



Univerzita Karlova v Praze

3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA



Sledování prokrvení volně přenesených tkáňových celků pomocí fluorescenční angiografie s využitím indocyaninové zeleně

Observation of the blood supply of transferred free flaps using fluorescent angiography and indocyanine green dye

Diplomová práce

Romana Gaalová

Školitel: MUDr. R. Kufa
Klinika plastické chirurgie FNKV
Klinika plastické chirurgie Bulovka

Praha, 2008

Autor práce: **Romana Gaalová**

Studijní program: Všeobecné lékařství

Magisterský studijní program

Vedoucí práce: **MUDr. Roman Kufa**

Pracoviště vedoucího práce: **Klinika plastické chirurgie FNKV**

Datum a rok obhajoby: 2. 9. 2008

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou práci zpracovala samostatně se svým školitelem MUDr. R. Kufou a použila uvedené prameny a literaturu. Současně dávám svolení k tomu, aby tato diplomová práce byla používána ke studijním účelům.

V Praze dne 21. srpna 2008

Romana Gaalová

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala svému školiteli MUDr. R. Kufovi za odborné vedení a spolupráci, a dále všem pacientům, kteří dobrovolně podstupovali vyšetření potřebné ke zpracování této práce.

Obsah:

1. Úvod	6
1.1 Základní přehled problematiky	6
1.2 Historický vývoj volně přenesených tkáňových celků	7
1.3 Možnosti vyšetřovacích metod	10
1.4 Cíl práce	11
1.5 Terminologie	12
2. Materiál	13
3. Metodika	15
3.1 Vyšetření pomocí fluorescenční angiografie s použitím indocyaninové zeleně	17
3.2 Peroperační vyšetření	17
4. Výsledky.....	18
4.1 Lalok z předloktí na stopce a.,v. radialis	18
4.2 Skapulární lalok	18
4.3 TRAM lalok-volně přenesený	18
4.4 Lalok musculus latissimi dorsi	19
4.5 Lalok musculus rectus abdominis	19
4.6 Lalok musculus gracilis	19
4.7 Lalok musculus serratus	20
4.8 Shrnutí výsledků	21
5. Závěr	23
6. Shrnutí	24
7. Obrazové a schematické přílohy	26
8. Literatura	32
9. Seznam obrázků, tabulek a grafů	34

1. Úvod

1.1 Základní přehled problematiky

Problematikou uzávěrů ran se medicína zabývala už od nepaměti. Vyvinula se řada metod a postupů k uzávěru ran a defektů, počínajíc přímou suturou, přes kožní transplantáty až po krytí stopkovanými laloky. Vznik mikrochirurgie umožnil volný přenos tkáňových celků na odpojené cévní stopce. Mikrochirurgické operace prošly od svého vzniku vývojem a v dnešní době jsme díky mikrochirurgii schopni přenášet různé typy tkáňových celků od kožních laloků přes svalové a kostní laloky až po samotný volný přenos prstů. [12] Takto přenesená tkáň se pak může použít na vzdáleném místě těla k uzavření defektů nebo k rekonstrukci části těla, kdy se napojí stopka laloku na příjmové cévy a krev začne proudit přenesenou tkání. Volný přenos laloků se významně uplatnil při krytí defektů v distální třetině dolní končetiny, kde je nedostatek tkání k použití místních laloků a volný přenos se v těchto případech jeví často jakou jedinou možností pro záchranu končetiny. [7, 8, 18, 19]

Druhy volně přenesených tkáňových celků [10] (**Obr. 1**)

- Kožně-podkožní laloky
- Fasciální laloky
- Svalové laloky
- Kostní laloky
- Muskulokutánní laloky
- Osteomuskulokutánní laloky
- Volný přenos prstů
- Volný přenos tkání z dutiny břišní

1.2 Historický vývoj volně přenesených tkáňových celků

Historie mikroskopu

Nepostradatelnou a nezbytnou součást mikrochirurgie, umožňující anastomózy cév a nervů o průměru kolem 1 mm a přenášení volných tkáňových celků na cévní stopce, představuje mikroskop, který stejně jako mikrochirurgie samotná prošel dlouhým vývojem, avšak o několik stovek let dříve.

První záznamy o přístroji umožňujícím zvětšení pozorovaných objektů jsou z roku 1595 z Holandska. Jeho vynález se však nepřipisuje jedné osobě, svůj podíl mají tři holandské výrobci brýlí, Hans Lippershey (člověk, který také sestavil první teleskop), Hans Janssen a jeho syn Zacharias. Jednalo se o jednoduchý mikroskop s jednou čočkou. V roce 1625 sestavil Galileo Galilei „occhiolino“ (malé oko), složený mikroskop s konvexní a konkávní čočkou. Název mikroskop užívaný i dnes, zavedl Giovanni Faber, který tak pojmenoval právě Galileiho occhiolino.

Holandský obchodník Anton van Leeuwenhoek (1632-1723) jako jeden z prvních použil mikroskopie v biologii. Ačkoliv jeho podomácku vyrobený mikroskop obsahoval pouze jednu velmi silnou a velmi dobře vybroušenou čočku, byl schopný studovat strukturu tkání a pozorovat prvky ve vodě. Detailní pozorování mu bylo umožněno hlavně proto, že van Leeuwenhoek uměl výborně brousit čočky a že jediná čočka netrpí tolik čočkovými vadami jako když je čoček více, jak je tomu u složeného mikroskopu. Trvalo to dalších 150 let, než byl složený mikroskop schopný poskytovat obrázky stejné kvality jako van Leeuwenhoekův jednoduchý mikroskop.

