipidů, a u diabetiků (5-9). Tepenné štěpy jsou nedocenitelné u pacientů s nepoužitelnými či nedostupnými žilními štěpy.

Při úplných tepenných revaskularizacích myokardu bez mimotělního oběhu odpadá nutnost kanylace a naložení svorky na ascendentní aortu. Je využito předností tepenných štěpů „in situ“, tj. tepna je přerušena jen na svém periferním konci. Tímto postupem – tzv. no-touch technika - kdy není použita nástěnná svorka pro konstrukci centrální anastomózy je podstatně snížena možnost embolizace aterosklerotických plátů, detritu a možnost disekce

ascendentní aorty (10). Přesto, že výše uvedená fakta jsou známa, není užití zejména obou ITA, tak časté, jak by si tato výhodná strategie zasloužovala. Podle databáze Národního kardiologického registru ČR byla v období 1993 až 2009 LITA použita u 70.539 nemocných, kdežto RITA jen u 3.465 nemocných. Důvodem je jistě obava ze závažných, život ohrožujících infekčních komplikací po odběru obou ITA standardní technikou ve formě pediklu, kdy je tepna vypreparována společně s okolními strukturami: doprovodnými žilami, fascií a tukovou tkání. Udává se, že bilaterální použití ITA v závislosti na technice odběru tepny, zvyšuje riziko sternální infekce oproti jednostrannému použití ITA z 1,4-1,7 % na 2,5-2,8 %. Z tohoto důvodu proto někteří autoři ještě koncem devadesátých let minulého století považovali diabetes mellitus za kontraindikaci bilaterálního použití ITA (9, 11, 12). V případě šetrnějšího, skeletonizovaného odběru, kdy je vypreparována izolovaně pouze ITA bez okolních tkání, bylo ale prokázáno, že použití obou ITA je možné i u diabetiků s ICHS (7, 13-16).

Důvodem méně častého použití skeletonizovaného odběru ITA je také pracnost metody a tudíž delší čas odběru s prodloužením doby operace a obava z poranění tepny. I když se tradičně za výhodu skeletonizované tepny považuje získání delšího štěpu s lepším volným průtokem než v případě ITA odebrané jako pedikl, (17, 18, 19) v ojedinělé práci Boodwaniho a spolupracovníků, srovnávající celkem u 48 nemocných, mimo jiné, peroperační průtoky ITA odebrané jako skelet nebo pedikl, nebyly mezi oběma způsoby odběru prokázány významné rozdíly (20).

Prakticky všechny práce, zkoumající vliv rozdílného způsobu odběru ITA (skelet versus pedikl) na její volný průtok, srovnávaly volný průtok až po odběru a přerušení ITA in situ. V dosud publikovaných dostupných studiích zkoumal pouze Walpoth se spolupracovníky a Boodhwani se spolupracovníky vliv rozdílného způsobu odběru ITA na její průtok, změřením průtoku ITA „in situ“ na začátku odběru a volného průtoku po odběru. Z dosud publikovaných studií ale není zcela zřejmé, jak šetrné jsou k odebírané tepně výše zmíněné rozdílné techniky a jak významný vliv má technika odběru na reaktivitu (spasmus) ITA a tím na její volný průtok. Odpověď na tuto otázku může mít vliv na předoperační rozvahu a způsob odběru v případě revaskularizace myokardu s použitím jedné ITA.

\*\*\*\*\*

# 1. HISTORIE

První dokumentované experimentální použití tepenného štěpu je z roku 1941 Arthurem Vinebergem v Montrealu, který prováděl studie na zvířatech s použitím a. thoracica interna (21). Patří mu také primát v použití techniky skeletálního odběru při preparaci tohoto konduitu (6). Tepnu i s jejími krvácejícími větvemi, vsíval do myokardiálního tunelu levé komory srdeční. Do roku 1962 provedl 140 těchto operací s počáteční mortalitou 33 %, kterou poté snížil v poslední dekádě na 2 %.

V roce 1953 v Moskvě byl Vladimír P. Demichov pravděpodobně prvním chirurgem, který experimentálně provedl úspěšnou anastomózu a. thoracica interna s koronární tepnou (RIA). Pokus se podařil u psa a provedení anastomózy trvalo tehdy Demichovovi pouhé 1,5 minuty! Následně u tří psů prokázal průchodnost štěpu déle než dva roky. Demichov poté propracoval metodiku operace na zemřelých a podal návrh na klinické použití metody (23). V roce 1954 další Kanadčan, Gordon Murray, používal při svých experimentech se psy na universitě v Minnesotě jak levou karotidu, tak a. thoracica interna a anastomózy prováděl za pomoci polyethylenového „shuntu“.

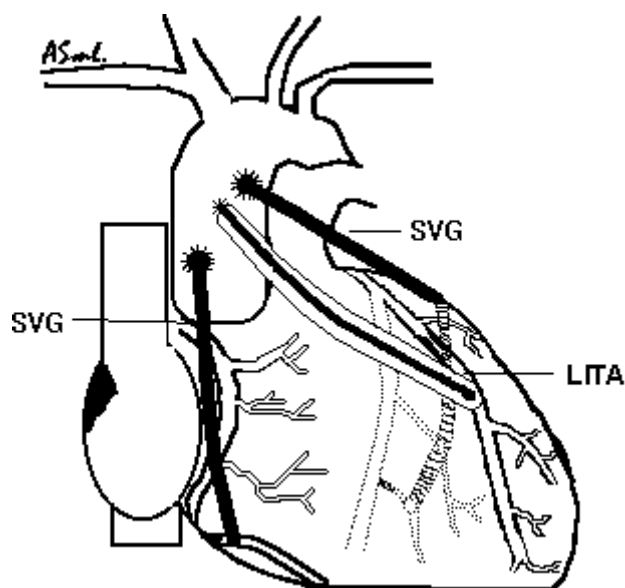
Experimentální studie mammarokoronárních bypassů s použitím mimotělního oběhu byly iniciovány Frankem Spencerem z university v Kentucky, USA. Záslužnou práci na tomto poli odvedl v letech 1965-1968 George Green, který za pomoci operačního mikroskopu, mimotělního oběhu a kardioplegie našival a. thoracica interna na ramus interventricularis anterior u psů.

Práce dalších autorů pak prokázaly překvapující zjištění, a to absenci intimální hyperplazie u a. thoracica interna použité jako tepenný štěp u psů v pooperačním sledování od 12 do 48 měsíců, na rozdíl od rozvoje těžkých intimálních změn venózních štěpů již v prvních 3 a 8 měsících po operaci!

O prvenství v klinickém použití a. thoracica interna se dělí německý chirurg Robert Goetz a Vasilij Kolesov. Goetz působící tehdy v Bronxu (New York, USA) publikoval v roce 1961 se svými spolupracovníky práci o „nonsuture“ mammarokoronární anastomóze provedené pravou mamární tepnou na pravou věnčitou tepnu pomocí kovového ringu

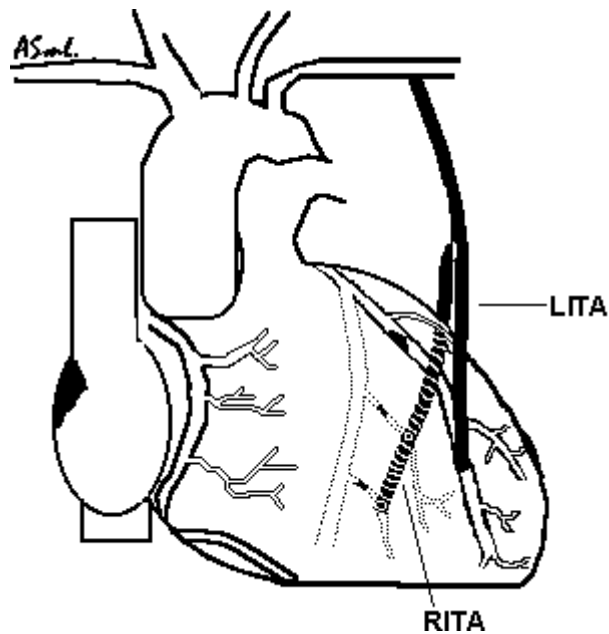
u 38letého taxikáře. Kolesov, v tehdejší Leningradě, používal od roku 1964 a. thoracica interna jako štěp u svých pacientů a navázal tak na experimentální práci Demichova. Poprvé ji použil dne 25. 2. 1964 u 44letého pacienta, kdy na bijícím srdci sešil vnitřní mamární tepnu s marginální větví ramus circumflexus. Do roku 1976 provedl u 132 pacientů mammarokoronární bypass levou (ojediněle i pravou) mamární tepnou, 81 z nich operoval bez mimotělního oběhu. Kolesov již tehdy uvádí, že mammarokoronární bypass představuje nejvhodnější revaskularizační operaci při ischemické chorobě srdeční. Jak uvádí Šimkovic mezi počátkem roku 1964 a polovinou roku 1967 byl Kolesovův ústav jediným centrem na světě, kde se systematicky prováděla koronární revaskularizace (23, 24).

Sedmdesátá a osmdesátá léta byla v koronární chirurgii ve znamení venózních štěpů s postupným vývojem ke „zlatému standardu“ koronární chirurgie: mammarokoronární bypass na RIA a 2-3 žilní štěpy na další stenotické nebo uzavřené koronární tepny (25, obr. č. 1).



**Obrázek č. 1.** CABG 3x LITA+SVG: LITA-RIA; SVG-RMS1; SVG-RIP

Počátkem devadesátých let dochází k širšímu používání tepenných štěpů v léčbě ischemické choroby srdeční. Objevuje se řada prací z oblasti úplné tepenné revaskularizace myokardu a z pohledu *evidence base medicine* jsou obě mamární tepny („in situ“ či „Y-graft“), „konduitem“ první volby (obr. č. 2).



**Obrázek č. 2.** CABG3x „Y-graft“ (LITA+RITA): LITA-RIA, RITA-RMS1+2

Z těch, kdo odvedli velkou a záslužnou práci v popularizaci, rozvoji operační techniky a v řadě vědeckých studií na poli tepenné revaskularizace myokardu, je na omezeném prostoru vhodné zmínit namátkou alespoň tyto chirurgy: A. M. Calafiore v Itálii, J. Tatoulis v Austrálii, H. Suma v Japonsku a P. Sergeant v Belgii.

## **2. TEPENNÉ ŠTĚPY A JEJICH CHARAKTERISTIKA**

O přednostech arteriální revaskularizace myokardu byla již zmínka výše. Tato technika však v sobě skrývá některé záludnosti, se kterými je třeba počítat. Odběr tepenných štěpů, vzhledem k náročnější technice odběru, prodlužuje celkovou dobu operace. I po překonání tzv. „learning curve“ je zde riziko poškození štěpu s jeho následným uzavřením nebo myokardiální hypoperfuzí, kdy je sice štěp průchodný, avšak s nedostatečným průtokem (27, 65).

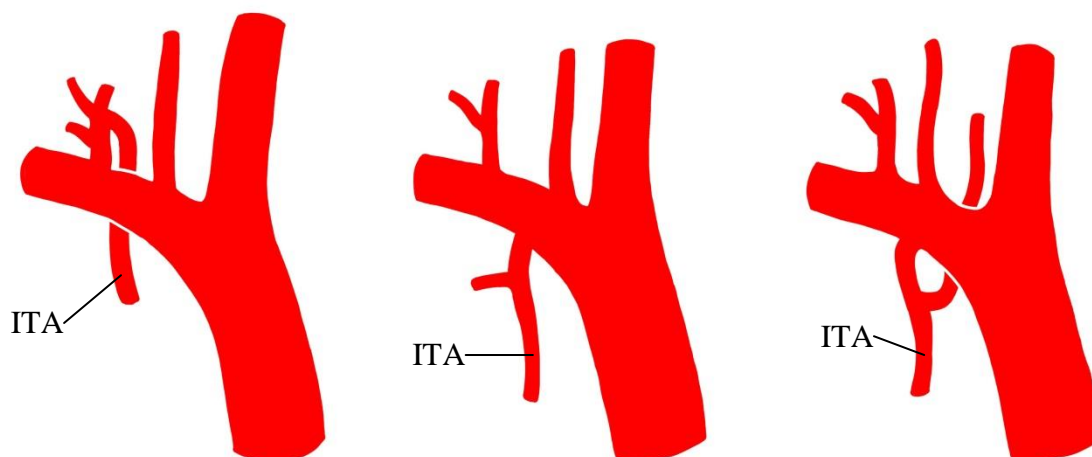
I přes dominantní postavení ITA mezi tepennými štěpy je nezbytná i znalost ostatních tepenných štěpů a způsoby jejich odběrů pro případ, že bude nutné použití více tepenných štěpů.

### **2.1. Jednotlivé tepenné štěpy**

#### **2.1.1. A. thoracica interna**

##### **2.1.1.1. Anatomie**

Začátek ITA, levé či pravé, je na konkavitě podklíčkové tepny. V 70 % případů odstupuje LITA samostatně, zatímco ve zbývajících 30 % odstupuje ze společného trunku s dalšími tepnami (a. thyrocervicalis, a. suprascapularis, a. thyreoidea inferior). RITA obvykle odstupuje samostatně (viz obr. č. 3).

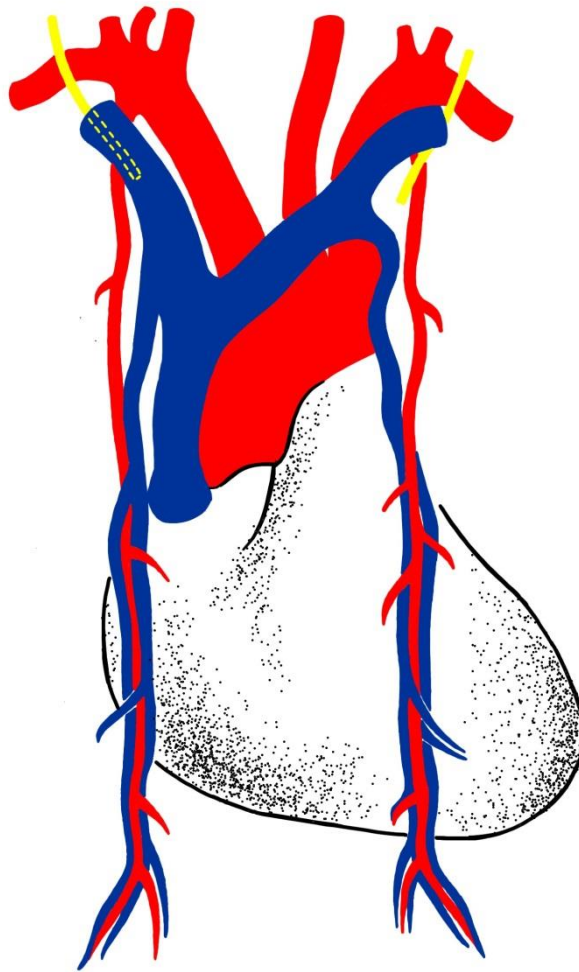


**Obrázek č. 3.** Volně podle: Calafiore AM et al. / Multimedia Manual of Cardiothoracic Surgery / doi:10.1510/mmcts.2004.001008

Mammární tepny dále probíhají po vnitřní stěně hrudníku ve vzdálenosti asi 1-2 cm od okrajů sternu a jsou doprovázeny každá párem „konkomitantních“ žil, které se proximálně spojují do jediné žíly ústící do odpovídající brachiocefalické žíly. Mammární tepny leží na chondrální části žebér a jsou kryty parietální pleurou. Od té je ITA oddělena ve výši druhého nebo třetího sternokostálního spojení pevnou vrstvou endothorakální fascie a níže snopci m. transversus thoracis.

Mezi průběhem pravé a levé mammární tepny není podstatného rozdílu, s výjimkou průběhu proximální RITA ve vzdálenosti až 1 cm od žebér, zatímco LITA leží v celém průběhu těsně při hrudní stěně.





**Obrázek č. 4.** Přehledný pohled naBITA. (Volně podle: Gardner TJ, Spray TL. Operative Cardiac surgery Fifth edition)

Ve svém průběhu vydává vnitřní mamární tepna tyto větve:

- (a) rr. mediastinales, mířící do předního mediastina
- rr. ternales, zásobující sternum a m. transversus thoracis
- rr. bronchiales, spojky s rr. bronchiales z aorty
- a. pericardiophrenica, provázející n. phrenicus po boční stěně perikardu až na bránici
- rr. intercostales anteriores, běžící po dvou v každém mezižebří pro sousedící žebra a anastomózuji s aa. intercostales posteriores. Chirurgická anatomie popisuje existenci tzv. laterální kostální větve – velkého r. intercostalis, který se vyskytuje asi u 30 % populace.
- rr. perforantes, pronikající mezižebními svaly na okraji sterna a větvící se na rr. musculares pro m. pectoralis major a pro přední plochu sterna, rr. cutanei, a u žen ve 2.-5. mezižebří rr. mammarii pro mléčnou žlázu

Konečnými větvemi vnitřní mammární tepny jsou:

- a. epigastrica superior, proniká skrz pars sternalis a pars costalis bránice (před snopci m. transversus thoracis), do pochvy přímého svalu břišního (po zadním okraji svalu) a ve svém větvení anastomózuje s odpovídající a. epigastrica inferior (z a. ilica externa) asi ve výši pupku
- a. musculophrenica, probíhá po obvodu bránice od chrupavky 7. žebra laterálně do dolních pěti mezižebří a vysílá rr. intercostales



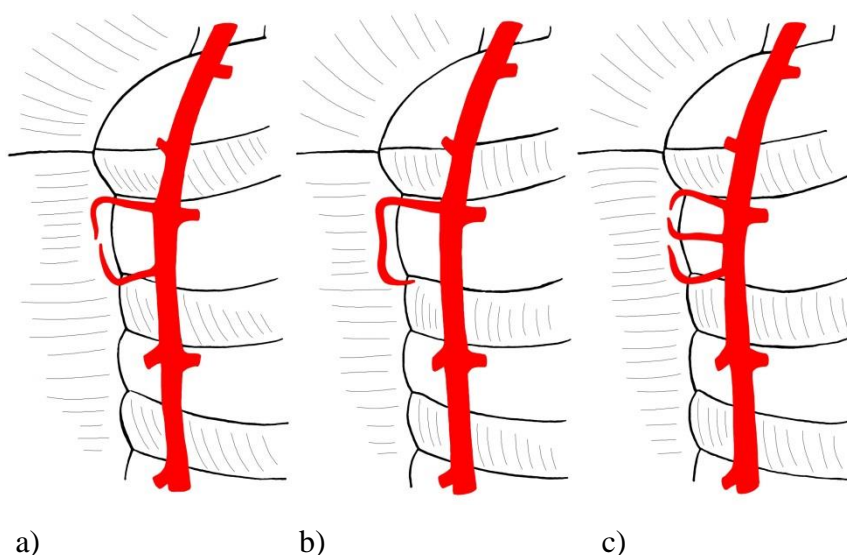
**Obrázek č. 5.** LITA - angiografie

Henriquez-Pino uvádí, že vnitřní mammární tepna končí v 93 % bifurkací výše uvedených konečných tepen a v 7 % trifurkací s diafragmatickou větví (60). Na obou stranách se mammární tepny kříží s n. phrenicus. Šetina se spolupracovníky uvádějí, že vlevo n. phrenicus proximálně běží mezi subklaviální arterií a žilou laterálně od ITA a sestupuje mediálně v mediastinálním tuku směrem k bránici. Na pravé straně je uložen nejprve mediálně od ITA a po 3-4 cm se dostává na její medio-dorsální stranu (26). Ve výše uvedené studii Henriquez-Pino publikoval, že v 54 % prochází n. phrenicus před mammární tepnou

a ve 14 % za mammární tepnou. Ve 12 % procházel levý n. phrenicus před a pravý n. phrenicus za mammární tepnou. Reverzní anatomickou situaci zjistili autoři ve 20 %. Podle konstitučního typu je průměrná délka ITA 16-25 cm a její průměr 1,8-2,5 mm.

### 2.1.1.2. ITA a krevní zásobení sterna

Pro krevní zásobení sterna jsou rozhodující sternální větve mammární tepny. V anatomické studii, provedené na 50 lidských kadáverech, bylo nalezeno až 666 (!) větví zásobujících sternum (61). Tyto větve nejsou rovnoměrně distribuovány podél celého sterna. Nejvíce větví bylo nalezeno v prvních třech mezižebřích a nejméně ve třech distálních mezižebřích. Sternální větve jsou primárně lokalizovány v interkostálních prostorech a jsou uspořádány do arkád. Ve většině případů jsou arkády tvořeny pomocí dvou sternálních větví, zřídka pak jednou nebo až třemi větvemi.

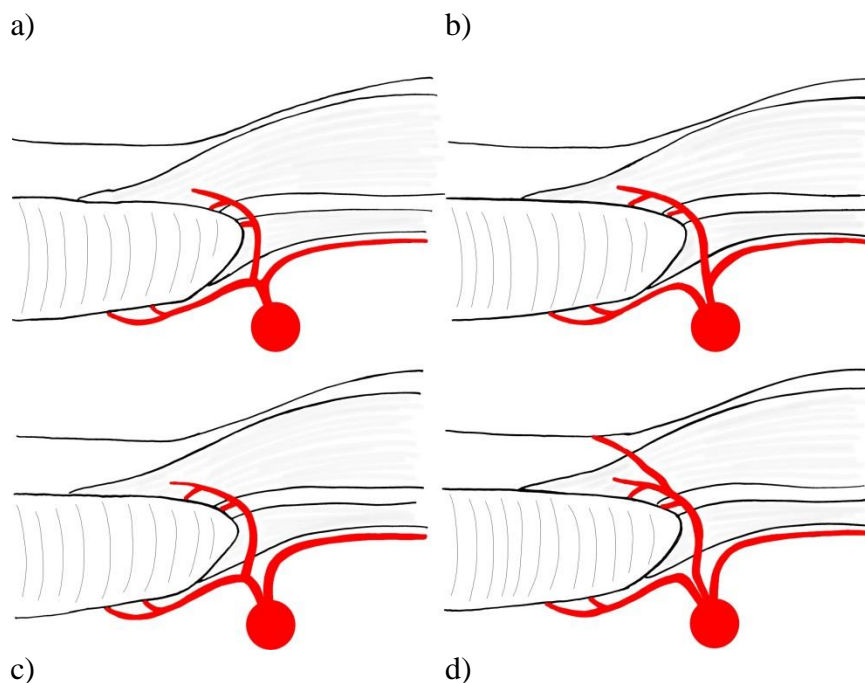


**Obrázek č. 6.** Schematický náčrt arkád sternálních větví ITA. Volně podle: Berdajs D, Zünd G, Turina MI, Genoni M. Blood Supply of the Sternum and Its Importance in Internal Thoracic Artery Harvesting, *Ann Thorac Surg* 2006;81:2155–9.

Mimo sternálních větví se na zásobení sterna dále podílejí rr. perforantes. Krátce po svém začátku vydávají malé větévky pro sternum. Tyto větévky jsou také utvářeny do arkád a anastomózují se sternálními větvemi (61). Interkostální arkády bývají obvykle vytvořeny anastomózou dvou (obr. 6a), jedné (obr. 6b) nebo tří sternálních větví (obr. 6c).

Podle topografie lze identifikovat čtyři základní typy větví zásobujících sternum:

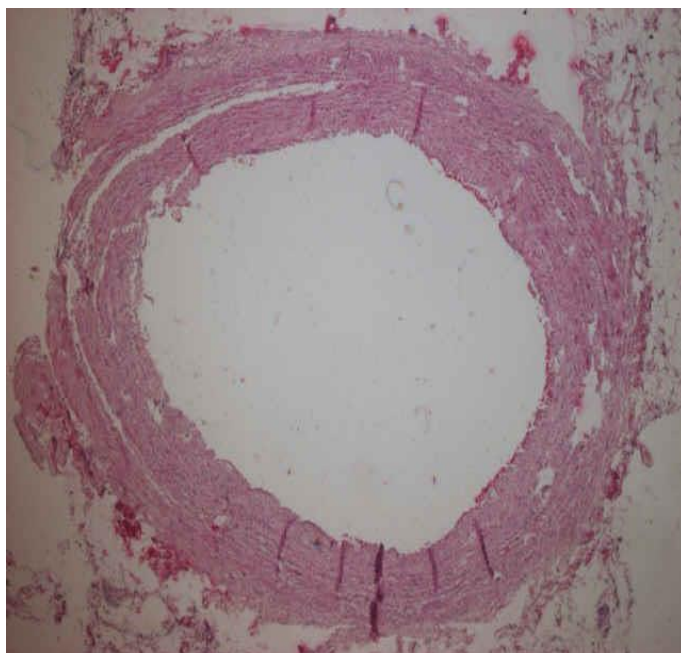
- sternokostální větve (všechny tři větve vycházejí ze společné tepny, „common trunk“, dělí se u okraje sternu na sternální, perforující a přední interkostální větev) (obr. 7a)
- perforující-kostální větve (perforující kostální větev se dělí ze společného odstupu na přední interkostální a perforující větev, sternální větev je samostatně odstupující tepna) (obr. 7b)
- sterno-perforující větve (přední interkostální artérie odstupuje jako samostatná větev, sterno-perforující větev se dělí ze společného odstupu na sternální a perforující větev) (obr. 7c)
- sternální větve (všechny tři větve odstupují samostatně) (obr. 7d)



**Obrázek č. 7.** Varianty krevního zásobení sternu. Volně podle: Berdajs D, Zünd G, Turina MI, Genoni M. Blood Supply of the Sternum and Its Importance in Internal Thoracic Artery Harvesting, Ann Thorac Surg 2006;81:2155–9.

