

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta zdravotnických věd
Ústav fyzioterapie

VLIV VĚKU, POHLAVÍ A ODPOROVÉHO
TRÉNINKU NA SVALOVOU SÍLU
OSOB NAD 60 LET

Diplomová práce

Autor: Bc. Jarmila Uhříková
Studijní obor: Fyzioterapie
Vedoucí práce: Mgr. Anita Můčková

Olomouc 2010

ANOTACE

Název práce:

Vliv věku, pohlaví a odporového tréninku na svalovou sílu osob nad 60 let

Název práce v AJ:

Influence of age, gender and resistance training to the muscular force on the 60-age population

Datum zadání: 2009-01-05

Datum odevzdání: 2010-05-07

Vysoká škola: Ústav fyzioterapie, FZV UP v Olomouci

Autor práce: Bc. Jarmila Uhříková

Vedoucí práce: Mgr. Anita Můčková

Oponent práce: MUDr. Petr Konečný

Abstrakt v ČJ:

Tato diplomová práce se zabývá problematikou úbytku svalové síly seniorů. Ve své teoretické části se věnuje procesu stárnutí se zaměřením na neuromuskulární aparát, charakter motoriky člověka vyššího věku a systém teorií a hypotéz biologického stárnutí. Nedílnou součástí je také kapitola věnující se problematice sarkopenie a jejímu zejména rehabilitačnímu řešení. Cílem experimentální části práce bylo posoudit, do jaké míry je odporový trénink o nižší intenzitě a po relativně krátké době aplikace účinný ve vztahu k zmiňovanému úbytku svalové síly u osob mužského versus ženského pohlaví, vyššího a nižšího seniorského věku. K posouzení efektivity terapie byla využita dynamometrie (Hand Grip, Hand Grip- výdrž), motorický test (Arm Curl Test), měření antropometrických veličin a anketa.

Abstrakt v AJ:

This thesis deals with problems of muscular force decrease in the elderly. The theoretical part devotes to agings process and intends to neuromuscular system, character of motoric in the elderly and system of theories and hypothesis of biological aging. The problematic of sarcopenia and its solving by physiotherapy is the integral part of this thesis. The efficiency of resistences training by low intensity and short applications time is a main target of experimental part of the thesis, namely in relation to mentioned muscles force decrease by male and female, younger and older seniors. The Hand Grip, Hand Grip's time holding, motorical test (Arm Curl Test), antropometricals measurings and questionnaire are using for examination of the therapy efficiency.

Klíčová slova v ČJ: svalová síla, sarkopenie, stáří, rehabilitace, odporový trénink

Klíčová slova v AJ: muscular force, sarcopenia, old age, physiotherapy, resistance training

Místo zpracování: Olomouc

Rozsah: 129 stran včetně příloh, počet příloh 8

Místo uložení: Ústav fyzioterapie

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem závěrečnou diplomovou práci zpracovala samostatně pod odborným vedením Mgr. Anity Můčkové a uvedla všechny použité literární a odborné zdroje.

V Olomouci dne 7. května 2010

.....

Poděkování

Děkuji paní Mgr. Anitě Můčkové za ochotu při odborném vedení této diplomové práce a poskytnutí mnohých cenných rad při jejím zpracování. RNDr. Milanu Elfmarkovi dále děkuji za statistické zpracování dat.

OBSAH

ÚVOD	8
1 TEORETICKÉ POZNATKY	10
1.1 Stárnutí a involuční změny jako univerzální proces postihující každou živou hmotu	10
1.2 Involuce v kontextu teorií a hypotéz biologického stárnutí	11
1.2.1 Klasické teorie stárnutí	11
1.2.2 Moderní teorie stárnutí	12
1.3 Nejdůležitější syndromy stáří v přímém vztahu k hybnosti jako funkci	15
1.3.1 Instabilita	15
1.3.2 Hypomobilita	16
1.3.3 Dekondice	17
1.4 Vývoj motoriky člověka-perioda stáří	18
1.4.1 Vývoj motorických výkonů jako indikátorů motorických schopností v období dospělosti a stáří.....	18
1.4.2 Motorická schopnost versus dovednost.....	20
1.4.3 Funkční stav v pokročilém stáří	22
1.5 Sarkopenie	25
1.5.1 Morfologické a funkční důsledky sarkopenie.....	25
1.5.2 Možné mechanismy vzniku sarkopenie.....	34
1.5.3 Klinický obraz.....	40
1.5.4 Diagnostika a diferenciální diagnostika	40
1.5.5 Terapie a prevence v rámci komplexní medicínské intervence	42
2 CÍLE A HYPOTÉZY	51
3 METODIKA	53
3.1 Výběr a charakteristika souboru probandů	53
3.2 Průběh vlastního měření	53
3.2.1 Dynamometrie.....	54
3.2.2 Antropometrické vyšetření	55
3.2.3 Charakteristika terapeutické intervence	56
3.2.4 Kineziologické vyšetření	57
3.2.5 Statistické zpracování získaných dat	58

4	VÝSLEDKY	59
4.1	Výsledky k vědecké otázce 1.....	59
4.1.1	Komentář k výsledkům H_01	59
4.2	Výsledky k vědecké otázce 2.....	64
4.2.1	Komentář k výsledkům H_02	65
4.2.2	Komentář k výsledkům H_03	69
4.2.3	Komentář k výsledkům H_04	72
4.3	Výsledky k vědecké otázce 3.....	74
4.3.1	Komentář k výsledkům H_05	74
4.4	Výsledky k vědecké otázce 4.....	80
5	DISKUZE	85
5.1	DISKUZE K VĚDECKÉ OTÁZCE 1.....	86
5.1.1	Diskuze k hypotéze H_01	86
5.2	DISKUZE K VĚDECKÉ OTÁZCE 2.....	89
5.2.1	Diskuze k hypotéze H_02	89
5.2.2	Diskuze k hypotéze H_03	90
5.2.3	Diskuze k hypotéze H_04	91
5.3	DISKUZE K VĚDECKÉ OTÁZCE 3.....	92
5.3.1	Diskuze k hypotéze H_05	92
5.4	DISKUZE K VĚDECKÉ OTÁZCE 4.....	93
	ZÁVĚR	95
	SEZNAM OBRÁZKŮ	98
	SEZNAM TABULEK.....	99
	SEZNAM GRAFŮ	101
	REFERENČNÍ SEZNAM.....	102
	SEZNAM PŘÍLOH.....	114
	Příloha I. Informovaný souhlas	115

Příloha II. Anketa.....	116
Příloha III. Tabulka vybraných parametrů kineziologického rozboru.....	116
Příloha III. Kineziologické vyšetření, vstupní a výstupní měření.....	117
Příloha V. Tabulka vybraných anamnestických údajů	119
Příloha VI. Obrazová příloha	120
Příloha VII. Tabulky popisné statistiky	122
Příloha VIII. Grafy.....	124

ÚVOD

Populace České republiky je dnes považována za relativně mladou ve srovnání s populací členských zemí Evropské unie (Holmerová aj., 2007), ale je více než jisté, že tato situace se s postupující „modernizací“ životního stylu možná již v průběhu několika desítek let výrazně změní. Nejedná se však o obrat k lepšímu, který by se dal očekávat od jedince, jež se blahosklonně nechává nazývat *Homo sapiens sapiens*, tedy člověk rozumný. Trend modernizace, kult s rysy pohodlnosti a v jistém slova smyslu snad i lenosti a sebestřednosti tak typický pro naši dobu, vede nejen k stárnutí populace jako takové, ale i k fyzickému a psychickému úpadku již existující populace starších osob. Všeobecně známé demografické změny, tedy klesající porodnost a snižování mortality v důsledku zvyšující se úspěšnosti preventivní i kurativní medicíny a zdokonalení sociálně-ekonomických podmínek, mění ve své podstatě celkovou populační strukturu země (Topinková, Neuwirth, 1995) a vedou k rostoucímu zatížení v oblasti zdravotní a sociální péče.

Proces stárnutí je spojen se signifikantním poklesem neuromuskulárních funkcí a výkonnosti člověka. Charakteristické pro tento pokles je nevyhnutelná redukce svalové hmoty spojená se ztrátou síly, ke které dochází i u zdravých osob vyššího věku. Termín sarkopenie je v současnosti používán k popisu s věkem souvisejících změn, jež nastávají uvnitř kosterního svalu a ve své podstatě zahrnuje efekt alterace periferního i centrálního nervového systému, změny na úrovni hormonální i v příjmu kalorií a proteinů (Doherty, 2003). Ačkoliv je za účelem boje proti tzv. fenotypu stáří v rehabilitaci respektive v celé medicíně využíváno řady prostředků, je vlastní stárnutí nevyhnutelné. Naše pomoc, myšleno tím podpora fyzioterapeuta jako takového, však může být směřována ke snížení rychlosti, s jakou involuční změny, vlivy prostředí a věkově podmíněné choroby postupně rozkládají každého stárnoucího jedince téměř na atomy.

V důsledku rozšíření obecného povědomí o tzv. metabolickém syndromu a jeho důsledcích, dochází stále k preferenci zejména aerobních forem terapeutického působení v rámci geriatrických pacientů i celé seniorské populace. Nicméně je logické, že i ve vyšším věku je nezbytně nutné udržet optimální funkční stav kosterního svalstva,

neboť většina pohybových aktivit seniorů je krátkodobá, ale vždy vyžaduje určitý stupeň svalové síly (Máček, Máčková, Radvanský, 2006).

V rámci této pilotní studie byla naše pozornost věnována odporovému tréninku, tedy formě pohybové aktivity vhodné pro udržení a rozvoj motoriky osob vyššího věku. Položili jsme si otázku, zda odporový trénink nižší intenzity, který tak mohou vykonávat i osoby polymorbidní a osoby velmi vysokého věku, se projeví jako účinný nástroj terapeutické intervence již po krátké době jeho aplikace, a zda na námi zvolenou formu tréninku budou reagovat stejným způsobem muži, ženy, osoby ve věku počínajícího stáří (senescence) i osoby ve věku vlastního stáří (sérum). Existuje celá řada studií věnovaná problematice zvyšování svalové síly seniorů prostřednictvím odporového tréninku, mnohé již také prokázaly jeho pozitivní dopad. Tyto studie mají však často úzce stanovené kritéria, jež účastníci měření musí splňovat. Naším cílem bylo naopak vzít v úvahu výše zmiňovanou polymorbiditu a křehkost seniorské populace v celé rozmanitosti jejího výskytu a pracovat tak s životní realitou, která existuje všude kolem nás.

1 TEORETICKÉ POZNATKY

1.1 Stárnutí a involuční změny jako univerzální proces postihující každou živou hmotu

„Stárnout znamená růst a zrát, starý člověk je ten, který v daném společenství žije déle a zná mnoho příběhů (Holmerová aj., 2007, s. 59).“

Lidský život probíhá v časoprostoru, ve kterém časový rozměr vystupuje ve dvojnásobné podobě, a to jako čas chronologický a čas biologický. Zatímco chronologický čas plyne rovnoměrně, nemá začátek ani konec, biologický čas je nelineární, vymezený splynutím gamet a smrtí organismu (Štastný, 2009). Po stránce biologické, je stárnutí spojováno se změnami zasahujícími fyziologické funkce, vedoucí postupně ke vzniku nemoci, ztrátě funkční autonomie a v konečném důsledku také ke smrti organismu (Johnston, De Lisio, Parise, 2008). Pro biologický čas je typická určitá nerovnoměrnost průběhu změn fyziologických funkcí. Některé z nich probíhají v souladu s časem chronologickým, jiné nikoli. To znamená, že existuje určitá diferenciací tempa stárnutí jednotlivých orgánových systémů, jedinců i celých společenství (Štastný, 2009). Stárnutí ve své podstatě představuje nezvratný fyziologický děj, snad cestu do stáří, jež je poslední ontogenetickou periodou lidského života. Většina jedinců dospěje do stáří bez nezvladatelných komplikací, dožijí se tedy relativně „úspěšného stáří“ v rámci uspokojivé psychické, fyzické i sociální rovnováhy (Weber aj., 2000). Fenotyp stáří, jakožto výsledek procesu stárnutí, je dán kombinací a navazováním jednotlivých involučních změn s kondicí, s projevy zejména věkově podmíněných chorob a navíc je modifikován vlivy prostředí, ve kterém jedinec žije (Otová, Kalvach in Kalvach aj., 2004). Westendorp (2006) vidí v rámci procesu stárnutí potřebu zvýšené investice směrem k udržení optimální tělesné kondice. Pokud tato investice není odpovídající, organismus začíná stárnout.

Věk je však pouze jednou z mnoha charakteristik člověka, a třebaže každý jedinec stárne individuálně, z pohledu chronologického stárneme všichni stejně (Kozáková, Müller, 2006).

1.2 Involuce v kontextu teorií a hypotéz biologického stárnutí

Stárnutí je charakterizované pozvolným poklesem regeneračních vlastností buněčných struktur, jež je následován poklesem kognitivních, motorických a senzorických funkcí celého organismu (Snijders, Verdijk, Loon, 2009).

Podstatu involuce zatím nejsme schopni jednotně definovat. Jde o složitý komplex dějů vzájemně se prolínajících na úrovni celostní, orgánové, celulární i molekulární, a proto je obvykle popisována převážně pomocí vlastních projevů. Přirozená délka života, jakožto věc úzce související s procesem stárnutí, je druhově specifická, ale přesto vykazuje nikoli bezvýznamnou interindividuální variabilitu. Tato variabilita je přibližně z 25 % podmíněna faktory genetickými a ze 75 % faktory epigenetickými, zahrnujícími v sobě jak vlivy prostředí, tak způsob života jedince (Otová, Kalvach in Kalvach aj., 2004). Nicméně dle populačních studií bylo zjištěno, že silnější vliv dědičnosti se předpokládá v těch rodinách, ve kterých byla vysledována kumulace příbuzných žijících výrazně déle, než byla naděje dožití dané populace (Šnajdrlová, Kalvach, 2008).

Názor na vlastní proces stárnutí prochází trvalým vývojem, který je formován postupem lidského poznání. Úroveň našich znalostí se posouvá od prostého popisu projevů stárnutí k detailnějším znalostem struktur celulárních i subcelulárních a tento posun je reflektován ve vývoji dnešních teorií stárnutí (Kubešová aj., 2005).

1.2.1 Klasické teorie stárnutí

Stárnutí a stáří stojí na samém konci přirozeného vývojového procesu každého jednotlivce. I přes relativně obrovské množství nashromážděných poznatků není možno jednoznačně definovat stárnutí jako jev, ani odpovědět na otázku, proč vlastně stárneme. Stárnutí můžeme charakterizovat jako nástup specifických degenerativních, morfologických a funkčních změn v ontogeneze individua, který se objevuje v různou dobu a pokračuje individuální rychlostí (Weber aj., 2000).

Teorie a hypotézy zabývající se příčinami stárnutí řešily v kontextu dobových možností pouze dílčí jevy této problematiky. Již od dob antických se nám dochovaly představy starých učenců, spojující stárnutí s ubýváním některé významné substance. Například Hippokrates spekoval o ztrátě vlhka a Aristoteles o ztrátě tepla. V průběhu

následujících let přibývaly mnohé rozdílné výklady zabývající se jak ztrátou životní energie, hormonálním deficitem, hromaděním látky „gerontogenní“, tak intoxikací organismu produkty střevních bakterií (Kalvach aj., 2004). I přesto, že příčiny vlastního stárnutí nebyly dosud uspokojivě vysvětleny, existuje množství více či méně originálních hypotéz, s popularitou v čase oscilujících, které se vzájemně prolínají a pomáhají tak utvářet jakýsi rámec teorie stárnutí (Kozáková, Müller, 2006). Řada významných kroků směřujících k porozumění biologickému procesu stárnutí již byla podniknuta a nejedna sporná otázka zodpovězena, přesto zůstávají některé problémy stále nedořešeny. Otázkou zůstává například míra reverzibility stárnutí (Tosato aj., 2007). Případně to, zda kromě smrti navozené chorobou, nebo úrazem, existuje i přirozené úmrtí jako důsledek pouze involučních změn (Kalvach aj., 2004).

Celá řada vědeckých pracovníků i humanitních odborníků, kteří se zabývají fenoménem stárnutí, vytvořila široký okruh metafor a teorií, jejichž další studium nám může v budoucnu pomoci nejen k akurátnímu porozumění procesu stárnutí, ale zároveň snad umožní i zvýšení kvality života každého jednotlivce (Shepard, 1997).

1.2.2 Moderní teorie stárnutí

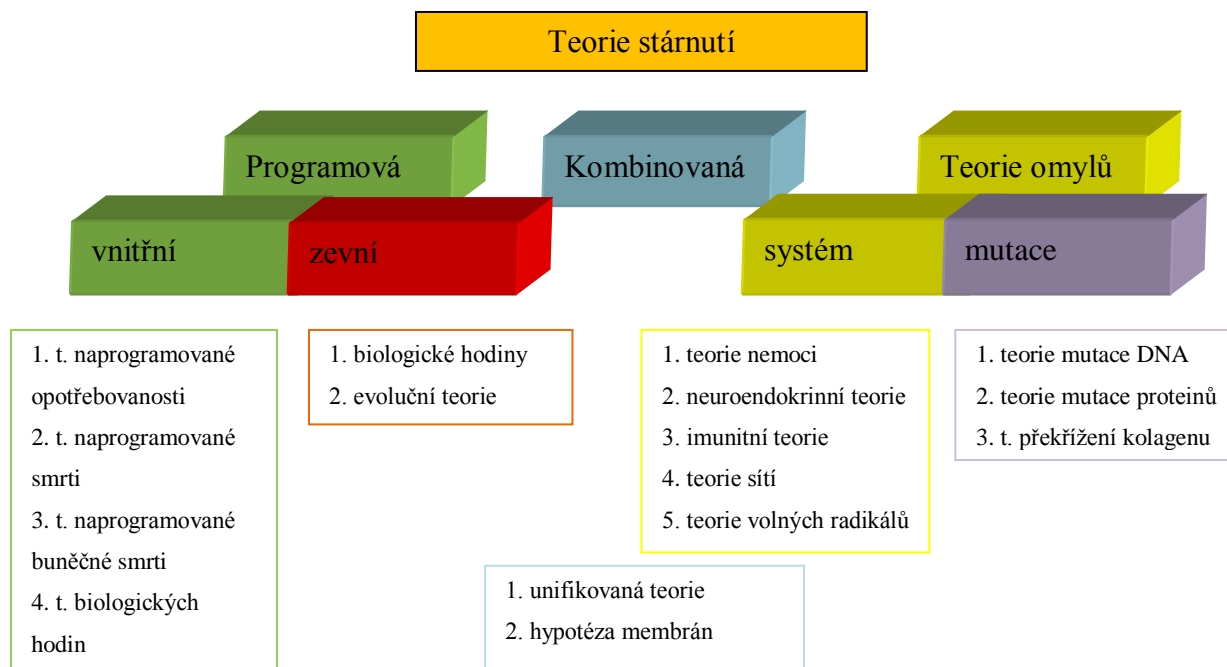
Mnohé, i když zdaleka ne všechny teorie stárnutí můžeme rozdělit do dvou základních kategorií (viz obr. 1, str. 13): programové teorie (PROGRAM THEORIES) a teorie omylů (ERROR THEORIES). Přestože toto didaktické dělení je použitelné, v současné době je zdůrazňována zejména multifaktoriálnost procesu stárnutí (Semsei, 2000).

Odlišné rozdělení uvádí Weber (2000):

- A) TEORIE STOCHASTICKÉ se ve své podstatě domnívají, že děje spojené se stárnutím jsou náhodné a s věkem pouze přibývá poruch v rámci buněčného řízení. Patří zde teorie omylů a katastrof, teorie překřížení, teorie opotřebení a teorie volných radikálů.
- B) TEORIE NESTOCHASTICKÉ předpokládají, že stárnutí je geneticky předurčeno, příkladem může být teorie pacemakerová a genetická.

Mezi tzv. „současné teorie stárnutí“ řadíme zejména *teorii volných radikálů*, *genetickou teorií* a v neposlední řadě *pacemakerovou teorií stárnutí* (Ďoubal aj., 1997).

Obrázek 1. Kategorie teorií stárnutí (Semsei, 2000).



Legenda: t- teorie, DNA- deoxyribonukleová kyselina.

Teorie volných radikálů byla jako prvním formulována v padesátých letech Harmanem, který předpokládal, že hromadění endogenních kyslíkových radikálů je zodpovědné za stárnutí a smrt. Tato teorie byla revidována v roce 1972, kdy došlo k identifikaci mitochondrií jako hlavního iniciátora reakcí volných radikálů v souvislosti se stárnutím (Tosato aj., 2007).

Nynější stav výzkumu zatím potvrzuje, že volné radikály hrají jednu z důležitých rolí mezi primárními procesy stárnutí. Je známo, že reakce volných radikálů jsou původcem četných poruch organismu na celulární i subcelulární úrovni a stojí v pozadí celé řady nemocí, jejichž incidence s věkem roste. *Teorie volných radikálů* však stále nestačí jako jediné komplexní vysvětlení mechanismu stárnutí. Je však možné předpokládat, že proces stárnutí je nastaven jako vzájemný poměr procesů destruktivních, v nichž hrají volné radikály důležitou roli a mechanismů reparačních a regeneračních (Ďoubal aj., 1997). V současné době bylo prokázáno, že 30-40 % kalorická restrikce dokáže významně omezit škody způsobené volnými radikály v kosterním svalu a dále se ověřuje pozitivní efekt dlouhodobé restrikce kalorií

na výskyt s věkem souvisejících chorob a její vliv na střední délku života (Kalvach aj., 2004).

Genetická teorie stárnutí bývá obvykle rozdělována do dvou následujících skupin: na teorie programového stárnutí a teorie mutační. V rámci *teorie programového stárnutí* je stárnutí chápáno jako výsledek uplatnění jistého genetického programu, tedy geneticky determinovaný jev. Velké množství těchto teorií se zaměřuje na organismus jako celek, jsou založeny na poznatcích o zvyšování genové represe v důsledku stárnutí, na dysregulaci sekvenční transkripce a nálezech neúplné represe vývojových genetických programů (Ďoubal aj., 1997).

Shepard (1997) uvádí, že v rámci konceptu programovaného stárnutí je proces stárnutí a smrti evoluční adaptací, která působí preventivně proti přelidnění planety.

Dle *neuroendokrinní teorie* je stárnutí způsobeno alterací neurogení a endokrinní funkce organismu, která je klíčová pro koordinaci a schopnost reagovat na změny vnějších podmínek, pro programování fyziologické odpovědi na environmentální podněty a udržování optimálního funkčního stavu reprodukce a přežití (Tosato aj., 2007).

Mutační teorie předpokládá, že stárnutí je důsledkem hromadění mutací v somatických buňkách. Je prokázáno, že frekvence výskytu spontánních chromozomových mutací s věkem v somatických buňkách roste. Do této skupiny můžeme řadit i *teorii mutací mitochondriální DNA*, předpokládající, že mutace mitochondriální DNA jsou důsledkem vyšší citlivosti membrán mitochondrií k poškození a v konečném důsledku i urychlení procesů degenerace v rámci buněčného stárnutí (Ďoubal aj., 1997). Protože mitochondriální DNA je z důvodu svého umístění neustále vystavovaná působení volných radikálů a její reparační procesy nejsou vysoce efektivní, nabízí se otázka, do jaké míry může kumulace poškození mitochondriální DNA vést k některým s věkem souvisejícím svalovým dysfunkcím. Ve stárnoucím kosterním svalu byl totiž prokázán signifikantní nárůst počtu i variability nového uspořádání mitochondriální DNA (Greenlund, Nair, 2003).

Chromozomové mutace bývají označovány jako funkční poruchy buněk zasahující obvykle větší počet genů. Jejich důsledky, tedy změna funkce, nebo smrt buňky, poruchy funkčnosti tkání, případně celého organismu jsou závislé na frekvenci a typu postižení buněk. Zastánci *pacemakerové teorie stárnutí* předpokládají existenci určitých

orgánů, případně celých orgánových systémů, které je možné považovat za geneticky naprogramovaný pacemaker na určitou dobu života (Ďoubal aj., 1997; Weber aj., 2000).

Ve skutečnosti je pravděpodobné, že několik zdánlivě rozdílných procesů probíhá souběžně, vzájemně se ovlivňuje a působí pouze na odlišných úrovních funkční organizace organismu. Z toho důvodu jednotlivé teorie stárnutí nemusí být považovány za jedna nadřazená druhé, ale mohou se vzájemně doplňovat a vysvětlit tak svým vzájemným souzněním mnohé sporné otázky spojené se stárnutím (Tosato aj., 2007).

1.3 Nejdůležitější syndromy stáří v přímém vztahu k hybnosti jako funkci

Syndrom hypomobility, de kondice a svalové slabosti má snahu celkově postihnout jednu ze základních oblastí multikauzálně podmíněné funkční deteriorace a křehkosti ve stáří. Podstatou výše zmíněných syndromů je vzájemné omezování pohybových aktivit, a to zejména lokomoce, zmenšování okruhu, ve kterém se člověk pohybuje, ubývání svalové hmoty, snižování síly kosterních svalů a následně pokles celkové kondice, vytrvalosti a maximální aerobní kapacity (Kalvach aj., 2008). Proto je nezbytné navýšení fyzické kondice seniorů, jež je v konečném důsledku spojeno s jejich funkční nezávislostí, zvýšenou pohyblivostí a celkovým pozitivním psychickým přeladěním (Warburton aj., 2006).

1.3.1 Instabilita

Instabilita je podmíněna poruchou v rámci mechanismu detekce a schopnosti korigovat umístění jedince v prostoru jak v klidném stoji, tak během pohybu. Ve stáří patří instabilita mezi nejčastěji se manifestující průvodní jevy multimorbidit a zároveň mezi typické geriatrické syndromy přinášející velké obavy značnému počtu seniorů (Weber aj., 2000). Vyskytuje se v důsledku zhoršené funkce a koordinace muskuloskeletálního systému, oslabení prostorového a smyslového vnímání, i v důsledku neochoty seniora používat kompenzační pomůcky (Holmerová aj., 2007). Přítomnost instability klade zvýšené nároky na muskuloskeletální systém. Příkladem může být zvýšená potřeba svalové síly v rámci kompenzace deficitu stability při chůzi (Rantanen, 2003). Pro vzpřímené držení těla každého jednotlivce je nezbytné udržení

vertikální projekce těžiště uvnitř opěrné báze, což vyžaduje zapojení několika rozdílných procesů. Jedná se zejména o vhodné zpracování senzorní informace, selekci adekvátní strategie k udržení rovnováhy a aktivaci svalových skupin zajišťujících překonání posturální nerovnováhy. Omezená posturální kontrola seniorů může být zapříčiněna například abnormálním zpracováním senzorní informace, omezením detekce labilit, prolongovanou latencí rychlosti odpovědi centrálního nervového systému a slabostí, případně porušenou schopností koordinace v rámci jednotlivých svalových skupin (Enoka, 2002).

Máček, Máčková (2008) uvádějí, že u mužů nad 65 let dochází k prodlužování odrazové a zkracování švihové fáze kroku. Tato změna chůze by ve svém důsledku sice měla vést ke zvýšení posturální stability, ale to vždy na úkor rychlosti a účinnosti pohybu.

Starší lidé trpí velkými obavami před následky jakéhokoliv pádu, proto setrvávají ve snaze o opětovné nabytí rovnováhy pomocí dynamických mechanismů i v takových situacích, kdy je to z hlediska struktury a funkce jejich pohybového systému zcela nereálné a důsledkem takového jednání je neřízený pád spojený s rizikem závažných komplikací (Vařeka, 2002).

Pády jsou poměrně častou realitou a postihují přibližně jednu čtvrtinu osob starších 65 let žijících ve vlastní domácnosti. Incidence pádů stoupá s věkem s maximem v 7. a 8. dekádě. Ženy bývají postiženy častěji než muži, což bývá vysvětlováno nižším poměrem svaloviny k celkové tělesné hmotě i obecně vyšší aktivitou žen v domácím prostředí. Každý pád starší osoby, přestože nevede k bezprostřednímu poranění, představuje určitý nepříznivý prognostický faktor, v tom smyslu, že skupina nemocných s pády má 4-6x zvýšenou mortalitu a to nejen časnou, ale i pozdní (Topinková, Neuwirth, 1995). Přitom terapeutický trénink, již minimálního zatížením, například cvičení Tai- Chi, významným způsobem zvyšuje stabilitu a přesnost pohybu (Barry, Carson, 2004).

1.3.2 Hypomobilita

Pod pojmem hypomobilita rozumíme jak malý objem pohybových aktivit a krátkou vzdálenost ušlou za určitou časovou jednotku, tak limitace v rychlosti (často klesající i pod 1,0 m/s, což nemusí stačit například k bezpečnému přechodu světelné

křížovatky) a výdrže lokomoce, či obecné snížení pohyblivosti člověka (Kalvach aj., 2008). Navíc věkově podmíněný, neustále se zvyšující odpor k pohybu, potencovaný navíc snahou ostatních starším osobám tělesnou námahu ušetřit, postupný pokles pracovní náplně i mechanizace běžných úkonů všedního života, to vše směřuje k sedavému způsobu života vedoucímu k výraznému omezení vytrvalosti a svalové síly seniora (Máček, Máčková, Radvanský, 2006). Například ve věkové skupině 75 a více let není 40 % osob schopno ujít jeden kilometr, asi jedna třetina osob pouze s obtížemi zvládá chůzi po schodech, 15-20 % využívá kompenzační pomůcky, nebo vyžaduje pomoc druhé osoby při chůzi a přibližně 5 % osob této věkové skupiny je trvale upoutáno na lůžku (Topinková, Neuwirth, 1995).

Inaktivita obecně, vede k poklesu energického výdeje, vzrůstajícímu hromadění tukových zásob a snížení citlivosti tkáně na inzulín (Máček, Máčková, Radvanský, 2006). Naopak udržování určité úrovně fyzické aktivity i ve vyšším věku je dle Buchner (1997) spojeno s vyšší svalovou výkonností, častější mobilitou a také nižším rizikem pádů.

Typický syndrom stařecké lokomoční motoriky zahrnuje přítomnost nachýlení horní části těla vpřed, tedy zmenšení úhlu v kyčelním kloubu, zkrácení délky kroku z původních 60-70 cm v dospělosti až na hodnoty 33-36 cm, což odpovídá délce kroku dítěte ve čtyřech letech a nedostatečnou součinnost paží (Měkota, Kovář, Štěpnička, 1988). Při vykonávání komplikovanějších úkolů, například při chůzi ze schodů, starší osoby vykazují zřetelně odlišné časování a velikost aktivace svalových skupin. Tyto závěry podporují stanovisko, že kontrola pohybu osob vyššího věku je zhoršena se zvyšující se rychlostí a komplikovaností pohybu. Změna senzorické kapacity, větší rozptyl při současném kognitivním úkolu, vyšší míra úzkosti a snížení svalové síly, to jsou jen některé faktory, jež se podílejí na změně projevu pohybové strategie starší osoby (Barry, Carson, 2004).

1.3.3 Dekondice

Pod pojmem dekonidice rozumíme závažný pokles zejména vytrvalostní zdatnosti seniora. Jde o komplexní proces postihující celou řadu systémů a funkcí. Markantní je především snížení maximální spotřeby kyslíku, zrychlení klidové tepové frekvence a celková změna nastavení kardiovaskulárního systému. Ve svalech dochází k úbytku

pomalých vláken, klesá aktivita oxidačních enzymů, narůstá inzulinorezistence a dochází ke změně spektra sérových lipidů (Kalvach aj., 2008). Senioři mají tendenci nutnost pohybové aktivity podceňovat, dokonce ji v důležitosti řadí až jako pátý faktor, který může ovlivnit jejich zdravotní stav a to za výživu, kouření, alkohol a stres. Zatímco žádné záměrné tělesné zatížení nevyhledává 25,6 % mužů a 28,6 % žen ve věku 18-30 let, 36,4 % mužů a 41,4 % žen ve věku 31-45, 46 % mužů a 48,4 % žen ve věku 46-60 let, u lidí starších 61 let se jedná o 70,9 % mužů a 83,3 % žen. (Holmerová aj., 2007). Není však vždy jednoduché rozpoznat, zda se jedná o dekonkci, vliv věku, nebo nemoci. Například dušnost při mírné intenzitě cvičení může být způsobena jak kardiovaskulární chorobou, tak nízkou fyzickou kondicí (Skinner, 2005).

Přestože pravidelná fyzická aktivita jako předpoklad zdravého životního stylu seniorů je všeobecně akceptována, její optimální intenzita nebyla dosud regulérně stanovena. Ani dlouhodobě probíhající studie, zabývající se korelacemi ve vztahu fyzické aktivity a dlouhověkosti, nepřinášejí jednotné výsledky (Lee, 2000).

1.4 Vývoj motoriky člověka-perioda stáří

Ačkoli vlastní proces stárnutí začíná ještě před narozením, jeho působení je v tuto chvíli vyvažováno růstem. Jakmile však jedinec dosáhne dospělosti a růst se zastaví, změny doprovázející stárnutí začínají brzy nabývat na patrnosti. Rychlost, se kterou změny související s věkem postupují, se člověk od člověka liší, ale i v současné době všestranného pokroku jsou tyto změny stále nezvratné a nevyhnutelné (Skinner, 2005).

1.4.1 Vývoj motorických výkonů jako indikátorů motorických schopností v období dospělosti a stáří

Svalová síla a s ní související neuromuskulární funkce docházejí dramatických změn napříč celým lidským životem. Zpočátku se jedná o rapidní navýšení způsobené růstem, později o pozvolnější pokles v důsledku stárnutí (Vandervoort, 2002).

Vývojová perioda dospělosti bývá obecně charakterizována jako fáze kulminační. V období tzv. *mladší dospělosti*, tedy ve věku mezi 20-30 lety motorický vývoj postupně uzavírá svou evoluční fázi a kulminuje vývoj kondičních motorických

schopností v pořadí: rychlostní, staticko-silové a vytrvalostní schopnosti (Měkota, Kovář, Štěpnička, 1988).

Máček, Máčková (2008) uvádějí, že funkční kapacita motorických schopností klesá ze svého vrcholu mezi 25-30 rokem do stáří o 30 %. Předpokládá se, že za tento pokles je rovným dílem zodpovědné jak vlastní stárnutí, tak postupné snižování rozsahu pohybové aktivity. S postupujícím věkem však stejná dávka pohybové aktivity přináší nižší zisky než v mládí. O příčině se spekuluje, ale nejčastěji se soudí, že tento stav souvisí s poklesem aktivity neuromuskulárních funkcí a menší schopností organismu syntetizovat proteiny.

Období *střední dospělosti* mezi 30-45 lety je charakterizováno stacionárností. Biologický předěl kolem 30 let je méně patrný na orgánové, ve srovnání s buněčnou úrovní. Pokles motorických předpokladů sice existuje, ale je mírný a subjektivně není pocíťován, neboť je optimálnějším využíváním pohybových zkušeností dobře kompenzován. *Starší dospělost*, věkové období mezi 45-60 lety je typické výskytem neklamných známek poklesu fyzických sil a ohlášením prvních příznaků chronických nemocí. V této etapě převažuje pokles motorické výkonnosti, zejména motoriky hrubé. Pokles motorických předpokladů již není kompenzován novými zkušenostmi a zdokonalováním techniky. Individuální motorická diference je v pozdní dospělosti a počátečním stáří asi nejvyšší, a to jako důsledek různé genetické výbavy i rozdílné životní reality (Měkota, Kovář, Štěpnička, 1988). Stáří považujeme za přirozenou a závěrečnou etapu v rámci ontogenetického vývoje člověka. Podobně jako ostatní vývojová stádia má i stáří své specifické znaky, jimiž se od předchozích životních etap odlišuje. Zejména tělesné změny jsou v období sénia na vzdory své obrovské variabilitě patrnější než změny psychické (Holmerová aj., 2007). Motorická výkonnost má v průběhu stárnutí tendenci k poklesu. Obecně vzato, oslabení učení motorické dovednosti může být vykládáno jako podstatná s věkem související redukce kognitivní a motorické plasticity. Individuální odlišnosti v motorické plasticitě osob vyššího věku mohou být spojeny s činností senzorických čidel a kognice. Omezení percepce tak vede k omezení výkonnosti a horším výsledkům procesu učení (Voelcker-Rehage, 2008). V případě, že je vlastní pohybová činnost založena na dříve nabytých dovednostech, je možno provádět i složitější pracovní výkony s optimálními výsledky. Problém však vyvstává s učením byť jednoduchého, ale nového úkolu. Otázkou zůstává, zda se jedná o problém motorický, nebo je nutné hledat příčinu v určité neochotě přijímat věci nové

(Měkota, Kovář, Štěpnička, 1988). K tomu, aby stárnoucí člověk dosáhl vytyčeného cíle, musí vynaložit velké volní úsilí. Motivace k vykonávání mnohdy dříve oblíbených činností často klesá. K cíli se tak dostává zejména prostřednictvím rozvahy a využitím svých již dříve nabytých zkušeností (Holmerová aj., 2007).

1.4.2 Motorická schopnost versus dovednost

Motorická dovednost se řadí mezi předpoklady pohybové činnosti. Nejedná se o jev generalizovaný, ale specifický, získávaný učením. Možnost osvojit si určité dovednosti závisí na schopnostech motorických, senzorických a kognitivních. Předpoklad motorické schopnosti je na rozdíl od učení získané motorické dovednosti částečně geneticky podmíněn. Každá dovednost je podložena několika dílčími schopnostmi a jedna schopnost má podíl na různých dovednostech (Měkota, Novosad, 2005).

Termín motorická schopnost odráží všeobecnou vlastnost, nebo kapacitu individua, která je spojena s možností vykonat více druhů motorických dovedností. Rozličné schopnosti jedince tvoří základ pro vykonání určité dovednosti. Například v rámci dovednosti tenisového podání musí hráč zaujmout vhodný postoj, vykonat zpětný kmit, dopředný kmit a kontaktovat míček, tedy uplatnit jednotlivé složky motorické schopnosti (Voelcker-Rehage, 2008).