Postupem času mikroskop procházel řadou zdokonalení, například zavedení zdroje světla v mikroskopu Robertem Hookem. V polovině 19. století dostal mikroskop téměř dokonalosti a jeho základní design zůstal až do současnosti. [3, 21, 22]

Historie mikrochirurgie

První operaci v historii, kdy bylo použito zvětšovací brýlí a binokulárního mikroskopu, provedli v roce 1921 švédští otorhinolaryngologové Nylen a

Holmgren u pacientky s otosklerózou. V dalších dvaceti letech se vývoj této techniky zpomalil. Velký zlom pro mikrochirurgii přinesla v roce 1950 první pod mikroskopem provedená sutura rohovky z rukou Barrequera a Perita, která odstartovala novou éru sutur a anastomóz na velmi drobných a jemných strukturách. Pionýry prvních anastomóz cév, s průměrem mezi 1.6-3.2 mm a poměrně vysokým stupněm postoperační průchodnosti, se stali po necelých deseti letech, v roce 1960, Jacobson a Suarez a zavedli také pojem mikrochirurgie. V dalších letech akcelerovalo používání mikrochirurgických technik hlavně v experimentální chirurgii na zvířatech. Jednalo se především o transplantace orgánů nejprve jen u větších zvířat a s postupným zlepšováním techniky se přešlo i k menším zvířatům jako jsou krysy, což jednak snížilo náklady, ale také přilákalo větší zájem nejen marketingových společností. Ačkoliv postupem času byla mikrochirurgie ustanovená jako nové odvětví chirurgických věd, stále jen výjimečně byla užívána i v klinické chirurgii. První větší klinickou zkušenost získali v roce 1963 Chen Zhong-wei a Chien Ying-ching z Shanghaie, když replantovali kompletně oddělené předloktí u dospělého muže. O rok později na ně navázal Malt z Bostonu, který publikoval úspěšnou replantaci kompletně oddělené paže u dvanáctiletého chlapce. Možnosti anastomóz cév s kalibrem pod 3 mm tak začaly být postupně široce využívány v traumatické a plastické chirurgii. V roce 1965 Kleinert předvedl první anastomózu prsů ruky a v roce 1967 pak chirurgové z Číny a Japonska úspěšně replantovali kompletně oddělené prsty ruky. V tom samém roce byla založena Mikrochirurgická jednotka v nemocnici Sv. Vincenta v Melbourne australským chirurgem O'Brienem, která se stala centrem výuky a tréninku mikrovaskulární rekonstrukční chirurgie, čímž významně přispěla k progresu tohoto nového odvětví chirurgie. Anglický chirurg Cobbett představil v roce 1968 první mikrochirurgickou transplantaci palce u nohy na místo palce u ruky.

Nezávisle na sobě chirurgové Daniel z USA a Yang Tung-yu z Shanghaie oddemonstrovali v roce 1973 transplantaci volného inguinálního kožního laloku a tím otevřeli dveře nové éry transplantace velkých tkáňových celků s kombinací různých tkání. Mikrochirurgické techniky odstranily mnoho nevýhod konvenční transplantace kožních laloků, kdy bylo často nutné imobilizovat zúčastněné partie v nepřírodných nekomfortních polohách a v některých případech dokonce

vyústující v kloubní ztuhlost. Navíc přinesly mnoho výhod jako transplantace laloků již v akutní fázi a možnost provedení celého procesu při jedné operaci.

V roce 1964 Smith využil mikrochirurgické techniky také k navrácení kontinuity přerušného periferního nervu, kdy pod mikroskopem sešil jednotlivé nervové fascikly pro získání precizní apozice. Millesi zašel v roce 1976 ještě dále a u přerušného nervu použil interfasciculární graft, čímž se vyvaroval sutuře pod vysokou tensí a dosáhl tak znatelně lepšího funkčního zhojení než bylo zvykem u přímých sutur. V australské práci Dr. Tylora byly dále vyvinuté techniky použity k rekonstrukci defektu skeletu po nádorech v oblasti krku a hlavy s použitím volně přenesených kostních laloků z lopaty kosti kyčelní a fibuly.

Kombinace všech zkušeností posunula mikrochirurgii na takovou úroveň, jakou můžeme vidět dnes. Jsme schopni úspěšně zakládat anastomózy na cévách a nervech s průměrem okolo 1 mm, což umožňuje přenos tkáňového celku z jedné strany těla na druhou a replantaci oddělených částí těla. Ačkoliv je mikrochirurgie nejvíce využívaná v plastické chirurgii, mikrochirurgické techniky jsou dnes běžnou součástí i dalších oborů jako obecná chirurgie, ortopedie, gynekologie, otorhinolaryngologie, maxilofaciální chirurgie a dětská chirurgie. [1, 3, 9, 12]

Historie volných přenosů tkání v České Republice

První volný přenos tkání mikrochirurgickou technikou v tehdejším Československu provedl Doc. MUDr. J. Kozák v roce 1979. Jednalo se o volný přenos kožního laloku z třísla, který se přenesl na defekt v oblasti obličeje. V roce 1984 byl provedený první volný přenos svalového laloku m. latissimus dorsi na Klinice plastické chirurgie FN Královské Vinohrady, operaci provedl Doc. MUDr. Miroslav Tvrdek. Volné přenosy tkání se začaly postupně provádět i a dalších pracovištích plastické chirurgie, jako Klinika plastické chirurgie Brno, Centrum popálenin a rekonstrukční chirurgie FN Brno-Bohnice, Oddělení plastické a estetické chirurgie FN Olomouc, Klinika plastické chirurgie FN Bulovka, Oddělení plastické chirurgie České Budějovice.

1.3 Možnosti vyšetřovacích metod

Prokrvení volných laloků je možné zjistit pomocí angiografie. Jedná se však o invazivní vyšetření, které pro pacienta znamená určitou zátěž. V naší studii jsme k vyšetření prokrvení laloků použili metodu fluorescenční angiografie s použitím indocyaninové zeleně. Jedná se o metodu nezatěžující pacienta rentgenovým zářením, která se provádí ambulantně. Před vyšetřením je nutné vyloučení alergických reakcí na indocyaninovou zeleň, která se podává intravenózně jako bolusová dávka, obvykle 25mg. Principem fluorescenční angiografie je ozáření pole zájmu světelným zdrojem o vlnové délce blízké infračervenému světlu, což je také vlnová délka odpovídající absorpčnímu poli indocyaninové zeleně (700-850 nm). Jakmile indocyaninová zeleň dosáhne intravaskulárního kompartmentu, je indukována její fluorescence a zachycena přes optický filtr speciální kamerou. Záznam prokrvení laloku můžeme pozorovat přímo v kameře a uchovat v podobě videonahrávky či fotografie pro pozdější analýzu (Obr. 2 – 5). Výsledky, které získáme během vyšetření, je možné kvantitativně vyhodnotit pomocí počítačového programu. [5, 14, 15, 16, 17]