### 2.1.1.3. Histologie

ITA patří mezi tzv. elastické tepny, media tepny je na jejím začátku tvořena téměř výhradně vazivovou tkání, v proximálních úsecích má media elastomuskulární charakter, zatímco terminální úsek má muskulární charakter s již jen malým množstvím elastických vláken. Charakteristickým rysem struktury stěny mammární tepny je přítomnost zřetelné vrstvy *lamina elastica interna*. Počet fenestrací v této elastické vrstvě narůstá v muskulárním segmentu, což souvisí s větším stupněm intimální proliferace v muskulárním úseku tepny.



**Obrázek č. 8.** Histologický obraz LITA (MUDr. Patrik Flodr, Ústav patologie FN Olomouc)

*Vasa vasorum* je omezeno jen na *adventicii* tepny, její *membrana elastica interna* není fenestrována a tvoří jednolitou obrannou hráz případné buněčné migraci a tím i inicializaci hyperplázie.

#### **2.1.1.4. Vazomotorické a biologické vlastnosti ITA**

Při výzkumu vlastností arteriálních štěpů otevřel novou éru v pochopení komplexní funkce endotelu objev endoteliálních vazoaktivních substancí, ovlivňujících vaskulární tonus. Endotel má svou roli také v antiagregační a antitrombotické kaskádě a antisklerotický efekt. Endotelem řízená relaxace má svou roli v udržení adekvátního vaskulárního tonu pomocí rozdílných působků souhrnně nazývaných endothelium-derived relaxing factors (EDRFs). Mezi EDRFs patří prostacyclin (PGI<sub>2</sub>), endothelium-derived nitric oxide (EDNO) a endothelium-derived hyperpolarizing factor (EDHF). Tyto relaxační faktory indukují vazodilataci pomocí různých mechanismů. Endotelem řízená konstriktce je obdobně jako relaxace ovlivněna faktory označovanými jako endothelium-derived contracting factors (EDCFs). Mezi tyto faktory patří tromboxan A<sub>2</sub> (TxA<sub>2</sub>) a endothelin, což jsou silné vazokonstriktory, mající vliv na hladké svalstvo tepny a působící prostřednictvím odpovídajících receptorů (62). Vaskulární tonus je determinován složitou rovnováhou mezi relaxací a kontrakcí, ovlivněnou mnoha faktory. Jedním z nich je i intaktní endotel tepny, který vlivem EDCFs nereaguje spazmem tak silně na vazokonstriktory jako endotel porušený. Některé vazokonstriktory se uvolňují také z krevních destiček. Příkladem je 5-

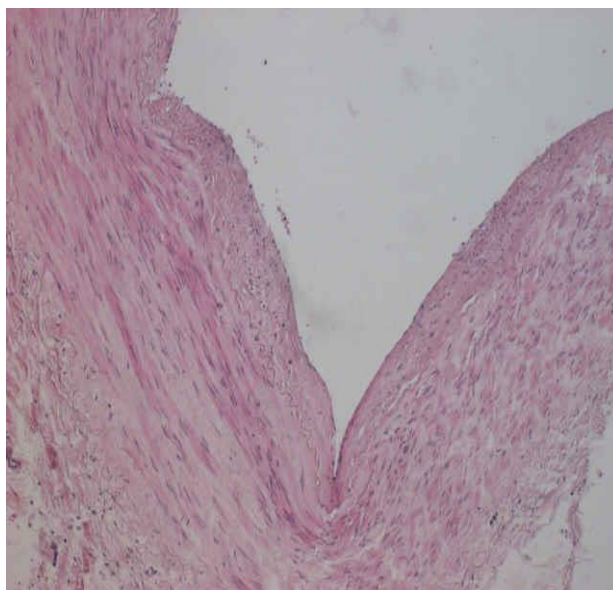
hydroxytryptamin (5-HT), působící přímo na hladké svalstvo cév pomocí odpovídajících receptorů. V případě ztráty nebo porušení endotelu dochází k poruše systému relaxace a vazokonstrikce vlivem ztráty endoteliální funkce a uvolnění 5-HT a TXA2 z lokálně agregovaných destiček s následným spasmem tepny. V experimentu bylo prokázáno, že ITA s intaktním endotelem nereaguje silným spazmem na 5-HT, zatímco v případě ztráty endotelu se vazokonstrikční vliv 5-HT projevil (63). Při srovnání s velkou safenou produkuje také více prostacyklinu (vazodilatátor a destičkový inhibitor) a NO (antagonizující vazokonstrikční efekt endothelinu), reaguje vazodilatačně na nitroglycerin (saféna nikoliv) a nereaguje vazokonstrikcí na podání noradrenalinu.

I když by se u všech tepenných štěpů obecně daly předpokládat obdobné výsledky, dominuje mezi tepennými štěpy v koronární chirurgii svými vlastnostmi ITA. Oproti ostatním tepenným štěpům uvolňuje její endotel více EDRFs a má menší tendenci ke spazmu. Její stěna je pružnější, obsahuje více elastických vláken než RA, IEA a RGEA. Reaktivita ITA je v jejím průběhu rozdílná. Vlivem rozmístění vláken hladké svaloviny je střední část tepny méně citlivá než její začátek a konec. V distální části tepny, kde je lokalizováno více svalových vláken, je její reaktivita největší. S ohledem na větší tendenci ke spazmu se proto nedoporučuje odebírat ITA za její terminální větvení.

### **2.1.2. A. radialis**

A. radialis je v pořadí za a. thoracica interna nejvíce frekventní štěp v tepenné revaskularizaci myokardu. Je to dáno snadnou dostupností tepny, nekomplikovaným odběrem s minimální časovou náročností. Délka štěpu je obvykle mezi 20-24 cm, průsvit tepny je dostatečný, v průměru více jak 2 mm. Na rozdíl od a. thoracica interna se ale jedná o svalovou tepnu s dobře vyvinutou tunica media, a tím vyšší náchylností ke spazmu.

Kontraindikací odběru je pozitivní Allenův test, potřeba dialýzy, Raynaudova nebo Dupuytrenova choroba (28).



**Obrázek č. 9.** Histologický obraz a. radialis (MUDr. Patrik Flodr, Ústav patologie FN Olomouc)

Použití a. radialis prošlo v koronární chirurgii zajímavým vývojem. Do praxe tento štěp uvedl Carpentier a spolupracovníci v roce 1972. Vzhledem ke špatným angiografickým výsledkům, kdy průchodnost štěpů v časném období od 2 týdnů do 10 měsíců byla pouze 35-65%, byl tento „konduit“ zavržen. Překvapením poté byl pozdní angiografický nález při rekonarografii Carpentierových pacientů revaskularizovaných v období před 15-18 lety, u kterých byla a. radialis průchodná! Následně došlo ke „znovuobjevení“ a. radialis a řada prací byla věnována sledování průchodnosti tohoto štěpu, která se v časném období pohybovala kolem 96 % (21). Tyto práce popisovaly průchodnost a. radialis všité direktně do ascendentní aorty. Na rozdíl od části autorů, kteří preferují provedení proximální anastomózy do „in situ“ LITA, místo přímé anastomózy štěpu bezprostředně do vysokotlakého systému a považují tento způsob za přirozenější a bezpečnější z hlediska případné intimální hyperplazie, zkušenosti Iacó, Calafioreho a spolupracovníků toto nepodporují. Při „follow-up“ 21 měsíců byla průchodnost a. radialis v jeho studii 94 %, bez vlivu místa anastomózy na časnou a pozdní průchodnost tepny (29).

Neúspěchy v počátcích užití a. radialis souvisí s velkou pravděpodobností s přístupem k odběru tepny. Podobně jako u safény byly spazmy řešeny hydrostatickou nebo mechanickou dilatací pomocí sondy. S tím souvisí pravděpodobné tlakové poškození endotelu (21). Podstatně lepší pozdější výsledky jsou spojeny se snahou o minimální traumatizaci tepny při odběru, tj. vyloučením hydrostatické nebo mechanické dilatace štěpu. Cílem je zachování endoteliální morfologie a funkce jako rozhodujícího faktoru dlouhodobé průchodnosti tepny.

V kontrastu k tomu, co bylo zmíněno výše, byla v roce 2004 publikována i práce, která dokládá dokonce nižší průchodnost a. radialis oproti žilním štěpům a autoři považují použití radiální tepny jako prediktor selhání štěpu (30). Obecně lze shrnout, že stupeň stenózy bypassované koronární tepny je jeden z hlavních prediktorů průchodnosti štěpu. Proto se doporučuje použití radiální tepny jen u kritických stenóz nebo okluzi koronární tepny.

Ve shodě se zahraničními autory preferujeme odběr a. radialis pomocí harmonického skalpelu, kdy je odběr rychlý a tepnu netraumatizující (31). Další možností je miniinvazivní odběr a. radialis s pomocí endoskopické techniky. Dříve některými autory doporučovanou administraci kalciových blokátorů na našem pracovišti neužíváme, vzhledem k tomu, že jsme v dostupné literatuře nenašli randomizovanou studii, která by přesvědčivě dokumentovala pozitivní vliv na průchodnost štěpem. Názory jsou nejednotné a převažují ty, které spíše kladou důraz na „no touch“ techniku odběru (28).

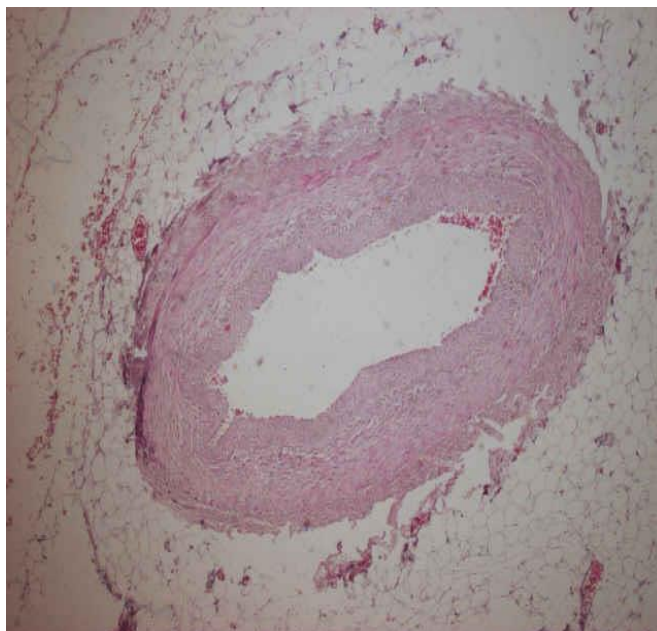
### **2.1.3. A. gastroepiploica dx.**

Historicky první užití pravé gastroepiploické tepny v koronární chirurgii spadá do počátku 60. let, kdy Bailey publikoval implantaci pravé gastroepiploické tepny metodou dle Vineberga na zadní srdeční stěnu (33). Poté, co se standardním postupem v koronární chirurgii stala direktní anastomóza, publikovali v roce 1987 užití pravé gastroepiploické tepny v koronární chirurgii Suma a Pym (21). Zmínění autoři udávají osmi a desetiletou průchodnost u „in situ“ konduitu mezi 92 % - 97 %. Po počátečním nadšení se objevují práce upozorňující na nedostatečný průtok gastroepiploickou arterií, v případě jejího malého kalibru nebo v případě revaskularizovaných velkých věnčitých tepen (21, 34). Albertini ve své práci z roku 1998 nedoporučuje v případě dominantní pravé věnčité tepny použití gastroepiploické tepny. Jak Albertini, tak i Mills ve svých studiích dokumentovali kompetitivní průtok v případě, kdy koronární stenóza nebyla kritická s následným „string sign“ (koronarografický pojem – difúzní zúžení tepenného bypassu o více než 50 % jeho původní šířky) nebo dokonce s okluzí štěpu. K obdobným závěrům došel Jegaden se svými spolupracovníky (65, 35). V souboru 122 pacientů po arteriální revaskularizaci s použitím obou mamrních tepen a pravé gastroepiploické tepny provedli s odstupem dvou let scintigrafické vyšetření myokardiální perfuze thaliem 201 během zátěžového testu. U téměř 18 % pacientů diagnostikovali němou residuální ischemii myokardu.

Gastroepiploická tepna má velkou variabilitu průměru, který se snižuje s délkou štěpu, a pro docílení kvalitního průtoku se jako efektivnější jeví použít kratší štěp (35). Jestliže je distální průměr tepny „in situ“ 1,5 mm a volný průtok štěpem po intraluminální dilataci



papaverinem méně než 120 ml, doporučuje Mills použití pravé gastroepiploické tepny spíše jako „free graft“ (21).



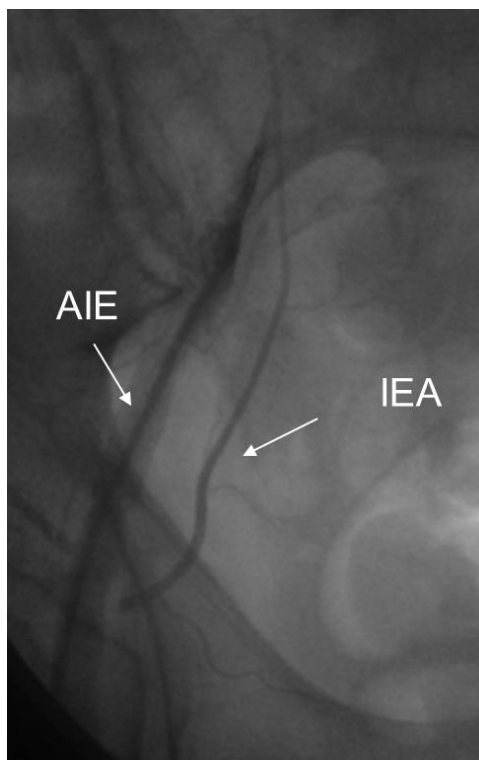
**Obrázek č. 10.** Histologický obraz a.gastroepiploica dx. (MUDr. Patrik Flodr, Ústav patologie FN Olomouc)

Na našem pracovišti používáme pravou gastroepiploickou tepnu zcela výjimečně, a to v případě nedostupnosti jiných štěpů. Odběr je možné provést pomocí harmonického skalpelu s využitím jeho předností - téměř bezkrevného operačního pole s dokonalou hemostázou cév až do průměru 2 mm, šetrnějšího odběru s menší traumatizací okolních tkání a zkrácením doby odběru (31).

#### **2.1.4. A. epigastrica inferior**

Poprvé bylo publikováno použití a. epigastrica inferior jako tepenného štěpu v roce 1990 Puigem (24). V následné studii z roku 1997 udával tentýž autor průchodnost šestnácti „konduitů“ v 11-94 měsíčním „follow-up“ 81 %. V souboru 135 pacientů Buche udává 79% průchodnost při „follow-up“ 1-60 měsíců. Podstatně lepší výsledky publikoval Calafiore v roce 1995, kdy při „follow-up“ 1-39 měsíců byla průchodnost a.epigastrica inferior 95,7 % (21). Nevýhodou tohoto štěpu je poměrně značná variabilita jeho délky, udávaná různými autory v rozmezí od 8 do 15 cm, což negativně ovlivňuje operační taktiku. Většina se přiklání ke způsobu popsanému Calafiorem a spolupracovníky, tj. použití krátkého segmentu a. epigastrica inferior v případě tepenných revaskularizací myokardu jako kompozitní „Y-graft“ v délce od 4 do 6 cm (21, 36). Předností tohoto postupu je poměrně jednoduchý odběr

tepenného konduitu s predikovatelnou délkou, z toho vyplývající plánovatelnou operační taktikou. V neposlední řadě je i dobrá dlouhodobá průchodnost štěpu (21).



**Obrázek č. 11.** A. epigastrica inf. l.dx. – angiografie. IEA – a. epigastrica inferior, AIE – a. iliaca externa

Na našem pracovišti tento tepenný štěp standardně nepoužíváme.

## **2.2. Ojediněle používané tepenné štěpy**

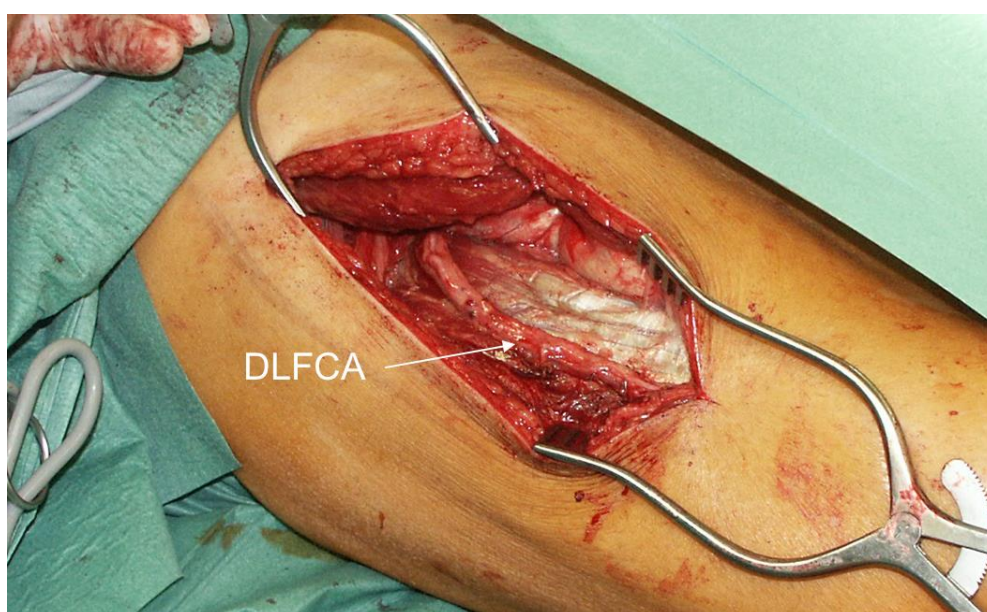
### **2.2.1. A. circumflexa femoris lateralis – ramus descendens**

Poprvé popsal použití descendentní větve a. circumflexa femoris lateralis (DLFCA) jako „free graftu“ Tatsumi se svými spolupracovníky v roce 1996 (91).

Zajímavou studii týkající se užití DLFCA publikovali v roce 2003 Fabbrocini a spolupracovníci (37). Od začátku roku 1997 do konce roku 2001 použili u svých 147 pacientů DLFCA k tepenné revaskularizaci myokardu. 12-ti měsíční průchodnost DLFCA udávají 97,5 % a 36-ti měsíční průchodnost 93,7 %. Štěp použili v převážné většině případů ke konstrukci „Y-graftu“ s ITA a cílovou koronární tepnou byla RCx. V počátcích přemostovali koronární arterie s více jak 90% stenózou, později úspěšně i „jen“ stenózy nad 70 %. Ve svém souboru se neseťkali s vyjádřeným spazmem konduitu nebo obrazem „strin sign“.

Výhodou tohoto konduitu je, že odběr lze realizovat i u diabetiků. Rána po odběru se hojí velmi dobře a v sestavě Fabbrociniho se nenesetkali s infekční komplikací. Toto koresponduje s omezenými zkušenostmi našeho pracoviště. Nevýhodou je, dle publikace jiných autorů, vysoká incidence aterosklerotických změn DLFCA u pacientů s obliterující aterosklerózou. Navíc a. profunda femoris a DLFCA hrají velmi důležitou roli v kolaterálním zásobení u pacientů s femoro-popliteální obstrukční nemocí (38).

A.circumflexa femoris lateralis je větví a. profunda femoris, běží laterálně pod m. rectus femoris, do všech složek čtyřhlavého svalu a její r. descendens sestupuje až ke kolennímu kloubu.



**Obrázek č. 12.** Peroperační snímek odběru DLFCA z pravého stehna. (Snímek poskytnut laskavostí MUDr. Martina Šimka, Ph.D, Kardiochirurgická klinika FN Olomouc)

Na našem pracovišti jsme tento konduit použili v případech nedostupnosti jiných štěpů.

### **2.2.2. A. circumflexa ilium profunda**

Zkušenosti s odběrem a. circumflexa ilium profunda zásobující muskulokutánní lalok při jeho volném přenosu mají plastičtí chirurgové. Použití této tepny jako alternativního konduitu publikovali japoňští autoři (39).

Průměr tepny je cca 2 mm, délka štěpu mezi 8-10 cm. Tepna zásobuje měkké tkáně a další struktury v oblasti fossa iliaca a dále kožní kryt nad hřebenem kosti kyčelní a distální partie břišní stěny. Z důvodu mnohočetných anastomóz nedochází po odběru tepny k nekrotázám.

A. circumflexa ilium profunda vystupuje z a. iliaca externa, její laterální plochy, těsně nad lig. inguinale. Pokračuje šikmo nahoru a laterálně k spina iliaca anterior superior, běží podél

zadního okraje lig. inguinale ve fibrózním tunelu tvořeném úponem transversální fascie, k tomuto vazu a v blízkosti spina iliaca anterior superior se bohatě větví. Prostupuje m. transversus abdominis a anastomózuje s větvemi a. iliolumbalis, a. glutealis superior a interkostálními arteriemi. Společně zásobují svaly a kožní kryt v dané oblasti.

Pro jeho dostatečnou délku lze tento štěp použít na přemostění marginálních větví v případě kompletní tepenné revaskularizace, kdy již běžně používané štěpy nejsou k dispozici a samozřejmě při reoperacích v případě nedostupnosti štěpů jako „Y-graft“.

Na našem pracovišti tento tepenný štěp nepoužíváme.

### **2.2.3. A. thoracodorsalis**

Odběr a. thoracodorsalis jako „free graft“ publikovali někteří autoři (40). Průměrný průměr v proximální části štěpu byl kolem 3 mm a v distální části kolem 2 mm při délce štěpu v průměru 12 cm. I přes to, že a. thoracodorsalis zásobuje muskulokutánní lalok v oblasti m. latissimus dorsi, nesetkali se s komplikací stran hojení rány po odběru štěpu vzhledem k bohatému kolaterálnímu zásobení z interkostálních a lumbálních arterií. I v případě tohoto štěpu je možný simultánní odběr současně s preparací levé a. thoracica interna bez prodloužení doby operace. Subscapulární arterie, která je pokračováním a. axillaris, běží kolem laterální hranice m. pectoralis minor a povrchově od mediální hrany m. subscapularis. Brzy se větví na sestupnou větev (a. thoracodorsalis) a zadní větev (a. circumflexa scapularis). Distálně končí a. thoracodorsalis v m. latissimus dorsi. Tento štěp lze použít v případě reoperací, kdy se potýkáme s nedostupností štěpů, jako „free graft“ nebo „Y-graft“.

Na našem pracovišti tento tepenný štěp nepoužíváme.

### **2.2.4. A. subscapularis, A. costalis lateralis, bovinní ITA**

Jen pro zajímavost zmiňuji některé raritně použité tepenné štěpy. Mills se svými spolupracovníky publikoval použití a. subscapularis při revaskularizaci myokardu z levé torakotomie v povodí RCx (24, 41). Fišer zmiňuje vzácné užití a. costalis lateralis a bovinní a. thoracica interna při revaskularizaci myokardu. A. costalis lateralis obvykle odstupuje z ITA, ale může separátně odstupovat i z a. subclavia nebo z a. intercostalis superior. V případě, že je dostatečně dlouhá, někdy až po 6. mezižebří, má obdobné vlastnosti jako ITA (24).

Na našem pracovišti jsme se s použitím těchto štěpů nesetkali.

### **3. CHIRURGICKÁ TECHNIKA TEPENNÝCH REVASKULARIZACÍ MYOKARDU**

#### **3.1. Tepenné revaskularizace dle charakteristiky tepenných štěpů**

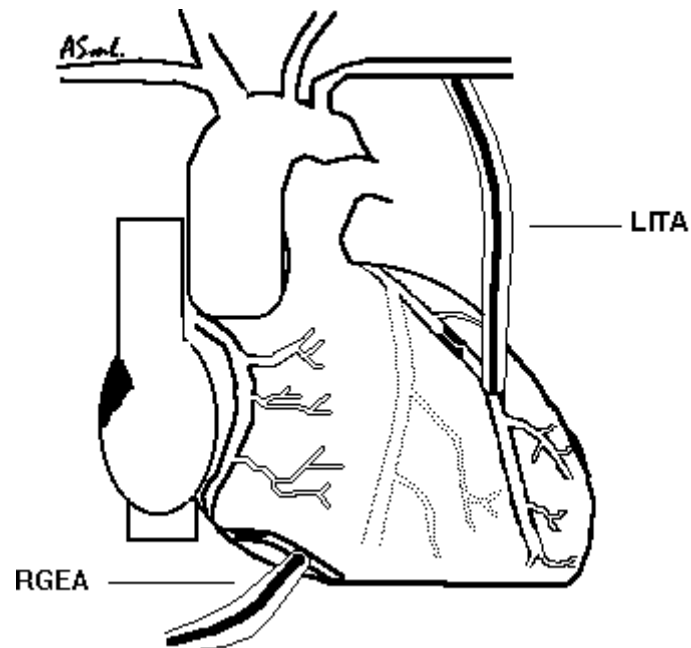
##### **3.1.1. Revaskularizace myokardu s použitím tepenných štěpů „in situ“**

Pro již zmiňovanou vynikající dlouhodobou průchodnost LITA našitou do povodí RIA, následovalo použití RITA. Mimo jejich uvedenou přednost dlouhodobé průchodnosti LITA a RITA jako štěpů „in situ“ odpadá i nutnost našít centrální anastomózy, což je další nespornou výhodou oproti „free graftům“ a žílám (viz obr. 18). V případě „off pump“ operací, tj. operací bez mimotělního oběhu, odpadá nutnost kanylace a zamezení manipulace s aortou. Největší profit je sledován při „no touch“ technice, tj. „off pump“ operaci bez použití nástěnné aortální svorky. Bylo prokázáno, že použití nástěnné svorky přináší u pacientů operovaných „off pump“ obdobné nebezpečí incidence rozvoje CMP jako u těch, kteří jsou operováni „on pump“ (10, 51).