1.4.2.1 Genetická podmíněnost

Dylevský (2007) uvádí, že navzdory tomu, že je typ svalových vláken určen geneticky, je možné specifickou pohybovou aktivitou navodit diferenciaci svalových vláken odolných proti únavě, zajišťující zejména statické a vytrvalostní parametry pohybu. Zatímco silové a rychlostní znaky osobnosti zůstávají stále podmíněny převážně genotypově.

V případě indikátorů motorických schopností se jedná převážně o znaky kvantitativní, s uplatněním dědičnosti polygenní. Vývojovou stabilitou se vyznačují zejména geneticky silněji determinované znaky. Vytrvalost, explozivní síla, kloubní pohyblivost, tedy indikátory motorických schopností vykazují analogické „inter-age“

korelace podobně jako znaky somatické, které jsou silně geneticky determinované. Nejsilnější genetickou determinaci nalézáme u maximálního anaerobního laktátového výkonu, který se zdá být klíčový pro realizaci rychlostně silových pohybů a u kloubní pohyblivosti (Měkota, Novosad, 2005).

Máček, aj. (2006) uvádí, že tělesná zdatnost je v rozsahu 30-60 % podmíněna geneticky. Dědičnost také přímo ovlivňuje poměr pomalých a rychlých svalových vláken. Osoby s vyšším počtem pomalých svalových vláken můžou nalézt uplatnění ve vytrvalostních sportech a navíc tím získávají i příznivější podmínky pro ovlivnění profilu lipidů a tím i nižší riziko vzniku metabolického syndromu.

1.4.2.2 Role pohlaví

Je obecně platné, že motorická výkonnost dospělých žen je oproti výkonnosti mužů přibližně o jednu čtvrtinu nižší, tedy trénovaná žena je přibližně na úrovni netréňovaného muže. U obou pohlaví nacházíme přibližně stejnou výkonnost podmíněnou koordinačně. Malé výkonnostní rozdíly jsou nacházeny v dětských kategoriích a teprve po dvacátém roku věku narůstá výkonnostní diference dle pohlaví (Měkota, Cuberek, 2007).

Dle Weiss, Smith (1996) je svalová síla mladých chlapců přibližně stejná, jako svalová síla mladých děvčat a to až do puberty. Následně dochází u mužů k signifikantnímu nárůstu svalové síly ve srovnání s ženami, s nejvyššími rozdíly ve věku mezi 30 a 50 rokem. Až do 16 let věku je procentuální zastoupení čisté svalové hmoty k celkové tělesné hmotě srovnatelné u obou pohlaví, poté se svalová hmota mužů stává výrazněji objemnější a procento čisté svalové hmoty k celkové tělesné hmotě vyšší.

U mužů a u žen byly zjištěny rozdíly v zastoupení vláken I. typu, tzv. pomalých červených vláken a vláken II. typu, tzv. rychlých červených vláken. U mužů byla pozorována převaha vláken druhého typu, tedy vláken silnějších, s vyšší silou a rychlostí kontrakce, s vyšší kapacitou anaerobních enzymů, ale zároveň i s rychlejší unavitelností (Dylevský, 2007).

1.4.3 Funkční stav v pokročilém stáří

Macaluso, De Vito (2004) popisuje funkční schopnost jako kompetenci individua každodenně vykonávat fyzické úkony, jako například vstávání ze židle, chůze po schodech, nebo zvedání a nošení nákupní tašky. Ačkoli je známo, že svalová síla s funkčními schopnostmi koreluje, má tato oblast výzkumu v současnosti ještě stále celou řadu bílých míst.

Mnohé studie však již dnes hovoří o velmi blízkém spojení mezi funkčními aktivitami jednotlivce a jeho svalovou silou. Příkladem může být dotazník, jehož prostřednictvím byly hodnoceny zvyky 2 654 mužů a žen ve věku 55-84 let. Bylo zjištěno, že 40 % žen ve věku 55-64, 45 % žen ve věku 65-74 a 65 % žen ve věku 75 až 84 let není schopno zvednout 4,5 kg což je v rámci běžných denních aktivit problém (Fielding, 1995). Výzkum Rantanen aj. (1999) naznačuje, že například hodnocení svalové síly ruky (Hand Grip strength) může být užitečné v rámci časného screeningu osob se zvýšeným rizikem disability ve vyšším věku.

Běžné klinické vyšetření doplněné o hodnocení tělesné výkonnosti, vyšetření kineziologické a sociální, vhodné pro stanovení funkčního omezení, označujeme jako CGA (Comprehensive Geriatric Assessment) (viz tab. 1) (Šnajdrlová, Kalvach, 2008).

Tabulka 1. *Hodnocení CGA (upraveno dle Šnajdrlová, Kalvach, 2008).*

Parametr	Úroveň empirická	Úroveň orientační	Úroveň podrobná
Kognitivní funkce	anamnéza	Mini Mental State Examination	psychiatrické vyšetření
			CT
			MRI
Nutriční stav	fyzikální vyšetření	Mini Nutritional Assessment	využití kaliperu
	BMI index		laboratorní vyšetření
Tělesná zdatnost	anamnéza	orientační	bicykloergometrie
	porovnání s vrstevníky	test v terénu (chůze na čas)	test v běhátku
Soběstačnost	anamnéza	dotazníky ADL	speciální testování na umělé dráze
	fyzikální vyšetření		

Legenda: CT-počítačová tomografie, MRI-magnetická rezonance, BIM-Body Mass Index, dotazníky ADL-dotazníky soběstačnosti v rámci denních aktivit.

Testy používané pro komplexní geriatrické vyšetření musí poskytovat reprodukovatelné, standartizovatelné údaje, garantovat systematický sběr dat a při opakovaném provádění poskytovat informace o účinnosti léčby, či vývoji onemocnění (Topinková, Neuwirth, 1995).

Motorické testy představují vhodný a bezpečný prostředek pro diagnostiku tělesné zdatnosti seniora. Velké množství standardizovaných testových baterií vzniklo například v USA (Macháčová aj., 2007). V roce 1983 byla i v rámci Evropské unie vytvořena experimentální baterie testů tzv. Eurofit, uzpůsobený pro měření tělesné zdatnosti cílové skupiny ve věku 6-18 let. Následovalo vydání testu určeného dospělé populaci s názvem Eurofittest pro dospělé (1995) lišící se od Eurofittestu pro mládež širším výběrem možností testování kardio-respirační vytrvalosti (Neuman, 2003). Hodnocení tělesné zdatnosti prostřednictvím Eurofittestu je určeno zejména pro dospělou populaci od 18 do 65 let, s tím, že některé individuální testy je možné použít i pro osoby vyšší věkové kategorie (Oja, Tuxworth, 1997).

V témže roce jako byl vytvořen Eurofittest pro dospělé, uveřejnila skupina pracovníků vedená R. Kovářem a K. Měkotou univerzální diagnostický systém Unifittest pro věkovou kategorii od 6 do 60 let (Neuman, 2003). Speciálně pro potřeby stanovení dílčích komponent funkční tělesné zdatnosti nutných pro zachování mobility populace vyššího věku byl vytvořen tzv. Senior Fitness Test (SFT) (viz tab. 2, str. 24). Díky tomu, že autoři stanovili jednotlivé komponenty funkční tělesné zdatnosti a určili tedy výchozí základ pro výběr jednotlivých testů, je SFT metodou citlivou a komplexní, dobře použitelný v terénních podmínkách a zároveň umožňuje tvorbu hodnotících škál (Macháčová aj., 2007).

Ačkoli kontraindikace hodnocení tělesné zdatnosti seniorů a osob mladšího věku se v zásadě neliší, faktor stáří bývá považován za rizikový sám o sobě už proto, že u populace seniorů existuje vyšší pravděpodobnost výskytu nemoci, třebaže jsou zatím zcela bez příznaků (Skinner, 2005).

Tabulka 2. Senior Fitness Test (upraveno dle Jones, Rikli, 2002).

Název testu	Účel	Popis	Riziková oblast
30-Second Chair Stand	-hodnocení svalové síly dolních končetin -vysedání z tramvaje, nebo automobilu	-měříme počet vztyků ze sedu na židli do stoje s horními končetinami zkříženými na prsou za časový interval 30 s	-méně než 8 vztyků bez asistence za 30 s
Arm Curl Test	-hodnocení svalové síly horních končetin -domácí práce -volnočasové aktivity	-hodnotíme počet flexí v loketním kloubu se závažím -ženy 2,27kg -muži 3,63kg uskutečněných za 30 s	-méně než 11 flexí v loketním kloubu za 30 s
6-Minute Walk	-hodnocení aerobní výkonnosti -chůze	-měříme počet metrů ušlých za 30 s	-méně než 350 yards
2-Minute Step Test	-hodnocení aerobní výkonnosti -vhodný v případě omezení prostoru	-počet zdvižení kolen v časovém intervalu 2 minuty	-méně než 65 zdvižení za 2 minuty
Chair Sit-and-Reach	-hodnocení flexibility rozsahu kyčelního kloubu -stoj a chůze	-měříme vzdálenost mezi nataženými prsty ruky a palcem dolní končetiny -výchozí poloha je sed na židli s jednou dolní končetinou nataženou, druhou pokrčenou -(cm)	-muži: -4 palce a víc -ženy: -2 palce a víc
Back Scratch (test zapažení)	-hodnocení flexibility rozsahu ramenního kloubu -česání a oblékání	-vzdálenost mezi nataženými prostředníky při současném oboustranném zapažení-(cm)	-muži: -4 palce a víc -ženy: -2 palce a víc

Legenda: s- sekunda, 1 palec=25,4 mm, cm- centimetr, m- metr, kg- kilogram, 5 yards=4,57metrů.

1.5 Sarkopenie

Mezi tři primární kategorie poruch zdraví vyznačující se ztrátou svalové hmoty patří: hladovění, sarkopenie a kachexie. Přestože *kachexie* nemá univerzálně přijatou definici, jedná se o obecně uznávaný jev těžkého chřadnutí a vyčerpání organismu, doprovázející imunodeficienci, nebo nádorové bujení. *Hladovění* má za následek ztrátu tělesného tuku a jiné netukové tkáně z důvodu inadekvátního příjmu energie a proteinů. A konečně termín *sarkopenie*, tedy stav spojený s přítomností subnormálního množství kosterní svaloviny a redukcí svalové síly, byl vytvořen z řeckých slov *sarx* and *penia* a jako první jej ve vědecké publikaci použil v roce 1988 Irvin Rosenberg. (Thomas, 2007). Jedná se o výsledek molekulárních, celulárních, nutričních a hormonálních změn. Tyto jsou spolu zodpovědné za progresivní deterioraci funkce kosterního svalu (Reeves, Narici, Maganaris, 2006). Typický fenotypový obraz sarkopenie zahrnuje ztrátu svalové hmoty, změnu v distribuci svalových vláken a s tím spojenou ztrátu síly a schopnosti efektivně fungovat v rámci ADL (Activities of Daily Living, tj. aktivity denního života) (Johnston, De Lisio, Parise, 2008).

Pokud využijeme definice, která říká, že sarkopenie je vymezená jako hodnota tzv. muscle mass index (hmotnost svaloviny v kg/výška v m²) menší než dvě standardní odchylky pod průměrem referenční populace, zjistíme, že 10-25 % osob ve věku do 70 let a dokonce více než 30 % žen a 50 % mužů nad 80 let můžeme označit jako tzv. sarkopenické (Marcell, 2003). Sarkopenii můžeme na základě procentuálního zastoupení tukové tkáně zkoumaných osob rozdělit na tzv. *sarkopenii spojenou se ztrátou hmotnosti* (SH) a *sarkopenii spojenou s obezitou* (SO). Nebezpečí SO tkví v tom, že tuk maskuje jinak viditelné změny a pokud nedochází například k preventivnímu měření svalové síly, nebo relativní hmotnosti svalové hmoty může dojít k rozvoji komplikací (Morley aj., 2001). Thomas (2007) popisuje překvapivé pozorování relativně vyššího zastoupení sarkopenie v populaci starších mužů a žen hispánského původu.

1.5.1 Morfologické a funkční důsledky sarkopenie

S věkem spojený pokles funkce kosterní svaloviny, je odrazem změn jak kvantitativních (svalová hmota), tak kvalitativních (svalová síla určena na jednotku

plochy příčného řezu, poměr jednotlivých svalových vláken a metabolické charakteristiky) vlastností svalové tkáně (Saini aj., 2009).

1.5.1.1 Vývoj silových schopností v čase

S věkem související pokles svalové síly byl prokázán množstvím studií, testujících svaly končetin v podmínkách izometrického i dynamického pracovního režimu, prostřednictvím souběžného srovnání skupin starších mužů a žen s kontrolní skupinou zdravých osob mladšího a středního věku. Longitudinální studie až na několik výjimek poukazují na vyšší ztrátu svalové síly v čase (až 1-3 % za rok) ve srovnání se studii průřezovými (Doherty, 2003).

Stavba svalové tkáně, tedy typ a uspořádání svalových vláken, patří k nejdůležitějším faktorům určujícím svalovou sílu. Proto ztráta, případně posun v uspořádání svalových vláken uvnitř svalu směrem k vlastnostem vláken pomalých vede k progresivnímu s věkem souvisejícímu poklesu svalové síly (Johnston, De Lisio, Parise, 2008).

Mezi faktory sarkopenii determinující patří zejména věk, pohlaví, úroveň fyzické aktivity a dědičnost (Sayer aj., 2008; Thomas, 2007). Dle Máčka aj. (2006) představuje věk však pouze asi 30 % variability v hodnotě svalové síly mezi 19 až 90 rokem.

Dále bylo vysledováno, že nízká porodní váha a malý přírůstek výšky v předpubertálním období dítěte je spojen s nižší svalovou silou (*Grip strenght*) ve středním věku nezávisle na tom, jaké hmotnosti a výšky jedince bylo nakonec dosaženo (Sayer aj., 2008; Thomas, 2007). Po vrcholu ve třetí dekádě klesá svalová síla do 60 let průměrně o 15-20 % a po 65 roku věku klesá síla hodnocená prostřednictvím testu Hand Grip o 20-30 %. Svaly horní končetiny vykazují v porovnání se svaly v ostatních lokalitách nejmenší pokles síly (Kalvach aj., 2004). Dolní končetiny jsou tedy ve srovnání s končetinami horními ovlivněny poklesem síly více, což je důsledkem klesající tendence v používání právě dolních končetin. Toto tvrzení je podpořeno také tím, že s věkem související morfologické změny jsou patrnější v m. quadriceps femoris, než v m. biceps brachi (Macaluso, De Vito, 2004).

Doherty (2003) uvádí, že relativní ztráta svalové síly mužů a žen je obdobná, ale protože muži začínají svalovou sílu ztrácet při vyšších základních hodnotách, je poté jejich absolutní ztráta také vyšší.

Funkční oslabení v rámci sarkopenie ovlivňuje přibližně 7 % populace ve věku nad 70 let a až 20 % osob nad 80 let (Melov aj., 2007).

1.5.1.2 S věkem související ztráta svalové hmoty

Pokles svalové síly koreluje se ztrátou svalové hmoty. Prostřednictvím moderních zobrazovacích metod a přímým posmrtným měřením bylo prokázáno, že celková plocha příčného řezu svalem se zmenší v období mezi 20 a 60 rokem věku v průměru až o 40% (Doherty, 2003). Byla prokázána existence lineárního vztahu mezi procentuálním zastoupením nekontraktilní tkáně svalu a habituální úrovní fyzické aktivity u osob vyššího věku, nikoli však v mladších věkových kategoriích. Toto zjištění tedy podporuje názor, že fyzická aktivita může modifikovat ukládání intramuskulárních tukových zásob, jež byla pozorována u starších jedinců (Kent-Braun, Ng, Young, 2000).

Janssen aj., (2000) využil k ověření vlivu věku, pohlaví, váhy a výšky ve vztahu k vlastnostem kosterního svalu vzorku 268 mužů a 200 žen. Probandi ve věku 18 až 88 let byli vyšetřeni pomocí celotělové magnetické rezonance. Bylo zjištěno, že muži mají signifikantně větší množství svalové hmoty než ženy a zároveň vyšší ztrátu svalové hmoty s věkem. Mechanismus vedoucí k této vyšší ztrátě u mužů není znám, ale předpokládá se určitá souvislost s hormonální hladinou, zejména s růstovým hormonem, IGF-1 (inzulinu podobný růstový faktor) a testosteronem. Jeho závěry dále poukazují na to, že ztráta svalové hmoty s věkem je vyšší v kaudálních částech těla a to u mužů i žen. Předpokládá, že snížení fyzické aktivity je primárně spojeno právě s nižším používáním zejména svalů dolní části těla.

Zatímco svalová hmota kolem osmé dekády života člověka dosahuje přibližně k 60 % své původní, v období druhé dekády aktuální hodnoty, tak první příznaky sarkopenie se začínají manifestovat již v průběhu dekády šesté (Narici, Maganaris 2006). Dle Johnston, De Lisio, Parise (2008) začíná ubývání svalové hmoty přibližně ve čtvrté dekádě a postupuje rychlostí 0,5-1 % za rok.

Úbytek svaloviny se z části kryje pomocí zmnožení tukové tkáně. Histologicky je možno prokázat přítomnost a ukládání lipofuscinu, zmnožení vaziva, atrofii myocitů a selektivní úbytek vláken typu II (Kalvach aj., 2004).

Není sporu, že s přibývajícím věkem narůstá vytrvalostní složka pohybových dovedností a lze považovat za prokázané, že k atrofii všech typů vláken dochází

po čtyřicátém roku věku. Existují údaje o tom, že po dvacátém pátém roku života ve svalech vzrůstá podíl vytrvalostních vláken prvního typu a to až o 5 % na každých pět let věku. Není ovšem stále známo, zda se tyto poznatky vztahují všeobecně na celý svalový systém, nebo pouze na některé jednotlivé svaly (Dylevský, 2007).

1.5.1.3 Kvalitativní změny svalové tkáně

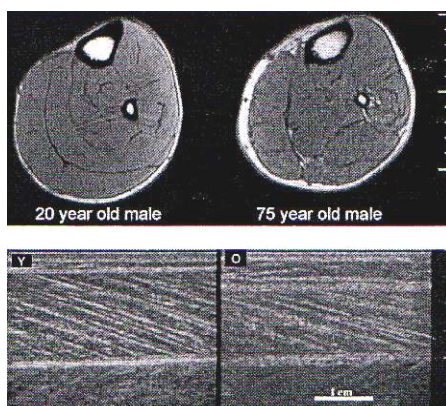
Kvalitativní vlastnosti svalové tkáně jsou považovány za významný indikátor funkce a síly svalu, získaný přepočtem svalové síly na jednotku plochy příčného řezu (CSA, tj. cross sectional area). Měření maximální volní svalové síly je závislé na mnoha faktorech, zahrnující jak zdravotní či psychický stav měřeného, tak využití rozdílných metod k jejímu stanovení. Důsledkem je diskrepance v rámci výsledků publikovaných studií (Doherty, 2003).

Funkční vlastnosti svalu jsou dány zejména geometrickým uspořádáním svalových vláken. Mezi nejdůležitější stavební charakteristiky počítáme délku svalového vlákna a fyziologickou plochu příčného řezu (PCSA) svalu. V délce svalového vlákna se odráží počet v sérii zapojených sarkomer a v PCSA součet ploch příčného řezu všech vláken svalu. S rostoucím věkem dochází k nárůstu intramuskulárního nekontraktilního materiálu, svalové fascikly jsou ve srovnání s mladšími probandy o 10-16 % kratší a navíc tzv. *pennation angles* tedy úhly, jež svírají svalová vlákna s linií tahu svalu, jsou menší o 7-16 % (viz obr. 2, str. 29) (Reeves aj., 2006).

Studie (Klein aj., 2001) zabývající se *normalizovanou svalovou silou (maximální volní kontrakce/fyziologická CSA)*, aktivací a koaktivací svalů paže ve skupině mladých a starších mužů uvádí, že ačkoliv fyziologický CSA flexorů a extenzorů lokte s věkem u mužů výrazně klesá, a to více u extenzorů ve srovnání s flexory, v poměru síla/CSA byl zaznamenán pokles v případě flexorů, ale ne v případě extenzorů. Pokles maximální volní kontrakce se zvyšujícím se věkem probandů byl obdobný u obou svalových skupin. Naproti tomu, svalová koaktivace s věkem narůstala a to stejně pro flexory i extenzory lokte. Možný mechanismus udržení normalizované síly extenzorů lokte ve srovnání s flexory může dle autorů souviset se změnami v architektuře m. triceps brachi v průběhu stárnutí a s rostoucí koaktivací a poklesem specifické tenze svalových vláken flexorů. Vyšší procentuální pokles ve fyziologické CSA extenzorů lokte může

být způsoben také rozdílnou aktivační úrovní obou svalových skupin. Konečně větší atrofie m. triceps brachi ve srovnání s m. biceps brachi se objevuje, neboť m. triceps brachi má vyšší zastoupení svalových vláken II. typu a m. biceps brachi vláken I. typu, jež jsou rostoucím věkem ovlivněny méně, než vlákna II. typu.

Obrázek 2. Nahoře: Zobrazení řezu axiální rovinou svaloviny bérce mladého muže ve věku 20 let (vlevo) a staršího muže ve věku 75 let (vpravo) pomocí MRI. (upraveno dle Narici, Maganaris, 2006).



Legenda: Dole: Zobrazení sagitálního řezu m. gastrocnemius lateralis stejných subjektů. U starší osoby (o) je patrné, že jednotlivé svalové fascikly jsou kratší a pennation angle jsou viditelně menší ve srovnání s mladší osobou (y).

Přestože má svalová tkáň nízkou rychlost buněčného obratu, tak regenerační schopnost myofibril v reakci na poškození je pozoruhodně vysoká. Tato schopnost však s rostoucím věkem klesá. Klíčovou roli v podpoře, růstu a reparaci myofibril hrají satelitní buňky. S věkem související změny v počtu a aktivační schopnosti satelitních buněk mohou být jednou z příčin svalové atrofie pozorované v seniu (Snijders, Verdijk, Loon, 2009). Dle dostupných informací se zdá, že za fyziologických podmínek v kosterním svalu nedochází plošně ke změně v poměru kapilár ke svalovým vláknům, počtu mitochondrií, ani v enzymatické aktivitě přepočtené na jednotku svalové hmoty. Naproti tomu vlákna II. typu jsou poznamenána fragmentací, mizením Z- linií a svaly postižené nečinností vykazují pokles počtu kapilár při stávajícím množství mitochondrií (Kalvach aj., 2004). Trend charakteristický pro „sarkopenický sval“ spočívá zejména ve snižování průměru CSA vláken II. typu, zatímco vlákna I. typu mají sklon si průměr CSA udržovat i do vyššího věku (Faulkner aj., 2007).

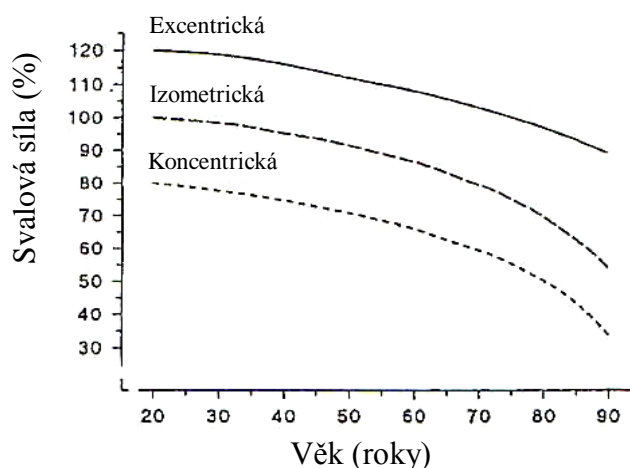
Na rozdíl od výše uvedeného autora Kalvach (2004) uvádí, že s rostoucím věkem se sice snižuje počet svalových vláken, zejména II. typu (až o 26 %), ale nemění se jejich velikost. Celkový počet svalových vláken obou typů klesá a přibližně ve věku kolem 80 let může úbytek dosahovat až 40 %.

Reevers, Narici, Maganaris, (2006) popisuje nedávno zdokumentovaná data, které rozporují selektivní úbytek rychlých svalových vláken, a naopak zastává názor, že stávající podíl vláken I. a II. typu se v zásadě nemění ani ve vyšším věku. Důvod rozporu autoři přisuzují rozdílu mezi dříve zavedenou histochemickou identifikací svalových vláken a současnou analýzou vzorků za pomoci techniky založené na gelové elektroforéze.

Barton, Morris (2003) studovali změny odehrávající se ve svalové tkáni v průběhu atrofie akutní (v rámci nemoci) a chronické (spojené nejčastěji se stárnutím organismu). Specifická svalová síla (síla/plocha příčného řezu svaelem) signifikantně klesá pouze v důsledku stárnutí, případně chronické atrofie. Posun ve vlastnostech svalových vláken směrem k vlastnostem vláken rychlých je detekován v případě akutní atrofie, zatímco pro atrofii chronickou je typický pokles celkového počtu svalových vláken se současnou selektivní atrofií vláken rychlých.

Kvalita svalů je ovlivněna pohlavím i věkem. Velký podíl na výsledcích dané studie má typ studované svalové skupiny a režim svalové práce využívaný při testování. S věkem spojená ztráta kvality svalů paže je větší pro muže ve srovnání s ženami, zatímco kvalita svalů dolní končetiny klesá u mužů a žen podobně. Kvalita svalů paže byla obecně vyšší, než kvalita svalů dolní končetiny a to napříč pohlavím i věkovou skupinou. Celkově je s postupujícím stářím patrný i relativně nižší pokles v rámci excentrické kontrakce, ve srovnání s maximální kontrakcí koncentrickou (viz obr. 3, str. 31) (Lynch aj., 1999). Tato disociace je Dle Enoka (1997) důsledkem použití odlišné strategie nervového systému v rámci kontroly excentrické a koncentrické svalové kontrakce.

Obrázek 3. Vliv věku na maximální svalovou sílu v průběhu lidského života (upraveno dle Vandervoort, 2002).



2.5.1.4 Vliv věku na mechanické vlastnosti šlachy

Experimenty, jejichž cílem je objasnit otázky podílu věku na mechanických vlastnostech šlachy nemají jednotné výsledky. Některé studie uvádí, že stárnutí je spojeno se zvýšením tuhosti, pevnosti a odrazové pružnosti šlachy (*rebound resilient*), jiné mají výsledky přesně opačné (Reeves, Narici, Maganaris, 2006).

Například Dylevský (2007) uvádí, že mechanická pevnost šlachy z obecného hlediska klesá, ale zároveň neexistují přesvědčivé údaje v pevnostní typologii a lokálních rozdílech šlach jednotlivých svalových skupin. S rostoucím věkem dochází ve šlaše k relativnímu zmnožení mezibuněčné hmoty amorfni ve srovnání s relativním poklesem počtu buněk. V mezibuněčné hmotě se současně snižuje množství proteoglykanů a vody, mění se průřez kolagenních vláken šlachy s nárůstem počtu vláken slabších a klesá počet vláken elastických.

1.5.1.4 S věkem spojené změny neuromuskulární

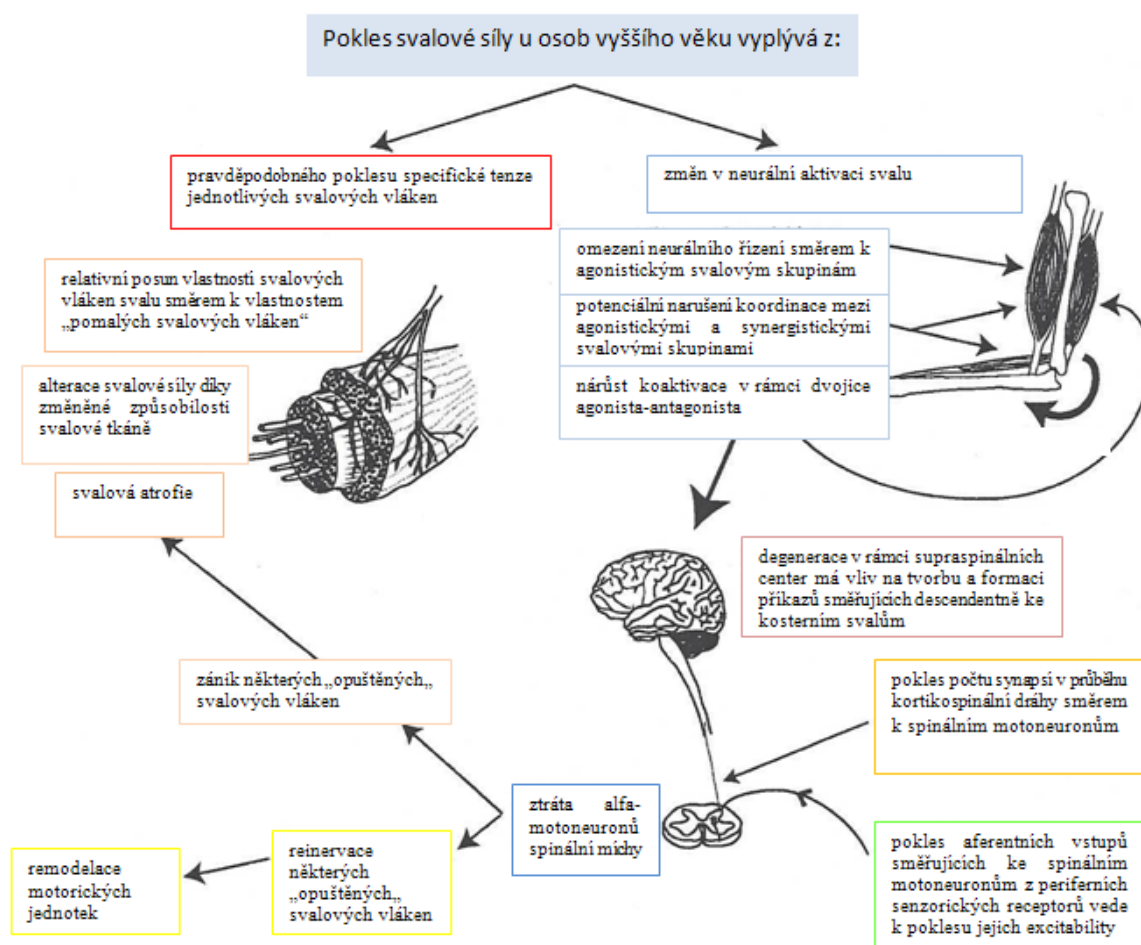
System neurální a muskulární není možné od sebe jednoduše oddělit, neboť vzrušivost svalové tkáně závisí jak na integritě svalových vláken, tak nervových buněk samých. Komprehensivní studie poukazují na to, že změny kontraktilních vlastností svalové tkáně ve vztahu k věku, tedy zejména pokles svalové síly, není dán

pouze redukcí svalové hmoty, ale také omezením excitability svalu (Macaluso, De Vito, 2004).

Mezi možné mechanismy, zodpovědné za omezení schopnosti starších osob maximálně aktivovat jejich svalovou tkáň zahrnuje Barry, Carson (2004) inadekvátní kortikální řízení prostřednictvím motoneuronů, redukcí excitability alfa- motoneuronů, nedostatečný přenos signálu přes neuromuskulární spoje, případně deficienci ve vztahu excitace-kontrakce. Vyšetření pomocí magnetické kortikální stimulace ukázalo, že s rostoucím věkem dochází k alteraci vlastností motorického kortexu ovlivňující tzv. input-output. Tyto zjištění svědčí o určitém úpadku transmise kortikální aktivity ke spinálním motoneuronům, což může být právě tou překážkou, která mění sestupnou kontrolu excitability směrem k alfa- motoneuronům a tak ovlivňuje i volní svalovou aktivitu (viz obr. 4, str. 33). Také Narici, Maganaris (2006) popisuje redukcí ve vzájemném propojení svalové excitace a kontrakce, která tak přispívá k poklesu specifické tenze jednotlivých vláken svalu u osob ve vyšším věku.

Bylo prokázáno, že po 60 roku věku dochází u člověka ke ztrátě interindividuálního množství motoneuronů a motorických jednotek. Studie prováděné na zvířatech poukazují na progresivní s věkem narůstající ztrátu a remodelaci v oblasti synaptických kontaktů a změny ultrastruktury na zbývajících neuromuskulárních spojeních (Greenlund, Nair, 2003). Průřezové studie naznačují, že počet motoneuronů a motorických jednotek je udržován na relativně stálé hladině do začátku přibližně sedmé dekády a následně začíná jejich strmý pokles. Zda progresivní ztráta motorických jednotek pokračuje v obdobném rozsahu i v osmé a deváté dekadě, není v současnosti potvrzeno. Pokud by tomu tak bylo, jednalo by se o stav nikoli nepodobný tzv. postpolio syndromu (Doherty, 2003). Jednou z nejkonstantnějších involučních změn se zdá být zpomalení rychlosti kontrakce, jež souvisí pravděpodobně se zpomalením přenosu na nervosvalové ploténce (Kalvach aj., 2004). Rychlost kontrakce jednotlivých svalových vláken dle Barry, Carson (2004) v konečném výsledku klesá až o 18-25 % .

Obrázek 4. Schematické zobrazení klíčových míst přispívajících k omezení svalové síly (upraveno dle Barry, Carson, 2004).



S věkem související ztráta svalové hmoty zahrnuje větší pokles CSA (cross sectional area, tj. plocha příčného řezu) v tzv. rychlých svalových vláknech, jež je doprovázen rozsáhlejší redukcí tzv. rychlých motorických jednotek. Důsledkem zdá se být určitá kompenzace této redukce prostřednictvím hypertrofie stávajících malých a pomalých motorických jednotek a snaha o opětovnou reinervaci rychlých svalových vláken (Marcell, 2003). Denervací postižená svalová vlákna (zejména II. typu) jsou reinervována pučením kolaterálních větví α -motoneuronů přežívajících motorických jednotek (predominantně typu I), což vede ke vzniku obrovských tzv. pomalých motorických jednotek (Reeves, Narici, Maganaris, 2006). Důsledkem těchto změn je stav, kdy svaly osob vyššího věku jsou menší a obsahují méně motorických jednotek ve srovnání se svaly mladých jedinců, ale jednotlivé

motorické jednotky seniorů jsou současně větší než ty u jejich mladších kolegů (Barry, Carson, 2004).

Tyto s věkem spojené změny v oblasti motorických jednotek ve svém důsledku směřují k poklesu svalové koordinace (Morley aj., 2001). Podobně i Barry, Carson (2004) uvádí, že v důsledku změn v charakteru neurální aktivace svalové tkáně, dochází k omezení neurálního vedení směrem k agonistickým svalům, k potenciálnímu narušení koordinace mezi agonistickými a synergistickými svalovými skupinami a naopak zvýšení koaktivace agonista-antagonista. Tato koaktivace vzniká pravděpodobně v důsledku potřeby zvýšit stabilitu kloubu, tedy jako strategie kompenzující pokles stability ve vyšším věku.

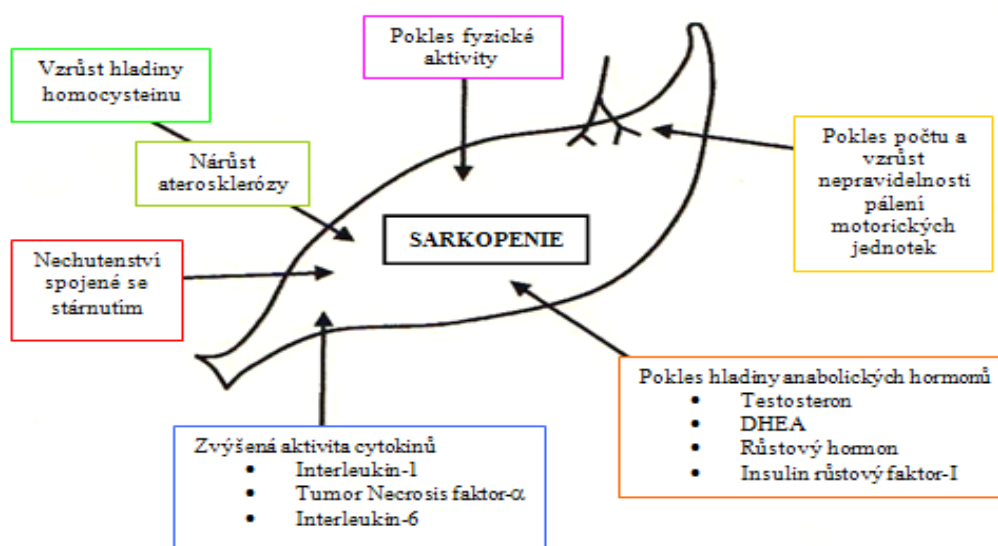
1.5.2 Možné mechanismy vzniku sarkopenie

Podobně jako důvody proč stárneme, zůstávají zatím i příčiny vzniku sarkopenie objasněny nedostatečně. Klíčová pozorování s ní spojená jsou prezentována zejména jako úbytek v počtu svalových vláken a změny v CSA vláken zbývajících. Další mechanismy (viz obr. 5, str. 35) zahrnují jak alteraci metabolismu proteinů (deficit mezi syntézou a odbouráváním), tak změny endokrinního prostředí (pokles hladiny růstového hormonu, testosteronu a naopak nárůst kortizolu) (Marcell, 2003). Dominantní roli v patogenezi sarkopenie však hraje zejména hypomobilita a nedostatek fyzické aktivity, dále přítomnost prozánětlivých cytokinů, volných radikálů a alterace neuronálního řízení. Významný je také vliv genetiky v rámci regulace receptorů růstového hormonu a úrovně vyjádření prozánětlivých cytokinů a myostatinu (Abate, aj., 2007). Přestože nebylo molekulární podstatě mechanismu vzniku sarkopenie ještě plně porozuměno, lze dle Reeves, Narici, Maganaris (2006) vidět jeden z rozhodujících faktorů ve stoupající úrovni reaktivních metabolitů kyslíku vyplívající z poklesu hladiny superoxiddismutasy, což vede k celulárnímu poškození, eventuálně k smrti buňky prostřednictvím apoptózy.