1.4 Cíl práce

Volným lalokem rozumíme přenos tkáně ze vzdáleného místa do místa potřeby na vaskulární stopce s napojením na příjmové cévy mikrochirurgickou technikou. Volně přenesený lalok se skládá z cévní stopky laloku, kterou tvoří arterie a žíla. Žíla může být jedna nebo i více. Většinou se jedná o komitantní žíly, které doprovázejí jednotlivé arterie, může se však jednat i o žílu z povrchního žilního systému, která nekopíruje průběh arterie stopky laloku. Po volném přenosu laloku do místa určení a po napojení na příjmové cévy, je z počátku přenášený lalok vyživován pouze cévní stopkou. S odstupem času lalok přejímá cévní zásobení z okolí a dochází k neovaskularizaci laloku. [7, 8] Odpojení stopky laloku v časovém odstupu od přenosu je diskutabilní a je závislé na druhu přenášené tkáně. Autonomní cévní zásobení si lalok udržuje různě dlouhou dobu, někdy i trvale. Odlišně dlouhou autonomii cévního zásobení si ponechávají laloky kožně-podkožní a laloky svalové. Poznatky o cévním zásobení laloků jsou důležité pro klinické použití. Při sekundárních operacích v oblasti laloku (modelace laloku, operace skeletu končetiny pod lalokem) může dojít k přerušení výživné stopky laloku s rizikem jeho nekrózy a je častý dotaz ze strany chirurga, zda-li stopka laloku se může přerušit, popřípadě v jakém časovém odstupu od volného přenosu a u kterých typů laloků. [4, 18, 19] Tato práce by měla přispět k zodpovězení této otázky a k prevenci případných komplikací u sekundárních operací v oblasti laloku.

1.5 Terminologie

Stopkovaný lalok – okrsek tkáně přesunovaný nebo přenášený z oblasti dárcovské do oblasti potřeby, kdy přežívání laloku je zajištěno výživnou stopkou. Stopka laloku může obsahovat pouze náhodnou vaskularizaci nebo je vytvořen tak, aby obsahovala specifický arteriovenózní systém. [20]

Volný lalok - rozumíme přenos tkáně ze vzdáleného místa do místa potřeby na vaskulární stopce s napojením na příjmové cévy mikrochirurgickou technikou.

Fluorescenční angiografie - vizuální zobrazení vaskulárního systému po injektování fluorescenčního roztoku intravenózně. Výsledky mohou být fotografovány či nahrány jako video záznam.

Indocyaninová zeleň (ICG) - je téměř infračervená fluorescenční tricarbocyaninová barva s molekulárním vzorcem $C_{43}H_{47}N_2NaO_6S_2$. Absorpční a emisní píky indocyaninové zeleně jsou 805 a 835 nm, resp. Po intravenózní aplikaci se ICG během 1-2 sekund váže téměř kompletně na globuliny, převážně na A₁-lipoproteiny. Jelikož je zachována normální vaskulární permeabilita, barva zůstává výhradně v intravaskulárním kompartmentu. ICG není tělem metabolizována, ale je téměř beze zbytku eliminována játry. Její plasmatický poločas je 3-4 minuty a jen minimální frakce původního objemu je po 10 minutách detekovatelná v krvi. ICG necirkuluje v enterohepatálním oběhu, neboť střevem není neabsorbována. Doporučená dávka ICG pro videoangiografii je 0.2-0.5 mg/kg a celková denní dávka by neměla přesáhnout 5mg/kg. Standardně se podává 25 mg při jedné intravenózní aplikaci. [14, 16]

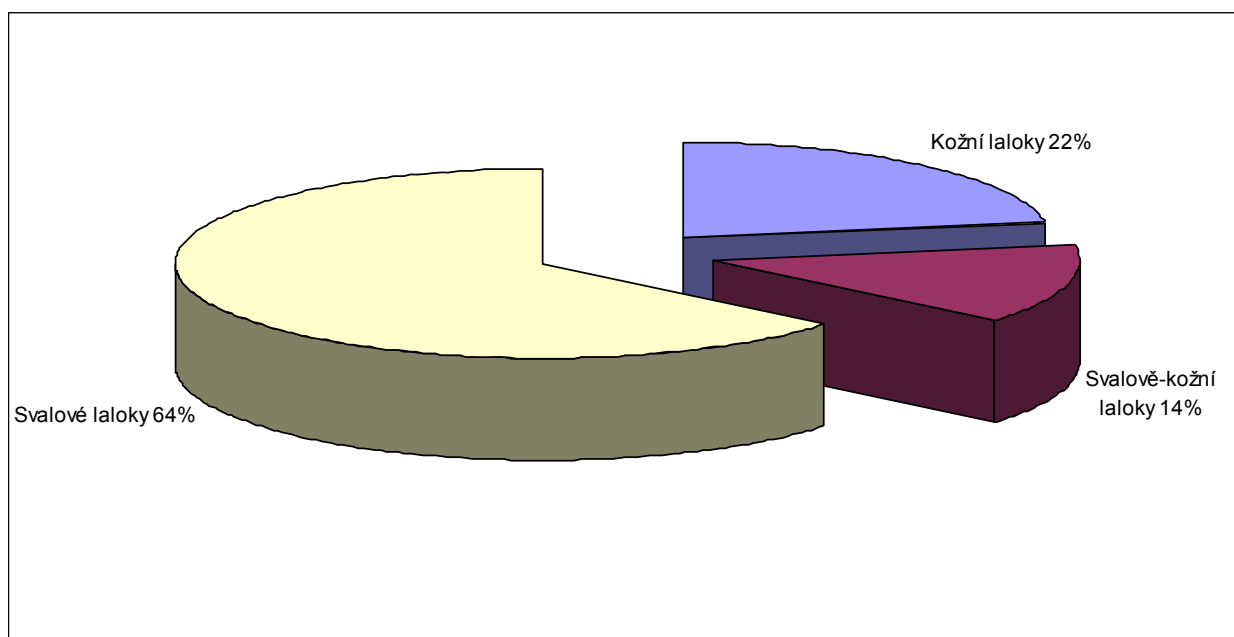
ICG-VIEW vyšetření – po aplikaci ICG do periferní žíly, je zájmové pole snímáno speciální kamerou detekující fluorescenční záření. Obraz můžeme aktuálně sledovat na monitoru a uchovat v podobě video nahrávky či fotografie pro pozdější analýzu. [14, 16]