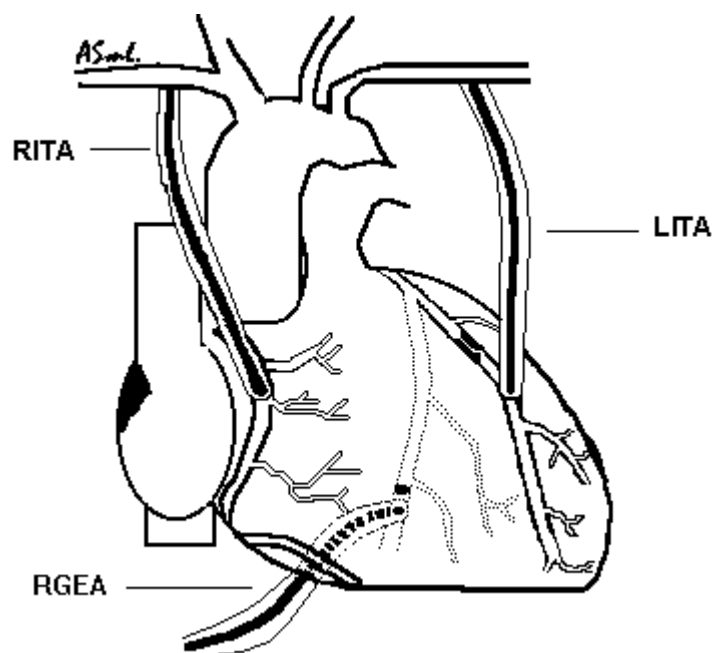
Použití RGEA „in situ“ je ale možné jen v případě její dostatečné délky (viz obr. 14).

Desetiletá průchodnost „in situ“ LITA našité do povodí RIA je v literatuře udávána 90 % - 95 %. Pro „in situ“ RITA platí v případě identické zásobované koronární tepny shodné výsledky. Při odběru RITA jako skelet může štěp pohodlně dosáhnout do povodí RIA nebo dokonce i RCX nebo RIP (viz obr. 19). Horší výsledky revaskularizace pravé věnčité tepny jsou v případě, že stenóza tepny není kritická (42).

### 3.1.1.1. Technika revaskularizace myokardu pomocí tepenných štěpů „in situ“



**Obrázek č. 13.** CABG 2x „in situ“ pedikl LITA, „in situ“ pedikl RGEA: LITA-RIA; RGEA-RIP



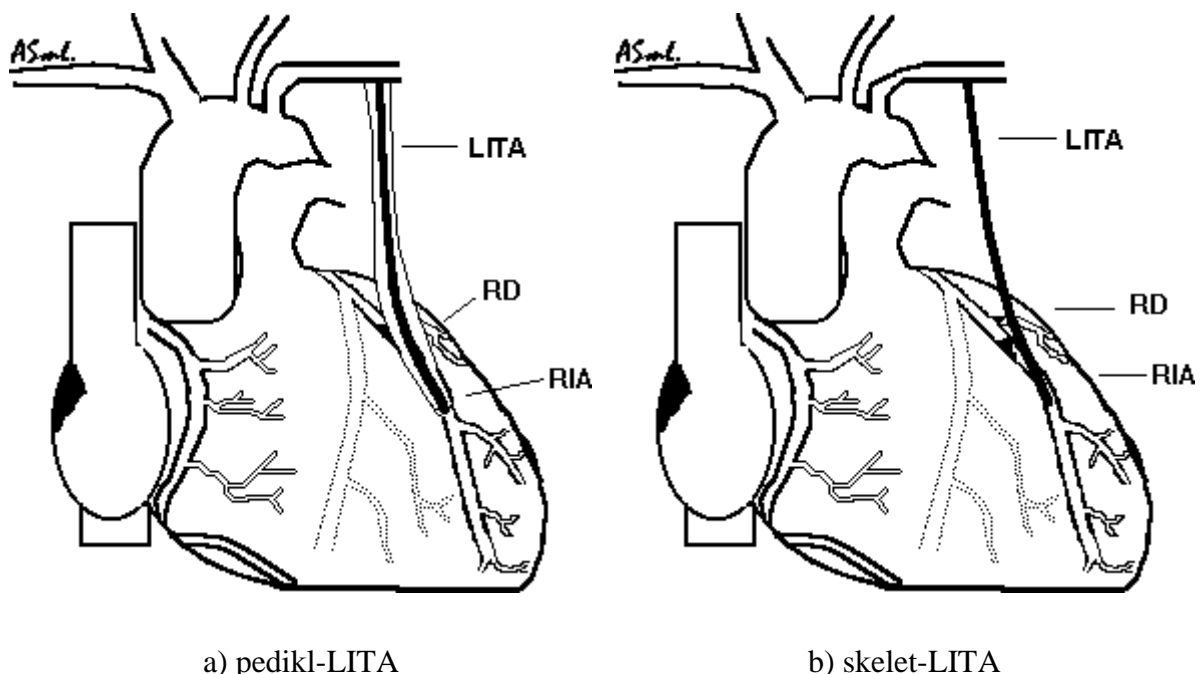
**Obrázek č. 14.** CABG 3x „in situ“ pedikl LITA, „in situ“ pedikl RITA, „in situ“ pedikl RGEA: LITA-RIA, RITA-ACD, RGEA-RCx

### 3.1.2. Sekvenční použití ITA

Použití sekvenčního mammarokoronárního bypassu publikoval Kabbani a McBride teprve v roce 1983. Poté následoval postupný rozvoj využití této metody (21). Řadou autorů byla prokázána excelentní dlouhodobá průchodnost (více jak 95 %) side-to-side anastomóz LITA do povodí levé věnčité tepny. Z obavy, že distální anastomóza sekvenčního štěpu při použití LITA je obvykle na RIA a může dojít k selhání proximálněji uložené sekvenční anastomózy, s dopadem na distální průtok štěpem do RIA, preferují raději někteří autoři použití dalšího konduitu (21, 47).

Dion a spolupracovníci ve své studii z roku 2000 naopak udávají excelentní průchodnost sekvenční ITA (mimo distální RCx, RIP a RPLD) a nenacházejí signifikantní rozdíl v průchodnosti mezi proximální a distální anastomózou v souboru 161 angiograficky vyšetřených pacientů v 7,5letém „follow-up“. Za pozornost stojí udávaný rozdíl v průchodnosti sekvenčních „side-to-side“ a „diamond-shaped“ anastomóz. Podélná anastomóza „side-to-side“ jevila lepší průchodnost nežli anastomóza ve tvaru kosočtverce tzv. „diamond-shaped“ anastomóza (48).

#### 3.1.2.1. Technika sekvenčního použití ITA

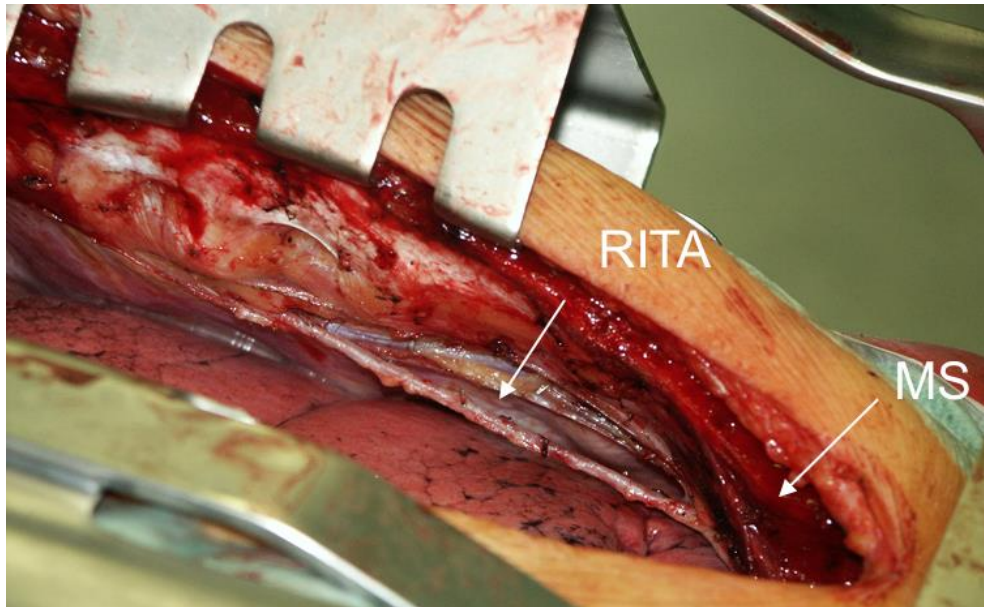


**Obrázek č. 15.** CABG 2x sekvenční bypass LITA - RIA+RD

Praxe na našem pracovišti je taková, že pokud je ve skupině plánovaných tepenných revaskularizací koronarografický nález vhodný jen pro dvojnásobný bypass na RIA a RD,

používáme LITA odebranou jako skelet k sekvenční anastomóze. V případě mnohočetných tepenných revaskularizací v povodí levé věnčité tepny využíváme „Y-graft“.

### 3.1.3. Revaskularizace povodí levé věnčité tepny pomocí RITA „in situ“

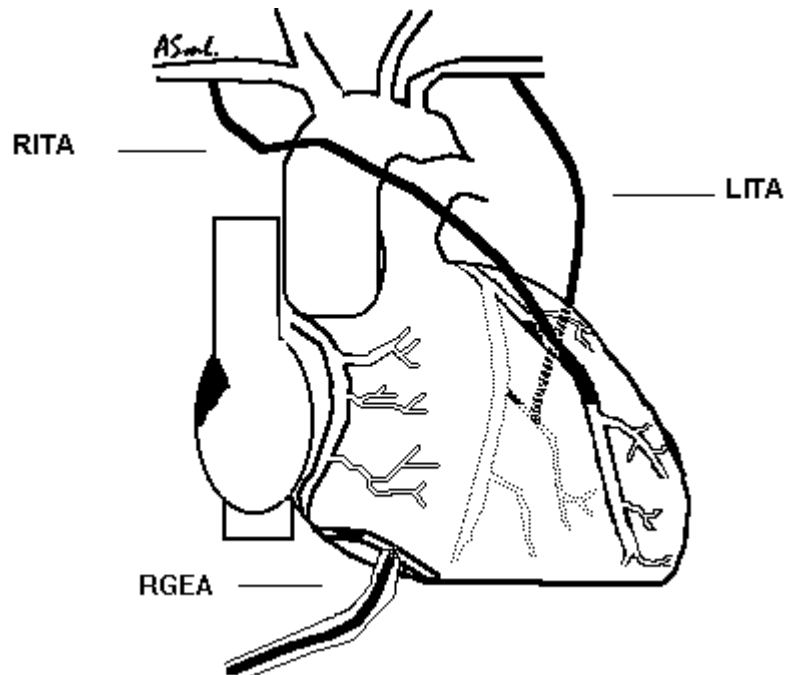


**Obrázek č. 16.** Peroperační snímek částečně skeletizované RITA. MS – manubrium sterni

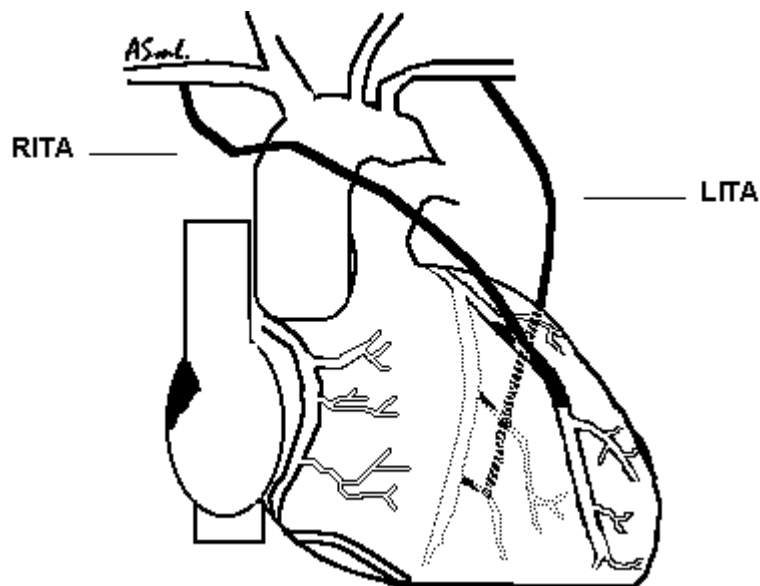
Pro „in situ“ RITA platí, v případě identické zásobované koronární tepny, shodné výsledky jako pro LITA. Nemálo chirurgů ve snaze najít optimální metodu chirurgické léčby ischemické choroby srdeční používají RITA k revaskularizaci RIA, popřípadě RCx nebo diagonálních větví. Přednost spatřují v revaskularizaci celého povodí levé věnčité tepny pomocí excelentních „in situ“ LITA a RITA graftů, oddělené krevní zásobením a při použití „in situ“ RGEA možnost „no touch“ postupu revaskularizace tří tepen (30,42,43,46,47, viz obr. č. 17, 18).



### 3.1.3.1. Technika revaskularizace myokardu pomocí RITA „in situ“

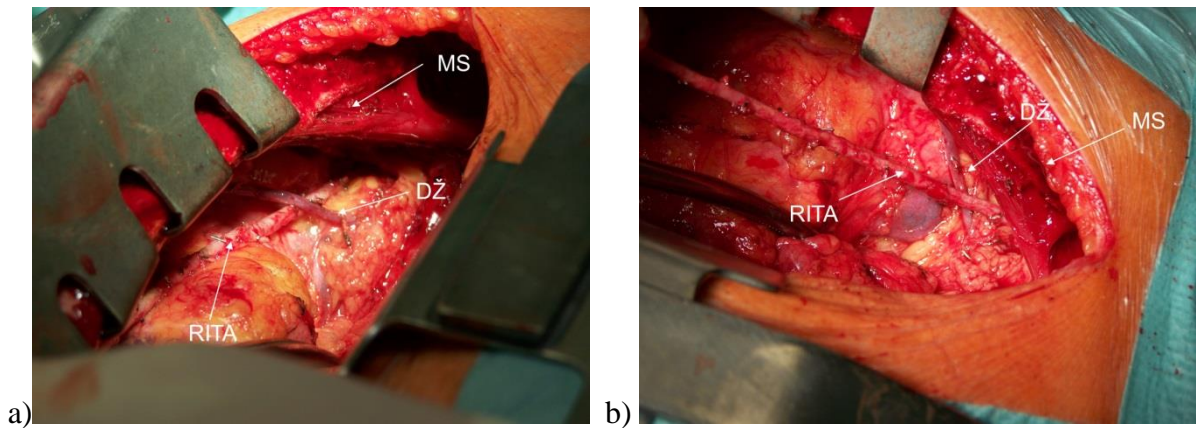


**Obrázek č. 17.** CABG 3x „in situ“ LITA, „in situ“ RITA, „in situ“ RGEA: RITA-RIA; LITA-RMS1; RGEA-RIP



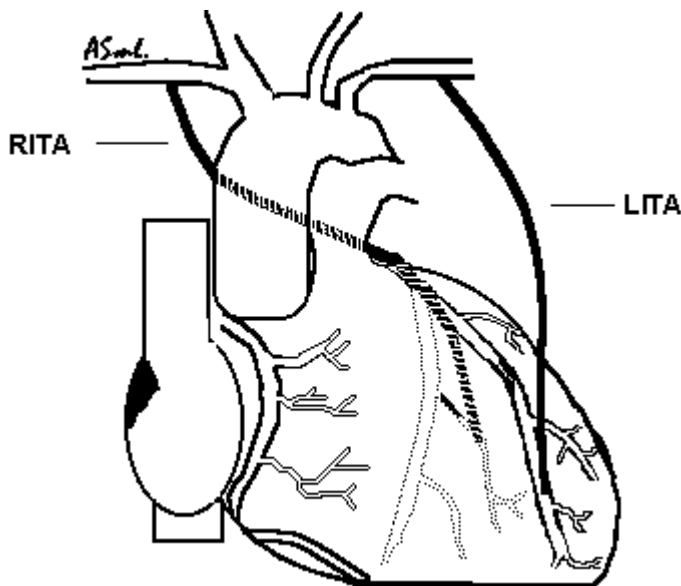
**Obrázek č. 18.** CABG 3x „in situ“ LITA, „in situ“ RITA: RITA-RIA; LITA-RMS1+2

Obvykle je potřeba RITA odebraná jako skelet, aby dosáhla k dané věnčité tepně. Z důvodu dosažení co nejideálnějšího průběhu štěpu, je po odpreparování a protnutí distálního konce tepnu tuto vést před doprovodnou žílou (viz obr. č. 19a,b).



**Obrázek č. 19.** RITA „in situ“ a) nativní průběh RITA za doprovodnou žílou b) derivovaný průběh RITA před doprovodnou žílou. DŽ – doprovodná žíla, MS – manubrium sterni

RITA může být vedena před aortou (viz obr. č. 17 a 18) nebo transversálním sinem za aortou (viz obr. č. 20), tzv. crossover. Podle průběhu „konduitu“ za nebo před aortou se rozlišuje přední nebo zadní „crossover“ (65).



**Obrázek č. 20.** CABG 2x „in situ“ LITA, „in situ“ RITA: LITA-RIA; RITA-RMS1

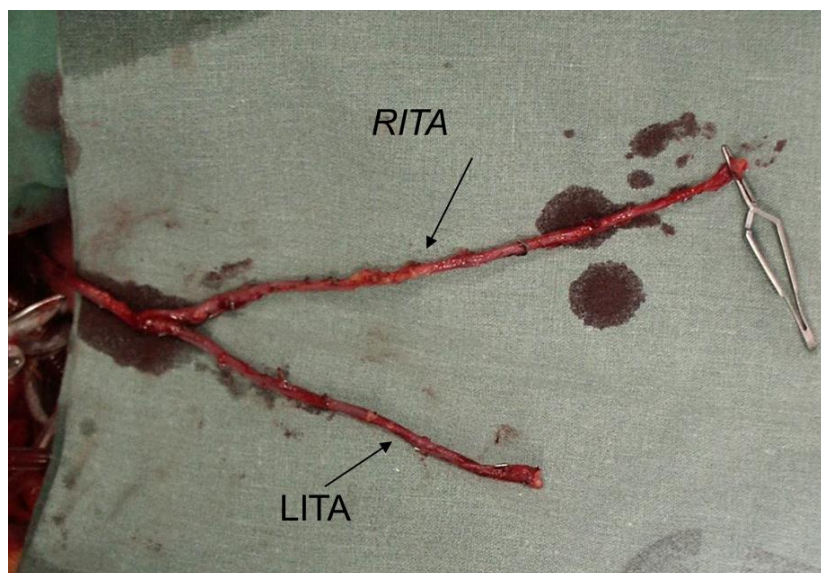
Nevýhody spojené s těmito postupy jsou poměrně závažné. V případě průběhu před aortou (obvykle k RIA) je RITA vystavena významné možnosti poranění při reoperacích. Při zvolení druhé možnosti (obvykle k marginálním nebo diagonálním větvím) je prakticky nemožná kontrola krvácení z tepny probíhající transversálním sinem a nelze také vyloučit kompresi tepny aortou nebo zalomení štěpu. Za pozornost stojí, že Buxton a spolupracovníci neshledali vliv na průchodnost „in situ“ RITA v závislosti na jejím průběhu před aortou nebo transversálním sinem (42). Předjetí možnosti poranění „in situ“ RITA lze jejím co nejkraniálnějším průběhem při přechodu před aortou a uložením tepny pod tukovou tkáň

a zbytky thymu. Vhodné je také označit místo přechodu kovovým klipem. Někteřími autory doporučované uložení retrosternálně jdoucí RITA do goretexové protézy přináší riziko v podobě nemožnosti kontroly krvácení a možné kompromitace štěpu při přechodu přes okraje protézy (42, 47).

Autoři mající zkušenosti s revaskularizací povodí levé věnčité tepny pravou mammární tepnou „in situ“ považují tuto metodu za bezpečnou a tvrdí, že možné nevýhody s ní spojené převyšuje její benefit (42, 43, 47).

### 3.1.4. Revaskularizace myokardu s použitím kompozitních tepenných štěpů

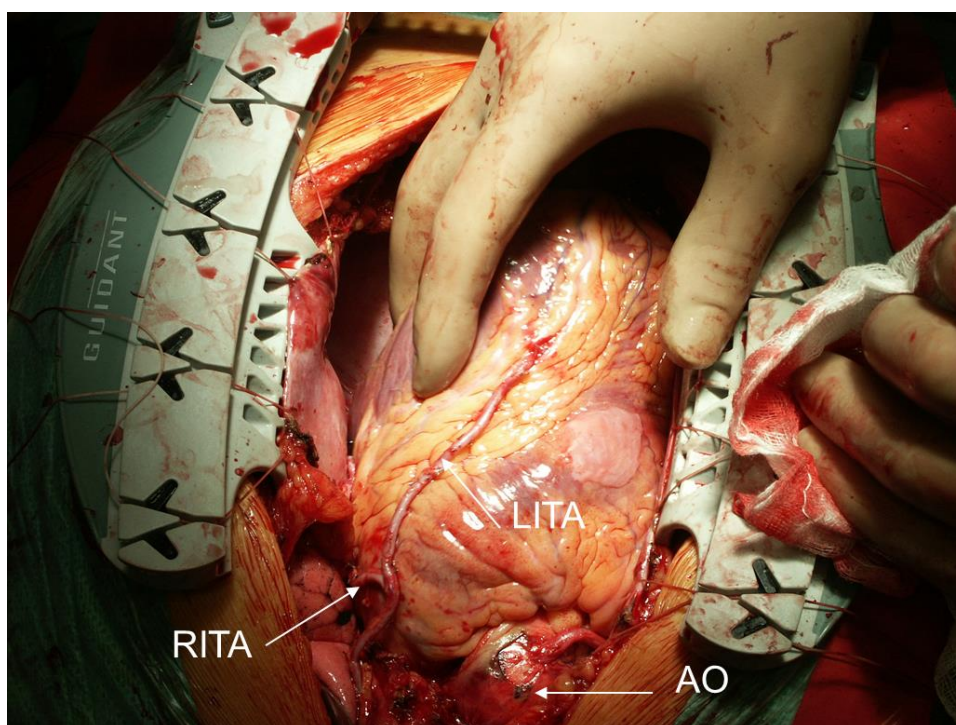
Vynikající výsledky revaskularizace myokardu mammární tepnou podnítily rozvoj metody tzv. „totální“ tepenné revaskularizace s potřebou dostatečného počtu a délky tepenných štěpů, aby bylo možné revaskularizovat celé povodí levé i pravé věnčité tepny. Nejpoužívanějším kompozitním štěpem je LITA+RITA konstruovaný jako „Y-graft“ nebo „T-graft“ do povodí levé věnčité tepny. Ve srovnání s revaskularizací pouze pomocí LITA společně s venózními štěpy je použití BITA spojeno s prokazatelně lepšími dlouhodobými výsledky (43, 44).



**Obrázek č. 21.** „Y-graft“ (skelet LITA+ skelet RITA)

Následuje LITA nebo RITA s některou již výše zmíněných tepen - a. radialis, a. gastroepiploica dx, a. epigastrica inferior. Nepoměrně méně obvyklé je použít ke konstrukci kompozitních štěpů a. circumflexa femoris lat., a. circumflexa ilium profunda, nebo a.

thoracodorsalis. Tatoulis se svými spolupracovníky v roce 1999 ve své prospektivní studii shrnul výsledky u 3.220 pacientů s totální arteriální revaskularizací myokardu. Pooperační angiograficky potvrzená průchodnost „Y“ nebo „T-graftu“ byla po pěti letech pro LITA 97 %, pro RITA 89 %. Nižší procento průchodnosti u RITA dává do souvislosti pravděpodobně s cílovou anastomózou, která obvykle bývá na sekundární koronární větvi – r. diagonalis, r. intermedius (5).