Výzkum etiologie sarkopenie je zaostřen převážně na dospělost a faktory determinující rozvoj svalové hmoty na počátku lidského života, bývají spíše přehlíženy. Formace lidské svalové tkáně začíná vývojem primárních vláken mezi 6-8 týdnem gestace a je následován uskupením vláken sekundárních mezi 8-18 týdnem. Je všeobecně uznáván vliv genetiky na růst plodu a v současnosti je respektován

i tzv. mateřský faktor, zejména nutriční. Bylo prokázáno, že především sekundární svalová vlákna jsou vysoce vnímavá na změny prenatálního prostředí, to se týká zejména nutrice a vlivu hormonů. Příkladem může být doklad existence spojení mezi prenatální podvýživou a permanentní redukcí v počtu i velikosti svalových vláken (Sayer, aj., 2004). Podíl vrozené dispozice svalové výkonnosti se odhaduje na více než 30 % a z toho důvodu se také genetická dispozice podílí na prediktibilitě budoucí sarkopenie již v časných fázích vývoje lidského života (Kalvach aj., 2008).

Obrázek 5. Multifaktoriální původ sarkopenie (upraveno dle Morley aj., 2001).



Spojení mezi raným růstem a zdravotním stavem v dospělosti může být vysvětleno prostřednictvím fenoménu programování. Jedná se o perzistenci vlivu projevu, jež se vyskytl v kritické periodě časného rozvoje a má tedy dlouhodobý účinek na strukturu, funkci a regulaci orgánu. Programování je příkladem rozvoje plasticity, která je schopná prostřednictvím jediného genotypu produkovat více než jednu alternativní formu struktury, fyziologického stavu, nebo způsobu chování v odpovědi na podmínky prostředí (Sayer aj., 2006).

1.5.2.1 Omezení syntézy proteinů

Kosterní sval je tkání dynamickou zajišťující nepřetržitou transformaci aminokyselin a proteinů (Marcell, 2003). Pro udržení svalové tkáně v optimálním stavu a její případnou reparaci je nezbytná nepřetržitá syntéza strukturálně významných proteinů, stejně tak jako odbourávání proteinů alterovaných. Syntéza svalových proteinů je s rostoucím věkem redukována asi o 30 %. Je zajímavé, že existuje určitá selektivita v redukcii syntézy svalových proteinů. Například rychlost syntézy těžkého řetězce myozinu je snížena o více než 40 %, zato syntéza sarkoplazmatických proteinů buď zůstává stejná, nebo s věkem dokonce narůstá. Právě selektivní pokles syntézy svalových proteinů může částečně vysvětlit s věkem související úbytek svaloviny (Greenlund, Nair, 2003). Ve stárnoucím kosterním svalu dochází ke zpomalení rychlosti syntézy smíšených svalových proteinů, tedy aktinu, myozinu i mitochondriálních proteinů. Toto omezení je spojeno s redukcí v mRNA, které nese odpovědnost za genetickou expresi myofibrilárních proteinů (Thomas, 2007).

Marley aj. (2001) uvádí, že schopnost syntézy těžkého řetězce myozinu silně koreluje s úrovní svalové síly a jeho syntéza s věkem klesá. Zároveň ve svalových vláknech dochází k nárůstu koexprese dvou izoform těžkého řetězce myozinu. Rychlost syntézy aktinu také vykazuje klesající tendenci.

1.5.2.2 Mitochondriální dysfunkce a změna energetického metabolismu svalu

Mitochondrie odpovídají za tvorbu ATP (adenosintrifosfát) a následkem toho jsou strukturou esenciální pro generaci svalové kontrakce. Předpokládá se, že redukce počtu nebo aktivity mitochondrií může vést k vyčerpanosti, snížení výkonnostní kapacity a poklesu svalové síly. Výsledky svalové biopsie svědčí právě pro signifikantní redukcii rychlosti frakční syntézy a enzymatické aktivity mitochondrií v průběhu stárnutí (Greenlund, Nair, 2003). V průběhu stárnutí dochází ve svalové tkáni také ke změně energetického a intermediálního metabolismu. Dříve se předpokládalo, že involuční pokles schopnosti uchování ATP je známkou mitochondriální dysfunkce, ale výsledky spektroskopické MR (magnetická rezonance) svědčí pro to, že deficit ATP se projevuje zejména v rychle stárnoucích svalech s převažujícím množstvím vláken II. typu a dobře fungující oxidací fosforylací. Proto existuje předpoklad, že pokles účinnosti oxidací

fosforylace v průběhu involuce je ve svalech s převahou vláken I. typu spojen s nižší produkcí volných radikálů a tak jsou více chráněny před involučním poškozením (Kalvach aj., 2008). Spojení mezi mitochondriální dysfunkcí, hromaděním delecí mitochondriální DNA a sarkopenií bylo pozorováno v jednotlivých izolovaných svalových vláknech celé řady živočišných druhů včetně člověka. Pro centrální roli mitochondrií v rámci degenerativních změn spojených se stárnutím svědčí objev tzv. transgenické polymerázy gama, nalezené u myši, jež rekapituluje i celou řadu charakteristických rysů lidského stárnutí (Melov aj., 2007).

1.5.2.3 Role nutrice

Je nepopíratelné, že množství příjmu potravy v průběhu stárnutí klesá a že tento pokles je výrazněji vyjádřen u mužů ve srovnání s ženami. Regulace příjmu potravy je proces komplexní, podílejí se na něm mechanismy centrálního i periferního původu (Morley aj., 2001). Je známa celá řada faktorů podílejících se na menší chuti k jídlu stárnoucích osob, příkladem může být zvýšená hladina prozánětlivých cytokinů ve spojení s nemocí, depresivní stavy, medikace, nebo porucha čichu a chuti. Neadekvátní přísun kalorií, zejména proteinů má za následek negativní dusíkovou bilanci a finálně i úbytek svaloviny. Nedávné studie naznačují, že vzájemný vztah mezi množstvím celotělového tuku a hladinou leptinu, hormonu produkovaného tukovou tkání, existující u mladých jedinců je ve stáří porušen a může přispívat ke zvýšené akumulaci tuku (Greenlund, Nair, 2003). Proteinový hormon leptin předává informace o stavu tukových zásob do hypotalamu, z kterého jsou následně regulační signály odváděny k jednotlivým orgánům prostřednictvím neuropeptidu Y a sympatického nervového systému (Sucharda, 1997).

1.5.2.4 Vliv hormonů

Pokles hladiny celé řady hormonů byl u osob vyššího věku opakovaně prokázán. Jedná se především o růstový hormon, IGF-1, estrogen a testosteron. Otázkou však zůstává, v jakém přesně definovaném vztahu a míře jsou změny hormonálních hladin relevantní s alterací svalové síly (Macaluso, De Vito, 2004; Volpi aj., 2004).

Růst a regenerace svalu je potencován androgeny, zejména testosteronem a IGF 1, který se podílí také na proliferaci a diferenciaci satelitních buněk a z toho důvodu je klíčovým faktorem adaptace a reparace. Naopak významný negativní regulátor a inhibitor růstu a regenerace je myostatin, který prostřednictvím receptoru pro aktivin inhibuje proliferaci a diferenciaci satelitních buněk a myoblastů (Kalvach aj., 2008). Hladina myostatínu s věkem stoupá a přibližně v 60 letech dosahuje svého maxima. Zároveň však hladina myostatínu narůstá při inaktivitě a nepřímo koreluje s procentem aktivní tělesné hmoty (Máček, Máčková, Radvanský, 2006).

Nejdůležitější pohlavní hormon muže testosteron, má silně anabolické účinky, ovlivňuje zejména metabolismus proteinů, což ve svém důsledku vede k tvorbě většího množství svalové hmoty (Trojan aj., 2003). Hladina testosteronu a adrenálních androgenů včetně DHEA (dehydroepiandrosteron) klesá s rostoucím věkem. Průřezová populační studie z roku 2000 ukázala, že mezi 73 a 94 rokem věku dochází k přibližně 3 % poklesu hladiny volného testosteronu ročně. Paralelně s poklesem hladiny testosteronu dochází u stárnoucích mužů i k úbytku čisté svalové hmoty a ztrátě svalové síly. U žen klesá hladina volného testosteronu zejména v letech následujících bezprostředně po menopauze (Greenlund, Nair, 2003). Epidemiologické studie poukazují na vztah mezi úbytkem testosteronu, poklesem objemu svalové hmoty, síly a funkce svalu (Morley aj., 2001). Morley (2004) uvádí, že muži s prokázaným poklesem hladiny testosteronu, mají zvýšené riziko rozvoje sarkopenie, neboť testosteron stimuluje přímo prekursorové buňky satelitních buněk, které reparují poškozená svalová vlákna.

Pokles hladiny estrogenu se podílí na změně denzity kostní tkáně, redistribuci subkutánně uložených tukových zásob směrem do viscerálních oblastí, zvýšeném riziku kardiovaskulárních onemocnění a poklesu kvality života. Negativní dopad menopauzy na zdraví ženy spočívá však také v přímém vlivu hladiny estrogenu na svalovou tkáň. Přesný mechanismus, který objasňuje spojení mezi poklesem svalové síly a deficiencí estrogenu není zcela jasný. Hovoří se například o anabolickém efektu estrogenu na sval prostřednictvím stimulace IGF-1 receptorů, jež jsou přítomny právě v lidské kosterní svalovině a jejich počet je u mužů, žen a dětí ve srovnání s postmenopauzálními ženami vyšší, o projektivní roli estrogenu na svalovou sílu prostřednictvím direktivního působení na svalová vlákna II. typu, případně o vlivu estrogenu na centrální nervový

system v rámci ovlivnění motorických koordinačních dovedností (Maltais, Desroches, Dionne, 2009).

Dehydroepiandrosteron (DHEA) se v plazmě vyskytuje ve formě volné, častěji však jako konjugát s kyselinou sírovou. Vzniká především v kůře nadledvin, ve varlatech, vaječnicích a placentě (Šonka, 1996). Biologická role hormonu DHEA, ve vztahu ke svalové tkáni není zatím přesně stanovena, ale ukazuje se, že progresivní pokles jeho hladiny spadá do období kolem 60 let věku a následuje 10 % pokles za dekádu až do 80 let věku, kdy nastává úbytek strmější (Greenlund, Nair, 2003). Bylo prokázáno, že DHEA tlumí tvorbu interleukinu 6, který urychluje odumírání tkání a buněčnou nekrozu a jehož tvorba u osob vyššího věku roste (Šonka, 1996).

Růstový hormon, somatotropin (STH) je vylučován adenohipofýzou formou pulzů, a to zejména ze začátku spánku. Hlavním účinkem somatotropinu je stimulace růstu. Proteosyntézu podporuje prostřednictvím zvýšeného zabudování aminokyselin do proteinů, zvyšuje rychlost přepisu genetické informace z DNA do mRNA, tedy transkripci a jeho katabolický účinek spočívá v lipomobilizaci (Trojan aj., 2003). Hladina cirkulujícího růstového hormonu a jeho periferního mediátoru IGF-1, s přibývajícím věkem klesá. Nedostatek růstového hormonu má za následek ztrátu svalové hmoty a zvýšení podílu tkáně tukové (Greenlund, Nair, 2003; Macaluso, DeVito, 2004).

1.5.2.5 Pohybová inaktivita a atrofie z nečinnosti

Proces stárnutí je typicky doprovázen redukcí schopnosti kontrolovat vzpřímené držení těla i chůzi. Důsledkem tohoto stavu je omezení chůze a mobility obecně (Enoka, 2002). Pokles množství a frekvence fyzické aktivity v průběhu stárnutí je věcí nespornou. Co však dosud není jednoznačně zodpovězeno, je otázka, zda se jedná o vyvolávající příčinu, nebo konečný důsledek s věkem související změny svalové funkce (Macaluso, De Vito, 2004).

Rychlost svalového stahu je dána vlastnostmi těžkého řetězce myozinu existujícího ve třech izoformách a involučně klesá dříve než samotná svalová síla. Svalová aktivita, především dlouhodobá nečinnost, výrazně ovlivňuje jejich vzájemné zastoupení ve svalové tkáni. (Kalvach aj., 2008). Omezení současných studií zabývajících se pohybovou inaktivitou seniorů spočívá zejména v tom, že habituální fyzická aktivita je uváděna častěji v popisných než v kvantitativních termínech,

což vede k problémům s interpretací jednotlivých dat odlišných autorů (Macaluso, DeVito, 2004). V roce 1996 byla v časopise Science uveřejněna rozsáhlá studie s názvem „Global burden disease study“, jejímž cílem byla snaha o interpretaci nejzávažnějších příčin mortality v rámci všech světadílů s výhledem na příštích 20 let. Tělesná aktivita obsadila sedmé místo mezi deseti nejvýznamnějšími rizikovými faktory vedoucí k předčasnému úmrtí (Máček, Máčková, 2002).

1.5.3 Klinický obraz

Ztráta svalové síly vede ke zvýšenému riziku pádů, obtížnějšímu zotavení po nemoci, prodloužení doby hospitalizace a k dlouhodobé neschopnosti vykonávat aktivity denní potřeby. Dále je redukce svalové síly a hmoty spolu zodpovědná za snížení kvality života, ztrátu nezávislosti na okolí a v konečném důsledku nese svůj podíl i na mortalitě osob ve vyšším věku (Thompson, 2007). S věkem související pokles klidové metabolické rychlosti, tedy snížení denního energetického výdeje, má společně s omezením fyzické aktivity za následek zvýšenou akumulaci viscerální i celotělové zásoby tuku, ubývání svalové tkáně a následné omezení senzitivity tkání na inzulín (Greenlund, Nair, 2003; Volpi aj., 2004). Úbytek svalové hmoty je nápadný zejména na končetinách, ale postiženy mohou být všechny svaly, včetně svalů dýchacích. Základní problém z pohledu kliniky je zhoršující se výkonnost dolních končetin, významná složka progresivní deteriorace a rozvoje geriatrické křehkosti. V důsledku svalových dysbalancí, které vznikají i na podkladě výraznějšího involučního postižení svalů s převahou rychlých vláken, dochází například k rozvoji funkční decentrace kloubů a manifestaci vertebrogenního algického syndromu (Kalvach aj., 2008).

1.5.4 Diagnostika a diferenciální diagnostika

Základní metodou pro diagnostiku a následné posuzování sarkopenie je hodnocení svalové síly. Byla prokázána příznivá shoda mezi hodnotou Hand Gripu a silou svalů dolních končetin (Kalvach aj., 2008). Měření svalové síly je významné pro posouzení funkčního stavu svalové tkáně a stejně tak pro zhodnocení závažnosti klinického stavu seniora (Hrnčiariková aj., 2007). S věkem související pokles svalové

síly je sledován prostřednictvím četných průřezových studií končetinových svalů testovaných za podmínek dynamických i izometrických, často srovnávající skupiny mladých lidí, středního věku a seniorů. Vzhledem k tomu, že extenzory kolene mají vysokou funkční významnost a jsou snadno přístupné k testování i ke komparativním histologickým odběrům, bývají v rámci výzkumů používány nejčastěji. Dále se využívá testování zejména plantárních a dorzálních flexorů nohy, flexorů a extenzorů lokte a hodnocení síly stisku ruky, tzv. Hand-Grip (Doherty, 2003).

1.5.4.1 Prostředky vhodné pro hodnocení svalové síly

Svalová síla může být testována prostřednictvím tří diferenčních modalit, tedy izometricky, dynamicky, nebo izokineticky (Macaluso, De Vito, 2004). Svalové skupiny lze hodnotit semikvantitativně prostřednictvím Jandova svalového testu, pro výzkumné účely k hodnocení síly svalů dolních končetin je možno použít silové plošiny a pro sledování výsledků léčebné intervence je užitečné využít antropometrické ukazatele jako například stanovení obvodů, nebo objemů netukové tělesné hmoty (Kalvach aj., 2008). Test svalového stisku, tedy Hand Grip, se jeví jako jeden z nejvýznamnějších prediktorů pádů, deteriorace a celkové mortality obecně. Opakovaným měřením bylo prokázáno, že síla stisku ruky koreluje s pohybovou aktivitou a optimálně vyjadřuje celkový stav organismu (Šnejdrová, Kalvach, 2008; Rantanen aj., 1999). Výsledky testu Hand Grip jsou standardním parametrem vhodným pro hodnocení funkce ruky. Vzhledem k tomu, že měření ručním dynamometrem je jednoduché a finančně nenáročné, jsou jeho výsledky běžně využívány k dokumentaci poúrazových stavů, nutričních indexů i stanovení funkčního impairmentu (Günther aj., 2008).

Nevýhodou použití dynamometrie zejména u seniorů je ovlivnitelnost výsledků neochotou spolupracovat, nebo neschopností dynamometr stisknout v důsledku některých chorob, například revmatických onemocnění ruky (Hrnčiariková aj., 2007).

Gale aj. (2007) uvádí, že dříve publikované studie prezentovaly spojení mezi nízkou hodnotou Hand Gripu a zvýšenou mortalitou z důvodu kardiovaskulární, nebo respirační choroby, ale ne nádorového onemocnění. Sám popisuje Hand Grip jako prostředek k predikci nespecifické mortality u osob ve vyšším věku, ale nevylučuje, že mohou existovat asociace mezi rizikem úmrtí ze specifické příčiny,

rolí kompozice lidského těla a svalové síly stisku ruky, o čemž se však v dnešní době ví stále málo.

1.5.5 Terapie a prevence v rámci komplexní medicínské intervence

Abate aj. (2007) přiřazuje imobilitě a nedostatku fyzické aktivity dominantní úlohu ve spojitosti se vznikem a rozvojem sarkopenie. Z toho důvodu připouští i existenci dostatečného prostoru k aktivnímu postupu při její terapii. Odporový trénink lze dle Borst (2004) považovat za mnohem výraznější stimul vedoucí ke svalové hypertrofii, než trénink vytrvalostní. Cvičení osob ve vyšším věku vede ke zvýšení požadavků na hrazení ztrát proteinů. Případná podvýživa se tak stává výraznou překážkou, a pokud není optimalizován stav nutriční, nedochází ani k požadovanému zvýšení svalové síly.

V současné době dosažitelná data nasvědčují tomu, že cvičení svalové síly je v boji proti sarkopenii mnohem efektivnější, než prosté podávání hormonálních preparátů (Morley aj., 2001).

1.5.5.1 Svalová plasticita v režimu odporového tréninku

Zdá se, píše Kalvach aj. (2008), že v časném stáří se na poklesu svalové hmoty a úbytku svalové síly podílí zejména neadekvátní fyzická aktivita v kontextu vrozené dispozice a teprve v pokročilém stáří se výrazněji uplatňují faktory involuční.

Kosterní sval je útvar vysoce plastický, který brisně reaguje na změny zatížení. Při inaktivitě ať už se jedná o imobilizaci končetiny, nebo delší pobyt na lůžku, vzniká atrofie myofibril velice rychle, zatímco svalová hypertrofie se objevuje až po opakovaném zvýšeném zatížení, zejména jako důsledek odporového tréninku (Máček, Máčková, Radvanský, 2006). Schopnost výkonu lidského neuromuskulárního systému je signifikantně ovlivněna množstvím a typem každodenní fyzické aktivity. Adaptace neuromuskulárního systému na dlouhodobý charakter aktivity může být ustanovena rozdílným způsobem. Faktor, podílející se na zvýšení svalové síly zejména na začátku tréninkového programu je mechanismus neurálního charakteru (Enoka, 1997).

Stárnutí společnosti spojené s progresivní slabostí je zastřešeno snahou zajistit reverzibilní strategii, která zpomalí postup tohoto procesu. V poslední době se odporový trénink ukazuje jako efektivní metoda pro zvyšování svalové síly osob ve vyšším věku. Ačkoli studie naznačují, že velikost tréninkové zátěže by se měla pohybovat mezi 60 a 100 % 1RM (maximální intenzita kontrakce dovolující jen jedno provedení), nemusí být však zátěž a procentuální vyjádření 1RM jediným rozhodujícím faktorem. Samozřejmostí však zůstává, že zatížení musí být dostatečně vysoké, aby poskytovalo efektivní mechanický podnět a navodilo tak určitou adaptační reakci svalové tkáně (Reeves aj., 2006).

Například Máček aj. (2006) uvádí, že svalovou hypertrofií u osob ve vyšším věku může vyvolat odporové cvičení prováděné 2-3 dny v týdnu v širokém rozpětí od 10 do 92% 1RM v délce trvání od 9 až do 52 týdnů.

Kalapotharakos aj. (2004) ve své studii ověřoval vliv 12 týdenního odporového tréninku na svalovou sílu osob vyššího věku (60-74 let). Dobrovolníci byli rozděleni do 3 skupin, vysoce odporový tréninkový program, mírný odporový trénink a kontrolní skupina. Výsledkem bylo zjištění, že oba tréninkové programy mohou být u starších osob využity ke zvyšování svalové síly a svalové hmoty, ale program s vyšším odporem vede k rozvoji vyšší síly a větší svalové hypertrofie, než mírný odporový trénink.

Zátěž v podobě odporového tréninku se ukazuje být efektivní metodou zmírňující, nebo dokonce negující určitý stupeň škodlivého efektu stárnutí na pohybový aparát. V případě, že použijeme při posuzování růstu svalové tkáně v důsledku 3 měsíce trvajících programu odporového tréninku seniorů jednotku anatomická plocha příčného řezu (ACSA), umožní nám to pozorovat zlepšení v rozmezí 5-17 %, což je srovnatelné i se závěry experimentu stejného trvání a intenzity s mladšími osobami (Narici, Maganaris, 2006).

V rámci hodnocení rozměru svalu se však zdá být vhodnější využití fyziologické plochy příčného řezu (PCSA), neboť v průběhu stárnutí dochází intramuskulárně k zvyšování infiltrace tukem a pojivovou tkání, čímž dochází k nadhodnocování aktuální kontraktilní kapacity svalu (Narici, Maganaris, 2006).

Odporový trénink se tedy jeví vysoce efektivní ve zlepšení svalové síly seniorů a tento přínos je doprovázen růstem svalové hmoty a specifické tenze jednotlivých svalových vláken. (Abate aj., 2007).

Současné studie naznačují, že kromě redukce neurálního řízení a specifického napětí svalových vláken, také změny v architektuře svalové tkáně přispívají k poklesu svalové síly prostřednictvím alterace mechanických vlastností svalu. Bylo pozorováno že, svalová tkáň osob vyššího věku může právě pomocí odporového tréninku udržovat vysoký stupeň plasticity jako odpověď na zvýšenou zátěž projevující se hypertrofií a zvratem alterace architektury svalové tkáně (Narici aj., 2004). Je známo, že sarkopenie je spojena s atrofií speciálně svalových vláken II. typu a doprovodně s tím i s poklesem objemu satelitních buněk. Efektem 12 týdenního odporového tréninku zdravých mužů vyššího věku byl 28 % nárůst velikosti svalových vláken II. typu a 76 % zvýšení objemu satelitních buněk ve svalové tkáni ve srovnání s výchozím stavem (Snijders aj., 2009). Hypertrofie myofibril, navozená silovým tréninkem, zejména v pomalých svalových vláknech následně umožní to, že tato vlákna jsou schopna vyvolat vyšší napětí a při menším energetickém výdeji vykonat více práce s nižší únavou (Máček, Máčková, Radvanský 2006).

Morley aj. (2001) uvádí, že odporový trénink zvyšuje svalovou sílu seniorů, ale s lepšími výsledky u mužů, než u žen. Podobně Máček aj. (2006) uvádí, že při stejně intenzivní formě zátěže jsou projevy hypertrofie u žen nižší. Příčiny nejsou dosud známy.

Nízké zatížení, tedy přibližně 50 % 1RM se ukazuje jako efektivní pro zvyšování svalové síly u mladých dospělých pouze v kombinaci odporového tréninku s vaskulární okluzí ke zvýšení intenzity metabolického stimulu. Ačkoliv tyto poznatky mohou naznačovat, že je tedy nutné využívat v rámci tréninku svalové síly seniorů zatížení převyšující 50 % 1RM není tomu tak. Mladí dospělí totiž zažívají vyšší habituální zatížení než osoby ve vyšším věku a proto vyžadují i adekvátně vyšší relativní tréninkové zatížení. Toto pojetí podporují i závěry pozorování, ve kterém relativní zvýšení svalové síly 1RM, bylo obdobné pro dvě skupiny seniorů, přičemž první skupina trénovala s 50 % 1RM a druhá s 80 % 1RM (Reeves aj, 2006).

Dlouhodobá fyzická aktivita je dle Melov aj. (2007) spojena s redukcí jak morbidity, tak mortality osob ve vyšším věku. Odporový trénink zvyšuje svalovou sílu, objem svalové hmoty a funkční kapacity organismu, dokonce i u jedinců v průběhu deváté dekády života.

Kontraindikace odporového cvičení zahrnují zejména akutní onemocnění, horečnaté stavy, nestabilní anginu pectoris, nekorigovaný diabetes, těžkou hypertenzi,

astma, srdeční selhání, nové zatím nediodagnostikované muskuloskeletální bolesti a náhlou ztrátu na váze. Mezi dočasné kontraindikace patří zejména katarakta, retinopatie a akutní zranění (Abate aj, 2007).

1.5.5.2 Hormonální substituce a synergie farmakologické intervence s odporovým tréninkem

Dehydroepiandrosteron v dávce 100 mg za den vykazuje navýšení svalové hmoty a síly, ale pouze u mužů. Po podání růstového hormonu ve farmakologické dávce dojde k nárůstu svalové hmoty, ale ne svalové síly. Intervenční studie testosteronu prokazují nárůst svalové hmoty a zvyšování svalové síly horních končetin (Morley aj., 2001).

Dle Doherty (2003) má substituce testosteronu za následek zvýšení svalové hmoty a síly u starších mužů a zvýšení síly u starších žen. Nedávno publikovaná randomizovaná studie uvádí, že celková netuková tělesná hmota a síla dolní končetiny a paže po 6 měsíčním podávání testosteronu, v množství udržující jeho hladinu uvnitř fyziologického rozpětí typického pro mladší muže, vzrostla.

Mezi další pozitiva podávání terapeutických dávek testosteronu patří zlepšení sexuálních funkcí, příznivý efekt na denzitu kostní tkáně a poznávací schopnosti. Naproti tomu negativní působení se projevuje ve zvýšení hematokritu, růstu velikosti prostaty i hladiny specifických prostatických antigenů a konečně se také odráží ve výsledném nepříznivém profilu lipidů (Greenlund, Nair, 2003). Borst (2004) ve svém systematickém přehledu prezentuje závěry dvojité zaslepené studie mužů s věkovým průměrem 70 let, kteří 24 týdnů prováděli odporový trénink. Jedné skupině byla podávána dávka růstového hormonu, druhé placebo. První pozitivní výsledky ve zvýšení svalové síly byly změřeny během 12 týdnů, kdy však již dle autorů mohla hrát dominantní roli místo růstového hormonu neurální adaptace. Tento předpoklad podporuje také jiná studie, kde muži vyššího věku účastníci se 12 týdenního odporového tréninkového programu dosáhli stejných výsledků s i bez substituce růstovým hormonem.

Efekt substituční terapie populace seniorů růstovým hormonem zůstává i nadále diskutabilním tématem, neboť existuje zejména celá řada nepříznivých důsledků způsobených podáním tohoto hormonu. Například zvýšené zadržování kapalin, gynekomastia, případně artralgie. (Greenlund, Nair, 2003).

Kalvach aj. (2008) trvá na negativním stanovisku vůči podávání růstového hormonu ve smyslu substituce somatopauzy. Uvádí, že estrogenová substituce u žen je limitována zvýšeným rizikem estrogen dependentních karcinomů, případně tromboembolické nemoci a v rámci opakovaných studií nedošlo ani k potvrzení pozitivního efektu dehydroepiandrosteronu (DHEA), mnohými označovaného jako hormon mládí. Naopak terapeuticky je možno využít účelné krátkodobé aplikace anabolického steroidu nandrolonu, ale pouze důsledně v kombinaci s odporovým tréninkem a optimalizací výživy.

Dosud chybí jasná indikace a korektní potvrzení postupů pro spolupůsobení hormonální substituce a odporového tréninku (Máček, Máčková, Radvanský, 2006).

1.5.5.3 Buněčná a molekulární adaptace svalové tkáně na odporový trénink

Navzdory ztrátě svalové hmoty, poklesu počtu motorických jednotek a změně v kompozici těžkého řetězce myozinu, sval starší osoby zůstává stále vůči tréninkové zátěži vysoce adaptabilní. Odporový trénink po 6 měsících redukuje oxidativní stres a tak potenciálně poskytuje ochranu vůči celulárnímu stárnutí. Na úrovni jednotlivých svalových vláken je možno již po 12 týdnech odporového tréninku sledovat redukcii ve vyjádření četných MHC (myosin heavy chain, tj. těžký řetěz myozinu) izoformem. Před započítáním odporového tréninku bylo 31 % z celkového množství svalových vláken označeno jako vlákna hybridní. Po tréninku došlo ke změně a pouze 12 % vláken vyjadřovalo četné MHC izoformy a přítomnost výhradně MHC-1 vláken vzrostla na 10%. Odporový trénink tedy brání s věkem spojenému růstu koexprese četných MHC izoformem. Tento projektivní efekt fyzické aktivity je dobře patrný na profesionálních atletech (Reeves aj., 2006). Odporový trénink osob vyššího věku může dále mimo jiné zvyšovat mitochondriální kapacitu, redukovat příznaky oxidativního stresu a zvyšovat aktivitu antioxidantních enzymů (Melov aj., 2007).

V případě odporového tréninkového programu trvajícím 24 týdnů s 10 až 15 opakováními, prostřednictvím 60-70 % 1RM došlo ve svalech osob vyššího věku k překvapivým změnám. Oxidativní enzymatická kapacita vzrostla o 57 % a naopak se snížilo využívání glykolytických zdrojů k obnově ATP (Máček aj., 2006). Snijders aj. (2009) líčí ve svém souhrnném zpracování problematiky satelitních buněk výsledky studie, kde vzrůst kapacity satelitních buněk spolu s absencí hypertrofie

svalových vláken po 9-16 týdnech odporového tréninku autoři vysvětlovali tím, že zvýšená kapacita satelitních buněk reprezentuje fyziologickou odpověď svalové tkáně v rámci iniciační fázi adaptace.

Odpověď skeletálního svalu na intenzivní odporový trénink je doprovázena zejména růstem velikosti svalových vláken a hustoty kapilární sítě. Dále dochází k zvyšování počtu svalových vláken typu IIa a poklesu vláken IIb (Morley aj, 2001).

Na biochemické úrovni je odporový trénink zodpovědný za růst rychlosti syntézy těžkého řetězce myozinu, který je obdobný ve skupině mladých i starších osob, mužů i žen. (Abate aj., 2007).

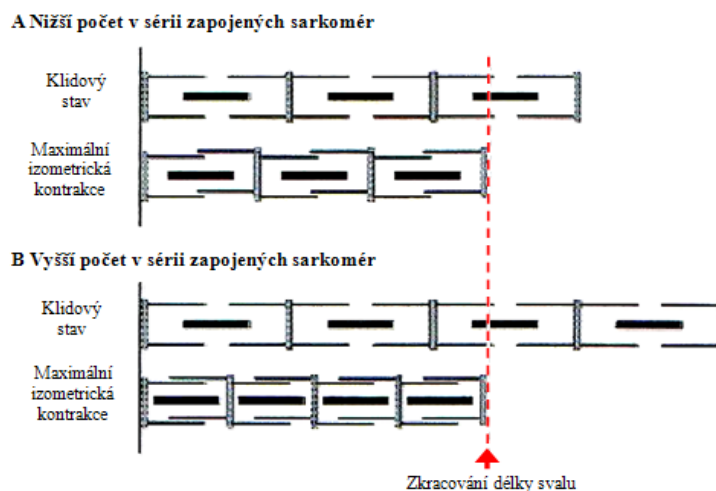
Navzdory deklarovanému užítku pravidelného odporového tréninku není zatím stále jasné, zda celulární adaptace navozená odporovým tréninkem má dopad na základní mechanismus stárnutí, nebo slouží pouze k maskování nevyhnutelného buněčného úpadku (Johnston aj., 2008).

1.5.5.4 Adaptace myotendinozní jednotky

Prostřednictvím sériového měření ACSA jednotlivých svalů osob vyššího věku se ukázalo, že nejvyšší růst co do velikosti hypertrofie je typický pro centrální oblasti a žádné, nebo pouze malé změny byly detekovány ve směru proximálního a distálního konce svalu (Reeves aj., 2006).

Narici, Maganaris (2006) uvádí, že změny po 14 týdenním silovém tréninku m. vagus lateralis zahrnují vzrůst délky svalových fascikulů a tzv. „pennation angle“, tedy úhlu, který svírá svalové vlákno s linií tahu svalu. Tyto závěry svědčí pro vyšší počet sarkomer v sériovém i paralelním zapojení. Větší množství sarkomer v paralelním zapojení znamená, že sval je schopen generovat vyšší maximální sílu.

Obrázek 6. Schéma, zobrazující vliv počtu v sérii zapojených sarkomer, na jejich následné zkrácení v průběhu izometrické kontrakce (upraveno dle Reeves aj., 2006).



Legenda: Vyšší počet sarkomer v sérii (B) má za následek větší zkrácení každé sarkoméry ve srovnání se situací s nižším počtem sarkomer v sérii (A) .

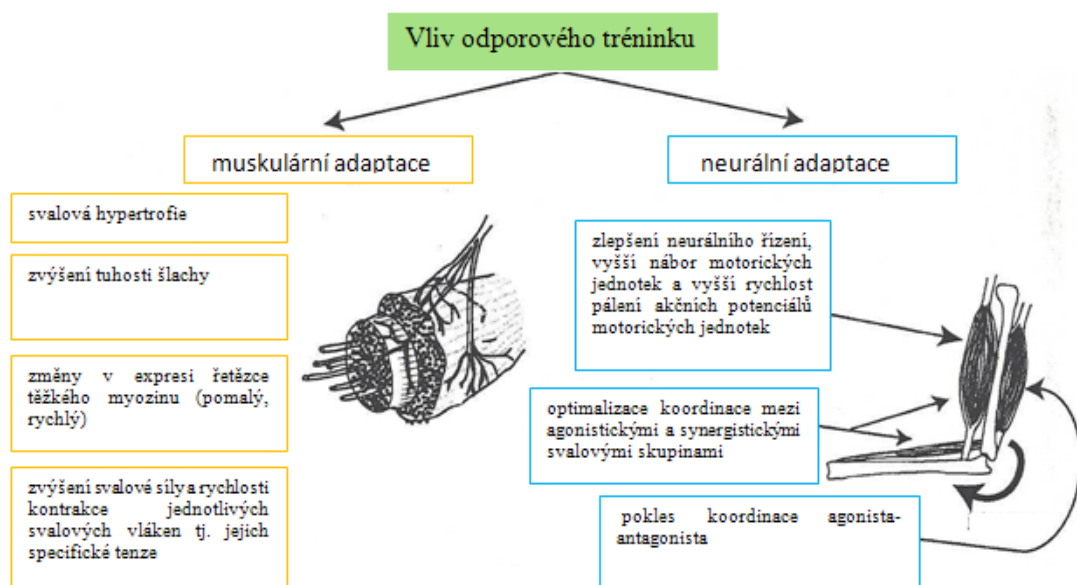
A ačkoli zvýšení počtu sarkomer v sérii může umožnit větší pracovní rozsah (viz obr. 6), ve srovnání se situací před tréninkem, je sval stále limitován anatomickými vlastnostmi, které determinují rozsah pohybu v kloubu.

1.5.5.5 Neurální adaptace

Neurální adaptace dle Barry, Carson (2004) zahrnuje změny v neurální aktivaci svalové tkáně s následným přizpůsobením intramuskulární a intermuskulární koordinace. Za adaptaci je tedy považován pokles koaktivace mezi agonisty a antagonisty, optimalizace koordinace synergistických svalových skupin a zvýšení neurálního řízení směrem k agonistům mající za následek nábor dalších motorických jednotek (viz obr. 7, str. 49).

Není jisté, zda se u osob vyššího věku uplatňuje, právě tak jako u mladších věkových skupin, také „motor-learning“ adaptace zprostředkovaná supraspinálními mechanismy, tedy změnami organizace motorického kortexu.

Obrázek 7. Základní přehled muskulotendinozní a neurální adaptace na odporový trénink (upraveno dle Barry, Carson, 2004).



Zmiňovaná svalová koaktivace se zdá být standardní strategií nervového systému v případě určité nejistoty v rámci motorického úkolu. Například starší lidé mohou mít často problémy ovládat rychlost snižování svalové síly a běžným řešením je tak využití koaktivace antagonistických svalových skupin (Enoka, 1997). Potenciální mechanismus zodpovědný za zvýšení aktivace agonistických svalových skupin po tréninku zahrnuje změny v charakteru náboru motorických jednotek a nárůst na úrovni neurálního vedení (Duchateau, 2006). Neurální adaptaci týkající se změn v průběhu stárnutí optimálně ilustrují studie, jejichž výsledky, tedy nárůst svalové síly v rozsahu 40-300 % po 8 až 12 týdnech silového tréninku, mohou být vysvětleny nárůstem svalové hmoty v méně než 10-15 % (Enoka, 1997).

2.5.4.5 Adaptace šlachy

Ačkoli adaptační změny jako důsledek odporového tréninku jsou ve svalové tkáni očekávány, je už méně samozřejmý fakt, že i svalová šlacha je vysoce vnímavá vůči narůstajícímu zatížení (Narici, Maganaris, 2006).

