

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU



**Kineziologická analýza funkce vybraných svalů horní
končetiny po augmentaci ženských prsů**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

Doc. PaedDr. Bronislav Kračmar, CSc.

Vypracovala:

Anna Víšková

Praha, duben 2011

Prohlašuji, že jsem závěrečnou diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne

.....

podpis diplomanta

Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením své diplomové práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto diplomovou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Poděkování

Ráda bych poděkovala všem, kteří mi pomohli s vypracováním mé diplomové práce a to zejména panu Doc. PaedDr. Bronislavu Kračmarovi, CSc. za praktické a odborné rady a za možnost využití jeho zkušeností v této problematice. Dále bych chtěla velice poděkovat panu Mgr. Hojkovi za jeho velikou pomoc při matematickém vyhodnocování a zpracování dat a v neposlední řadě bych chtěla poděkovat paní Mgr. Satrapové a panu Mgr. Pavelkovi také za jejich odbornou spolupráci a dopomoci při obsluze elektromyografického zařízení.

Abstrakt

Název: Kineziologická analýza funkce vybraných svalů horní končetiny po augmentaci ženského poprsí

Cíle: Cílem tohoto výzkumu je analýza funkčnosti a rozsahu zapojení poškozeného svalstva vlivem plasticko-chirurgického augmentačního zákroku u předem vybrané pohybové činnosti před a následně po operaci s několika měsíčním odstupem (konkrétně 3 měsíce - doba ponechána pacientce na rekonvalescenci) využitím neinvazivní povrchové elektromyografie (EMG).

Metody: Případová studie měření metodou neinvazivní povrchové elektromyografie v kombinaci s metodou fázových posunů časového zapojení svalové aktivace do pohybu doplněné o podpurný ukazatel metody integrované EMG.

Výsledky: Byly zjištěny odlišnosti v timingu jednotlivých měřených svalů v průběhu provádění vybraných testovacích cvičení před a následně po absolvování plasticko-chirurgické augmentační operace. Dále byla zjištěna možnost ztráty svalové síly u některých měřených svalů a do jisté míry i určité převzetí funkce operativně poškozených svalů svaly jinými.

Klíčová slova: plastická chirurgie, augmentace ženských prsů, povrchová elektromyografie, svaly horní končetiny, musculus pectoralis major

Summary:

Title: Kinesiologic analysis of function of selected upper limb muscles after female breast augmentation

Objectives: The aim of this research is to analyze the functionality and scope of involvement of the injured muscles due to plastic surgical augmentation procedure at pre-selected physical activities before and after surgery a few months later (specifically, three months - the time the patient left the recovery) using a noninvasive surface electromyography (EMG).

Methods: A Case Study measuring method of noninvasive surface electromyography in combination with the method of temporal phase shifts involved in the activation of muscle movement, accompanied by a support method of integrated EMG.

Results: There differences have been observed in the timing of individual muscles measured during performing selected testing exercises before and after completion of the augmentation plastic surgery operations. Furthermore, the possibility of the loss of muscle strength has been detected by some measured muscles and this has the potential to take over functions of damaged muscles.

Key words: plastic surgery, female breast augmentation, surface electromyography, upper limb muscles, musculus pectoralis major

OBSAH

1. ÚVOD	9
2. TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE	11
2.1 Historie a současnost plastické chirurgie	11
2.2 Oblasti oboru plastické chirurgie	12
2.2.1 Zevní vrozené vady	12
2.2.2 Chirurgie rozsáhlých kožních nádorů.....	13
2.2.3 Ošetření akutních úrazů	13
2.2.4 Rekonstrukce poúrazových a jiných deformit mikrochirurgickou technikou	14
2.2.5 Chirurgie ruky	14
2.2.6 Popáleniny	14
2.2.7 Kosmeticko-estetické vady.....	15
2.3 Zvětšovací operace (augmentace) ženského poprsí	17
2.3.1 Indikace – obecné stanovení optimálního postupu operací.....	17
2.3.2 Indikace k augmentaci ženského poprsí	18
2.4 Průběh augmentační operace.....	27
2.4.1 Kožní řez	28
2.4.2 Cévní zásobení a inervace ženského prsu	30
2.4.3 Preparace musculus pectoralis major	30
2.4.4 Charakteristika operace	32
2.4.5 Pooperační období a rekonvalescence.....	32
2.5 Pooperační stavy	33
2.6 Svalové tkáně	36
2.6.1 Stavba kosterního svalstva	37
2.6.2 Princip svalové kontrakce kosterního svalstva.....	39
2.6.3 Typy svalových vláken kosterního svalstva	41
2.6.4 Obecná svalová mechanika	42
3. METODIKA PRÁCE	43
3.1. Cíle práce	43
3.2 Úkoly práce	43
3.3 Vědecká otázka	44
3.4 Hypotézy	44

3.5	Charakteristika výzkumu	44
3.6	Charakteristika sledovaného souboru	45
3.7	Charakteristika použitého technického vybavení.....	45
3.8	Počátky elektromyografie	47
3.9	Charakteristika použitých výzkumných metod.....	48
3.9.1	Metoda povrchové elektromyografie (EMG).....	48
3.9.2	Metoda fázového posunu.....	49
3.9.3	Metoda integrované EMG	50
3.10	Zpracování dat.....	52
3.10.1	Interpretace dat	60
4.	VÝLEDKOVÁ ČÁST.....	61
4.1	Vyhodnocení	61
5.	DISKUZE	75
5.1	Následující východiska diskuze:.....	75
5.2	Interpretace dat.....	77
5.2.1	Výsledná fakta – probandka č. I.....	77
5.2.2	Výsledná fakta – probandka č. II.....	78
5.2.3	Výsledná fakta – probandka č. III	80
5.2.4	Výsledná fakta – probandka č. IV	83
6.	ZÁVĚRY PRÁCE	86
7.	LITERATURA	88
8.	PŘÍLOHY	91

1. ÚVOD

Za symbol krásy a ženskosti jsou už od nepaměti považována ženská ňadra. Usoudí-li žena, že její poprsí velikostně neodpovídá standardům, které jsou charakteristické pro danou společnost, začne se trápit otázkou, zda její tzv. odchylka od normy nemůže ohrozit její profesní či soukromý život a do určité míry i její seberealizaci. Ženy, nyní již mnohem častěji i dívky, se pod nátlakem společnosti těmto otázkám poddávají a tím se často i psychicky trápí. S dokonalostí se dnes setkáváme na každém kroku a tak se není čemu divit, že se ženy velice pravděpodobně rozhodnou řešit svou neuspokojivou situaci radikálním, avšak velice efektním a dobrovolným způsobem.

Augmentační nebo-li zvětšovací operace poprsí je aktuálně jediný způsob, jak odstranit fyzické, ale zároveň i psychické nedostatky. Dostupnost operací toho typu je dnes již velice snadná a kýžený atraktivní vzhled je velikým lákadlem pro mnohou z nich. Z toho důvodu se zvyšuje počet provedených operací na specializovaných pracovištích každým dnem.

Tato otázka fyzické dokonalosti získané prostřednictvím augmentačního plasticko-chirurgického zákroku mi je velice blízká, jelikož jsem sama této otázce podlehla a zákrok jsem tudíž i absolvovala. Další motivací byl i ten fakt, že můj otec MUDr. Vlastimil Víšek, CSc. je primářem špičkově vybaveného esteticko-chirurgické kliniky a tak cesta k požadovanému vzhledu byla velice snadná.

Každá operace ovšem sebou přináší i určitá rizika, komplikace a v tomto případě i určitou oběť. Při augmentaci je použita protéza v podobě pečlivě vybraného implantátu, který je uložen do dutiny buď přímo pod žlázovou tkáň (subglanduálně), nebo pod *musculus pectoralis major* (submusculárně). A právě uložení implantátu pod sval bývá poměrně velkým zásahem do organismu, protože pro vytvoření prostoru pro implantát je zapotřebí určitým způsobem porušit origo (začátek svalu) některých thorakohumerálních svalů. tzv. odpojení šlachového spojení od sternu nejvíce postihuje *musculus pectoralis major* a *musculus serratus anterior*. Toto zdánlivě patologické porušení svalové stavby, funkce a tím pádem i svalové práce by v podstatě podle lékařů nemělo nijak výrazně narušit normální lokomoční funkci horních končetin a mechaniku

dýchání při běžné zátěži, protože jednou ze základních funkcí organismu je adaptace na, v tomto případě, uměle vytvořené odchylky od běžného zdravotního stavu.

Jelikož je každý člověk svým způsobem jedinečný a má svou vlastní DNA což znamená, že pooperační hojení a návrat k jistému funkčnímu stavu porušeného svalstva před operací je velice individuální. Možným způsobem, jak zjistit pomyslný střed či průměr zpětného návratu fyziologické funkce porušených svalů, může být obecně například elektromyografie. Touto metodou je možné registrovat nástup, intenzitu a odeznění svalové aktivity.

Pro mou diplomovou práci bude užita analýza určité, předem vybrané pohybové činnosti a svalové práce, kde bude použita metoda neinvazivní (povrchové) elektromyografie (dále jen EMG), před augmentačním zákrokem a následně po několika měsíční rekonvalescenci u jedné a té samé pacientky. EMG nám také umožní pokusit se objektivizovat aktivaci zapojení svalů ve sledovaném pohybu.

Očekávaným přínosem mé diplomové práce bude předpoklad možného objasnění obecné regenerační schopnosti organismu ve smyslu míry návratu fyziologické funkce vybraných svalů horní končetiny do původního stavu jako před augmentační operací.

2. TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

2.1 Historie a současnost plastické chirurgie

Podle Lyonse a Petrucelliho (1987) již z doby prvobytně pospolného řádu jsou, prostřednictvím archeologických vykopávek, známé první pokusy o chirurgickou činnost. Svědčí o tom dobře zhojené, a tudíž zřejmě i ošetřované zlomeniny lidských kostí, jejichž stáří se odhaduje až na 25 tisíc let. Podobně jsou tu nálezy lidských lebek s trepanačními otvory z mladší doby kamenné, které byly pravděpodobně provedeny díky silným bolestem hlavy nebo pro duševní poruchy. S poměrně značným rozvojem v oblasti chirurgie se již můžeme setkat ve starém Egyptě. Ovšem ještě vyšší úroveň v této oblasti lékařství dosáhlo antické Řecko (700 – 400 př. n. l.) o čemž vypovídají především spisy Hippokrata a jeho žáků.

Ve druhém století našeho letopočtu žil významný římský lékař Claudius Galenus, jehož spisy a celý filozofický systém byly směrodatné v oboru lékařství dalších 1000 let. Až do 15. století docházelo v celém lékařství prakticky pouze k postupnému zdokonalování tehdy známých léčebných postupů, léčení jako takové zůstávalo prozatím velmi jednoduché. Teprve až v 16. století, době renesance, kdy nastal neobyčejný rozkvět přírodních věd a umění, vznikly předpoklady i pro nový vývoj v lékařství a v chirurgii. Základem se proto staly předchozí zkušenosti a studium anatomie lidského těla.

Teprve ve druhé polovině 19. století nastal patrnější rozkvět chirurgie, který byl především umožněn předcházejícím rozvojem patologické fyziologie, prvními poznatky z problematiky anestezie, zavedením asepse a antisepse a v neposlední řadě objev Roentgenových X-paprsků. Pro tyto dosti významné a přelomové objevy je toto období pokládáno za zlomové v oblasti moderní medicíny.

Na začátku 20. století chirurgie v plné míře zužitkovala objevy a pokroky předchozího období. Ani chirurgie prováděná na tehdejšího Československém území nezaostávala v porovnání se zbytkem světa, ba naopak. Dočkala se dalšího rozmachu hlavně zdokonalením diagnostiky a užitím nových operačních technik, zužitkováním předchozích zkušeností s anestezií, zdokonalením již zmiňované asepse a převzetím poznatků z vědecké výzkumné ve všech úrovních lékařských oborů.

Za zakladatele a tím i za velice významnou osobnost České a také i Evropské plastické chirurgie je považován pan Prof. František Burian. Jako první provedl během první světové války u akutních úrazů nebo starších poranění různých částí těla, především obličeje, tak zvané rekonstrukční operace. V meziválečném období, díky svým praktickým zkušenostem, rozvinul možnosti komplexní operační léčby především u zevních vrozených vad, popálenin, poúrazových stavů a chirurgické léčby rozsáhlých kožních nádorů. Po mnohaletém úsilí pana prof. Buriana a jeho spolupracovníků byl v rámci tehdejšího Československa, roku 1932 plastické chirurgii přiznán statut samostatného lékařského oboru.

V souvislosti s rozvojem vědy a techniky a s tím související globalizací došlo v posledních 20ti – 30ti letech k dalšímu bouřlivému rozvoji veškeré medicíny, tedy i plastické chirurgie. Tento rozvoj stále trvá, ovšem v dnešní době je možno obor plastické chirurgie rozdělit do několika následujících oblastí. (Lyons, Petrucelli, 1987)

2.2 Oblasti oboru plastické chirurgie

2.2.1 Zevní vrozené vady

Tyto vady, s velikou variabilitou z hlediska závažnosti, značně svého nositele vzhledově i funkčně zatěžují a jejich výskyt je bohužel dosti častý a to konkrétně jeden postižený novorozenec ze čtyřset narozených dětí. Patříčnou a obvykle i několika etapovou operační léčbou je možné dosáhnout výrazného zlepšení stavu pacienta a tím umožnění postiženému v začlenění do společnosti.

Nejčastějšími zevními vrozenými vadami bývají zpravidla rozštěpy obličeje, rtu a patra, tzv. obličejové syndromy, vrozené nádory kožního krytu obličeje a dalších částí těla, vrozené vady končetin (např. syndaktylie), vady zevních partií urogenitálního systému (např. hypospadie – geneticky podmíněný rozštěp močové trubice u mužů apod.).

2.2.2 Chirurgie rozsáhlých kožních nádorů

Hospodářský průmysl v globálním měřítku a jeho postupný růst sebou přináší i velkou daň, kterou musí lidstvo určitým způsobem zaplatit. Při vysoké produkci škodlivých emisí vypouštěných do ovzduší, postupné zvětšování ozónové díry a dalších zplodin vypouštěných obecně do přírody se není čemu divit, že několik posledních desítek let se stále zvyšuje procento lidí, kteří ročně onemocní rakovinou. Náš organismus, zejména u méně odolných jedinců, se této zátěži v podstatě nedokáže bránit a důsledkem potom bývá vznik tohoto zákeřného onemocnění, které se pak může rozvinout v kterémkoli orgánu lidského těla.

Existuje celá škála kožních nádorů, většina z nich je relativně málo nebezpečná a poměrně i snadno léčitelná. Ovšem nemalé procento spadá do skupiny vyznačující se vysokým stupněm zhoubnosti (malignity) jako je tomu v případě maligního melanomu nebo spinocelulárního (dlaždicobuněčný nádor) karcinomu.

Chirurgická léčba rozsáhlých a pokročilých zhoubných nádorů by měla být vždy svěřena do rukou specialisty. U takových typů onemocnění, která již byla výše zmíněna, často může pacientovi zachránit život pouze vhodným a příslušným odstranění nádoru a následnou rekonstrukcí postižené oblasti některou z plasticko-chirurgických technik.

2.2.3 Ošetření akutních úrazů

Do této problematiky spadá nejen plastická chirurgie, ale také i další operační obory, které ji podporují a doplňují v závislosti na druhu poranění. Nejčastěji se v rámci této oblasti setkáváme s tzv. ztrátovými poraněními. Může jít o různé typy kožních defektů, často se jedná o ztráty prstů ruky, popřípadě celé končetiny (např. při práci s cirkulárkou apod.). Při časném podchycení zranění vždy následuje dlouhý operační zákrok, při kterém se operátor snaží zachránit poškozenou část těla. I přes využití nejmodernějších operačních a podpůrných technik se dosti často stává, že přes veškerou snahu a péči se ne vždy podaří amputát zachránit.

2.2.4 Rekonstrukce poúrazových a jiných deformit mikrochirurgickou technikou

Tato část navazuje na předchozí oblast a jedná se vždy o složitý a řadu hodin trvající operační zákrok, při kterém je pod zvětšením pomocí optiky z určité tělesné partie odebrán muskulokutánní¹ nebo fasciokutánní² lalok, jehož arterie, vény a nervy mikrochirurgicky našity na příslušné struktury v příjmové oblasti. Tímto postupem je možno kvalitní tkáň překrýt a zrekonstruovat poměrně velké plochy např. nad kostí, kde by se transplantát nebo kožní lalok rotovaný ze sousedství rány jen těžko přihojily. Je samozřejmostí, že takto náročné operace může provádět pouze pracoviště disponující špičkovou technickou vybaveností pro operativu a dokonalou pooperační péčí.

2.2.5 Chirurgie ruky

Lidská ruka, terminální úsek celého pletence horní končetiny, důležitý a nesmírně činný orgán vzhledem ke svému anatomickému a i biologicko-fyziologickému uspořádání. Naše ruka je považována za nejdokonalejší živý nástroj. Vzhledem však k její zranitelnosti je počet úrazů v této krajině poměrně značný. Často jím bývají zranění na šlachách, kostech, kloubech, nervově cévních svazcích či pouze na kůži ruky a prstů. Proto léčení těchto zranění bývá na denním pořádku každého chirurgického pracoviště. Rekonstrukční výkony právě na šlachách, kostech a nervech patří na specializované plasticko-chirurgické pracoviště stejně jako replantace oddělených částí končetiny, jak již bylo zmíněno výše.

2.2.6 Popáleniny

Tepelná poranění vznikají účinkem vysoké teploty, kdy stupeň popálení záleží na výši teploty a na době jejího působení. Závažnost a tím i vyšší stupeň popálení je dán hloubkou a rozsahem popálení. Obecně rozeznáváme tři stupně popálení – zarudnutí, puchýř a příškvar. Poranění, zejména pak většího rozsahu, vyvolávají vedle místních

¹ Druh tkáň obsahující sval, podkoží a kůži.

² Druh tkáň obsahující svalovou fascii (povázku), podkoží a kůži.

změn vždy celkovou reakci organismu. Tento stav je nazýván tzv. nemoc z popálení. Léčba rozsáhlejší nebo hluboké popáleniny patří vždy na specializované pracoviště, kde jsou na příjem takto zraněných pacientů vždy připraveni. Zraněný často bývá v těžkém až kritickém stavu a pokud přežije, musí se podrobit dlouhodobé léčbě provázené řadou transplantací kůže či jiných rekonstrukčních operací. Bohužel vždy po takto závažném poranění zůstávají těžké následky po celý život pacienta a nejsou to jen „šrámy“ na těle, ale také i na duši. Proto, pokud se hovoří na toto téma, je nutno zdůraznit potřebu prevence pro snížení počtu výše uvedených těžkých poranění.

2.2.7 Kosmeticko-estetické vady

V posledních letech myšlenka být krásnějším, mladším, z estetického hlediska dokonalejším a nakonec i někým jiným zdomácněla v naší republice nejen u žen, ale také i u mužů. Prakticky kteroukoli část povrchu lidského těla lze plasticko-chirurgickým operačním zákrokem do jisté míry upravit nebo pozměnit k dokonalé představě pacienta.

Za kosmetické vady jsou považovány získané i vrozené odchylky od fyziologické normy, které jakýmkoli způsobem snižují osobní i společenskou hodnotu postiženého. Obvykle tyto vady neovlivňují běžnou funkci organismu, v mnoha případech však určitým způsobem vážně narušují psychiku pacienta. Přání změny či tělesné úpravy pacientů někdy bývá až zbytečná a v podstatě i nerealizovatelná vzhledem ke stávajícímu stavu organismu. Proto je na místě důkladné a zodpovědné zvážení vady plastickým chirurgem a občasné šetrné odmítnutí těch, jejichž motiv k operaci je nelogický a očekávání kýžených výsledků nereálné.

Vlastní operační zákroky dělíme do dvou základních skupin. Do první řadíme ty, které je možno provést v místním znecitlivění neboli v lokální anestezii. Jedná se o např. plastiku víček, modelaci odstálých ušních boltců, odstranění některých typů naevů (pih) a verruk (bradavic). Poměrně velkým zákrokem, který je stále prováděn pouze v lokální anestezii, je transplantace vlasů u stavu úplné nebo částečné mužské holohlavosti. Princip zákroku je spočívá v osazení lysiny několika stovkami až i více jak tisícem „sazenic“ odebraných z temene hlavy, z nichž každá obsahuje několik vlasových cibulek.

Druhou skupinu tvoří středně náročné až velmi náročné operační výkony za aktivní účasti anesteziologa čili za celkové anestezie. Do této kategorie patří v oblasti hlavy především kompletní plastika obličeje (face-lift), krku, čela, dále pak zákroky na nose, rtech a bradě včetně jejich různých modifikací. V hrudní oblasti jsou prováděny rekonstrukce dámského poprsí, ať již ve smyslu redukce a modelace tzv. gigantomastie³ nebo ve smyslu zvětšení objemu (augmentace) implantací silikongelových či jiných hmot různými operačními postupy.

Další z často prováděných operací je plastika přední stěny břišní včetně zpevnění svaloviny, která se provádí u žen po předcházející stabilizaci váhy např. po porodu nebo po značném zhubnutí. V těchto situacích je kůže značně uvolněna, doslova visí a tvoří v podbřišní části nehezký, ve své podstatě i fyziologicky zatěžující, val převislé kůže.

Velmi pěkných výsledků je dosahováno operační metodou tzv. liposukce, kdy je do určité míry redukován odsátím předem lokalizovaný nadbytečný tukový polštář určité tělní krajiny. Zárok je opět prováděn po předchozí váhové stabilizaci, kdy hubnutí již není možno, kůže je přitom stále dostatečně elastická a je patrná tzv. pomerančová kůže. Proto se s těmito operacemi mnohem častěji setkáváme spíše u žen než u mužů.

Výše zmíněné kosmetické zákroky patří v dnešní době k velice známým, populárním a také často prováděným na většinou privátních plasticko-chirurgických klinikách. Existuje ještě pestrá paleta méně častých kosmetických operací, které jsou prováděny pouze velmi náročným klientům, kteří po důkladném zvážení odborníka jsou schopni tento zárok absolvovat se zřetelně kladným výsledkem. Jedná se např. o redukci vnitřních valů stehen, modelaci lýtek, hýžd'ové krajiny silikonovými implantáty, znovuoobnovení panenské blány u žen, úprava pánského poprsí a to jak redukce tzv. gynekomastie⁴, tak i augmentace (zvětšení) pánských prsních svalů pomocí speciálně vytvarovaných silikonových implantátů.

³ Jedná se o nadměrně velká prsa, často pokleslá, která značně zatěžují ženu nejen psychicky, ale také i po stránce estetické. Často bývají příčinou kožních ekzémů a plísní a jejich váha může vyvolávat bolesti krční a hrudní páteře. Následkem mateřství spojené s laktací může dojít k tzv. poklesu prsou při jejich normálním objemu. V této situaci bývá vážným způsobem narušena přirozená pružnost kůže, stav zhoršuje přítomnost většího počtu strijí (Pešková, 1968).

⁴ Jde o nadměrné zvětšení mužských prsů. Existují tři typy a to zvětšení prsní žlázy bez zbytnění tukové tkáně, zvětšení žlázy s nadměrným množstvím tuku v okolí, který prorůstá i žlázu a do poslední skupiny se řadí mužské prsy, kde žláza není zvětšena, ale hypertrofií prsu podmiňuje jen nadměrné množství podkožního tuku – pseudogynekomastie.

O nic méně populárnější se v posledních letech staly estetické zákroky prováděny pomocí speciálního operačního laseru o vysokém výkonu. Tento přístroj ve skutečnosti vlastní jen specializovaná pracoviště. Bohužel jeho popularitu často zneužívají běžné kosmetické salóny, které používají méně výkonné přístroje a úmyslně zaměňují pojmy. Často se tak stává, že proceduru, která vyžaduje patřičné vysokoškolské vzdělání a zkušenosti, provádí jen zaškolená kosmetička. V tomto případě nelze očekávat kýžené výsledky ke kterým je laser určen jako jsou např. odstranění nebo aspoň změkčení vrásek různých anatomických oblastí obličeje, rýh a vrásek oblasti dekoltu, ke zjemňování některých typů jizev – zejména po akné. Laserem je také možné téměř bezbolestně likvidovat cévní kožní léze typu naevus flameus⁵.

Pro dosažení dlouhodobého a zaručeného efektu zákroku a tím tedy odstranění vrásek obličeje je nutno provést v celkové narkóze kombinaci laserové terapie a klasické operace typu face-lift. Léčba po operaci je sice delší, řádově 2 až 3 týdny, ale výsledek je nesrovnatelně lepší oproti izolovaně provedené laserové kůře.

Význam výše popsaných operací a procedur spočívá nejen v náležitém kosmetickém efektu, ale přispívá i ke zlepšení funkce postižené oblasti a tím ke stabilizaci často narušené psychiky pacientů.

2.3 Zvětšovací operace (augmentace) ženského poprsí

2.3.1 Indikace – obecné stanovení optimálního postupu operací

Základem úspěšně provedeného zákroku a tím i spokojenost pacientky je důkladné předoperační vyšetření, které zahrnuje konzultaci neboli osobní poradu s plastickým chirurgem. Dále pak následné předoperační vyšetření, které je vždy zajišťováno zkušeným interním lékařem a eventuálně mammologické vyšetření, které je některými pracovišti považováno za nezbytné.

Konzultací může být i několik, záleží na pacientce, zda je jí o zákroku vše známo či ne. Proto velmi důležitou roli v průběhu vyšetření hraje individuální přístup

⁵ Naevus flameus je řazen mezi nezhoubné kožní afekce (oblast kůže postižená určitou chorobou), je tvořen zbytnělou kožní síťovinou v povrchových vrstvách kůže. Typičtí představitelé této kosmetické vady je známý politik M. Gorbačov.

k operovanému. Povinností lékaře je seznámit s danou operací po všech stránkách, navrhnout optimální operační postup (stanovení indikace operace) vzhledem k individualitě každé pacientky, zdůraznit problematiku a vznik možných rizik při samotné operaci a také jejich vznik při nedodržování pooperačního klidu, dobu rekonvalescence (doba pooperačního léčení) a také je vysvětlen předpokládaný průběh jizev.

Samotné předoperační vyšetření zahrnuje laboratorní vyšetření krve a moči, EKG (elektrokardiogram) a poměrně rozsáhlý dotazník týkající se osobních údajů a dosavadního chorobopisu pacienta. Vše následně zhodnotí zkušený internista. Je samozřejmostí, že minimálně dva týdny před operací by u pacientky nemělo proběhnout žádné akutní onemocnění, jako například nachlazení či viróza. Žena musí být po fyzické stránce ve velice dobré kondici. Doporučováno je i minimálně měsíc před plánovaným zákrokem vysadit léky obsahující kyselinu acetylsalicylovou a případně i jiné léky ovlivňující krevní srážlivost (např. Alnagon, Acylpyrin, Mironal, Aspirin aj.).

Pokud v rámci konzultace dojde mezi zájemkyní o určitý zákrok a plastickým chirurgem ke shodě názorů a výsledky předoperačního vyšetření dopadly optimálně, je možno operovat. Ať je jakkoliv operující lékař zdatný ve svém oboru, neobejde se pooperační výsledek bez několika faktorů. Těmi jsou hlavně pečlivé a důkladné vyšetření pacienta, jehož výsledkem musí být stanovení správného operačního postupu (indikace), bezpečná a klidná narkóza nebo-li celková anestezie nebo zcela bezbolestná forma místního znecitlivění. K dalším faktorům patří precizně provedený vlastní operační zákrok, který je dán nejvyšší kvalifikací operačního týmu a špičkovým vybavením operačních sálů s veškerým zázemím a neméně důležité je i dobré rodinné zázemí pacienta.