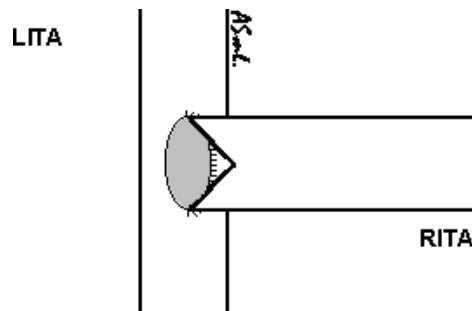


**Obrázek č. 22.** Peroperační snímek sešitého skeletonizovaného „Y-graftu“ (LITA+RITA: LITA-RITA+RITA-RMS). AO – vzestupná aorta

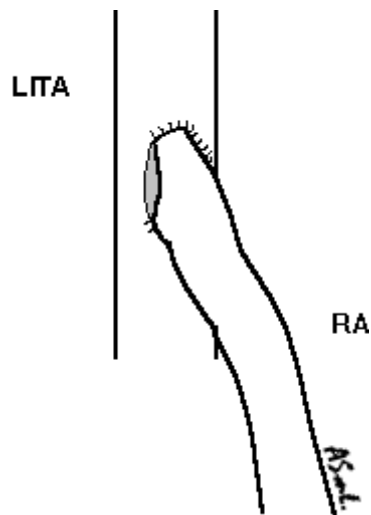
Iacó společně se spolupracovníky udává při „follow-up“ 48 ± 27 měsíců průchodnost radiální tepny v kompozitním „Y-graftu“ (LITA+AR) 98,7 % a Tatoulis 91 % po 12 měsících (29, 5). Za pozornost také stojí práce Calafioreho. V roce 1997 publikoval studii, ve které s přístupem z malé přední torakotomie (LAST) používal kompozitní tepenný graft levé mamární tepny a dolní epigastrické tepny (LITA+IEA) v případě nedostatečné délky LITA. Při kontrolní angiografii provedené za 88 dnů ± 23 dnů byla zjištěná průchodnost 95,4 % (36).

Ve své další studii z roku 1999 prokázal časnou průchodnost „Y-graftu“ u pacientů revaskularizovaných bez mimotělního oběhu 98,9 %. V podskupině graftů zásobujících marginální větve na laterální stěně byla průchodnost 98,2 % (45).

**3.1.4.1. Příklady techniky konstrukce tepenného „T-graftu“ a „Y-graftu“  
obrázky č. 23 a 24.**

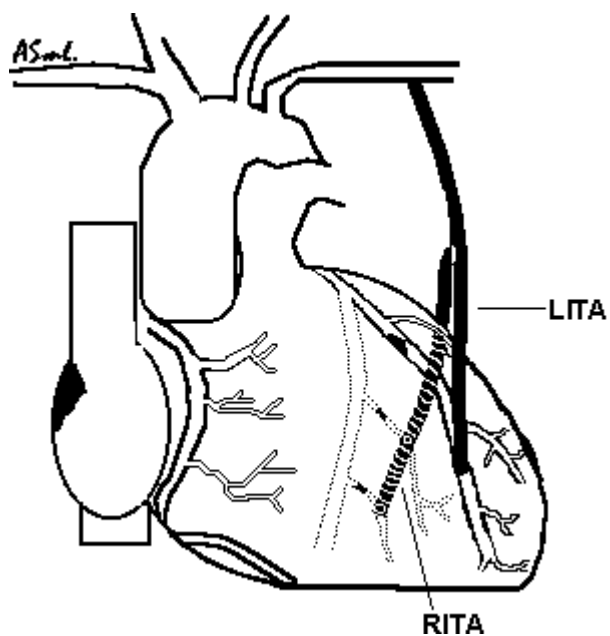


**Obrázek č. 23.** LITA+RITA anastomóza jako „T-graft“

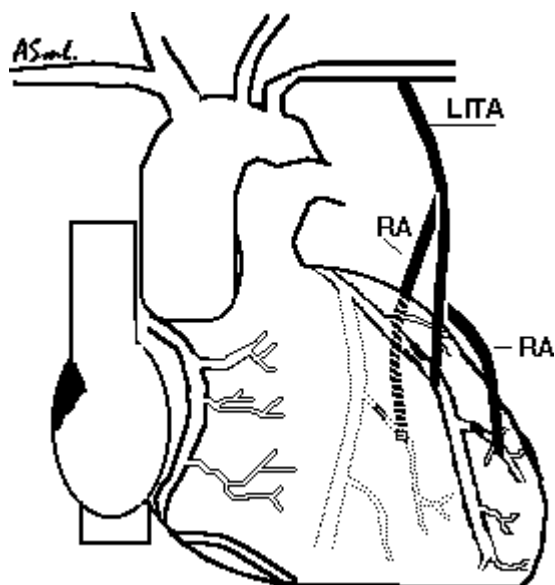


**Obrázek č. 24.** LITA+RA anastomóza jako „Y-graft“

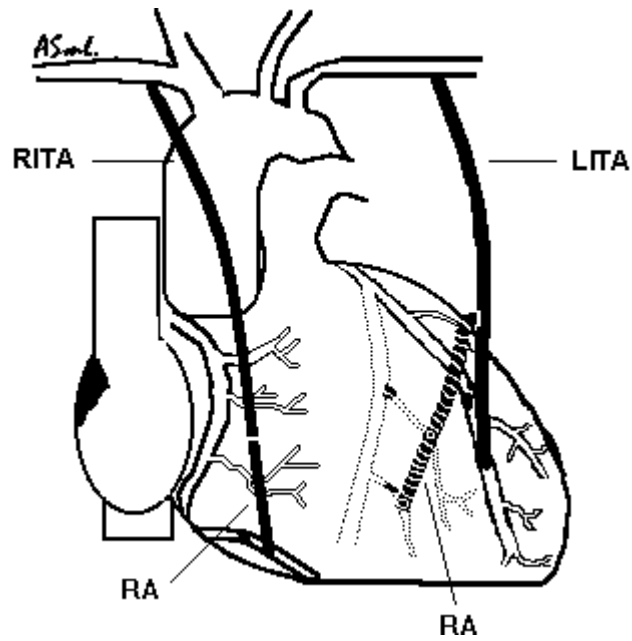
### 3.1.4.2. Technika revaskularizace myokardu pomocí kompozitních tepenných štěpů



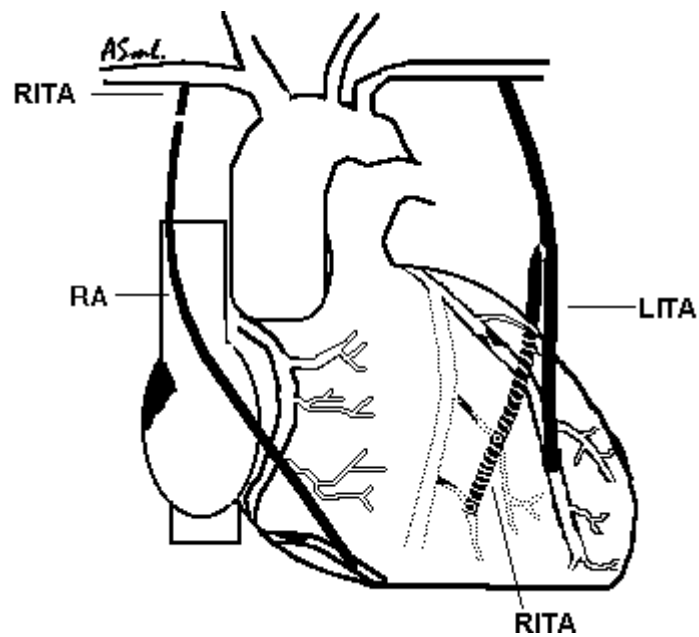
Obrázek č. 25. CABG 3x „Y-graft“ (LITA+RITA): LITA-RIA; RITA-RMS 1+2



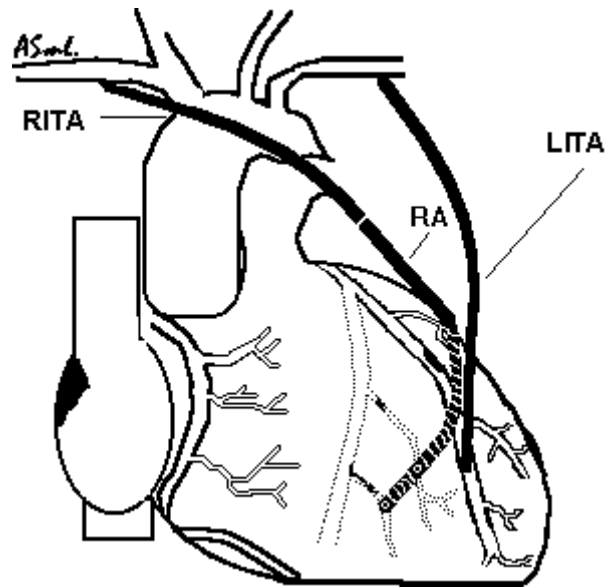
Obrázek č. 26. CABG 3x „II-graft“ (LITA+RA+RA): LITA-RIA; RA-RD2; RA-RMS1



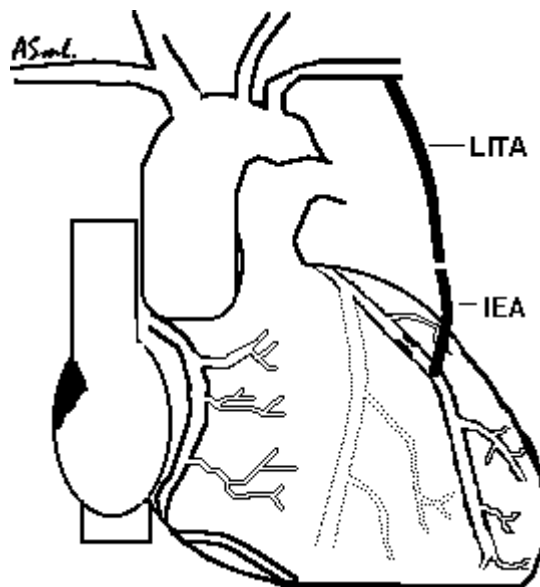
**Obrázek č. 27.** CABG 4x „Y-graft“ (LITA+RA)+end-to-end anastomóza RITA+RA: LITA-RIA; RA-RMS1+2; RITA+RA-RIP



**Obrázek č. 28.** CABG 4x „Y-graft“ (LITA+RITA)+end-to-end anastomóza RITA+RA: LITA-RIA; RITA-RMS1+2; RITA+RA-RIP

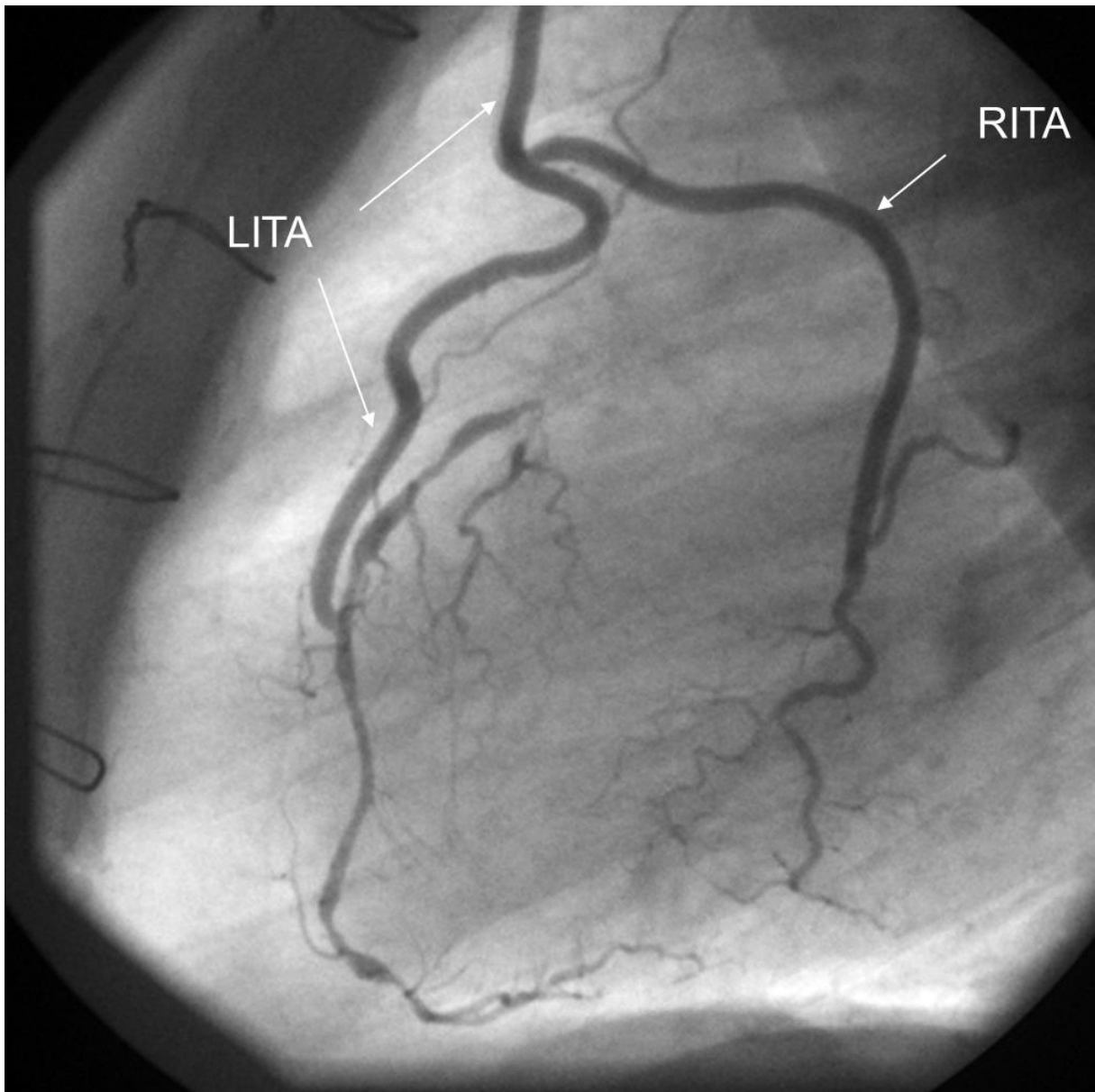


**Obrázek č. 29.** CABG 3x single LITA + end-to-end anastomóza RITA+RA: LITA-RIA; RITA+RA-RMS1+2



**Obrázek č. 30.** CABG 1x end-to-end anastomóza LITA+IEA: IEA-RIA



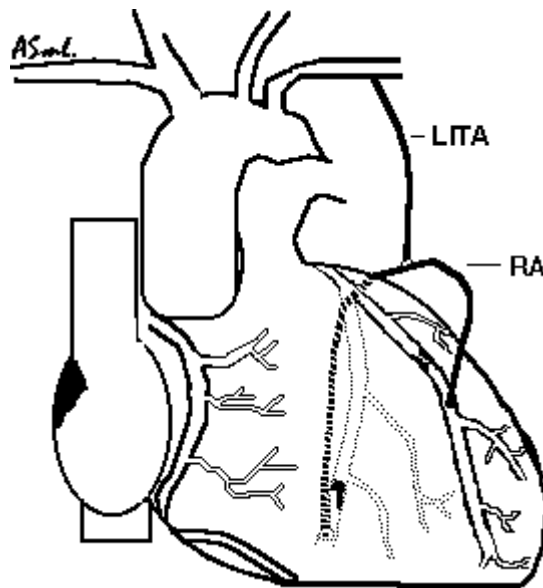


**Obrázek č. 31.** Angiografický obraz skeletonizovaného „Y-graftu“ (LITA+RITA: LITA-RIA+RITA-RMS)

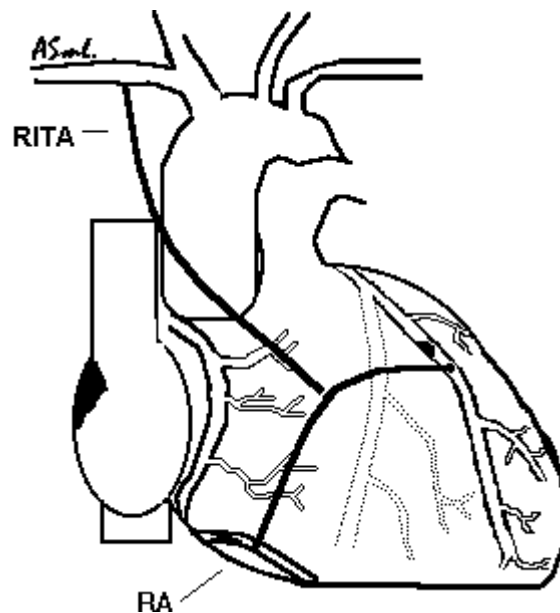
V roce 2001 publikovala skupina z Albert Einstein Medical Center ve Filadelfii své zkušenosti na poli tepenné revaskularizace myokardu bez použití mimotělního oběhu. Pozoruhodností této práce jsou „kreativní“ konstrukce tepenných konduktů u skupiny pacientů v průměrném věku 67 let (46).

Pro zajímavost prezentuji z této práce některé typy méně obvyklých revaskularizací myokardu pomocí kompozitních tepenných štěpů (obr. č. 32-35).

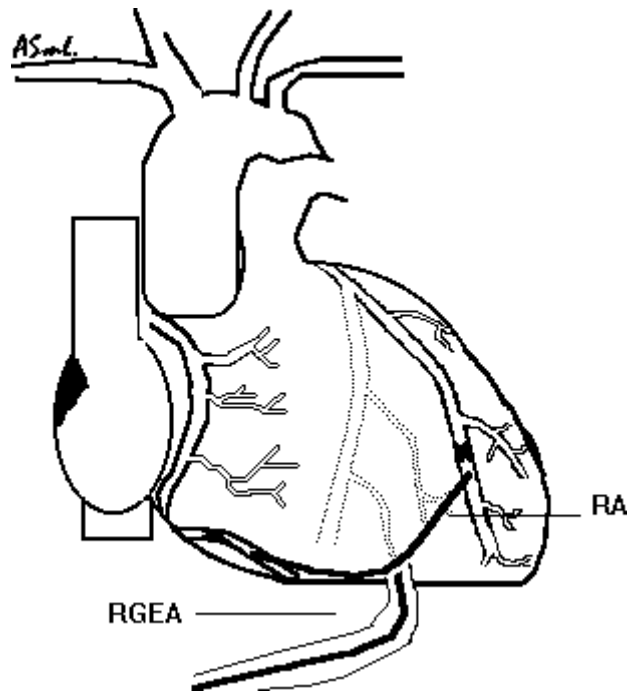
### 3.1.4.3. Příklady techniky méně obvyklých revaskularizací myokardu pomocí kompozitních tepenných štěpů



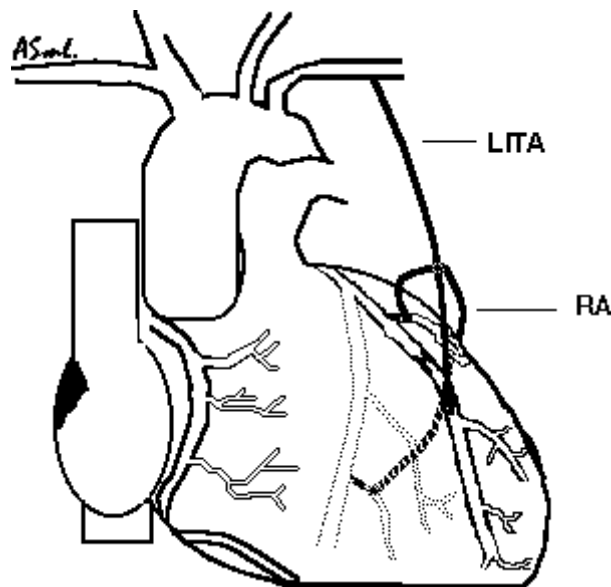
**Obrázek č. 32.** CABG 2x kompozitní „U-graft“ LITA+RA: RA-RIA+RCx. Upraveno volně podle Robert L. Quigley, Steven J. Weiss, Richard Y. Highbloom and John Pym. Creative arterial bypass grafting can be performed on the beating heart. *Ann Thorac Surg* 2001;72:793-7



**Obrázek č. 33.** CABG 2x kompozitní „U-graft“ RITA+RA: RA-RIA+RIP. Upraveno volně podle Robert L. Quigley, Steven J. Weiss, Richard Y. Highbloom and John Pym. Creative arterial bypass grafting can be performed on the beating heart. *Ann Thorac Surg* 2001;72:793-7



**Obrázek č. 34.** CABG 2x kompozitní „U-graft“ RGEA+RA: RA-RIA+RIP. Upraveno volně podle Robert L. Quigley, Steven J. Weiss, Richard Y. Highbloom and John Pym. Creative arterial bypass grafting can be performed on the beating heart. *Ann Thorac Surg* 2001;72:793-7



**Obrázek č. 35.** CABG 3x kompozitní „X-graft“ LITA+RA: LITA-RIA+RA, RA-RD1+RMS2. Upraveno volně podle Robert L. Quigley, Steven J. Weiss, Richard Y. Highbloom and John Pym. Creative arterial bypass grafting can be performed on the beating heart. *Ann Thorac Surg* 2001;72:793-7

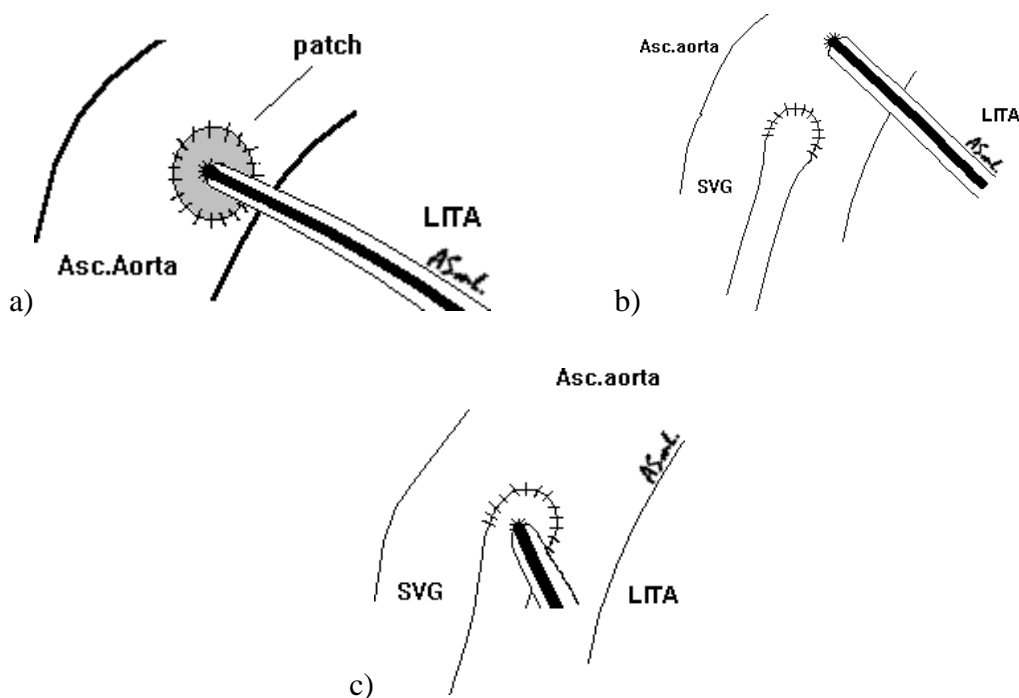
### 3.1.5. Revaskularizace myokardu s použitím ITA jako „free graft“

ITA i ostatní tepenné štěpy použité jako „free grafty“ jsou nejčastěji součástí kompozitních štěpů s „end-to-end“ nebo „side-to-side“ anastomózou s ITA „in situ“. Podstatně méně často se používají jako štěpy s centrální anastomózou na ascendentní aortě. Tato může být našitá přímo do fenestrované aortální stěny, nebo může být všita do vrcholu centrální anastomózy žilního štěpu. Další možností je použití žilní nebo perikardiální záplaty v aortální stěně (viz obr. 36). Dlouhodobá průchodnost „free ITA graftů“ je nižší než průchodnost ITA „in situ“, ale vyšší než průchodnost žilních štěpů (26,47, viz tab. č. 1. ).

**Tabulka č. 1.** Průchodnost „free“ ITA graftů s anastomózou do vzestupné aorty (AA) a do centrální anastomózy žilního aortokoronárního štěpu (CŽA).