Reevers aj. (2006) studoval mechanické vlastnosti šlachy na skupině dobrovolníků a pozoroval, že tuhost patelárního vazů se po odporovém tréninku zvyšuje

až o 65%. Rostoucí tuhost šlachy odpovídá absenci její hypertrofie. Primární role šlachy, tedy přenos síly se tím stává efektivnější a rychlejší. Mechanická hystereze patelární šlachy se v důsledku odporového tréninku redukovala z 33% na 24% a to jak u osob vyššího tak nižšího věku.

1.5.5.6 Efekt odporového tréninku na funkční schopnost jednotlivce

Vliv odporového tréninku na vybrané funkční schopnosti se v rámci jednotlivých studií pohybuje v poměrně širokém rozmezí. Nejčastěji se k testování využívá rychlost chůze, chůze po schodech a zvedání židle (Macaluso, De Vito, 2004).

Většina pohybových návyků nutných pro všední život seniora má dle Máčka aj. (2006) obvykle krátkodobé trvání, ale vždy vyžaduje určitou svalovou sílu. Těmito nároky však v podstatě nedochází k aktivaci aerobního, ani anaerobního metabolismu a uvolňování energie spadá zejména do oblasti energií bohatých fosfátů. Tělesná zdatnost se tak ukázala být u osob vyššího věku závislá více na stavu silových schopností než na vytrvalosti.

Nízká a mírná intenzita odporového tréninku je vhodná zejména pro skupinu charakterizovanou geriatrickou křehkostí. Randomizované studie signalizují, téměř dvojnásobný vzrůst netukové tělesné hmoty, zvýšení svalové síly, tolerance zátěže a rychlosti chůze (Abate aj., 2007).

Dle Barry, Carson (2004) existuje pouze několik málo studií prezentujících jen minimální zlepšení funkční výkonnosti v závislosti na rozvoji svalové síly osob ve vyšším věku. Naopak, Greenlund, Nair (2003) popisuje ve své práci výsledky studie, která probíhala po dobu 10 týdnů v pečovatelském domově, v podobě programu odporového tréninku a optimalizace výživy u osob s průměrným věkem 87 let. Výsledný efekt spočíval ve zvýšení svalové síly o více než 125 % ve srovnání s kontrolní skupinou. Rychlost chůze a celková spontánní fyzická aktivita u trénované skupiny došla výrazného zlepšení. Odporový trénink se tak ukázal vhodný nikoli pouze ke zvyšování svalové síly, ale také jako prostředek zkvalitňující osobám i ve vysokém věku mobilitu a umožňující tak menší závislost na okolí. Nárůst svalové síly v důsledku odporového tréninku je doprovázen zlepšením balančních schopností, aerobní kapacity a flexibility, právě tak jako funkční výkonnosti (Abate aj., 2007).

2 CÍLE A HYPOTÉZY

Cílem diplomové práce je zhodnotit vliv věku, pohlaví a pohybové aktivity ve formě odporového tréninku na rozvoj svalové síly seniorů.

Dílčí cíle:

- porovnat a posoudit pomocí jednoduchých testů (Hand Grip, Hand Grip-výdrž, Arm Curl Test) a antropometrického měření účinnost krátké terapeutické intervence (4 týdny) ve formě odporového tréninku v souvislosti s věkem a pohlavím probandů;
- porovnat charakteristiky subjektivního hodnocení silových schopností rukou probandů a efektivity terapie v rámci dotazníku.

Vědecké otázky a hypotézy

OTÁZKA 1

Má terapie ve formě odporového tréninku prováděná po relativně krátkou dobu 4 týdnů vliv na změnu svalové síly probandů vyššího věku?

H₀₁: Není statisticky významná změna velikosti maximální svalové síly ruky hodnocené testem „Hand Grip“, změna velikosti svalové výdrže hodnocené testem „Hand Grip- výdrž“, změna velikosti svalové síly paže hodnocené prostřednictvím testu „Arm Curl Test“ a změna výsledků antropometrického měření mezi probandy vyššího věku před a po ukončení terapie.

OTÁZKA 2

Existuje rozdíl ve změně svalové síly v důsledku využití odporového tréninku u probandů v období senescence, tedy počínajícího stáří (60 až 74 let) a vlastního stáří, tedy sénia (nad 75 let)?

H₀₂: Není statisticky významný rozdíl ve změně velikosti maximální svalové síly ruky hodnocené testem „Hand Grip“, změně velikosti svalové výdrže hodnocené testem „Hand Grip- výdrž“, změně velikosti svalové síly paže hodnocené prostřednictvím testu „Arm Curl Test“ a změně výsledků antropometrického měření mezi probandy ve věku do 74 let a probandy po 75 roku věku před a po ukončení terapie.

H₀₃: Není statisticky významná změna maximální svalové síly ruky hodnocené testem „Hand Grip“ a velikosti svalové síly paže hodnocené prostřednictvím testu „Arm Curl Test“ mezi probandy ve věku do 74 let před a po ukončení terapie.

H₀₄: Není statisticky významná změna maximální svalové síly ruky hodnocené testem „Hand Grip“ a velikosti svalové síly paže hodnocené prostřednictvím testu „Arm Curl Test“ mezi probandy ve věku nad 75 let před a po ukončení terapie.

OTÁZKA 3

Existuje souvislost mezi pohlavím a velikostí změny svalové síly hodnocené v rámci výsledků terapeutické intervence zaměřené na silový odporový trénink?

H₀₅: Není statisticky významný rozdíl ve změně velikosti maximální svalové síly ruky hodnocené testem „Hand Grip“, změně velikosti svalové výdrže hodnocené testem „Hand Grip- výdrž“, změně velikosti svalové síly paže hodnocené, prostřednictvím testu „Arm Curl Test“ a změně výsledků antropometrického měření mezi probandy mužského a ženského pohlaví před a po ukončení terapie.

OTÁZKA 4

Existuje souvislost mezi věkem, pohlavím a subjektivním hodnocením výsledků terapie?

3 METODIKA

3.1 Výběh a charakteristika souboru probandů

Do zkoumaného souboru bylo zařazeno celkem 30 probandů, z toho 10 mužů a 20 žen, jejichž průměrný věk činil 77,2 let s věkovým rozpětím, aktuálním v době měření, mezi 60 až 93 lety. Věkový průměr mužské části probandů činil 77,6 let (v rozmezí mezi 60 až 93 lety), zatímco věkový průměr žen byl 76,95 (v rozmezí mezi 60 až 87 lety). Průměrná výška probandů byla 1,61 m (s minimem 1,44 m a maximem 1,75 m), průměrná hmotnost 72,67 kg (s minimem 53 kg a maximální hodnotou dosahující 100 kg). Všichni účastníci studie uvedli jako dominantní horní končetinu, končetinu pravou.

Kritériem pro zařazení do sledovaného souboru byla schopnost samostatného sedu a stoje probanda, tj. bez další osoby případně bez využití opěrné pomůcky, absence poúrazových stavů dominantní horní končetiny s trvalými následky a dekompenzovaného onemocnění, zejména kardiovaskulárního či infekčního charakteru.

Základní údaje a charakteristiky souboru probandů jsou zaznamenány (viz Příloha V, str. 119).

3.2 Průběh vlastního měření

Před zahájením měření byl každý proband seznámen s jeho průběhem, podstatou a účelem. Každý účastník studie stvrdil svým podpisem informovaný souhlas s měřením, terapií a následným anonymním zpracováním dat (viz Příloha I, str. 115). Všichni probandi podstoupili testování svalové síly, anamnestický odběr dat a na konci terapie anketu (viz Příloha II, str. 116; Příloha III, str. 117). Svalová síla byla hodnocena prostřednictvím testu „Hand Grip“, „Arm Curl Test“ a testu svalové výdrže, hodnocené, jako velikost doby, během níž maximální síla stisku ruky klesne na polovinu výchozí hodnoty. Dále byl v rámci antropometrie změřen obvod paže, kožní řasa nad tricipsem (viz Příloha VI, obr. 2, s. 120) a prostřednictvím níže

definovaného matematického vztahu vypočítán obvod čisté svaloviny paže. Vyšetření a následná terapie probíhala v prostorech vymezených pro tělesnou aktivitu seniorů z části v Olomouci, v domově pro seniory na Zikově (viz Příloha VI, obr. 9, s. 121), v domově seniorů POHODA ve Chválkovicích, v chráněném bydlení ve Chválkovicích a z části v Brně v domově pro seniory Nopova.

3.2.1 Dynamometrie

Metody dynamometrie kvantifikují vnější projevy svalové kontrakce pomocí motorických testů, dynamometrů či jiných technických zařízení. Hlavní výhoda dynamometrie spočívá v její jednoduchosti a v minimálních nárocích na přístrojové vybavení. Naopak mezi její nesporné handicapy patří ovlivnitelnost výsledků v důsledku nespolupráce, případně neschopnosti maximálního stisku probanda. Její výpovědní hodnota závisí dále mimo jiné i na citlivosti a přesnosti použitého přístroje (Hrnčiariková, 2007; ANONYMOS, 2010).

V naší studii byl k dynamometrické analýze využit ruční dynamometr COLLIN pro dospělé, měřící maximální svalovou sílu, tedy jednorázovou silovou schopnost svalů ruky prostřednictvím pákového mechanismu a převodu deformace vlastních částí přístroje na ručičkový ukazatel (viz Příloha VI, obr. 8, s. 121). Udávaná hodnota výrobcem: kilogramy (kg). V rámci motorických testů byl vybrán tzv. Arm Curl Test.

Jako první byl testován parametr *maximální stisk ruky (Hand Grip)*. Testovaná osoba měla za úkol vyvinout maximální tlak ruky proti dynamometru. Stisk, potažmo tlak měl být vyvíjen postupně, plynule a s maximálním úsilím. Ze dvou pokusů jsme registrovali lepší výsledek. Výsledek testu byl vyjádřen v kg a zapsán pro srovnání vstupního a výstupního měření. Druhým v pořadí byl zvolen parametr *velikost svalové výdrže (Hand Grip- výdrž)*, hodnocený jako doba, během níž dojde k poklesu z výchozí maximální hodnoty síly stisku ruky na hodnotu poloviční. Ze dvou pokusů jsme opět registrovali lepší výsledek. Výsledek testu byl vyjádřen v sekundách a zapsán pro srovnání vstupního a výstupního měření.

Třetí testovaný parametr, tzv. *Arm Curl Test* jsme využili pro kvantifikaci svalové síly paže horní končetiny. Proband byl instruován, aby za dobu 30 vteřin provedl co nejvyšší počet flexí v loketním kloubu z výchozí polohy plné extenze loketního kloubu do polohy konečné, tedy flexe v celém rozsahu pohybu se závažím

2kg. Výsledek testu byl vyjádřen jako celkový počet flexí v loketním kloubu a zapsán pro srovnání vstupního a výstupního měření.

Měření probíhalo ve vzpřímeném zajištěném sedu s testovanou horní končetinou volně podél těla. Výjimkou byl parametr velikosti svalové výdrže, během něhož byla měřená horní končetina probanda uložena na stehnu dolní končetiny. Probandům jinak nebylo dovoleno opírat se o žádnou část těla (viz Příloha VI, obr. 1, s. 120)

3.2.2 Antropometrické vyšetření

Měření a porovnávání antropometrických veličin je jednoduchá, nenáročná a poměrně levná metoda vhodná zejména pro pravidelné sledování geriatrických pacientů v rámci observace změn stavu svalové síly a úrovně nutrice (Hrnčiariková, 2007).

Pro zhodnocení vlivu terapeutické intervence (hypertrofie svalové tkáně) byly zvoleny celkem tři sledované situace. Jednalo se o měření obvodu paže, stanovení kožní řasy nad tricipsem a určení obvodu svaloviny paže. Prvním měřeným parametrem byl *obvod paže*. Měření proběhlo na dominantní horní končetině v poloviční vzdálenosti mezi olekranonem a akromionem. Za normu (dle Hrnčiarikové aj., 2007) jsou považovány hodnoty 29,3 cm a více u mužů a 28,5 cm a více u žen. V rámci měření byl použit standardní krejčovský metr.

Ke zjištění množství podkožního tuku byl zvolen klíčový parametr *kožní řasa nad tricipsem*. Měření bylo prováděno na dominantní horní končetině pomocí kaliperu (viz Příloha VI, obr. 7, s. 121), přičemž jako norma (dle Hrnčiarikové aj., 2007) jsou udávány hodnoty 12,5 mm a více u mužů a 16,5 mm a více u žen.

Třetí parametr *obvod svaloviny paže* jsme určili prostřednictvím matematického výpočtu: $\text{obvod paže (cm)} - 0,314 \times \text{kožní řasa (mm)}$. Normální hodnoty (dle Hrnčiarikové aj., 2007) jsou 25,3 cm a více u jedinců mužského pohlaví a 23,2 cm a více u osob pohlaví ženského.

Výsledky měření byly zapsány pro srovnání vstupního a výstupního měření. Probandi účastníci se studie stáli během měření v klidném stoju s horními končetinami volně podél těla.

3.2.3 Charakteristika terapeutické intervence

Terapie, mezi vstupním a výstupním měřením, v rozsahu jednoho měsíce, zahrnovala tři návštěvy terapeuta za týden. V rámci jedné terapie bylo zvoleno šest prvků pracujících s určitou formou odporu s cílem ovlivnit svalovou sílu horních končetin probanda. Každý prvek byl prováděn v počtu 10 až 12 opakování ve dvou sériích. Prvních 10 minut terapie bylo věnováno strečinku pro minimalizaci potenciaální mikrotraumatizace měkkých tkání.

Harmonogram terapeutické intervence zahrnoval:

- celotělový strečink kladoucí důraz zejména na horní končetiny;
- posilovací cvičení s gumovými pásy-therabandy (červený typ);
- posilovací cvičení se závažím o hmotnosti 2 kg;
- posilovací cvičení využívající hmotnost vlastního těla-klik o stěnu;
- posilovací cvičení s pěnovými míčky.

Posilovací cvičení s gumovými pásy obouruč (viz Příloha VI, obr. 4, s. 120). Výchozí polohou byl vzpřímený zajištěný sed na židli s chodidly rozkročenými na šířku pánve. Gumový pás byl terapeutem připevněn (obtočen) volnými konci k probandově dlani a střední část si proband fixoval ploskami dolních končetin. Terapeutické zadání spočívalo ve střídání koncentrické a excentrické kontrakce svalů paže, tedy v přitahování obou konců pružného pásu směrem k ramenům probanda a následnému pomalému („brzdícímu“) pohybu zpět s loketními klouby u těla a dlaněmi v supinačním postavením.

Posilovací cvičení s gumovými pásy jednoruč. Výchozí polohou byl opět vzpřímený zajištěný sed na židli s chodidly rozkročenými na šířku pánve. Gumový pás byl terapeutem připevněn (obtočen) volnými konci k probandově dlani a střední část si proband fixoval ploskami dolních končetin. Terapeutické zadání spočívalo ve střídavém přitahování pravého a levého konce pružného pásu směrem k ramenům probanda a následnému pomalému („brzdícímu“) pohybu zpět s loketními klouby u těla a dlaněmi v supinačním postavením.

Posilovací cvičení se závažím o hmotnost 2 kg (viz Příloha VI, obr. 3, s. 120). Výchozí polohou byl stále vzpřímený zajištěný sed na židli s chodidly rozkročenými

na šířku pánve. Závaží bylo probandem uchopeno střídavě do pravé a do levé horní končetiny v supinačním postavení. Terapeutické zadání spočívalo ve střídavém zvedání uvedeného závaží směrem k ramenům probanda a následnému pomalému („brzdícímu“) pohybu zpět s loketními klouby u těla.

Posilovací cvičení s využitím pěnových míčků (viz Příloha VI, obr. 5, s. 121). Výchozí polohou byl vzpřímený zajištěný sed na židli s chodidly rozkročenými na šířku pánve. Probandovy horní končetiny v supinačním postavení spočívaly na stehnech. Terapeutické zadání spočívalo ve střídání koncentrické a excentrické kontrakce svalů ruky prostřednictvím zmáčknutí míčku a následně v jeho maximálně pomalém povolování. Nejdříve (v rámci první série) byl do dlaně umístěn jeden míček, podruhé (v rámci druhé série) dva.

Posilovací cvičení s využitím hmotnosti vlastního těla (viz Příloha VI, obr. 6, s. 121). Výchozí polohou byl vzpřímený stoj před pevnou stěnou s chodidly rozkročenými na šířku pánve. Terapeutické zadání spočívalo ve střídavé odtlačování ode zdi a zpomalování pohybu ke zdi.

Posilovací cvičení s využitím pěnových míčků a gumových pásů. Výchozí polohou byl opět vzpřímený zajištěný sed na židli s chodidly rozkročenými na šířku pánve. Gumový pás byl terapeutem připevněn (obtočen) volnými konci k probandově dlani a střední část si proband fixoval ploškami dolních končetin. Terapeutické zadání spočívalo ve střídavém přitahování pravého a levého konce pružného pásu směrem k ramenům probanda s loketními klouby u těla v rámci supinačního postavením dlaní, společně se zmáčknutím pěnového míčku při pohybu nahoru a následně jeho maximálně pomalém povolování při pohybu zpět. Nejdříve (v rámci první série) byl do dlaně umístěn jeden míček, podruhé (v rámci druhé série) dva.

Podmínkou optimálního provedení terapeutických prvků bylo udržení výchozí polohy během cvičení. Důraz byl kladen zejména na nízkou rychlost excentrické kontrakce při pohybu zpět do výchozího postavení.

3.2.4 Kineziologické vyšetření

Kineziologický rozbor byl zaměřen na orientační testování svalové síly, vyšetření čítí, úchopu a hybnosti horních končetin. Doplněn byl odběrem anamnézy. Získaná data jsou uvedena v tabulce (viz Příloha IV, str. 118).

3.2.5 Statistické zpracování získaných dat

Pro statistické zpracování dat byl využit software STATISTICA, verze 8.0. Z naměřených dat byly vypočítány základní popisné statistické veličiny (průměr, medián, minimální hodnota, maximální hodnota a směrodatná odchylka). K testování a následnému ověření hypotéz byla využita Friedmanova ANOVA (F-testovací kritérium, p-hladina statistické významnosti) a Bonferroniho test. Hypotézy byly testovány jako nulové a statistická významnost byla určena na 5% hladině ($p < 0,05$).

4 VÝSLEDKY

4.1 Výsledky k vědecké otázce 1

Vědecká otázka 1 zněla: *„Má terapie ve formě odporového tréninku prováděná po relativně krátkou dobu 4 týdnů vliv na změnu svalové síly probandů vyššího věku?“*

Vědecká otázka byla řešena v jediné hypotéze (**H₀₁**). Zjišťovali jsme, zda terapie ve formě odporového tréninku má vliv na změnu svalové síly probandů ve vyšším věku prostřednictvím hodnocení čtyř parametrů: testu Hand Grip, Hand Grip- výdrž, Arm Curl Test a antropometrie.

Výsledky ověření hypotéz H₀₁ vědecké otázky 1 jsou uvedeny v tabulkách 3-6, str. 60-63 a v tabulkách popisné statistiky (viz Příloha VII, str. 122-123). Průměrné hodnoty jednotlivých vybraných parametrů jsou znázorněny v grafické podobě (viz Graf 1-4, str. 60-63).

Vyjádření k hypotézám na základě statistického hodnocení:

Hypotézu H₀₁ ve znění: *„Není statisticky významná změna velikosti maximální svalové síly ruky hodnocené testem „Hand Grip“, změna velikosti svalové výdrže hodnocené testem „Hand Grip- výdrž“, změna velikosti svalové síly paže hodnocené prostřednictvím testu „Arm Curl Test“ a změna výsledků antropometrického měření mezi probandy vyššího věku před a po ukončení terapie.“* se zamítá pro parametr „Hand Grip“ a „Arm Curl Test“. Pro ostatní situace hypotézu nelze zamítnout.

4.1.1 Komentář k výsledkům H₀₁

Na základě statistického ověření hypotézy H₀₁ byl nalezen statisticky významný rozdíl pro změnu parametru Hand Grip a Arm Curl Test mezi vstupním a výstupním měřením. Pro úplnost můžeme konstatovat:

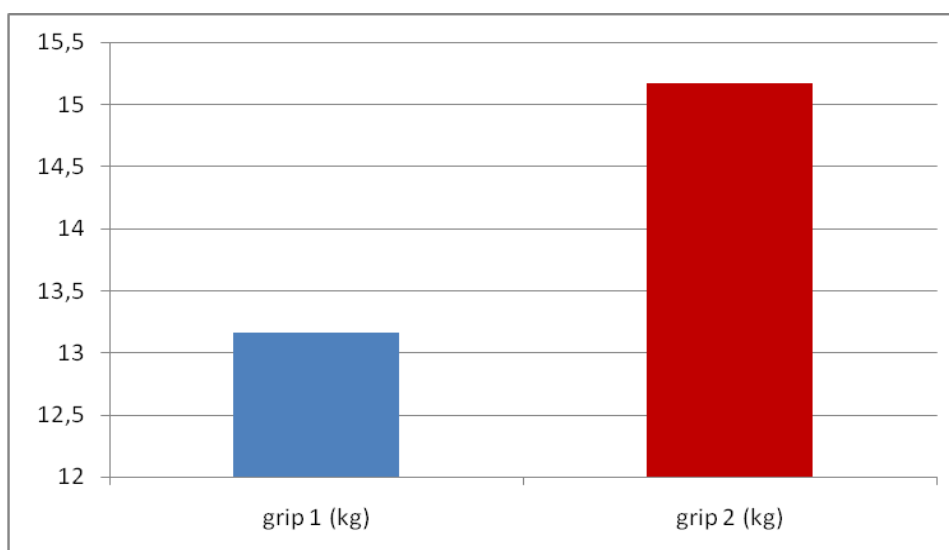
- po terapii se velikost parametru Hand Grip zvýšila u 24 probandů z 30 (80%), u jednoho probanda došlo k poklesu v rámci srovnání vstupní a výstupní hodnoty měření a u 5 probandů nebyla zjištěna změna žádná (viz Tabulka 3, str. 60; Graf 1, str. 60; Tabulka I, Příloha VII, str. 122).

Tabulka 3. Základní statistické testování pro parametr velikost Hand Grip mezi vstupním a výstupním měřením.

	F	p
Grip1 & Grip2	22,74	0,000052

Legenda: Grip1- velikost svalové síly stisku ruky při vstupním měření, Grip2- velikost svalové síly stisku ruky po terapii při výstupním vyšetření, F- hodnota testovacího kritéria, p- hladina statistické významnosti (hypotézu zamítáme pro $p < 0,05$).

Graf 1. Srovnání průměrných hodnot parametru Hand Grip před a po terapeutické intervenci (vstupní a výstupní měření).



Legenda: grip1- velikost svalové síly stisku ruky při vstupním měření, grip2- velikost svalové síly stisku ruky po terapii při výstupním vyšetření.

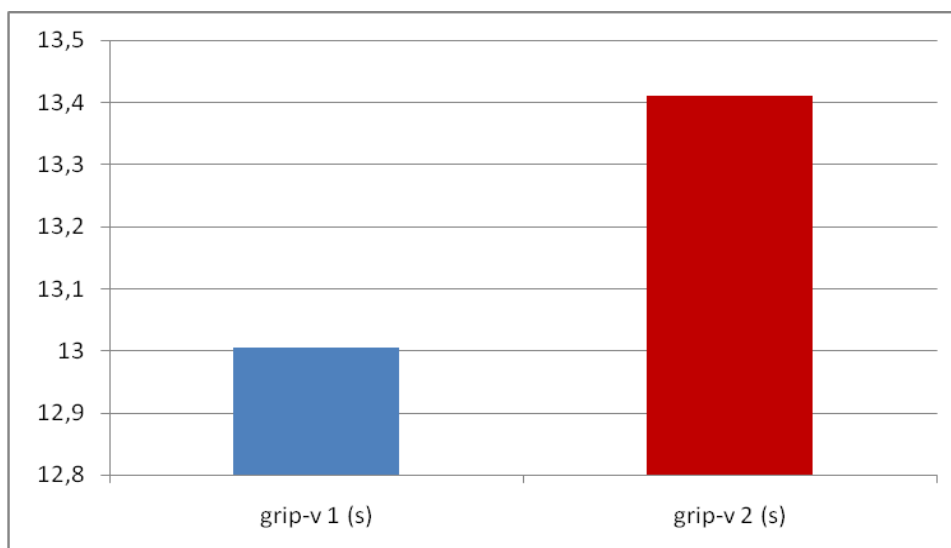
- velikost parametru Hand Grip- výdrž se po terapii zvýšila u 21 z 30 probandů (70%), zatímco u 9 probandů došlo při výstupním měření ve srovnání se vstupním měřením k poklesu sledované hodnoty (viz. Tabulka 4, str. 61; Graf 2, str. 61; Tabulka II, Příloha VII, str. 122).

Tabulka 4. Základní statistické testování pro parametr velikost Hand Grip- výdrž mezi vstupním a výstupním měřením.

	F	p
G-v1 & G-v2	0,80	0,38

Legenda: G-v1- doba výdrže stisku ruky při vstupním měření, G-v2- doba výdrže stisku ruky po terapii při výstupním vyšetření, F- hodnota testovacího kritéria, p -hladina statistické významnosti (hypotézu zamítáme pro $p < 0,05$).

Graf 2. Srovnání průměrných hodnot parametru Hand Grip- výdrž před a po terapeutické intervenci (vstupní a výstupní měření).



Legenda: grip-v 1- doba výdrže stisku ruky při vstupním měření, grip-v 2- doba výdrže stisku ruky po terapii při výstupním vyšetření.

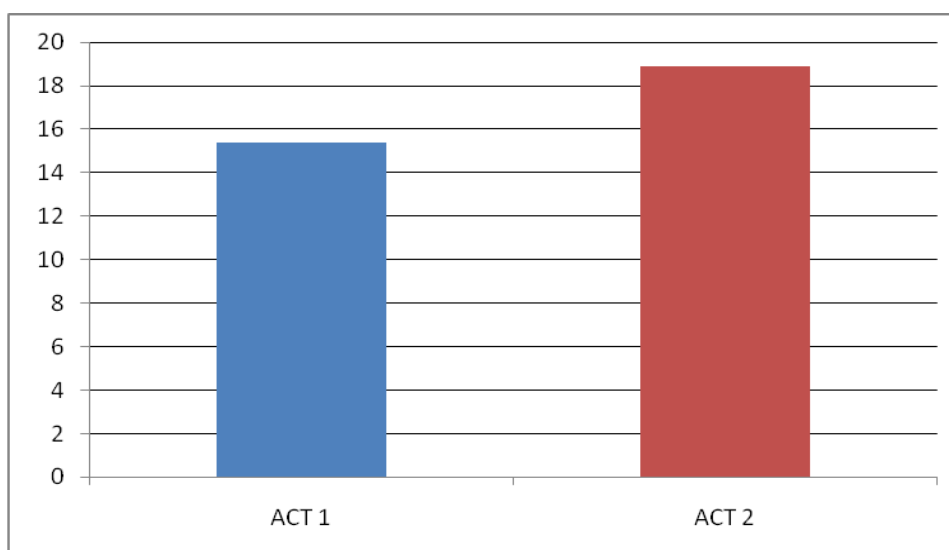
- po terapii došlo k pozitivní změně, v rámci testovaného parametru Arm Curl Test flexorů loketního kloubu u 24 z 30 probandů (80%), výsledky měření 1 probanda doznaly poklesu hodnoty a u 5 probandů nebyla zjištěna změna žádná (viz. Tabulka 5, str. 62; Graf 3, str. 62; Tabulka III, Příloha VII, str. 122).

Tabulka 5. Základní statistické testování pro parametr velikost Arm Curl Test mezi vstupním a výstupním měřením.

	F	p
ACT1 & ACT2	22,64	0,000054

Legenda: ACT1- počet flexí v loketním kloubu se závažím 2 kg po dobu 30 vteřin při vstupním měření, ACT2- počet flexí v loketním kloubu se závažím 2 kg po dobu 30 vteřin, po terapii při výstupním měření, F- hodnota testovacího kritéria, p- hladina statistické významnosti (hypotézu zamítáme pro $p < 0,05$).

Graf 3. Srovnání průměrných hodnot parametru Arm Curl Test před a po terapeutické intervenci (vstupní a výstupní měření).



Legenda: ACT 1- počet flexí v loketním kloubu se závažím 2 kg po dobu 30 vteřin při vstupním měření, ACT 2- počet flexí v loketním kloubu se závažím 2 kg po dobu 30 vteřin, po terapii při výstupním měření.

- po terapii se velikost hodnoty měřeného parametru obvod paže změnila u 3 z celkového počtu 30 probandů (10%), ve dvou případech došlo k nárůstu a u jednoho probanda k poklesu výsledných hodnot parametru ve srovnání s hodnotami vstupními (viz. Tabulka 6, str. 63; Graf 4, str. 63; Tabulka IV, Příloha VII, str. 123);
- po terapii došlo ke změně velikosti hodnoty měřeného parametru kožní řasa u 4 z 30 probandů (13%) a to vždy ve smyslu jeho poklesu (viz. Tabulka 6, str. 63; Graf 4, str. 63; Tabulka V, Příloha VII, str. 123);

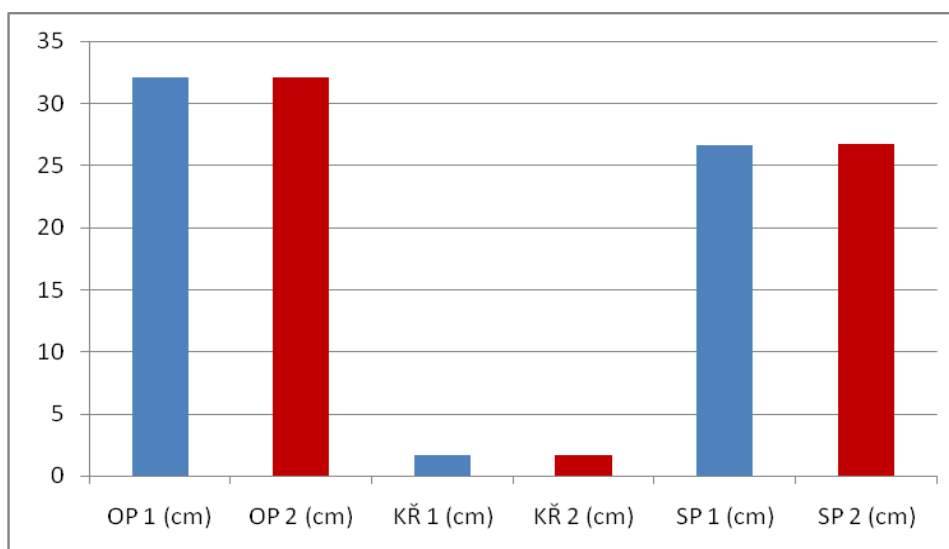
- po terapii se velikost hodnoty měřeného parametru svalovina paže změnila u 6 probandů z 30 (20%) a to vždy ve smyslu jeho nárůstu (viz. Tabulka 6; Graf 4; Tabulka VI, Příloha VII, str. 123).

Tabulka 6. Základní statistické testování pro parametr velikost obvodu paže, velikost kožní řasy a velikost obvodu svaloviny paže mezi vstupním a výstupním měřením.

	F	p
OP1 & OP2	0,23	0,63
KŘ1 & KŘ2	3,24	0,08
SP1 & SP2	3,01	0,09

Legenda: OP1- obvod paže při vstupním měření, OP2- obvod paže po terapii při výstupním měření, KŘ1- kožní řasa při vstupním měření, KŘ2- kožní řasa po terapii při výstupním měření, SP1- svalovina paže při vstupním měření, SP2 - svalovina paže po terapii při výstupním měření F- hodnota testovacího kritéria, p- hladina statistické významnosti (hypotézu zamítáme pro $p < 0,05$).

Graf 4. Srovnání průměrných hodnot parametru velikost obvodu paže, velikost kožní řasy a velikost obvodu svaloviny paže před a po terapeutické intervenci (vstupní a výstupní měření).



Legenda: OP1- obvod paže při vstupním měření, OP2- obvod paže po terapii při výstupním měření, KŘ1- kožní řasa při vstupním měření, KŘ2- kožní řasa po terapii při výstupním měření, SP1- svalovina paže při vstupním měření, SP2 - svalovina paže po terapii při výstupním měření.

4.2 Výsledky k vědecké otázce 2

Vědecká otázka 2 zněla: „*Existuje rozdíl ve změně svalové síly v důsledku využití odporového tréninku u probandů v období senescence, tedy počínajícího stáří (60 až 74 let) a vlastního stáří, tedy sénia (nad 75 let)?*“

Vědecká otázka byla řešena ve třech hypotézách (**H₀₂-H₀₄**). Zjišťovali jsme, zda, případně jakým způsobem může věk ovlivňovat výsledky terapeutické intervence (odporového tréninku) prostřednictvím hodnocení čtyř parametrů: testu Hand Grip, Hand Grip- výdrž, Arm Curl Test a antropometrie.

Výsledky ověření hypotéz H₀₂-H₀₄ vědecké otázky 2 jsou uvedeny v tabulkách 7-12, str. 65-72, v tabulkách popisné statistiky (viz. Příloha VII, str. 122-123) a grafech (viz. Příloha VIII, str. 124-129). Průměrné hodnoty jednotlivých vybraných parametrů jsou znázorněny v grafické podobě (viz. Graf 5-11, str. 66-73).

Vyjádření k hypotézám na základě statistického hodnocení:

Hypotézu H₀₂ ve znění: „*Není statisticky významný rozdíl ve změně velikosti maximální svalové síly ruky hodnocené testem „Hand Grip“, změně velikosti svalové výdrže hodnocené testem „Hand Grip-výdrž“, změně velikosti svalové síly paže hodnocené prostřednictvím testu „Arm Curl Test“ a změně výsledků antropometrického měření mezi probandy ve věku do 74 let a probandy po 75 roku věku před a po ukončení terapie.*“ nelze zamítnout pro žádnou testovací situaci.

Hypotézu H₀₃ ve znění: „*Není statisticky významná změna maximální svalové síly ruky hodnocené testem „Hand Grip“ a velikosti svalové síly paže hodnocené prostřednictvím testu „Arm Curl Test“ mezi probandy ve věku do 74 let před a po ukončení terapie.*“ nelze zamítnout pro žádný z testovaných parametrů.

Hypotézu H₀₄ ve znění: „*Není statisticky významná změna maximální svalové síly ruky hodnocené testem „Hand Grip“ a velikosti svalové síly paže hodnocené prostřednictvím testu „Arm Curl Test“ mezi probandy ve věku nad 75 let před a po ukončení terapie.*“ se zamítá pro oba testované parametry.

4.2.1 Komentář k výsledkům H₀₂

Statistické ověření hypotézy H₀₂ neprokázalo statisticky významné změny ve zkoumaných parametrech, přesto však lze pozorovat určitý trend v rámci porovnání vstupních a výstupních výsledků probandů dle věkových skupin:

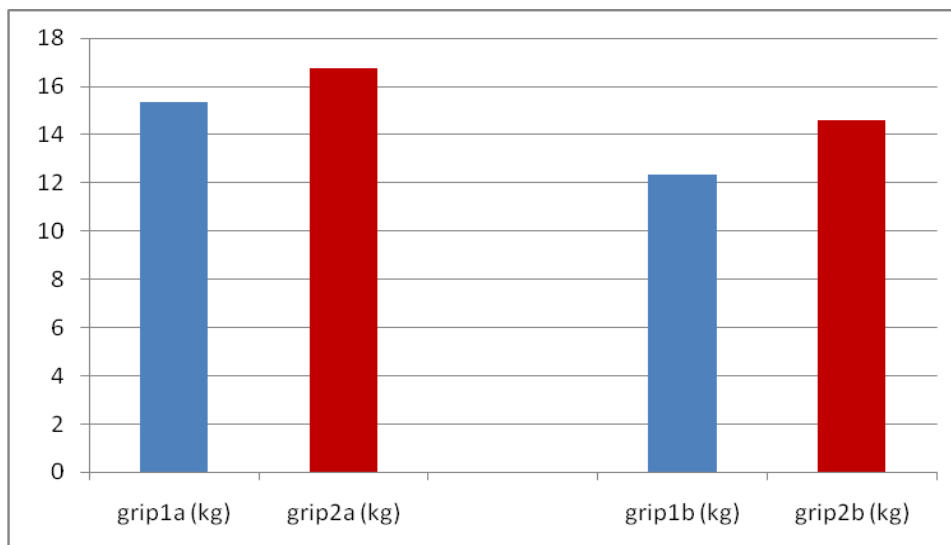
- u probandů ve věku senescence se po terapii velikost parametru Hand Grip zvýšila, a to u 6 z 8 (75%) probandů, v jednom případě došlo k poklesu výstupní hodnoty a u jednoho probanda nedošlo k změně žádné;
- u 18 z 22 probandů (82%) ve věku tzv. sénia hodnoty parametru Hand Grip po terapii vzrostly, zatímco ve 4 případech nedošlo k žádné změně (viz. Tabulka 7; Graf 5, str. 66; Tabulka I, Příloha VII, str. 122; Graf I, Příloha VIII, str. 124);
- z Grafu 5 je patrné, že průměrný nárůst hodnot výše uvedeného parametru, přestože nikoli statisticky významný, byl celkově vyšší u probandů vyššího věku, přičemž jeho výchozí hodnoty byly ve srovnání s mladšími probandy nižší

Tabulka 7. *Základní statistické testování pro parametr změna velikosti Hand Grip mezi vstupním a výstupním měřením u probandů v období senescence a sénia.*

	F	p
Δ Grip a & Δ Grip b	1,27	0,27

Legenda: Δ Grip a- změna svalové síly stisku ruky mezi vstupním a výstupním měřením u probandů v období senescence, Δ Grip b- změna svalové síly stisku ruky mezi vstupním a výstupním měřením u probandů v období sénia, F- hodnota testovacího kritéria, p- hladina statistické významnosti (hypotézu zamítáme pro $p < 0,05$).