2.3.2 Indikace k augmentaci ženského poprsí

Stanovení indikace, neboli určení optimálního postupu léčby, je nesmírně důležité pro úspěch jakékoli operace, v tomto případě augmentaci ženského poprsí nevyjímaje. Jak již bylo výše zmíněno, pro očekávaný výsledek zákroku a spokojenost pacientky je velice důležité konzultační a následně i předoperační vyšetření. V rámci konzultace by se také nemělo zapomínat na psychickou stránku zájemkyně o tento druh operace.

Zkušený lékař je také povinen správně posoudit psychické důvody spojené s motivací pacientky, jak k danému zákroku přistupuje, co si od něho slibuje a co očekává. Proto některá pracoviště před samotným zákrokem vyžadují podstoupení určitého psychologického vyšetření, které má nejčastěji podobu odborně zpracovaného dotazníku. Většinou ale tato problematika spojená s psychickým stavem pacientky je ponechána na posouzení zkušeného operátora.

Zajímavá je i otázka věku, kdy je nejlepší operaci podstoupit. Za optimální věkovou hranici, kdy je nejdříve možné zákrok podstoupit, je považována a všeobecně lékaři doporučována doba, kdy již byla plně vyvinuta mléčná žláza čili věk od osmnáctého roku a výše.

Operace může být bez jakýchkoli rizik prováděna i u žen, které již mají děti. Není však obecně doporučováno podstupovat zákrok v případě, kdy se žena rozhodne v blízké době otěhotnět, řádově to bývá období dvou let. Gravidita a následná laktace by totiž mohla způsobit ovlivnění výsledku z hlediska tvaru poprsí. Když však žena po více jak dvou letech od operace otěhotní, nemá se čeho bát. Implantáty nemají žádný vliv na těhotenství a také na následnou laktaci. Je to z důvodu toho, že jsou implantované hmoty umístěny dorzálně vůči mléčné žláze, která je tím pádem snadno vyšetřitelná jak pomocí mammografu a ultrazvuku, tak také pomocí pohmatové metody.

- **Hodnocení pacientky**

Mimo informací týkající se teoretických rizik spojených se zákrokem a povinností pacientky při rekonvalescenci jsou konzultujícím plastickým chirurgem zhodnoceny i další, konečný výsledek operace ovlivňující, faktory. Mezi tyto faktory patří především zhodnocení konstituce organismu pacientky. Jedná se především o velikostní určení typu a tvaru dámského poprsí.

Obecně existují tři typy ženských prsů, u kterých je vhodné provést augmentaci. Pro první typ je charakteristické téměř zcela plochý hrudník, není přítomno tukové těleso, pod kůží je hmatná pouze mléčná žláza. Druhou variantou je poprsí objemově malé s nevelkým tukovým tělesem avšak normálního tvaru. Třetím typem je poprsí malého objemu, pokleslé s uvolněným kožním krytem a se stryjemi⁶. Tento stav se vyskytuje zejména u žen po mateřství, a nebo po velkém zhubnutí. Pro první dva typy

⁶ Jedná se o určitý druh jizvičky vzniklé popraskáním elastických vláken uložených v hlubokých vrstvách kůže. Jejich objevení je charakteristické pro náhlé roztažení kůže vlivem těhotenství, při velkém a rychlém přibrání na váze nebo také při nadměrném posilování a tím růstu svalstva v nadměrné míře.

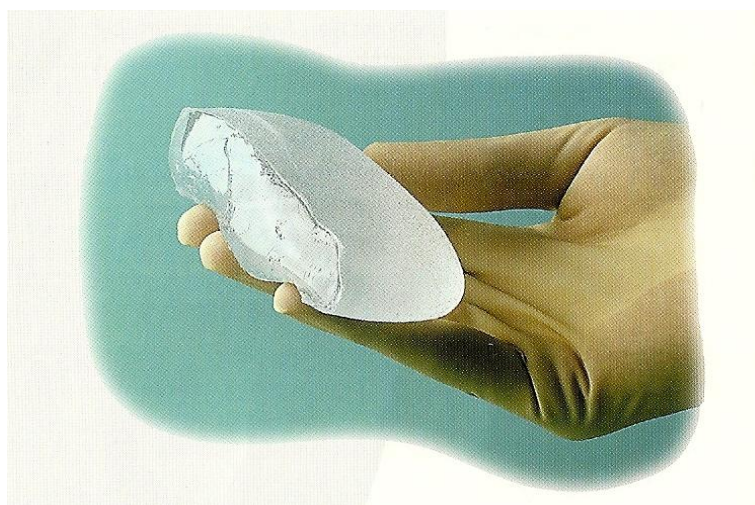
poprsí je indikována klasická augmentační operace, v případě třetí varianty se vada řeší kombinovanou operací modelační a augmentační (Víšek, 2011).

Dalšími důležitými faktory ovlivňující výsledek zákroku, které musí lékař odborně posoudit a vybrat na základě individuality pacientky jsou implantované hmoty. Ty mají různé velikosti a tvary, rozlišují se podle typů materiálů a umístění do anatomické vrstvy ženského organismu.

- **Druhy implantovaných hmot**

Augmentační operativní problematika ženského poprsí byla řešena již v období mezi válkami až do 50. let minulého století hmotami akrylátového typu, později s nástupem objevu kontaktních čoček i pomocí tzv. Wichterleho pěnových implantátů. V 60. letech se pak postupně začaly aplikovat materiály na bázi silikonu. Jednalo se o tzv. o implantát ze silikonové gumy, která byla naplněna tlustým viskózním gelem. Vývoj stále pokračoval a počátkem 70. let se objevil na trhu další model vyrobený ze zcela hladkého silikonového obalu a podstatně jemnějším a kohezivnějším silikonovým gelem. V současnosti používané typy se vyrábějí již bez mála 30 let. Před přibližně 20ti lety byly poprvé vyvinuty tzv. mikropolyuretanové implantáty, které byly v posledních několika letech na základě vědeckých poznatků značně zdokonaleny pro minimalizování nežádoucích reakcí organismu na těleso cizí povahy.

Dnes nejčastěji používané a operátory velice oblíbené hmoty pro augmentační operace jsou tzv. silikonové implantáty (80% veškerých augmentačních operací), jejichž obal je vyroben ze šesti velice jemných, ale zároveň pevných vrstev silikonu (dimethylpolysiloxan) a náplň tvoří 95% kohezivní silikonový gel (obr. 1).



Obrázek 1 - prsní implantát s kohezivním gelem po rozříznutí

Novinkou jsou v tomto oboru chirurgie používané tzv. mikropolyuretanové implantáty (MPS). Ty jsou specifické tím, že mají obal z polyuretanové pěny, obsah uvnitř je tvořen vysoce kohesivním silikonovým gelem. Povrchová úprava implantátu poněkud připomíná povrch tenisového míčku, toto uspořádání mikropolyuretanové hmoty umožňuje po implantaci vrůst fibroblastů⁷ přímo do povrchu polyuretanové pěny. Díky tomuto aktivnímu hojivému procesu je významně sníženo riziko vzniku běžné kapsulární kontraktury⁸, která může, za jistých okolností, v pozdním pooperačním období, značně narušit přirozený tvar poprsí a znehodnotit tak výsledek jinak úspěšné operace. Protože nejčastější komplikací u mammaplastik⁹ v pooperační fázi je právě výskyt kapsulární kontraktury, MPS implantáty byly vyvinuty k potlačení tohoto problému. Právě nízká míra výskytu kapsulce, kdy se jedná až o snížení rizika 15ti% oproti běžně užívaným hmotám, dává v budoucnu vynikající možnosti k uplatnění v problematice augmentací ženského poprsí. Mikropolyuretan je biokompatibilní látka, která nedráždí organismus příjemce (Víšek, 2010).

Každá implantovaná hmota předtím, než je voperována do těla pacientky musí projít řadou testů zkoumající vlastnosti použitých materiálů jako je pružnost, odolnost vůči protržení a prosakování, ohebnost, stálost tvaru, kohezi (soudržnost) gelu, těsnost apod. Mimo jiné musí být každý materiál schválen minimálně evropskými institucemi, které jsou v České republice v tomto případě zastoupeny SÚKLEM (Státní ústav pro kontrolu léčiv – SÚKL). Každý implantát je také přísně evidován a pacientka dostává po operaci tzv. identifikační kartu aplikovaného implantátu, která platí po celém světě.

Implantované hmoty, v augmentační problematice prsní implantáty, jsou ve své podstatě určitým druhem protézy. Jsou obecně děleny do tří skupin a to podle charakteru obalu a náplně, profilu, velikosti a tvaru.

Texturovaný obal neboli povrch implantátů, jak je již výše zmíněno, je nejčastěji vyroben z několika jemných vrstev silikonu nebo z tzv. polyuretanové pěny. Typ užívaných náplní většinou záleží na výrobcí a jedná se především o vodní gel, sojový olej, fyziologický roztok a silikonový gel.

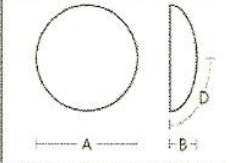
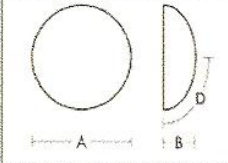
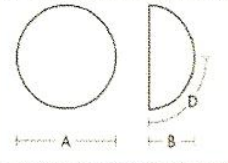
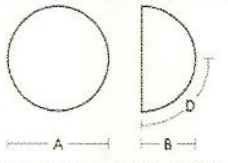
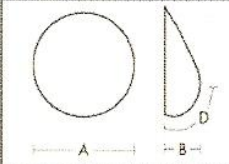
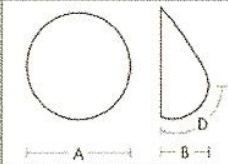
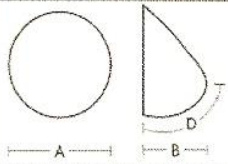
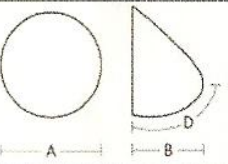
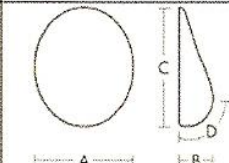
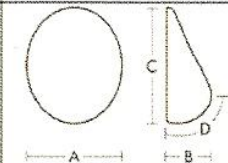
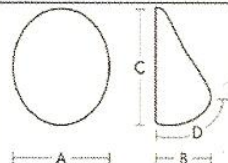
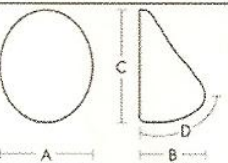
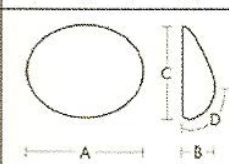
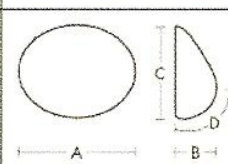
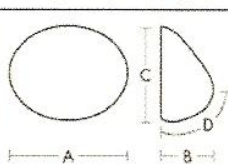
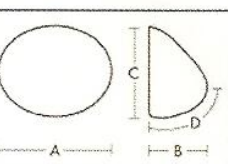
⁷ Vazivové buňky vzniklé jako reakce organismu na přítomnost cizího tělesa.

⁸ Zbytečně vazivové pouzdro vzniklé nadměrným jizvením okolo implantátu.

⁹ Mannoplastika je obecnější pojem pro kosmeticko-estetickou operaci dámského poprsí.

Velikost neboli objem, ale také i tvar implantátů je dán jejich průměrem a profilem (výškou). Ten se dělí na nízký (low profile), zvýšený (moderate profile), vysoký (high profile) a velmi vysoký (extra high profile), jak je patrné z tab. č.1.

Tabulka 1 - různé velikosti a profily implantovaných hmot

Low Profile LP	Moderate Profile MP	High Profile HP	Extra High Profile XP
			
			
			
			

Máme-li k dispozici tyto čtyři typy implantátů o stejném objemu, pak např. nízký profil má relativně velký průměr. Tím pádem se docílí vyplnění dekoltu zevní partií prsu, tedy zevní kontura prsu vytváří tvar přirozeného obloučku. V tomto případě je však posun dvorce a bradavky ventrálním směrem poněkud menší. Implantáty s vyšším profilem předsunou celkově prso více, avšak zaujmají menší plochu. Z hlediska tvaru hmoty je dělíme na kulaté, oválné a kapkovité neboli anatomické. Pro poslední typ je v odborné literatuře užíván pojem biodimenzionální implantát. Samotný objem je určován v ml a škála plnění je opravdu pestrá. Existují implantáty 100mlitrové, od kterých se pak postupně odvíjejí po 25ml další objemem určené velikosti. Horní hranice naplnění může být až přes 1000ml případně na jedno zvětšované ňadro.

Podle Víška (Víšek, 2011) je pro přirozenost výsledku operace nutné nejen, aby pacientka subjektivně sdělila své přání o budoucí velikosti svého poprsí, ale aby se

k jejímu přání odborně vyjádřil i operující lékař. Objektivními vlivy při rozhodování o optimálním objemu jsou celková konstituce organismu, velikost a tvar hrudního koše a stávající velikost poprsí. Lékař také musí zodpovědně a přesně, podle pacientčiny individuality, vybrat i tvar hmot. Ty do jisté míry ovlivňují i výsledný tvar na konci zákroku. Nejčastěji je lékaři užíván tvar kulatý. Biodimenzionální (kapkovitý, anatomický) tvar je obvykle vkládán jen v situacích, kdy je žena velmi štíhlá s plochým hrudníkem. Tkáně poprsí pak mohou respektovat specifický charakter implantátů. V situaci, kdy má pacientka přeci jen do jisté míry objemově vyvinutou svoji „kapku“, není vhodné tyto hmoty používat. Jednalo by se o tzv. zdvojení kapky (vlastní prs a implantát) a to by ve výsledku vypadalo velice nepřirozeně. Jsou to výjimky, ale může se stát, že žena z nějakého důvodu trpí tzv. asymetrií¹⁰. V těchto ojedinělých případech je doporučováno vložení různých tvarů a objemů implantovaných hmot do každého prsu zvlášť.

Při rozhodování o objemu, typu a tvaru slikongelových implantátů je nutno postupovat přísně individuálně. Dá se říci, že každá augmentační operace poprsí je svým způsobem originál. Smyslem zákroku je, aby hmoty jakéhokoli tvaru, typu a objemu, kromě docílení přirozeného celkového tvaru, přesunuly dvorec a bradavku o 3-5 cm dopředu, aby byl vyplněn dekolt a aby v zevní partii mělo prso zaoblený tvar a oba implantáty v oblasti sternu vytvářely přirozený „žlábek“. Výsledkem by měl být přirozený tvar a velikost poprsí. Extrémní tvary a objemy mohou být sice pro některé jedince velmi atraktivní, avšak jsou neslučitelné s běžným životem (Víšek, 2011).

- **Alternativy implantovaných hmot**

Jestliže se žena obává z jakéhokoli důvodu zákroku s použitím skalpelu, celkové anestezie a vzniku nevzhledných jizev, ale i přes tato úskalí touží po větších nadrech, v dnešní době již má možnost, jak se takovéto operaci vyhnout. Vývoj opět pokročil o krok dále a těmto pacientkám se nabízejí zákroky, kde skalpel je doslova mimo hru. Jedná se o novinky, která se objevila na zahraničních klinikách teprve před několika lety a již nyní začíná být velice oblíbenou i v naší zemi. Jedná se především o tzv. dočasnou gelovou výplň Metacrill a Macrolane.

Metacrill je injekční materiál, který se s úspěchem dá použít na různých místech těla, prsa tedy nejsou výjimkou. S jeho pomocí můžeme dosáhnout jejich zpevnění nebo

¹⁰ Nestejný tvar ženských prsů vlivem genetické dispozice.

zvětšení přibližně o jedno číslo. Jde o materiál nevstřebatelný, u něhož praxe ukazuje, že nevyvolává alergii, nemigruje a nemá vedlejší účinky. Do prsou se vpravuje injekcemi do prsního svalu nebo pod mléčnou žlázu (nikdy přímo do žlázy), kdy stačí jeden nebo maximálně dva vpichy. Nemá také žádný vliv na těhotenství nebo na kojení. Množství použitého materiálu záleží na objemu prsou a požadavku pacientky. Při nutnosti aplikace většího množství materiálu se doporučují dvě až tři aplikace (Profousová, 2011).

Injekční aplikace přípravku Macrolane umožňuje tvarování a mírné zvětšení prsů bez narkózy a operace, a samozřejmě i bez implantátů. Gel, který je vyroben na bázi kyseliny hyaluronové, může poprsí zvětšit o jedno číslo a také příznivě ovlivnit jeho tvar. Kyselina hyaluronová se již řadu let velmi úspěšně používá při vyplňování vrásek nebo korekci tvaru rtů.

S pomocí Macrolane je možné tvarovat prsy, ale také lýtka nebo zadeček. Odpadá nutnost celkové anestezie, nehrozí také žádné jizvy. Zákrok je vhodný pro štíhlé mladé ženy, u nichž může i poměrně malé množství výplně (např. 100 – 180ml do každého prsu) tvar ňader výrazně ovlivnit a upravit. Povolené kontury nebo větší prsa se tímto způsobem korigovat už nedají. Je však možné opravit i asymetrie nebo zákrok použít jako první krok ke zvětšení poprsí, další budoucí změna už s použitím implantátů nebude pak nápadná.

„Po předoperačním vyšetření krve a prsou jsou klientce před samotným zákrokem podána antibiotika. Lékař si speciálním dermatologickým fixem označí místa, na kterých se bude vyplňovat, a aplikuje lokální anestetikum,“ popisuje práci MUDr. Andrea Musilová. „Miniaturním vpichem se přípravek aplikuje na určená místa. Zákrok trvá přibližně necelou hodinu a pacientka po něm může prakticky okamžitě opustit kliniku.“

Macrolane organizmus bez jakýchkoli problémů přijme. Jde totiž o přírodní biokompatibilní materiál, který se skládá z 98% z vody a z 2% kyseliny hyaluronové. Na rozdíl od stavu po zvětšení prsů pomocí implantátům výrazně zkrácena doba rekonvalescence a již po dvou hodinách může žena opustit kliniku a vrátit se k obvyklým činnostem, samozřejmě s rozumnou dávkou opatrnosti během několika prvních dnů. Výhodou, ale i nevýhodou Macrolane je jeho dočasnost. Tělo si výplň postupně dokáže odbourat a zvětšení postupně vymizí – přirozeně se vstřebá asi do

dvou let. Pak se prsa vrátí do své původní velikosti a tvaru. Vzhledem k přirozenému složení gelu je však možné zákrok kdykoliv opakovat (Šimáčková, 2009).

Revoluci do plastické chirurgie v posledních letech přinesla nová metoda zvětšování prsů pomocí kmenových buněk¹¹. Jedná se o metodu, která je velice šetrná k našemu organismu. Pacientka neprodělavá narkózu a skalpel se zde také neužívá. Tento unikátní operativní postup se objevil zhruba před osmi lety v USA a od té doby se pomalu rozšiřuje po celém světě zejména do muslimských zemí a také do Japonska. Za tu dobu bylo odoperováno přibližně 1500 pacientek a každá je s průběhem a výsledkem zákroku velice spokojena. A v čem vlastně spočívá unikátnost augmentace kmenovými buňkami, v České republice nazývané, Autoaugmentace?

Metoda zákroku vznikla hlavně na pomoc ženám po mastektomii¹² prsu pro znovuoobnovení původního tvaru pacientčina odstraněného ňadra. Dnes se jedinečnost kmenových buněk obsažených obecně v tukových polštářích využívá i k jiným estetickým účelům než je tzv. autoaugmentace. Lze je využít i při zbavování se nosoretních rýh, hlubokých vrásek, modelování či zvětšování partií těla nebo při odstranění deformací po operaci či úrazu.

Pojem autoaugmentace vznikl poprvé v České republice zhruba před rokem, kdy ho poprvé užil MUDr. Vlastimil Víšek, CSc., který tuto jedinečnou metodu se svým týmem rutinně provádí.

Unikátnost této operativní metody je skryta v nepřeborných možnostech užití vlastních kmenových buněk, které jsou kromě kostní dřeně obsaženy i v tkáni tukové. Autoaugmentaci nelze zaměňovat za běžně užívanou techniku přenosu tukové tkáně nazývanou lipotransfer (Body Jet). Při tomto postupu je tumescenční liposukcí¹³ odebrán tuk z míst jako jsou např. boky, hýždě či abdominální oblast a poté je jemnými vpichy aplikován do pacientčiných prsou. Nevýhody oproti autoaugmentaci spočívají

¹¹ Jde o tzv. nespecifikované buňky s těžko definovaným vzhledem, které se mohou neomezeně dělit a obnovovat. Tím dávají vzniknout jednomu nebo více druhům tzv. terminálně (konečně) diferenciovaným (specializovaným) buňkám jednotlivých orgánů a tkání. Tato schopnost umožňuje tělu vytvoření nových buněk a tak opravit své poškozené části skládající se z buněk terminálně diferencovaných. Většina orgánů a tkání lidského těla tedy obsahují kromě specializovaných buněk zajišťující jejich vlastní funkci ještě početně omezenou buněčnou populaci kmenových buněk zajišťující náhradu „opotřebovaných“ buněk v konečných stádiích specializace a tím trvalou regeneraci celých funkčních jednotek. Tyto somatické (tělní) kmenové buňky se mohou obnovovat po celou dobu života jedince.

¹² Chirurgické odstranění prsu s celou mléčnou žlázou a bradavkou z důvodu nádorového onemocnění.

¹³ Speciální operativní technika odsátí podkožních tukových buněk prováděná v lokální anestezii bez nutnosti podstoupení narkózy.

v postupné vstřebávatelnosti aplikovaného tuku tedy dočasnosti a tím vyplývající nutnosti po přibližně dvou letech zákrok opakovat. Další nevýhodou je i zvětšení ňader pouze o jednu maximálně o jenu a půl velikosti.

Autoaugmentační zákrok má podobný průběh jako lipotransfer. Podstatné rozdíly tu však jsou. Pacientka by měla absolvovat předoperační přípravu, která zahrnuje příkládání zhruba čtyř týdnů před operací a dva týdny po operaci speciálních vakuových zvonů proto, aby se v oblasti aplikace tzv. tukových mikroštěpů zvýšilo prokrvení.

Podle Víška (Víšek, 2011) samotný zákrok začíná získáním tělesného tuku z běžných problematických partií těla ambulantní tumescentní liposukcí. Zákrok probíhá v lokální anestezii, tedy narkóza a hospitalizace nejsou nutné. Při této metodě jsou z vlastního odsátého tělesného tuku odděleny pomocí speciálního uměle vyrobeného enzymu čisté kmenové buňky, které nejsou nijak geneticky upravovány. Tyto buňky se poté smíchají s kvalitními, předtím odstředěnými a zbavenými balastních látek (vazivo, odumřelé tukové buňky, zbytek tumescenčního roztoku), krvinek a infekce, tukovými buňkami, tím čímž vznikne samotný výplňový materiál. Tento děj probíhá při mnohonásobné koncentraci kmenových buněk a díky tomu dojde k vlastnímu obnovení tukové tkáně po následné autoimplantaci. Tato nově vniklá speciální směs je za pomoci tenkých jehel o průměru asi 2 mm aplikována v podobě mikroštěpů do oblasti podkoží, a to nad mléčnou žlázu, ale také i pod ni. Tím se předchází jakéhokoli možného jejího porušení nebo poškození. Z kmenových buněk během několika dnů vzniknou krevní kapiláry, které zabezpečují výživu a okysličení aplikovaného materiálu. V prvních týdnech od zákroku pak přežije, tedy se nevstřebá, více než 80% této hmoty a tuková tkáň se stává přirozenou součástí poprsí. Kmenové buňky tedy nemají úlohu zvětšení objemu poprsí, tímto úkolem jsou pověřeny přenesené tukové buňky (Víšek, 2011).

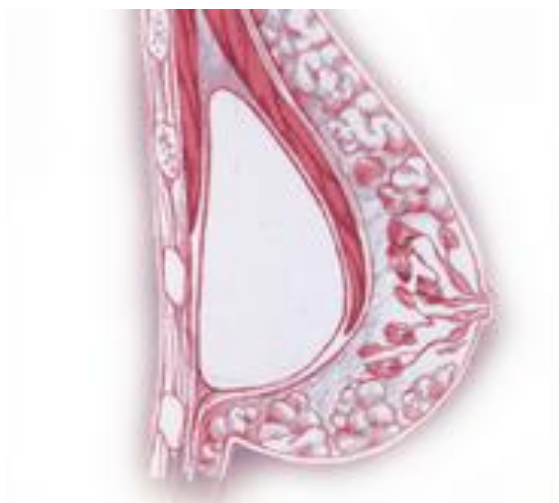
Prsa jsou po zvětšení kmenovými buňkami přirozeně měkká a tvarově přirozená. Tato metoda je zcela bezpečná, jelikož se pracuje pouze s materiály tělu vlastní a tak nehrozí žádné alergické reakce či odmítnutí cizího tělesa v podobě implantátu což má nejčastěji za následek vznik možné pooperační komplikace jako je např. tzv. kapsulární kontraktura. Žena se také vyhne narkóze, náročné a poměrně dlouhé pooperační rekonvalescenci a individuálnímu vzniku nehezkých jizev jelikož se drobné vpichy po zákroku samy zahojí bez nutnosti šití ran stehy. V postatě pacientka může jít druhý den

do zaměstnání a konat všední aktivity s přihlédnutím ke svému aktuálnímu stavu a také se vyhne i nošení speciálního kompresivního prádla.

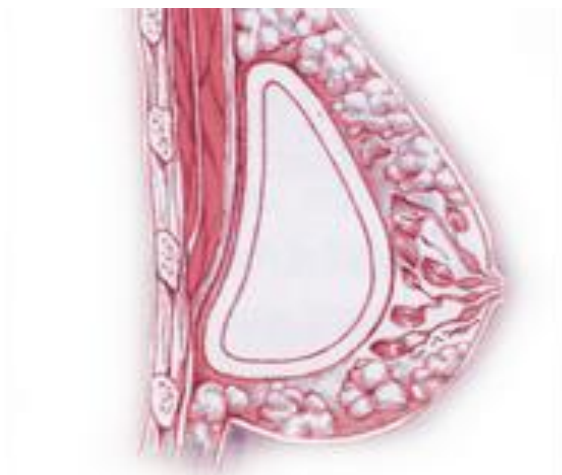
Další předností tohoto zákroku je i snadná preventivní vyšetření např. ultrazvukem a mamografem a ňadra bývají touto metodou velikostně natrvalo nejčastěji zvětšována o jedno, jedno a půl až o dvě čísla. Jde o tzv. zákrok „dva v jednom“, neboť zároveň dochází k odsátí přebytečného tělesného tuku z problematických partií ženina těla a přesunutí jej oblasti pacientčina méně vyvinutého poprsí. Proto je zákrok vhodný jen pro ženy s určitou disproporcí postavy. Ženy nesmí být extrémně štíhlé, jelikož by pak nebylo možné modelovat postavu liposukcí a tím i získání potřebného množství výplňového materiálu.