Štěp	Počet	Průchodnost (%)
„Free“ RITA ad AA	71	89 ± 8,5 <sup>(a)</sup>
„Free“ LITA/RITA ad AA	67	82,8 <sup>(b)</sup>
„Free“ LITA/RITA ad CŽA	57	89,7 <sup>(b)</sup>

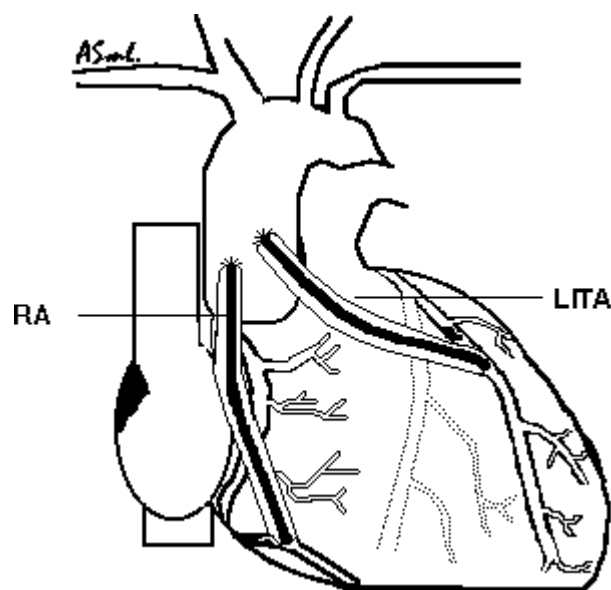
<sup>(a)</sup>Rekoronarografický nález za 7-102 měsíců (ø 41,5 měsíce), <sup>(b)</sup>Rekoronarografický nález za 1-59 měsíců (ø 15 měsíců). Volně podle: Barner HB. Arterial grafting: Technics and conduits. Ann Thorac Surg 1998;66:S3. (21)



**Obrázek č. 36.** Příklady možností konstrukce centrálních anastomóz u „free graftů“, LITA všitá a) do žilní nebo perikardiální záplaty b) direktní anastomóza c) anastomóza všitá do vrcholu žilního štěpu. Asc. Aorta – vzestupná aorta,

První publikace o použití ITA jako „free graft“ je z roku 1973 s průchodností, která byla podstatně nižší než průchodnost štěpu „in situ“. Teprve po vývoji a zdokonalení aortálního „punch“ (děrovače) a šicího materiálu dosáhla průchodnost 85 % - 90 % (21).

V případě revaskularizace povodí pravé věnčité tepny se však jejich průchodnost prakticky blíží průchodnosti žilních štěpů, a to v závislosti na stupni postižení koronárního řečiště a kvality jeho výtoku. Kompozitní štěpy mají výsledky dlouhodobé průchodnosti podstatně lepší s identickou závislostí na charakteru bypassovaného koronárního řečiště. Příklad revaskularizace myokardu pomocí tepenných štěpů použitých jako „free grafty“ viz obrázek č. 37.



**Obrázek č. 37.** CABG 2x „free“graft LITA, RA: LITA-RIA, RA-RIP

## 4. INDIKACE A KONTRAINDIKACE OBOUSTRANNÉHO

### POUŽITÍ A. THORACICA INTERNA

Indikační kritéria použití obou ITA k tepenné revaskularizaci myokardu na našem pracovišti můžeme v zásadě rozdělit do dvou základních skupin. Na operace „plánované“, u kterých využíváme předností tepenné revaskularizace, a na operace „vynucené“ nepříznivými anatomickými poměry či nedostupností žilních štěpů.

Do první skupiny „plánovaných“ tepenných revaskularizací s použitím BITA zařazujeme mladší nemocné (do 60-ti let věku) s ejekční frakcí levé komory více jak 40 % a dále mladší nemocné s rizikovými faktory vedoucími k rychlejší progresi aterosklerosy (diabetes mellitus, hyperlipoproteinémie). Věkové kritérium ale nepovažujeme za „striktně“ dané. Indikujeme i starší nemocné v dobré fyzické i psychické kondici s životní expektancí delší než deset let. Rozšíření indikačních kritérií na některých pracovištích dokládají publikované údaje, kdy např. Tatoulis uvádí, že na jeho pracovišti dosáhl podíl úplných tepenných revaskularizací 81 % ze všech výkonů na koronárních tepnách (5). Mimo výše uvedených kritérií zohledňujeme také koronarografický nález, kdy ve shodě se zahraničními autory revaskularizujeme tepny s těsnými stenózami či uzávěry, dobrým výtokovým traktem bypassované tepny a pokud možno s diametrem alespoň 1,5 mm a větším.

Do druhé skupiny „vynucených“ operací spadají nemocní s nepoužitelnými či nedostupnými žilními štěpy, jako jsou pacienti s „posttrombotickým“ syndromem dolních končetin, rozsáhlými varikositami či otoky, s těžkým postižením periferních tepen dolních končetin v důsledku diabetu a aterosklerosy, u kterých se obáváme komplikovaného hojení ran po odběru žilních štěpů. Dále nemocní po „strippingu“ velké safény nebo po předchozí revaskularizaci myokardu s použitím velké či malé safény.

Další část nemocných, spadající do této skupiny, jsou pacienti s tzv. porcelánovou aortou, u kterých je nemožné nebo krajně rizikové našít centrálních anastomóz. V těchto případech s výhodou využíváme obě mammární tepny „in situ“, popřípadě můžeme použít k revaskularizaci spodní stěny „in situ“ pravou gastroepiploickou arterii.

Obecně panuje shoda vyhnout se odběru obou mammárních tepen pro riziko dehiscence sternotomie a infekčních komplikací rány u pacientů obézních s CHOBPN

a inzulín-dependentních s vážnými přidruženými chorobami. Pro riziko hypoperfuzního syndromu se tepenná revaskularizace myokardu nedoporučuje u pacientů s akutním koronárním syndromem a nízkou ejekční frakcí LK.

V řadě studií prokázali jejich autoři, kteří se rutinně věnují tepenné revaskularizaci myokardu, že kontraindikací není věk pacienta, diabetes mellitus kompenzovaný na perorálních antidiabeticích nebo na inzulínoterapii, urgentní výkon, či CHOBPN (8, 27).

## **5. OBOUSTRANNÉ POUŽITÍ A. THORACICA INTERNA U PACIENTŮ NAD 70 LET**

S rozvojem medicíny dochází ve vyspělých zemích k prodlužování průměrné délky života. Dle databáze „The Society of Thoracic Surgeons“ se prodloužila v průběhu desetileté periody v letech 1980 - 1990 z 58,5 na 64 let. V současné době dosahuje hranice 70 let.

Tito pacienti mají vyšší operační riziko, vyšší morbiditu i mortalitu než mladší nemocní. Zároveň je u nich posun do vyšší NYHA a CCS klasifikace, jsou více kompromitováni dysfunkcí levé komory a těžším nálezem na věnčitých tepnách. Řada chirurgů proto stále považuje žilní štěp za konduit první volby. Rezervovaný postoj řady chirurgů k použití obou ITA k revaskularizaci myokardu u pacientů ve vyšších věkových skupinách je podmíněn obavou ze zvýšené morbidity a mortality v důsledku excesivního a prolongovaného chirurgického výkonu.

Jako kontrapunkt k tomuto postoji se v posledních deseti letech objevily práce, které naopak tepennou revaskularizaci ve vyšších věkových skupinách považují za bezpečnou a přínosnou. Oproti žilním štěpům udávají nižší výskyt rekurentní anginy pectoris, uzávěrů a PCI reintervencí. Největší profit je shledáván v případě použití „no touch“ techniky (50,51).

Obecně můžeme uzavřít, že optimálním postupem chirurgického řešení ischemické choroby srdeční ve vyšším věku je „off pump“ operace s použitím tepenných štěpů „in situ“. Avšak ne vždy jsou k použití tohoto jistě „optimálního“ postupu optimální podmínky.

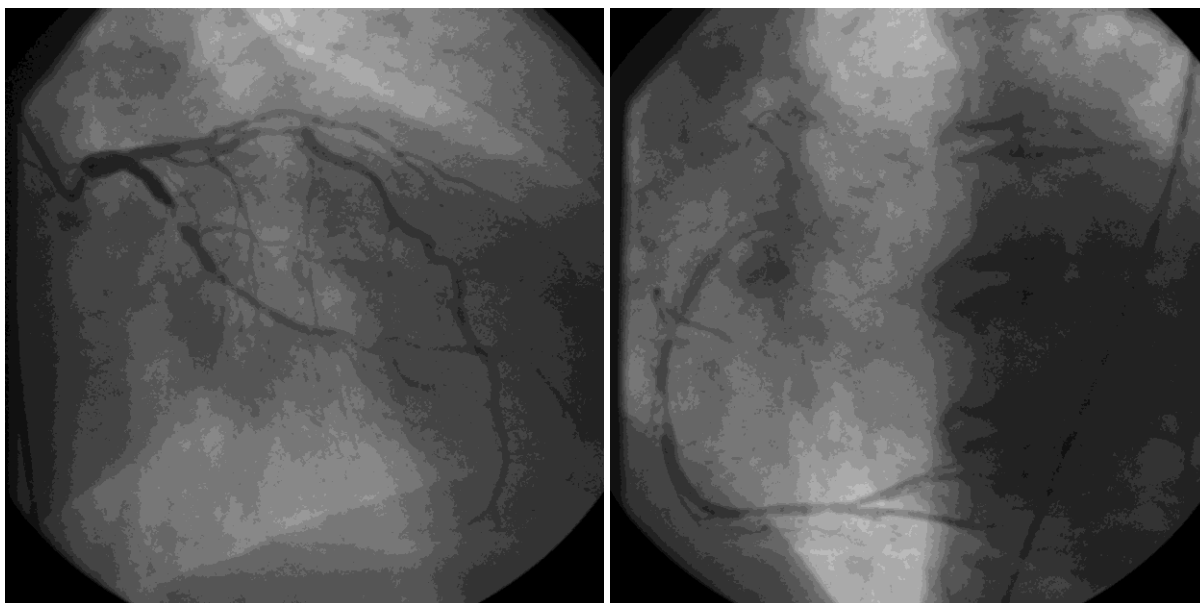


## 6. OBOUSTRANNÉ POUŽITÍ A. THORACICA INTERNA U DIABETIKŮ

Diabetes mellitus je významným nezávislým rizikovým faktorem zvýšené morbidity a mortality pacientů podstupujících revaskularizaci myokardu. Nejzávažnější komplikací je porucha hojení sternotomie s rozvojem život ohrožující mediastinitidy.

V otázce tepenné revaskularizace myokardu u diabetiků lze říci, že mezi chirurgy, kteří se této problematice věnují, panuje shoda v kontraindikaci této metody u obézních inzulin-dependentních nemocných s CHOBPN. Diabetes mellitus kompenzovaný na perorálních antidiabetících se za kontraindikaci nepovažuje (5,7,27). Chirurg u pacienta s DM řeší komplexní problém. Postižení koronárních tepen je oproti pacientům bez DM mnohem difúznější (53, obr. č. 38). Žilní štěpy u pacientů s DM podléhají degenerativním změnám (intimální hyperplázii) více než u pacientů bez DM. Časté komplikované hojení ran po odběru žilních štěpů z dolních končetin pak souvisí se stupněm postižení periferních tepen (54).

Možnou alternativou je druhý nejčastěji užívaný tepenný štěp – a. radialis. Rány po odběru a. radialis se hojí nesrovnatelně lépe a komplikované hojení vidáme u našich pacientů velmi zřídka. Naneštěstí ale bývají právě u pacientů s DM stěny této tepny často postiženy kalcifikacemi (55), a jak prokázal Choudhary, má u těchto nemocných a. radialis použitá jako štěp zhoršené endoteliální funkce a větší náchylnost ke spasmům (56). Bylo také prokázáno, že potřeba reintervencí je u pacientů s DM a ICHS vyšší, přičemž použití obou ITA počet reintervencí snižuje (57). Jako optimální se tedy u pacientů s DM a ICHS, stejně jako u pacientů bez DM, jeví revaskularizace myokardu oboustranným použitím ITA (8, 58).



**Obrázek č. 38.** Koronarografický obraz povodí levé a pravé věnčité tepny u pacienta s diabetem

Bilaterální použití ITA v závislosti na technice odběru tepny ale zvyšuje riziko sternální infekce oproti jednostrannému použití ITA z 1,4–1,7 % na 2,5–2,8 % a někteří autoři ještě koncem devadesátých let minulého století považovali diabetes mellitus za kontraindikaci bilaterálního užití ITA (9,11,12).

V řadě prací jiní autoři prokázali, že použití obou ITA u diabetiků s ICHS je možné v případě jejich skeletonizovaného odběru (7,13-16). Na základě výsledků naší publikované retrospektivní studie lze potvrdit, že v případě odběru obou ITA jako skelet, kdy je sníženo riziko poškození hrudní stěny zachováním kolaterálního zásobení sternu, není diabetes mellitus významným prediktorem poruchy hojení sternotomie (90).

## **7. CÍLE PRÁCE**

### **7.1. Primární cíl**

Srovnání vlivu techniky odběru LITA jako pedikl a jako skelet na její volný průtok bezprostředně po odběru.

### **7.2. Sekundární cíle**

Srovnání vlivu techniky odběru LITA jako pedikl a jako skelet na délku tepny.

Srovnání vlivu techniky odběru LITA jako pedikl a jako skelet na délku odběru tepny.

## **8. KLINICKÁ STUDIE**

### **8.1. Soubor nemocných**

Do prospektivní nerandomizované studie bylo zařazeno celkem 300 nemocných s ICHS, kteří byli indikováni k chirurgické revaskularizaci myokardu za použití mimotělního oběhu. Podmínkou pro zařazení do studie byl věk do 79 let včetně, ejekční frakce levé komory nad 40 % a hemodynamicky významná stenóza v povodí obou větví levé koronární tepny. Studie probíhala v rámci grantového projektu IGA MZ ČR č. NR77791-3/2004 (59). Předpokladem zařazení do studie byl podpis informovaného souhlasu nemocného.

Nemocní byli rozděleni do dvou skupin po 150 dle techniky odběru ITA.

**Skupina SKELET** – levá ITA odebrána jako **skelet**.

**Skupina PEDIKL** – levá ITA odebrána jako **pedikl**.

Ve skupině SKELET bylo 135 mužů a 15 žen. Ve skupině PEDIKL bylo 117 mužů a 33 žen. Medián věku byl 59 ve skupině SKELET a 62 ve skupině PEDIKL, medián BMI 28,3 ve skupině SKELET a 29 ve skupině PEDIKL. Předoperační charakteristiky nemocných v obou skupinách zahrnující výšku, hmotnost, povrch, BMI a věk, zachycuje tabulka č. 2.

**Tabulka č. 2.** Předoperační charakteristika souboru

	Skupina SKELET n=150		Skupina PEDIKL n=150	
	průměr (sm.odch.)	1.kv./medián/3.kv.	průměr (sm.odch.)	1.kv./medián/3.kv.
Výška (cm)	173,1(7,54)	169/173/178	171,1(8,62)	166,3/172/177
Hmotnost (kg)	84,3(11,71)	78/85/91	85,3(13,49)	77,3/85/95
Povrch (m <sup>2</sup> )	2(0,18)	1,9/2/2,1	2(0,19)	1,9/2/2,1
<b>BMI*</b>	<b>28,1(2,98)</b>	<b>26,1/28,3/29,9</b>	<b>29,1(3,8)</b>	<b>26,8/29/31,3</b>
<b>Věk*</b>	<b>58,6(5,55)</b>	<b>55/59/62</b>	<b>61(6,05)</b>	<b>58/62/65</b>

\* Statisticky významný rozdíl mezi skupinou SKELET a PEDIKL (p<0.05).

## 8.2. Metodika

### 8.2.1. Anestezie

Všem pacientům byla večer před výkonem podána premedikace: bromazepam (Lexaurin, Krka) v resp. 6 mg per os. (nad 60 kg). Ráno v den operace byla ordinována perorální premedikace: Diazepam, Slovakofarma 10 mg a omeprazol (Helicid, Zentiva) 20 mg per os. Bezprostředně před převozem na operační sál byla premedikace navýšena intramuskulární aplikací morfinu (Morphin, Biotika 1 %) 10 mg a intramuskulární aplikací midazolamu (Dormicum® Roche) 5 mg.

Vlastní celková anestézie byla intravenózní, případně kombinovaná - doplněná podáním inhalačního anestetika. Analgetickou složku tvořil sufentanil (Sufentanil, Torrex) úvodní bolus 1,5 µg/kg podávaný v průběhu 2 minut, následovaný kontinuální infuzí 0,5-1 µg/kg/h. Hypnotickou komponentu tvořil midazolam (Dormicum® Roche), v úvodním bolusu 0,15 mg/kg, s udržovací dávkou 0,1 - 0,2 mg/kg/h.

Na úvod bylo podáno nedepolarizující svalové relaxans – pankuronium (Pavulon®, Organon) 0,15 mg/kg s opakovanou dávkou 0,01 mg/kg, případně kontinuálním podáváním 0,05 mg/kg/h. V této relaxaci se prováděla i tracheální intubace. Ventilace byla vedena směsí O<sub>2</sub> a vzduch 50 %/50 % s low flow 1-2 l/min (po dosažení rovnovážného stavu po úvodu). Anestézie byla v momentech výrazné chirurgické stimulace (sternotomie, manipulace s perikardem, kanylace aorty, ve fázi zvyšování systémové vaskulární rezistence na

mimotělním oběhu) prohlubována přidáním inhalačního anestetika sevofluranu (Sevorane<sup>®</sup>, Abbott) v objemové koncentraci 1 - 2,5 %.

K dosažení shodného středního krevního tlaku při měřeních průtoků ITA bylo v případě potřeby použito k jeho zvýšení těchto postupů:

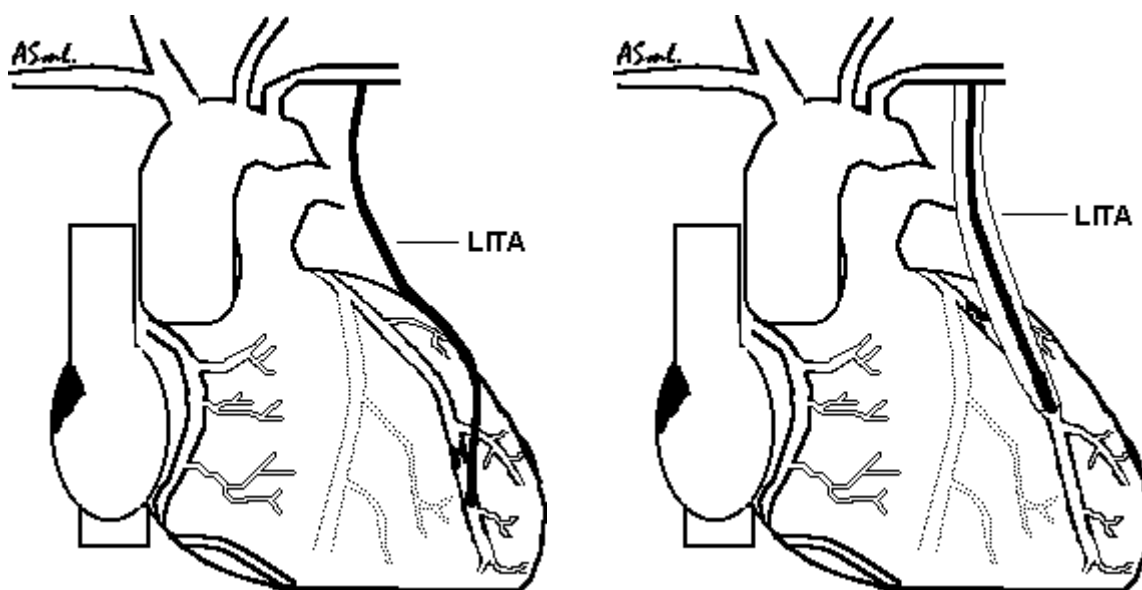
- a) podání bolusové dávky efedrinu (Ephedrin, Biotika) á 5 – 10 mg do maximální celkové dávky 50 mg.
- b) podáním noradrenalinu (Noradrenalin, Léčiva 1 ml=1 mg) v dávce 0,05 – 0,1 µg/kg/min kontinuální infuzí lineárním dávkovačem
- c) podáním 250 ml až max. 500 ml 6 % HAES - hydroxyethylškrob (Voluven<sup>®</sup>, Fresenius) rychlou 10 minutovou infuzí do centrálního žilního katetru s pečlivou monitorací hemodynamických parametrů a vizuální kontrolou plnění pravé komory k dosažení optimálního plnění krevního oběhu.

V případě potřeby snížení středního arteriálního tlaku bylo použito:

- a) krátkodobého zvýšení průtoku anesteziologických plynů na 5 - 8 l/min se zvýšením vydechované koncentrace inhalovaného sevofluranu na 2,5 - 6 objemových %, s nástupem účinku zpravidla do několika minut
- b) podání nitroglycerínu (Perlinganit, Schwarz Pharma, 1 ml=1 mg) v dávce 0,01 mg/kg bolus a dále 0,01 - 0,1 mg/kg v kontinuální infuzi lineárním dávkovačem, s nástupem účinku do 30 s po podání bolusu.

### **8.2.2. Operační postup**

Všichni nemocní podstoupili standardní přípravu ke kardiochirurgickému výkonu. Chirurgická technika byla v obou skupinách stejná: V celkové anestézii po provedení mediální sternotomie byl proveden odběr levé ITA jako *pedikl* nebo jako *skelet*.



**Obrázek č. 39.** Skelet – LITA

Pedikl – LITA

Rozhodnutí o způsobu odběru bylo plně v kompetenci operujícího chirurga a záviselo na preferenci metody při revaskularizaci myokardu a vlastním nálezu na věnčitých tepnách.

Tepna byla odebírána ve skupině SKELET i PEDIKL shodně od konečných větví a. epigastrica superior a a. musculophrenica distálně až po horní okraj prvního žebra. Z důvodů, že terminální úsek ITA má vyšší afinitu ke spazmu a zachování zásobení distálních partií sternu, byla ITA přerušena před jejími konečnými větvemi.

V terminální fázi odběru LITA jako skelet i pedikl byl v předstihu podán heparin (Heparin Léčiva, Zentiva) v odpovídající dávce 3 mg/kg a po odběru a změření volného průtoku byl na distální konec LITA naložen metalický klip (Ligaclips, Ethicon, Somerville, NJ), tepna byla obalena mulovým krytím namočeným do naředěného roztoku papaverinu (Papaverin Spofa inj.sol., Papaverini hydrochloridum 2 ml/60 mg + 50 ml fyziologického roztoku) a uložena v levé pohrudniční dutině. Odběry ITA byly vždy provedeny před zavedením mimotělního oběhu. Měření byla provedena dle protokolu měření a zodpovědnou osobou za kvalitu měření byl operující chirurg.

### **8.2.2.1. Technika odběru ITA jako pedikl**

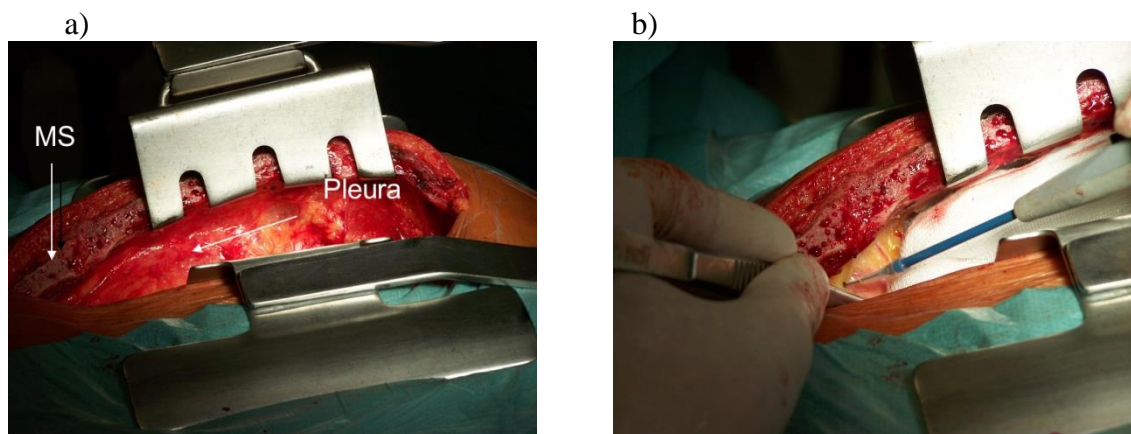
Po otevření hrudníku ze střední sternotomie, pečlivém zastavení krvácení z podkoží, periostu hrudní kosti, případně z kostní dřeně, je naložen speciální hrudní rozvěrač určený k odběru ITA (66).

Ve studii byl používán rozvěrač firmy Pilling, který na rozdíl od „klasického“ Favalorova rozvěrače nejen elevuje, ale i evertuje příslušný okraj sternu na straně odběru ITA (viz obr. č. 40).



**Obrázek č. 40.** Pilling Bugge IMA Takedown Retraction System (Firemní dokumentace)

Sternum bylo rozevíráno vždy pomalu a postupně tak, aby míra poškození skeletu hrudního koše i pooperační bolestivost, způsobená subluxací ve sternokostálních a vertebrokostálních spojeních, byla co nejnižší. V některých případech bylo nutné pro docílení lepšího rozevření protěti ligament a tuku mezi dolním okrajem sternu a bránicí. Monopolárním elektrokauterem byla uvolněna mediastinální pleura od přední stěny hrudní. Obvykle po jejím uvolnění byl již zřejmý průběh části ITA prominující přes endotorakální fascii. V případech, kdy průběh ITA nebyl zřejmý, byla ITA zjištěna palpací. Z důvodu anatomických poměrů bylo někdy nezbytné již na začátku preparace ITA široké otevření pleury od apexu poblíž subklaviální žíly po bránici (obr. 41 a, b).