2. Materiál

Vyšetřovanou skupinu tvořil náhodně vybraný soubor pacientů, kteří podstoupili operaci typu mikrochirurgického přenosu tkání na Klinice plastické chirurgie FN Královské Vinohrady, Praha v období od roku 1991 do roku 2005. Celkově jsme vyšetřili 58 pacientů (68% mužů, 32% žen). Jednalo se o volně přenesené kožní, svalově-kožní a svalové laloky (**Graf 1**) U většiny pacientů byla stopka laloku napojena na příjmové cévy způsobem end to end, u části pacientů pak způsobem end to side. Volně přenesená tkáň byla použita ke krytí defektů dolní končetiny, obličeje, k rekonstrukci palce a prsu. (**Tab. 1**)

Graf 1.

Typ tkáně vyšetřovaných laloků



Tabulka 1

Typy vyšetřovaných volně přenesených tkáňových celků [2, 6]

<i>Typ laloku</i>	<i>Použití</i>	<i>Způsob napojení stopky</i>	<i>Typ tkáně laloku</i>	<i>Počet</i>
<i>Lalok z předloktí na stopce a.v. radialis</i>	<i>rekonstruovaný palec</i>	<i>end to end-a.radialis</i>	<i>kožní</i>	<i>6</i>
	<i>krytí defektu nohy</i>	<i>end to end-a.dorsalis pedis</i>		<i>4</i>
		<i>end to side-a.tibialis post.</i>		<i>2</i>
<i>Skapulární lalok</i>	<i>krytí defektu obličeje</i>	<i>end to end-a.facialis</i>	<i>kožní</i>	<i>1</i>
<i>TRAM lalok, volně přenesený</i>	<i>rekonstrukce prsu</i>	<i>end to end a -.thoracica int.</i>	<i>svalově-kožní</i>	<i>8</i>
<i>M. latissimi dorsi</i>	<i>krytí defektu bérce</i>	<i>end to side-a.tibialis post.</i>	<i>svalový</i>	<i>12</i>
		<i>end to end-a.tibialis post.</i>		<i>3</i>
		<i>end to end-a.fibularis</i>		<i>2</i>
	<i>krytí defektu obličeje</i>	<i>end to end-a.facialis</i>		<i>3</i>
<i>M. recti abdomini</i>	<i>krytí defektu bérce</i>	<i>end to side-a.tibialis post.</i>	<i>svalový</i>	<i>3</i>
		<i>end to end-a. tibialis post.</i>		<i>2</i>
	<i>krytí defektu obličeje</i>	<i>end to end-a.temporalis s.</i>		<i>1</i>
<i>M. gracilis</i>	<i>krytí defektu bérce</i>	<i>end to side-a.tibialis post.</i>	<i>svalový</i>	<i>9</i>
		<i>end to end-a.tibialis post.</i>		<i>1</i>
<i>M. serratus ant.</i>	<i>krytí defektu bérce</i>	<i>end to end-a.tibialis post.</i>	<i>svalový</i>	<i>1</i>
<i>Celkem</i>				<i>58</i>

3. Metodika

Prokrvení volných laloků je možné sledovat pomocí angiografie, avšak se jedná o vyšetření invazivní s určitým stupněm zátěže pro pacienta. Jako metoda nezatěžující pacienta rentgenovým zářením se nabízí vyšetřování pomocí fluorescenční angiografie s použitím indocyaninové zeleně aplikované intravenózně (použito při studii). Tato metoda nezatěžuje pacienta, je jednoduchá, provádí se při plném vědomí bez místní nebo celkové narkózy. Tato metoda navíc umožňuje kvantifikovat průtok krve lalokem a zjistit tak kvalitu prokrvení v různých místech laloku. [5, 11, 16, 17]

Sledovali jsme prokrvení u odlišných typů volně přenesených tkáňových celků v různých časových odstupech s dočasným vyloučením průtoku krve cévní stopkou (**Tab. 2**). Stopku laloku jsme diagnostikovali přes kůži pohmatem nebo pomocí Dopplerova přístroje. [13] (**Tab. 3**) Zastavení průtoku krve jsme docílili perkutánní kompresi stopky prstem proti tvrdé spodině nebo také peroperačně při sekundárních operacích (modelace laloku), kdy stopku laloku jsme přímo komprimovali naložením cévní svorky (**Tab. 4**). U části pacientů jsme prokrvení laloků kontrolovali nejen pomocí kamery, ale zároveň jsme sledovali kapilární krvácení z okraje laloku při přímé kompresi stopky laloku naložením cévní svorky a to v těch případech, kdy se jednalo o sekundární operaci laloku.[15]

Tabulka 2

Časový interval prováděného vyšetření od doby volného přenosu laloku

<i>Typ volně přeneseného laloku</i>	<i>Časový interval (dny)</i>	<i>Časový interval (měsíce)</i>
<i>Lalok z předloktí na stopce a.,v. radialis</i>	4	3, 4, 5, 6, 8, 24, 31, 41, 45, 48, 73
<i>Skapulární lalok</i>		110
<i>TRAM-volně přenesený</i>		3, 6, 9, 16, 36, 41, 65, 109
<i>M. latissimus dorsi</i>	15	1, 2, 5, 6, 11,12, 15, 17, 18, 23, 35, 36, 38, 39,42, 43, 49, 51, 68, 112
<i>M. rectus abdominis</i>	9	26, 35, 38, 43, 72
<i>M. gracilis</i>	7, 10	5, 12, 16, 17, 18, 20,22 29
<i>M. serratus</i>		72

Tabulka 3

Způsob lokalizace stopky laloku

<i>Způsob lokalizace stopky laloku</i>	<i>Počet</i>
<i>Pohmatem</i>	8 (14%)
<i>Lokalizace Dopplerem</i>	48 (83%)
<i>Stopka není možné lokalizovat</i>	2 (3%)