2.4 Průběh augmentační operace

Při rozhodování o umístění implantovaných hmot v určité anatomické vrstvě, hraje rozhodující roli výška vrstvy podkožního tuku v oblasti. U žen, které jsou velmi štíhlé až hubené a mají tím pádem minimální vrstvu podkožního tuku, jsou hmoty implantovány obecně pod tkáň *musculus pectoralis major* tzv. submusculárně jak je znázorněno na obr. 1. Během zákroku musí být sval odpojen od žeber a hrudní kosti a vyřazen z funkce. I když pak svalovina do jisté míry atrofuje, okraje implantovaných hmot jsou dostatečně překryty a maskovány a tím je výsledek přirozený. U žen s průměrným nebo dokonce vyšším podkožím je možno implantáty umístit na sval přímo pod žlázovou tkáň tzv. subglanduálně což je patrné z obr 2.



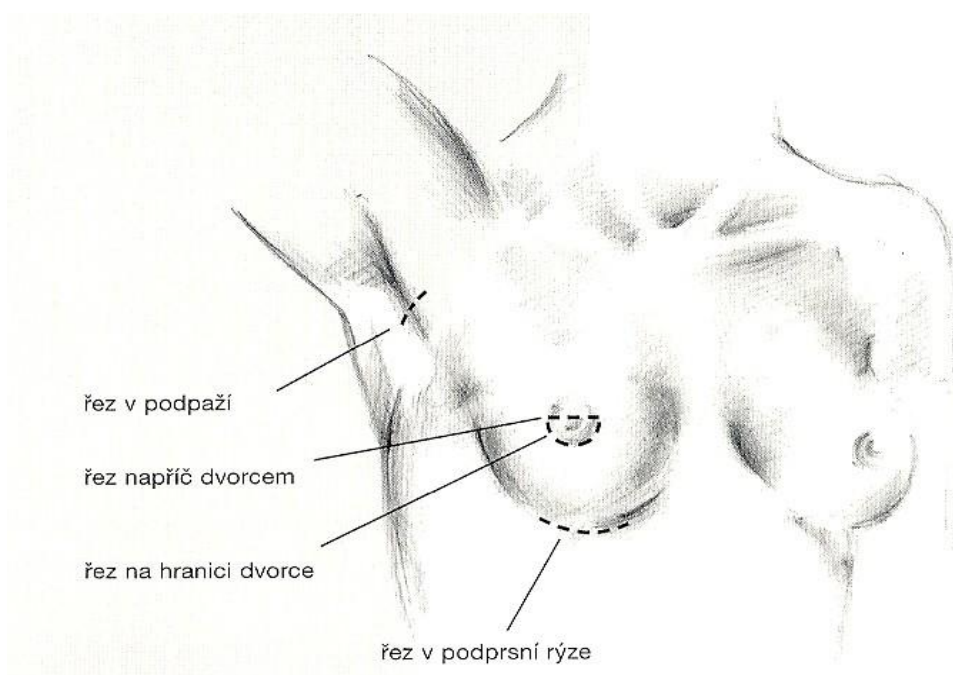
Obrázek 2 - subpectorální nebo-li submusculární umístění implantátu



Obrázek 3 - subglanduální umístění implantátu

2.4.1 Kožní řez

Kožní řez umožňuje přístup k operovaným tkáním. Tím je vlastně určen i tvar, pozice a délka viditelné jizvy. Vždy je nutno volit umístění řezu tak, aby výsledná jizva kůže byla co nejméně patrná. Kůže musí být rozříznuta v co nejméně nápadném místě, průběh rány by měl respektovat přirozenou štěpitelnost kůže a být, v rámci možností, velmi krátká. V rámci běžné opeťativy jsou tři způsoby jak při augmentační operaci poprsí proniknout ke tkáním umístěným v hloubce jak lze pozorovat na obr. 3.



Obrázek 4 - kožní řezy umožňující přístup k operovaným tkáním

1. Nejčastějším přístupem je kožní řez vedený v podprsí (submammární) rýze. Výhodou tohoto postupu je přímý přístup k dolnímu okraji *musculus pectoralis major*, který se v tomto prostoru upíná na žebra. Z tohoto přístupu je též minimalizováno porušení inervace (kožní citlivosti) poprsí. Další nespornou výhodou je jistota, že při preparaci tkání nedojde k poškození mléčné žlázy a mlékovodů. Tedy po operaci, v rámci mateřství, může žena i kojít. Výsledná kožní jizvy má délku 4,5 – 5 cm.
2. Poměrně frekventovaným přístupem při aplikaci silikongelových hmot je z kožního řezu po obvodu prsního dvorce (perialeolární přístup), na “ciferníku“ mezi čísly 3 a 9 kaudálním směrem. Předností tohoto řezu je výsledná nenápadná jizva umístěná na rozhraní dvou barev kůže, ve kterém se po zhojení téměř ztratí. Nevýhodou je pravděpodobné narušení částí mlékovodů nebo mléčné žlázy. Plastičtí chirurgové po tomto typu operace nedoporučují kojení.
3. Výhodou tzv. axillárního přístupu (z podpažní jamky) je neviditelnost jizvy v normální pozici horních končetin. Kožní řez délky 5cm má poloobloukovitý tvar a je umístěn na hranici ochlupení. Preparace tkání pak probíhá šikmo dopředu, pod velký prsní sval se proniká tunelem pod jeho úponem na přední straně podpažní jamky. Tento přístup je méně využíván pro větší riziko krvácení při a těsně po operaci. Dutina, která se vytváří pod velkým prsním svalem, není pro operátora tak přehledná, jako předchozí dva vyjmenované přístupy.

Kombinovaným přístupem z pupku a z podpažní jamky, kde jsou výsledné jizvy délky pouze 2cm je k preparaci operačního pole využívána endoskopická technika. Její výhodou je šetrnost vůči operovaným tkáním, nevýhodou je 2 až 3 hodinová délka operace a nutnost aplikace silikonového implantátu naplněného speciálním roztokem. Tyto typy implantátů mají omezenou životnost a nejpozději po 10 letech musejí být vyměněny. V České republice se tento typ operačního postupu neprovádí.

2.4.2 Cévní zásobení a inervace ženského prsu

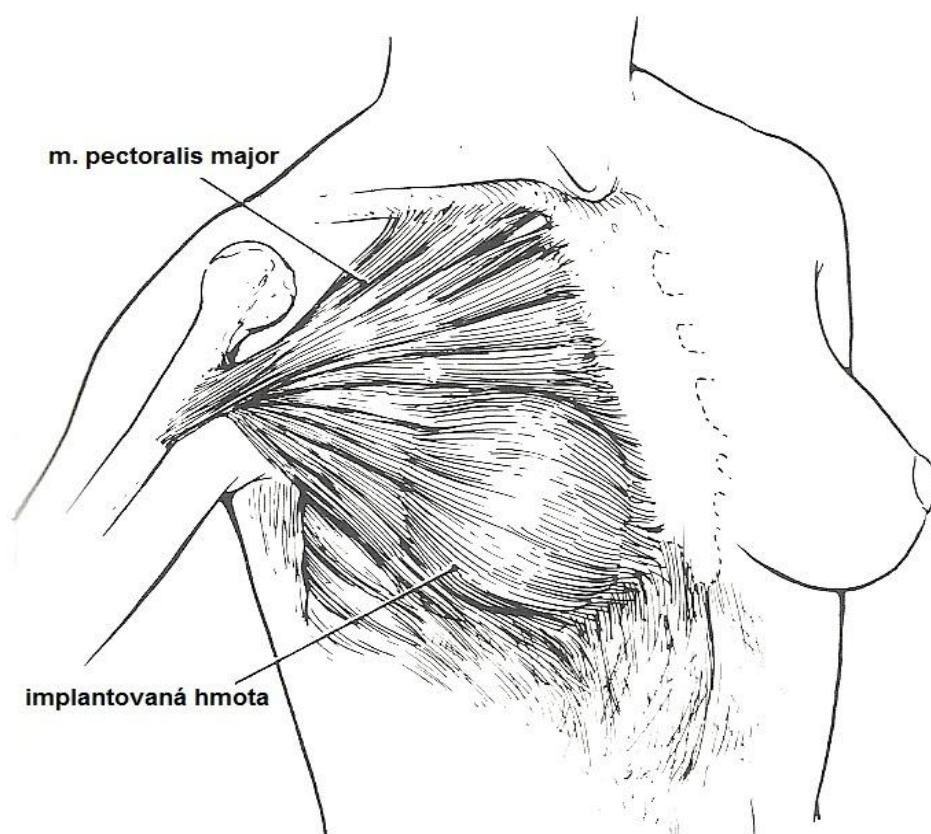
Podmínkou nekomplikovaného a úspěšného hojení je zachování cévního zásobení a inervace operované oblasti. Kůže, podkoží, tukový polštář a mléčná žláza jsou zásobeny tepennou (arteriální) krví z několika zdrojů. Prokrvení horní poloviny prsu zajišťují větve *a. mammaria interna*, *a. thoracica lateralis* a *a. thoracoacromialis*. Dolní polovina měkkých tkání prsu je prokrvena z větví mezižebních tepen (*aa. intercostales*). Odkysličená žilní krev je z oblasti prsu odváděna povrchním kožním žilním systémem a dále velkými žilami probíhajícími v hloubce – *vena mammaria interna* a *v. axillaris*. Podobně jako prokrvení má i inervace několik zdrojů. Senzitivitu (cítivost) horní poloviny prsu zajišťují nervy ze třetí, čtvrté a páté větve *plexus cervicalis*. Vnitřní část prsu nervově zásobují větve odstupující ze sedmého mezižebního nervu. Zevní část a oblast dvorce s bradavkou jsou inervovány větvemi ze čtvrtého mezižebního nervu.

Zachování dobré citivosti i po operaci je pro mnohé ženy velmi důležité. Teprve v poslední 10-15ti letech se běžně umísťují implantáty pod velký prsní sval. Tato pozice velmi snižuje riziko poškození nervů končících v kůži a v oblasti dvorce a bradavky. Při aplikaci hmot na fascii (povázku) velkého prsního svalu v minulosti docházelo relativně často k trvalému zhoršení až vymizení této kožní sensitivity. Popsaný problém pak kazil jinak dobrý výsledek kosmetické operace.

2.4.3 Preparace musculus pectoralis major

Podle Víška (Víšek, 2011) se *musculus pectoralis major*, z hlediska tvarového, podílí na tvarování přední poloviny hrudníku a to i u žen. Silikongelové implantáty musí být umístěny tak, aby vyplnily dekolt a optimálně tvarovaly zevní i vnitřní partie poprsí. Při správném umístění musí prsní bradavky směřovat lehce od sebe a lehce nahoru. Aby pozice implantátu byla správná, musí být vypreparována dutina dostatečně prostorná. Ať je zvolen jakýkoliv kožní řez z popsaných tří variant, musí se operatér dostat pod tkáň *m. pectoralis major*. Při postupu z podprsňí rýhy je pod sval proniknuto v oblasti jeho úponu na šestém žebře, z kolemdvorcového (perialeolárního) přístupu je nutno tkáň svalu podélně rozpoltit. Pokud je kožní řez veden v podpažní jamce, preparací je zdvižen jeho úpon. Při běžné funkci *m. pectoralis major* dochází ke stahu a

následnému uvolnění tkáně. Jde o poměrně mohutný sval. Pokud by byla plně zachována jeho funkce, došlo by při pohybech svalu i k pohybům implantátu ležícím pod ním. Pak by cestou nejmenšího odporu, mohla být silikongelová hmota “vymasírována“ až do podpažní jamky. Tyto pooperační komplikace již byly, jako vzácné kazuistiky v literatuře popsány. Proto je nezbytné vyřadit *m. pectoralis major* částečně z činnosti. Přestane být plně funkční, vlivem inaktivity svalová hmota do značné míry atrofuje. Avšak i tato atrofická tkáň dostatečně překryje vložené hmoty a minimalizuje tak riziko jejich patrnosti jak lze pozorovat z obr. 5. Proto je nutno během operačního zákroku odpreparovat úpony *m. pectoralis major* od šestého žebra a od hrudní kosti mezi odstupy druhého až šestého žebra. Dále je v této oblasti částečně uvolněn *m. serratus anterior* a úpony *m. rectus abdominis* od žebířků. Tkáň *m. pectoralis minor* není nutno preparovat (Víšek, 2011).



Obrázek 5 - konečné usazení implantátu pod *m. pectoralis major* (Lyons, Petrucelli, 1987)

2.4.4 Charakteristika operace

Augmentace, nebo-li operace zvětšující objem poprsí probíhá v narkóze trvající asi 60min. Skládá se z několika částí. 1) úvod do narkózy, 2) nakreslení plánu operace na těle pacientky, 3) vlastní operace – kožní řez, preparace tkání, zavedení a umístění implantátů, aplikace drénů, sešití podkoží a kůže, 4) aplikace speciálních tejpů¹⁴ na kůži a přiložení kompresivního obvazu, 5) probuzení pacientky z narkózy.

Po operaci následuje 24h hospitalizace. Před propuštěním jsou odstraněny drény a nasazena speciální elastická tvarovaná podprsenka, která nahrazuje obvaz. Tato podprsenka se nosí nepřetržitě po dobu 4 týdnů, snímá se pouze pro potřeby osobní hygieny.

2.4.5 Pooperační období a rekonvalescence

Po propuštění do domácího léčení je pro dobré hojení rozhodující první týden. V této době se musí pacientka fyzicky velmi šetřit. Každá rána se nejlépe hojí, má-li co nejvíce klidu. V tomto případě jde o to, že na jakémkoliv pohybu horní končetiny se podílí i *m. pectoralis major*. Proto musí odoperovaná žena minimalizovat pohyby horních končetin. Nutnou činnost musí provádět velmi pomalu, opatrně a kontrolovaně. Musí se vyvarovat jakéhokoliv prudšího či extrémního pohybu, nesmí zdvihát ani lehká břemena, nesmí se do oblasti udeřit. V podstatě se v prvních sedmi dnech po operaci stará jen o sebe a zajišťuje osobní hygienu.

Pooperační bolesti postupně odeznívají, obvykle po 3-5dnech po zákroku není nutno již užívat léky tišící bolest. Dle pokynů lékaře dochází na kontroly a převazy.

Doba druhého, třetího a čtvrtého týdne po výkonu je období hojení a dohojování operovaných tkání. Postupně se vstřebávají pooperační otoky a hematomy. Fyzická činnost v těchto týdnech se musí pohybovat na úrovni lehké kancelářské práce. Kůže, podkoží i svalová tkáň jsou zhojeny po 4 týdnech od operace. Kožní stehy se obvykle odstraňují po 14dnech. Od 5. týdne může operovaná žena odložit elastickou kompresivní podprsenku a začít nosit běžné spodní prádlo. Období 2. měsíce po

¹⁴ Jedná se o pruhy speciálních náplastí, které se lepí na kůži a tím napomáhá fixaci operované oblasti.

zároku je z hlediska fyzické zátěže období zvykání organismu na plnou zátěž. Fyzickou aktivitu může pacientka postupně zvyšovat, obvykle po 8 týdnech je žena schopna prakticky stejné zátěže jako před operací.

2.5 Pooperační stavy

Každá operace je velkou zátěží pro organismus a tak nelze brát na lehkou váhu veškerá doporučení, která lékař stanovil pro nejméně bolestivý a z hlediska času i nejkratší průběh rekonvalescence. Jelikož každá žena je osobnostní individualitou, týká se jí i individualita fyzická a to ve smyslu pooperační hojivosti a regenerace organismu. Každá pacientka je tudíž jiná a tak nelze jednotně očekávat samozřejmost dokonalého průběhu hojení u všech žen, které se dobrovolně rozhodly z rozličných osobních důvodů podstoupit augmentační zákrok. Komplikace a zdravotní rizika však mohou nastat, ale díky špičkovému vybavení klinik a specializované odbornosti plastických chirurgů a ostatnímu lékařskému personálu se dá mnohým z nich předcházet. Když už ale přeci jen komplikace nastanou, jedná se prakticky vždy o špatnou či přehnanou reakci pacientčina organismu.

Nečastější komplikací a největším strašákem všech pacientek je možnost vzniku tzv. kapsulární kontraktury zjednodušeně kapsuly. Jedná se, pro tento zákrok specifický, pooperační stav, kdy organismus vytváří okolo implantované hmoty vazivové pouzdro. Je to běžný jev, kterým reaguje organismus na přítomnost cizího tělesa. Podle Šimáčkové (Šimáčková, 2009) však někdy může dojít i k nadměrnému zesílení vazivového pouzdra nebo jizvení a implantát je pak v tomto vzniklém tuhém a nepoddajném obalu sevřen. Projeví se to pocitem napětí až bolestivosti, ztuhnutím prsu. To může poté ztrácet i svůj přirozený tvar. K této obávané komplikaci může dojít již v průběhu prvních dvanácti měsíců od operace, výjimečně i později. Vzniklý nežádoucí stav se dá jedině řešit další operací (reoperací).

Tzv. svrašťování implantátu může nastat během jeho fixace k okolní vazivové tkáni. Tím pádem dochází k jeho zvrásnění a objevení se určitých změn, které jsou viditelné i na povrchu pacientčinyh ňader. Navíc záhyb implantátu může také dráždit okolní tkáň organismu.

Občas se v problematice chirurgických zákroků prováděných v oblasti ženského poprsí setkáváme i s možností změny citlivosti bradavky a dvorce. Zákrok může způsobit dočasnou nebo i trvalou změnu citlivosti těchto částí, jelikož dochází k přerušení drobných nervů vedoucích k dvorci. Opětovné zhojení a regenerace citlivosti je opět individuální. Občas se vlivem zákroku stanou bradavky a dvorce hypersenzitivní, což se projevuje přesně opačně a to jejich zvýšenou citlivostí na dotek.

Další příčinou možné pooperační komplikace je posunutí implantátu. Je velice nepravděpodobné, že k posunutí dojde již během operace vlivem jeho nepřesného uložení, ale i to bohužel se občas může stát. Mnohem pravděpodobnější je pak příčina nedostatečné fixace implantované hmoty ve správné pozici během pacientčina období rekonvalescence. Z hlediska operativního postupu je rizikovější, co se týká posunu, uložení implantátu tzv. pod *m. pectoralis major*. Tato anatomická vrstva je méně pevná a možnému posunu klade menší odpor. Vinou bývá nejčastěji nekázeň pacientky v průběhu doporučeného pooperačního klidu, který bývá narušován přehnanou fyzickou aktivitou a nenošením fixačního anatomického prádla v podobě speciální podprsenky.

Jiným rizikem, které se netýká jen augmentačních zákroků, je vznik infekce v ráně. Dle Šimáčkové (Šimáčková, 2009) se infekce rozvíjí několik dní po operaci a její rozsah závisí na včasném ošetření. Operace se provádějí pod antibiotickou clonou, za přísných podmínek a při pečlivém pooperačním sledování hojení. Už proto, že infekce s přítomností cizího tělesa se léčí mnohem obtížněji než prostá infekce měkkých tkání. Proto je tak důležité sledování výše teploty po operaci a jakýchkoliv nečekaných reakcí organismu.

Tzv. hypertrofické (pseudokeloidní) a keloidní jizvení. Tyto pojmy nebo spíše projevy regenerace organismu na místní poškození vlivem kožního řezu je nehezkou památkou na prodělanou operaci s jinak velmi pěkným výsledkem. Vznik těchto typů jizvení kůže je dán zřejmě geneticky nebo pak také i onemocněním štítné žlázy, hormonálními poruchami, alergiemi a vliv může mít také i antikoncepce. Tudiž hypertrofické nebo keloidní jizvení je individuální a pravděpodobnost jeho vniku roste, jestliže pacientka prodělala např. jiný druh operace a výsledná jizva je již hypertrofického či keloidního rázu. Jedná se o jizvy, které jsou charakteristické svou tuhostí, svědivostí, zarudlostí a výškou vystupující nad povrch samotné pokožky. Riziko vzniku těchto nepěkných jizev je třeba konzultovat i s ošetřujícím lékařem, který o průběhu jizvení dopředu pacientku informuje a poradí ji, jak co nejlépe o své jizvy

pečovat. Jedná se zejména o několik postupů, které do určité míry pozitivně ovlivní průběh jizvení. Jedná se zejména dle Víška (Víšek, 2011) o tyto následující postupy:

1. Léčba medikamentozní – aplikací preparátů urychlujících vstřebávání otoků a modřin (např. Aescin dražé, předepisuje lékař). Podpůrnou terapií, užíváním léků systémové enzymoterapie typu Wobenzym nebo Phlogenzym.
2. Léčba tzv. biolaserem – jde o opakovanou aplikaci laserového paprsku o nízké energii na jizvu. Zrychlí se tak rychlost prorůstání cévních kapilár do jizevnatého vaziva a tím se jizva rychleji přestaví a tím znenápadní.
3. Aplikace speciálních mastí (např. Contratubex) nebo silikonových preparátů (např. DermatixSiGel, silikonový gel) také pozitivně ovlivní prokrvení jizvy kůže.
4. Tlakové masáže. Při těchto masáží, které se provádějí buď v rozsahu pouze viditelné jizvy, nebo plošně v rozsahu celého operačního pole, se pozitivně mění prokrvení oblasti. Tím se výrazně ovlivní celkové množství vznikajícího vaziva a urychlí se jeho přestavba. Každý pacient si tyto masáže může provádět sám dle rady svého operátora. Technika masáží: bříško prstu nebo celá dlaň, podle velikosti plochy, se přiloží na projizvenou oblast. Silným tlakem se bez pohybu ruky nebo prstů, tlačí po dobu 30 sec. na stanovenou oblast. Tento postup je nutno provést 15x až 20x za 24 hodin, intervaly nemusí být pravidelné.

Poslední jmenovaná komplikace při augmentačním zákroku nastává opravdu jen vzácně a na jejím vzniku se v tomto případě nepodílí ani přehnaná reakce pacientčina organismu, tak ani chyba operátora. Jedná se o prasknutí neboli odborně rupturu implantovaných hmot. Aby nastala tato velmi nepříjemná situace, musela by pacientka utrpět veliký náraz do prsní krajiny. Příčinou bývají různé úrazy, pády a také bohužel např. i autonehody. Důsledkem prasknutí a následného vylití plnicí hmoty je vznik velké tvarové deformity, asymetrie a výše zmíněné kapsulární kontraktury nejvyššího stupně. Takto postižená žena by se měla co nejrychleji svěřit do péče odborníků i když její celkové zdraví není ohroženo, neboť silikonový gel stejné chemické složení jako obal implantátu. Chirurgové provedou tzv. reoperaci s použitím speciálních operativních nástrojů, jako je např. harmonický skalpel s ultrazvukovým vlněním jeho

hrotové čepele, vyčištění dutiny od vylité hmoty a znovuvložení nových pečlivě vybraných implantátů podle individuality pacientky.

2.6 Svalové tkáně

Předtím, než se budu věnovat popisu zmíněných svalových tkání, je třeba vysvětlit, jaký význam určuje samotný pojem tkáň. Tkáň je určitý soubor buněk, které svým uspořádáním tvoří specificky pravidelné formace, ve kterých se vyskytují buňky jednoho druhu nebo buňky různých druhů, společně slouží k jedné hlavní funkci, jsou diferencovány z embryonálních zárodečných listů, konkrétně z mezodermu (vyjímku tvoří např. *m. dilatátor pupillae*), a tím vznikají základní typy tkání jako je tkáň epitelová, nervová, pojivová (podpůrná) a tkáň svalová.

V těle obratlovců čili i v těle člověka lze rozlišit tři hlavní typy svalové tkáně, které se obecně specializují na pohyb. Odlišují se od sebe zejména svou specifickou stavbou, odlišnou inervací a také svou charakteristickou funkcí. Jedná se o srdeční svalovou tkáň, hladkou svalovou tkáň a příčně pruhovanou svalovou tkáň. Společným artiklem všech těchto tkání je složení z kontrakce schopných a podlouhlých elementů, obsahující cytoplazmu zvanou sarkoplasma, ve které se nacházejí tzv. kontraktilní (smršitelné) myofibrily.

- **Srdeční svalová tkáň** je tvořena dvěma typy svaloviny a to tzv. pracovním myokardem zajišťující mechanickou práci srdce a svalovinou tvořící systém pro tvorbu a vedení vzruchů tzv. excitomotorický systém nebo-li autonomní převodní systém srdeční. Oba tyto typy svaloviny mají společnou základní stavební jednotku a to buňku resp. soubuní zvané syncytium. Jedná se o buňky, které jsou spolu spojeny do pod mikroskopem jevící se sítě prostřednictvím tzv. nexů nebo-li spojovacích můstků a jemnými schodišťovými hranicemi označované jako interkalární disky. Kardiomyocyt nebo-li srdeční buňka obsahuje pouze jedno buněčné jádro a má patrné příčné pruhování, které se velice podobá žíhání u svaloviny kosterních svalů způsobené přítomností kontraktilních myofibril. Inervace srdeční svaloviny je zajišťována prostřednictvím autonomních nervů, které svou činností mohou zpomalit nebo naopak zrychlit srdeční akci a také již výše zmiňovaným autonomním

převodním systémem srdečním, který sám utváří vzruchy vedoucí k rytmickému smršťování srdce.

- **Hladká svalová tkáň** se patrně odlišuje nejen od srdeční svaloviny, ale také od svaloviny kosterních svalů. Diference je patrná zejména v obsahu sarkoplazmy (cytoplazma) myocytů (buňky hladké svaloviny), kde jsou paralelně nebo síťovitě rozloženy jemné kontraktilní myofibrily lišící se zejména molekulovým uspořádáním kontraktilní bílkoviny aktinu a nepřítomností tzv. sarkomer. Myocyty jsou základní stavební i funkční jednotkou hladké svaloviny, mají protáhlý vřetenovitý tvar, obsahují pouze jedno buněčné jádro, jsou k sobě těsně přiloženy, ve vrstevnatém uspořádání se nacházejí ve stěnách většiny dutých orgánů, roztroušeny ve vazivu kůže, v duhovce, v řesnatém tělese oka a také v pouzdru sleziny. Inervace je striktně autonomní resp. řízena autonomními (vegetativními) nervy a doplněna řízením prostřednictvím látkových podnětů typu tkáňových hormonů. Kontrakce hladké svaloviny má rytmický charakter, která je založen na pomalé smrštivosti a pomalém uvolnění. Proto kontrakce nastupuje pomaleji, má delší charakter trvání a prakticky hladké svalstvo nepodléhá únavě.
- **Příčně pruhovaná svalová nebo-li kosterní tkáň** je tvořena svalovými buňkami nebo-li svalovými vlákny, které jsou základní stavební i funkční jednotkou této tkáně. Ve svém buněčném souboru spolu s vazivem, cévami a nervy utvářejí kosterní sval (musculus). Díky těmto svalům jsme schopni vyvinout pohyb jednotlivých částí těla a pohyb celého těla – lokomoci.

Jelikož má diplomová práce je zaměřena na kosterní svalovou tkáň, je třeba poněkud detailněji popsat jednotlivé tkáňové stavební i funkční oblasti oproti hladké a srdeční svalové tkáni.