**Obrázek č. 41.** Mammární rozvěrač, pleura a její postupné uvolňování od hrudní stěny. MS –manubrium sterni

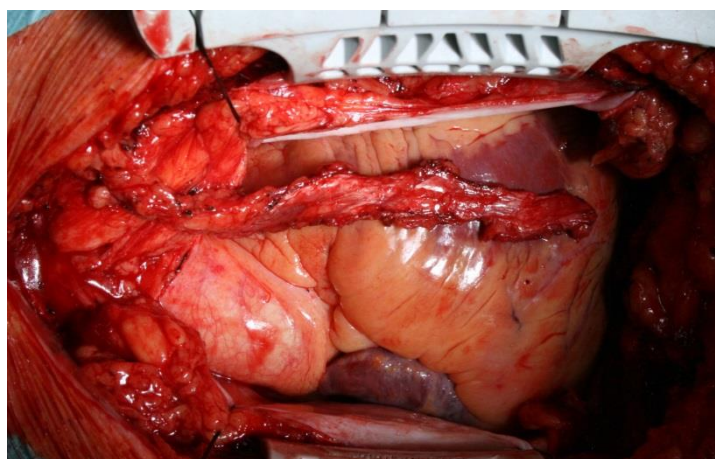


S odběrem ITA jako pedikl bylo započato vždy protětim endotorakální fascie za pomoci elektrokauteru s intenzitou 20 - 25 wattů ve vzdálenosti cca 0,5 cm oboustranně od doprovodných žil. Pedikl obsahující ITA, doprovodné žíly, okolní tuk, fascii a sval byl postupně uvolňován od hrudní stěny (viz obr. č. 42 a 43).



**Obrázek č. 42.** Odběr LITA jako pedikl: otevřená endotorakální fascie, ITA, doprovodné žíly, tuk

Velmi důležité bylo uvolnění ITA v její proximální části, vypreparování a přerušení všech velkých větví, aby bylo zabráněno případnému „steal fenomenu“. Velké větve ITA byly ošetřovány pomocí metalických klipů (Ligaclips, Ethicon, Somerville, NJ). Menší větve byly zkoagulovány elektrokauterem.



**Obrázek č. 43.** Odebraná LITA jako pedikl.

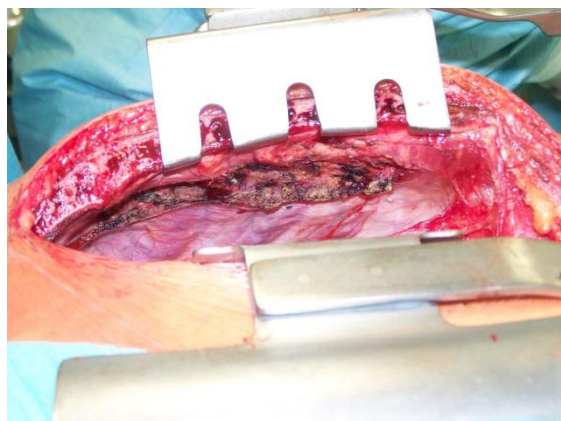
Po aplikaci příslušné dávky heparinu a uplynutí 3 minut byla ITA ostře přerušena distálně, periferní část tepny byla ošetřena ligaturou. Poté byla odebraná tepna zkontrolována vizuálně, zda má dostatečný průměr i průtok a pomocí metalického klipu byl její distální

konec uzavřen a ponechán k samovolné dilataci pomocí vlastního krevního toku (viz obr. 44). Pedikl byl poté zabalen do vlhkého mulu s naředěným roztokem papaverinu.



**Obrázek č. 44.** Kontrola volného průtoku po odběru LITA jako pedikl

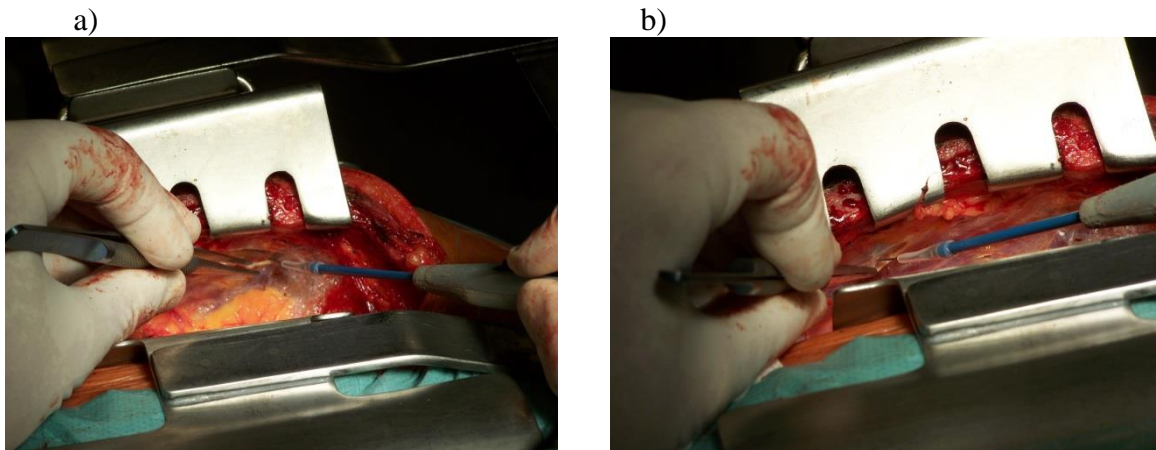
Zdroje krvácení z lůžka po odběru ITA byly ošetřeny elektrokauterem s intenzitou 80 wattů (viz obr. 45).



**Obrázek č. 45.** Výsledek ošetření lůžka po odběru LITA jako pedikl elektrokauterem (80 wattů)

#### **8.2.2.2. Technika odběru ITA jako skelet**

Při odběru ITA jako skelet byl v počátečních krocích operační postup shodný s odběrem ITA jako pedikl. Po provedení standardní střední sternotomie a po odpreparování pleury byla ale endotorakální fascie protnuta elektrokauterem s nízkou intenzitou (10 - 15 wattů) nad doprovodnou žílou tak, aby nedošlo k poranění tepny (viz obr. č. 46 a, b).



**Obrázek č. 46.** Otevření endotorakální fascie a) před terminálním větvením LITA b) ve střední třetině LITA

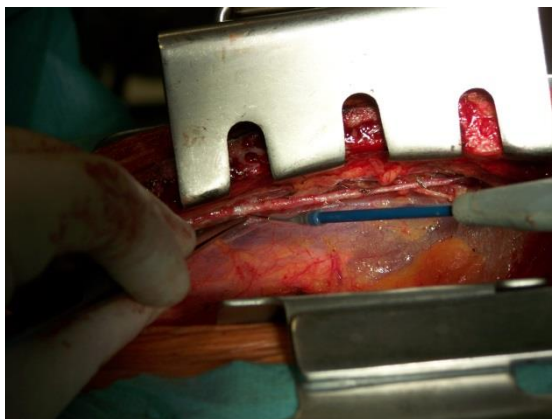
Endotorakální fascie byla otevřena elektrokauterem proximálně i distálně v předpokládané délce štěpu. Nízká intenzita elektrokauteru 10 - 15 wattů byla použita po celou dobu odběru ITA. Postupnou preparací plochým nožem aktivovaného i neaktivovaného elektrokauteru byla ITA odpreparována od doprovodných žil i od okolní tukové tkáně. Jednotlivé větve ITA (rr. intercostales anteriores a rr. sternales) byly uvolněny a přerušeny pomocí „Pottsových mikronůžek“ mezi dvěma malými metalickými klipy. Distální klipy byly nakládány na jednotlivé větve co nejbližší proximálnímu klipu u stěny ITA tak, aby kolaterální zásobení sternu bylo co nejméně poškozeno (viz obr. č. 47).



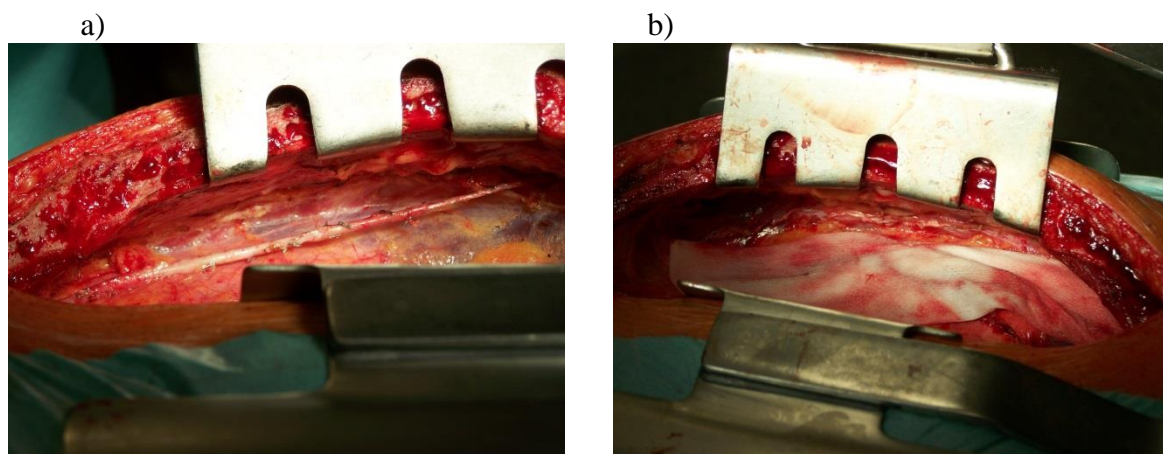
**Obrázek č. 47.** Skeletonizace LITA

Drobné větvičky byly „zaklipovány“ pouze při stěně tepny a protnuty elektrokauterem. Při používání pinzety byla vždy v branžích držena pouze nezbytná část adventicie s přilehlými měkkými tkáněmi a jen s přiměřeným tahem za tepnu tak, aby nedošlo k avulzi větví s poraněním tepny (viz obr. č. 48). Po uvolnění tepny v příslušné délce byla aplikována příslušná dávka heparinu a po uplynutí 3 minut byla ITA ostře přerušena distálně

a překryta vlhkým mulom s naředěným roztokem papaverinu. Periferní část tepny byla ošetřena dvěma paralelně naloženými metalickými klipy.



**Obrázek č. 48.** Skeletonizace LITA



**Obrázek č. 49.** a) Skeletonizovaná LITA a lůžko po odběru b) překrytí LITA mulovým krytím s papaverinem

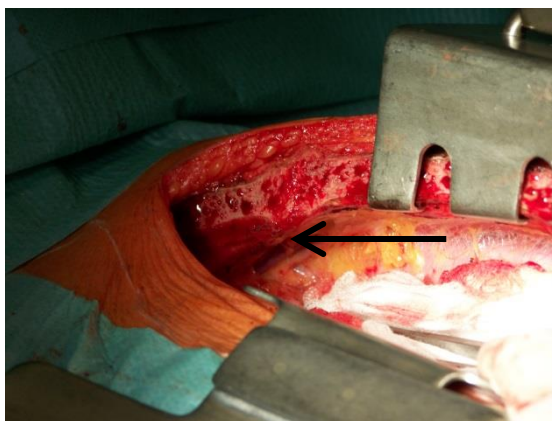
Lůžko po odběru ITA jako skelet bylo ošetřeno elektrokauterem s nízkou intenzitou (20 - 30 wattů) tak, aby zbytečně vysokou intenzitou elektrokauteru nebylo zdevastováno kolaterální zásobení sterna.

### 8.2.3. Protokol měření a proměnné

V obou skupinách byla provedena shodná měření ve shodných fázích operace:

### 8.2.3.1. Nativní průtok LITA

Nativní průtok LITA „in situ“ (Q01) byl měřen v ml za minutu před začátkem jejího odběru po šetrné liberalizaci 2 - 3 cm dlouhého úseku tepny v její proximální třetině, potřebného k přiložení měřící sondy (obr. č. 50).



**Obrázek č. 50.** Schematické označení místa měření průtoku LITA „in situ“

Měření bylo prováděno průtokoměrem CardioMed Flowmeter CM 1005 (Medi-Stim A/S, Oslo, Norsko). K přístroji lze připojit dvě sondy pro snímání průtoku krve, další 2 sondy snímající tlak krve a k dispozici jsou rovněž 2 vstupy pro další signály, např. pro EKG. Během měření byla vždy snaha zachovat u každého pacienta stejný střední arteriální tlak. Pro měření byla použita sonda odpovídající průměru ITA (většinou 2 mm) (obr. 51).



**Obrázek č. 51.** Měřící sondy přístroje CardioMed Flowmeter CM 1005 (Medi-Stim A/S, Oslo, Norsko).  
Firemní dokumentace

### 8.2.3.2. Volný průtok LITA po preparaci

Volný průtok LITA po preparaci (Q02) byl měřen v ml za minutu po ukončení preparace a přerušení tepny před jejími terminálními větvemi (obr. č. 43).

Průtok byl vypočten z objemu krve volně vytékající z LITA zachycené do kalibrační nádoby během 30 sekund:

$$Q02 \text{ (ml/ min.)} = (V \text{ krve}/30 \text{ s}) \times 2$$

### 8.2.3.3. Délka odebrané LITA

Délka odebrané tepny byla měřená v centimetrech pomocí silonové nitě od proximálně ukončené preparace v oblasti 1. žebra až po přerušený periferní konec liberalizované tepny před jejím terminálním větvením před uložením tepny do vlhkého mulu s roztokem papaverinu.

### 8.2.3.4. Doba odběru LITA

Doba odběru LITA byla měřena v minutách od začátku preparace tepny po její přerušení.

## 8.2.4. Sledované proměnné

- odber: doba odběru tepny v minutách;
- Q01: nativní průtok „in-situ“ v ml.min<sup>-1</sup>;
- TK01: střední arteriální tlak krve (MAP) v mmHg při měření Q01;
- Q02: volný průtok po preparaci v ml.min<sup>-1</sup>;
- TK02: střední arteriální tlak krve (MAP) v mmHg při měření Q02;
- delka: délka odebraného štěpu v cm;
- difQ21: rozdíl Q02-Q01.

## 8.2.5. Statistické zpracování

Naměřené hodnoty byly porovnávány prostřednictvím parametrického Studentova t-testu (hmotnost, BMI) za předpokladu splnění normality testované prostřednictvím Shapirova-Wilkova testu, resp. neparametrického Wilcoxonova dvouvýběrového testu v případě, že podmínka normality nebyla splněna.

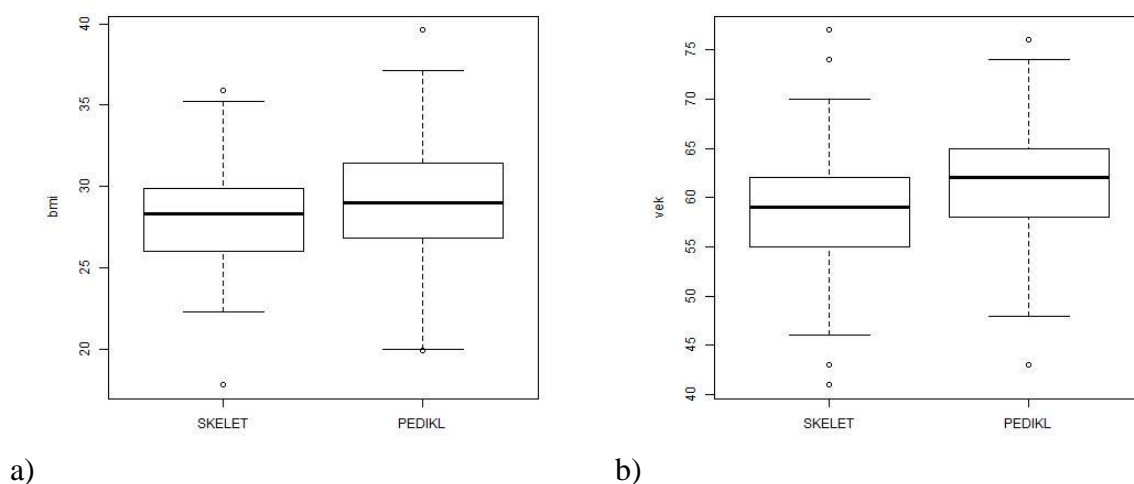
Hladina významnosti byla zvolena 0.05 (5 %). Pro porovnání dvojic „průtok a tlak krve“ byl použit test MANOVA jako dvourozměrný test. Sledované hodnoty jsou prezentovány prostřednictvím kvantilů (1. kvartil / medián / 3. kvartil), resp. průměru a směrodatné odchylky v tabulce č. 2. Výsledky testů jsou v textu uvedeny jako *p-value*. Parametry, u nichž byly rozdíly mezi skupinou SKELET a PEDIKL statisticky významné, jsou v tabulce č. 2 označeny hvězdičkou a zvýrazněny tučným formátováním písma. Jako

grafické zobrazení jednorozměrných dat byl zvolen krabicový graf (boxplot). Pro dvourozměrná data byl použit klasický XY bodový graf. Statistické zpracování dat bylo provedeno v softwaru R.

### 8.3. Výsledky

Analýza předoperačních charakteristik obou souborů prokázala, že nemocní ve skupině SKELET se statisticky významně na hladině 5 % liší v proměnné BMI ( $p = 0,01141$ ) a proměnné věk ( $p < 0,001$ ) od skupiny nemocných ve skupině PEDIKL. Pacienti s ITA odebranou jako pedikl mají v průměru vyšší BMI i věk (tab. č. 2, graf č. 1).

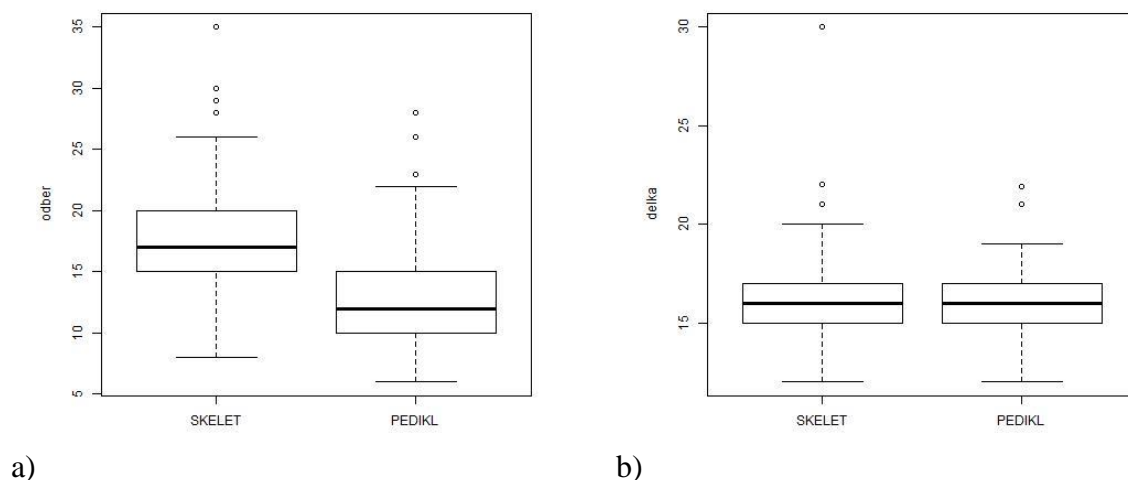
**Graf č. 1.** Krabicový graf: a) BMI a b) věk.



Doba odběru LITA se ve skupině SKELET signifikantně liší od doby odběru ve skupině PEDIKL. Kvantilové charakteristiky (1. kvartil, medián, 3. kvartil) pro skupinu SKELET jsou 15/17/20, pro skupinu PEDIKL 10/12/15,  $p < 0,001$ . V délce odebraného štěpu jsme mezi oběma skupinami nenašli statisticky významnou odlišnost, kvantilové charakteristiky byly v obou skupinách shodně 15/16/17,  $p = 0,80505$  (viz graf č. 2 a, 2 b).

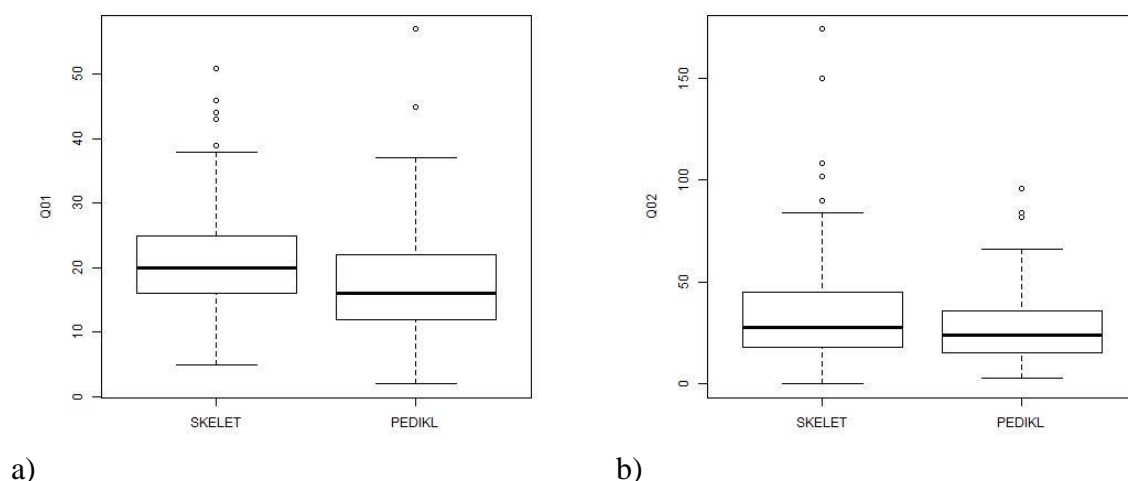


**Graf č. 2.** Krabicový graf: a) doba odběru v min b) délka štěpu v cm.



Obě skupiny se také významně statisticky odlišují v parametru nativní průtok „in situ“ (Q01). Ve skupině SKELET byly kvantilové charakteristiky pro Q01 16/20/25, ve skupině PEDIKL 12/16/22,  $p < 0,001$ . Vyšší průtok ve skupině SKELET jsme našli také v případě srovnání hodnoty volný průtok po preparaci (Q02), kdy se liší mediány v obou skupinách o 3,5 ml/min. Kvartily ve skupině SKELET byly 18/27,5/45 oproti skupině PEDIKL 15/24/36,  $p = 0,02669$  (viz graf č. 3a, 3b).

**Graf č. 3.** Krabicový graf: a) průtok in-situ (Q01) v ml.min<sup>-1</sup> b) volný průtok po preparaci (Q02) v ml.min<sup>-1</sup>.

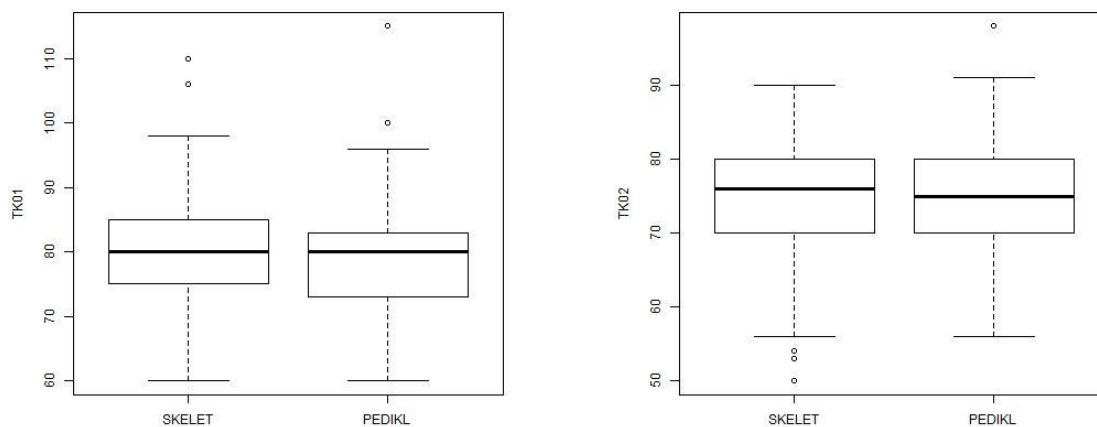


Analýza hodnot krevního tlaku během měření průtoků prostřednictvím Wilcoxonova dvouvýběrového testu prokázala, že se nám nepodařilo udržet shodnou hladinu středního

arteriálního krevního tlaku (MAP) v případě měření nativního průtoku „in situ“ (Q01). Ve skupině SKELET byly kvantilové charakteristiky v případě TK01 75/80/85 ve skupině PEDIKL 73/80/83,  $p < 0,05$ .

Naopak statisticky významná odlišnost nebyla nalezena v případě MAP během měření volného průtoku po odběru (Q02), kde se nám podařilo v obou skupinách při měření dodržet odpovídající hladinu MAP. Kvantily byly ve skupině SKELET v případě TK02 70/76/80, ve skupině PEDIKL 70/75/80 (viz graf č. 4a, 4b).