Graf 5. Grafické znázornění průměrné změny velikosti parametru Hand Grip mezi vstupním a výstupním měřením probandů v období senescence a sénia.



Legenda: grip1a- průměrná hodnota svalové síly stisku ruky při vstupním měření probandů v období senescence, grip2a- průměrná hodnota svalové síly stisku ruky při výstupním měření probandů v období senescence, grip1b- průměrná hodnota svalové síly stisku ruky při vstupním měření probandů v období sénia, grip2b- průměrná hodnota svalové síly stisku ruky při výstupním měření probandů v období sénia.

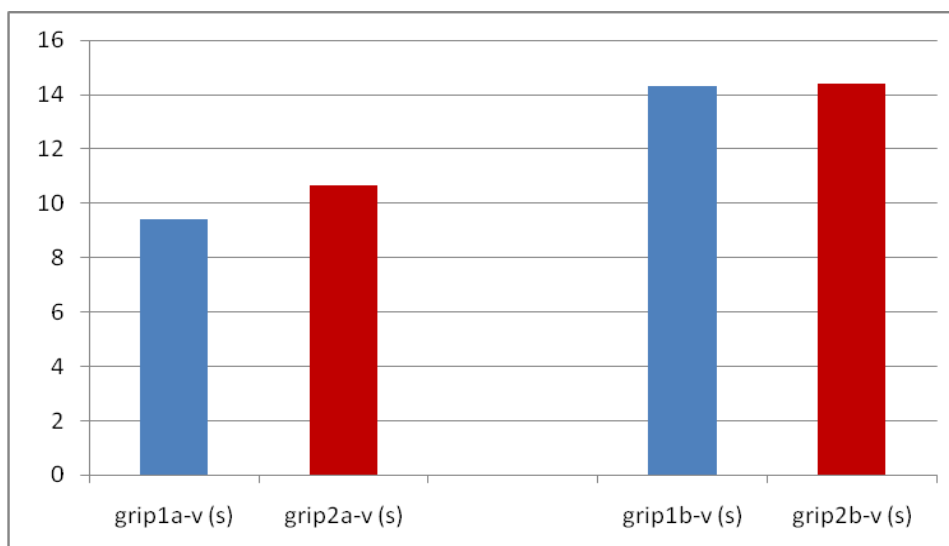
- po terapii hodnoty měřeného parametru Hand Grip- výdrž u probandů ve věku počínajícího stáří vzrostly u 6 z 8 probandů (75%), zatímco ve dvou případech došlo k jejich poklesu;
- při výstupním vyšetření, tedy po terapeutické intervenci, hodnoty parametru Hand Grip- výdrž u probandů ve věku vlastního stáří vzrostly u 15 probandů z 22 (68%) a klesly u 7 měřených (viz. Tabulka 8, str. 67; Graf 6, str. 67; Tabulka II, Příloha VII, str. 122; Graf II, Příloha VIII, str. 124);
- z Grafu 6 je zřejmé, že průměrný nárůst hodnot měřeného parametru byl celkově vyšší u probandů nižšího věku, přičemž výchozí hodnoty měřeného parametru byly u této skupiny ve srovnání se staršími probandy nižší.

Tabulka 8. Základní statistické testování pro parametr změna velikosti Hand Grip- výdrž mezi vstupním a výstupním měřením u probandů v období senescence a sénia.

	F	p
Δ Grip-v a& Δ Grip b-v	0,57	0,46

Legenda: Δ Grip-v a- změna výdrže síly stisku ruky mezi vstupním a výstupním měření u probandů v období senescence, Δ Grip-v b- změna výdrže síly stisku ruky mezi vstupním a výstupním měřením u probandů v období sénia, F- hodnota testovacího kritéria, p- hladina statistické významnosti (hypotézu zamítáme pro $p < 0,05$).

Graf 6. Grafické znázornění průměrné změny velikosti parametru Hand Grip- výdrž mezi vstupním a výstupním měřením probandů v období senescence a sénia.



Legenda: grip1a-v- průměrná hodnota výdrže stisku ruky při vstupním měření probandů v období senescence grip2a-v- průměrná hodnota výdrže stisku ruky při výstupním měření probandů v období senescence, grip1b-v- průměrná hodnota výdrže stisku ruky při vstupním měření probandů v období sénia, grip2b-v- průměrná hodnota výdrže stisku ruky při výstupním měření probandů v období sénia.

- hodnoty parametru Arm Curl Test probandů ve věku počínajícího stáří vzrostly po terapii u 7 probandů z 8 (88 %), pouze v jediném případě nedošlo k žádné změně;
- hodnoty parametru Arm Curl Test probandů ve věku vlastního stáří vzrostly po terapeutické intervenci u 17 z 22 probandů (77%), klesly u jediného probanda a ve čtyřech případech nebyla zaznamenána změna žádná (viz. Tabulka 9,

str. 68; Graf 7, str. 68; Tabulka III, Příloha VII, str. 122; Graf III, Příloha VIII, str. 125);

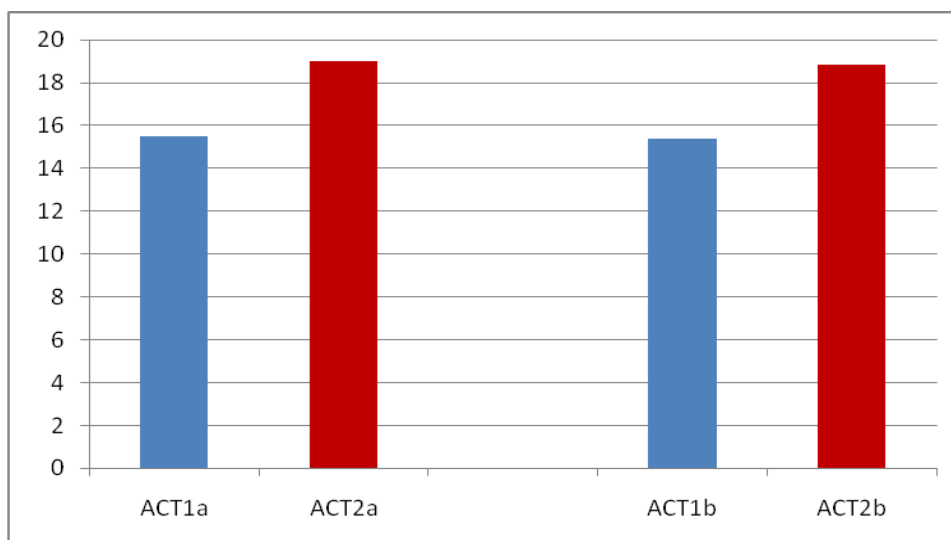
- z Grafu 7 je patrné, že průměrný nárůst hodnot sledovaného parametru byl v celkovém součtu stejný u obou věkových skupin, přičemž probandi vyššího věku vycházeli ve srovnání s probandy nižší věkové skupiny z nižších výchozích hodnot.

Tabulka 9. Základní statistické testování pro parametr změna velikosti Arm Curl Test mezi vstupním a výstupním měřením u probandů v období senescence a sénia.

	F	p
Δ ACT a& Δ ACT b	0	>0,999

Legenda: Δ ACT a- změna hodnoty Arm Curl Test mezi vstupním a výstupním měření u probandů v období senescence, Δ Arm Curl Test b- změna hodnoty mezi vstupním a výstupním měřením u probandů v období sénia, F- hodnota testovacího kritéria, p- hladina statistické významnosti (hypotézu zamítáme pro $p < 0,05$).

Graf 7. Grafické znázornění průměrné změny velikosti parametru Arm Curl Test mezi vstupním a výstupním měřením probandů v období senescence a sénia.



Legenda: ACT1a- průměrná hodnota parametru Arm Curl Test při vstupním měření probandů v období senescence ACT2a- průměrná hodnota parametru Arm Curl Test při výstupním měření probandů v období senescence, ACT1b- průměrná hodnota parametru Arm Curl Test při vstupním měření probandů v období sénia, ACT2b- průměrná hodnota parametru Arm Curl Test při výstupním měření probandů v období sénia.

- ve věkové skupině senescence nedošlo po terapii ke změně hodnoty měřeného parametru obvod paže u žádného z 8 probandů, naopak došlo ke změně velikosti hodnoty měřeného parametru kožní řasa u 1 probanda z 8, to ve smyslu jeho poklesu. Velikost hodnoty měřeného parametru svalovina paže doznala změny u 1 probanda z 8 a to ve smyslu jeho nárůstu;
- věková skupina sénium reagovala na terapii změnou hodnoty měřeného parametru obvod paže u 3 probandů z 22 a to ve dvou případech pozitivně, tedy směrem k vyšším hodnotám a jedenkrát negativně, směrem k hodnotám nižším. Dále změnou hodnoty parametru kožní řasa u 3 probandů z 22. Ve dvou případech došlo k poklesu velikosti kožní řasy a jedenkrát k jeho nárůstu. Změna hodnoty zkoumaného parametru svalovina paže byla zjištěna u 5 probandů z 22 a to ve smyslu jeho poklesu v jednom případě a nárůstu ve čtyřech případech (viz. Tabulka 10; Tabulka IV-VI, Příloha VII, str. 123; Graf IV-VI, Příloha VIII, str. 125-126).

Tabulka 10. *Základní statistické testování pro parametr velikost obvodu paže, velikost kožní řasy a velikost obvodu svaloviny paže mezi vstupním a výstupním měřením u probandů v období senescence a sénia.*

	F	p
OP1 & OP2	0,23	0,63
KŘ1 & KŘ2	0,006	0,94
SP1 & SP2	0,016	0,90

Legenda: OP1- obvod paže při vstupním měření, OP2- obvod paže po terapii při výstupním měření, KŘ1- kožní řasa při vstupním měření, KŘ2 - kožní řasa po terapii při výstupním měření, SP1- svalovina paže při vstupním měření, SP2 - svalovina paže po terapii při výstupním měření F- hodnota testovacího kritéria, p- hladina statistické významnosti (hypotézu zamítáme pro $p < 0,05$).

4.2.2 Komentář k výsledkům H₀₃

Ačkoliv na základě statistického ověření nemůžeme hypotézu H₀₃ zamítnout, lze pozorovat určitý trend v rámci sledování vstupního a výstupního měření probandů ve věku do 74 let:

- po terapii se velikost parametru Hand Grip zvýšila u 6 probandů z 8 (75%) (viz Tabulka 11; Graf 8, str. 71; Tabulka I, Příloha VII, str. 122);
- po terapii se velikost hodnoty parametru Arm Curl Test taktéž zvýšila u 7 probandů z 8 (88%) (viz Tabulka 11; Graf 9, str. 71; Tabulka III, Příloha VII, str. 122).

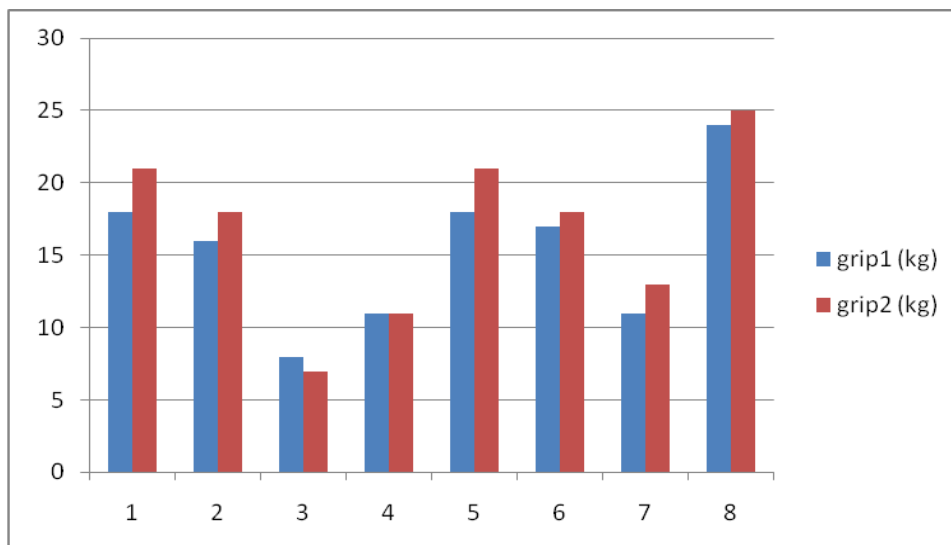
Tabulka 11. *Statistické testování pro parametr velikost Hand Grip a Arm Curl Test mezi vstupním a výstupním měřením u probandů do 74 let.*

Bonferroniho test						
			1	2	3	4
			15,375	16,75	12,364	14,591
1	p. do 75 let	Grip1	-	0,254995	1	1
2	p. do 75 let	Grip2	0,254995	-	0,617418	1

Bonferroniho test						
			1	2	3	4
			15,5	19	15,364	18,864
1	p. do 75 let	ACT1	-	0,05788	1	0,459268
2	p. do 75 let	ACT2	0,05788	-	0,338176	1

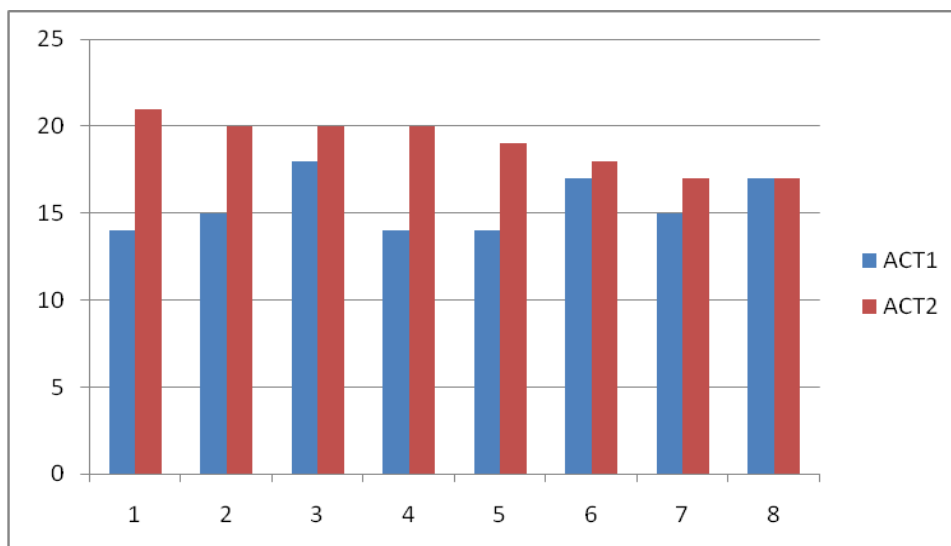
Legenda: Grip1- velikost svalové síly stisku ruky při vstupním měření, Grip2- velikost svalové síly stisku ruky po terapii při výstupním vyšetření, ACT1- počet flexí v loketním kloubu se závažím 2 kg po dobu 30 vteřin při vstupním měření, ACT2- počet flexí v loketním kloubu se závažím 2 kg po dobu 30 vteřin, po terapii při výstupním měření, p- probandi.

Graf 8. Změna svalové síly stisku ruky mezi vstupním a výstupním měřením u probandů ve věku do 74 let.



Legenda: grip1- velikost svalové síly stisku ruky při vstupním měření, grip2- velikost svalové síly stisku ruky po terapii při výstupním vyšetření.

Graf 9. Změna svalové síly flexorů loketního kloubu mezi vstupním a výstupním měřením probandů ve věku do 74 let.



Legenda: ACT1- počet flexí v loketním kloubu se závažím 2 kg po dobu 30 vteřin při vstupním měření, ACT2- počet flexí v loketním kloubu se závažím 2 kg po dobu 30 vteřin, po terapii při výstupním měření.

4.2.3 Komentář k výsledkům H₀₄

Hypotézu H₀₄ můžeme na základě statistického ověřování zamítnout. A pro úplnost můžeme konstatovat:

- po terapii se velikost měřeného parametru Hand Grip zvýšila u 18 z 22 probandů (82%) (viz Tabulka 12; Graf 10, str. 73; Tabulka I, Příloha VII, str. 122);
- po terapii došlo k pozitivní změně i v rámci testovaného parametru Arm Curl Test flexorů loketního kloubu a to u 17 z 22 probandů (77%) (viz Tabulka 12; Graf 11, str. 73; Tabulka III, Příloha VII, str. 122).

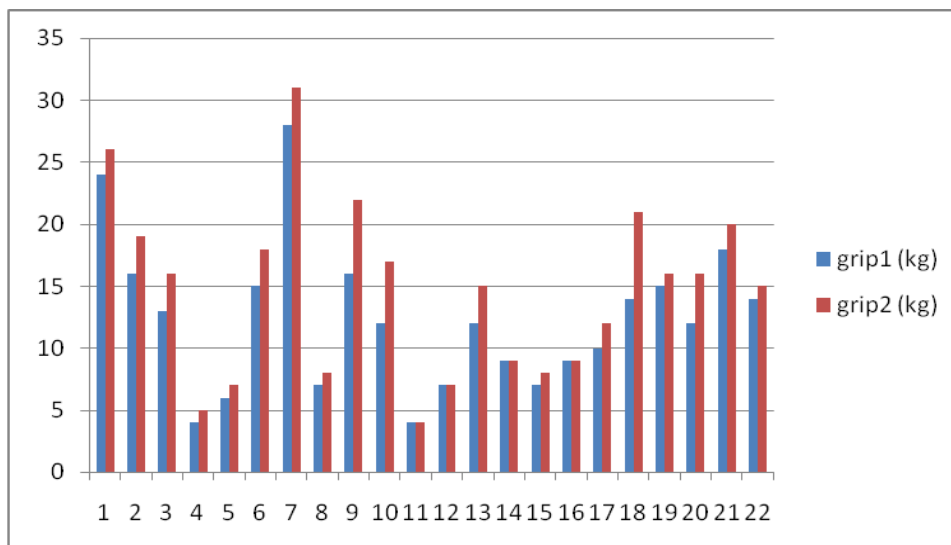
Tabulka 12. *Statistické testování pro parametr velikost testovaných parametrů Hand Grip a Arm Curl Test mezi vstupním a výstupním měřením u probandů nad 75 let.*

Bonferroniho test						
			1	2	3	4
			15,375	16,75	12,364	14,591
1	p. nad 75 let	Grip1	1	0,617418	-	0,000024
2	p. nad 75 let	Grip2	1	1	0,000024	-

Bonferroniho test						
			1	2	3	4
			15,5	19	15,364	18,864
1	p. nad 75 let	ACT1	1	0,338176	-	0,000487
2	p. nad 75 let	ACT2	0,459268	1	0,000487	-

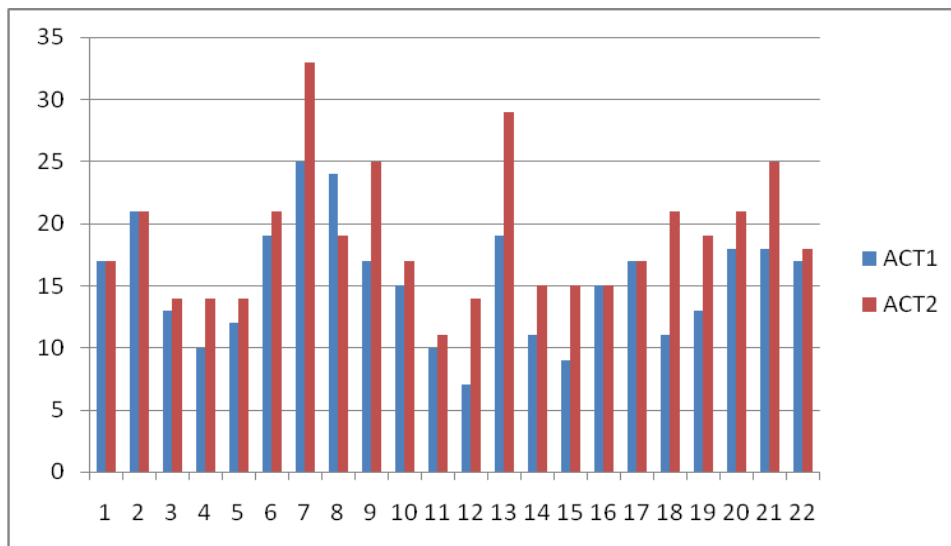
Legenda: Grip1- velikost svalové síly stisku ruky při vstupním měření, Grip2- velikost svalové síly stisku ruky po terapii při výstupním vyšetření, ACT1- počet flexí v loketním kloubu se závažím 2 kg po dobu 30 vteřin při vstupním měření, ACT2- počet flexí v loketním kloubu se závažím 2 kg po dobu 30 vteřin, po terapii při výstupním měření, p- probandi.

Graf 10. Změna svalové síly stisku ruky mezi vstupním a výstupním měřením probandů ve věku nad 75 let.



Legenda: grip1- velikost svalové síly stisku ruky při vstupním měření, grip2- velikost svalové síly stisku ruky po terapii při výstupním vyšetření.

Graf 11. Změna svalové síly flexorů loketního kloubu mezi vstupním a výstupním měřením probandů ve věku nad 75 let.



Legenda: ACT1- počet flexí v loketním kloubu se závažím 2 kg po dobu 30 vteřin při vstupním měření, ACT2 - počet flexí v loketním kloubu se závažím 2 kg po dobu 30 vteřin, po terapii při výstupním měření.

4.3 Výsledky k vědecké otázce 3

Vědecká otázka 3 zněla: „*Existuje souvislost mezi pohlavím a velikostí změny svalové síly hodnocené v rámci výsledků terapeutické intervence zaměřené na silový odporový trénink?*“

Vědecká otázka byla řešena v jediné hypotéze (**H₀₅**). Hodnotili jsme, zda, případně jakou roli hraje pohlaví v rámci odpovědi probandů na terapeutickou intervenci (odporový trénink) pomocí čtyř hodnotících parametrů: testu Hand Grip, Hand Grip-výdrž, Arm Curl Test a antropometrie.

Výsledky ověření hypotézy H₀₅ vědecké otázky 3 jsou uvedeny v tabulkách 13-16, str. 75-79, v tabulkách popisné statistiky (viz. Příloha VII, str. 122-123) a grafech (viz. Příloha VIII, str. 124-129). Průměrné hodnoty jednotlivých vybraných parametrů jsou znázorněny v grafické podobě (viz. Graf 12-14, str. 75-78).

Vyjádření k hypotézám na základě statistického hodnocení:

Hypotézu H₀₅ ve znění: „*Není statisticky významný rozdíl ve změně velikosti maximální svalové síly ruky hodnocené testem „Hand Grip“, změně velikosti svalové výdrže hodnocené testem „Hand Grip- výdrž“, změně velikosti svalové síly paže hodnocené, prostřednictvím testu „Arm Curl Test“ a změně výsledků antropometrického měření mezi probandy mužského a ženského pohlaví před a po ukončení terapie.*“ nelze zamítnout pro žádnou testovací situaci.

4.3.1 Komentář k výsledkům H₀₅

Statistické ověření hypotézy H₀₅ neprokázalo statisticky významnou změnu v žádném zkoumaném parametru. Navzdory tomu lze pozorovat určité trendy v rámci porovnání vstupních a výstupních výsledků probandů dle pohlaví:

- u probandů ženského pohlaví se po terapii velikost parametru Hand Gripu zvýšila, a to u 16 z 20 (80%) probandů, v jednom případě došlo k poklesu výstupní hodnoty a u třech osob nedošlo k změně žádné;

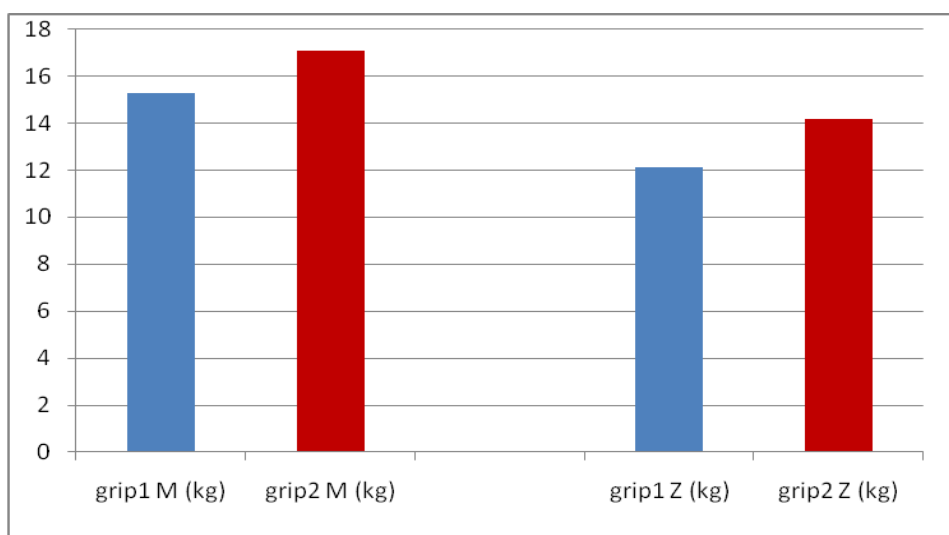
- po terapii u 8 z 10 (80%) probandů mužského pohlaví hodnoty parametru Hand Grip vzrostly a ve 2 případech nedošlo k žádné změně (viz. Tabulka 13; Graf 12; Tabulka I, Příloha VII, str. 122; Graf VII, Příloha VIII, str. 127);
- z Grafu 10 je však zřejmé, že průměrný nárůst hodnot výše uvedeného parametru, přestože nikoli statisticky významný, byl celkově vyšší u probandů ženského pohlaví, přičemž jejich výchozí hodnoty byly ve srovnání s probandy mužského pohlaví nižší.

Tabulka 13. Základní statistické testování pro parametr změna velikosti Hand Grip mezi vstupním a výstupním měřením u probandů mužského a ženského pohlaví.

	F	p
Δ Grip Z & Δ Grip M	0,17	0,68

Legenda: Δ Grip Z- změna svalové síly stisku ruky mezi vstupním a výstupním měřením žen, Δ Grip M- změna svalové síly stisku ruky mezi vstupním a výstupním měřením mužů, F- hodnota testovacího kritéria, p- hladina statistické významnosti (hypotézu zamítáme pro $p < 0,05$).

Graf 12. Grafické znázornění změny velikosti parametru Hand Grip mezi vstupním a výstupním měřením probandů mužského a ženského pohlaví.



Legenda: grip1M- průměrná hodnota svalové síly stisku ruky při vstupním měření mužů, grip2M- průměrná hodnota svalové síly stisku ruky při výstupním měření mužů, grip1Z- průměrná hodnota svalové síly stisku ruky při vstupním měření žen, grip2Z- průměrná hodnota svalové síly stisku ruky při výstupním měření žen.

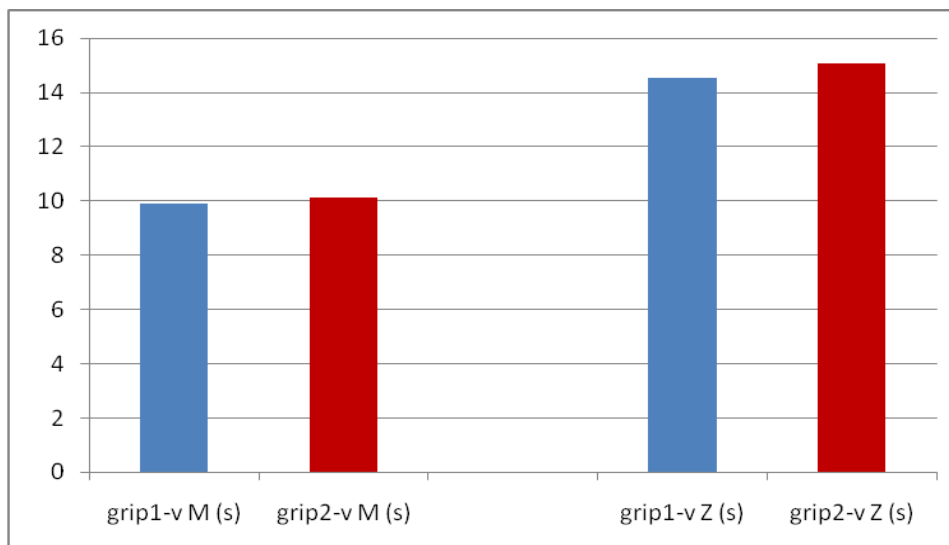
- po terapii hodnoty měřeného parametru Hand Grip- výdrž u probandů ženského pohlaví vzrostly u 13 z 20 probandů (65%), zatímco v 7 případech došlo k jejich poklesu;
- při výstupním vyšetření, po terapeutické intervenci hodnoty parametru Hand grip- výdrž u probandů mužského pohlaví vzrostly u 8 probandů z 10 (80%) a klesly u 2 měřených (viz. Tabulka 14; Graf 13, str. 77; Tabulka II, Příloha VII, str. 122; Graf VIII, Příloha VIII, str. 127);
- z Grafu 11 je zřejmé, že průměrný nárůst hodnot měřeného parametru byl celkově vyšší u probandů ženského pohlaví, přičemž i jejich výchozí hodnoty byly ve srovnání s probandy mužského pohlaví vyšší.

Tabulka 14. *Základní statistické testování pro parametr změna velikosti Hand Grip- výdrž testu mezi vstupním a výstupním měřením u probandů mužského a ženského pohlaví.*

	F	p
Δ Grip-v M & Δ Grip-v Z	0,04	0,85

Legenda: Δ Grip-v M- změna svalové síly stisku ruky mezi vstupním a výstupním měřením mužů, Δ Grip-v Z- změna svalové síly stisku ruky mezi vstupním a výstupním měřením žen, F- hodnota testovacího kritéria, p- hladina statistické významnosti (hypotézu zamítáme pro $p < 0,05$).

Graf 13. Grafické znázornění změny velikosti parametru Hand Grip-výdrž mezi vstupním a výstupním měřením probandů mužského a ženského pohlaví.



Legenda: grip1-v M- průměrná hodnota výdrže stisku ruky při vstupním měření mužů grip2-v M- průměrná hodnota výdrže stisku ruky při výstupním měření mužů, grip1-v Z- průměrná hodnota výdrže stisku ruky při vstupním měření žen, grip2-v Z- průměrná hodnota výdrže stisku ruky při výstupním měření žen.

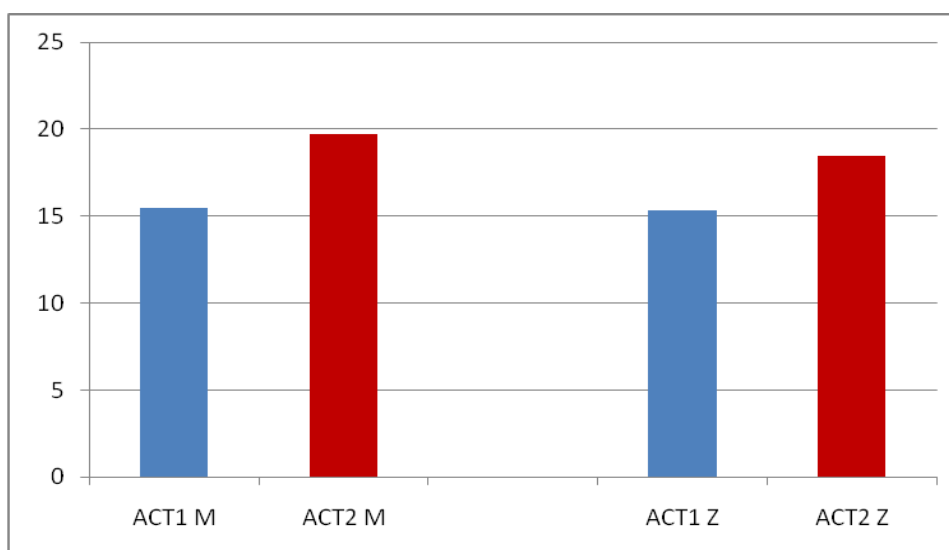
- po terapii hodnoty parametru Arm Curl Test u probandů ženského pohlaví vzrostly u 16 z 20 probandů (80%), zatímco v 1 případě došlo k jejich poklesu a u třech měřených nedošlo k změně žádné;
- při výstupním vyšetření, po terapeutické intervenci hodnoty parametru Arm Curl Test u probandů mužského pohlaví vzrostly u 8 probandů z 10 (80%) a u 2 měřených nebyla zaznamenána žádná změna (viz. Tabulka 15, str. 78; Graf 14, str. 78; Tabulka III, Příloha VII, str. 122; Graf IX, Příloha VIII, str. 128);
- z Grafu 12 je zřejmé, že průměrný nárůst hodnot měřeného parametru byl celkově vyšší u probandů mužského pohlaví, přičemž také jejich výchozí hodnoty byly ve srovnání s probandy ženského pohlaví vyšší.

Tabulka 15. Základní statistické testování pro parametr velikost Arm Curl Test mezi vstupním a výstupním měřením u probandů mužského a ženského pohlaví.

	F	p
Δ ACT M & Δ ACT Z	0,59	0,45

Legenda: Δ ACT M- změna hodnoty parametru Arm Curl Test mezi vstupním a výstupním měření mužů, Δ ACT Z- změna hodnoty parametru Arm Curl Test mezi vstupním a výstupním měřením žen, F- hodnota testovacího kritéria, p- hladina statistické významnosti (hypotézu zamítáme pro $p < 0,05$).

Graf 14. Změna svalové síly flexorů loketního kloubu mezi vstupním a výstupním měřením probandů mužského a ženského pohlaví



Legenda: ACTM- počet flexí v loketním kloubu se závažím 2 kg po dobu 30 vteřin u probandů mužského pohlaví, ACT2 - počet flexí v loketním kloubu se závažím 2 kg po dobu 30 vteřin, po terapii při výstupním měření.

- skupina žen reagovala na terapii změnou hodnoty měřeného parametru obvod paže u 2 probandů z 20, u jednoho ve smyslu nárůstu měřené hodnoty, u druhého byly zjištěny hodnoty nižší. Navíc 18 probandů nevykazovalo při výstupním měření žádnou změnu. Naopak došlo ke změně velikosti hodnoty parametru kožní řasa u 4 probandů z 20. U všech čtyř probandů byly po skončení terapie naměřeny výsledky s hodnotou nižší. Velikost hodnoty měřeného parametru svalovina paže doznala ve skupině žen změny u 5 probandů z 20. Ve všech pěti případech se jednalo o nárůst hodnot parametru;

- skupina mužů reagovala na terapii změnou hodnoty měřeného parametru obvodu paže pouze u 1 probanda z 10 a to pozitivně, tedy směrem k vyšší hodnotě. Žádná změna nebyla zaregistrována u parametru kožní řasy v rámci všech 10 probandů. V důsledku toho, došlo ke změně hodnoty parametru svalovina paže opět pouze u 1 probanda z 10 a to ve smyslu jejího nárůstu (viz. Tabulka 16; Tabulka IV-VI, Příloha VII, str. 123; Graf X-XII, Příloha VIII, str. 128-129).

Tabulka 16. *Základní statistické testování pro parametr změna velikosti obvodu paže, kožní řasy a množství svaloviny paže mezi vstupním a výstupním měřením u probandů mužského a ženského pohlaví.*

	F	p
ΔOPM & ΔOPZ	0,08	0,78
$\Delta K\check{R}M$ & $\Delta K\check{R}Z$	2,33	0,14
ΔSPM & ΔSPZ	3,30	0,08

Legenda: ΔOPM - změna obvodu paže u probandů mužského pohlaví, ΔOPZ - změna obvodu paže u probandů ženského pohlaví, $\Delta K\check{R}M$ - změna velikosti kožní řasy u probandů mužského pohlaví, $\Delta K\check{R}Z$ - změna velikosti kožní řasy u probandů ženského pohlaví, ΔSPM - změna velikosti svaloviny paže u probandů mužského pohlaví, ΔSPZ - změna velikosti svaloviny paže u probandů ženského pohlaví, F- hodnota testovacího kritéria, p- hladina statistické významnosti (hypotézu zamítáme pro $p < 0,05$).

4.4 Výsledky k vědecké otázce 4

Vědecká otázka 4 zněla: „*Existuje souvislost mezi věkem, pohlavím a subjektivním hodnocením výsledků terapie?*“

Z důvodu vysoké variability možných odpovědí a relativně nízkému počtu probandů nebylo provedeno statistické testování a využili jsme možnosti popisné statistiky. Pro lepší orientaci v popisu jsme sloučili odpovědi obdobného charakteru, tedy: „pozitivně“ a „spíše pozitivně“, případně „ano“ a „spíše ano“ do odpovědi charakteru „pozitivně, podobně jako „negativně“ a „spíše negativně, případně „ne“ a „spíše ne“ do odpovědi charakteru „negativně“. Výsledky jsou uvedeny v tabulkách 17-24, str. 80-84.

- Zastoupení odpovědí na otázku číslo 1 ve znění „*Jakým způsobem byste ohodnotil(a) pohybovou terapii, jež jste se účastnil(a)?*“ je následující:

Tabulka 17. Zastoupení odpovědí probandů otázky číslo 1.

	N	A pozitivně	B spíše pozitivně	C nevím	D spíše negativně	E negativně
PMP	10	3 (30%)	5 (50%)	1 (10%)	-	1 (10%)
PŽP	20	16 (80%)	2 (10%)	1 (5%)	-	1 (5%)
P<75	8	4 (50%)	2 (25%)	1 (12,5%)	-	1 (12,5%)
P>75	22	15 (68,2%)	5 (22,7%)	1 (4,5%)	-	1 (4,5%)
celkem	30	19 (63,3%)	7 (23,3%)	2 (6,7%)	-	2 (6,7%)

Legenda: N- počet probandů, PMP- probandi mužského pohlaví, PŽP- probandi ženského pohlaví, P<75- probandi ve věku do 74 let, P>75- probandi ve věku nad 75.

-V celkovém měřítku hodnotili účastníci pohybovou terapii převážně pozitivně (86,6%), z toho „spokojenější“ byli probandi ženského pohlaví (90% probandů hodnotilo terapii „pozitivně“, nebo „spíše pozitivně“) a probandi vyššího věku (90,9% probandů hodnotilo terapii „pozitivně“, nebo „spíše pozitivně“) ve srovnání s probandy mužského pohlaví (80% probandů hodnotilo terapii „pozitivně“, nebo „spíše pozitivně“) a nižšího věku (75% probandů hodnotilo terapii „pozitivně“, nebo „spíše pozitivně“).