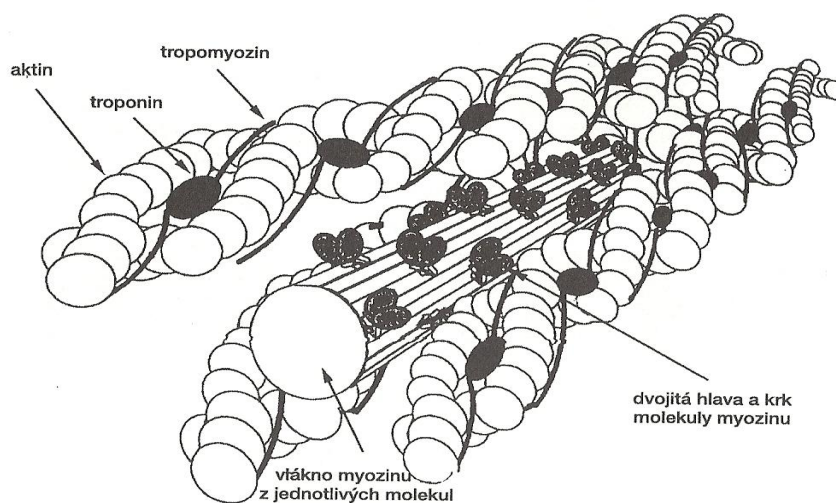
2.6.1 Stavba kosterního svalstva

Kosterní příčně pruhované svalstvo je tvořeno souborem základních stavebně funkčních mnohojaderných svalových vláken válcovitého tvaru, uspořádaných do jednotlivých svalových snopců. Povrch samotného svalového vlákna je tvořen jemnou

vrstvou zvanou sarkolema. Sarkoplazma je pak označení pro buněčné cytoplazma kde jsou mimo jiné uloženy tzv. myofibrily zajišťující vlastní kontrakci. Okolo těchto struktur je v podélném i příčném směru orientován systém tzv. endoplazmatického (sarkoplazmatického) retikula. Sarkoplazmatické retikulum obsahuje vysokou koncentraci vápenatých a hořečnatých iontů, které se uplatňují při realizaci svalové kontrakce. Další jednotkou podílející se na vzniku kontrakce je útvar zvaný sarkomera. Sarkomera je v podstatě nejmenší funkční stažlivou jednotkou kosterního svalu nebo také podjednotkou myofibril. V příčném směru je ohraničena tenkými ploténkami tzv. Z-liniemi (Z-disky) a v podélném směru je tvořena kontraktilními proteiny aktinem a myozinem označované též jako slabé a silné myofilamenty. Podle Trojana (Trojan a kol., 2003) se aktinová a myozinová vlákna částečně překrývají. Vzniká tak typický mikroskopický obraz příčného pruhování, kdy se střídají izotropní (aktinové/jednolomné) a anizotropní (myozinové/dvojlomné) proužky.

Aktinové vlákno (obr. 6) je tvořeno komplexem aktinu, troponinu a tropomyozinu. Aktin a tropomyozin jsou dvoušroubovice, aktin se obtáčí kolem tropomyozinu. Troponin má tři důležitá vazebná místa vážící aktin, tropomyozin a kalciové ionty. Každá molekula aktinu obsahuje myozin-vázací místo pro vytvoření tzv. aktinomyozinových můstků (Bartůňková, 2006).

Myozinové vlákno (obr. 6) obsahuje 200 myozinových molekul mající věnečkovité uspořádání. Důležitá je funkce hlav s ATP-ázovou aktivitou, které svým pohybem umožňují zasouvání vláken na principu Huxleyho skluzného modelu svalové kontrakce (Bartůňková, 2006).

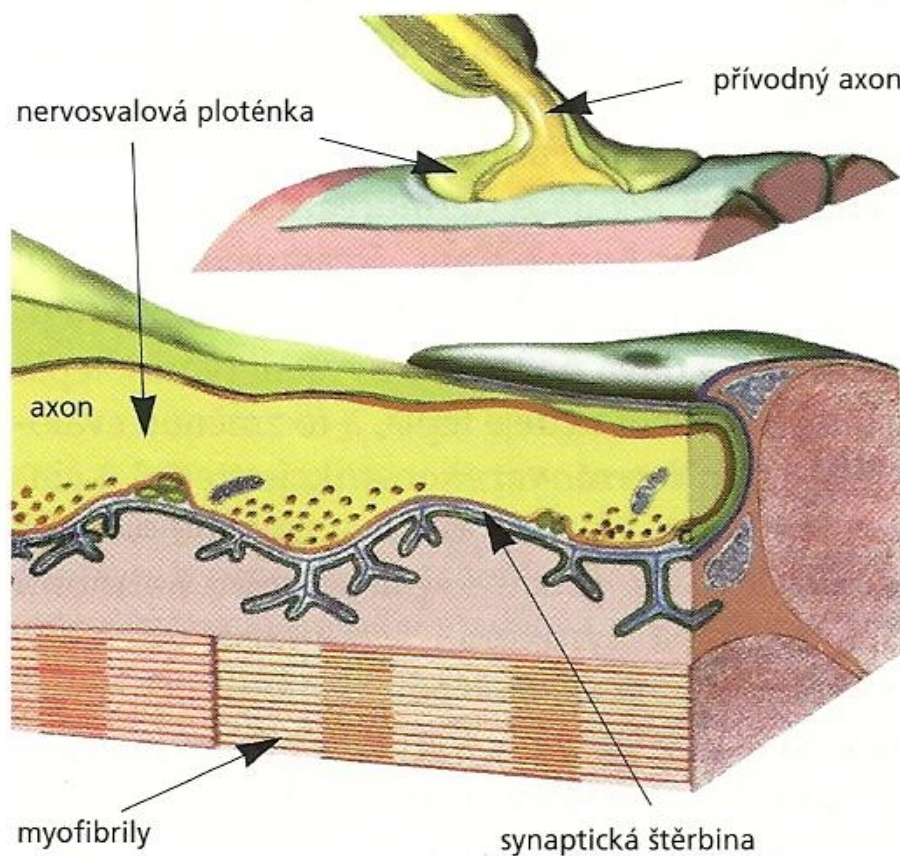


Obrázek 6 – molekulární struktura vláken myozinu a vláken aktinu (Trojan, 2003)

2.6.2 Princip svalové kontrakce kosterního svalstva

K tomu, aby mohlo dojít ke svalové kontrakci (stahu) je zapotřebí nervový vzruch, který ke svalovému vláknu doputuje po odstředivém eferentním motoneuronu (motorické nervové vlákno) z míchy. Jedno nervové vlákno vždy inervuje více svalových vláken stejného typu, které pak spolu utvářejí tzv. motorickou (hybnou) jednotku. Existují malé motorické jednotky, u kterých motoneuron spojuje 4-6 svalových vláken, které se uplatňují v přesných a rychlých pohybech. Velké motorické jednotky jsou tvořeny stovkami svalových vláken a uplatňují se zejména ve staticky pracujících svalech jako jsou svaly posturální. Inervace celého svalu je tedy zprostředkována větším počtem nervových vláken, která tvoří nerv.

Terminální část axonu (těla) každého motoneuronu spolu se sarkolemou vytvářejí tzv. motorickou (nervosvalovou) ploténku (obr. 7).



Obrázek 7 - schéma motorické (nervosvalové) ploténky (Rosypal, 2003)

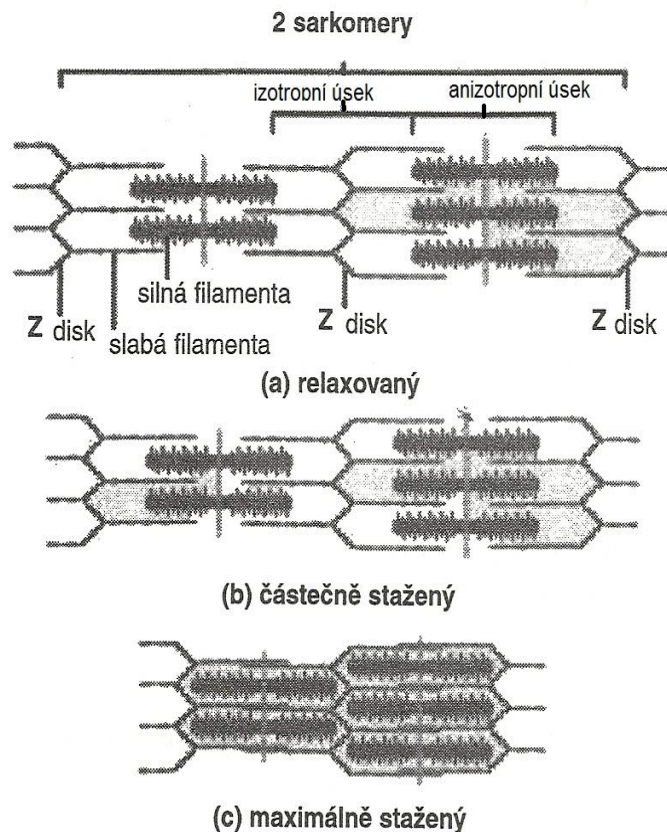
Podnětem pro vznik akčního potenciálu (AK) na sarkolemě je doputování nervového impulzu přicházejícího po vlákně motoneuronu na motorickou ploténku a následného uvolnění resp. vylití mediátoru ve formě acetylcholinu (Ach). Tím dojde k navázání Ach na receptory nikotinového typu v postsynaptické membráně a vzniku místního ploténkového potenciálu, který následně vyvolá AK na svalovém vlákně. AK proběhne po svalovém vlákně a zároveň způsobuje otevření vápenatých kanálů sarkoplazmatického retikula. Uvolněné vápenaté ionty do sarkoplazmy pak putují k jednotlivým myofilamentům. Jelikož je v dnešní době obecně přijímána teorie posuvu filament, při kontrakci tak dochází ke zkracování sarkomer, což vyvolá zasunutí filament do sebe resp. se aktinové filamenty zasouvají mezi filamenty myozinové a tím je zkrácena i délka samotné myofibrily.

Interakce mezi myozinovými hlavami a aktinovými filamenty je tedy vyvolána prostřednictvím vápenatých iontů, které se podle Bartůňkové (Bartůňková, 2006) váží s troponinem, vzniká kalcio-troponinový komplex, zruší se vazba troponinu s tropomyozinem a vytváří se vazba aktinu a myozinu. Vazbou vznikají příčné můstky aktinomyozinu. Tato vazba je dána uvolněním volných aktivních míst na aktinu, po kterých se natahují hlavy myozinu. Zvyšuje se napětí a objevuje se tzv. izometrická¹⁵ kontrakce. Při anizometrické (isotonické)¹⁶ kontrakci se hlavy myozinu posouvají a tenká vlákna aktinu kloužou, přibližují se k centru sarkomery. K této činnosti je třeba dodání energie ve formě ATP (adenozintrifosfát) a je třeba i přítomnosti hořčnatých iontů.

Po skončení dráždění svalu se vápenaté kanály pro vápenaté ionty uzavírají a ty se pak aktivní pumpou (pomocí ATP) vrací ze sarkoplazmy nazpět do sarkoplazmatického retikula. Troponin – tropomyozinový komplex se vrací do výchozí pozice, při které je opět zablokována vazba myozinu na aktin. ADP (adenozindifosfát) je resyntetizován na ATP. Sarkomera se vrací do své původní délky (obr. 8), sval relaxuje (Bartůňková, 2006).

¹⁵ Je to taková kontrakce, při níž sval vykonává činnost statickou, nemění délku a jeho akce je patrná na změně napětí svalového bříška (nejširší úsek svalu). Tento druh stahu charakterizuje různé výdrže. Sval přitom rychle podléhá únavě, neboť trvajícím stahem ztěžuje průtok krve (Čihák, 2001).

¹⁶ Při této kontrakci se mění délka svalu (a při měnění se délce zůstává stejné vnitřní napětí svalu); isotonická kontrakce je dvojitá – kontrakce koncentrická, při které se sval zkracuje, a kontrakce excentrická (brzdící), při níž se sval prodlužuje (Čihák, 2001).



Obrázek 8 - fáze svalové kontrakce (Bartůňková, 2006)

2.6.3 Typy svalových vláken kosterního svalstva

Podle morfologických i funkčních vlastností (tloušťky, barvy, množství mitochondrií, účasti enzymů, rychlosti kontrakce, unavitelnosti) se v příčně pruhovaném svalstvu rozlišují vlákna rychlá a pomalá (Čihák, 2001). V jednom svalu se vyskytují oba typy vláken, nicméně v různém zastoupení. Morfologicky i funkčně rozlišujeme tři typy vláken:

- Rychlá glykolytická (FG)
 - Rychlá oxidativně glykolytická (FOG)
 - Pomalá oxidativní (SO)
- (Bartůňková, 2006).

Rychlá glykolytická svalová vlákna se obvykle jeví jako světlá resp. bílá díky malému množství myoglobinu¹⁷ obsaženém v sarkoplazmě. Zde se také nacházejí, oproti ostatním svalovým vláknům, poměrně malá množství mitochondrií a také málo buněčných jader. Opakem je počet myofibril, kterých je početně nejvíce, jejich kontrakce je rychlá (fázické svaly) ovšem unavitelnost velká. Ke své činnosti je třeba dodání velkého množství ATP a katalyzátory chemických reakcí svalového metabolismu zastupují glykolytické enzymy.

Rychlá oxidativně glykolytická svalová vlákna se jeví jako červená, tudíž v sarkoplazmě obsahují větší množství myoglobinu. Mitochondriální zastoupení vůči ostatním svalovým vláknům je střední, to samé se týká také počtu buněčných jader, počtu myofibril, průběhu kontrakce, nástupu unavitelnosti a množství ATP potřebné pro svalovou kontrakci. Katalyzátory chemických reakcí svalového metabolismu jsou zde oxidativně glykolytické enzymy.

Pomalá oxidativní svalová vlákna se jeví jako jistě červená, jelikož je v sarkoplazmě obsaženo nejvíce barviva myoglobinu ze všech svalových vláken. I počet mitochondrií i buněčných jader značně převyšuje množství uvedené u předešlých dvou typů vláken. Početní zastoupení myofibril je značně malé, jejich kontrakce probíhá nejpomaleji (tonické svaly) a unavitelnost je nejmenší. Energie ve formě ATP spotřebovávají ze všech svalových vláken nejméně. Katalyzátory chemických reakcí svalového metabolismu jsou zastoupeny oxidativními enzymy.

2.6.4 Obecná svalová mechanika

Svaly jsou seskupeny okolo kloubů tak, že jeden a týž pohyb je zajištěn souhrou několika svalů. Sval, který pohyb provádí se nazývá atomista. Sval, který vyvolá opačný pohyb se nazývá antagonist. Souhlasně pracující svaly se nazývají synergisté. Jeden ze synergijních svalů je pro určitý pohyb kloubů svaem hlavním a ostatní jsou svaly pomocné. Výsledný pohyb je dán svalovou souhrou (Elišková, Naňka 2006).

¹⁷ Barvivo obsažené ve svalových vlákněch, které je podobné hemoglobinu, krevnímu barvivo, které je obsažené v červených krvinkách.

3. METODIKA PRÁCE

3.1. Cíle práce

Cílem tohoto výzkumu je analýza funkčnosti a rozsahu zapojení poškozeného svalstva vlivem plasticko-chirurgického augmentačního zákroku u předem vybrané pohybové činnosti před a následně po operaci s několika měsíčním odstupem (konkrétně 3 měsíce - doba ponechána pacientce na rekonvalescenci) využitím neinvazivní povrchové elektromyografie (EMG).

3.2 Úkoly práce

- stanovení hypotéz práce
- shromáždění a utřídění teoretických podkladů týkající se plastické chirurgie a samotného augmentačního zákroku
- prostudování dostupné literatury pojednávající o anatomii a fyziologii svalstva
- stanovení vhodné výzkumné metody pro vyhodnocení získaných dat
- zajistit ochotu zúčastnění se probandek
- vhodně zvolit testovací cviky a místo jejich provádění
- vybrat patřičné svaly, které budou předmětem výzkumu
- pomocí EMG analyzovat činnost předvybraných svalů před a následně i po plasticko-chirurgickém zásahu do fyziologické struktury *m. pectoralis major*
- zpracování, vyhodnocení a následná interpretace intraindividuálně získaných dat získaných na základě elektromyografického měření
- formulování závěrů

3.3 Vědecká otázka

Co se stane z fyziologického hlediska s funkčností a zapojením testovaných svalů při běžných každodenních činnostech po morfologickém porušení zhruba dvou třetin origo *m. pectoralis major*?

Je možné prezentovat výsledky veřejnosti a poučit tak budoucí pacientky o možné i nemožné ztrátě funkčnosti a síly svalů, což by se mohlo projevit v prvotním případě i následnou změnou životního stylu?

3.4 Hypotézy

H1 – Předpokládá se že *m. pectoralis major* nebude schopen po augmentačním zákroku diferenciaci své funkce z důvodu chirurgického odpreparování části svalu od sterna.

H2 – Předpokládá se, že dynamika timingu (časová aktivace) nástupu zapojení testovaných svalů bude odlišná jak před a i po augmentační operaci.

H3 – Předpokládá se, že při porušení *m. pectoralis major* vlivem chirurgického zákroku, bude jeho funkce částečně převzata jinými svaly.

3.5 Charakteristika výzkumu

Jedná se o případovou výzkumnou studii empiricko-teoretického charakteru s experimentálním způsobem získávání dat pomocí neinvazivní povrchové elektromyografie (EMG). Na základě intraindividuální komparativní analýzy byla u každé probandky prověřena činnost některých thorakohumerálních svalů na základě předem vybraných specificky testovacích cviků prováděných před a následně po dobrovolném podstoupení plasticko-chirurgické augmentační operace ženského poprsí.

3.6 Charakteristika sledovaného souboru

Z důvodu poměrně veliké finanční zátěže investované do změny svého vlastního vzhledu, která má v mé diplomové práci charakter podstoupení plasticko-chirurgického augmentačního zákroku a také poměrně dlouhé následné rekonvalescence se uvolila k podstoupení mé výzkumné studie skupinka pouze čtyř žen. Žádná z nich spolu nesdílí žádné sportovní aktivity, pochází z různých míst České republiky, každá má jiný konstituční charakter postavy a jejich průměrný věk je 26,3 let, ($s = 5,3$). Každá probandka se před každým měřením podrobila kineziologickému rozboru vedeným diplomovaným fyzioterapeutem. Vyšetřením byla vyloučena jakákoli patologická možnost ovlivnění správného provedení testovaných cviků. Na osobní žádost každé z probandek nebudu uvádět jejich jména ani jiné další konkrétnější informace.

3.7 Charakteristika použitého technického vybavení

Na základě doporučení, snadné manipulace a dostupnosti byl pro můj výzkum použit přenosný měřicí přístroj KAZE5. Tento přístroj byl vyvinut na půdě UK FTVS pro možnost mobilní snímatelnosti elektrické aktivity vybraných svalových skupin v terénu. KAZE5 je vybaven sedmi kanály pro snímání EMG potencionálů a jedním kanálem pro synchronizaci s videozáznamem. Mobilita přístroje je zajištěna jeho vahou (1200g) a užití sportovní ledvinky upevněné okolo pasu probandky, do které je přístroj vložen (obr. 9). Dalšími specifiky KAZE5 jsou :

- vzorkování 200 vzorků/sec, tj. 5msec
- frekvence: spodní filtr 29Hz
- frekvence: horní filtr 1200Hz
- regulace citlivosti 0,05 – 2mV
- nastavitelná délka měření v intervalu 5sec – 4min 50sec
- sedm plochých pokovovaných elektrod o průměru 7mm převedených do přístroje stíněnými kabely
- vlastní uzemnění
- ukládání dat do vlastní paměti přístroje bez telemetrického přenosu

- přenos dat z vlastní paměti přístroje do přenosného PC, kde jsou upraveny specifickým softwarem KAZE5
- časová konstanta pro zvolený charakter vyhlazení signálu je stanovena $\tau = 0,04$ sec
- vlastní napájení v podobě tří samostatných akumulátorů NiMH
- jediný přístroj svého druhu
- tehdejší světový technický unikát pro mobilní snímání EMG potenciálů
- autor a výrobce – Karel Zelenka

Navzdory unikátnosti KAZE5 je třeba nezapomínat na to, že během telemetrického přenosu naměřených dat se objevuje určité množství nspecifikovatelných elektromagnetických poruch. Záznam tak často bývá znehodnocen množstvím vlivů, které byly vyvolány přenosem informací skrz elektromagneticky poměrně znečištěné prostředí.



Obrázek 9 – mobilní EMG zařízení KAZE5

Synchronizace videozáznamu s KAZE5 byl zprostředkován digitální videokamerou SONY Full HD a jednotlivé testovací cviky byly prováděny se

cvičebním expandérem zajišťující stejný odpor při jednotlivých testovacích pohybech, který byl upevněn na určité příčky žebřin v závislosti na druhu prováděného cvičení.

3.8 Počátky elektromyografie

Elektromyografie podle Kellera (Keller, 1999) patří mezi elektrofyziologické techniky, které napomáhají hodnocení funkčního stavu motorického systému. Východiskem pro tuto metodu byl vznik a rozvoj neurofyziologie. Poprvé byla detekována elektrická odpověď při kontrakci svalu v roce 1838, kdy Matteucci použil izolovaný preparát nerv-sval a preparovaný nerv (ischadicus) položil přes sval druhé končetiny. Aktivita svalu in-situ podráždila nerv preparátu a vyvolala pohyb i v tomto izolovaném svalu. V roce 1850 Helmholtz měřil rychlost vedení nervem na zvířeti, později i u lidí, když po podráždění nervu registroval mechanickou odpověď svalu.

Počátek elektromyografie lze datovat do roku 1851, kdy Du-Bois-Reymond použil jako registrační elektrody baňky s elektrolytem a registroval elektrickou odpověď ze svalu při volní kontrakci. Ještě v tomto století byly objeveny motorické body, místa nejnižšího prahu pro podráždění svalu. Krause, po němž jsou pojmenovány receptory kožní, správně usuzoval, že motorické impulzy jsou přenášeny do svalu přes motorické ploténky, které již dříve popsal Kühne. Na přelomu 19. a 20. století Piper (1912) registroval volní svalovou aktivitu jako opakované akční potencionály.

Dalším zdokonalováním vyšetřovacích technik pak bylo možno oblast zájmu rozšířit i na celý motorický i sensitivní (senzomotorický) systém. Důležité pak byly nové poznatky neurofyziologické. Elektrofyziologie, která od 40. let 20. století prodělávala velmi bouřlivý rozvoj (důkazem toho je několik Nobelových cen udělených za výzkum v oblasti elektrofyziologie), ukázala, že buněčná membrána excitabilních buněk /nervových i svalových) je nejen nositelem elektrického náboje jako buňky ostatních tkání, ale má schopnost tento potenciál přechodně změnit. Právě tuto změnu elektrického potenciálu lze při EMG vyšetření přístrojem zaznamenat ať už v průběhu nervu nebo konečně ve svalu.

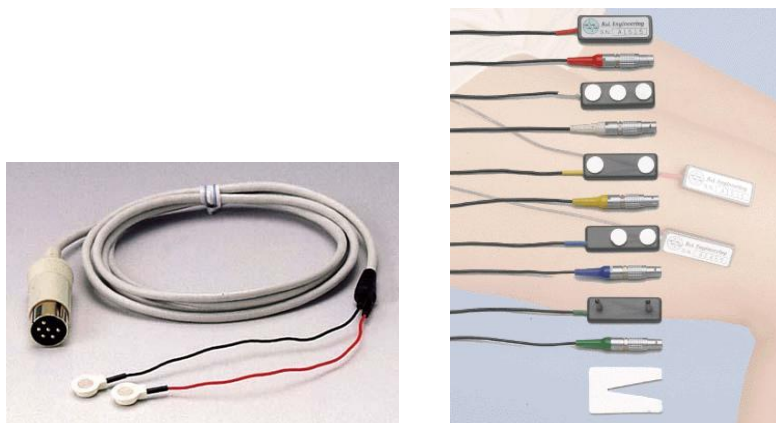
Pro další rozvoj elektrofyziologie mělo velký význam, když Erlanger a Gasser (1922) jako první použili katodovou trubici k registraci biopotenciálů a Adrian (1929) zavedl koncentrickou elektrodu a akustické monitorování EMG. V následujících

desetiletích byly objeveny nejrůznější EMG fenomény, takže v roce 1961 se mohl uskutečnit I. Mezinárodní elektromyografický kongres v Itálii (Keller, 1999).

3.9 Charakteristika použitých výzkumných metod

3.9.1 Metoda povrchové elektromyografie (EMG)

Tato vyšetřovací metoda umožňuje tzv. neinvazivně snímat elektrickou aktivitu (EA) kosterních svalů pomocí speciálních povrchových elektrod (obr. 10), které jsou aplikovány na tzv. bříško měřeného svalu v co největší blízkosti motorického bodu nebo mezi motorický bod a šlachu. Správnou a tím i nejvhodnější polohu elektrod pro snímání EA je určována pomocí palpační metody nejlépe diplomovaným fyzioterapeutem.



Obrázek 10 – druhy elektrod pro snímání elektrické aktivity kosterních svalů neinvazivní povrchovou EMG

Touto metodou tedy studujeme svalovou funkci pomocí analýzy změn elektrického potenciálu, které nastávají při aktivování resp. činnost svalu. Depolarizace nebo-li snížení membránového potenciálu svalového vlákna z klidové hodnoty -90mV na hodnotu nižší je doprovázena pohybem iontů generující elektrické pole v blízkosti svalového vlákna. Následující tzv. depolarizace představuje fázi obnovení klidového membránového potenciálu svalového vlákna. Obě tyto fáze vodivosti spolu dávají vznik prvotního zdroje změny elektrického potenciálu uvnitř svalu.

Výsledkem EMG signálu je sled akčních potenciálů motorických jednotek, které jsou zaznamenány speciální povrchovou elektrodou v blízkosti palpovaných a kontrahovaných svalových vláken. Při měření povrchového EMG, akční potenciál (AK) prochází přes přilehlé svalové tkáně, skrze tuk a kůži na jejímž povrchu jsou elektrody detekovány.

Záznam naměřených hodnot se nazývá elektromyogram. Obvykle má podobu více či méně vyjádřeného interferenčního vzorce, který vzniká překrytím sumačních potencionálů většího počtu motorických jednotek. Nejedná se o prostou sumaci elektrického napětí v daném okamžiku, ale je výsledkem jejich interferencí v prostorovém vodiči – sval, kůže, elektrody (Rodová, Mayer, Vaňura, 2001).

Povrchová EMG dále slouží k pozorování ko-aktivace svalů v průběhu komplexního i selektovaného pohybu a vlivu zátěže na svalovou funkci. Umožňuje zhodnotit průběh terapeutického procesu nebo efektivitu tréninku. Pomocí povrchového EMG lze při vyšetřování komplexních pohybových vzorů sledovat okamžik a rychlost nástupu svalové aktivity vybraných svalů i relativní poměr jejich zapojení. Metodika povrchového měření EMG je uznávána jako vhodný prostředek vyšetření pro kineziologickou analýzu lidského pohybu včetně vyšetření chůze a postury (Rodová, Mayer, Vaňura, 2001).

3.9.2 Metoda fázového posunu

V některých specifických případech cyklických pohybů je třeba užít tuto metodu, jelikož sledované pohyby nebo záznamy mají různou periodu. Pokud u takových pohybů chceme pozorovat timing (časové zapojení) jednotlivých svalů, nabízí se možnost porovnávat relativní časový posun vztahený vůči periodě pohybu. Fázový posun svalové činnosti $\varphi(x, y)$ je podíl časového posunu činnosti dvou svalů $t_s(x, y)$ a periody činnosti dvojice svalů $T(x, y)$:

$$\varphi(x, y) = \frac{t_s(x, y)}{T(x, y)}$$

Využití fázového posunu při vyhodnocení pohybu je výhodné při zkoumání fázování pohybu a zkoumání zapojení dvojice agonista – antagonisty v jednotlivých fázích cyklu. Další výhodou uvedení fázového posunu je pozorování změn v časování pohybu po aplikaci terapie (Hojka, 2010).