**Graf č. 4.** Krabicový graf pro: a) střední arteriální tlak krve (MAP) v mmHg při měření nativního průtoku in-situ (TK01), b) střední arteriální tlak krve (MAP) v mmHg při měření volného průtoku po preparaci (TK02).

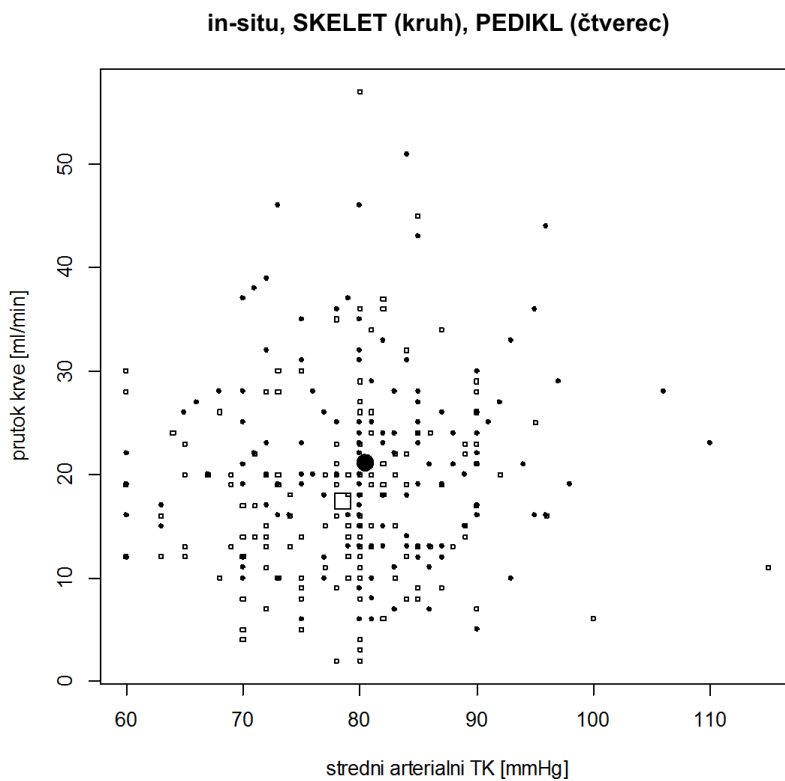


a)

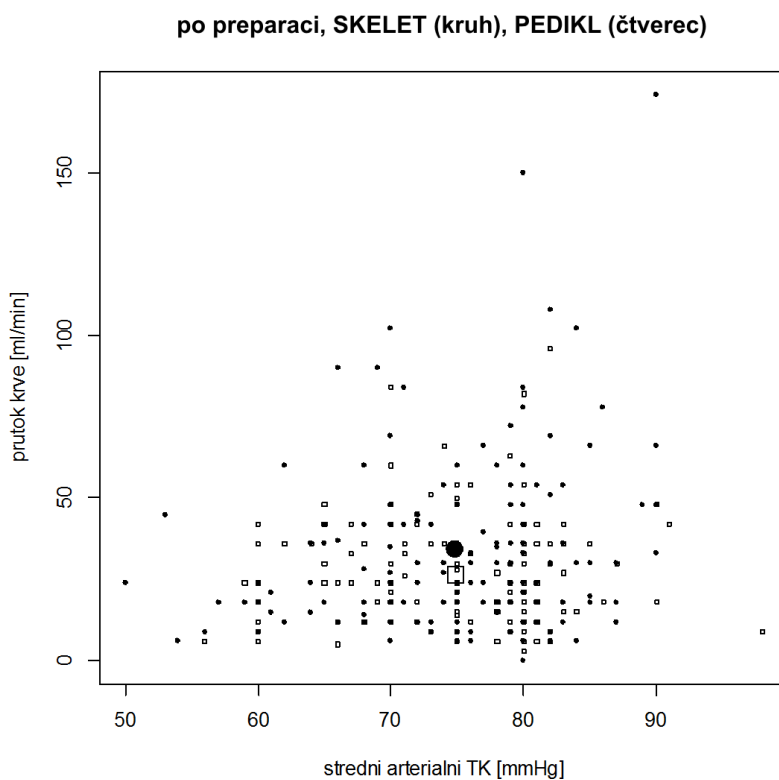
b)

K analýze dvourozměrných dat (průtok krve a tlak krve) provedené z důvodu zamítnutí shody rozdělení hodnot středního arteriálního tlaku pro obě operované skupiny byl použit test MANOVA. Při porovnání průtoků a tlaku krve současně prostřednictvím tohoto vícerozměrného testu výsledky ukazují, že se obě skupiny statisticky významně odlišují jak při měření nativního průtoku „in-situ“ ( $p < 0,001$ ), tak i v případě měření volného průtoku po preparaci ( $p = 0.00884$ ). U všech měření je v průměru vyšší průtok krve ve skupině SKELET než ve skupině PEDIKL (viz grafy č. 5 a 6).

**Graf č. 5.** Bodový graf pro dvojice (tlak krve a průtok krve současně) – měření in-situ (Q01).

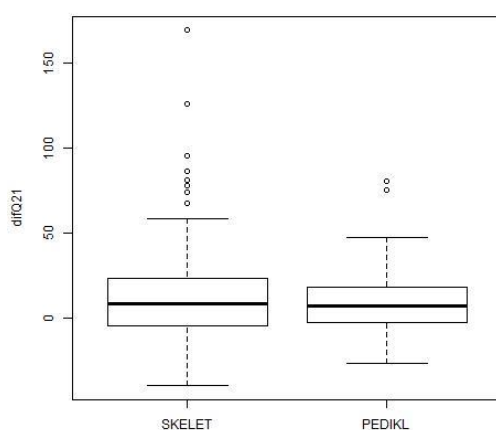


**Graf č. 6.** Bodový graf pro dvojice (tlak krve a průtok krve současně) – měření po preparaci (Q02).



V případě testování hodnot rozdílů volných průtoků po odběru (Q02) a nativních průtoků „in situ“ (Q01) v každé skupině tj. SKELET (Q02 – Q01) a PEDIKL (Q02 – Q01) jednorozměrným testem nebyly tyto rozdíly v obou skupinách signifikantně odlišné. Kvantily byly ve skupině SKELET v případě difQ21 -4,8/8/22,8 a ve skupině PEDIKL -3/7/17,8 (viz graf č. 7).

**Graf č. 7.** Krabicový graf: difQ21 - rozdíl volných průtoků po preparaci (Q02) v ml.min<sup>-1</sup> a průtoků „in-situ“ (Q01) v ml.min<sup>-1</sup>.



## 8.4. Diskuse

Při srovnání předoperačních charakteristik našich souborů byly mezi oběma skupinami nalezeny statisticky významné rozdíly ve sledovaných charakteristikách věk a BMI. Pacienti s ITA odebranou jako pedikl mají v průměru vyšší BMI i věk. Tento výsledek souvisí s preferencí odběru BITA u mladších nemocných s nižším BMI a také nelze vyloučit vliv rozmístění rozdílných somatotypů ve sledovaných skupinách.

Doba odběru LITA, vzhledem k technicky obtížnějšímu odběru, byla statisticky významně delší ve skupině SKELET (graf č. 2). Rozdíl mediánů v obou skupinách byl 5 minut a tento výsledek se shoduje s časy, které jsou dosahovány na pracovištích věnujících se rutině tepenné revaskularizaci. V případě skeletonizace ITA byly publikovány delší časy oproti odběru pedikl ITA od 3 do 25 minut (20,72,76).

Co nejmenší poškození krevního zásobení sternu při odběru ITA je po získání kvalitního štěpu dalším důležitým faktorem úspěšné léčby. Při odběru ITA jako pedikl

dochází k většímu poškození krevního zásobení sternu jednak způsobem odběru ITA s okolními tkáněmi a také vlivem termického poškození tkání mnohdy extenzivním použitím elektrokauteru s příliš vysokým stupněm intenzity (60 - 80 wattů) při ošetření lůžka po odběru ITA. Publikované studie prokázaly, že odběr jedné a zejména obou ITA je spojen se signifikantním snížením prokrvení sternu (70, 71). Porucha prokrvení se po čase zlepšuje, ale v rozhodující fázi hojení sternotomie má hypoperfúze tkání vliv na počet infekčních komplikací. Bylo prokázáno, že odběr ITA jako skelet šetří kolaterální krevní zásobení sternu v porovnání s odběrem ITA jako pedikl. Šetrnou preparací tepny jsou zachovány zásobující kolaterální větve (přední interkostální, sternální a perforující) a zároveň i žilní drenáž doprovodu žilami (72). V případě obtížnějších anatomických poměrů je však někdy nezbytné přerušit doprovodnou žílu v oblasti proximálního úseku ITA mezi dvěma metalickými klipy. Získáme tím lepší přehled o průběhu odstupujících větví a zároveň dosáhneme maximální délky ITA.

Velmi zajímavé výsledky přinesla studie publikovaná v roce 2008 zkoumající vliv rozdílného odběru ITA na perioperační poruchy krevní mikrocirkulace sternu měřením pomocí "Oxygen-to-See" systému - laser dopplerometrická flowmetrie a remisní spektroskopie (LEA Medizintechnik). Autoři zkoumali stupeň povrchové (2 mm) a hluboké (8 mm) tkáňové oxygenace (SO<sub>2</sub>) pre-sternálně a retro-sternálně v proximální, mediální a distální části sternotomie a kvalitu toku krve po odběru ITA (73). Zásadním zjištěním bylo, že tkáňová oxygenace presternálních tkání je porušena v horní a střední třetině sternotomie a krevní proudění v celé délce sternotomie shodně u obou technik odběru ITA. Retrosternální mikrocirkulace je porušena ve všech segmentech, ale postižení je v případě skeletonizovaného odběru signifikantně nižší ve střední a distální třetině sternotomie. Autoři studie potvrzují závěry předchozích studií De Paulise a Pevniho, že odběr ITA jako skelet nemá vliv na povrchové poruchy hojení sternotomie, ale může snižovat počet hlubokých sternálních infektů (64, 89). Dosud publikované studie se shodují v závěru, že skeletonizace ITA méně poškozuje krevní zásobení sternu, ale v hodnocení vlivu skeletonizace na infekční komplikace nejsou závěry jednoznačné. Athanasiou a spol. nenašli ve své meta-analýze evidenci nižšího počtu raných infekčních komplikací v souvislosti s odběrem typu skelet stejně tak i Grau a spolupracovníci. Posledně jmenovaní autoři z USA dokonce nenašli vyšší procento infekčních raných komplikací u odběru BITA jako pedikl než u LITA pedikl (18, 74). Jiní autoři (Raja, Boodhwani, Hu a Zao) ve svých meta-analýzách publikovali signifikantní snížení počtu raných infekcí v případě skeletonizovaného odběru ITA. (20, 75, 77) Prozatím chybí prospektivní randomizovaná studie zaměřená na roli skeletonizovaného odběru ITA

v prevenci infekčních raných komplikací a shoda panuje pouze v doporučení skeletonizace BITA u nemocných s diabetem mellitus (79).

V naší studii jsme poruchy hojení sternotomie nesledovali. Této problematice jsme se věnovali v již zmíněné retrospektivní studii (90).

Nesledovali jsme také výši pooperačních krevních ztrát. Jedna z ojedinělých publikací věnující se této problematice byla zaměřena na pooperační krevní ztráty při použití ITA odebrané jako pedikl. V této studii autoři prokázali, že užití ITA k revaskularizaci myokardu statisticky významně zvyšuje pooperační krevní ztráty (80). Dvě meta-analýzy, sledující parametr pooperačních krevních ztrát ve studiích srovnávajících odběr ITA jako skelet a pedikl, došly ke shodnému závěru, že odběr ITA jako skelet signifikantně snižuje výši krevních ztrát navzdory delšímu času odběru (18, 77). Taktéž Peterson a spolupracovníci prokázali ve své studii nižší potřebu krevních převodů v případě odběru ITA jako skelet (72). Vysvětlení je, že při technicky precizním odběru ITA jako skelet jsou případné zdroje krvácení cíleně ošetřeny postupně během odběru a vzhledem k tomu, že heparin je podáván až v konečné fázi odběru ITA, nemá časový faktor zřejmě vliv na výši krevních ztrát.

V případě srovnání funkční integrity tepny, odebrané technikou skelet a pedikl, autoři meta-analýz citují závěry několika málo prací, věnujících se této problematice (18, 75, 77). Vesměs bylo použito vyšetření pomocí elektronové mikroskopie a imunohistochemického vyšetření jak v klinice, tak v experimentu. Nebyly nalezeny rozdíly mezi odběry skelet a pedikl. V případě skeletonizace prokázal Noera a spolupracovníci efuse v adventicii ITA bez poškození cévní stěny. Jiní autoři prokázali, že skeletonizace nezpůsobuje poškození funkce endotelu ITA (49, 81, 82, 83, 84). Kvantitativní analýzy imunohistochemického vyšetření případného poškození endotelu pomocí faktoru VIII (von Willebrandův faktor) a e-NOS (endothelial nitric oxide synthase) shodně prokázaly, že strukturální a funkční integrita cévní stěny ITA je shodná u obou typů odběru a technicky náročnější skeletonizace "per se" nemá negativní vliv na strukturální a funkční integritu ITA. Samozřejmě při technicky náročnějším odběru ITA metodou skelet hrozí větší riziko poranění tepny (65).

Z tohoto důvodu je proto nejbezpečnějším místem pro počátek preparace ITA oblast jejího terminálního větvení na a. epigastrica sup. (mediálně) a a. musculophrenica (laterálně). Zde i v případě poškození ITA zůstává stále dostatečná délka štěpu pro revaskularizaci RIA. S přibývajícím zkušenostmi je možno začít s preparací kdekoliv v průběhu ITA, ale vždy nad doprovodnou žílou. V naší studii jsme v obou skupinách měli 100% úspěšnost odběru ITA bez jejího makroskopického poškození.

Výsledky studií zkoumajících průchodnost ITA odebrané jako pedikl prokázaly excelentní kvalitu ITA s desetiletou průchodností přes 90 % a jen s mírnou progresí aterosklerózy. Vzhledem k výsledkům studií zabývajících se funkční a strukturální integritou ITA lze předpokládat, že i v případě skeletonizované ITA budou výsledky dlouhodobé průchodnosti shodné. Tento závěr potvrzují i doposud publikované studie (6, 22, 32, 52).

Mimo snahy o zachování kolaterálního zásobení sternu je dalším důvodem skeletonizace ITA dosažení co největší délky štěpu. Zejména v případě úplné tepenné revaskularizace myokardu v povodí RCx, distální ACD a RIA je délka štěpu (mimo kvality) rozhodující (17,18,69). Již Cosgrove a Loop ve své práci, kterou publikovali v roce 1985, doporučovali opakované příčné protěti fascie při odběru pedikl ITA se získáním cca 1 cm délky štěpu navíc (67). Na rozdíl od výsledků dosud publikovaných studií udávajících získání větší délky v případě skeletonizace tepny o 0,5 cm až 3 cm (6, 20, 77, 82) jsme v naší práci neprokázali získání delšího štěpu v případě skeletonizace LITA. V obou sledovaných skupinách není statisticky významná odlišnost v délce odebraného štěpu, shodně s ojedinělým výsledkem studie, kterou publikoval Castro v roce 2005 (85). Calafiore ve své studii srovnal délku ITA skelet a pedikl před a po intraluminální aplikaci 10 ml papaverinu (1 mg/ml). V obou skupinách došlo k prodloužení délky ITA. V případě pedikl ITA z  $16,1 \pm 1,4$  na  $16,4 \pm 1,7$  cm a v případě skelet ITA z  $17,6 \pm 1,4$  na  $20,1 \pm 1,6$  cm. Není zcela jasné, zda bychom v případě dalšího kontrolního měření délky ITA před našíváním periferní anastomózy (tj. po uzavření distálního konce klipem, aplikaci vlhkého mulu s papaverinem a po dilataci tepny) také došli k podobným výsledkům. Mimo jiné jsme v případě měření délky ITA měli metodický nedostatek, neboť jsme délku odebrané tepny nevztahovali k délce sternu. Ojedinělá extrémní hodnota délky štěpu ve skupině SKELET (viz graf č. 2b) souvisela s anatomickou varietou meandrovitého průběhu LITA v její proximální třetině, která byla zřejmá až po uvolnění tepny od fascie a okolních tkání. V případě odběru LITA jako pedikl bychom stejné délky nedosáhli.

Většina studií srovnávajících rozdílný způsob odběru ITA (skelet versus pedikl) krom vlivu techniky odběru na čas odběru, délku ITA, kolaterální zásobení sternu, mortalitu a morbiditu, pooperační krevní ztráty, průchodnost, funkční a strukturální integritu zkoumala volný průtok ITA po ukončení odběru a jejím přerušení. V již zmíněné meta-analýze Athanasiou se spolupracovníky posoudili celkem čtyři nerandomizované a jednu randomizovanou studii zahrnující nejméně 20 nemocných. V těchto studiích jejich autoři měřili volný průtok krve tepnou po odběru ITA jako skelet a pedikl. Jejich meta-analýza

prokázala lepší průtok ITA skelet než pedikl (18). Taktéž Behranwala, Xiang Hu a Mannacio došli k identickému závěru ve prospěch ITA skelet (76, 77, 78). Naproti tomu Boodhwani se spolupracovníky nenašli rozdíly ve volném průtoku ITA skelet a ITA pedikl a stojí se svým závěrem v kontradikci oproti většině autorů (20). Převažuje závěr, že po odběru ITA skelet je volný průtok tepnou po jejím přerušení lepší než v případě odběru ITA jako pedikl. Většina autorů se zaměřila na měření volného průtoku po odběru ITA skelet nebo pedikl pomocí kalibrované nádoby. Ještě ve studiích z poloviny 90. let aplikovali někteří autoři roztok papaverinu (30 - 50 ml/20 ml sol. Ringer-laktát) intraluminálně do ITA a po dilataci opětovně měřili volný průtok. Výsledný volný průtok po intraluminální aplikaci papaverinu byl statisticky významně vyšší v obou případech odběru (86, 87). Již ale v roce 1993 prokázal Noera ve své morfologické studii poškození endotelu ITA v souvislosti s intraluminálním podáním vazodilatátoru (81). Proto, z obavy před možným poškozením intimy ITA, došlo k všeobecnému ústupu od intraluminální aplikace k používání vlhkého mulu s roztokem papaverinu či verapamilu (*intraluminal no-touch technique*), do kterého se odebraný štěp zabalí. I tato zevní aplikace má pozitivní vliv na volný průtok ITA jak skelet tak pedikl (78, 85, 88).

Exaktní měření průtoku elasticou tepnou jako je ITA, zapojenou ve složitém komplexním systému redistribuce krve, ovlivňovaném nepřetržitou autoregulací neurovegetativním systémem, je velmi obtížné, ne-li nemožné. Redistribuce krve je uskutečňována změnou průtoku krve orgány prostřednictvím změny průsvitu cév, přičemž čím menší je lumen cévy, tím větší je odpor a tudíž i menší průtok. I malá změna lumen má velký vliv na odpor a výsledný průtok. Například Castro uvádí signifikantní zvětšení lumen ITA pedikl i skelet po lokální 15minutové aplikaci roztoku papaverinu (2,5 mg/l; 37 °C) z průměru lumen ITA pedikl  $1,43 \pm 0,13$  a průměru lumen ITA skelet  $1,44 \pm 0,19$  mm před aplikací papaverinu oproti  $1,7 \pm 0,1$  a  $1,85 \pm 0,2$  mm po aplikaci papaverinu. (85) Proto také aplikace vasodilatátorů (intra či extra-luminálně) má pozitivní vliv na zvýšení volného průtoku ITA. Zhodnocení jejího volného průtoku po odběru skelet a pedikl je ovlivněno mnoha faktory jako je systémový tlak, použitá anestetika, chronická medikace, intenzita elektrokauteru použitého při odběru, obtížnost preparace, koncentrace a teplota vasodilatačního roztoku a zkušenost chirurga.

Výše uvedenému odpovídá i značná variabilita v získaných hodnotách volného průtoku bezprostředně po odběru ITA skelet nebo pedikl v publikovaných studiích. Walpoth uvádí nižší průtok v případě skeletonizované ITA  $5,6 \pm 3,0$  ml/min. oproti pedikl  $8,5 \pm 4,9$  ml/min (88). Stejně tak i Mannacio  $13,8 \pm 13,1$  ml/min. oproti  $18,8 \pm 13,9$  ml/min. (78).



V obou případech jsou tyto hodnoty volných průtoků před použitím vlhkého mulu s papaverinem. Castro ve své studii udává průtok v případě ITA skelet  $57 \pm 27$  ml/min. oproti  $46 \pm 16,7$  ml/min. v případě ITA pedikl, (85) a Wendler ITA skelet  $51,3 \pm 39$  ml/min. oproti  $68,7 \pm 54$  ml/min. u ITA skelet (86). Oba autoři ale neshledali tyto rozdíly mezi volnými průtoky po odběru ITA pedikl/skelet před lokální aplikací papaverinu jako signifikantní. Jiní autoři, kteří měřili volný průtok po odběru ITA až po použití lokální aplikace papaverinu, publikovali významnější rozdíly hodnot průtoků. Choi zjistil signifikantně vyšší průtok v případě ITA skelet oproti ITA pedikl ( $38,9 \pm 15,8$  versus  $18,0 \pm 6,8$  ml/min.).

V případě srovnání volného průtoku po preparaci (Q02) se obě naše skupiny statisticky významně liší. Ze získaných dat bylo patrné, že prostý aritmetický průměr je negativně ovlivněn extrémními hodnotami ve skupině SKELET. V případě srovnání hodnot mediánů v obou skupinách byl rozdíl 3,5 ml/min. Pro hodnoty MAP při měření volného průtoku po preparaci se významně statisticky nelišily. (graf č. 4b)

Pro velký rozptyl a nejednoznačnost výsledných volných průtoků po odběru ITA jako skelet a pedikl v dosud publikovaných studiích je krajně obtížné rozhodnout, který způsob odběru menší měrou ovlivní průtok a je tudíž k tepně šetrnější. Navíc pouhé srovnání volného průtoku po odběru ne zcela jasně vypovídá, jaký vliv má rozdílný způsob chirurgického odběru ITA na její volný průtok. V dosud publikovaných dostupných studiích pouze Walpoth se spolupracovníky a Boodhwani se spolupracovníky zkoumali vliv rozdílného způsobu odběru ITA na její průtok pomocí TTF (transit-time flow measurement, CardioMed, Medi-Stim, Norway respektive Transonics Inc, Binghamton, NY) změřením průtoku ITA „in situ“ na začátku odběru a volného průtoku po odběru. Limitací prvně jmenované studie byl nízký počet nemocných ve studii - celkem 20 nemocných. Předností posledně jmenované studie byla randomizace a limitací bylo měření průtoku „in situ“ za 3 až 5 minut po začátku preparace, kdy vzhledem k charakteristice ITA může již být průtok značně ovlivněn vasoreaktivitou tepny. Obě dvě studie ale shodně prokázaly nesignifikantní rozdíl v průtocích ITA odebranou jako pedikl a skelet (88, 20).

V naší studii jsme z důvodu co nejmenšího ovlivnění měření hodnotili průtok tepnou „in situ“ před začátkem jejího odběru skelet nebo pedikl pomocí TTF sondy po skeletizaci krátkého úseku ITA v její proximální třetině. Měření metodou TTF je založeno na principu zpoždění ultrazvukového signálu. Průtokoměr stanovuje časový rozdíl mezi dobou, kterou urazí ultrazvukový signál z vysílače do přijímače proti směru toku krve, a mezi dobou, kterou urazí opačný signál směřující po směru toku krve. Přístroj umožňuje sledovat v průběhu měření tepnou či bypassem přímo při operaci aktuální křivku průtoku krve, velikost průtoku

krve, průměrný průtok krve. Vypočítává také „pulsatile index“ ( $PI = \frac{\text{maximum flow} - \text{minimum flow}}{\text{mean flow}}$ ), který je důležitou veličinou při hodnocení okluze bypassu (88).

V parametru Q01 - nativní průtok „in situ“ se obě sledované skupiny významně odlišují. Skupina SKELET vykazuje nativní průtok vyšší než skupina PEDIKL, přičemž rozdíl mediánů obou skupin je roven 4,0 ml/min. (graf č. 4a) I když v publikovaných studiích jsou rozdíly v průtocích ITA „in situ“ také zdokumentovány, důvod difference není zcela jasný, protože protokol měření pomocí průtokoměru bývá shodný jak pro skupinu, kde byla ITA odebírána jako skelet, tak pro skupinu, kde ITA byla odebírána jako pedikl (20, 88).

V publikovaných studiích vládne nejednotnost ve sledování MAP během měření průtoků ITA. Někteří autoři uvádějí hodnoty MAP v určitém tlakovém rozmezí během ECC (87), jiní udávají místo MAP střední průtok během ECC (88), popřípadě jen deklarují, že během měření byl MAP zaznamenán (20). Oproti tomu jsme se v naší práci snažili o udržení shodných hodnot středního arteriálního tlaku.