Tabulka 4

Mechanismus komprese stopky laloku

<i>Mechanismus komprese stopky laloku</i>	<i>Počet</i>
<i>Tlakem přes kůži proti kosti</i>	38 (65%)
<i>Přímá komprese stopky svorkou při operaci</i>	18 (31%)
<i>Vyšetření bez komprese stopky</i>	2 (3%)

3.1 Vyšetření pomocí fluorescenční angiografie s využitím indocyaninové zeleně

Vyšetření probíhá ambulantně, v zatemněné místnosti bez nutnosti celkové ani místní anestezie. Před podáním indocyaninové zeleně lokalizujeme stopku laloku a následně provádíme její kompresi. Následuje podání indocyaninové zeleně v bolusové dávce 0.2-0.5 mg/kg intravenózně. Kamerou snímáme obraz ihned po podání látky (objeví se během 10-20 vteřin). Prokrvení sledujeme nejdříve při komprimované stopce laloku a pozorujeme, zda-li dochází k postupnému prokrvení laloku z okolí mimo hlavní přítok stopkou laloku. Kompresi ponecháváme 3 minuty a během té doby počítač, který je napojený na kameru kvantitativně vyhodnocuje výsledky prokrvení v celém rozsahu laloku. Hodnotíme výsledky jak při okraji laloku, tak i v jeho střední části. Po 3 minutách uvolňujeme stopku laloku a opět vyhodnocujeme prokrvení laloku při průtoku krve hlavní stopkou laloku. [5, 11]

3.2 Peroperační vyšetření

U pacientů, kteří podstoupili sekundární operaci laloku, provádíme dvojitý pokus, kdy prokrvení snímáme jednak kamerou po aplikaci ICG do periferní žíly a zároveň sledujeme přímo okem kapilární krvácení z okraje laloku při kompresi i dekompresi stopky. Komprese stopky jsme prováděli přímo naložením cévní svorky na stopku laloku. [11]

4. Výsledky

Prokrvení v různých místech laloku jsme kvantitativně vyhodnotili počítačem s ohledem na odlišné prokrvení u různých typů laloků

4.1 Lalok z předloktí na stopce a.v. radialis

Vyšetření ICG-VIEW (vyšetření provedeno **4. den** po volném přenosu) - *při kompresi stopky lalok bez prokrvení*

Vyšetření ICG-VIEW (vyšetření provedeno **3. -73. měsíc** po volném přenosu) - *přes kompresi stopky dochází po určitém časovém intervalu k prokrvení laloku*

Přímá komprese stopky laloku svorkou **při sekundární operaci** (modelace laloku) a dvojí zkouška prokrvení laloku-sledování kapilárního krvácení z okraje laloku zrakem doplněné peroperačním vyšetřením ICG-VIEW (vyšetření provedeno **5. – 41. měsíc** po volném přenosu) - *při kompresi stopky dochází k oslabení kapilárního krvácení z okraje laloku, ale přesto kapilární krvácení je viditelné. Obraz snímáný kamerou peroperačně ukazuje prokrvení laloku i při kompresi stopky laloku (Obr. 2)*

4.2 Skapulární lalok

Vyšetření ICG-VIEW (vyšetření provedeno **110. měsíc** po volném přenosu) - *přes kompresi stopky dochází po určitém časovém intervalu k prokrvení laloku.*

4.3 TRAM lalok-volně přenesený

Vyšetření ICG-VIEW (vyšetření provedeno **3. - 109. měsíc** po volném přenosu) - *přes kompresi stopky dochází po určitém časovém intervalu k prokrvení laloku.* Předpokládáme, že se zobrazuje prokrvení kožní části laloku, která se vlastně chová jako lalok kožní.

4.4 Lalok musculus latissimi dorsi

Vyšetření ICG-VIEW (vyšetření provedeno **15. den-112. měsíc** po volném přenosu) - *při kompresi stopky se lalok neprokrvuje (Obr. 3)*

Přímá komprese stopky laloku svorkou **při sekundární operaci** (modelace laloku) a dvojí zkouška sledování prokrvení laloku-sledování kapilárního krvácení z okraje laloku zrakem doplněné peroperačním vyšetřením ICG-VIEW (vyšetření provedeno **15. a 23. měsíc** po volném přenosu) - *při kompresi stopky laloku je kapilární krvácení z okraje laloku minimální. Obraz snímáný kamerou peroperačně ukazuje, že při kompresi stopky laloku nedochází k jeho prokrvení.*

4.5 Lalok musculus rectus abdominis

Vyšetření ICG-VIEW (vyšetření provedeno **9. den až 72. měsíc** po volném přenosu) - *při kompresi stopky se lalok neprokrvuje (Obr. 4)*

Přímá komprese stopky laloku svorkou **při sekundární operaci** (modelace laloku) a dvojí zkouška-sledování prokrvení laloku-sledování kapilárního krvácení z okraje laloku zrakem doplněné peroperačním vyšetřením ICG-VIEW (vyšetření provedeno **38. měsíc** po volném přenosu) - *při kompresi stopky pozorujeme zastavení kapilárního krvácení z periferie laloku, ICG-VIEW vyšetření ukázalo omezené prokrvení svalu.*

4.6 Lalok musculus gracilis

Vyšetření ICG-VIEW (vyšetření provedeno **7. den až 29. měsíc** po volném přenosu) - *při kompresi stopky se lalok neprokrvuje.*

Přímá komprese stopky laloku svorkou **při sekundární operaci** a dvojí zkouška sledování prokrvení laloku-sledování kapilárního krvácení z okraje laloku zrakem doplněné peroperačním ICG-VIEW vyšetřením (vyšetření provedeno **12 měsíc** po volném přenosu) - *při kompresi stopky pozorujeme jen minimální kapilární*

krvácení z periferie laloku, ICG-VIEW vyšetření ukázalo omezené prokrvení svalů
(Obr. 5)

4.7 Lalok musculus serratus

Vyšetření ICG-VIEW (vyšetření provedeno **72. měsíc** po volném přenosu) - *při kompresi stopky se lalok neprokrvuje.*