3.9.3 Metoda integrované EMG

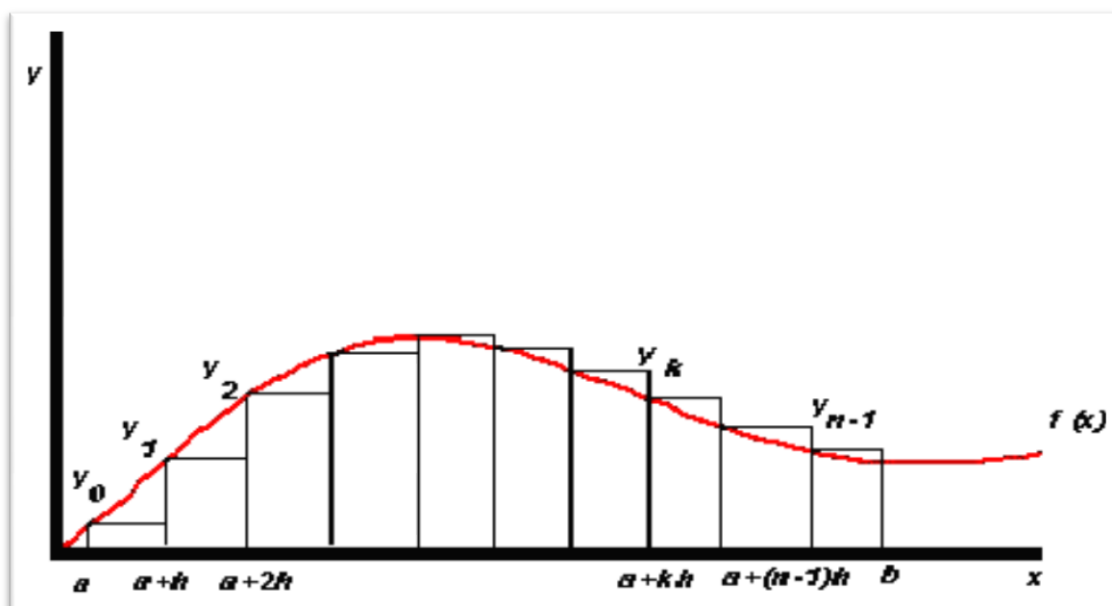
Pro vyhodnocení vybraných částí EMG křivky průměrného pracovního (krokového) cyklu nám dopomůže jako podpůrný ukazatel metoda integrované EMG resp. výpočet plochy pod EMG křivkou. Samotný výpočet plochy je určen tzv. obdélníkovou metodou.

- **Obdélníková metoda:**

$$\int_a^b f(x) dx \approx S = h (y_0 + y_1 + \dots + y_{n-1}), \text{ kde}$$

$$h = \frac{b-a}{n} \quad \text{a} \quad y_k = f(a + kh).$$

Plochu, kterou jsme získali integrovaným výpočtem $\int_a^b f(x) dx$ nahazujeme plochou, která je složena z jednotlivých na sebe přiléhajících obdélníků (obr. 11).



Obrázek 11 - obdélníková metoda výpočtu plochy pod EMG křivkou

Získanými údaji průměrného pracovního (krokového) cyklu lze číselně definovat dynamiku velikosti vykonané práce měřených svalů, konkrétně jejich úseky. Pracovní jednotkou byl zvolen součin tří veličin [*m.V.s*]. Pro možnost vzájemného srovnání se plochy pod EMG křivkou upraví přepočtem podle nastavení citlivostí jednotlivých kanálů používaného EMG přístroje, v našem případě konkrétně podle KAZE5.

Při užívání této metody se nesmí zapomínat na nepřesnosti, které jsou způsobeny deformací EMG křivky. Důvodem je zapojení velkého počtu motorických jednotek a jejich vzájemná interference při svalové činnosti.

Další nepřesnost je způsobena samotným zápisem EMG potenciálů přístrojem. Bylo zjištěno, že při správné evaluaci křivky je nutno vycházet z 10% hodnoty naměřené na ose y, kde 100% je zastoupeno výškou stanovené amplitudy resp. maximální relativní hodnoty křivky pracovního (krokového) cyklu naměřené také na ose y (obr. 12). Tímto způsobem jsme pak schopni stanovit počátky aktivace, časový nástup a odeznění aktivace mezi měřenými svaly, čímž se jeví výhoda užití povrchové EMG při intraindividuálním komparativní analýze mého výzkumu.



Obrázek 12 - kvantitativní způsob evaluace naměřených dat

3.10 Zpracování dat

Jako nejvhodnější možný způsob prověření funkčnosti a zapojení fyziologicky poškozených svalů vlivem plasticko-chirurgického augmentačního zákroku byl zvolen soubor několika jednoduchých testujících pohybů doprovázených vždy stejným odporem zastoupeným cvičebním expandérem, jehož volný konec byl upevněn, v závislosti na prováděných pohybech, na různých příčkách žebřin.

Do souboru testovacích pohybů byly po konzultaci s diplomovaným fyzioterapeutem zařazeny celkem tři motoricky velmi jednoduše proveditelné druhy cvičení, které byly vybrány na základě kompletního obsahu postupného zapojení všech měřených svalů v průběhu každého z pohybů a také z důvodu zmiňované jednoduchosti zvládnutelnou všemi čtyřmi probandkami bez jakéhokoli motorického problému.

Každý ze tří sledovaných pohybů byl v průměru odcvičen 5x opakovaně za sebou v průběhu 20ti sec. Poté následovala několika minutová pauza na nezbytné přenesení dat ze záznamníku EMG přístroje do přenosného PC. Jelikož se jedná o intraindividuální komparativní analýzu pohybu provedeného probandkou před

zákrokem a poté po zákroku je nutné uvést, že tím byl počet cvičení zdvojnásoben. Každá probandka tedy odcvičila 30 testujících pohybů - pracovních (krokových) cyklů čili od všech čtyř testovaných osob byla v průměru poskytnuta data z celkem 120 jednotlivých pohybů – pracovních (krokových) cyklů.

Prověření funkčnosti a zapojení vybraných svalů bylo prověřeno pohyby:

- horizontální addukce (plynulý pohyb z upažení do předpažení zkřížmo)
- diagonální pohyb ze vzpažení zevnitř do připažení zkřížmo přes trup
- diagonální pohyb z upažení dolů poníž do vzpažení zevnitř zkřížmo přes trup

Každý z uvedených pohybů byl odcvičen dominantní horní končetinou (u všech probandek se jednalo o pravou paži).

Data byla jednotlivými cviky získána ze sedmi fyzioterapeutem palpovaných svalů, na které při simulované činnosti nebo při podání odporu fyzioterapeutem, byly umístěny do místa nejsilnější kontrakce povrchové elektrody. Fotodokumentace lokalizace elektrod je k dispozici v příloze č. 3A,3B. Tento počet a hlavně výběr svalů byl takto stanoven na základě množstevního omezení použitých povrchových elektrod (pouze sedm) a nemožností užití tzv. invazivní jehlové elektromyografie, která umožňuje přesnější sběr dat ze sledovaných palpovaných svalů a také měření hlubších svalových skupin, jejichž sledování je tímto v mé práci naprosto vyloučeno.

Během provádění jednotlivých testovacích cvičení byly do průběhu pohybu postupně zapojovány měřené svaly a to konkrétně podle anatomického názvosloví:

1. m. pectoralis major pars clavicularis
2. m. pectoralis major pars sternocostalis
3. m. pectoralis major pars abdominalis
4. m. deltoideus pars clavicularis
5. m. serratus anterior
6. m. latissimus dorsi
7. m. infraspinatus

Jedná se tedy o určitý výběr svalů v rámci spinohumerální, thorakohumerální, lopatkové a ramenní anatomické skupiny svalů, které byly vybrány na základě jejich specifické funkce zajišťující pohyb horní končetiny při provádění testovacích pohybů.

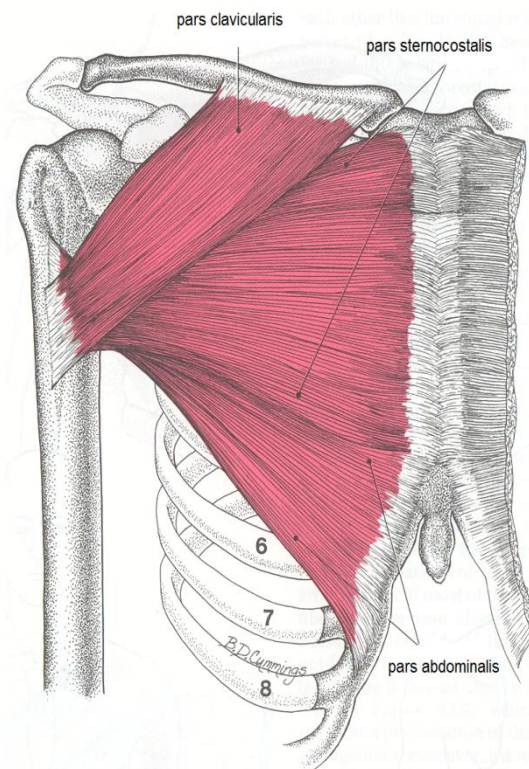
M. pectoralis major (obr. 13, 14) - velký prsní sval podle Dylevského (Dylevský, Druga, Mrázková, 2000) je mohutný sval, pokrývající přední stranu hrudníku. Velký prsní sval má podle svých začátků tři části.

Origo (svalový začátek):

- **pars clavicularis** začíná jako plochý sval od mediální třetiny klíční kosti, vyvolává ventrální flexi, addukci a vnitřní rotaci paže. Podle Čiháka (Čihák, 2001) klavikulární část pomáhá při předpažení a udržuje v něm paži.
- **pars sternocostalis** začíná od sternu a od chrupavek II. – V. žebra a provádí addukci a vnitřní rotaci paže.
- **pars abdominalis** odstupuje od pochvy přímých břišních svalů. Funkce této části svalu je stejná jako u *m. pectoralis major pars sternocostalis*. (Dylevský, Druga, Mrázková, 2000).

Insertio (spojení šlachy a kosti nebo-li svalový úpon):

Snopce svalu se vějířovitě překrývají a sbíhají se k rameni, kde přecházejí v silnou šlachu, upínající se na crista tuberculi majoris pažní kosti (Dylevský, Druga, Mrázková, 2000).



Obrázek 13 - *m. pectoralis major* pars clavicularis, sternocostalis a abdominalis (Travell, Simons, 1999)

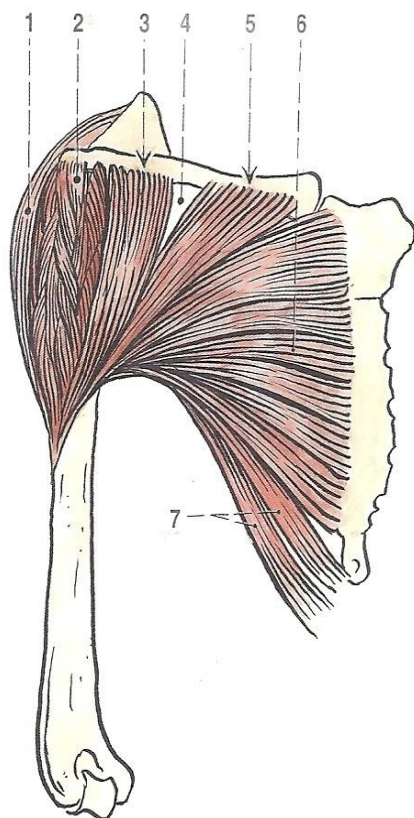
M. deltoideus (obr. 14, 17) - sval deltový má podle Čiháka (Čihák, 2001) jméno podle tvaru, jímž připomíná řecké velké písmeno delta (Δ). Má tvar části pláště kužele se základnou na spina scapulae, akromiu a na klavikule a s dolu obráceným vrcholem kužele, upnutým na humerus zevně, nad polovinou délky humeru. Od vnějšího okraje *m. pectoralis major* je deltový sval oddělen štěrbinou trigonum deltoideopectorale. Dále podle Dylevského (Dylevský, Druga, Mrázková, 2000) má sval tři funkčně odlišné části.

Origo (svalový začátek):

- **pars clavicularis** začíná od zevní třetiny klíční kosti a provádí ventrální flexi, abdukci a vnitřní rotaci paže nebo-li podle Čiháka (Čihák, 2001) se účastní předpažení.
- **pars acromialis** odstupuje od nadpažku a provádí abdukci paže a její udržování nebo-li podle Čiháka (Čihák, 2001) akromiální část působí upažení.
- **pars spinalis** začíná od celé délky spina scapulae a provádí extenzi a zevní rotaci paže nebo-li podle Čiháka (Čihák, 2001) se tato část deltového svalu účastní zapažení.
(Dylevský, Druga, Mrázková, 2000).

Insertio (spojení šlachy a kosti nebo-li svalový úpon):

Hrubé svalové snopce sestupují ke svému úponu na tuberositas deltoidea humeri (Dylevský, Druga, Mrázková, 2000).



- 1 m. deltoideus, spinální část
- 2 m. deltoideus, akromiální část
- 3 m. deltoideus, klavikulární část
- 4 trigonum deltoideopectoriale
- 5 m. pectoralis major, klavikulární část
- 6 m. pectoralis major, sternokostální část
- 7 m. pectoralis major, abdominální část

Obrázek 14 - *m. deltoideus* a jeho části, *m. pectoralis major* a jeho části (Čihák, 2001)

M. stratus anterior (obr. 15, 16) - pilovitý sval přední je plochý sval jdoucí od žebíř po zevní ploše hrudníku dozadu a mediálně, k mediálnímu okraji lopatky (Čihák, 2001).

Origo (svalový začátek):

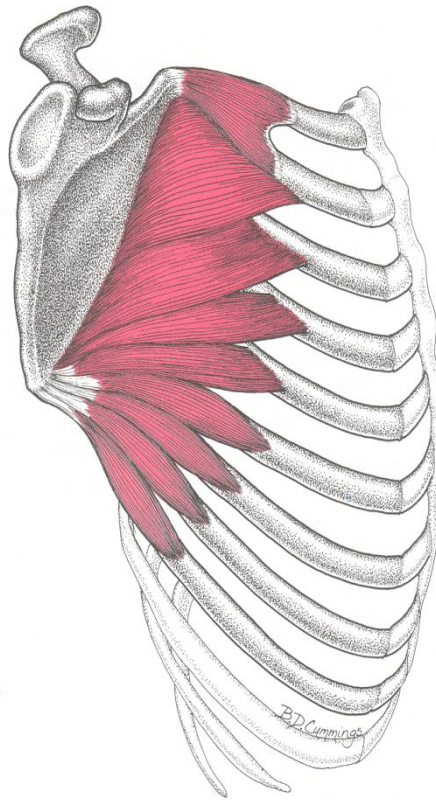
Sval začíná zuby od devíti kranálních žebíř, přičemž dolní okraj svalu se zasouvá mezi podobně upravené snopce *m. obliquus externus abdominis* (Dylevský, Druga, Mrázková, 2000).

Insertio (spojení šlachy a kosti nebo-li svalový úpon):

Přikládá se na zadní plochu hrudníku a upíná se po celé délce mediálního okraje lopatky (Dylevský, Druga, Mrázková, 2000).

Funkce svalu:

Sval přitahuje lopatku k hrudníku, táhne ji zevně (zvláště dolní úhel lopatky), čímž obrací kloubní jamku nahoru. Napomáhá tak předpažení a vzpažení nad horizontálu (Dylevský, Druga, Mrázková, 2000).



Obrázek 15 - *musculus serratus anterior* (Travell, Simons, 1999)

Musculus latissimus dorsi (obr. 16) - široký sval zádový je podle Dylevského (Dylevský, Druga, Mrázková, 2000) mimořádně rozsáhlý plochý sval, který pokrývá převážnou část zádové krajiny.

Origo (začátek svalu):

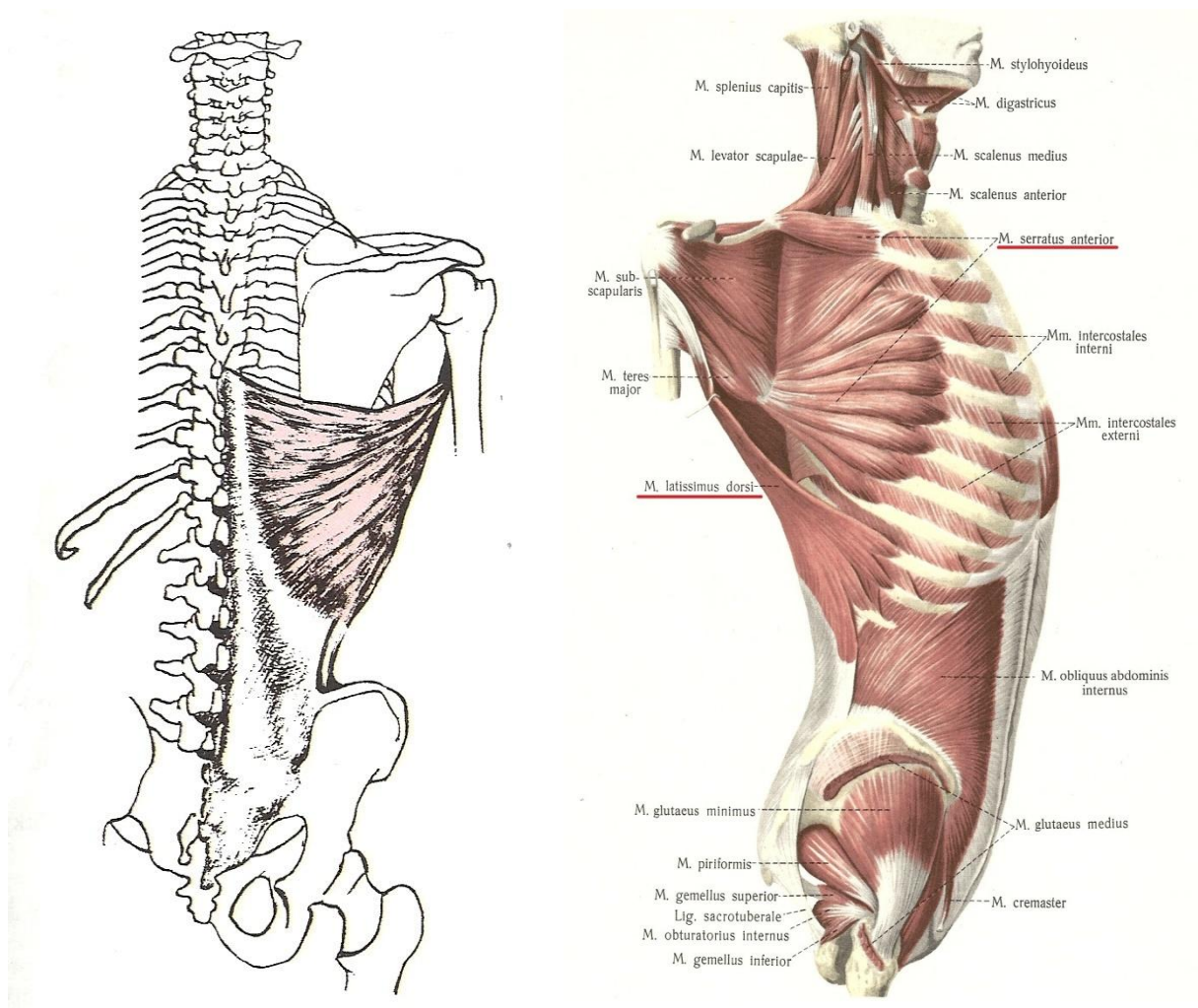
Sval začíná plochou aponeurózou na trnech šesti kaudálních hrudních obratlů, na všech trnech bederních obratlů a na crista sacralis mediana (tzv. páteřní část svalu). Další část svalu odstupuje od crista iliaca (tzv. kyčelní část) a další pak od tří až čtyř kaudálních žeber (tzv. žeberní část) (Dylevský, Druga, Mrázková, 2000).

Insertio (spojení šlachy a kosti nebo-li svalový úpon):

Všechny snopce směřují k podpažní jamce, kde se krátkou a plochou šlachou upínají společně s teres major na crista tuberkuli minoris (Dylevský, Druga, Mrázková, 2000).

Funkce svalu:

Sval provádí addukci (připažení), extenzi (zapažení) a vnitřní rotaci paže (Dylevský, Druga, Mrázková, 2000).



Obrázek 16 - *m. latissimus dorsi* a *m. serratus anterior* (Dylevský, Druga, Mrázková, 2000), (Čihák, Lemež, 1980)

M. infraspinatus (obr. 17) - sval podhřebenový vyplňuje podhřebenovou jámu lopatky jako silný sval se složitě zpeřenými snopci (Čihák, 2001).

Origo (začátek svalu):

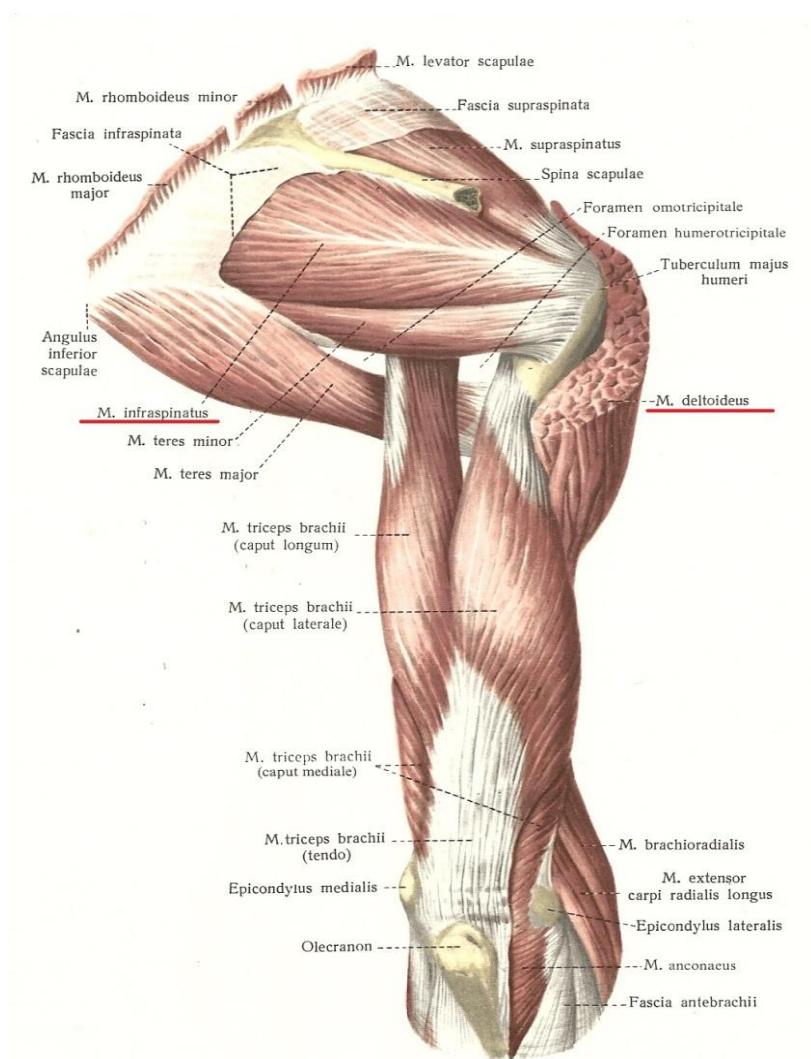
Fossa infraspinata a tuhá povrchová fascie svalu (Čihák, 2001).

Insertio (spojení šlachy a kosti nebo-li svalový úpon):

Svalové snopce sbíhají do míst, kde se šlacha svalu upíná do dorzální strany kloubního pouzdra a na střední fazetu tuberculum majus (Dylevský, Druga, Mrázková, 2000).

Funkce svalu:

Sval provádí zevní rotaci a pomocnou addukci (Dylevský, Druga, Mrázková, 2000).



Obrázek 17 - *m. infraspinatus* a *m. deltoideus* (Čihák, Lemež, 198

3.10.1 Interpretace dat

Z každého testovacího pohybu (viz. výše) bylo u jednotlivých probandek hodnoceno 5 pracovních (krokových) cyklů ($n=5$) sledovaných svalů vždy nejdříve před a poté po augmentačním zákroku. V průběhu měření práce a zapojení vybraných svalů v průběhu cvičení byl pořizován videozáznam synchronizovaný s EMG přístrojem KAZE5 pro získání časové informace k ohodnocení zapojitelnosti sledovaných svalů.

EMG přístroj KAZE5 získané informace resp. data prostřednictvím nalepovacích povrchových elektrod, umístěných na palpovaný sval se vzdálenostmi mezi středy elektrod 3mm, zpracoval na základě nastavené citlivosti kanálů a tím byly data znázorněna jako plochy křivek, které byly pomocí koeficientů převedeny na jednu srovnatelnou úroveň. Takto upravené křivky měřených svalů byly přeneseny a následně zobrazeny v přenosném PC a tím tedy každá křivka vypovídala o aktivitě každého jednotlivého sledovaného svalu.

Pro matematické a statistické zpracování, porovnání a následné vyhodnocení dat získaných z měřených svalů bylo provedeno v programu MatlabR14 (MathWorks, Inc.) a Microsoft Excel. Předmětem vyhodnocení byly časové nástupy (timing) a následné odeznění svalové aktivity jednotlivých měřených svalů určené formou maximálních hodnot crosskorelací, které umožnily stanovení procentuální hodnoty fázových posunů nástupů jejich aktivace v rámci jednoho průměrného pracovního (krokového) cyklu testovacího pohybu. V rámci cyklu byla hledána data v intervalu od -0,5 až do 0,5 v procentuálním vyjádření.

Jako podpůrný ukazatel při jednom pracovním (krokovém) cyklu byla použita metoda integrovaného EMG (tzv. průměrná plocha po EMG křivkou) a to podle Merlettiho (Merletti, Parker, 2004) s výhradami k interpretaci hodnot jako absolutních ukazatelů svalové práce. Jak již bylo výše zmíněno, pracovní jednotkou byl zvolen součin tří veličin [$m.V.s$] a pro možnost vzájemného srovnání se plochy pod EMG křivkou upraví přepočtem podle nastavení citlivostí jednotlivých kanálů používaného EMG přístroje (KAZE5).

4. VÝSLEDKOVÁ ČÁST

4.1 Vyhodnocení

Rozdílnost nastavení citlivosti jednotlivých kanálů vychází ze specifiky elektromyografie jako metody (Merletti, Parker, 2004). Záznam dat získaných prostřednictvím testovacích pohybů byl uskutečněn pomocí specifického programu pro použitý EMG záznamník (KAZE5) na 8 bitové škále. Díky nastavení různé citlivosti každého ze sedmi kanálů bylo možné získat kvalitní EMG křivku s dostatečným množstvím dat pro následné matematické zpracování.