- Zastoupení odpovědí na otázku číslo 2.1 ve znění „Došlo ve Vašem případě k pozitivní změně v některé z následujících charakteristik?“
„Zvýšení silových a výkonnostních schopností rukou při vykonávání každodenních činností.“ je následující:

Tabulka 18. Zastoupení odpovědí probandů otázky číslo 2.

	N	A ano	B spíše ano	C nevím	D spíše ne	E ne
PMP	10	1 (10%)	4 (40%)	1 (10%)	1(10%)	3 (30%)
PŽP	20	5 (25%)	6 (30%)	5 (25%)	2 (10%)	2 (10%)
P<75	8	-	4 (50%)	2 (25%)	-	2 (25%)
P>75	22	6 (27,3%)	6 (27,3%)	4 (18,2%)	3 (13,6%)	3(13,6%)
celkově	30	6 (20%)	10 (33,3%)	6 (20%)	3 (10%)	5 (16,7%)

Legenda: N- počet probandů, PMP- probandi mužského pohlaví, PŽP- probandi ženského pohlaví, P<75- probandi ve věku do 74 let, P>75- probandi ve věku nad 75.

-Růst silových a výkonnostních schopností rukou při vykonávání každodenních činností opět subjektivně vnímali více probandi ženského pohlaví (55 %) a probandi vyššího věku (53,3%) ve srovnání s probandy mužského pohlaví (50%) a nižšího věku (50%). Přestože v celkovém součtu probandi nárůst síly vnímali (53,3%), tak rozdíly v hodnocení mezi jednotlivými skupinami v porovnání s předcházející otázkou jsou méně výrazné.

Zastoupení odpovědí na otázku číslo 2.2 ve znění „Nižší rychlost nastupující únavy při pracovních, či volnočasových aktivitách.“ je následující:

Tabulka 19. Zastoupení odpovědí probandů otázky číslo 2.2.

	N	A ano	B spíše ano	C nevím	D spíše ne	E ne
PMP	10	-	2 (20%)	1 (10%)	3 (30%)	4 (40%)
PŽP	20	1 (5%)	3 (15%)	8 (40%)	4 (20%)	4 (20%)
P<75	8	-	2 (25%)	2 (25%)	1 (12,5%)	3 (37,5%)
P>75	22	1 (4,5%)	3 (13,6%)	7 (31,8%)	6 (27,3%)	5 (22,7%)
celkově	30	1 (3,3%)	5 (16,7%)	9 (30%)	7 (23,3%)	8 (26,7%)

Legenda: N- počet probandů, PMP- probandi mužského pohlaví, PŽP- probandi ženského pohlaví, P<75- probandi ve věku do 74 let, P>75- probandi ve věku nad 75.

-Navzdory tomu, že polovina probandů (50%) nepocítovala, případně nedokázala posoudit, zda cítí, nebo ne (30%) nižší rychlost nastupující únavy při

pracovních a volnočasových aktivitách, tak při srovnání dílčích procentuálních zastoupení lze poukázat alespoň na to, že muži a ženy stejně (20%) uváděli nižší rychlost nastupující únavy, a naopak skupina probandů nižšího věku (25%) uváděla častěji nižší rychlost únavy ve srovnání se skupinou starších probandů (18,1). Pokud se zaměříme na negativní stanovisko, můžeme říct, že 70% mužů, 40% žen, 50% osob nižšího věku a 50% osob vyššího věku subjektivně nepocíťovalo žádnou změnu v rychlosti nastupující únavy.

- Zastoupení odpovědí na otázku číslo 3 ve znění „Byla náročnost a délka cvičení přiměřená Vaším schopnostem a věku?“ je následující:

Tabulka 20. Zastoupení odpovědí probandů otázky číslo 3.

	N	A ano	B spíše ano	C nevím	D spíše ne	E ne
PMP	10	6 (60%)	3 (30%)	-	-	1 (10%)
PŽP	20	17 (85%)	1 (5%)	-	-	2 (10%)
P<75	8	5 (62,5%)	1 (12,5%)	-	-	2 (25%)
P>75	22	18 (81,8%)	3 (13,6%)	-	-	1 (4,5%)
celkově	30	23 (76,7%)	4 (13,3%)	-	-	3 (10%)

Legenda: N- počet probandů, PMP- probandi mužského pohlaví, PŽP- probandi ženského pohlaví, P<75- probandi ve věku do 74 let, P>75- probandi ve věku nad 75.

-Náročnost cvičení, jeho délka, přiměřenost věku a aktuálním schopnostem probandů byla hodnocena ve většině případů kladně (90%). Skupina mužů i skupina žen reagovala obdobně, 90% probandů reagovalo v obou skupinách pozitivně a pouze 10% probandů negativně. Naopak skupina probandů vyššího věku reagovala častěji pozitivně (90%) ve srovnání s probandy nižší věkové skupiny, jež reagovali pozitivně pouze v 75%.

- Zastoupení odpovědí na otázku číslo 4 ve znění „Považujete obecně pohybovou terapii sloužící k udržení a rozvoji svalové síly u seniorů za potřebnou?“ je následující:

Tabulka 21. Zastoupení odpovědí probandů otázky číslo 4.

	N	A ano	B spíše ano	C nevím	D spíše ne	E ne
PMP	10	5 (50%)	5 (50%)	-	-	-
PŽP	20	17 (85%)	-	2 (10%)	1 (5%)	-
P<75	8	6 (75%)	2 (25%)	-	-	-
P>75	22	16 (72,7%)	3 (13,6%)	2 (9,1%)	1 (4,5%)	-
celkově	30	22 (73,3%)	5 (16,7%)	2 (6,7)	1 (3,3)	-

Legenda: N- počet probandů, PMP- probandi mužského pohlaví, PŽP- probandi ženského pohlaví, P<75- probandi ve věku do 74 let, P>75- probandi ve věku nad 75.

-Přestože většina probandů (90%) považuje pohybovou terapii sloužící k udržení a rozvoji svalové síly seniorů za potřebnou, existují i zde mezi skupinami určité rozdíly. Muži a skupina probandů nižšího věku označili terapii rozvíjející svalovou sílu seniorů za potřebnou v 100%, ženy v 85% a skupina probandů vyššího věku v 86,3%.

- Zastoupení odpovědí na otázku číslo 5 ve znění „Byla pro Vás osobně účast na cvičení přínosem?“ je následující:

Tabulka 22. Zastoupení odpovědí probandů otázky číslo 5.

	N	A ano	B spíše ano	C nevím	D spíše ne	E ne
PMP	10	4 (40%)	3 (30%)	2 (20%)	-	1 (10%)
PŽP	20	16 (80%)	3 (15%)	-	1 (5%)	-
P<75	8	6 (75%)	2 (25%)	-	-	-
P>75	22	14 (63,6%)	4 (18,2%)	2 (9,1%)	1 (4,5%)	1 (4,5%)
celkově	30	20 (66,7%)	6 (20%)	2 (6,7%)	1 (3,3%)	1 (3,3%)

Legenda: N- počet probandů, PMP- probandi mužského pohlaví, PŽP- probandi ženského pohlaví, P<75- probandi ve věku do 74 let, P>75- probandi ve věku nad 75.

-Účast při cvičení jako svůj přínos hodnotilo celkově 86,7% probandů, častěji pozitivně reagovaly ženy (95%) a mladší probandi (100%) ve srovnání s muži (70%) a skupinou starších probandů (81,8%).

- Zastoupení odpovědí na otázku číslo 6 ve znění „*Inspirovala Vás účast na terapii k pokračování v samostatném pravidelném cvičení?*“ je následující:

Tabulka 23. Zastoupení odpovědí probandů otázky číslo 6.

	N	A ano	B spíše ano	C nevím	D spíše ne	E ne
PMP	10	3 (30%)	3 (30%)	3 (30%)	1 (10%)	-
PŽP	20	13 (65%)	6 (30%)	-	1 (5%)	-
P<75	8	5 (62,5%)	3 (37,5%)	-	-	-
P>75	22	11 (50%)	6 (27,3%)	3 (13,6%)	2 (9,1%)	-
celkově	30	16 (53,3%)	9 (30%)	3 (10%)	2 (6,7%)	-

Legenda: N- počet probandů, PMP- probandi mužského pohlaví, PŽP- probandi ženského pohlaví, P<75- probandi ve věku do 74 let, P>75- probandi ve věku nad 75.

-Inspiraci i k dalšímu pokračování v pravidelném a již samostatném cvičení získalo celkem 83,3% probandů, více žen (95%) a probandů nižšího věku (100%) ve srovnání se skupinou mužů (60%) a probandů vyššího věku (77,3%).

- Celkové četnostní a procentuální zastoupení všech odpovědí dle pohlaví a věku je následující:

Tabulka 24. Celkové zastoupení všech odpovědí probandů na otázky dotazníku.

	N	PZO	A ano	B spíše ano	C nevím	D spíše ne	E ne
PMP	10	70	22 (31,43%)	25 (35,71%)	8 (11,43%)	5 (7,14%)	10 (14,29%)
PŽP	20	140	85 (60,71%)	21 (15%)	16 (11,43%)	9 (6,43%)	9 (6,43%)
P<75	8	56	26 (46,43%)	16 (28,57%)	5 (8,93%)	1 (1,79%)	8 (14,29%)
P>75	22	154	81 (52,60%)	30 (19,48%)	19 (12,34%)	13(8,44%)	11 (7,14%)
celkově	30	210	107 (50,95%)	46 (21,90%)	24 (11,43%)	14 (6,67%)	19 (9,05%)

Legenda: N- počet probandů, PMP- probandi mužského pohlaví, PŽP- probandi ženského pohlaví, PZO- počet zodpovězených otázek, P<75- probandi ve věku do 74 let, P>75- probandi ve věku nad 75.

Z této tabulky vyplývá, že většina probandů bez ohledu na věk, či pohlaví reagovala na terapeutickou intervenci pozitivně, u mužů se jednalo o 67,14%, u žen o 75,71%, u osob nižšího věku o 75% a u jedinců vyššího věku o 72,08% probandů.

5 DISKUZE

Je sarkopenie důsledkem fyziologického procesu stárnutí, výslednou disabilitou, nebo primárním onemocněním? Literatura nedává jednoznačnou odpověď. Dle převládajícího myšlenkového proudu je termín sarkopenie obecně používán k popisu involuční, progresivní ztráty hmoty, síly a funkce svalu v důsledku postupujícího stárnutí organismu a je jedním z elementárních faktorů, podílejících se na zvyšování rizika pádů a úrazů vedoucím ke ztrátě osobní nezávislosti.

Cílem této diplomové práce byla snaha představit problematiku sarkopenie, tedy klinickou jednotkou, s níž se v budoucnu bude fyzioterapeut střetávat častěji než dřív, a následně pracovat s důsledky fyzické deteriorace seniora, tedy zejména se snížením svalové síly, hmoty a funkce svalu. Z literárních údajů vyplývá, že pravidelný odporový trénink signifikantně zvyšuje plochu příčného řezu svalových vláken II. typu a podílí se na rozšíření zastoupení svalových vláken typu IIa (Johnston, De Liso, Parise, 2008). Adaptační reakce v důsledku odporového tréninku zahrnují jak změny na úrovni neurální aktivity, tedy modifikace intramuskulární i intermuskulární koordinace svalů (Barry, Carson, 2004), tak v oblasti nárůstu syntézy proteinů a muskulární hypertrofie (Greenlund, Nair, 2003) vedoucí k navýšení kapacity tzv. „generátoru“ síly, tedy kosterního svalu. V souvislosti s dostupnými teoretickými poznatky týkajícími se změny svalové síly seniorů, jež jsme shrnuli v teoretické části práce, nás zajímalo, zda existuje rozdíl ve výsledném efektu terapie při porovnání skupin osob lišící se například věkem či pohlavím. V experimentu tedy hodnotíme odezvu terapeutického podnětu s přihlédnutím k věku a pohlaví probandů, neboť pro budoucí zkvalitnění péče o seniory zohlednění tohoto aspektu považujeme za velice důležité. V našich podmínkách byla z důvodu četné přítomnosti polymorbidity probandů využita mírnější forma intensity odporového tréninku, neboť jak píše Abate aj. (2007) jedná se o účelný a přijatelný způsob zvyšování svalové síly křehčích osob vyššího věku. Podobně také (Kalapotharakos aj., 2007) uvádí, že využití mírné formy odporového tréninku souvisí s nižší incidencí poranění a s jeho výrazně lepším přijetím mezi seniory.

Pro účely vzniku této práce, jsme se snažili o získání odpovídajícího vzorku probandů vyššího věku, přičemž kritériem pro zařazení do sledovaného souboru byla jak schopnost samostatného sedu a stoje probanda, tak absence poúrazových stavů dominantní horní končetiny s trvalými následky a dekompenzovaného onemocnění,

zejména kardiovaskulárního či infekčního charakteru. S cílem porovnat vliv odporového tréninku u osob počínajícího a vlastního stáří, dále skupin mužů a žen, jsme se při vyhodnocování výsledků snažili o sestavení rovnocenných homogenních skupin, přičemž tento záměr se nám nepodařil naplnit zcela. Protože věk hraje v našem experimentu podstatnou roli, rozhodli jsme se využít dosud platnou 15letou periodizaci lidského věku dle návrhu Světové zdravotnické organizace a považujeme tak věk 75 let za tzv. uzlový ontogenetický bod, jež tvoří hranici mezi počínajícím stářím (senescencí) a vlastním stářím (séníem). Musíme bohužel konstatovat, že v souvislosti s nízkým počtem probandů ve věku počínajícího stáří, jež se zúčastnilo, či výzkum dokončilo (8 ze 13 probandů), nabývají naše výsledky značně variabilních hodnot a nízké významnosti. Pro přesnější analýzu by tedy bylo potřeba zapojit do studie vyšší počet probandů.

5.1 DISKUZE K VĚDECKÉ OTÁZCE 1

Vědecká otázka 1 byla řešena v jediné hypotéze. Zjišťovali jsme, zda terapie ve formě odporového tréninku realizovaná po relativně krátkou dobu čtyř týdnů, má vliv na změnu svalové síly probandů ve vyšším věku.

5.1.1 Diskuze k hypotéze H₀1

Validita a spolehlivost modifikace námi použitého testu hodnotící svalovou sílu flexorů loketního kloubu (Arm Curl Test) byla potvrzena studií Manor, Topp, Page (2006). Také svalová síla stisku ruky (Hand Grip) je považována řadou autorů (např. Günther aj., 2008; Sayer aj., 2006) za standardní parametr hodnotící funkci ruky. Z praktického hlediska se nám dále jeví užitečné souběžné hodnocení jak svalové síly stisku a svalové výdrže ruky (odolnosti proti únavě), tak obvodu paže a objemu netukové tělesné hmoty. Měření výše zmiňovaných parametrů se nám osvědčilo a na základě naší zkušenosti jej tak lze doporučit zdravotnickému personálu k průběžné kontrole výsledků terapie v zařízeních typu například pečovatelských domů, kde není jiná reálná možnost objektivní zpětné vazby v důsledku absence moderní přístrojové techniky.

Přestože řada studií (např. Latham aj., 2004; Hagerman aj., 2000) jednoznačně dokládá, že k navýšení svalové síly dochází signifikantně více prostřednictvím využití tréninku vysoce odporového, případně v průběhu delšího časového horizontu, (terapeutický program odporového tréninku je v přehledu dílčích studií aplikován ve značném časovém rozpětí a to od 4 týdnů po dobu 84 týdnů), tak právě pozitivní efekt kombinace mírné formy odporového tréninku a krátké doby jeho realizace prokázal ve své studii například Kalapotharakos aj., (2007). Na základě statistické analýzy jsme také my prokázali signifikantní nárůst svalové síly svalů ruky a paže u probandů vyššího věku v důsledku odporového tréninku nižší intenzity po dobu 4 týdnů.

Možný mechanismus zodpovědný za zlepšení silové funkce kosterní svaloviny horní končetiny našich probandů vidíme zejména v neurální adaptaci, podobně jako to ve své práci uvádí Barry, Carson (2004). Po prostudování odborní literatury tak v rámci odpovědi organismu na zatížení ve formě odporového tréninku předpokládáme především vyšší nábor motorických jednotek, vzestup rychlosti pálení akčních potenciálů, optimalizaci koordinace mezi agonistickými a synergistickými svalovými skupinami a pokles koordinace v rámci partnerské dvojice agonista-antagonista. Podobně také Vandervoort (2002) popisuje neurální adaptaci jako základní předpoklad zvýšení svalové síly při využití odporového tréninku. Další autoři (např. Martel aj., 2006; Häkkinen aj., 2000) poukazují na konsenzus, ve shodě s nímž je s odporovým tréninkem osob vyššího věku spojována zejména brzká adaptace neurální a hypertrofická reakce svalu je očekávána spíše až následně jako výsledek dlouhodobější aplikace odporového tréninku. Naopak Macaluso, De Vito (2004) uvádí, že motorické učení, tedy především změna motorické dovednosti koordinace a úroveň motivace hraje významnou, dle zmíněných autorů, snad i primární úlohu ve výrazném zdokonalení schopnosti tréninkového pohybu již v prvních týdnech terapie. Také my jsme pomocí ankety (v části místo pro Vaše postřehy a připomínky) zjistili, že probandi v průběhu terapie ve shodě s výše zmiňovanými autory, subjektivně vnímali s postupujícím časem tréninkový pohyb jako méně náročný a sami by byli ochotni postupně obtížnost terapie zvyšovat.

Vzhledem k tomu, že nebyl prokázán statisticky významný rozdíl v rámci změny antropometrických parametrů, tedy zejména ve smyslu nárůstu čisté svaloviny paže (po terapii se velikost hodnoty měřeného parametru svalovina paže změnila

u 6 probandů ze 30 (20%) a to vždy ve smyslu jeho nárůstu) a intenzita odporového tréninku, jehož jsme využívali nabývala nižších hodnot, nepovažujeme svalovou hypertrofií za primární příčinu výsledků našeho experimentu, přestože určitá kapacita svalové hypertrofie v odpovědi na odporový trénink se předpokládá dokonce až do začátku desáté dekády lidského života (Barry, Carson, 2004; Cayley, 2008), tedy i u osob podstatně starších, než byli naši probandi. Na druhou stranu však z důvodu nízké senzitivity naší měřicí techniky nemůžeme tuto možnost ani zcela vyloučit.

S vysokou pravděpodobností existuje spojení mezi svalovou výdrží a rizikem vzniku náhodného úrazu. Je zřejmé, že osoby s vyšší výdrží jsou méně náchylné vůči poranění. Únava se totiž podílí na inhibici svalové síly a koordinace. V rámci hodnocení parametru Hand Grip- výdrž byla v naší studii potvrzena změna mezi vstupním a výstupním měřením probandů. Jednalo se o velice mírný nárůst hodnot měřeného parametru, jež si vysvětlujeme možným plastickým vlivem pohybové aktivity na diferenciaci specifického typu svalového vlákna, ale nevylučujeme například ani podíl vyšší motivace probandů. Předpokládáme, že maximální svalová síla a svalová výdrž na sobě primárně nezávisí, neboť silové osobnostní znaky jsou podmíněny převážně genotypově, zatímco vytrvalostní znaky lze významně ovlivnit pohybovou aktivitou (Dylevský, 2007). Navzdory tomu, že jsme se v tréninku zaměřili primárně na ovlivnění úbytku svalové síly a ne na svalovou výdrž, nevylučujeme možnost, že díky vysoké plasticitě a vnímavosti svalových vláken mohlo dojít také k tzv. „vynucené“ diferenciaci svalových vláken odolných právě vůči únavě. Naši teorii z části podporují i zjištění Nicolay, Walker (2005), jež ve svém pojednání uvádí, že absolutní svalová síla a svalová výdrž měřená ručním dynamometrem jsou dvě nesouvisející reality. Maximální svalová síla (Hand Grip) tak není ideálním prognostickým ukazatelem, jež je možno vztahovat ke svalové únavě. Příčinu vidí autoři v tom, že svalová síla je ovlivněna zejména fyziologickou plochou příčného řezu svalovou tkání a vzájemným propojením či uspořádáním svalů v rámci pákového mechanismu muskuloskeletálního systému. Naopak svalová výdrž je spojena především s histochemickými vlastnostmi svalových vláken a fyziologickými procesy na celulární úrovni, individuální motivací, tolerancí a vnímavostí vůči vznikajícím metabolickým produktům.

5.2 DISKUZE K VĚDECKÉ OTÁZCE 2

Vědecká otázka 2 byla řešena ve třech hypotézách. Zjišťovali jsme, zda a případně jakým způsobem může věk ovlivňovat výsledky terapeutické intervence.

5.2.1 Diskuze k hypotéze H₀₂

Je evidentní, že schopnost generace svalové síly je nezbytná pro vykonání i toho nejtriviálnějšího pohybu.

Nárůst velikosti svalové síly závisí na typu využitého tréninkového programu a pečlivém výběru charakteru cvičení, jeho přesném postupu, intenzitě, množství a frekvenci. Většina programů odporového tréninku primárně využívá zejména dynamického opakování koncentrické a excentrické svalové činnosti, zatímco aktivity izometrického charakteru hrají roli sekundární (Ratamess, 2009).

Thomson, Gordon (2005) demonstrovali pokusem na hlodavcích, že menší hypertrofie svalových vláken II. typu ve vyšším věku je úzce spojena s nárůstem fosforylace AMPK (aktivovaná proteinová kináza) svědčící o inhibici syntézy proteinů. A protože hypertrofie myofibril závisí zejména na syntéze svalových proteinů a náborem satelitních buněk, dá se říci, že efekt odporového tréninku indukující hypertrofii myofibril je s vyšší pravděpodobností u osob vyššího věku narušen ve srovnání s osobami mladšími. Naopak (Duchateau, Semmler, Enoka, 2006) ve své práci uvádí, že 33% nárůst síly maximální volní kontrakce extenzoru kolena po 6 týdnech odporového tréninku byl doprovázen zvýšeným „pálením“ potenciálů motorických jednotek. Hodnoty tohoto nárůstu činily 15% u osob nižšího věku a 49% jedinců vyššího věku, tedy vyšší procentuální nárůst byl sledován u starších osob.

Po provedení srovnání hodnot vstupního a výstupního testování a jeho statistickém zpracování vyplývá, že nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl ve změně žádného z měřených parametrů při porovnávání mladších a starších probandů před a po ukončení terapie. Výsledky prvního testovaného parametru Hand Grip svědčí o tom, že průměrný nárůst hodnot, přestože nikoli statisticky významný, byl vyšší u skupiny probandů vyššího věku, přičemž jeho výchozí hodnoty byly ve srovnání s mladšími probandy nižší. Můžeme tedy předpokládat, že terapeutický podnět byl adekvátním stimulem rozvoje svalové síly u skupiny starších osob s „horší startovací

pozicí“, tedy nižšími výchozími hodnotami měřeného parametru, ale ne u skupiny osob mladších.

Naopak průměrná změna druhého testovaného parametru Hand Grip- výdrž byla vyšší u probandů nižšího věku, přičemž výchozí hodnoty měřeného parametru byly u této skupiny ve srovnání se staršími probandy opět nižší. Tento výsledek si vysvětlujeme podobně jako u parametru Hand Grip spojitostí mezi výraznějším zlepšením měřeného parametru po terapii ve vztahu k jeho nižší výchozí hodnotě. Vliv však může mít také například větší soutěživost, menší strach ze zdravotních komplikací souvisejících s prodlouženým stiskem Hand Gripu, či nižší vnímavostí vůči vznikajícím metabolickým produktům osob nižšího věku.

Výsledky dalšího testovaného parametru Arm Curl Test vykazují stejnou hodnotu průměrného nárůstu v rámci obou skupin, přestože u probandů ve věku počínajícího stáří hodnoty vzrostly u 7 probandů z 8 a pouze v jediném případě nedošlo ke změně žádné, zatím co u probandů ve věku vlastního stáří hodnoty vzrostly u 17 z 22 probandů, klesly u jednoho a ve 4 případech nedošlo ke změně žádné. Domníváme se proto, že přestože výsledek je obtížně porovnatelný, neboť malý počet probandů ve skupině počínajícího stáří nám optimální srovnání komplikuje, je možné hledat odpovědi také v oblasti motorického učení. Například zlepšení pohybové ekonomiky u pohybu většího rozsahu probandů nižšího věku, jež se dá očekávat díky pravděpodobně lepší vstřípivosti v mladším věku, by mohlo mít také svůj podíl na předkládaných výsledcích, přestože nižší výchozí hodnoty měřeného parametru byly zjištěny u osob vyššího věku a v důsledku výše uvedených informací jsme měli tendence výraznější zlepšení očekávat tedy opět u probandů vyššího věku.

5.2.2 Diskuze k hypotéze H₀₃

Po vrcholu ve třetí dekádě klesá svalová síla do 60 roku věku průměrně o 15-20%. Tento pokles postupně nabývá na rychlosti. Po 65 roce dosahuje až 40% (Kalvach aj., 2004). Odporový trénink se tak zdá být tou správnou zbraní v boji proti zmiňované progresivní ztrátě. V posledních letech bylo potvrzeno, že jednostranné zavrnutí odporového tréninku není ideální cestou a naopak, že jeho přínos pro kvalitu života starších osob se zdá být nenahraditelný (Máček, Máčková, Radvanský, 2006).

V důsledku porovnání hodnot vstupního a výstupního testování vyplývá, že po terapii nedošlo ke statisticky významné změně svalové síly ruky a paže probandů ve věku do 75 let. Navzdory tomu, že v rámci této skupiny jsme neprokázali statisticky významnou změnu svalové síly, lze pozorovat určité trendy: po terapii došlo u většiny probandů (75%) ke zvýšení svalové síly ruky (Hand Grip) a výsledky testu Arm Curl Test, hodnotící svalovou sílu paže, se blížily dokonce statistické významnosti ($p=0,06$).

Z toho důvodu se domníváme, že v důsledku standardizace cvičení (stejná intenzita a frekvence bez ohledu na věk, pohlaví či fyzickou zdatnost), nebyla terapeutická intervence adekvátní věkové struktuře skupiny, tedy zejména intenzita zatížení byla pro osoby tohoto věku pouze malým stimulem rozvoje svalové síly.

5.2.3 Diskuze k hypotéze H₀₄

Zatížení nutné ke zvýšení svalové síly silově netrénovaných osob vyššího věku je poměrně nízké, jedná se přibližně o 45-50% 1RM a méně s maximálním počtem opakování 15-25. Adekvátním přístupem se zdá být postupné navyšování zatížení v průběhu tréninku (Ratamess, 2009), to však pouze individuálně a vždy s přihlédnutím ke všem zdravotním rizikům.

Současné doporučení American College of Sports Medicine týkající se frekvence odporového tréninku osob vyššího věku nerozlišuje mezi počínajícím a vlastním stářím, paušálně je doporučován trénink 2-3 krát za týden (Kraemer aj., 2002). V budoucnu tak bude třeba lépe definovat optimální tréninkovou frekvenci pro určité věkové skupiny seniorů.

Ze srovnání hodnot vstupního a výstupního testování vyplývá, že po terapii došlo ke statisticky významné změně svalové síly ruky a flexorů paže probandů ve věku nad 75 let. Podobně autoři (Reeves, Narici, Maganaris, 2006) uvádí, že při využití odporového tréninku pozorovali vyšší nárůst svalové síly u osob vyššího věku, což spojovali s jejich geriatrickou křehkostí, s nižší iniciální úrovní svalové síly a také větší obavou během vstupního testování, tedy nižšími iniciálními hodnotami ve srovnání s mladšími jedinci. Předpokládáme, že výsledek našeho experimentu je tedy dán věkovou skladbou skupiny, neboť věkový průměr (84,1 roku) je relativně vysoký, a proto intenzita tréninkového zatížení zdá se být dostatečným impulzem směřujícím k rozvoji svalové síly probandů.

Navíc můžeme poznamenat, že výchozí hodnoty obou testovaných parametrů (Hand Grip i Arm Curl Test) byly v obou případech nižší u probandů ve skupině vlastní stáří, tedy skupině se statisticky významnou změnou svalové síly ruky a flexorů paže v porovnání s probandy skupiny senescence.

5.3 DISKUZE K VĚDECKÉ OTÁZCE 3

Vědecká otázka 3 byla řešena v jediné hypotéze. Zjišťovali jsme, zda a případně jakou roli hraje pohlaví v rámci výsledků terapeutické intervence.

5.3.1 Diskuze k hypotéze H₀₅

Ačkoli ztráta svalové hmoty je s postupujícím stářím výrazněji zaznamenána u mužů, je sarkopenie zátěží zejména pro ženy, neboť ty mají podstatně méně svalové hmoty, zároveň žijí déle a jejich disabilita je tak společensky častěji vnímaným problémem (Doherty, 2003; Greenlund, Nair, 2003).

Máček, Máčková, Radvanský (2006) uvádí, že při stejné formě (odporový trénink) a intenzitě zatížení, jsou projevy hypertrofie u starších žen ve srovnání se stejně starými muži nižší. Příčiny nejsou dosud známy, hovoří se například o vlivu myogenních regulačních faktorů. Na druhé straně, však byla u žen nalezena výraznější odpověď v podobě zvýšení síly extenzorů kolena po 6 měsících tréninku, prováděném dvakrát týdně s intenzitou 40-80% 1RM ve srovnání se staršími muži. Pravděpodobné vysvětlení spočívá v tom, že adaptace se u žen odvíjí od nižších výchozích hodnot než u mužů a že ženám vyhovuje delší čas na zotavení mezi jednotlivými tréninkovými dávkami. Navíc je známo, že po odporovém tréninku se síla často zvětšuje nad očekávanou změnu objemu. Zde je však nutno hledat příčinu ve větší aktivizaci motorických jednotek.

Ze srovnání hodnot vstupního a výstupního testování vyplývá, že po terapii nedošlo ke statisticky významné změně žádného z měřených parametrů při porovnání probandů mužského a ženského pohlaví před a po ukončení terapie. I přesto však lze pozorovat jisté trendy: Parametr Hand Grip a Hand Grip- výdž vykazují průměrnou změnu, přestože nikoli statisticky významnou, vyšší u probandů ženského pohlaví,

přičemž výchozí hodnoty parametru Hand Grip byly u žen ve srovnání s muži nižší, zatímco pro parametr Hand Grip- výdrž vyšší. Podobně parametr čistá svalovina paže doznal ve skupině žen změny u 5 probandů z 20 a ve všech pěti případech se jednalo o nárůst hodnoty, zatímco u mužů byla zaznamenána změna hodnoty parametru svalovina paže pouze u jediného probanda z 10 a to také ve smyslu jeho nárůstu. Naopak v případě hodnocení parametru Arm Curl Test byl zaznamenán nárůst hodnot vyšší u probandů mužského pohlaví, jejichž výchozí hodnoty byly ve srovnání s ženami také vyšší.

Zdá se, uvádí Dylevský (2007), že u jedinců mužského pohlaví převládá zastoupení svalových vláken II. typu s vyšší rychlostí kontrakce, vyšší silou ale zároveň i větší unavitelností. Toto tvrzení podporuje i naše pozorování, neboť ženy vykazovaly lepší výchozí hodnoty týkající se svalové výdrže (Hand Grip- výdrž) a muži naopak svalové síly (Hand Grip, Arm Curl Test). Z našich výsledků můžeme dále soudit, že skupina žen byla vnímavější vůči námi zvolené formě terapeutické intervence co do velikosti svalové síly ruky, výdrže stisku ruky a nakonec snad také množství svaloviny paže, podobně jako na to poukázaly výsledky měření síly svalů paže a dolní končetiny u postmenopauzálních žen (Elliott, Sale, Cable, 2002) naznačují, že i krátké trvání a nízká intenzita tréninkového programu umožňuje značné zlepšení svalové síly.

5.4 DISKUZE K VĚDECKÉ OTÁZCE 4

V rámci vědecké otázky 4 jsme zjišťovali, zda existuje souvislost mezi věkem, pohlavím a subjektivním hodnocením terapie, případně mezi subjektivním hodnocením výsledků terapie (formou ankety) a změnou velikostí Hand Gripu.

Můžeme konstatovat, že až na otázku týkající se rychlosti nástupu únavy byly odpovědi probandů převážně pozitivního charakteru. „Neúspěch“ v rámci otázky nástupu únavy si z části vysvětlujeme tím, že terapie nebyla primárně zaměřena na ovlivnění vytrvalostních schopností probandů.

Skupina probandů ženského pohlaví ve srovnání se skupinou probandů mužského pohlaví reagovala více pozitivně při způsobu hodnocení pohybové terapie (90%), častěji uváděla subjektivní pocit zvýšení silových a výkonnostních schopností rukou při vykonávání každodenních činností (55%), dále tato skupina viděla větší přínos své

osobní účasti na terapii (95%) a ženy byly také více inspirovány k pokračování v následném samostatném cvičení (95%). Naopak skupina mužů pozitivněji reagovala na otázku týkající se potřebnosti pohybové terapie udržující a rozvíjející svalovou sílu seniorů (100%). Stejně procentuální zastoupení odpovědí mužů a žen vykazují otázky zabývající se již zmiňovanou rychlostí nástupu únavy (20%) a dále přiměřenosti naší terapie jejich schopnostem a věku (90%).

Pokud srovnáváme probandy dle věkového rozložení, docházíme k závěru, že skupina probandů vyššího věku reagovala více pozitivně při způsobu hodnocení pohybové terapie, jež se účastnila (90,9%), probandi častěji uváděli subjektivní pocit zvýšení silových a výkonnostních schopností rukou při vykonávání každodenních činností (53,3%) ve srovnání se skupinou probandů nižšího věku a souhlasně se vyjadřovali také vůči přiměřenosti terapie věku a schopnostem (90%).

A nakonec skupina probandů nižší věkové kategorie vykazovala vůči skupině probandů starších pozitivnější reakci vůči nižšímu nástupu únavy (25%), potřebnosti pohybové terapie udržující a rozvíjející svalovou sílu seniorů (100%), přínosu své osobní účasti na terapii (100%) a inspiraci k pokračování v následném samostatném cvičení (100%).

Z našich výsledků tedy vyplývá, že většina probandů bez ohledu na věk či pohlaví, reagovala a hodnotila terapeutickou intervenci pozitivně. U mužů se jednalo o 67,14% probandů, u žen o 75,71% probandů, u osob nižšího věku o 75% a u jedinců vyššího věku o 72,08% probandů. Zároveň již víme, že průměrný nárůst velikosti parametru Hand Grip byl průměrně vyšší u skupiny probandů ženského pohlaví a probandů vyššího věku. Můžeme proto konstatovat, že mezi subjektivním hodnocením terapie a změnou velikosti Hand Gripu lze vidět určitou závislost pouze u souboru žen. V případě, že z ankety vyčleníme a budeme hodnotit pouze otázku týkající se subjektivního pocitu zvýšení silových a výkonnostních schopností rukou při vykonávání každodenních činností, jež je s velikostí Hand Gripu spjata nejtěsněji, shledáme, že probandi subjektivně hodnotící svalovou sílu ruky pozitivněji (ženy a kategorie probandů sénium), měli také lepší výsledky v rámci výstupního měření, tedy můžeme předpokládat, že existuje určitá souvislost mezi subjektivním hodnocením výsledků terapie (formou ankety) a změnou velikostí Hand Gripu.

ZÁVĚR

Vzhledem k tomu, že stárnutí je vysoce individuální proces, je nezbytné brát v úvahu rozdíly mezi příslušníky stejné věkové skupiny, tedy přihlížet k jejich genetické výbavě, životnímu stylu, pohlaví, vzdělání i socioekonomickému statusu. Z toho vyplývá, že výkony v rámci skupiny osob vyššího věku budou více nesourodé ve srovnání s osobami mladších věkových kategorií, a že proces týkající se výběru vhodných a účinných intervenčních programů se tak stává poněkud komplikovanější záležitostí (Macháčová, Bunc, Vaňková, aj., 2007).

Odporový trénink je respektovanou, bezpečnou a efektivní strategií obohacující neuromuskulární systém osob vyššího věku, zvyšující svalovou sílu, přispívající k prevenci pádů a dlouhodobému udržení nezávislosti (Galvão, Taaffe, 2005). To však pouze v případě, že je aplikován terapeutem, který vyloučí případné kontraindikace, pomůže se správnou technikou a určí optimální poměr frekvence, intenzity, počtu opakování a relaxace.

Cílem naší práce bylo zhodnocení vlivu terapeutického podnětu ve formě odporového tréninku nízké intenzity, působící na svalovou sílu seniorů s přihlédnutím k věku a pohlaví probandů, jež by bylo možné dále aplikovat jako praktický návod přístupu k seniorům různých věkových kategorií a pohlaví. Již od počátku jsme si nebyli jisti, zda po čtyřech týdnech terapie lze očekávat signifikantní výsledky terapie. Navíc naše testovací technika nebyla přizpůsobena k detekci časně adaptační hypertrofické reakce svalových vláken, jako například metody imunohistochemické, nebo k potvrzení změn neurální aktivace či intermuskulární koordinace pomocí technik elektrofyziologických, jež byly využity v řadě studií, které se zabývají podobnou tematikou. Na technické vybavení nenáročné metody měření byly zvoleny zejména z důvodu nízké mobility probandů a také proto, abychom dokázali, že i fyzioterapeuti bez nejmodernějšího vybavení jsou schopni pomoci několika málo pomůcek objektivně zhodnotit výsledky své práce. Naším záměrem bylo dále využití jednoduchých tréninkových prostředků, jež jsou schopni zvládnout probandi široké škály fyzických a kognitivních schopností, a které nesloužily pouze okamžitému efektu experimentu, ale jež mohou senioři využívat i nadále ke svému prospěchu bez nutnosti dlouhodobého dohledu.