V případě naší studie prokázala analýza hodnot krevního tlaku statisticky významný rozdíl mezi hodnotami MAP při měření průtoků „in situ“ (Q01) mezi oběma sledovanými skupinami. I když je tento rozdíl statisticky významný, v klinické praxi jej můžeme považovat za minimální. Také srovnáním sumárních charakteristik jsme prokázali, že mediány hodnot krevního tlaku se v případě měření nativního průtoků „in situ“ (Q01) neliší. Rozdělení hodnot je však pro skupinu PEDIKL zešikmeno doprava. Při testování hodnot MAP v případě měření volného průtoků po preparaci (Q02) byly hodnoty v obou skupinách shodné.

Výsledky testování hodnot průtoků krve a tlaku současně ukazují, že se obě skupiny statisticky významně odlišují jak při měření nativního průtoků „in-situ“ (Q01), tak i v případě měření volného průtoků po preparaci (Q02). V případě měření nativního průtoků „in-situ“ mohou být hodnoty ovlivněny i vyšším MAP u skupiny SKELET. V úvahu také připadá více vyjádřený vazospasmus ITA ve skupině PEDIKL po přípravě části tepny k měření.

K zajímavým výsledkům jsme došli při analýze získaných dat průtoků ve sledovaných skupinách (graf č. 6, tab. č. 5). Abychom eliminovali možné chyby v měření a rozdíly vlivu rozmístění rozdílných somatotypů ve skupinách, zaměřili jsme se na testování rozdílů naměřených hodnot volných průtoků po odběru a nativních průtoků „in situ“ (Q02-Q01). Pracovní hypotézou bylo tvrzení, že šetrnější způsob odběru menší měrou ovlivní průtok tepnou a tudíž rozdíl mezi hodnotami Q02 a Q01 bude vyšší. Naopak v případě méně šetrného odběru bude více vyjádřen vazospasmus tepny a rozdíl Q02-Q01 bude menší.

V případě rozdílů naměřených hodnot volných průtoků po odběru a nativních průtoků „in situ“ (Q02-Q01) nebyly jednorozměrným testem ve sledovaných skupinách prokázány statisticky významné rozdíly. Došli jsme k závěru, že i když jsou průtoky ve skupině SKELET vyšší, rozdíly průtoků SKELET (Q02-Q01) a PEDIKL (Q02-Q01) jsou shodné. Neproказali jsme tedy významný rozdíl mezi oběma odběry. Odběr ITA jako skelet není šetrnější než odběr ITA jako pedikl a naopak.

Oba dva způsoby odběru ITA shodně ovlivňují průtok i délku ITA. Naše závěry se tak liší od většiny publikovaných studií, udávajících větší průtok ITA po odběru jako skelet než pedikl (18,76,77,78) a naopak se shodují se závěrem recentní randomizované studie Boodhwaniho se spolupracovníky (20).

## 8.5. Závěry

1. Obě techniky odběru LITA jako skelet i pedikl shodnou měrou ovlivňují vazoreaktivitu odebírané tepny vyjádřenou volným průtokem bezprostředně po odběru. Při analýze rozdílů naměřených hodnot volných průtoků bezprostředně po odběru a nativních průtoků „in situ“ před začátkem odběru tepny nebyly mezi technikou skelet a pedikl prokázány statisticky významné rozdíly.
2. V délce tepny po odběru před aplikací roztoku s papaverinem nebyl mezi odběrem skelet a pedikl nalezen signifikantní rozdíl.
3. Čas odběru LITA-skelet je signifikantně delší než čas odběru LITA-pedikl. Vzhledem k celkové době revaskularizačních operací je však tento rozdíl zanedbatelný.

### **Výstupy pro klinickou praxi:**

Výsledky této studie mohou být nápomocné v předoperační rozvaze při rozhodování, zda při odběru jedné ITA pro chirurgickou revaskularizaci myokardu použít techniku skelet nebo pedikl. Preference jedné nebo druhé techniky jen z důvodu menšího ovlivnění vazoreaktivity tepny nemá opodstatnění.

## 9. LITERATURA

1. Hradec J, Bultas J, Želízko M, Stabilní angina pectoris Doporučený diagnostický a léčebný postup České kardiologické společnosti. *Cor Vasa* 2010;52(9).
2. Widimský P, Straka Z, Indikace ke koronárnímu bypassu *Cor Vasa* 2006;48(11):392-398.
3. Sianos G, Morel MA, Kappetein AP, Morice MC, Colombo A, Dawkins K, van denBrand M, Van Dyke N, Russell ME, Mohr FW, Serruys PW. The SYNTAX Score: an angiographic tool grading the complexity of coronary artery disease. *EuroIntervention* 2005;1:219–227.
4. Mohr FW, Morice MC, Kappetein AP, Feldman TE, Stähle E, Colombo A, Mack MJ, Holmes DR Jr, Morel MA, Van Dyck N, Houle VM, Dawkins KD, Serruys PW. Coronary Artery bypass graft surgery versus percutaneous coronary intervention in patients with three-vessel disease and left main coronary disease: 5-year follow-up of the randomised, clinical SYNTAX trial. *Lancet* 2013;381:629-38.
5. Tatoulis J, Buxton BF, Fuller JA, et al. Total arterial coronary revascularization:technics and results in 3.220 patients. *Ann Thorac Surg* 1999;68:2093–2099.
6. Calafiore AM, Vitolla G, Iaco AL, et al. Bilateral internal mammary artery grafting: Midterm results of pedicled versus skeletonized conduits. *Ann Thorac Surg* 1999;67:1637–1642.
7. Lev-Ran O, Braunstein R, Nesher N, et al. Bilateral versus single internal thoracic artery grafting in oral treated diabetic subsets: komparative seven year outcome analysis. *Ann Thorac Surg* 2004;77:2039–2045.
8. Stevens LM, Carrier M, Perrault LP, et al. Influence of diabetes and bilateral internal thoracic artery grafts on long term outcome for multivessel coronary artery bypass grafting. *Eur J Cardiothorac Surg* 2005;27:281–288.
9. Lytle B, Blackstone E, Loop F, et al. Two internal thoracic artery grafts are better than one. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999;117:855–872.
10. Calafiore AM, Di Mauro M, Teodori G, Di Giammarco G, Cirmeni S, Contini M, A Iacó AL, Pano M. Impact of aortic manipulation on incidence of cerebrovascular accidents after surgical myocardial revascularization. *Ann Thorac Surg* 2002;73:1387-93.
11. Berger MA, Rao V, Seidel RD, et al. Deep sternal wound infection: risk factors and outcomes. *Ann Thorac Surg* 1998;65:1050–1056.
12. Sabate EB, Grab JD, O'Brien SM, et al. Use of both internal thoracic arteries in diabetic patients increases deep sternal wound infection. *Ann Thorac Surg* 2007;83:1002–1006.
13. Toumpoulis IK, Theakos N, Dunning J. Does bilateral internal thoracic Artery harvest increase the risk of mediastinitis? *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2007;6:787–792.
14. Uva MS, Braunberger E, Fischer M, et al. Does bilateral internal thoracic artery grafting increase surgical risk in diabetic patients? *Ann Thorac Surg* 1998;65:2051–2055.

15. Bical OM, Khoury W, Fromes Y, et al. Routine use of bilateral skeletonized internal thoracic artery grafts in middle aged diabetic patients. *Ann Thorac Surg* 2004;78:2050–2053.
16. Berdajs D, Zund G, Turina MI, et al. Blood supply of the sternum and its importance in internal thoracic artery harvesting. *Ann Thorac Surg* 2006;81: 2155–2159.
17. Behranwala AA, Raja SG, Dubbing J. Is skeletonised internal mammary harvest better than pedicled internal mammary harvest for patients undergoing coronary artery bypass grafting? *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery* 4 (2005) 577–582.
18. Athanasiou T, Crossman MC, Asimakopoulos G, Cherian A, Weerasinghe A, Glenville B, Casula R. Should the Internal Thoracic Artery Be Skeletonized? (*Ann Thorac Surg* 2004;77:2238–46.
19. Harrer J. Co je nového v arteriální revaskularizaci věnčitých tepen? *Interv Akut Kardiol* 2010; 9(3): 119–120.
20. Boodhwani M, Lam BK, Nathan HJ, Mesana TG, Ruel M, Zeng W, Sellke FW, Rubens FD. Skeletonized Internal Thoracic Artery Harvest Reduces Pain and Dysesthesia and Improves Sternal Perfusion After Coronary Artery Bypass Surgery *Circulation*. 2006; 114: 766-773.
21. Barner HB. The continuing evolution of arterial conduits. *Ann Thorac Surg* 1999;68:S1-8.
22. Calafiore AM, Contini M, Vitolla G, Di Mauro M, Mazzei V, Teodori G, Di Giammarco G. Bilateral internal thoracic artery grafting: long-term clinical and angiographic results of in situ versus Y grafts. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000;120:990-6.
23. Šimkovic I. O chirurgii, chirurgoch a nielen o nich. Smaragd pedagogické nakladateľstvo Bratislava; 2001.
24. Fišer V. Chirurgická liečba ischemickej choroby srdca. Slovenské pedagogické nakladateľstvo Bratislava; 1999.
25. Dominik J. Kardiouchirurgie. Grada Publishing 1998.
26. Šetina M, Černý Š, Grim M, Pirk J. Anatomical interrelation between the phrenic nerve and the internal mammary artery as seen by the surgeon. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 1993;34(6): 499-502.
27. Gurevitch J, Paz Y, Shapira I, Matsa M, Kramer A, Pevni D, Lev-Ran O, Moshkovitz Y, Mohr R. Routine use of bilateral skeletonized internal mammary arteries for myocardial revascularization. *Ann Thorac Surg* 1999;68:406-12.
28. Lemma M, Gelpi G, Mangini A, Vanelli P, Carro C, Condemi A, Antona C. Myocardial Revascularization with multiple arterial grafts: Comparison between the radial artery and the right internal thoracic artery. *Ann Thorac Surg* 2001;71:1969-73.
29. Iacó AL, Teodori G, Di Giammarco G, Di Mauro M, Storto L, Mazzei V, Vitolla G, Mostafa B, Calafiore AM. Radial artery for myokardial revascularization: Long-term clinical and angiographic results. *Ann Thorac Surg* 2001;72:464-9.
30. Shah PJ, Bui K, Blackmore S, Gordon I, Hare DL, Fuller J, Seevanayagam S, Buxton BF. Has the in situ right internal thoracic artery been overlooked? An angiographic study of the radial artery, internal thoracic arteries and saphenous vein graft patencies in symptomatic patients. *Eu J Cardiothoracic Surg* 2005;27(5):870-875.

31. Bruk V, Steriovský A, Gwozdziejewicz M, Bárta J, Tošovský J. Užití harmonického skalpelu k odběru tepenných štěpů k revaskularizaci myokardu. *Supplementum Cor Vasa* 2001;43(4):5-6.
32. Kramer A, Mohr R, Lev-Ran O, et al. Midterm results of routine bilateral internal thoracic artery grafting. *Heart Surg Forum* 2003;6:348-52.
33. Bailey CP, Hirose T, Brancoto R, et al. (1966) Revascularization of the posterior (diaphragmatic) portion of the heart. *Ann Thorac Surg* 2:791-805.
34. Chavanon O, Durand M, Hacini R, Bouvaist H, Noirclerc M, Ayad T, Blin D. Coronary artery bypass grafting with left internal mammary artery and right gastroepiploic artery, with and without bypass. *Ann Thorac Surg* 2002;73:499-504.
35. Jegaden O, Bontemps O, De Gevigney G, Chatel CH, Itti R, Mikaeloff P. Two-year assessment by exercise thallium scintigraphy of myocardial revascularization using bilateral internal mammary and gastroepiploic arteries. *Eu J Cardiothoracic Surg* 1999;16:131-134.
36. Calafiore AM, Teodori G, Di Giammarco G, Vitolla G, Contini M, Maddestra N, Paloscia L, Iacó AL, Gallina S. Left internal mammary elongation with inferior epigastric artery in minimally invasive coronary surgery. *Eu J Cardiothoracic Surg* 1997;12:393-396.
37. Fabbrocini M, Fattouch K, Camporini G, DeMicheli G, Bertucci C, Cioffi P, Mercogliano D. The descending branch of lateral femoral circumflex artery in arterial CABG: Early and midterm results. *Ann Thorac Surg* 2003;75:1836-41.
38. Sakakibara Y, Abe M, Hiramatsu Y, Shigeta O, Ishikawa S, Jikuya T, Mitsui T. The descending branch of the lateral femoral circumflex artery for coronary artery bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999;118:753-4.
39. Yaginuma G, Sakurai M, Meguro T, Ota K, Abe K. Deep circumflex iliac artery as a free arterial graft for myocardial revascularization. *Ann Thorac Surg* 2000;69:641-2.
40. Yaginuma G, Sakurai M, Meguro T, Ota K. Thoracodorsalis artery as a free arterial graft for myocardial revascularization. *Ann Thorac Surg* 2001;72:915-6.
41. Edmunds LH, Jr. *Cardiac Surgery in the Adult*. McGraw-Hill 2003. Second edition.
42. Buxton BF, Ruengsakulrach P, Fuller J, Rosalio A, Reid CM, Tatoulis J. The right internal thoracic artery graft - benefits of grafting the left coronary system and native vessels with a high grade stenosis. *Eu J Cardiothoracic Surg* 2000;18:255-261.
43. Pevni D, Kramer A, Paz Y, Lev-Ran O, Locker Ch, Matsa M, Shapira I, Mohr R. Composite arterial grafting with double skeletonized internal thoracic arteries. *Eu J Cardiothoracic Surg* 2001;20:299-304.
44. Calafiore AM, Di Giammarco G, Teodori G, Di Mauro M, Iacó AL, Bivona A, Contini M, Vitolla G. Late results of first myocardial revascularization in multiple vessel disease: single versus bilateral internal mammary artery with or without saphenous vein grafts. *Eu J Cardiothoracic Surg* 2004;26:542-548.
45. Calafiore AM, Teodori G, Di Giammarco G, Vitolla G, Maddestra N, Paloscia L, Zimarino M, Mazzei V. Multiple arterial conduits without cardiopulmonary bypass: early angiographic results. *Ann Thorac Surg* 1999;67:450-6.
46. Quigley RL, Weiss SJ, Highbloom RY, Pym J. Creative arterial bypass grafting can be performed on the beating heart. *Ann Thorac Surg* 2001;72:793-7.

47. Lev-Ran O, Pevni D, Matsa M, Paz Y, Kramer A, Mohr R. Arterial myocardial revascularization with in situ crossover right internal thoracic artery to left anterior descending artery. *Ann Thorac Surg* 2001;72:798-803.
48. Dion R, Glineur D, Derouck D, Verhelst R, Noirhomme P, El Kouhry G, Degrave E, Hanet C. Long term clinical and angiographic follow-up of sequential internal thoracic artery grafting. *Eu J Cardiothoracic Surg* 2000;17:407-414.
49. Kandemir O, Buyukates M, Gun BD, Turan SA, Tokmaloglu H. Intraoperative and histochemical comparison of the skeletonized and pedicled internal thoracic artery. *Heart Surg Forum* 2007;10:E158-61.
50. Muneretto C, Negri A, Bisleri G, Manfredi J, Terrini A, Metra M, Nodari S, Cas LD. Is total arterial myocardial revascularization with composite grafts a safe and useful procedure in the elderly? *Eu J Cardiothoracic Surg* 2003;23:657-664.
51. Lev-Ran O, Loberman D, Matsa M, Pevni D, Nesher N, Mohr R, Uretzky G. Reduced Strokes in the elderly: The benefits of untouched aorta off-pump coronary surgery. *Ann Thorac Surg* 2004;77:102-7.
52. Hirose H, Amano A, Takanashi S, Takahashi A. Skeletonized bilateral internal mammary artery grafting for patients with diabetes. *Interactive Cardiovasc Thorac Surg* 2003;2:287-92.
53. Thourani VH, Weintraub WS, Stein B, et al. Influence of diabetes mellitus on early and late outcome after coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1999;67:1045–1052.
54. Lorusso R, Pentiricci S, Raddino R, et al. Influence of type 2 diabetes on functional and structural properties of coronary artery bypass conduits. *Diabetes* 2003;52:2814–2820.
55. Chowdhury UK, Airan B, Mishra PK, et al. Histopathology and morphometry of radial artery conduits: basic study and clinical application. *Ann Thorac Surg* 2004;78:1614–1621.
56. Choudhary BP, Antoniadis C, Brading AF, et al. Diabetes mellitus as a predictor for radial artery vasoreactivity in patients undergoing coronary artery bypass grafting. *J Am Coll Cardiol* 2007;50:1047–1053.
57. Sabik JF, Blackstone EH, Gillinov AM, et al. Occurrence and risk factors for reintervention after coronary artery bypass grafting. *Circulation* 2006; 114:I454–I460.
58. Calafiore AM, Di Mauro M. Bilateral internal mammary artery grafting. *Expert Rev Cardiovasc Ther* 2006;4:395–403.
59. Bruk V. Závěrečná zpráva grantu IGA MZ ČR č. NR77791-3/2004.
60. Henriquez-Pino JA, Tomeš WJ, Prates JC, Buffolo E. Surgical Anatomy of the Internal Thoracic Artery, *Ann Thorac Surg* 1997;64:1041-1045.
61. Berdajs D, Zünd G, Turina MI, Genoni M. Blood Supply of the Sternum and Its Importance in Internal Thoracic Artery Harvesting, *Ann Thorac Surg* 2006;81:2155–9.
62. Guo-Wei H. *Arterial Grafting for Coronary Artery Bypass Surgery*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006:17-23.
63. Guo-Wei H, Yang CQ, Starr A (1995) Overview of the nature of vasoconstriction in arterial grafts for coronary surgery. *Ann Thorac Surg* 59:676-683.
64. De Paulis R, De Notaris S, Scaffa R, Nardella S, Zeitani J, Del Giudice C, De Peppo AP, Tomai F, Chiariello L. The effect of bilateral interanal thoracic artery harvesting on



- superficial and deep sternal infection: The role of skeletonization. *J Thoracic cardiovasc Surg* 2005;129:536-543.
65. Gwozdziwicz M. *Arteriální revaskularizace myokardu*. Praha: Grada Publishing, 2007:29.
  66. Favaloro RG. Unilateral self-retaining retractor for use in internal mammary artery dissection. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1967; 53:864.
  67. Cosgrove DM, Loop FD. Techniques to maximize mammary artery length. *Ann Thorac Surg* 1985;40:78.
  68. Keeley SB, The Skeletonized Internal Mammary Artery. *Ann Thorac Surg* 1987;44:324-325.
  69. Tector AJ, Kress DC, Downey FX, Schmahl TM. Complete revascularization with internal thoracic artery grafts *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 1996;8:29-46.
  70. Carrier M, Gregoire J, Tronc F, Cartier R, Leclerc Y, Pelletier LC. Effect of internal mammary artery dissection on sternal vascularization. *Ann Thorac Surg*. 1992;53:115-119.
  71. Parish MA, Asai T, Grossing EA, et al. The effects of different techniques of internal mammary artery harvesting on sternal blood flow. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992;104:1303-7.
  72. Peterson MD, Borger MA, Rao V, Peniston CM, Feindel CM. Skeletonization of bilateral internal mammary artery grafts lower risk of sternal infection in patient with diabetes. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003;126:1314-9.
  73. Kamiya H, Akhyari P, Martens A, Karck M, Haverich A, Lichtenberg A. Sternal microcirculation after skeletonized versus pedicled harvesting of the internal thoracic Artery: A randomized study. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2008;135:32-7.
  74. Grau J, Ferrari G, Mak A. W., Shaw RE, Brizzio ME, Mindich BP, Strobeck J, Zapolanski A. Propensity matched analysis of bilateral internal mammary artery versus single left internal mammary artery grafting at 17-year follow-up: validation of contemporary surgical experience. *Eur J Cardiothorac Surg* 2012;41:770-776.
  75. Raja GS, Dreyfus GD. Internal thoracic Artery: To skeletonize or not to skeletonize? *Ann Thorac Surg* 2005;79:1805-11.
  76. Behranwala AA, Raja SG, Dubbing J. Is skeletonised internal mammary harvest better than pedicled internal mammary harvest for patients undergoing coronary artery bypass grafting? *Interactive Cardiovasc Thorac Surg* 2005;4:577-82.
  77. Hu X, Zhao Q. Skeletonized internal thoracic artery harvest improves prognosis in high-risk population after coronary artery bypass surgery for good quality grafts. *Ann Thorac Surg* 2011;92:48-58.
  78. Mannacio V, Di Tommaso L, De Amicis V, Stassano P, Vosa C. Randomized flow capacity comparison of skeletonized and pedicled left internal mammary artery. *Ann Thorac Surg* 2011;91:24-30.
  79. Khuri SF. To skeletonize the internal thoracic artery or not?: Is that the question? *Circulation* 2006;114:754-6.

80. Mand'ák J, Lonský V. Zvyšuje použití mamární tepny při chirurgické revaskularizaci myokardu pooperační krevní ztráty? *Lék. Zpr. LF UK Hradec Králové* 1998;43:3-4, 67-76.
81. Noera G, Pensa P, Lodi R, Lamarra M, Biagi B, Guelfi P. Influence of different harvesting techniques on the arterial wall of the internal mammary artery graft: microscopic analysis. *Thorac Cardiovasc Surg* 1993;41:16-20.
82. Deja MA, Wos S, Golba KS, Zurek P, Domaradzki W, Bachowski R, Spyt TJ. Intraoperative and laboratory evaluation of skeletonized versus pedicled internal thoracic artery. *Ann Thorac Surg* 1999;68:2164-8.
83. Gaudino M, Toesca A, Nori SL, Glieca F, Possati G. Effect of skeletonization of the internal thoracic artery on vessel wall integrity. *Ann Thorac Surg* 1999;68:1623-7.
84. Ueda T, Taniguchi S, Kawata T, Mizuguchi K, Nakajima M, Yoshioka A. Does skeletonization compromise the integrity of the internal thoracic artery grafts? *Ann Thorac Surg* 2003;75:1429-33.
85. Castro GP. Comparative analysis of the flows of left internal thoracic artery grafts dissected in the pedicled versus skeletonized manner for myocardial revascularization surgery. *Arq Brasil Cardiol* 2005;84:261-6.
86. Wendler O, Tscholl D, Huang Q, Schäfers HJ. Free flow capacity of skeletonized versus pedicled internal thoracic artery grafts in coronary artery bypass grafts. *Eu J Cardiothoracic Surg* 1999;15:247-250.
87. Choi JB, Lee SY. Skeletonized and pedicled internal thoracic artery grafts: effects on free flow during bypass. *Ann Thorac Surg* 1996;61:909-13.
88. Walpoth BH, Mohadjer A, Gersbach P, Rogulenko R, walpoth BN, Althaus U. Intraoperative internal mammary artery transit-time flow measurements: comparative evaluation of two surgical pedicle preparation techniques. *Eu J Cardiothorac Surg* 1996;10:1064-1070.
89. Pevni D, Mohr R, Lev-Run O, Locer C, Paz Y, Kramer A, Shapira I. Influence of bilateral skeletonized harvesting on occurrence of deep sternal wound infection in 1000 consecutive patients undergoing bilateral internal thoracic artery grafting. *Ann Surg.* 2003;237:277-80.
90. Steriovský A, Bruk V, Vrbková J, Gwozdziwicz M, Šimek M, Šantavý P, Kaláb M, Troubil M, Fluger I, Lonský V. Je diabetes mellitus významným prediktorem poruchy hojení sternotomie v případě použití dvou mamárních tepen odebraných jako skelet? *Cor Vasa* 2010;52:318–324.
91. Tatsumi TO, Tanaka YT, Kondoh K, Minohara S, Sawada Y, Tsuchida T, Tajima S, Sasaki S. Descending branch of lateral femoral circumflex artery as a free graft for myocardial revascularization: A case report. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1996;112:546–47.

# PŘÍLOHA



Università degli Studi «G. D'Annunzio» - Chieti  
FACOLTA' DI MEDICINA E CHIRURGIA  
Scuola di Specializzazione in Cardiocirurgia

**Direttore : Prof. Antonio Maria CALAFIORE**

## TO WHOM IT MAY CONCERN

This is to certify that **Dr. Andrea Steriovsky** has attended from October 16, 2000 to October 27, 2000 this Cardiac Surgery Department which is under my personal direction.

During that period Dr. Steriovsky has constantly taken part to all surgical operation, paying particular attention to arterial revascularizations, off pump revascularizations and warm blood cardioplegia.

Dr. Steriovsky has shown a very good talent, thus obtaining my personal extimation and of my team as well.

Prof. Antonio Maria Calafiore

Chieti, October 27, 2000



---

Prof. Antonio Maria CALAFIORE

- Chief, Dept. of Cardiac Surgery, "G. D'Annunzio" Chieti University, Chieti, Italy
- Chairman, Dept. of Cardiology and Cardiac Surgery - A.S.L. Chieti, Chieti, Italy

c/o "St. Camillo de Lellis" Hospital - Via C. Forlanini, 50 - 66100 Chieti (Italy)  
tel. 0871/35.8653 - fax 0871/402239 - e-mail: calafiore@unich.it  
tel. 0871/35.8654 - 0871/63497 (Secretariat)