Tabulka 2 - měřené svaly s konkrétním nastavením citlivostí jednotlivých kanálů – horizontální addukce

Měřené svaly	citlivosti kanálů [mV]							
	PŘED augmentaci				PO augmentaci			
	Probandky ADDUKCE				Probandky ADDUKCE			
	I.	II.	III.	IV.	I.	II.	III.	IV.
1. <i>m. pectoralis pars clavicularis dx</i>	1	0,5	0,5	1	0,2	0,1	0,5	0,2
2. <i>m. deltoideus pars clavicularis dx</i>	0,2	0,2	0,2	0,5	0,2	0,1	0,2	0,2
3. <i>m. pectoralis pars sternocostalis dx</i>	0,5	0,5	0,2	0,1	0,2	0,5	0,1	0,2
4. <i>m. pectoralis pars abdominalis dx</i>	0,5	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,05	0,05
5. <i>m. serratus anterior dx</i>	0,2	0,1	0,05	0,1	0,2	0,1	0,1	0,05
6. <i>m. latissimus dorsi dx</i>	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
7. <i>m. infraspinatus dx</i>	0,05	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Tabulka 3 - měřené svaly s konkrétním nastavením citlivostí jednotlivých kanálů – diagonála shora

Měřené svaly	citlivosti kanálů [mV]							
	PŘED augmentaci				PO augmentaci			
	Probandky DIAGONÁLA SHORA				Probandky DIAGONÁLA SHORA			
	I.	II.	III.	IV.	I.	II.	III.	IV.
1. <i>m. pectoralis pars clavicularis dx</i>	1	0,5	2	1	0,2	0,1	0,5	0,1
2. <i>m. deltoideus pars clavicularis dx</i>	0,2	0,5	0,2	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2
3. <i>m. pectoralis pars sternocostalis dx</i>	0,2	0,5	0,2	0,1	0,2	0,2	0,05	0,2
4. <i>m. pectoralis pars abdominalis dx</i>	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,05	0,05
5. <i>m. serratus anterior dx</i>	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,05	0,1	0,05
6. <i>m. latissimus dorsi dx</i>	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
7. <i>m. infraspinatus dx</i>	0,05	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Tabulka 4 - měřené svaly s konkrétním nastavením citlivostí jednotlivých kanálů – diagonála zdola

Měřené svaly	citlivosti kanálů [mV]							
	PŘED augmentaci				PO augmentaci			
	Probandky DIAGONÁLA ZDOLA				Probandky DIAGONÁLA ZDOLA			
	I.	II.	III.	IV.	I.	II.	III.	IV.
1. <i>m. pectoralis pars clavicularis dx</i>	1	0,5	2	1	0,2	0,1	0,5	0,2
2. <i>m. deltoideus pars clavicularis dx</i>	0,2	0,5	0,2	0,5	0,2	0,2	0,2	0,5
3. <i>m. pectoralis pars sternocostalis dx</i>	0,2	0,5	0,2	0,1	0,2	0,2	0,05	0,2
4. <i>m. pectoralis pars abdominalis dx</i>	0,2	0,2	0,2	0,05	0,2	0,1	0,05	0,05
5. <i>m. serratus anterior dx</i>	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,05	0,2	0,05
6. <i>m. latissimus dorsi dx</i>	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
7. <i>m. infraspinatus dx</i>	0,05	0,1	0,1	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05

V následujících tabulkách (tab. č. 5 až tab. č. 15) jsou uvedeny fázové posuny, jejichž maximální hodnoty kroskorelací nástupu aktivace měřených svalů umožnily stanovení hodnoty uváděné v procentech v rámci průměrného pracovního (krokového) cyklu (n=5) v intervalu -0,5 až 0,5 s vyjádřením v procentech.

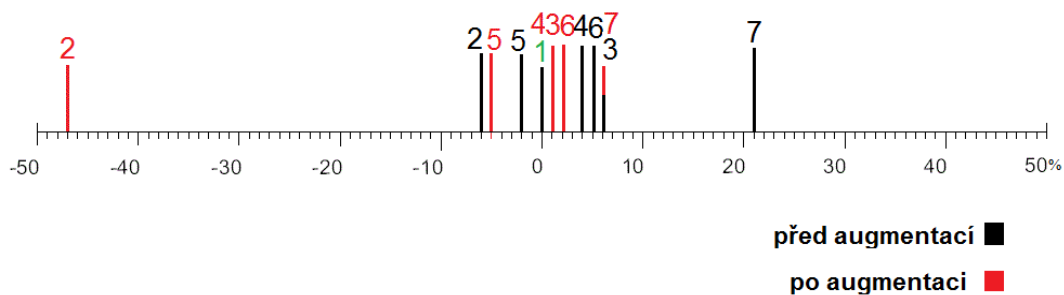
V tabulkách jsou také chronologicky seřazeny vybrané testovací pohyby, které probandky jednotlivě prováděly nejdříve před operací a pak tyto samé cviky po několika měsíční rekonvalescenci (konkrétně po třech měsících od zákroku) prováděly znovu a to se stejnými podmínkami. Jak bude popisováno níže (viz. 5. kapitola Diskuze) v každé z uvedené tabulky lze vyčíst jisté změny v nástupu rozhodující svalové aktivace (timingu) sledovaných svalů a objevení se určitých skutečností, které se tímto dají chápat jako určitý možný trend změny pohybového stereotypu, který je by se pak dal očekávat i u jiných žen, které se rozhodnou augmentační zákrok dobrovolně podstoupit.

Tabulka 5 - fázové posuny u probandky č. 1. - addukce, měřené svaly: 1. m. deltoideus pars clavicularis, 2. m. serratus anterior, 3. m. pectoralis major pars clavicularis, 4. m. pectoralis major pars sternocostalis, 5. m. pectoralis major pars abdominalis, 6. m. latissimus dorsi, 7. m. infraspinatus

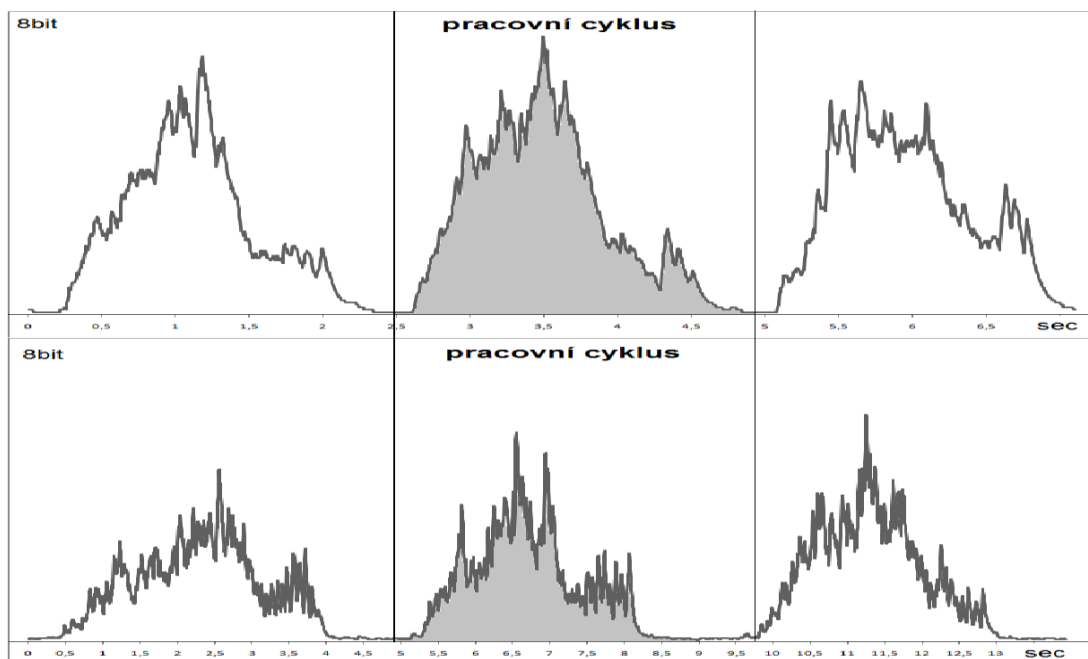
fázový posun – HORIZONTÁLNÍ ADDUKCE – před: proband I.							
	1	2	3	4	5	6	7
1	0%	1%	1%	0%	-3%	6%	23%
2		0%	0%	-2%	-6%	1%	-7%
3			0%	-1%	0%	-9%	-5%
4				0%	1%	2%	-4%
5					0%	-2%	-4%
6						0%	-10%
7							0%
fázový posun – HORIZONTÁLNÍ ADDUKCE – po: proband I.							
	1	2	3	4	5	6	7
1	0%	26%	24%	22%	23%	3%	5%
2		0%	0%	0%	0%	-40%	44%
3			0%	0%	1%	1%	-5%
4				0%	0%	5%	2%
5					0%	20%	18%
6						0%	-4%
7							0%

Tabulka 6 - fázové posuny u probandky č. II. - addukce, měřené svaly: 1. *m. pectoralis major pars clavicularis*, 2. *m. deltoideus pars clavicularis*, 3. *m. pectoralis major pars abdominalis*, 4. *m. pectoralis major pars sternocostalis*, 5. *m. serratus anterior*, 6. *m. latissimus dorsi*, 7. *m. infraspinatus*

fázový posun – HORIZONTÁLNÍ ADDUKCE – před: <i>proband II.</i>							
	1	2	3	4	5	6	7
1	0%	-7%	6%	4%	-2%	5%	21%
2		0%	3%	4%	-5%	3%	-5%
3			0%	-5%	-3%	-5%	-6%
4				0%	-6%	2%	-6%
5					0%	-1%	-4%
6						0%	-7%
7							0%
fázový posun - HORIZONTÁLNÍ ADDUKCE – po: <i>proband II.</i>							
	1	2	3	4	5	6	7
1	0%	-47%	1%	0%	-6%	2%	6%
2		0%	-47%	45%	49%	-46%	-49%
3			0%	-3%	-5%	0%	-2%
4				0%	-4%	4%	2%
5					0%	16%	15%
6						0%	-3%
7							0%



Graf č. 5 - fázové posuny u - probandka č. II. – horizontální addukce, měřené svaly: 1. *m. pectoralis major pars clavicularis*, 2. *m. deltoideus pars clavicularis*, 3. *m. pectoralis major pars abdominalis*, 4. *m. pectoralis major pars sternocostalis*, 5. *m. serratus anterior*, 6. *m. latissimus dorsi*, 7. *m. infraspinatus*



Graf č. 4 - EMG záznam vybraných pracovních cyklů u svalu *m. pectoralis major pars clavicularis* (výše uvedený - před augmentací, níže uvedený - po augmentaci)

Tabulka 7 - fázové posuny u probandky č. III. - addukce, měřené svaly: 1. *m. pectoralis major pars clavicularis*, 2. *m. deltoideus pars clavicularis*, 3. *m. pectoralis major pars sternocostalis*, 4. *m. pectoralis major pars abdominalis*, 5. *m. serratus anterior*, 6. *m. latissimus dorsi*, 7. *m. infraspinatus*

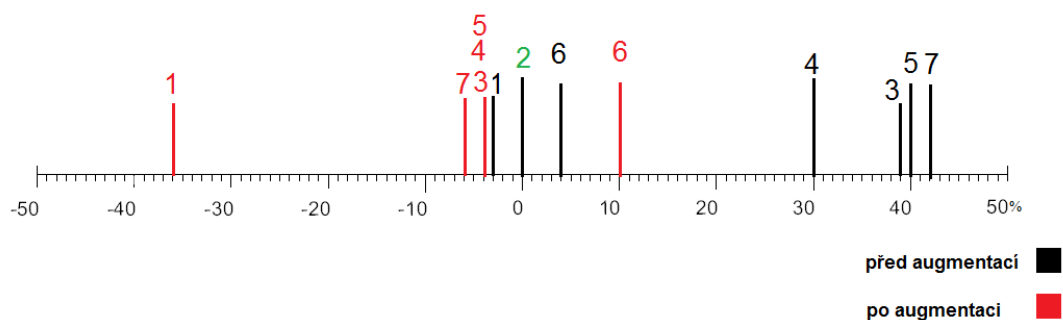
fázový posun – HORIZONTÁLNÍ ADDUKCE – před: <i>proband III.</i>							
	1	2	3	4	5	6	7
1	0%	-5%	-4%	0%	12%	-6%	11%
2		0%	-3%	3%	14%	47%	23%
3			0%	5%	12%	-46%	11%
4				0%	4%	45%	2%
5					0%	-49%	11%
6						0%	6%
7							0%
fázový posun – HORIZONTÁLNÍ ADDUKCE – po: <i>proband III.</i>							
	1	2	3	4	5	6	7
1	0%	-12%	6%	9%	7%	9%	40%
2		0%	18%	22%	18%	15%	49%
3			0%	0%	0%	0%	35%
4				0%	-3%	0%	33%
5					0%	0%	33%
6						0%	36%
7							0%

Tabulka 8 - fázové posuny u probandky č. IV. - addukce, měřené svaly: 1. *m. pectoralis major pars clavicularis*, 2. *m. deltoideus pars clavicularis*, 3. *m. pectoralis major pars sternocostalis*, 4. *m. pectoralis major pars abdominalis*, 5. *m. serratus anterior*, 6. *m. latissimus dorsi*, 7. *m. infraspinatus*

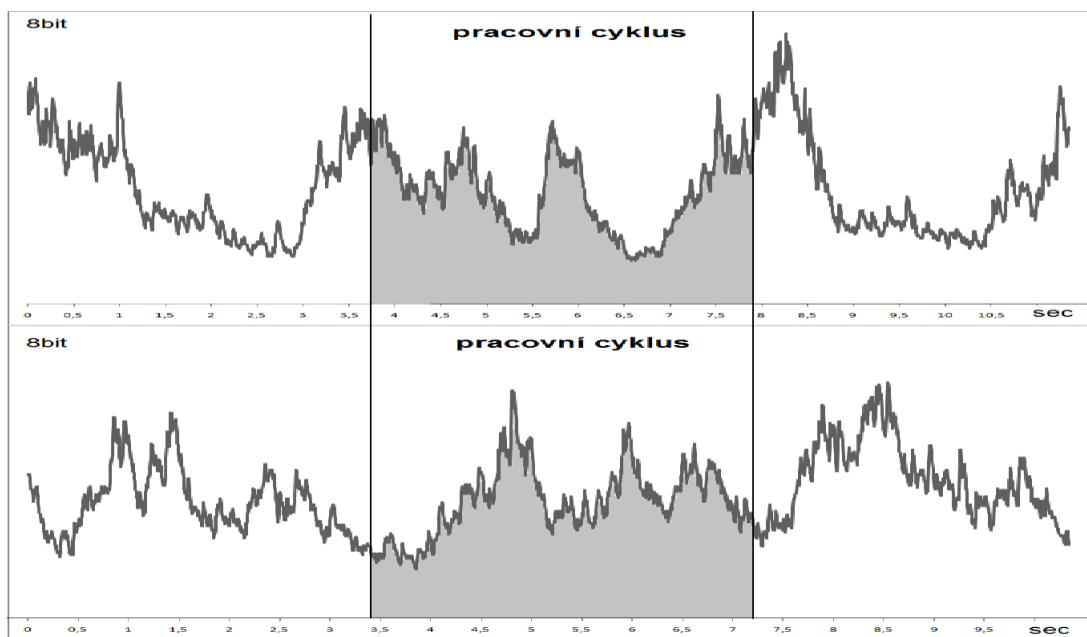
fázový posun HORIZONTÁLNÍ ADDUKCE – před: proband IV.							
	1	2	3	4	5	6	7
1	0%	-5%	-5%	-6%	-5%	-2%	7%
2		0%	-1%	1%	0%	3%	16%
3			0%	0%	0%	3%	12%
4				0%	0%	3%	10%
5					0%	3%	7%
6						0%	2%
7							0%
fázový posun HORIZONTÁLNÍ ADDUKCE – po: proband IV.							
	1	2	3	4	5	6	7
1	0%	-23%	0%	0%	-2%	-4%	2%
2		0%	-4%	1%	40%	-1%	47%
3			0%	0%	-2%	-2%	0%
4				0%	-4%	0%	1%
5					0%	0%	2%
6						0%	-5%
7							0%

Tabulka 9 - fázové posuny u probandky č. I. - diagonála shora, měřené svaly: 1. *m. deltoideus pars clavicularis*, 2. *m. serratus anterior*, 3. *m. pectoralis major pars clavicularis*, 4. *m. pectoralis major pars sternocostalis*, 5. *m. pectoralis major pars abdominalis*, 6. *m. latissimus dorsi*, 7. *m. infraspinatus*

fázový posun – DIAGONÁLA SHORA – před: <i>proband I.</i>							
	1	2	3	4	5	6	7
1	0%	-3%	46%	-45%	47%	-2%	0%
2		0%	39%	30%	40%	4%	42%
3			0%	-3%	-4%	3%	6%
4				0%	3%	5%	2%
5					0%	39%	40%
6						0%	-1%
7							0%
fázový posun – DIAGONÁLA SHORA – po: <i>proband I.</i>							
	1	2	3	4	5	6	7
1	0%	-36%	-47%	-48%	49%	5%	45%
2		0%	-4%	-4%	-4%	10%	-6%
3			0%	0%	1%	-4%	41%
4				0%	0%	20%	40%
5					0%	1%	-3%
6						0%	-2%
7							0%



Graf č. 1 – fázové posuny – diagonála shora – probandka č. I, měřené svaly: 1. *m. deltoideus pars clavicularis*, 2. *m. serratus anterior*, 3. *m. pectoralis major pars clavicularis*, 4. *m. pectoralis major pars sternocostalis*, 5. *m. pectoralis major pars abdominalis*, 6. *m. latissimus dorsi*, 7. *m. infraspinatus*



Graf č. 2 – EMG záznam vybraných pracovních cyklů u svalu *m. stratus anterior* (výše uvedený – před augmentací, níže uvedený – po augmentaci)

Tabulka 10 - fázové posuny u probandky č. II. – diagonála shora, měřené svaly: 1. *m. pectoralis major pars clavicularis*, 2. *m. deltoideus pars clavicularis*, 3. *m. pectoralis major pars abdominalis*, 4. *m. pectoralis major pars sternocostalis*, 5. *m. serratus anterior*, 6. *m. latissimus dorsi*, 7. *m. infraspinatus*

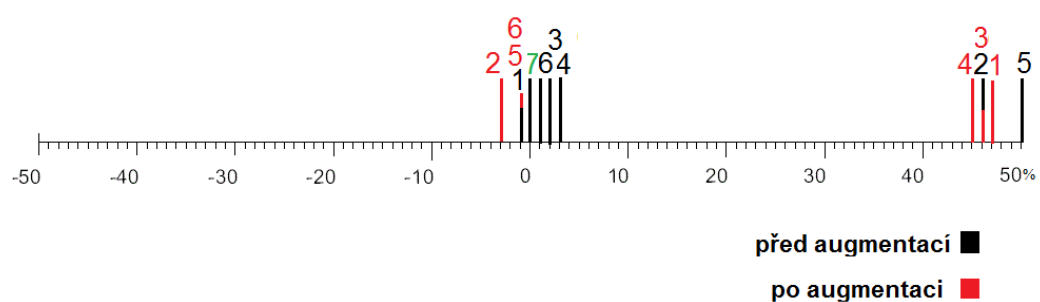
fázový posun - DIAGONÁLA SHORA – před: <i>proband II.</i>							
	1	2	3	4	5	6	7
1	0%	-30%	5%	5%	-30%	-31%	29%
2		0%	43%	43%	-49%	-49%	-3%
3			0%	0%	-34%	1%	-43%
4				0%	-36%	1%	-45%
5					0%	0%	-1%
6						0%	-46%
7							0%
fázový posun - DIAGONÁLA SHORA – po: <i>proband II.</i>							
	1	2	3	4	5	6	7
1	0%	-50%	-4%	-2%	-8%	-2%	25%
2		0%	44%	38%	30%	35%	-31%
3			0%	-2%	-8%	-1%	27%
4				0%	-6%	-4%	23%
5					0%	5%	37%
6						0%	26%
7							0%

Tabulka 11 - fázové posuny u probandky č. III. - diagonála shora, měřené svaly: 1. *m. pectoralis major pars clavicularis*, 2. *m. deltoideus pars clavicularis*, 3. *m. pectoralis major pars sternocostalis*, 4. *m. pectoralis major pars abdominalis*, 5. *m. serratus anterior*, 6. *m. latissimus dorsi*, 7. *m. infraspinatus*

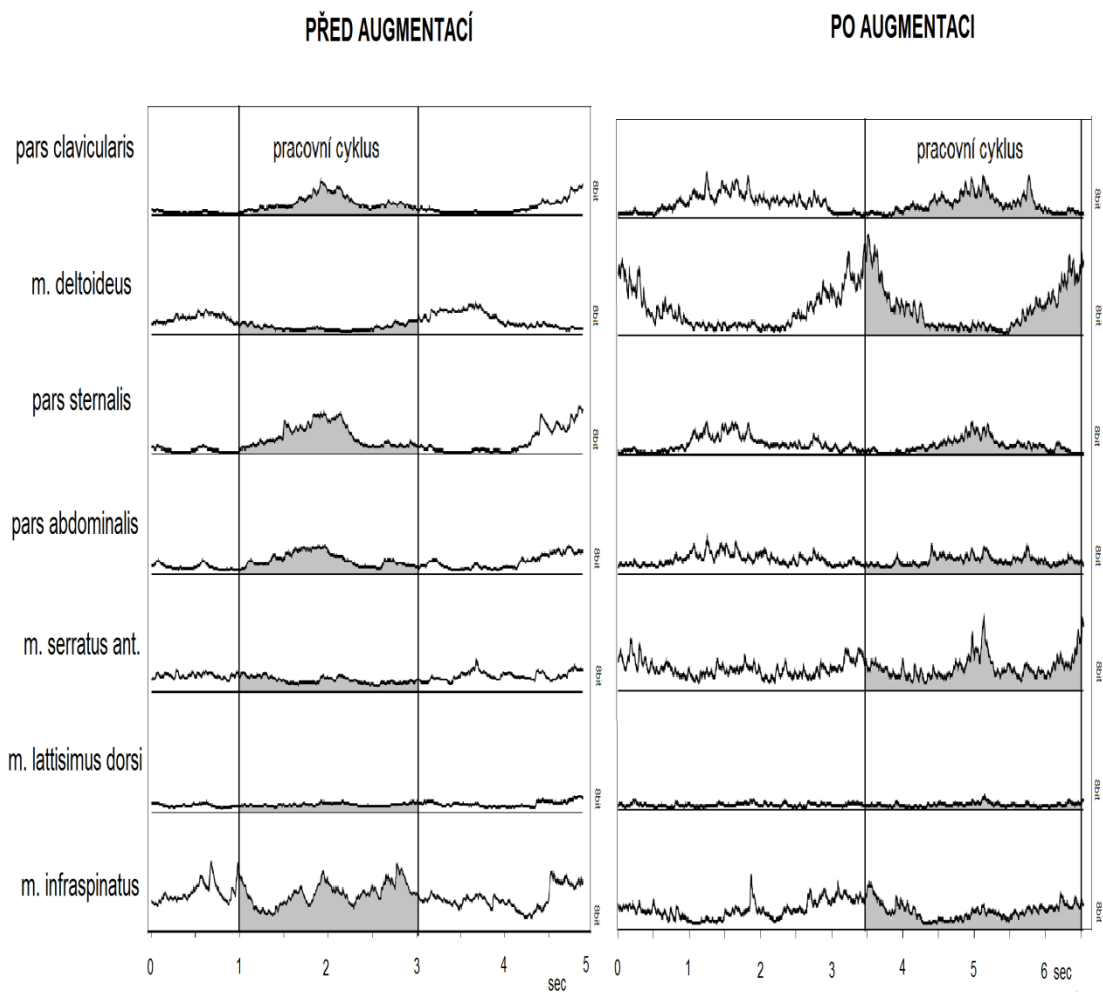
fázový posun - DIAGONÁLA SHORA – před: proband III.							
	1	2	3	4	5	6	7
1	0%	7%	47%	-25%	17%	16%	-16%
2		0%	-47%	-35%	11%	7%	-24%
3			0%	3%	-37%	-13%	29%
4				0%	-29%	-27%	24%
5					0%	14%	43%
6						0%	-31%
7							0%
fázový posun - DIAGONÁLA SHORA – po: proband III.							
	1	2	3	4	5	6	7
1	0%	42%	-25%	-17%	46%	25%	-2%
2		0%	-37%	38%	6%	-21%	3%
3			0%	14%	-49%	13%	42%
4				0%	28%	-16%	29%
5					0%	-25%	-21%
6						0%	-23%
7							0%

Tabulka 12 - fázové posuny u probandky č. IV. – diagonála shora, měřené svaly: 1. *m. pectoralis major pars clavicularis*, 2. *m. deltoideus pars clavicularis*, 3. *m. pectoralis major pars sternocostalis*, 4. *m. pectoralis major pars abdominalis*, 5. *m. serratus anterior*, 6. *m. latissimus dorsi*, 7. *m. infraspinatus*

fázový posun - DIAGONÁLA SHORA – před: <i>proband IV.</i>							
	1	2	3	4	5	6	7
1	0%	49%	-1%	-6%	49%	-2%	-1%
2		0%	47%	42%	12%	49%	46%
3			0%	-1%	-45%	2%	2%
4				0%	-33%	2%	3%
5					0%	43%	50%
6						0%	1%
7							0%
fázový posun - DIAGONÁLA SHORA – po: <i>proband IV.</i>							
	1	2	3	4	5	6	7
1	0%	45%	0%	0%	48%	5%	47%
2		0%	-49%	-46%	-2%	-48%	-3%
3			0%	0%	-49%	-1%	46%
4				0%	-41%	18%	45%
5					0%	0%	-1%
6						0%	-1%
7							0%



Graf č. 12 - fázové posuny - probandka č. IV. – diagonála shora, měřené svaly: 1. *m. pectoralis major pars clavicularis*, 2. *m. deltoideus pars clavicularis*, 3. *m. pectoralis major pars sternocostalis*, 4. *m. pectoralis major pars abdominalis*, 5. *m. serratus anterior*, 6. *m. latissimus dorsi*, 7. *m. infraspinatus*



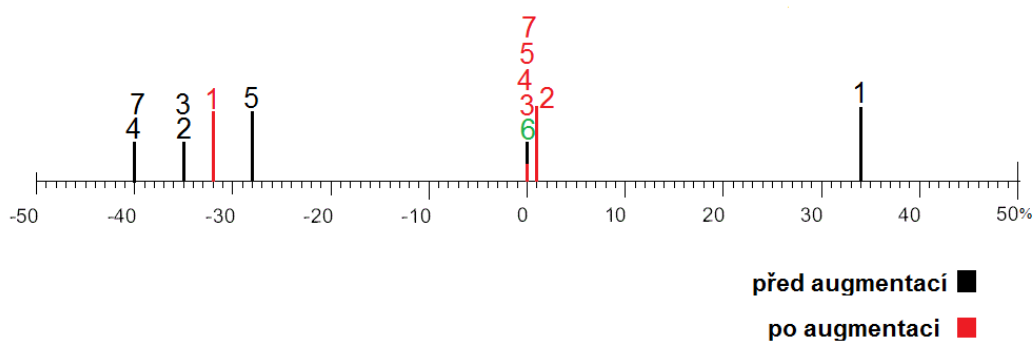
Obrázek 10 - EMG záznam pracovních cyklů u svalů u všech svalů

Tabulka 13 - fázové posuny u probandky č. I. – diagonála zdola, měřené svaly: 1. *m. deltoideus pars anterior*, 2. *m. serratus anterior*, 3. *m. pectoralis major pars clavicularis*, 4. *m. pectoralis major pars sternocostalis*, 5. *m. pectoralis major pars abdominalis*, 6. *m. latissimus dorsi*, 7. *m. infraspinatus*