Nemůžeme říci, že pohybová aktivita seniorů je v rehabilitaci tématem zcela opomíjeným, ale přesto si zaslouhuje jistě více prostoru. Výzkum vlivu odporového tréninku na svalovou sílu osob vyššího věku ve smyslu například jeho dlouhodobější perspektivy, případně z pohledu ADL (Activities of Daily Living) se jeví jako další zajímavý námět.

Prezentované výsledky dokazují, že již čtyřtýdenní tréninkový program zahrnující ve své podstatě pouze mírný odporový trénink je efektivní intervencí, jež zlepšuje muskulární funkce osob vyššího věku. V rámci skupiny probandů „vlastního stáří“ je na rozdíl od probandů skupiny „počínající stáří“ změna svalové síly po terapeutické intervenci dokonce signifikantní. Mezi další trendy sledované v naší studii, přestože bez prokázání jednoznačného statistického významu, řadíme následující:

- po terapii došlo při porovnání skupin probandů častěji k vyššímu průměrnému nárůstu hodnot měřeného parametru u té skupiny, jejichž výchozí hodnoty byly na počátku terapie nižší (v úvahu bereme testy Hand Grip, Hand Grip- výdrž a Arm Curl Test);
- soubory probandů, které subjektivně hodnotily svalovou sílu ruky po terapii v kladnějším smyslu, měly také lepší výsledky v rámci výstupního měření (Hand Grip). Je tedy možné, že existuje souvislost mezi subjektivním hodnocením výsledků terapie (formou ankety) a změnou velikostí Hand Gripu.

Naše závěry potvrzují předpoklad, se kterým jsme vstupovali do tohoto experimentu tedy to, že ani v domovech pro seniory není možné využití čistě plošného přístupu, jakéhosi skupinkového, či standardizovaného cvičení pro všechny. Na místě je opět individualizace ve vztahu k terapii i výběru vhodné testovací metody. To vše proto, aby odporový trénink, který se jeví jako adekvátní stimul svalové síly, mohl být v konečném důsledku využit také jako optimální „facilitátor“ funkční kapacity a samostatnosti seniora.

SEZNAM ZKRATEK

ACSA	anatomic cross sectional area, tj. anatomická plocha příčného řezu
ADL	Activities of Daily Living, tj. aktivity denního dne
atd.	a tak dále
ATP	adenosintrifosfát
CGA	Comprehensive Geriatric Assessment, tj. klinické vyšetření doplněné o hodnocení tělesné výkonnosti, vyšetření kineziologické a sociální
cm	centimetr
CSA	cross sectional area, tj. plocha příčného řezu
DHEA	dehydroepiandrosteron
DNA	deoxyribonukleová kyselina
IGF-1	inzulinu podobný růstový faktor
kg	kilogram
m.	musculus
m/s	metrů za sekundu
MHC	myosin heavy chain, tj. těžký řetěz myozinu
mm	milimetr
mm.	musculi
MR	magnetická rezonance
mRNA	jednovláknová nukleová kyselina
např.	například
PCSA	physiological cross sectional area, tj. fyziologická plocha příčného řezu
RM	repetitorium maximum, maximální intenzita kontrakce dovolující jen jedno provedení
SFT	Senior Fitness Test
SH	sarkopenie spojená se ztrátou hmotnosti
SO	sarkopenie spojená s obezitou
STH	somatotropin
str.	strana
tj.	to jest
tzv.	takzvaný
viz	videre licet, tj. lze vidět

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1. <i>Kategorie teorií stárnutí (Semsei, 2000)</i>	13
Obrázek 2. <i>Zobrazení řezu axiální rovinou svaloviny bérce mladého muže ve věku 20 let (vlevo) a staršího muže ve věku 75 let (vpravo) pomocí MRI. (upraveno dle Narici, Maganaris, 2006)</i>	29
Obrázek 3. <i>Vliv věku na maximální svalovou sílu v průběhu lidského života (upraveno dle Vandervoort, 2002)</i>	31
Obrázek 4. <i>Schematické zobrazení klíčových míst přispívajících k omezení svalové síly (upraveno dle Barry, Carson, 2004)</i>	33
Obrázek 5. <i>Multifaktoriální původ sarkopenie (upraveno dle Morley aj., 2001)</i>	35
Obrázek 6. <i>Schéma, zobrazující vliv počtu v sérii zapojených sarkomer, na jejich následné zkrácení v průběhu izometrické kontrakce (upraveno dle Reeves aj., 2006)</i>	48
Obrázek 7. <i>Základní přehled muskulotendinozní a neurální adaptace na odporový trénink (upraveno dle Barry, Carson, 2004)</i>	49

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1. <i>Hodnocení CGA (upraveno dle Šnajdrlová, Kalvach, 2008).</i>	22
Tabulka 2. <i>Senior Fitness Test (upraveno dle Jones, Rikli, 2002).</i>	24
Tabulka 3. <i>Základní statistické testování pro parametr velikost Hand Grip mezi vstupním a výstupním měřením.</i>	60
Tabulka 4. <i>Základní statistické testování pro parametr velikost Hand Grip- výdrž mezi vstupním a výstupním měřením.</i>	61
Tabulka 5. <i>Základní statistické testování pro parametr velikost Arm Curl Test mezi vstupním a výstupním měřením.</i>	62
Tabulka 6. <i>Základní statistické testování pro parametr velikost obvodu paže, velikost kožní řasy a velikost obvodu svaloviny paže mezi vstupním a výstupním měřením.</i>	63
Tabulka 7. <i>Základní statistické testování pro parametr změna velikosti Hand Grip mezi vstupním a výstupním měřením u probandů v období senescence a sénia.</i>	65
Tabulka 8. <i>Základní statistické testování pro parametr změna velikosti Hand Grip-výdrž mezi vstupním a výstupním měřením u probandů v období senescence a sénia.</i>	67
Tabulka 9. <i>Základní statistické testování pro parametr změna velikosti Arm Curl Test mezi vstupním a výstupním měřením u probandů v období senescence a sénia.</i>	68
Tabulka 10. <i>Základní statistické testování pro parametr velikost obvodu paže, velikost kožní řasy a velikost obvodu svaloviny paže mezi vstupním a výstupním měřením u probandů v období senescence a sénia.</i>	69
Tabulka 11. <i>Statistické testování pro parametr velikost Hand Grip a Arm Curl Test mezi vstupním a výstupním měřením u probandů do 74 let.</i>	70
Tabulka 12. <i>Statistické testování pro parametr velikost testovaných parametrů Hand Grip a Arm Curl Test mezi vstupním a výstupním měřením u probandů nad 75 let.</i>	72
Tabulka 13. <i>Základní statistické testování pro parametr změna velikosti Hand Grip mezi vstupním a výstupním měřením u probandů mužského a ženského pohlaví.</i>	75
Tabulka 14. <i>Základní statistické testování pro parametr změna velikosti Hand Grip-výdrž testu mezi vstupním a výstupním měřením u probandů mužského a ženského pohlaví.</i>	76
Tabulka 15. <i>Základní statistické testování pro parametr velikost Arm Curl Test mezi vstupním a výstupním měřením u probandů mužského a ženského pohlaví.</i>	78

Tabulka 16. <i>Základní statistické testování pro parametr změna velikosti obvodu paže, kožní řasy a množství svaloviny paže mezi vstupním a výstupním měřením u probandů mužského a ženského pohlaví.</i>	79
Tabulka 17. <i>Zastoupení odpovědí probandů otázky číslo 1.</i>	80
Tabulka 18. <i>Zastoupení odpovědí probandů otázky číslo 2.</i>	81
Tabulka 19. <i>Zastoupení odpovědí probandů otázky číslo 2.2.</i>	81
Tabulka 20. <i>Zastoupení odpovědí probandů otázky číslo 3.</i>	82
Tabulka 21. <i>Zastoupení odpovědí probandů otázky číslo 4.</i>	83
Tabulka 22. <i>Zastoupení odpovědí probandů otázky číslo 5.</i>	83
Tabulka 23. <i>Zastoupení odpovědí probandů otázky číslo 6.</i>	84
Tabulka 24. <i>Celkové zastoupení všech odpovědí probandů na otázky dotazníku.</i>	84

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1. Srovnání průměrných hodnot parametru Hand Grip před a po terapeutické intervenci (vstupní a výstupní měření).	60
Graf 2. Srovnání průměrných hodnot parametru Hand Grip- výdrž před a po terapeutické intervenci (vstupní a výstupní měření).	61
Graf 3. Srovnání průměrných hodnot parametru Arm Curl Test před a po terapeutické intervenci (vstupní a výstupní měření).	62
Graf 4. Srovnání průměrných hodnot parametru velikost obvodu paže, velikost kožní řasy a velikost obvodu svaloviny paže před a po terapeutické intervenci (vstupní a výstupní měření).	63
Graf 5. Grafické znázornění průměrné změny velikosti parametru Hand Grip mezi vstupním a výstupním měřením probandů v období senescence a sénia.	66
Graf 6. Grafické znázornění průměrné změny velikosti parametru Hand Grip- výdrž mezi vstupním a výstupním měřením probandů v období senescence a sénia.	67
Graf 7. Grafické znázornění průměrné změny velikosti parametru Arm Curl Test mezi vstupním a výstupním měřením probandů v období senescence a sénia.	68
Graf 8. Změna svalové síly stisku ruky mezi vstupním a výstupním měřením u probandů ve věku do 74 let.	71
Graf 9. Změna svalové síly flexorů loketního kloubu mezi vstupním a výstupním měřením probandů ve věku do 74 let.	71
Graf 10. Změna svalové síly stisku ruky mezi vstupním a výstupním měřením probandů ve věku nad 75 let.	73
Graf 11. Změna svalové síly flexorů loketního kloubu mezi vstupním a výstupním měřením probandů ve věku nad 75 let.	73
Graf 12. Grafické znázornění změny velikosti parametru Hand Grip mezi vstupním a výstupním měřením probandů mužského a ženského pohlaví.	75
Graf 13. Grafické znázornění změny velikosti parametru Hand Grip-výdrž mezi vstupním a výstupním měřením probandů mužského a ženského pohlaví.	77
Graf 14. Změna svalové síly flexorů loketního kloubu mezi vstupním a výstupním měřením probandů mužského a ženského pohlaví.	78

REFERENČNÍ SEZNAM

- ABATE, M., DI IORIO, A., DI RENZO, D., aj. Frailty in the elderly: the physical dimension. *Europa Medicophysica* [online]. 2007, vol. 43, s. 407-415 [cit. 2010-01-22]. Dostupné na [www: <http://www.minervamedica.it/en/freedownload.php?cod=R33Y2007N03A0407>](http://www.minervamedica.it/en/freedownload.php?cod=R33Y2007N03A0407). ISSN 1827-1804.
- ANONYMOS. Dynamometrie [online]. 2010, [cit. 2009-09-10]. Dostupné na [www: <http://telesna-vychova.studentske.eu/2008/03/dynamometrie.html>](http://telesna-vychova.studentske.eu/2008/03/dynamometrie.html).
- BARRY, B., K., CARSON, R., G. The Consequences of Resistance Training for Movement Control in Older Adults. *Journal of Gerontology* [online]. 2004, vol. 59, no. 7, s. 730-754 [cit. 2010-04-02]. Dostupné na [www: <http://biomedgerontology.oxfordjournals.org/content/59/7/M730.full.pdf+html>](http://biomedgerontology.oxfordjournals.org/content/59/7/M730.full.pdf+html). ISSN 1758-535X.
- BARTON, E., MORRIS C. Mechanisms and Strategies to Counter Muscle Atrophy. *Journal of Gerontology* [online]. 2003, vol. 58, no. 10, s. 923-926 [cit. 2009-12-08]. Dostupné na [www: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14570860>](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14570860). ISSN 1758-535X.
- BORST, S., E. Interventions for sarcopenia and muscle weakness in older people. *Age and Ageing* [online]. 2004, vol. 33, s. 548-555 [cit. 2009-09-02]. Dostupné na [www: <http://ageing.oxfordjournals.org/cgi/reprint/33/6/548?view=long&pmid=15385272>](http://ageing.oxfordjournals.org/cgi/reprint/33/6/548?view=long&pmid=15385272). ISSN 1468-2834.
- BUCHNER, D., M. Preserving Mobility in Older Adults. *Western Journal of Medicine* [online]. 1997, vol. 167, s. 258-264 [cit. 2009-11-04]. Dostupné na [www: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1304541/pdf/westjmed00338-0066.pdf>](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1304541/pdf/westjmed00338-0066.pdf). ISSN 0093-0415.
- CAYLEY, P. Functional Exercise for Older Adults. *Heart, Lung and Circulation* [online]. 2008, vol. 17S, s. 70-72 [cit. 2010-03-02]. Dostupné na [www: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MImg&_imagekey=B7CW2-4TS5787-1-3&_cdi=18094&_user=2925126&_pii=S1443950608008482&_orig=search&_co](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MImg&_imagekey=B7CW2-4TS5787-1-3&_cdi=18094&_user=2925126&_pii=S1443950608008482&_orig=search&_co)

verDate=12%2F31%2F2008&_sk=999829999.8995&view=c&wchp=dGLzVlb-zSkzk&md5=9251df21bb6ec575c451e8eb3f98c556&ie=/sdarticle.pdf>.

ISSN 1443-9506.

DOHERTY, T., J. Invited review: Aging and sarcopenia. *Journal of Applied Physiology* [online]. 2003, vol. 95, s. 1717-1727 [cit. 2009-10-12]. Dostupné na www: <<http://jap.physiology.org/cgi/reprint/95/4/1717>>. ISSN 1522-1601.

ĎOUBAL, S., KLEMLER, P., FILIPOVÁ, M., aj. *Teoretická gerontologie*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 1997. ISBN 80-7184-481-0.

DUCHATEAU, J., SEMMLER, J., G., ENOKA, R., M. Training adaptations in the behavior of human motor units. *Journal of Applied Physiology* [online]. 2006. vol. 101, s. 1766-1775 [cit. 2010-04-02]. Dostupné na www: <<http://jap.physiology.org/cgi/reprint/101/6/1766>>. ISSN 1522-1601.

DYLEVSKÝ, I. *Obecná kineziologie*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2007. ISBN 978-80-247-1649-7.

ELIOTT, K., J., SALE, C., CABLE, T., N. Effects of resistance training and detraining on muscle strength and blood lipid profiles in postmenopausal women. *Sports Medicine* [online]. 2002, vol. 36, s. 340-345 [cit. 2010-03-10]. Dostupné na internetu: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1724556/pdf/v036p00340.pdf>>. ISSN 1179-2035.

ENOKA, R., M. Neural adaptations with chronic physical activity. *Journal of Biomechanics* [online]. 1997, vol. 30, no. 5. s. 547-455 [cit. 2010-03-02]. Dostupné na www: <<http://www.sciencedirect.com/science?>>. ISSN 0021-9290.

ENOKA, R., M. *Neuromechanics of Human Movement*. 3. vyd. Champagain: Human Kinetics, 2002. ISBN 0-7360-0251-0.

FAULKNER, J., A., MARKIN, L., M., CLAFLIN, D., R., aj. Age-related changes in the structure and function of skeletal muscles. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*. [online]. 2007, vol. 34, s. 1091-1096. [cit. 2009-12-02]. Dostupné na www: <<http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/117964215/PDFSTART>>. ISSN 1440-1681.

FIELDING, R., A. Effects of exercise training in the elderly: impact of progressive-resistance training on skeletal muscle and whole-body protein metabolism.

- Proceedings of the Nutrition Society* [online]. 1995, vol. 54, s. 665-675 [cit. 2010-04-02]. Dostupné na [www: <http://journals.cambridge.org/action/displayFulltext?type=1&fid=789784&jid=&volumeId=&issueId=03&aid=789776&bodyId=&membershipNumber=&societyE TOCSession=>](http://journals.cambridge.org/action/displayFulltext?type=1&fid=789784&jid=&volumeId=&issueId=03&aid=789776&bodyId=&membershipNumber=&societyE TOCSession=>). ISSN 1475-2719.
- GALE, C., R., MARTYN, CH., N., COOPER, C., aj. Grip strength, body composition, and mortality. *International Journal of Epidemiology* [online]. 2007, vol. 36, s. 228-235 [cit. 2010-03-02]. Dostupné na [www: <http://ije.oxfordjournals.org/cgi/reprint/36/1/228>](http://ije.oxfordjournals.org/cgi/reprint/36/1/228). ISSN 1464-3685.
- GALVÃO, D., A., TAAFFE, D., R. Resistance Exercise Dosage in Older Adults: Single- Versus Multiset Effects on Physical Performance and Body Composition. *American Geriatrics Society* [online]. 2005, vol. 53, no. 12, s. 2091-2097 [cit. 2010-02-12]. Dostupné na [www: <http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/118681038/PDFSTARTbin/fulltext/118681038/PDFSTART>](http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/118681038/PDFSTARTbin/fulltext/118681038/PDFSTART). ISSN 0002-8614.
- GREENLUND, L., J., S., NAIR, K., S. Sarcopenia-consequences, mechanisms, and potential therapies. *Mechanisms of Ageing and Development* [online]. 2003, vol. 124, s. 287-299 [cit. 2009-11-03]. Dostupné na [www: <http://www.sciencedirect.com/science? >](http://www.sciencedirect.com/science?). ISSN 0047-6374.
- GÜNTHER, CH., M., BÜRGER, A., RICKERT, M., aj. Grip Strength in Healthy Caucasian Adults: Reference Values. *Journal of Hand Surgery* [online]. 2008, vol. 33, s. 558- 565 [cit. 2009-11-03]. Dostupné na [www: <http://www.sciencedirect.com/science? >](http://www.sciencedirect.com/science?). ISSN 0363-5023.
- HAGERMAN, F., C., WALSH, S., J., STARTON, R., S., aj. Effect of High-Intensity Resistance Training on Untrained Older Men. I. Strength, Cardiovascular, and Metabolic Responses. *Journal of Gerontology* [online]. 2000, vol. 55, no. 7, s. 336-346 [cit. 2010-02-02]. Dostupné na [www: <http://biomedgerontology.oxfordjournals.org/content/55/7/B336.full.pdf+html>](http://biomedgerontology.oxfordjournals.org/content/55/7/B336.full.pdf+html). ISSN 1758-535X.
- HÄKKINEN, K., ALEN, M., KALLINEM, M., aj. Neuromuscular adaptation during prolonged strength training, detraining and re-strength-training in middle-aged and elderly people. *European Journal of Applied Physiology* [online]. 2000, vol. 83, s. 51-62 [cit. 2010-03-10]. Dostupné na [internetu: <](#)

<http://www.springerlink.com/content/hq5vqpgblx6dphck/fulltext.pdf>>.

ISSN 1439-6327.

HOLMEROVÁ, I., JURAŠKOVÁ, B., ZIKMUNDOVÁ, K. a kol. *Vybrané kapitoly z gerontologie*. 3. vyd. Praha: EV public relations, 2007. ISBN 978-80-254-0179-8.

HRNČIARIKOVÁ, D., JURAŠKOVÁ, B., KLEMERA, P., aj. Antropometrická vyšetření a měření svalové síly u geriatrických pacientů. *Česká geriatrická revue* [online]. 2007, vol. 5 (2) s. 96-101 [cit. 2010-04-02]. Dostupné na www: <http://www.geriatrickarevue.cz/pdf/gr_07_02_09.pdf>. ISSN 1801-8661.80
<http://biomedgerontology.oxfordjournals.org/content/58/10/M911.full.pdf+html>>. ISSN 1758-535X.

JANSSEN, I., HEYMSFIELD, S.B., WANG, Z., aj. Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr. *Journal of Applied Physiology* [online]. 2000, vol. 89, s. 81-88 [cit. 2009-11-02]. Dostupné na www: <<http://jap.physiology.org/cgi/reprint/89/1/81>>. ISSN 1522-1601.

JOHNSTON, A., P., W., DE LISIO, M., PARISE, G. Resistance training, sarcopenia, and the mitochondrial theory of aging. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism* [online]. 2008, vol. 33, s. 191-199 [cit. 2009-12-12]. Dostupné na www: <<http://article.pubs.nrc-cnrc.gc.ca/ppv/RPViewDoc?issn=1715-5312&volume=33&issue=1&startPage=191>>. ISSN 1715-5320.

JONES, J., C., RIKLI, E., R. Measuring functional fitness of older adults. *The Journal on Active Aging* [online]. 2002, s. 25-30. [cit. 2009-12-12]. Dostupné na www: <http://www.healthyarkansas.com/healthy_aging/pdf/measuring_functional_fitness.pdf>. ISSN 1814-9162.

KALAPOTHARAKOS, V., I., MICHALOPOULOU, M., GODOLIAS, G., aj. The Effects of High and Moderate Resistance Training on Muscle Function in the Elderly. *Journal of Aging and Physical Activity* [online]. 2004, vol. 11, s. 131-143 [cit. 2010-04-02]. Dostupné na www: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15223882>>. ISSN 1543-267X.

KALAPOTHARAKOS, V., I., SMILIOS, I., PARLAVATZAS, aj. The Effect of Moderate Resistance Strength Training and Detraining on Muscle Strength and Power in Older Men. *Journal of Geriatric Physical Therapy* [online]. 2007, vol.

- 30, no. 3, s. 109-113 [cit. 2010-03-15]. Dostupné na www: <<http://proquest.umi.com/pqdlink?index=9&did=1407377891&SrchMode=3&sid=5&Fmt=6&VInst=PROD&VType=PQD&RQT=309&VName=PQD&TS=1257259426&clientId=45082&aid=2>>. ISSN 1539-8412.
- KALVACH, Z. Involuční změny a vybrané geriatrické choroby kosterních svalů. In KALVACH, Z., ZADÁK, Z., JIRÁK, R., aj. *Geriatric a gerontologie*. 1.vyd. Praha: Grada Publishing, 2004. ISBN 80-247-0548-6.
- KALVACH, Z., ZADÁK, Z., JIRÁK, R., aj. *Geriatrické syndromy a geriatrický pacient*. 1.vyd. Praha: Grada Publishing, 2008. ISBN 978-80-247-2490-4.
- KENT-BRAUN, J., A., NG, A., V., YOUNG, K. Skeletal muscle contractile and noncontractile components in young and older women and men. *Journal of Applied Physiology* [online]. 2000, vol. 88, s. 662-668 [cit. 2009-11-13]. Dostupné na www: <<http://jap.physiology.org/cgi/reprint/88/2/662>>. ISSN 1522-1601.
- KLEIN, C., RICE, C.,L., MARSH, G.,D. Normalized force, activation, and coactivation in the arm muscles of young and old men. *Journal of Applied Physiology* [online]. 2001, vol. 91, s. 341-349 [cit. 2010-04-02]. Dostupné na www: <<http://jap.physiology.org/cgi/reprint/91/3/1341>>. ISSN 1522-1601.
- KOZÁKOVÁ, Z., MÜLLER, O. *Aktivizační přístupy k osobám seniorského věku*. 1. vyd. Olomouc: Universita Palackého v Olomouci, 2006. ISBN 80-244-1552-6.
- KRAEMER, W., J., ADAMS, K., CAFARELLI, E., aj. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. *MEDICINE & SCIENCE IN SPORTS & EXERCISE* [online]. 2002, vol. 34(2), s. 364-380 [cit. 2010-04-02]. Dostupné na www: <<http://ovidsp.tx.ovid.com/>>. ISSN 1530-0315.
- KUBEŠOVÁ, H., WEBER, P., MELUZÍNOVÁ, aj. Změny stárnoucího organismu z hlediska patofyziologie. *Česká geriatrická revue* [online]. 2005, vol. 3(1), s. 18-23 [cit. 2009-11-02]. Dostupné na www: <http://www.geriatrickarevue.cz/pdf/gr_05_01_03.pdf>. ISSN 1801-8661.80
- LATHAM, N., K., BENNETT, D., A., STRETTON, C., M., aj. Systematic Review of Progressive Resistance Strength Training in older Adults. *Journal of Gerontology* [online]. 2004, vol. 59, no. 1, s. 48-61 [cit. 2009-11-12]. Dostupné na www: <<http://biomedgerontology.oxfordjournals.org/content/59/1/M48.full.pdf+html>>. ISSN 1758-535X.

- LEE, M., I., PAFFENBARGER, R., S. Associations of Light, Moderate, and Vigorous Intensity Physical Activity with Longevity. *American Journal of Epidemiology* [online]. 2000, vol. 151, no. 3. [cit. 2010-02-18]. Dostupné na www: <<http://aje.oxfordjournals.org/cgi/reprint/151/3/293>>. ISSN 1476-6256.
- LYNCH, N., A., METTER, E., J., LINDLE, R., S., aj. Muscle quality. Age-associated differences between arm and leg muscle groups. *Journal of Applied Physiology* [online]. 1999, vol. 86, s. 188-194 [cit. 2009-12-02]. Dostupné na www: <<http://jap.physiology.org/cgi/reprint/86/1/188>>. ISSN 1522-1601.
- MACALUSO, A., DE VITO, G. Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people. *European Journal of Applied Physiology* [online]. 2004, vol. 91, s. 450-472 [cit. 2009-11-11]. Dostupné na www: <<http://www.springerlink.com/content/758awc6tp33f32h5/fulltext.pdf>>. ISSN 1439-6327.
- MÁČEK, M., MÁČKOVÁ, J. Potřeba pohybové aktivity ve vyšším věku. *Medicina Sportiva Bohemica & Slovaca*, 2008, vol. 17(1), s. 34-42. ISSN 1210 -5481.
- MÁČEK, M., MÁČKOVÁ, J. Tělesná zdatnost, pohybová aktivita a délka života. *Praktický lékař*, 2002, vol. 7, s. 389-395. ISSN 0032 -6739.
- MÁČEK, M., MÁČKOVÁ, J., RADVANSKÝ, J. Jaké cvičení je ve vyšším věku nejvhodnější, vytrvalostí či odporové? *Medicina Sportiva Bohemica & Slovaca*, 2006, vol. 15(1), s. 33-41. ISSN 1210 -5481.
- MACHÁČOVÁ, K., BUNC, V., VAŇKOVÁ, H., aj. Zkušenosti s hodnocením tělesné zdatnosti seniorů metodou SENIOR FITNESS TEST. *Česká geriatrická revue* [online]. 2007, vol. 5(4), s. 248-253 [cit. 2009-12-04]. Dostupné na www: <http://www.geriatrickarevue.cz/pdf/gr_07_04_09.pdf>. ISSN 1801-8661.
- MALTAIS, M., L., DESROCHES, J., DIONNE, I., J. Changes in muscle mass and strength after menopause. *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions* [online]. 2009. vol. 9(4), s. 186-197 [cit. 2010-03-02]. Dostupné na www: <<http://www.ismni.org/jmni/pdf/38/02MALTAIS.pdf>>. ISSN 1108-7161.
- MANOR, B., TOPP, R., PAGE, P. Validity and Reliability of Measurements of Elbow Flexion Strength Obtained from Older Adults Using Elastic Bands. *Journal of Geriatric Physical Therapy* [online]. 2006, vol. 29, no. 1 [cit. 2010-02-01]. Dostupné na www: <<http://proquest.umi.com/pqdlink?index=8&did=1034224351&SrchMode=3&sid=>

- 10&Fmt=6&VInst=PROD&VType=PQD&RQT=309&VName=PQD&TS=1257
258598&clientId=45082&aid=2>. ISSN 1539-8412.
- MARCELL, T., J. Sarcopenia: Causes, Consequences, and Preventions. *Journal of Gerontology* [online]. 2003, vol. 58, no. 10, s. 911-916 [cit. 2009-11-02]. Dostupné na [www:](#) <
- MARTEL, G., F., ROTH, S., M., IVEY, M., aj. Age and sex affect human muscle fibre adaptations to heavy-resistance strength training. *Experimental Physiology* [online]. 2006, vol. 91, no. 2, s. 457-464 [cit. 2010-03-10]. Dostupné na [www:](#) < <http://ep.physoc.org/content/91/2/457.full.pdf+html>>. ISSN 1469-445X
- MĚKOTA, K., CUBEREK, R. *Pohybové dovednosti-činnosti-výkony*. 1. vyd. Olomouc: Universita Palackého v Olomouci, 2007. ISBN 978-80-244-1728-8.
- MĚKOTA, K., KOVÁŘ, R., ŠTĚPNIČKA, J. *Antropomotorika II*. 1. vyd. Olomouc: Universita Palackého v Olomouci, 1988. ISBN 17-233-88.
- MĚKOTA, K., NOVOSAD, J. *Motorické schopnosti*. 1. vyd. Olomouc: Universita Palackého v Olomouci, 2005. ISBN 80-244-0981-X.
- MELOV, S., TARNOPOLSKY, M., A., BECKMAN, K., aj. Resistance Exercise Reverses Aging in Human Skeletal Muscle. *PLoS ONE* [online]. 2007, vol. 2(5), s. 465-475 [cit. 2010-04-02]. Dostupné na [www:](#) < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1866181/pdf/pone.0000465.pdf>>. ISSN 1932-6203.
- MORLEY, J., E. The aging man and woman: are the differences important? *Practicing Medicine* [online]. 2004, vol. 1, no. 23, s. 224-226 [cit. 2009-11-25]. Dostupné na [www:](#) < <http://www.sciencedirect.com/science?> >.
- MORLEY, J., E., BAUMGARTNER, R., N., ROUBENOFF, R., aj. Sarcopenia. *Journal of Laboratory and Clinical Medicine* [online]. 2001, vol. 137, s. 231-243 [cit. 2009-11-22]. Dostupné na [www:](#) < <http://www.sciencedirect.com/science?>>. ISSN 0022-2143.
- NARICI, M., V., aj. Muscular adaptations to resistance exercise in the elderly. *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions* [online]. 2004, vol. 4(2), s. 161-164 [cit. 2009-10-12]. Dostupné na [www:](#) < <http://www.ismni.org/jmni/pdf/16/13NARICI.pdf> >. ISSN 1108-7161.
- NARICI, M., V., MAGANARIS, C., N. Adaptability of elderly human muscles and tendons to increased loading. *Journal of Anatomy* [online]. 2006, vol. 208, s. 433-

- 443 [cit. 2009-11-02]. Dostupné na [www: <http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/118559648/PDFSTART.>](http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/118559648/PDFSTART)
- NEUMAN, J. *Cvičení a testy obratnosti, vytrvalosti a síly*. 1. vyd. Praha: Portál, 2003. ISBN 80-7178-730-2.
- NICOLAY, CH., W., WALKER, A., L. Grip strength and endurance: Influences of antropometric variation, hand dominance, and gender. *International Journal of Industrial Ergonomics* [online]. 2005, vol. 35, s. 605-618 [cit. 2010-03-12]. Dostupné na [www: <http://www.sciencedirect.com/science?>](http://www.sciencedirect.com/science?). ISSN 0169-8141.
- OJA, P., TUXWORTH, B. *Eurofit pro dospělé*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 1997. ISBN 80-7184-469-1.
- OTOVÁ, B., KALVACH, Z. Involuce. In KALVACH, Z., ZADÁK, Z., JIRÁK, R., AJ. *Geriatric a gerontologie*. 1.vyd. Praha: Grada Publishing, 2004. ISBN 80-247-0548-6.
- RANTANEN, T. Muscle strength, disability and mortality. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* [online]. 2003, vol. 13, s. 3-8 [cit. 2010-02-19]. Dostupné na [www: <http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/118843218/PDFSTART.>](http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/118843218/PDFSTART). ISSN 1530-0315.
- RANTANEN, T., GURALNIK, J., M., FOLEY, D., aj. Midlife hand grip strength as a predictor of old age disability. *JAMA* [online]. 1999, vol 281(6), s. 558-560 [cit. 2010-03-02]. Dostupné na [www: <http://jama.ama-assn.org/cgi/reprint/281/6/558.>](http://jama.ama-assn.org/cgi/reprint/281/6/558). ISSN 15383598.
- RATAMESS, N., A., ALVAR, B., A., EVETOCH, T., K., aj. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. *MEDICINE & SCIENCE IN SPORTS & EXERCISE* [online]. 2009, vol. 41(3), s. 687-708 [cit. 2010-04-02]. Dostupné na [www: <http://ovidsp.tx.ovid.com/.](http://ovidsp.tx.ovid.com/) ISSN 1530-0315.
- REEVES, N., D., NARICI, M., V., MAGANARIS, C., N. Myotendinous plasticity to ageing and resistance exercise in humans. *Experimental Physiology* [online]. 2006, vol. 91, no. 3, s. 483-498 [cit. 2009-12-18]. Dostupné na [www: <http://ep.physoc.org/content/91/3/483.full.pdf+html.>](http://ep.physoc.org/content/91/3/483.full.pdf+html). ISSN 1469-445X.
- SAINI, A., FAULKNER, S., AL-SHANTI, N., STEWART, C. Powerful signals for weak muscles. *Ageing Research Reviews* [online]. 2009, vol. 8, s. 251-267. [cit.

- 2009-11-02]. Dostupné na www: < <http://www.sciencedirect.com/science?> >. ISSN 1568-1637.
- SAYER, A., A., SYDDALL, H., MARTIN, H., aj. The developmental origins of sarkopenia. *Journal of Nutrition Health and Aging* [online]. 2008, vol. 12(7), s. 427-432 [cit. 2009- 12-02]. Dostupné na www: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2652119/pdf/ukmss-3720.pdf>>. ISSN 1760-4788.
- SAYRE, A., A., SYDDALL, H., E., GILBODY, H., J., aj. Does Sarcopenia Originate in Early Life? Findings From the Hertfordshire Cohort Study. *Journal of Gerontology* [online]. 2004, vol. 59, no. 9, s. 930-934 [cit. 2009-12-04]. Dostupné na www: < <http://biomedgerontology.oxfordjournals.org/content/59/9/M930.full.pdf+html>>. ISSN 1758-535X.
- SAYRE, A., A., SYDDALL, H., E., MARTIN, H., J., aj. Falls, Sarcopenia, and Growth in Early Life: Findings From the Hertfordshire Cohort Study. *American Journal of Epidemiology* [online]. 2006, vol. 164, no. 7, s. 665-671 [cit. 2010-01-05]. Dostupné na www: < <http://aje.oxfordjournals.org/cgi/reprint/164/7/665>>. ISSN 1476-6256.
- SEMSEI, I. On the nature of aging. *Mechanisms of Ageing and Development* [online]. 2000, vol. 117(15), s. 93–108 [cit. 2010-04- 02]. Dostupné na www: < <http://www.sciencedirect.com/science?>>. ISSN 0047-6374.
- SHEPHARD, R., J. *Aging, physical activity, and health*. 1. vyd. Champaign: 1997. ISBN 0-87322-889-8.
- SKINNER, S., J. *Exercise testing and exercise prescription for special cases: theoretical basis and clinical application*. 3. vyd. Baltimore: 2005. ISBN 0-7817-4113-0.
- SNIJDERS, T., VERDIJK, L., B., LOON, L., J., C. The impact of sarcopenia and exercise training on skeletal muscle satellite cells. *Ageing Research Reviews* [online]. 2009, vol. 227, s. 1-11 [cit. 2009-12-08]. Dostupné na www: < <http://www.sciencedirect.com/science?>>. ISSN 1568-1637.
- SUCHARDA P. Leptin-hormon tukových buněk. *Vesmír* [online]. 1997, vol. 76, no. 3 [cit. 2010-02-02]. Dostupné na www: <<http://www.vesmir.cz/clanek/leptin-hormon-tukovych-bunek>>. ISSN 1214-4029.