4.8 Shrnutí výsledků

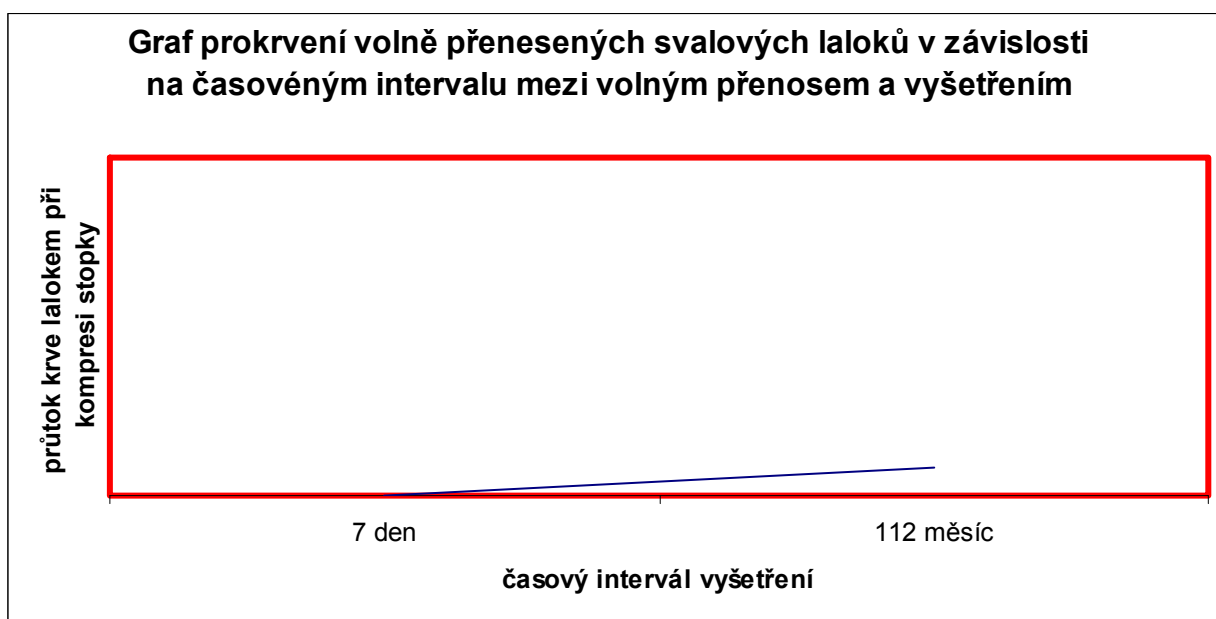
Při vyšetřování *kožních laloků* jsme zjistili, že po určitém časovém odstupu od volného přenosu dochází přes kompresi stopky k prokrvení větší části laloku, což je známkou toho, že lalok je vyživován nejen stopkou laloku, ale i cévami, které prorůstají z okolí laloku (**Graf č. 2**). Ze všech vyšetřovaných kožních laloků se 90% laloků prokrvilo z větší části. Vyšetření nebylo úspěšné u 10% vyšetřovaných kožních laloků z důvodu chybného provedení vyšetření (paravenozní podání indocyaninové zeleně).

Graf č. 2



Při vyšetřování *svalových laloků* jsme zjistili, že i po delším časovém intervalu mezi volným přenosem a vyšetřením (nejdelší časový interval 112 měsíců), nedochází při kompresi stopky k prokrvení celého laloku. U svalových laloků tak stopka laloku zajišťuje hlavní výživu laloku a to i po delším časovém intervalu od volného přenosu. Ze všech 37 vyšetřovaných svalových laloků se při kompresi stopky 36 laloků neprokrvilo, 1 svalový lalok se prokrvil kompletně (vysvětlujeme nedostatečnou kompresi stopky laloku). **(Graf č. 3)**

Graf č. 3



5. Závěr

Pro vyšetření prokrvení volně přenesených tkáňových celků jsme použili metodu fluorescenční angiografie s použitím indocyaninové zeleně. Tato metoda nezatěžuje pacienta rentgenovými paprsky, vyšetření je rychlé, provádí se ambulantně bez nutnosti hospitalizace a místní nebo celkové anestezie. Ze všech vyšetřovaných pacientů bylo 95% vyšetření úspěšných, kdy prokrvení laloku bylo možné kvantitativně vyhodnotit. U 5 % pacientů vyšetření nebylo úspěšné z důvodu paravenozního podání indocyaninové zeleně. Metoda fluorescenční angiografie s použitím indocyaninové zeleně se nám jeví jako velmi výhodná metoda k vyšetření prokrvení laloků jak kožních tak i svalových. Z celého spektra volně přenášených tkání jsme se zaměřili na laloky kožně-podkožní a svalové. Většinou jsme volili laloky, které byly přenášeny na defekty bérce a kde je možné stopku laloku snadno lokalizovat a také komprimovat tlakem proti kosti. Z jednotlivých výsledků vyšetření celého souboru pacientů s různým časovým odstupem od operace (období od 1991 do 2005) vyplývá, že cévní stopka laloku je průchozí po celou dobu životnosti laloku a má dominantní postavení ve výživě laloků, jak kožních tak svalových. U kožních laloků cévy, které prorůstají z okolí do laloku, zajistí po určité době (vyšetření provedeno nejdříve po 3 měsících od volného přenosu) dostatečnou výživu laloku i po přerušení jeho cévní stopky. U svalových laloků cévní stopka zajišťuje hlavní výživu laloku i po uplynutí několika let (nejdelší sledovaný časový interval mezi volným přenosem a vyšetřením-112 měsíců) a při jejím přerušení může dojít k ohrožení výživy části laloku. Z tohoto závěru usuzujeme, že přerušení cévní stopky při sekundárních operacích s nízkým rizikem nekrózy, je možné pouze u laloků kožních, nikoli však u laloků svalových.