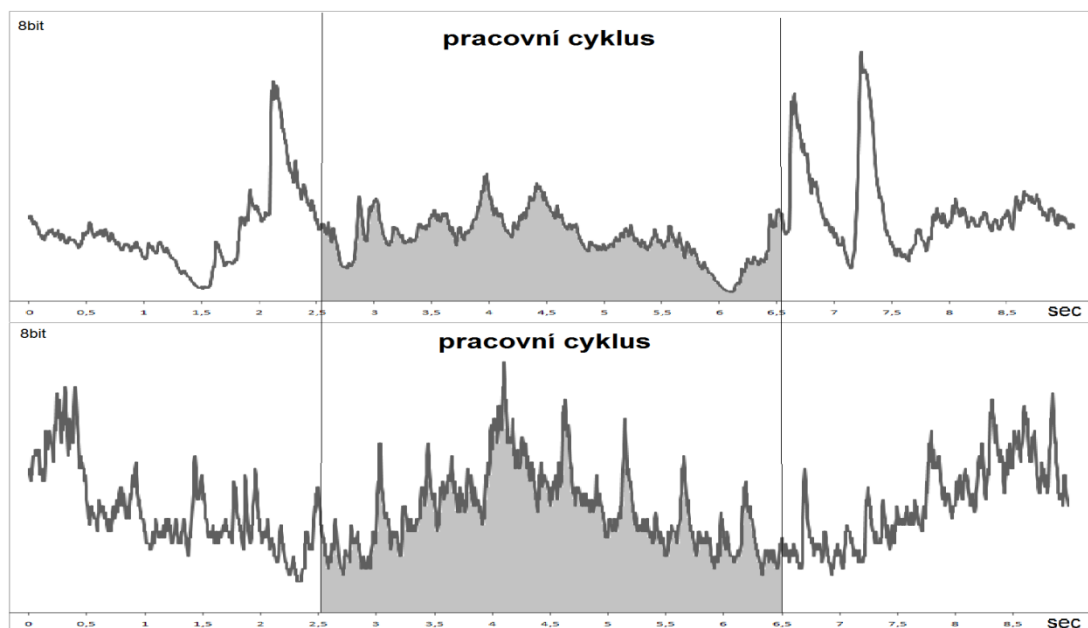
fázový posun - DIAGONÁLA ZDOLA – před: proband I.							
	1	2	3	4	5	6	7
1	0%	2%	1%	3%	3%	-3%	-10%
2		0%	0%	0%	1%	-1%	-9%
3			0%	-3%	0%	8%	3%
4				0%	3%	10%	0%
5					0%	1%	-10%
6						0%	-5%
7							0%
fázový posun DIAGONÁLA ZDOLA – po: proband I.							
	1	2	3	4	5	6	7
1	0%	1%	1%	0%	3%	-5%	0%
2		0%	2%	-2%	3%	5%	-5%
3			0%	0%	0%	-4%	8%
4				0%	3%	1%	1%
5					0%	0%	-3%
6						0%	10%
7							0%

Tabulka 14 - fázové posuny u probandky č. III. - diagonála zdola, měřené svaly: 1. *m. pectoralis major pars clavicularis*, 2. *m. deltoideus pars clavicularis*, 3. *m. pectoralis major pars sternocostalis*, 4. *m. pectoralis major pars abdominalis*, 5. *m. serratus anterior*, 6. *m. latissimus dorsi*, 7. *m. infraspinatus*

fázový posun - DIAGONÁLA ZDOLA – před: <i>proband III.</i>							
	1	2	3	4	5	6	7
1	0%	-28%	-28%	-11%	-9%	34%	-8%
2	0%	0%	1%	4%	-4%	-35%	2%
3	0%	0%	0%	2%	-5%	-35%	1%
4	0%	0%	0%	0%	-13%	-40%	-3%
5	0%	0%	0%	0%	0%	-28%	7%
6	0%	0%	0%	0%	0%	0%	40%
7	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
fázový posun - DIAGONÁLA ZDOLA – po: <i>proband III.</i>							
	1	2	3	4	5	6	7
1	0%	-32%	-32%	-33%	-33%	-32%	45%
2	0%	0%	3%	1%	6%	1%	-3%
3	0%	0%	0%	0%	-1%	0%	-11%
4	0%	0%	0%	0%	-2%	0%	-13%
5	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-19%
6	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
7	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%



Graf č. 8 - fázové posuny - probandka č. III. - diagonála zdola, měřené svaly: 1. *m. pectoralis major pars clavicularis*, 2. *m. deltoideus pars clavicularis*, 3. *m. pectoralis major pars sternocostalis*, 4. *m. pectoralis major pars abdominalis*, 5. *m. serratus anterior*, 6. *m. latissimus dorsi*, 7. *m. infraspinatus*



Graf č. 7 - EMG záznam vybraných pracovních cyklů u svalu *m. latissimus dorsi* (výše uvedený – před augmentací, níže uvedený – po augmentaci)

Tabulka 15 - fázové posuny u probandky č. IV. – diagonála zdola, měřené svaly: 1. *m. pectoralis major pars clavicularis*, 2. *m. deltoideus pars clavicularis*, 3. *m. pectoralis major pars sternocostalis*, 4. *m. pectoralis major pars abdominalis*, 5. *m. serratus anterior*, 6. *m. latissimus dorsi*, 7. *m. infrascapularis*

fázový posun DIAGONÁLA ZDOLA – před: <i>proband IV.</i>							
	1	2	3	4	5	6	7
1	0%	0%	-14%	0%	1%	-1%	-5%
2	0%	0%	-13%	-4%	2%	0%	-5%
3	0%	0%	0%	0%	9%	4%	2%
4	0%	0%	0%	0%	10%	11%	0%
5	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-8%
6	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-5%
7	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
fázový posun DIAGONÁLA ZDOLA – po: <i>proband IV.</i>							
	1	2	3	4	5	6	7
1	0%	4%	0%	-1%	-2%	-1%	1%
2	0%	0%	-2%	6%	-2%	2%	-5%
3	0%	0%	0%	1%	7%	-1%	3%
4	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
5	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-3%
6	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%
7	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

5. DISKUZE

Na základě intraindividuální komparativní analýzy, jak již bylo výše zmíněno, byla u každé probandky prověřena činnost jednotlivých svalů uvedených v tab. č. 2, 3, 4 v průběhu testovacích pohybů (pracovně a dále jen: 1. Addukce, 2. Diagonála shora, 3. Diagonála zdola – přesný popis testovacích pohybů viz. podkapitola 3.10) prováděných před a následně po dobrovolném podstoupení plasticko-chirurgické augmentační operaci ženského poprsí.

Z důvodu získání velkého množství dat, které byly poskytnuty měřeními svaly v průběhu jednotlivých testovacích pohybů od každé probandky, byl zredukován popis výsledných zjištěných změn a výskyt nových trendů v rámci dynamiky nástupu zapojení svalů do průběhu pohybu před a následně po augmentačním zákroku pouze na vybrané referenční svaly pro jejich specifickou funkci v rámci testovaných pohybů, pro možnost koordinačně-stabilizačního ovlivnění pletence ramenního a možnosti rozpadu (rozfázování) dynamiky spoluzapojených (koaktivních) svalů po augmentačním zákroku.

5.1 Následující východiska diskuze:

Jednotlivé nástupy rozhodující svalové aktivity a jejich kroskorelační hodnoty (tab č. 5 – 15) jsou prvním východiskem diskuze. Jako referenční svaly byly vybrány *m. serratus anterior dx*, *m. pectoralis major pars clavicularis dx*, *m. latissimus dorsi dx* a *m. infraspinatus dx*. Výběr svalů se vždy vztahuje ke konkrétní probandce a k vybranému testovacímu pohybu z důvodu nalezení největších diferencí v rámci svalové aktivace před a následně po augmentačním zákroku. Proto byl zvolen *m. serratus anterior dx* jako referenční sval u probandky č. I a to konkrétně v testovacím pohybu diagonála shora. *M. pectoralis major pars clavicularis dx* byl zvolen referenčním svalem u probandky č. II v testovacím pohybu horizontální addukce, *m. latissimus dorsi dx* byl referenčním svalem u probandky č. III. v testovacím pohybu diagonála zdola a poslední referenční sval u probandky č. IV. byl zvolen *m. infraspinatus dx* v testovacím pohybu diagonála shora.

M. serratus anterior dx byl zvolen pro svou specifickou funkci přitahovače lopatky k hrudníku a napomáhání předpažení a vzpažení nad horizontálu. Při augmentaci dochází k jeho částečnému porušení a také proto byl tento sval vybrán jako referenční.

M. pectoralis major pars clavicularis dx byl zvolen na základě provádění a udržení ventrální flexe (předpažení), addukce a vnitřní rotace paže. Dalším neméně významným důvodem výběru tohoto svalu byl ten fakt, že po augmentačním zákroku zůstane jako jediná porce velkého prsního svalu neporušena.

M. latissimus dorsi dx provádějící addukci (připažení), extenzi (zapažení), vnitřní rotaci paže a jako pomocný fixátor lopatky byl pro tyto funkce zvolen jako další referenční sval.

M. infraspinatus dx, který provádí zevní rotaci a pomocnou addukci paže je posledním svalem, který pro jeho funkce byl zvolen jako sval referenční.

U ostatních sledovaných svalů je popisován timing (nástup rozhodující svalové aktivace) průměrného pracovního (krokového) cyklu (n=5) v rozmezí -50% až 50%. Místo resp. poloha nástupu svalové aktivace vybraných referenčních svalů má hodnotu 0%. Volba referenčních svalů může být i nemusí být rozhodující, jde hlavně o stanovení pevného bodu, ke kterému jsou následně vztahovány jednotlivé nástupy svalových aktivací ostatních šesti měřených svalů a tím možnost stanovení rozdílů v jejich timingu u testovacích pohybů před a poté po plasticko-chirurgickém augmentačním zákroku. Zjištěné nízké procentuální hodnoty nástupů svalových aktivací jednotlivých měřených svalů před a po zákroku ve skutečnosti znamenají časově podobný nástup rozhodující svalové aktivace, čili tato skutečnost byla v rámci výzkumu považována jako nepodstatný fakt.

Jako druhé východisko diskuze byla uvažována jako doplňující kritérium pro popis pohybového stereotypu měřených svalů během provádění tří druhů testovacích pohybů metoda integrovaného EMG (velikost tzv. plochy pod křivkou) průměrného pracovního (krokového) cyklu (n=5) a jakožto pravděpodobnostní veličina informuje o velikosti dynamiky odevzdané svalové práce před a poté po operaci.

5.2 Interpretace dat

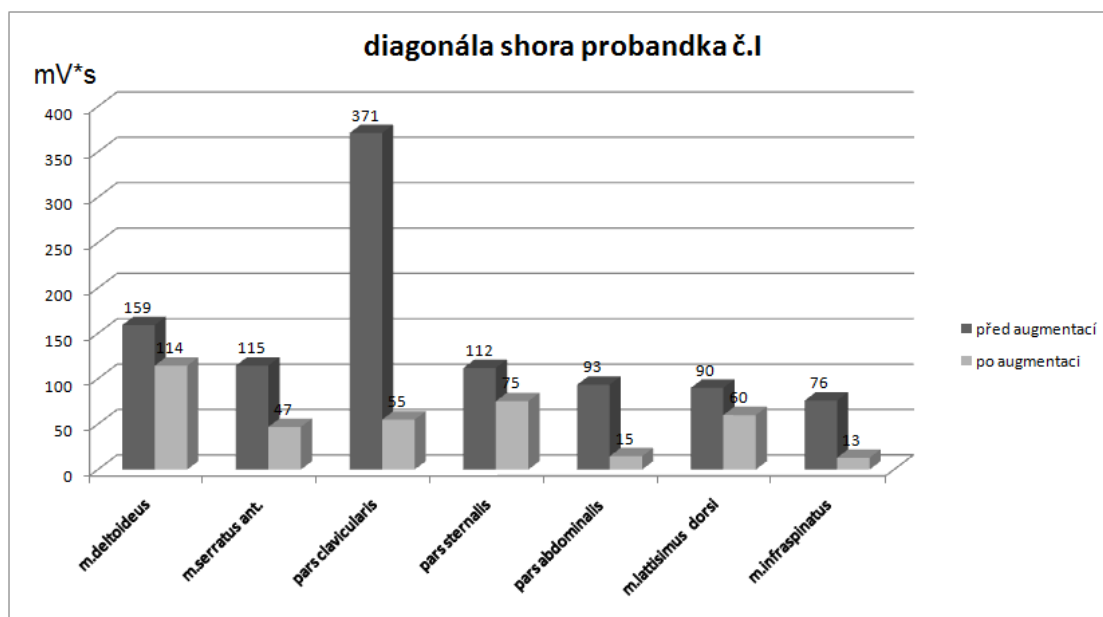
5.2.1 Výsledná fakta – probandka č. I

Prvním referenčním svaem byl zvolen *m. serratus anterior dx* u probandky č. I, v rámci prováděného testovacího pohybu diagonály shora, u které došlo, a jak lze i vyčíst z tabulky č. 9, ke změně nástupu svalové aktivace tohoto svalu vůči ostatním sledovaným svalům. Podle autorů (Pavelka, Satrapová, Višková, 2011) před augmentační operací sval vykazoval časově podobný nástup svalové aktivace jako *m. deltoideus dx* (-3% průměrného pracovního cyklu). Se všemi porcemi velkého prsního svalu vykazoval posun o 30% až 40% průměrného pracovního cyklu, podobný posun (42%) vykazoval i *m. infraspinatus dx*. Znamená to, že k aktivaci *m. serratus anterior dx* dochází při pohybu paže po diagonále ze shora dolů dříve, než se aktivuje velký prsní sval a *m. infraspinatus dx*. Je to dáno počáteční polohou cviku, kdy je paže vzpažena nad horizontálou a sval je tudíž aktivní.

Následný pohyb po diagonále způsobuje nejvíce *m. pectoralis major dx*, jelikož se jedná o addukci s vnitřní rotací, což je jeho hlavní funkcí (Véle, 2006). Při provádění stejného cviku po chirurgickém zákroku došlo k posunu nástupu svalové aktivity *m. serratus anterior dx* vzhledem k *m. deltoideus dx*, zpožďuje se o 36% průměrného pracovního cyklu. Naopak všechny části prsního svalu a *m. infraspinatus dx* společně vykazovaly podobný nástup svalové aktivace jako *m. serratus anterior dx*. Jednalo se o fázový posun pouze o 4% všech porcí velkého prsního svalu a 6% posunu svalové aktivace předcházeli vzhledem k referenčnímu svalu *m. infraspinatus dx* průměrného pracovního cyklu. Znamená to tedy, že se svaly zapojovaly téměř současně do prováděného cviku (graf č.1).

Došlo tedy nejspíš k funkční změně *m. serratus anterior dx*, která je také patrná na různém průběhu EMG křivky v grafu č. 2 před a poté po operaci, a to zcela jistě vlivem augmentačního zákroku, při kterém došlo k jeho částečnému narušení, jak je již zmiňováno výše, při vytváření dutiny pro implantát. Z výsledků lze usuzovat, že velký prsní sval není po operaci schopen diferenciaci své funkce, pracuje všemi svými částmi současně než tomu bylo před zákrokem, kdy se tyto části svalu postupně zapojovaly do pohybu a to v rozmezí přibližně 7% až 10%. Tyto fakta pravděpodobně poukazují na možnou ztrátu svalové síly v rámci jednotlivých svalových porcí a tím je možné i

pravděpodobné snížení svalové práce, jak je vidět na grafu č. 3 a právě toto považujeme za největší problém. Je také patrné, že se *m. pectoralis major dx* dostává ještě výrazněji do agonistické funkce s *m. serratus anterior dx*.



Graf č.3 – naměřené hodnoty získané pomocí metody integrované EMG před a následně po augmentaci u probandky č. I v testovacím pohybu diagonály shora

5.2.2 Výsledná fakta – probandka č. II

Jako druhý referenční sval byl uveden *m. pectoralis major pars clavicularis dx* u probandky č. II provádějící horizontální addukci jako testující pohyb. V průběhu tohoto pohybu po operaci bylo z EMG křivky jasně patrné, že pohybový stereotyp probandky byl jistým způsobem narušen což je patrné z grafu č.4, kde je pozorována jasná sakadace nebo-li roztřesenost průběhu EMG křivky. Z pohledu nástupů zapojení svalové aktivace měřených svalů, které byly vztaženy k jednomu z porcí velkého prsního svalu, konkrétně k *m. pectoralis major pars clavicularis dx*, lze z tabulky č. 6 vyčíst jasné změny v timingu před a následně po operaci. Čili *m. deltoideus pars clavicularis dx* a *m. infraspinatus dx* zcela prokazatelně změnily své polohy nástupů svalové aktivace a fázový posun byl tak patrný.

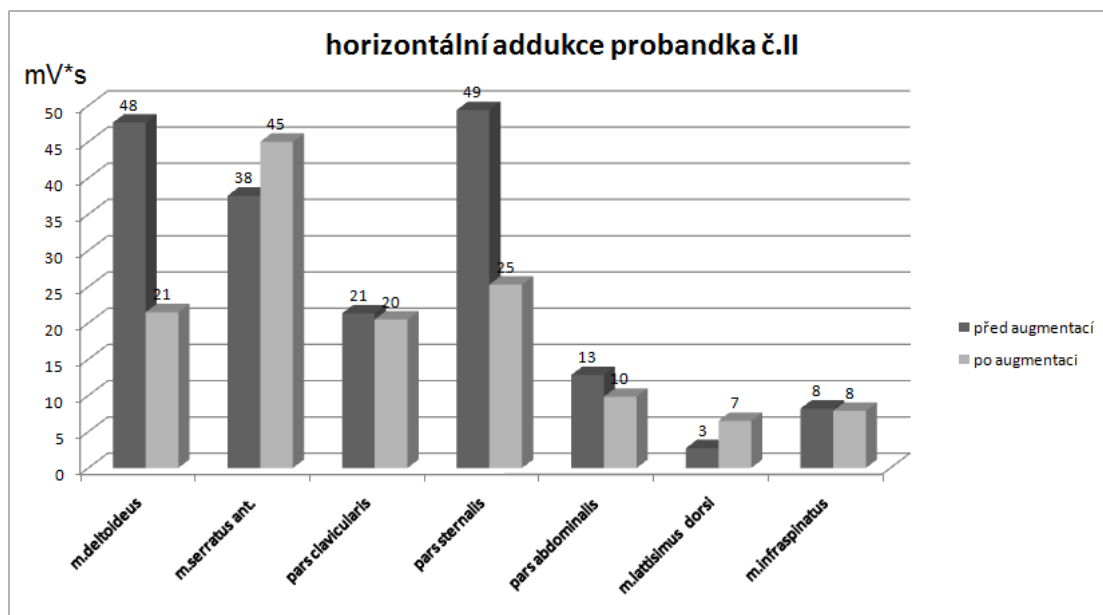
V průběhu horizontální addukce před operací bylo sledováno postupné zapojení měřených svalů a to konkrétně se 7% předstihem *m. deltoideus pars clavicularis dx*, který tento pohyb zahajuje jakožto vnitřní rotátor a účastník ventrální flexe

(předpažení). S 2% předstihem pak následuje *m. serratus anterior dx*, který v průběhu pohybu napomáhá předpažení. V těsném zpoždění za referenčním svalem byly měřeny posuny u adduktorů a vnitřních rotátorů čili u *m. pectoralis major pars sternocostalis* se 4% odstupem, *m. latissimus dorsi* s 5% a *m. pectoralis major pars abdominalis* se 6% odstupem. Vliv malého procentuálního rozdílu v rámci timingu těchto svalů znamenal časově podobný nástup rozhodující svalové aktivace což se dá do jisté míry chápat jako vzájemná spolupráce měřených svalů během velice malého časového údobí.

Jako poslední se vůči referenčnímu svalu zpožďoval *m. infraspinatus* s 21% což logicky vyplývá ze jeho funkce zevního rotátoru, který se ovšem také podílí na addukci, ale jen jako pomocný sval. Popsaný pohybový stereotyp probandky č. II metodou fázového posunu se jasně změnil po podstoupení operace a to konkrétně u již výše zmíněných dvou svalů, které zajišťují především vnitřní a zevní rotaci paže v průběhu prováděné horizontální addukce. Z grafu č. 5 je jasně vidět změna časového nástupu rozhodující svalové aktivace konkrétně u svalů *m. deltoideus pars clavicularis dx* a u *m. infraspinatus dx*. Tato změna v timingu těchto dvou svalů byla také sledována u ostatních probandek a tím lze poukázat na možnost vzniku určitého trendu, který se zdá být charakteristický právě po absolvování augmentační operace. Jedná se o velice brzký nástup svalové aktivity u svalů *m. deltoideus pars clavicularis dx* a to konkrétně o 47%. Takovýto zřetelný posun čili předcházení nástupu svalové aktivace tohoto vnitřního rotátoru uplatňujícího se i při předpažení v rámci horizontální addukce, vůči své pozici zapojení před operací a také vůči podobnému timingu ostatních měřených svalů, které po operaci vcelku zanedbatelně změnily své pozice zapojení svalových aktivací, by mohl být usuzován jako fakt opětovného oslabení odevzdané svalové práce ostatních sledovaných svalů jak je vidět z grafu č.6 a tím i možná ztráta jejich svalové síly. U posunu nástupu svalové aktivace u svalů *m. infraspinatus dx*, který činil po operaci 6% zpoždění za referenčním svalem (graf č. 5) se tak svou procentuální hodnotou velice přiblížil timingu ostatních sledovaných svalů.

Poznatek byl opět zjištěn i u ostatních probandek ovšem s jinými procentuálními hodnotami. Tímto bylo usouzeno na jistou dopomoc při addukci, která byla poskytnuta svalem *m. infraspinatus dx* ostatním měřeným svalům. Změna spočívá v tom, že *m. infraspinatus dx* je sám o sobě pomocným adduktorem a operativním zásahem se tímto stal více než pouze pomocným adduktorem při provádění testovacího pohybu. Opět tato skutečnost poukázala na možnou změnu odevzdané svalové práce, která se podle grafu

č.6 jasně zmenšila což by mohlo vést i k možnému zmenšení svalové síly operativně porušených svalů.



Graf č. 6 - naměřené hodnoty získané pomocí metody integrované EMG před a následně po augmentaci u probandky č. II v testovacím pohybu horizontální addukce

5.2.3 Výsledná fakta – probandka č. III

Předtím, než budou popsány určitá změnová specifika u této probandky, je nutno uvést, že vzhledem k její celkové postuře a svalovým proporcím, měla získaná data často jiný vypovídající charakter než jak tomu bylo u ostatních probandek. Tuto skutečnost lze vyčíst z tabulek č. 5 až 15, kde jsou uvedeny jednotlivé fázové posuny nástupů svalových aktivací všech měřených svalů pokaždé v jiném procentuálním zastoupení, proto lze tedy jen těžko vyčíst zda se po operaci, v rámci pohybového stereotypu, projeví podstatné měřitelné změny.

V rámci komparativní intraindividuální analýzy časového zapojení aktivace vybraných svalů do prováděných testujících pohybů probandky č. III před a poté po operativním zákroku se ukázala viditelná změna v průběhu testovacího pohybu diagonály zdola. Referenčním svalem tohoto testující pohybu byl zvolen sval *m. latissimus dorsi dx*, který zaujímá tzv. nulové místo resp. polohu nástupu rozhodující svalové aktivace a tedy má hodnotu 0%. Tento sval před operací jasně vykazoval fázický charakter odevzdané práce, ovšem po zákroku se charakter jeho práce viditelně

změnil a tím se *m. latissimus dorsi dx* dá považovat za sval s posturálním charakterem odevzdané svalové práce (graf. č.7).

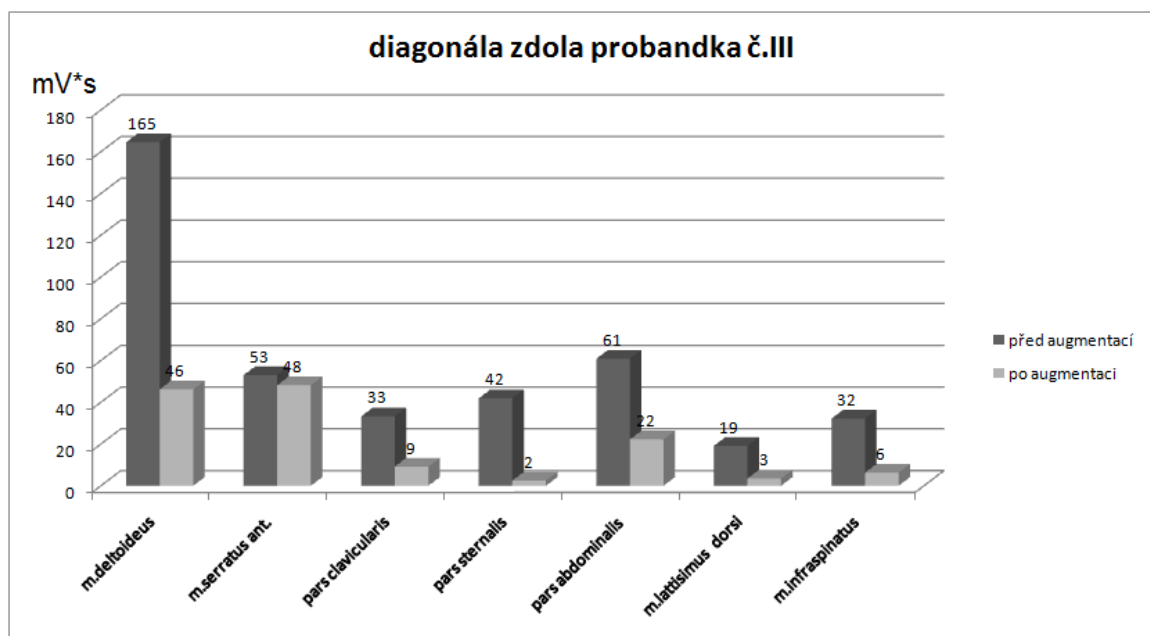
Sledované měřené svaly a to konkrétně *m. infraspinatus dx*, *m. pectoralis major pars abdominalis dx*, *m. pectoralis major pars sternocistalis*, *m. deltoideus pars clavicularis* a *m. stratus anterior* vůči sobě před operací vykazovaly podobné časové zapojení svých aktivací do testovacího pohybu. Jednalo se v průměru o vzájemné 6% odstupy fázových posunů. Proto lze v tomto případě mluvit o vzájemné spolupráci těchto svalů v prvních fázích průběhu měřeného cvičení provádění diagonály zdola. Touto blízkou součinností si svaly vzájemně poskytují dopomoc při překonávání odporu cvičebního expandéru, který působil během celé doby provádění testovacího pohybu (pozn. cvičební expandér byl použit u každé probandky při každém testovacím pohybu před i po operaci).

Zapojení jednotlivých jmenovaných svalů do prováděného pohybu je na základě jejich charakteristických svalových funkcí logické, ovšem stála za povšimnutí blízké spoluneaktivace jedna z porcí velkého prsního svalu a to konkrétně porce *m. pectoralis major pars clavicularis dx*, která se jakožto adduktor, vnitřní rotátor, zajišťovatel a udržovatel ventrální flexe (předpažení), měla spolupodílet na prováděném testujícím pohybu v jeho prvních fázích průběhu. Nebylo tomu tak. Před operací činil vzájemný průměrný rozdíl 65% průměrného pracovního (krokového) cyklu mezi výše zmíněnými spolupracujícími svaly a svalem *m. pectoralis major pars clavicularis dx* (graf.č.8), při stanoveném referenčním svalu *m. latissimus dorsi dx* (0% průměrného pracovního cyklu). V rámci zapojení do průběhu testovacího pohybu diagonály zdola byl *m. pectoralis major pars clavicularis dx* pozičně vzdálen resp. opožděn za referenčním svalem o 34% průměrného pracovního (krokového) cyklu. Tato anomálie v timingu tohoto svalu se dá vysvětlit na základě osobitého průběhu pohybového stereotypu aplikovaném v testovacím pohybu probandkou č. II. Tako zvláštnost nebyla u žádné z ostatních probandek zjištěna.

Naměřená data ze sledovaných svalů po tříměsíčním období rekonvalescence prodělané augmentační operace nám poskytla u všech sledovaných svalů viditelné změny v průběhu testovacího cvičení diagonály zdola. Z grafu č.8 lze vyčíst velké fázové posuny časového zapojení svalové aktivace do pohybu u všech výše uvedených spolupracujících svalů, které se vlivem zákroku staly jasně koaktivní spolu s referenčním svalem (měly stejný časový nástup své svalové aktivace) a tím se zapojily

do průběhu testovacího pohybu současně. Opět se dá tato skutečnost zdůvodnit charakteristickou funkcí jednotlivých měřených svalů. Ovšem vliv vzájemné koaktivace nástupů rozhodujících svalových aktivací svalů by nás mohl informovat i o možné částečné ztrátě svalové síly a jako podpurným ukazatelem pro tuto věc nás může informovat graf č.9, kde je jasně patrná změna odevzdané svalové práce a tím naměřené hodnoty po zákroku u jednotlivých svalů jsou prokazatelně nižší. K tomuto závěru nás také vedl subjektivní poznatek probandky pocitu určité ztráty svalové síly v rámci provádění testujícího pohybu.

M. pectoralis major pars clavicularis vykazující své specifické zapojení do průběhu pohybu před operací, byl po zákroku pozičně přemístěn do místa nástupu rozhodující svalové aktivace výše zmíněných spolupracujících svalů v průběhu testujícího pohybu a to o 32% fázového posunu vtaženému k referenčnímu svalu a jako jediný sval tak předcházela timingu ostatních měřených svalů ve vzájemné koaktivaci po augmentační operaci (graf. č.8). Tento jev nebyl pozorován u ostatních probandek a tedy i když je tato porce svalu svou funkcí vnitřní rotátor a adduktor, měla by se fyziologicky časově zapojovat do aktivace v rámci průběhu testovacího pohybu ve stejný nebo alespoň v podobný okamžik jako ostatní porce velkého prsního svalu.



Graf č. 9 - naměřené hodnoty získané pomocí metody integrované EMG před a následně po augmentaci u probandky č. III v testovacím pohybu diagonála zdola

5.2.4 Výsledná fakta – probandka č. IV

Sval zvolený jako referenční byl u této probandky m. infraspinatus dx, který se do průběhu sledovaného pohybu zapojuje jako pomocný adduktor, jako pomocný fixátor ramenního kloubu a hlavně ve druhé fázi testujícího pohybu se uplatňuje jeho hlavní funkce zevního rotátoru. M. infraspinatus dx se takto funkčně projevuje u průběhu provádění testovacího pohybu diagonály shora. Na tomto testovacím cvičení bylo do určité míry přesnosti interpretace dat zjištěna změna v timingu měřených svalů (tab. č. 12), dále je také viditelná změna v sakadaci (roztřesenosti) průběhu EMG křivky před a následně po operaci u všech sledovaných svalů (graf. č.10) a v poslední řadě byl zjištěn zřejmý rozdíl v hodnotách naměřených metodou integrovaného EMG (graf č.11), který opětovně poukázal na určité změny odevzdané svalové práce před a pak následně po augmentačním zákroku. Zaměříme-li se na timing jednotlivých měřených svalů, které byly vztaženy k referenčnímu svalu m. infraspinatus dx, v průběhu provádění pohybu diagonály shora probandkou č. IV, je na první pohled z grafu č.12 viditelná změna v časovém nástupu rozhodující svalové aktivace většiny ze sledovaných svalů.

Před operací vlivem pohybového stereotypu docházelo k minimálním fázovým odstupům při zapojování některých svalů do pohybu. Jedná se o všechny porce velkého prsního svalu, o sval m. latissimus dorsi dx a o samotný referenční sval, jejichž časové zapojení do průběhu testovacího pohybu bylo vždy vzájemně 1% a tudíž můžeme uvažovat spolupráci těchto svalů. Takřka o půl fáze pracovního (krokového) cyklu se zpožďovaly svaly m. deltoideus pars clavicularis dx se 46% a m. serratus anterior dx s 50% vůči stanovenému referenčnímu svalu. Toto evidentní zpoždění lze svést na osobitý pohybový stereotyp probandky (z důvodu získání jiných hodnot u ostatních probandek), u které v provádění testovacího pohybu diagonály shora byly zpožděné svaly aktivovány zejména v posledním úseku cvičení. Lze to zdůvodnit funkcí svalů, kdy se v poslední fázi pohybu m. deltoideus pars clavicularis dx více zapojuje do činnosti jako působilatel ventrální flexe a abdukce, m. serratus anterior dx se pak v této části pohybu zapojuje jako pomocný sval ventrální flexe a ukončuje pohyb díky své aktivaci při vzpažení nad horizontálu, kde testovací pohyb končí.

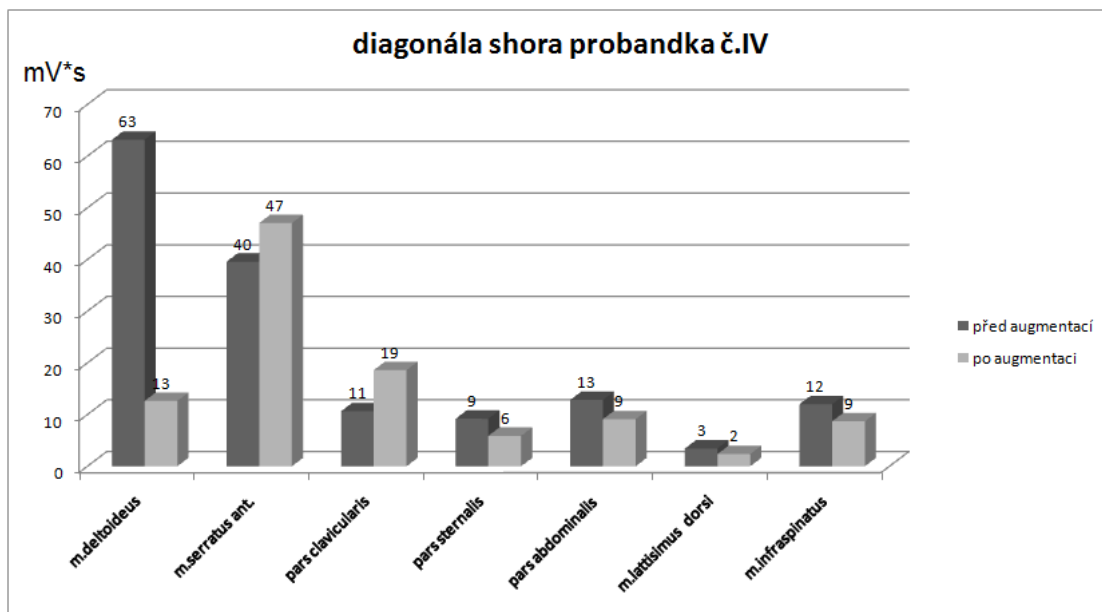
Po augmentačním zákroku byl určitým způsobem narušen pohybový stereotyp probandky č. IV, u které byl sledován (graf. č.12) znatelný posun timingu skoro všech měřených svalů. Jediným svalem, u kterého došlo jen k minimálnímu posunu

časové aktivace, byl sval m. latissimus dorsi dx., který změnil svou pozici vůči sobě pouze o 2%, vzhledem k referenčnímu svalu mu po operaci předcházel pouze o 1%. Tím uvažujeme stálou spolupráci těchto svalů před, ale také i po operaci.

Výrazných změn se vlivem operace dočkaly všechny části velkého prsního svalu, klavikulární část deltového svalu a dále pak sval m. serratus anterior dx. Jako první sval, který se časově zapojil do průběhu testovacího pohybu byl sval m. deltoideus pars clavicularis dx s 3% předstihem od referenčního svalu. Na pozičně druhém místě nástupu časového zapojení svalové aktivace byly naměřeny ve společné koaktivaci m. latissimus dorsi dx a m. infraspinatus dx. Jejich vzájemný posun od m. infraspinatus dx činí pouze 1% a tím tyto svaly společně s m. deltoideus pars clavicularis dx jasně spolupracují. Dalšími, do jisté míry koaktivními svaly, jejichž vzájemné rozestupy nástupů svalových aktivací činily pouze 1%, byly všechny porce velkého prsního svalu.

Zaměříme-li se zvláště na m. deltoideus pars clavicularis dx a jeho timing před a poté po augmentačním zákroku, byl pozorován jeho vzájemný výrazný fázový posun nástupu aktivace konkrétně o 49%. Fakt je odůvodněn jeho podstatně vyšší aktivací již před začátkem provádění testovacího pohybu (graf č.10) a také vyšší hodnotou odevzdané svalové práce po augmentační operaci (graf č.11). Vzhledem k velkému vzájemnému odstupu časového zapojení m. deltoideus pars clavicularis dx a všech tří porcí velkého prsního svalu do testujícího pohybu, větší hodnotu odevzdané svalové práce m. deltoideus pars clavicularis dx po zákroku (graf č.11), lze předpokládat částečnou změnu funkce m. deltoideus pars clavicularis dx ve formě možného převzetí addukční funkce jednotlivých částí velkého prsního svalu. Tato skutečnost se u ostatních probandek neopakovala, čili nebyla naměřena, a tak lze usoudit, že tato specifická přeměna pohybového stereotypu tímto způsobem je charakteristická pouze pro probandku č. IV.

V průběhu kineziologické analýzy funkce vybraných svalů horní končetiny po augmentační operaci ženských prsů nebyly nalezeny žádné dostupné materiály, se kterými by se dala tato problematika srovnávat nebo popřípadě i polemizovat.



Graf č. 11 - naměřené hodnoty získané pomocí metody integrované EMG před a následně po augmentaci u probandky č. IV v testovacím pohybu diagonála shora

6. ZÁVĚRY PRÁCE

Na základě intraindividuální komparativní analýzy funkčnosti vybraných svalů horní končetiny po dobrovolném podstoupení plasticko-chirurgické augmentační operaci byly zjištěny za pomoci neinvazivní povrchové elektromyografie určité změnové skutečnosti, které se objevily u každé z probandek. Tyto změny vedly k možnosti vzniku teorie přestavby pohybového stereotypu horních končetin zapříčiněním možným převzetím funkce velkého prsního svalu jinými svaly a tento fakt může být zdůvodněn naměřenými odlišnostmi, které se týkaly rozdílného nástupů rozhodující svalové aktivace měřených svalů (časového zapojení) do průběhu testovacích pohybů před a následně po absolvování plastické operace. Zjištěné diference byly získány za pomoci neinvazivní povrchové elektromyografie (EMG) z testovacích pohybů, které byly prováděny všemi probandkami opětovně za stejných podmínek vždy před a následně po tři měsíční době rekonvalescence se cvičebním expandérem poskytující odpor do pohybu.

Výsledky tedy naznačily možnou změnu v pohybovém stereotypu horních končetin, čímž došlo i k určité změně ve funkčním zapojení měřených svalů. Je ale nutno podotknout, že na základě osobitosti každé z probandek předpokládáme jiný pohybový vzorec funkce horních končetin čili i změna v časovém zapojení měřených svalů je proto individuální.

Největší změny v timingu některých z měřených svalů byly zjištěny při horizontální addukci a diagonálním pohybu ze vzpažení zevnitř do připážení zkřížmo přes trup (pracovně diagonála shora).

Během provádění testovacích pohybů vyvstala další otázka možné ztráty svalové síly, která by mohla být odůvodněna podstatným snížením odevzdané svalové práce, jak bylo zjištěno z hodnot, které poskytla jako podpůrný ukazatel metoda integrovaného EMG a také subjektivními postřehy ztráty síly každé z probandek při obtížném až nemožném zvládnutí určitých pohybových cvičení. Opět záleželo na individuálních dispozicích probandek, ale celkově bylo shrnuto, že např. šplh, výdrž ve visu nebo pánský klikk činil jisté potíže v provedení.

Veškerá výše uvedená tvrzení pro jistotu jasné interpretace by měla být verifikována dalšími výzkumy s účastí většího počtu probandek a měřením i nepalpovatelných svalů v hlubších vrstvách zajišťujících pohyby paží v různých

anatomických rovinách, u kterých by se potřebná data získala mnohem přesněji metodou invazivní povrchové elektromyografie.

Ověření stanovených hypotéz:

H1 – Předpokládaná neschopnost diferenciací své funkce po podstoupení plasticko-chirurgického augmentačního zákroku u svalu *m. pectoralis major* potvrdila na základě obdržených dat zprostředkované fáze posuny nástupů rozhodující svalové aktivace (timing) jednotlivých porcí tohoto svalu, které po operaci jasně vykazovaly koaktivaci v průběhu zapojování se do pohybu.

H2 – Předpokládaný nástup rozhodující svalové aktivace (časové zapojení) měřených svalů do průběhu provádění pohybů horní končetinou dosahoval vždy jiných hodnot před a následně po augmentačním zákroku. Proto byla tato hypotéza jasně potvrzena.

H3 – Vlivem určitého nutného poškození části *m. pectoralis major* pro potřebu vytvoření dutiny pro implantát, byla tím způsobena řada strukturálních změn, která se do jisté míry projevila i na jeho celkové funkčnosti. Lze tedy konstatovat, že hypotéza byla potvrzena jen z části, jelikož se částečné převzetí jeho funkce specifikovalo jen u jedné ze čtyř probandek. Aby se tato hypotéza opravdu potvrdila, bylo by nutno provést další měření.

Pro úplnost smyslu vypracování této práce bych ráda uvedla skutečnost, že Plastické operace ženských prsou typu augmentace (zvětšení) prostřednictvím nejčastěji používaných silikongelových implantátů umístěvaných zvláště pod *m. pectoralis major* se v současnosti staly poměrně častou a i velice oblíbenou alternativou k cílené spokojenosti žen, která je patrná z přílohy č.4., které se rozhodly tento zákrok podstoupit zcela dobrovolně z nejrůznějších důvodů. Ovšem každá operace je zásahem do organismu a přináší sebou i možný zdravotní dopad. Tato operace ze zjištěných výsledků i do jisté míry způsobí možnou ztrátu svalové síly během provádění určitých pohybových činností. Tento fakt ale není tolik podstatný pro vrcholově nespportující ženy, protože vlivem určité přestavby pohybového stereotypu horních končetin mohou oslabenou funkci velkého prsního svalu převzít jiné svaly v oblasti.

7. LITERATURA

BARTŮŇKOVÁ, S. *Fyziologie člověka a tělesných cvičení*. 1.vyd. Praha: Karolinum, 2006. ISBN 80-246-1171-6.

ČIHÁK, R. *Anatomie I*. 2. vyd. Praha: Grada Publishing, 2001. ISBN 80-7169-970-5.

DYLEVSKÝ, I., DRUGA, R., MRÁZKOVÁ, O. *Funkční anatomie člověka*. 1. vyd. Praha: Grada publishing, 2000. ISBN 80-7169-681-1.

ELIŠKOVÁ, M., NAŇKA, O. *Přehled anatomie*. 1.vyd. Praha: Karolinum, 2006. ISBN 80-246-1216-X.

HOJKA, V. Metodika zpracování a vyhodnocení EMG cyklického pohybu. *Česká kinantropologie*, 2010, roč. 14, č. 1, s. 19-28.

KELLER, O. *Obecná elektromyografie*. 1. vyd. Praha: Triton, 1999. ISBN 80-7254-047-5.

LYONS, A., PETRUCCELLI, J. *Medicine: an illustrated history*. 2. vyd. New York: Times Mirror Books, 1987. ISBN 0-8109-8080-0.

MERLETTI, R., PARKER, P. *Electromyography. Physiology, engineering, and noninvasive applications*. New Persey: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, 2004.

PAVELKA, R., SATRAPOVÁ, L., VÍŠKOVÁ, A. Kineziologická analýza funkce vybraných svalů po augmentaci ženských prsů. In SUCHÝ, J. (ed.). *Scientia movens. Sborník příspěvků z mezinárodní studentské vědecké konference s mezinárodní účastí*

konané dne 29. března na FTVS UK. Ed. J. Suchý. Praha FTVS UK, 2011, s. 175-179.

PEŠKOVÁ, H. *Plastická chirurgie kosmetických vad*. 1.vyd. Praha: Státní zdravotnické nakladatelství, 1968. ISBN 08-062-68.

PROFOUSOVÁ, H. Prsa na velikosti nezáleží. *Estetika*, 2011, č. 2, s. 17-27.

RODOVÁ D., MAYER M., JANURA M. Současné možnosti využití povrchové elektromyografie. *Rehabilitační. Fyzioterapeutického lékařství*. 2001, č. 4, s. 173-177.

ROSYPAL, S. a kol. *Nový přehled biologie*. 1. vyd. Praha: Scientia, 2003. ISBN 80-7183-268-5.

SINĚLNIKOV, R. D. *Atlas anatomie člověka I. díl*. 3. vyd. Praha: Avicenum, 1980. ISBN 08-039-80.

ŠIMÁČKOVÁ, M. Krásná prsa nemusejí být jen ze silikonu. *Estetika*, 2009, č. 6, s. 10-18.

TRAVELL, J. G., SIMON, S. D. G. *Myofascial pain and dysfunction: the triggerpoint manual. Vol. 1*. Baltimore: Williams and Wilkins, 1999.

TROJAN, S. a kol. *Lékařská fyziologie*. 4. vyd. Praha: Grada Publishing, 2003. ISBN 80-247-0512-5.

VÉLÉ, F. *Kineziologie*, 2. vyd. Praha: Triton, 2006. ISBN 80-7254-837-9.

VÍŠEK, V. Silikonové nebo mikropolyuretanové?. *Estetika*, 2010, č. 3, s. 32-33.

VÍŠEK, V. Základní informace k augmentaci ženských prsou, Praha: 2011, *ústní sdělení*.

8. PŘÍLOHY

Příloha č. 1



UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín
tel.: 220 171 111
<http://www.ftvs.cuni.cz/>

Žádost o vyjádření etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, doktorské, diplomové (bakalářské) práce, zahrnující lidské účastníky

Název: Kineziologická analýza funkce thorakohumerálních svalů po augmentaci ženských prsů

Forma projektu: diplomová práce*

Autor: Anna Višková

Školitel : Doc. PaedDr. Bronislav Kračmar, CSc.

Popis projektu: Projekt se bude zabývat měřením elektrického potenciálu svalu pomocí povrchové elektromyografie. Jednotlivé elektrody budou nalepeny na svalová bříška zkoumaných svalů. Palpaci svalu, pro nevhodnější nalepení elektrody, provede kvalifikovaný fyzioterapeut. Jedinci se budou měření účastnit dobrovolně a s možností ukončení měření kdykoliv v jejím průběhu.

Zajištění bezpečnosti pro posouzení odborníky:

- žádné invazivní metodiky nebudou použity
- bude použito hypoalergenních gelů a náplastí

Etické aspekty výzkumu

- měření bude provedeno po několika měsíční rekonvalescenci po augmentaci ženských prsů (operativní plasticko-chirurgické zvětšení poprsí), kterou pacientky podstupují dobrovolně a není součástí našeho projektu.

Informovaný souhlas (přiložen)

V Praze dne 25. 2. 2011

Podpis autora:

Vyjádření etické komise UK FTVS

Složení komise: Doc. MUDr. Staša Bartůňková, CSc.
Prof. Ing. Václav Bunc, CSc.
Prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.
Doc. MUDr. Jan Heller, CSc.

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 081/2011

dne: 25. 2. 2011

Etická komise UK FTVS zhodnotila předložený projekt a neshledala žádné rozpory s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směrnici pro provádění biomedicínského výzkumu, zahrnujícího lidské účastníky.

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu etické komise.

razítko školy

UNIVERZITA KARLOVA v Praze
Fakulta tělesné výchovy a sportu
sekretariát děkane
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6

podpis předsedy EK

Příloha č. 2



UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešleslavin
tel.: 220 171 111

INFORMOVANÝ SOUHLAS PROBANDA

V rámci projektu budou snímány elektrické potenciály z vybraných svalů metodou povrchové elektromyografie. Měření bude probíhat tak, že se nejprve stanoví nejvhodnější umístění povrchové elektrody pomocí fyzioterapeutických vyšetřovacích postupů (svalový test dle Jandy, simulace požadovaného pohybu a současná palpáce svalů). Následně bude povrch kůže očištěn lékařským lihem. Na místa styku elektrody s kůží bude aplikován gel Ten20 CONDUCTIVE speciálně vyvinutý pro snímání povrchového EMG. Elektrody budou zafixovány na pokožce lékařskou náplastí. Přístroj EMG KaZe05 bude mít proband umístěn v příručním zavazadle pásem kolem pasu.

Monitorovaný pohyb bude proveden se zátěží (gumovým expandérem), kdy cvičenec provede několik cviků zahrnujících abdukci a vnitřní rotaci v ramenním kloubu. Následně provedeme hod tenisovým míčkem a nakonec bude snímána aktivita svalů během reflexního plazení.

Výsledky budou zpracovány a vyhodnoceny anonymně. V prezentaci výsledků a jejich dokumentaci nebudou uveřejněny osobní informace. O tomto procesu měření a způsobu prezentace výsledků bude každý proband informován před započítím výzkumu.

Já, níže podepsaný (-ná):

.....

Souhlasím, že jsem byl/la v rozhovoru s řešitelem výzkumu dostatečně a srozumitelně seznámen/na s účelem a cílem výzkumu.

Výzkum bude prováděn za účelem výzkumné práce v rámci postgraduálního studia, studentem doktorandského studia oboru kinantropologie, FTVS UK v Praze.

Byl/la jsem informován/na o tom, jakou formou bude výzkum probíhat.

Byl/la jsem informován/na o způsobu dokumentace a prezentace výsledků této studie. Byl/la jsem informován/na o tom, že veškeré mnou poskytnuté osobní údaje budou dokumentovány, bez uvedení mého jména a příjmení.

Bylo mi umožněno si vše rozvážit a zeptat se na vše, co považuji za podstatné.

S postupem a výzkumnými metodami souhlasím.

V.....

datum:.....

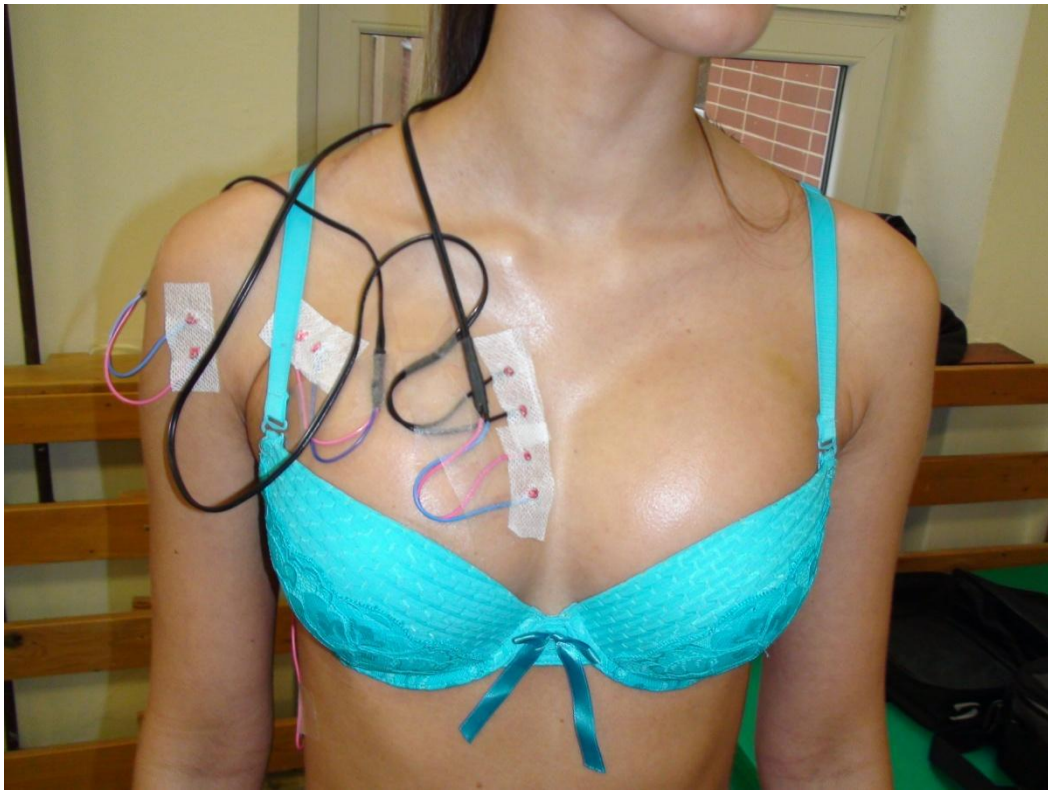
Terapeut:.....

podpis:.....

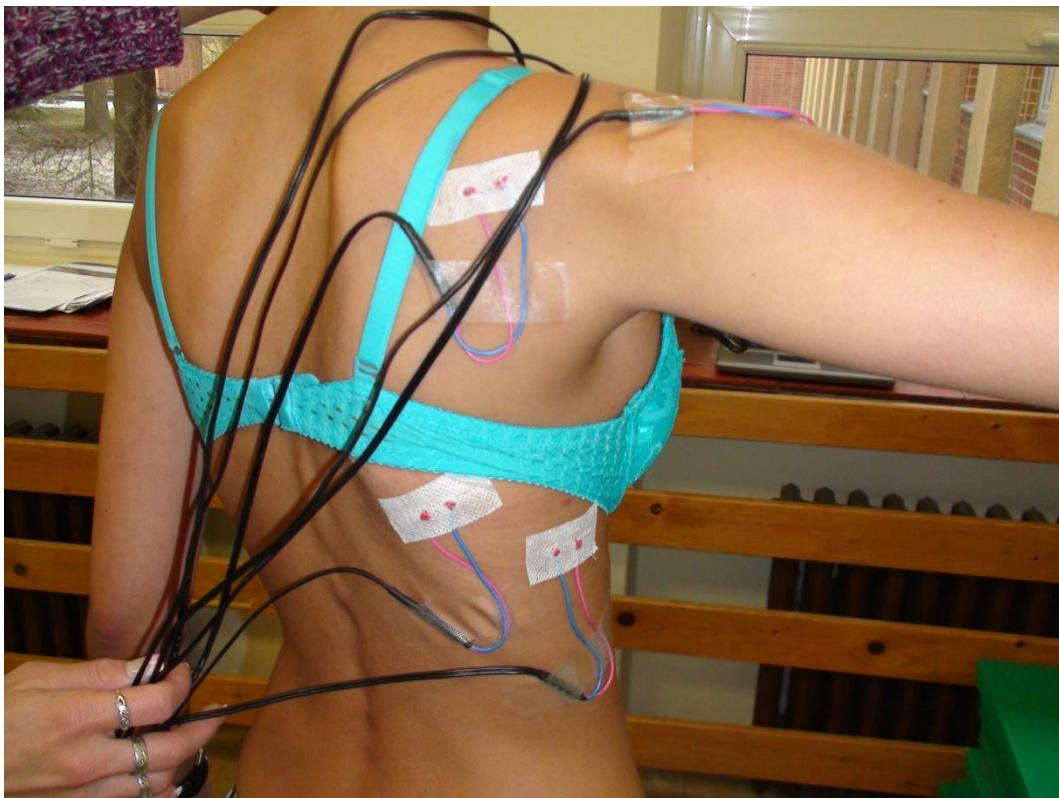
Proband:.....

podpis:.....

Příloha č. 3A



Příloha č. 3B



Příloha č. 4