6. Shrnutí

Vyšetřili jsme soubor 58 náhodně vybraných pacientů ve věkovém rozmezí 19-64 let, kteří na Klinice plastické chirurgie FN Královské Vinohrady podstoupili operaci volného přenosu tkáně. Z větší části se jednalo o krytí defektu dolní končetiny vzniklým úrazem, dále rekonstrukční operaci palce lalokem z předloktí a rekonstrukci prsu volným TRAM lalokem. Z celého spektra volně přenášených tkání jsme se zaměřili na laloky kožně-podkožní a svalové, které jsou také nejčastěji používané laloky v rekonstrukční mikrochirurgii. Pro vyšetření jsme použili metodu fluorescenční angiografie s využitím indocyaninové zeleně, jejíž výsledky jsme uchovávali v podobě videonahrávky a později vyhodnotili. Ze získaných dat vyplynulo, že pouze u laloků kožních, cévy prorůstající z okolí zajistí, po určité době (v našem případě vyšetření provedeno nejdříve po 3 měsících), dostatečnou výživu laloku i po přerušení cévní stopky. Na rozdíl od laloků svalových, které jsou i po více než devíti letech (v našem případě nejdelší sledovaný časový odstup od operace byl 112 měsíců) závislé na výživě cévní stopkou a její přerušení by mohlo znamenat odumření laloku.

Tyto poznatky by měly napomoci erudovanějšímu přístupu k pacientům indikovaných k sekundární operaci v oblasti volně přeneseného tkáňového celku a přispět tak k prevenci nekrotizací laloků, způsobeném neuváženým operačním zásahem. Většinou se jedná o pacienty s defektem skeletu, až už po úrazu, po chronické osteomyelitidě či tumoru, pro které je volně přenesený lalok často jedinou možností zhojení defektu. Jeho odumření by znamenalo vážnou komplikaci, jejímž řešením by byla reoperace a přenesení nového volného laloku, což u těchto pacientů by bylo velmi náročné a zatěžující, s nejistou prognózou a v případě nezdaru s amputací končetiny.

Summary

We examined group of people involving 58 randomly selected patients in age of 19 - 64 years old, who underwent free flap transfer surgery at the University Hospital Královské Vinohrady. The covering of the defect after trauma of lower extremity, the reconstructive surgery of the thumb using forearm free flap and the breast reconstruction utilizing free TRAM flap, represented the predominant number of the surgery made on our group of patients. Although there exists wide spectrum of diverse free flaps, our study is concentrated only on free skin flaps and free muscle flaps, which are the most frequent free flaps utilized in reconstructive microsurgery. For our observation the fluorescent angiography with indocyanine green dye was employed. Results obtained from this method were saved as video records for subsequent data analysis. Our analysis suggested that after certain period (in our study after 3 months) blood vessels growing into the flap from surrounding tissue and supplying the flap sufficiently are presented only by free skin flaps. In contrast, free muscle flaps are dependent on the blood supply of the anastomosed arteriovenous pedicle even after more than 9 years (in our study after 112 months).

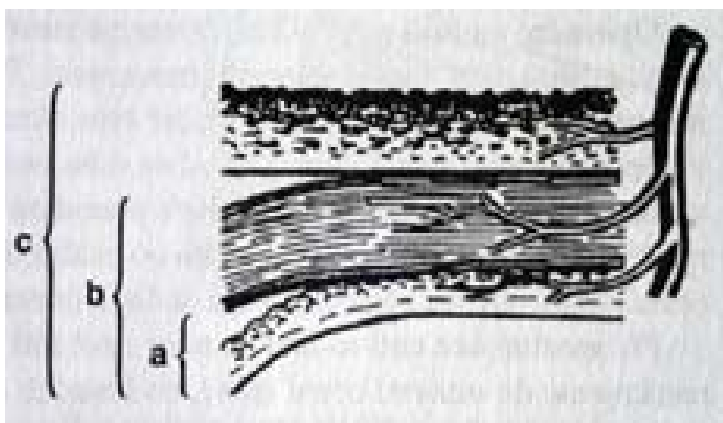
This study should help with surgical strategies by patients indicated to secondary surgery in field of the free flap and thus contributes to prevention of necrosis of the free flap often caused by inadequate surgical intervention. The majority of the patients indicated to secondary intervention are those with the skeletal defect resulted either from trauma, chronic osteomyelitis or tumor, and the free flap transfer seems to be the only solution to recover the defects. The necrosis of the free flap would bring serious complication resulting in retransfer of the new free flap, which would be very exhausting and stressing for the patients and overall presenting unpredictable prognosis with the risk of extremity amputation if the surgery fail.

7. Obrazové a schematické přílohy

Obr. 1

Volný lalok s cévní stopkou

*a-kožní lalok, b-muskulokutánní lalok,
c-osteomuskulokutánní lalok*



Obr. 2

Peroperační vyšetření rekonstruovaného palce fasciokutánním lalokem z předloktí na vasa radialis (časový interval mezi volným přenosem a vyšetřením-40 měsíců)

Obr. 2a-před vyšetřením



Obr. 2b-v průběhu vyšetření-přes kompresi stopky cévní svorkou je lalok dobře prokrvený což svědčí o jeho výživě i mimo stopku laloku



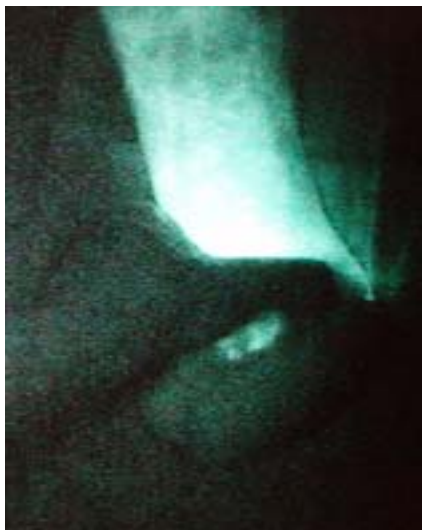
Obr. 3

Krytí pahýlu dolní končetiny volně přeneseným svalovým lalokem m. latissimus dorsi (časový interval mezi volným přenosem a vyšetřením-68 měsíců)

Obr. 3a-před vyšetřením



*Obr. 3b-během vyšetření-při
kompresi stopky laloku nedochází
k jeho prokrvení*



*Obr. 3c-během vyšetření-při
dekompresi stopky lalok se
dobře prokrvuje*



Obr. 4

Krytí defektu paty volně přeneseným svalovým lalokem m. recti abdominis
(časový interval mezi volným přenosem a vyšetřením-26 měsíců)

Obr. 4a-před vyšetřením



*Obr. 4b-během vyšetření-komprese stopky,
lalok není prokrvený*

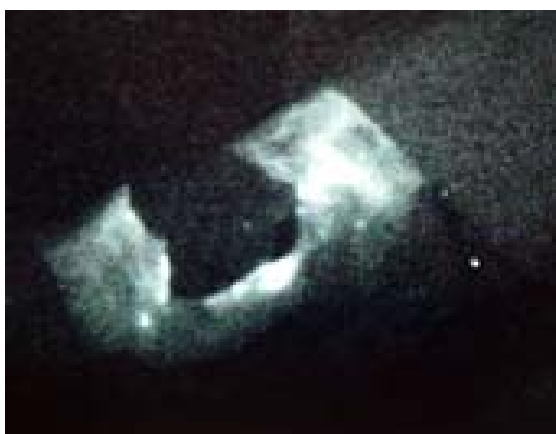


Obr. 4c-během vyšetření-dekomprese stopky, lalok se prokrvuje



Obr. 5 Peroperační vyšetření volně přeneseného svalového laloku m. gracilis do defektu na dolní končetině (časový interval mezi volným přenosem a vyšetřením-16 měsíců)

Obr. 5a-v průběhu vyšetření-při kompresi stopky laloku nedochází k jeho prokrvení



*Obr. 5b-v průběhu vyšetření-při dekompresi
stopky dochází k prokrvení laloku*



8. Literatura

1. Chen Zhong-wei , Yang Dong-yue, *Microsurgery*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 1982, p. 1-7
2. Čihák, R. (Ed.) *Anatomie I*, Praha: Grada Publishing, 2001, p. 333-336, 346-374, 356, 440
3. Gelberman RH., Microsurgery and the development of the operating microscope, *Contemp. Surg.*, 1978;13:43-46
4. Giunta R, Geisweid A, Feller AM., Clinical classification of free-flap perfusion complications, *J Reconstr Microsurg.* 2001;17(5):341-5.
5. Holm C, Tegeler J, Mayr M, Becker A, Pfeiffer UJ, Monitoring free flaps using laser-induced fluorescence of indocyanine green: a preliminary experience, *Microsurgery.* 2002;22(7):278-87.
6. Jurkiewicz M. J., Krizek T. J., Mathes S. J., Ariyan S., *Plastic Surgery, Principles and Practice*, The C. V. Mosby Company, 1990; p. 7-30, 936-981.
7. Kozarski JV., Some biological characteristics of transferred free flaps., *Microsurgery.* 2007;27(5):360-8.
8. Mathes S. J., Nahai F., *Reconstructive Surgery, Principles, Anatomy & Technique*, Churchill Livingstone Inc. 1997, p. 9-36, 477-498, 565-615, 617-642, 775-802
9. McGregor I., McGregor A., *Fundamental techniques of plastic surgery and their surgical applications*, Churchill Livingstone 1995, p. 61-119
10. Měšťák J. a kolektiv, *Úvod do plastické chirurgie*, Nakladatelství Karolinum 2005, p. 9-11, 23-23-26, 83-85
11. Mothes H, Friedel R, Simon M, Markgraf E, Bach O, Indocyanine-green fluorescence video angiography used clinically to evaluate tissue perfusion in microsurgery, *J Trauma.* 2004;57(5):1018-24.
12. Nejedlý A. a kolektiv, *Základy replantační chirurgie*, Grada Publishing a.s., 2003, p. 15-16
13. Oliver DW, Whitaker IS, Giele H, Critchley P, Cassell O., The Cook-Swartz venous Doppler probe for the post-operative monitoring of free tissue

transfers in the United Kingdom: a preliminary report., *Br J Plast Surg.* 2005;58(3):366-70.

14. de Olivera JG, Beck J, Seifert V, Teixeira MJ, Raabe A, Assessment of flow in perforating arteries during intracranial aneurysm surgery using intraoperative near-infrared indocyanine green videoangiography, *Neurosurgery*, 2007;61(3):63-72.
15. Pickett JA, Thorniley MS, Carver N, Jones DP., Free flap monitoring in plastic and reconstructive surgery, *Adv Exp Med Biol.* 2003;530:717-24.
16. Prantl L et al., Contrast harmonic ultrasound and indocyanine-green fluorescence video angiography for evaluation of dermal and subdermal microcirculation in free parascapular flaps, *Clin Hemorheol Microcirc.* 2008;38(2):105-18.
17. Repez A, Oroszy D, Arnez ZM., Continuous postoperative monitoring of cutaneous free flaps using near infrared spectroscopy, *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2008;61(1):71-7.
18. Doc. MUDr. M. Tvrdek, MUDr. A Nejedlý, MUDr. J. Kletenský, MUDr. R. Kufa, Treatment of chronic osteomyelitis of the lower extremity using free flap transfer, *Acta chir. Plasticae*, 1999, 41(2):46
19. Doc. MUDr. M. Tvrdek, MUDr. A Nejedlý, MUDr. J. Kletenský, MUDr. R. Kufa, Free cross leg flap as a method of reconstruction of soft tissue defect, *Abstracts 12th Congress IPRAS, San Francisco, 27. 6. - 2. 7. 1999*
20. Tvrdek M., *Úvod do obecné chirurgie*, Nakladatelství Karolinum, Praha 2004, p. 112
21. Sukop A., Architektonika dorzálního žilního systému prstů ruky ve vztahu k replantacím,
Disertační práce

Jiné zdroje:

22. Wikimedia Foundation Inc., Microscope [on-line], 21.3.2008. Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/wiki/Microscope>

9. Seznam tabulek, obrázků a grafů

Graf č. 1: Typ tkáně vyšetřovaných laloků	13
Tab. 1: Typy vyšetřovaných volně přenesených tkáňových celků	14
Tab. 2: Časový interval prováděného vyšetření od doby volného přenosu laloku ...	16
Tab. 3: Způsob lokalizace stopky laloku	16
Tab. 4: Mechanismus komprese stopky laloku	16
Graf č. 2: Graf prokrvení volně přenesených kožních laloků v závislosti na časovém intervalu mezi volným přenosem a vyšetřením	21
Graf č. 3: Graf prokrvení volně přenesených svalových laloků v závislosti na časovém intervalu mezi volným přenosem a vyšetřením	22
Obrazové a schematické přílohy	26