- ŠNEJDROVÁ, M., KALVACH, Z. Funkční stav v pokročilém stáří a genetická dispozice k dlouhověkosti. *Medicína Pro Praxi* [online]. 2008, vol. 5(4), s. 157–159 [cit. 2009-11-24]. Dostupné na [www: < http://www.solen.cz/pdfs/med/2008/04/05.pdf >](http://www.solen.cz/pdfs/med/2008/04/05.pdf). ISSN 1803-5310.
- ŠONKA, J. Dehydroepiandrosteron. *Vesmír* [online]. 1996, vol. 75, no. 6 [cit. 2010-04-02]. Dostupné na [www: < http://www.vesmir.cz/clanek/dehydroepiandrosteron >](http://www.vesmir.cz/clanek/dehydroepiandrosteron). ISSN 1214-4029.
- ŠŤASTNÝ, F. Faktory ovlivňující stárnutí lidského organismu: geny a životní styl. *Interní medicína pro praxi* [online]. 2009, vol. 11(5), s. 226-239 [cit. 2009- 11-22]. Dostupné na [www: <http://www.solen.cz/pdfs/int/2009/05/10.pdf>](http://www.solen.cz/pdfs/int/2009/05/10.pdf). ISSN 1803-5256.
- THOMAS, D., R. Loss of skeletal muscle mass in aging: Examining the relationship of starvation, sarcopenia and cachexia. *Clinical Nutrition* [online]. 2007 vol. 26, s. 389-399 [cit. 2009-11-05]. Dostupné na [www: < http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIimg&_imagekey=B6WCM-4NPHMDV-4-1&_cdi=6742&_user=2925126&_pii=S0261561407000660&_orig=search&_coverDate=08%2F31%2F2007&_sk=999739995&view=c&wchp=dGLbVzW-zSkzS&md5=f93ec17eecd83fad4788af8a711fd4b&ie=/sdarticle.pdf >](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIimg&_imagekey=B6WCM-4NPHMDV-4-1&_cdi=6742&_user=2925126&_pii=S0261561407000660&_orig=search&_coverDate=08%2F31%2F2007&_sk=999739995&view=c&wchp=dGLbVzW-zSkzS&md5=f93ec17eecd83fad4788af8a711fd4b&ie=/sdarticle.pdf). ISSN 0261-5614.
- THOMPSON, D., D. Aging and sarcopenia. *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions* [online]. 2007, vol. 7(4), s. 344-345 [cit. 2010-03-02]. Dostupné na [www: < http://www.ismni.org/jmni/pdf/30/29THOMPSON.pdf >](http://www.ismni.org/jmni/pdf/30/29THOMPSON.pdf). ISSN 1108-7161.
- THOMSON, D., M., GORDON, S., E. Diminished overload-induced hypertrophy in aged fast-twitch skeletal muscle is associated with AMPK hyperphosphorylation. *Journal of Applied Physiology* [online]. 2005, vol. 98, s.557–564 [cit. 2010-03-02]. Dostupné na [www: <http://jap.physiology.org/cgi/reprint/98/2/557>](http://jap.physiology.org/cgi/reprint/98/2/557). ISSN 1522-1601.
- TOPINKOVÁ, E., NEUWIRTH, J. *Geriatric pro praktického lékaře*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 1995. ISBN 80-7169-099-6.
- TOSATO, M., ZAMBONI, V., FERRINI, A., CESARI, M. The aging process and potential interventions to extend life expectancy. *Clinical Interventions in Aging*

- [online]. 2007, vol. 2(3), s. 401–412 [cit. 2010-03-10]. Dostupné na internetu: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2685272/pdf/cia-2-401.pdf>>.
 ISSN 1178-1998.
- TROJAN, S., aj. *Lékařská fyziologie*. 4. vyd. Praha: Grada Publishing, 2003. ISBN
 80-247-0512-5.
- VANDERVOORT, A., A. Aging of the human neuromuscular system. *Muscle & Nerve*
 [online]. 2002, vol. 25, s. 17-25 [cit. 2010-01-12]. Dostupné na www: <
<http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/89011094/PDFSTART> >.
 ISSN 1097-4598.
- VAŘEKA, I. Posturální stabilita II. část. Řízení, zajištění, vývoj, vyšetření. *Rehabilitace
 a fyzikální lékařství*. 2002, vol. 9, no. 4, s. 122-129. ISSN 1211-2658.
- VOELCKER-REHAGE, C. Motor-skill learning in older adults-a review of studies on
 age-related differences. *Eur Rev Aging Phys Act* [online]. 2008, vol. 5, s. 5–16
 [cit. 2009-12-15]. Dostupné na www: <
<http://www.springerlink.com/content/y3117q352178142x/fulltext.pdf>>.
 ISSN 1423-0003.
- VOLPI, E., NAZEMI, R., FUJITA, S. Muscle tissue changes with aging. *Clinical
 Nutrition & Metabolic Care* [online]. 2004, vol. 7(4), s. 405-410 [cit. 2009-12-
 02]. Dostupné na www:<
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2804956/pdf/nihms131937.pdf>>.
 ISSN 1473-6519.
- WARBURTON, D., E., R., NICOL, C., W., BREDIN, S., S., D. Health benefits of
 physical activity: the evidence. *Canadian Medical Association Journal* [online].
 2006, vol. 174(6), s. 801-809, [cit. 2010-04-02]. Dostupné na www: <
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1402378/pdf/20060314s00023p80
 1.pdf](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1402378/pdf/20060314s00023p801.pdf)>. ISSN 1488-2329.
- WEBER, P. a kol. *Minimum z klinické gerontologie pro lékaře a sestru v ambulanci*. 1.
 vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, 2000.
 ISBN 80-7013-314-7.
- WEISS, L., M., SMITH, L., K., LEHMKUHL, L., D. *Brunnstrom's clinical
 kinesiology*. 5. vyd. Philadelphia: F.A. Davis Company, 1996. ISBN 0-8036-
 7916-5.

WESTENDORP, R., G., J. What is healthy aging in the 21st century? *American Journal of Clinical Nutrition* [online]. 2006, vol. 83, s. 404–409. [cit. 2010-02-02].
Dostupné na www: < <http://www.ajcn.org/cgi/reprint/83/2/404S>>. ISSN 1938-3207.

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha I. Informovaný souhlas

Příloha II. Anketa

Příloha III. Kineziologické vyšetření, vstupní a výstupní měření

Příloha IV. Tabulka vybraných parametrů kineziologického rozboru

Příloha V. Tabulka vybraných anamnestických údajů

Příloha VI. Obrazová příloha

Příloha VII. Tabulky popisné statistiky

Příloha VIII. Grafy

POUČENÍ A SOUHLAS KLIENTA

Fakultní nemocnice Olomouc

Klinika rehabilitačního a tělovýchovného lékařství

I. P. Pavlova 6, 779 00 Olomouc

Klient(ka) souhlasí s provedením měření pomocí testů Hand Grip, Hand Grip- výdrž, Arm Curl Test, se zjištěním vybraných antropometrických charakteristik a kineziologickým vyšetřením pro účely diplomové práce na téma **VLIV VĚKU, POHLAVÍ A ODPOROVÉHO TRÉNINKU NA SVALOVOU SÍLU U POPULACE NAD 60 LET** zpracovanou Bc. Jarmilou Uhříkovou.

Byl(a) jsem srozumitelně seznámen(a) s průběhem měření i následné terapie. Souhlasím s jeho provedením, anonymním použitím získaných údajů s respektováním pravidel ochrany osobních dat.

V Olomouci dne.....

Podpis klienta.....

Příloha II. Anketa

Anketa pro diplomovou práci: Vliv věku, pohlaví a odporového tréninku na svalovou sílu u populace nad 60 let.				
Jméno:		Pohlaví:		
Věk:		Datum:		
1. Jakým způsobem byste ohodnotil(a) pohybovou terapii, které jste se účastnil(a)?				
A pozitivně	B spíše pozitivně	C nevím	D spíše negativně	E negativně
2. Došlo ve Vašem případě k pozitivní změně v některé z následujících charakteristik?				
2.1 Zvýšení silových a výkonnostních schopností rukou při vykonávání každodenních činností (krájení chleba, manipulace s předměty..).				
A ano	B spíše ano	C nevím	D spíše ne	E ne
2.2 Nižší rychlost nastupující únavy při pracovních, nebo ve volno časových aktivitách.				
A ano	B spíše ano	C nevím	D spíše ne	E ne
3. Byla náročnost a délka cvičení přiměřená Vaším schopnostem a věku?				
A ano	B spíše ano	C nevím	D spíše ne	E ne
4. Považujete obecně, pohybovou terapii sloužící k udržování a rozvoji svalové síly seniorů za potřebnou?				
A ano	B spíše ano	C nevím	D spíše ne	E ne
5. Byla pro Vás osobně účast na cvičení přínosem?				
A ano	B spíše ano	C nevím	D spíše ne	E ne
6. Inspirovala Vás účast na terapii k pokračování v samostatném pravidelném cvičení?				
A ano	B spíše ano	C nevím	D spíše ne	E ne
7. Byly uspokojivě zodpovězeny Vaše případné dotazy a to týkající se jak probíhající terapie, tak rehabilitace obecně?				
A ano	B spíše ano	C nevím	D spíše ne	E ne
Místo pro Vaše postřehy a připomínky:				

Příloha III. Kineziologické vyšetření, vstupní a výstupní měření

Jméno a příjmení						
Datum narození						
Osobní anamnéza						
Nynější onemocnění a limity rehabilitace						
Opěmě a protetické pomůcky						
Čítí	taktilní					
	stereognozie					
Úchop	hrubý					
	jemný					
Svalová aktivita (orientačně)	m. biceps brachii					
	mm. lumbrales interossei					
	m. opponens pollicis					
Hybnost pletence ramenního, test zapazení						
Vstupní měření na dominantní končetině (datum)	Hand Grip	Hand Grip-výdrž	Arm Curl Test	Stanovení obvodu paže	Stanovení kožní řasy nad tricepsem	Stanovení obvodu svaloviny paže (obvod paže v cm – 0,314 x kožní řasa v mm)
Výstupní měření na dominantní končetině (datum)	Hand Grip	Hand Grip-výdrž	Arm Curl Test	Stanovení obvodu paže	Stanovení kožní řasy nad tricepsem	Stanovení obvodu svaloviny paže (obvod paže v cm – 0,314 x kožní řasa v mm)

Příloha IV. Tabulka vybraných parametrů kineziologického rozboru

Proband	Čítí		Schopnost úchopu dominantní i horní končetiny	Svalová aktivita (orientačně) dominantní horní končetiny			Hybnost pletence ramenního HK DHK/NHK (test zapážen)
	Fakální DHK/NHK	Stereognózie DHK/NHK	Hrubý úchop (láleč) / jemný úchop (šápec)	m. biceps brachii	mm. lumborcales m. m. intersosci	m. opponens pollicis	
1	nor/nor	nor/nor	ano/ano	5	5	4	hypo/hypo
2	nor/nor	nor/nor	ano/ne	5	4	4	hypo/hypo
3	nor/nor	nor/nor	ano/ano	5	5	5	nor/nor
4	nor/nor	nor/nor	ano/ano	5	5	5	nor/nor
5	nor/nor	nor/nor	ano/ano	4	4	4	hypo/hypo
6	nor/nor	nor/nor	ano/ano	4	4	4	hypo/hypo
7	nor/nor	nor/nor	ano/ano	4	4	4	hypo/hypo
8	nor/nor	nor/nor	ano/ano	4	4	4	hypo/hypo
9	nor/nor	nor/nor	ano/ano	5	5	4	nor/nor
10	nor/nor	nor/nor	ano/ano	5	4	4	hypo/hypo
11	nor/nor	nor/nor	ano/ano	4	4	4	hypo/hypo
12	nor/nor	nor/nor	ano/ano	4	4	4	hypo/hypo
13	nor/nor	nor/nor	ano/ano	5	5	4	nor/hypo
14	nor/nor	nor/nor	ano/ano	4	4	4	hypo/hypo
15	nor/nor	nor/nor	ano/ano	4	4	4	hypo/hypo
16	nor/nor	nor/nor	ano/ano	4	4	4	hypo/hypo
17	nor/nor	nor/nor	ano/ano	4	3	4	hypo/hypo
18	nor/nor	nor/nor	ano/ano	4	4	4	hypo/hypo
19	nor/nor	nor/nor	ano/ano	5	5	5	nor/nor
20	nor/nor	nor/nor	ano/ne	4	4	4	hypo/hypo
21	nor/nor	nor/nor	ano/ano	4	4	4	nor/nor
22	nor/nor	nor/nor	ano/ano	4	4	4	nor/nor
23	nor/nor	nor/nor	ano/ne	4	3	4	hypo/hypo
24	nor/nor	nor/nor	ano/ano	5	4	4	hypo/hypo
25	nor/nor	nor/nor	ano/ano	4	4	4	nor/hypo
26	nor/nor	nor/nor	ano/ano	4	4	4	hypo/hypo
27	nor/nor	nor/nor	ano/ano	4	4	4	hypo/hypo
28	nor/nor	nor/nor	ano/ne	4	4	4	hypo/hypo
29	nor/nor	nor/nor	ano/ano	4	4	4	nor/hypo
30	nor/nor	nor/nor	ano/ano	4	4	4	hypo/hypo

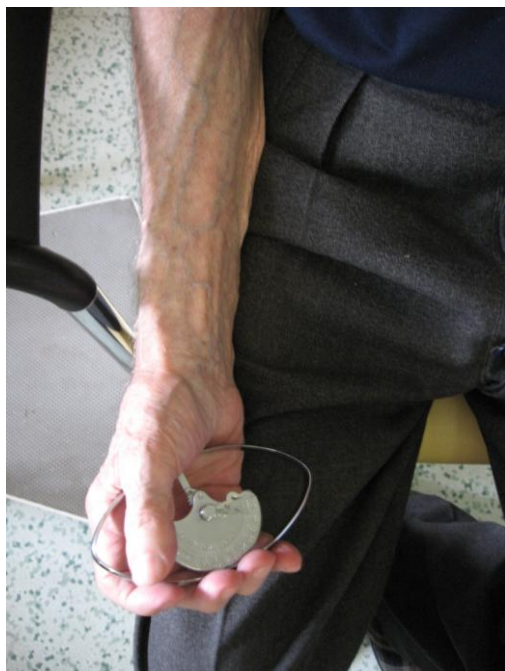
Legenda: nor- normální, hypo- hypomobilita (snížený rozsah pohybu), m- musculus, mm. muscoli, DHK- dominantní horní končetina, NHK- nedominantní horní končetina, 5- plný rozsah pohybu při značném vnějším odporu, 4- pohyb v plném rozsahu při středně velkém vnějším odporu, 3- plný rozsah pohybu s překonáním zemské tíže.

Příloha V. Tabulka vybraných anamnestických údajů

Proband	Věk	Pohlaví	Dominantní i horní končetina	Výška	Váha	BIM	Kouření	Alkohol	Fyzická aktivita/za týden	Historie pádů v minulých dvanácti měsících	Chůze bez kompenzačních pomůcek	Poznámky
1	75	M	Pravá	168	74	26,22	Ne	Ne	5	Ne	Ano	KVO, OP, OA, ↓TK
2	78	Z	Pravá	167	97	34,78	Ne	Ne	5	Ne	Ne (1FH)	DM, TEPKOK sin.
3	60	M	Pravá	172	77	26,03	Ne	Ne	1	Ano	Ano	KVO
4	61	M	Pravá	161	99,5	38,39	Ne	Ne	0	Ne	Ano	KVO, DM, ↓↑TK
5	93	M	Pravá	170	58	20,07	Ne	Ne	2	Ano	Ne (1VH)	OA
6	78	Z	Pravá	145	57,5	27,35	Ne	Ne	5	Ne	Ano	KVO, ↓↑TK
7	85	Z	Pravá	160	53	20,70	Ne	Ne	5	Ano	Ne (CH)	KVO, ↓↑TK, TEPKYK sin.
8	86	Z	Pravá	165	60	22,04	Ne	Ne	3	Ne	Ano	KVO, ↓↑TK
9	80	M	Pravá	165	82	30,12	Ne	P	3	Ne	Ano	OA
10	83	Z	Pravá	153	67	28,62	Ne	Ne	3	Ne	Ne (1VH)	OP, varixy
11	79	Z	Pravá	153	65	27,77	Ne	P	3	Ne	Ano	KVO, OA
12	80	Z	Pravá	168	70	24,80	Ne	Ne	3	Ne	Ano	KVO, ↑TK, KS 2003
13	60	Z	Pravá	175	95	31,02	Ne	Ne	5	Ne	Ne (vozík)	KVO, OA
14	69	Z	Pravá	144	66	31,83	Ne	Ne	3	Ne	Ano	KVO, OP, OA, ↓↑TK
15	67	Z	Pravá	154	95	40,06	Ne	Ne	3	Ne	Ano	KVO, ↑TK, varixy
16	73	M	Pravá	162	69	26,29	Ne	P	2	Ne	Ano	KVO, ↑TK
17	79	Z	Pravá	170	60	20,76	Ne	Ne	3	Ano	Ano	KVO, DM, ↑TK, OP, varixy
18	82	Z	Pravá	168	54	19,13	Ano	Ne	1	Ano	Ano	OA
19	62	Z	Pravá	151	72	31,58	Ne	Ne	3	Ano	Ne (1FH)	KVO, ↑TK, OP, TEPKYK dex.
20	82	M	Pravá	168	78	27,64	Ne	Ne	0	Ne	Ano	KVO, ↓↑TK, OP, CMP 2002
21	88	M	Pravá	172	88	29,75	Ne	Ne	6	Ne	Ano	KVO, DM
22	77	M	Pravá	170	100	34,60	Ano	P	0	Ne	Ano	OA
23	87	M	Pravá	163	60	22,58	Ne	Ne	0	Ne	Ne (DDO)	KVO TEPKYK dex. sin.
24	79	Z	Pravá	154	61	25,72	Ne	P	0	Ano	Ano	KVO, ↑TK, OP, algie Lp
25	72	Z	Pravá	156	63	25,89	Ne	P	3	Ne	Ano	KVO, ↑TK, OA
26	75	Z	Pravá	151	80	35,09	Ne	P	3	Ne	Ano	KVO, ↓↑TK
27	87	Z	Pravá	158	69	27,64	Ne	Ne	1	Ne	Ne (1VH)	KVO, ↓↑TK, varixy, algie Cp
28	82	Z	Pravá	160	75	29,30	Ne	P	4	Ne	Ano	KVO, ↑TK, Skolioza dex., TEPKYK dex., OA
29	78	Z	Pravá	158	63	25,24	Ne	P	7	Ne	Ano	algie Lp
30	78	Z	Pravá	159	76	30,06	Ano	P	3	Ano	Ano	KVO, ↑TK, ICHDK, varixy, OA

Legenda: KVO- kardiovaskulární onemocnění, OP- osteoporóza, OA- osteoartróza, ↓TK- nízký krevní tlak, ↑TK- vysoký krevní tlak, ↓↑TK- kolísavý krevní tlak, DM- diabetes mellitus, TEP KOK sin.- totální endoprotéza kolenního kloubu vlevo, TEP KYK sin.- totální endoprotéza kyčelního kloubu vlevo, TEP KYK dex.- totální endoprotéza kyčelního kloubu vpravo, KS- kardiostimulátor, Lp- lumbální páteř, Cp- cervikální páteř, CMP- cévní mozková příhoda, DDO- dopomoc druhé osoby, P- příležitostně, CH- chodítka, VH vycházková hůl, FH- francouzská berle, M- muži, Z- ženy.

Příloha VI. Obrazová příloha



Obr. 1 *Dynamometrie.*



Obr. 2 *Měření kožní řasy pomocí kaliperu.*



Obr. 3 *Cvičení se závažím 2 kg.*



Obr. 4 *Cvičení s gumovým pásem.*



Obr. 5 Cvičení s měkkými míčky.



Obr. 6 Cvičení s využitím váhy vlastního těla.



Obr. 7 Kaliper.



Obr. 8 Dynamometr Collin.



Obr. 9 Domov seniorů na Zikově v Olomouci, prostory vyhrazené na cvičení.

Příloha VII. Tabulky popisné statistiky

Tabulka I. Popisná statistika pro parametr velikost svalové síly stisku ruky, test Hand Grip.

		Hand Grip (kg)									
		Hodnoty vstupního měření					Hodnoty výstupního měření				
Probandi dle skupin	N	Průměr	Medián	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum	Průměr	Medián	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum
Celkově	30	13,167	12,5	5,843	4	28	15,167	16	6,747	4	31
Muži	10	15,3	14,5	6,767	7	28	17,1	17	7,52	8	31
Ženy	20	12,1	12	5,18	4	24	14,2	15,5	6,305	4	25
Senescence (60-74 let)	8	15,375	16,5	5,125	8	24	16,75	18	5,970	7	25
Sénium (75-93 let)	22	12,364	12	5,988	4	28	14,591	15,5	7,049	4	31

Legenda: N- počet probandů.

Tabulka II. Popisná statistika pro parametr velikost výdrž stisku ruky, test Hand Grip-výdrž.

		Hand Grip-výdrž (s)									
		Hodnoty vstupního měření					Hodnoty výstupního měření				
Probandi dle skupin	N	Průměr	Medián	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum	Průměr	Medián	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum
Celkově	30	13,005	10,965	7,111	3,88	32,9	13,411	12,4	6,786	3,79	32,87
Muži	10	9,907	7,94	6,573	4,01	24,64	10,128	10,91	4,76	4,11	19,15
Ženy	20	14,554	12,71	7,009	3,88	32,9	15,053	13,615	7,144	3,79	32,87
Senescence (60-74 let)	8	9,413	9,75	4,670	3,88	17,54	10,643	11,49	4,458	3,79	15,06
Sénium (75-93 let)	22	14,311	11,785	7,473	4,01	32,9	14,418	12,9	7,279	4,79	32,87

Legenda: N- počet probandů.

Tabulka III. Popisná statistika pro parametr velikost svalové síly paže, Arm Curl Test.

		Arm Curl Test (počet zdvihů/30 vteřin)									
		Hodnoty vstupního měření					Hodnoty výstupního měření				
Probandi dle skupin	N	Průměr	Medián	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum	Průměr	Medián	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum
Celkově	30	15,4	15	4,140631	7	25	18,9	18,5	4,641269	11	33
Muži	10	15,5	15	4,45346	9	25	19,7	17,5	6,44722	14	33
Ženy	20	15,35	16	4,094605	7	24	18,5	19	3,56149	11	25
Senescence (60-74 let)	8	15,5	15	1,603567	14	18	19	19,5	1,511858	17	21
Sénium (75-93 let)	22	15,36364	16	4,776385	7	25	18,86364	17,5	5,383356	11	33

Legenda: N- počet probandů.

Tabulka IV. Popisná statistika pro parametr velikost obvodu paže.

		Obvod paže (cm)									
		Hodnoty vstupního měření					Hodnoty výstupního měření				
Probandi dle skupin	N	Průměr	Medián	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum	Průměr	Medián	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum
Celkově	30	32,07	32,65	3,884	23,3	39,3	32,06333	32,65	3,886	23,3	39,3
Muži	10	31,62	31,85	4,206	25,8	39,3	31,61	31,85	4,196	25,8	39,3
Ženy	20	32,295	33,05	3,806	23,3	38,9	32,29	33,05	3,814	23,3	38,9
Senescence (60-74 let)	8	34,363	34,25	3,624	28,3	39,3	34,363	34,25	3,624	28,3	39,3
Sénium (75-93 let)	22	31,236	31,45	3,705	23,3	37,9	31,227	31,4	3,705	23,3	37,9

Legenda: N- počet probandů.

Tabulka V. Popisná statistika pro parametr kožní řasa nad tricepsem.

		Velikost kožní řasy (cm)									
		Hodnoty vstupního měření					Hodnoty výstupního měření				
Probandi dle skupin	N	Průměr	Medián	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum	Průměr	Medián	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum
Celkově	30	1,72	1,8	0,735	0,4	3,1	1,707	1,8	0,729	0,4	3,1
Muži	10	1,22	1,05	0,648	0,5	2,6	1,22	1,05	0,648	0,5	2,6
Ženy	20	1,97	1,9	0,654	0,4	3,1	1,95	1,85	0,652	0,4	3,1
Senescence (60-74 let)	8	2,138	2,25	0,748	0,8	3	2,125	2,25	0,734	0,8	3
Sénium (75-93 let)	22	1,568	1,7	0,684	0,4	3,1	1,555	1,7	0,680	0,4	3,1

Legenda: N- počet probandů.

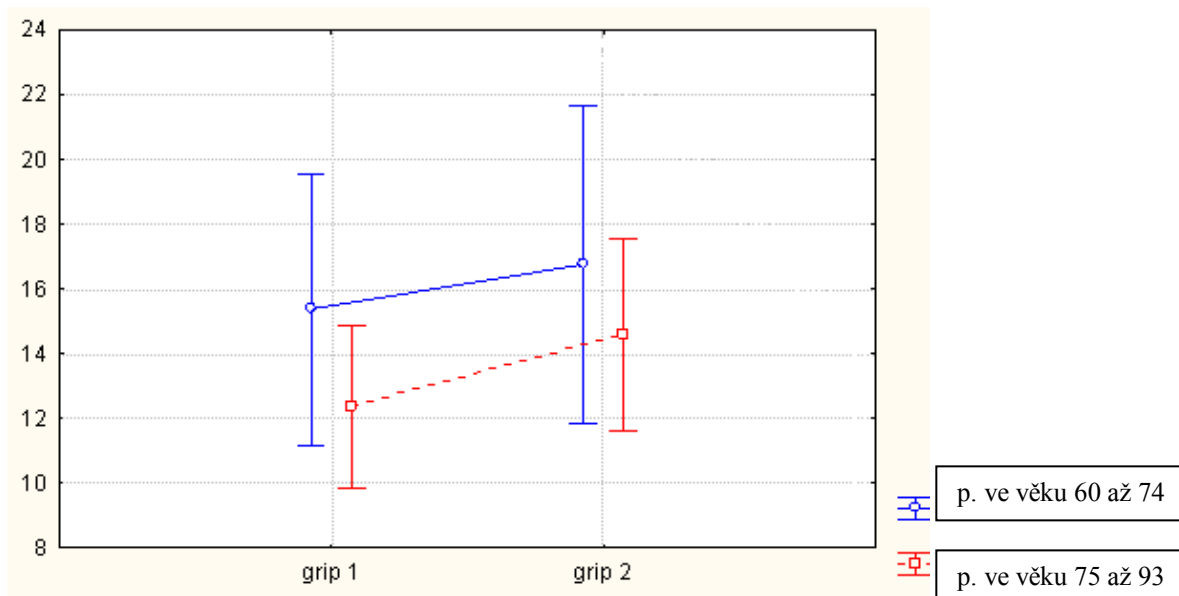
Tabulka VI. Popisná statistika pro parametr obvod svaloviny paže.

		Obvod svaloviny paže (cm)									
		Hodnoty vstupního měření					Hodnoty výstupního měření				
Probandi dle skupin	N	Průměr	Medián	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum	Průměr	Medián	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum
Celkově	30	26,669	26,727	2,724	22,018	31,202	26,704	26,727	2,697	22,044	31,202
Muži	10	27,789	27,454	3,025	23,288	31,202	27,779	27,454	3,015	23,288	31,202
Ženy	20	26,109	25,978	2,449	22,018	29,48	26,167	25,978	2,426	22,044	29,48
Senescence (60-74 let)	8	27,651	27,998	2,448	23,494	31,136	27,69	27,998	2,373	23,808	31,136
Sénium (75-93 let)	22	26,312	25,777	2,783	22,018	31,202	26,346	25,777	2,768	22,044	31,202

Legenda: N- počet probandů.

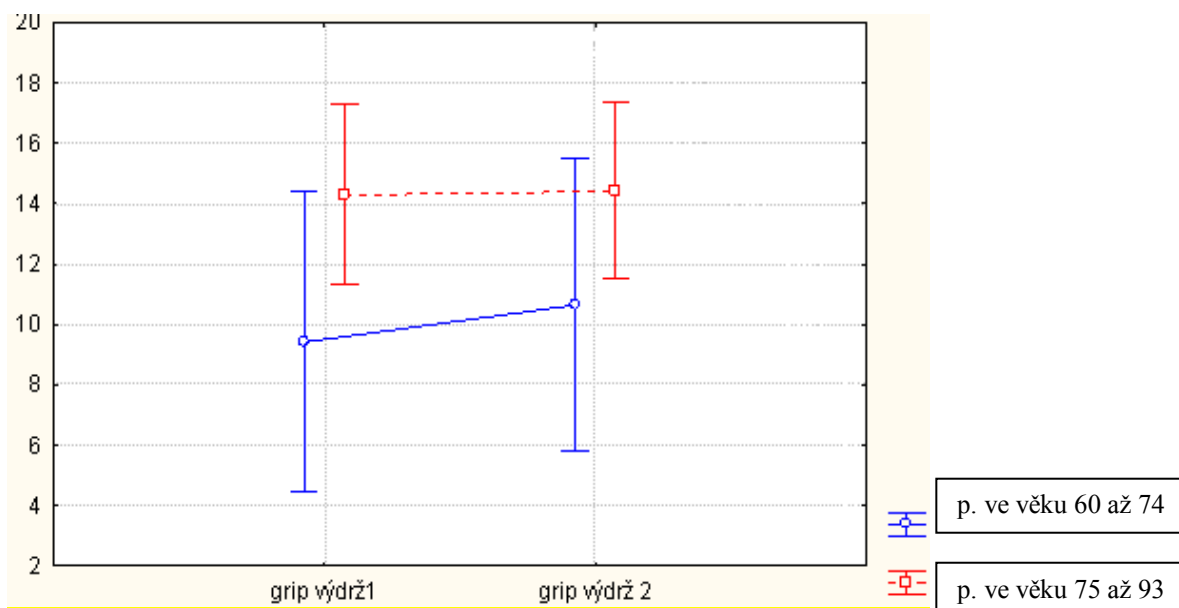
Příloha VIII. Grafy

Graf I. Grafické znázornění změny parametru Hand Grip mezi vstupním a výstupním měřením probandů ve věku senescence s sénia.



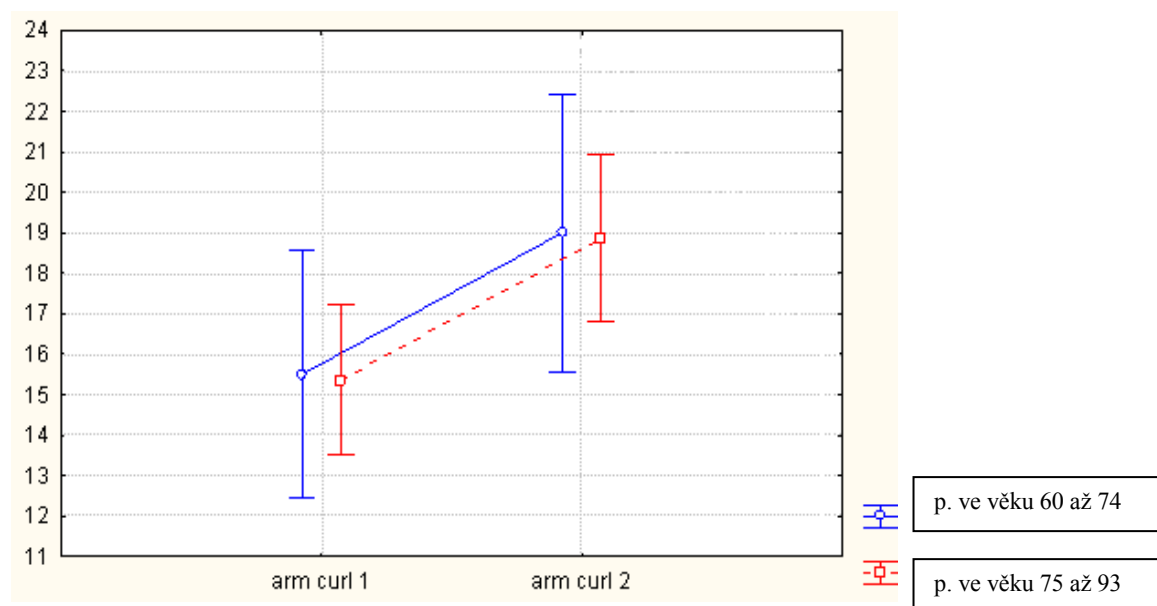
Legenda: grip 1- velikost svalové síly stisku ruky při vstupním měření, grip2- velikost svalové síly stisku ruky při výstupním měření, p- probandi.

Graf II. Grafické znázornění změny velikosti parametru Hand Grip- výdrž mezi vstupním a výstupním měřením probandů ve věku senescence s sénia.



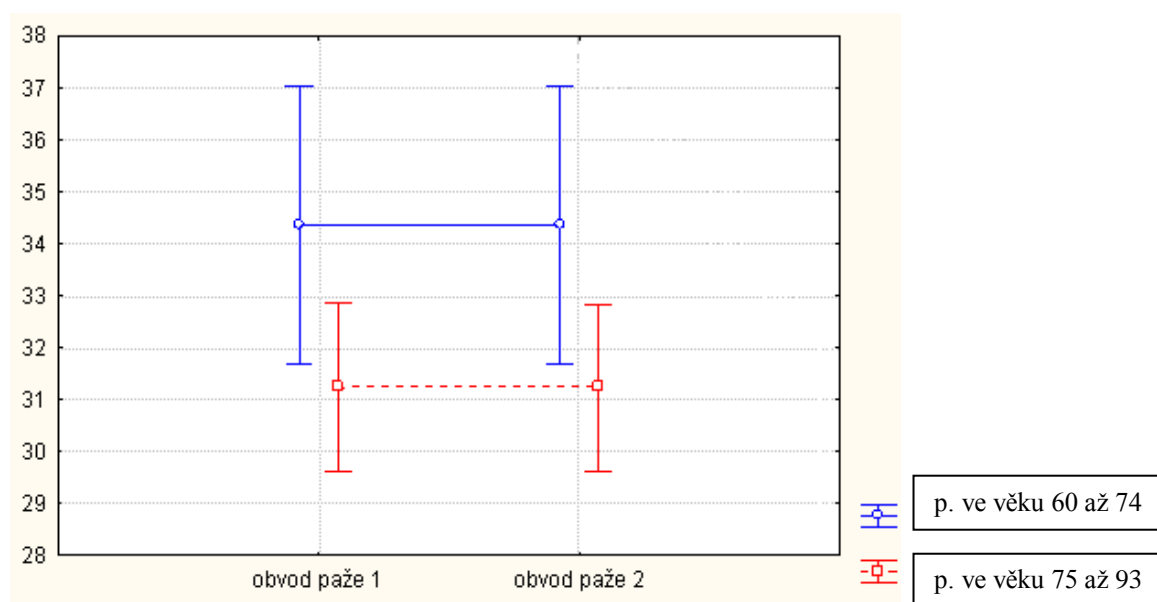
Legenda: grip výdrž 1- velikost výdrže stisku ruky při vstupním měření, grip2- velikost výdrže stisku ruky při výstupním měření, p- probandi.

Graf III. Grafické znázornění změny parametru Arm Curl Test mezi vstupním a výstupním měřením probandů ve věku senescence s sėnia.



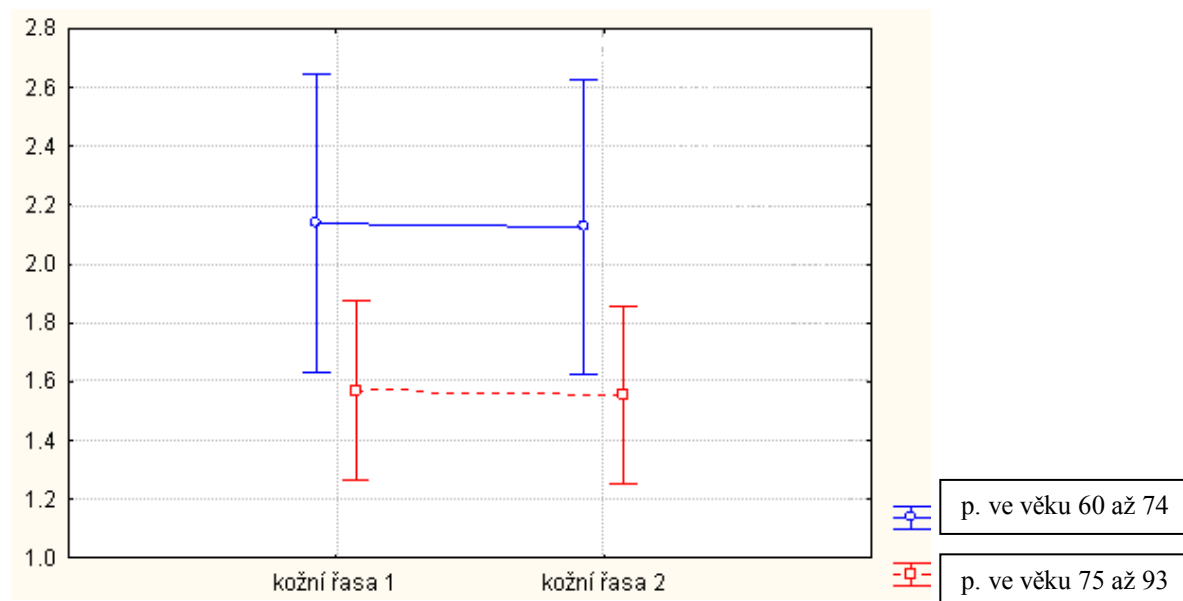
Legenda: arm curl 1- počet flexí v loketním kloubu se závažím 2 kg po dobu 30 vteřin při vstupním měření, arm curl 2- počet flexí v loketním kloubu se závažím 2 kg po dobu 30 vteřin při výstupním měření, p- probandi.

Graf IV. Grafické znázornění změny parametru obvod paže mezi vstupním a výstupním měřením probandů ve věku senescence s sėnia.



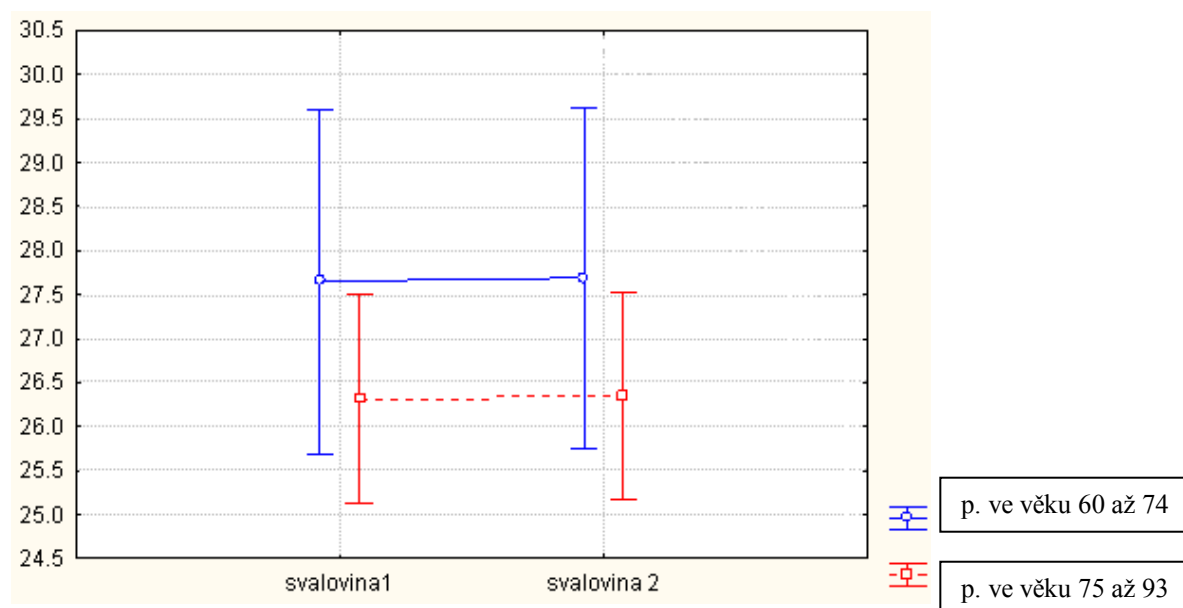
Legenda: obvod paže 1- velikost obvodu paže při vstupním měření, obvod paže 2- velikost obvodu paže při výstupním měření, p- probandi.

Graf V. Grafické znázornění změny parametru kožní řasa mezi vstupním a výstupním měřením probandů ve věku senescence s sénia.



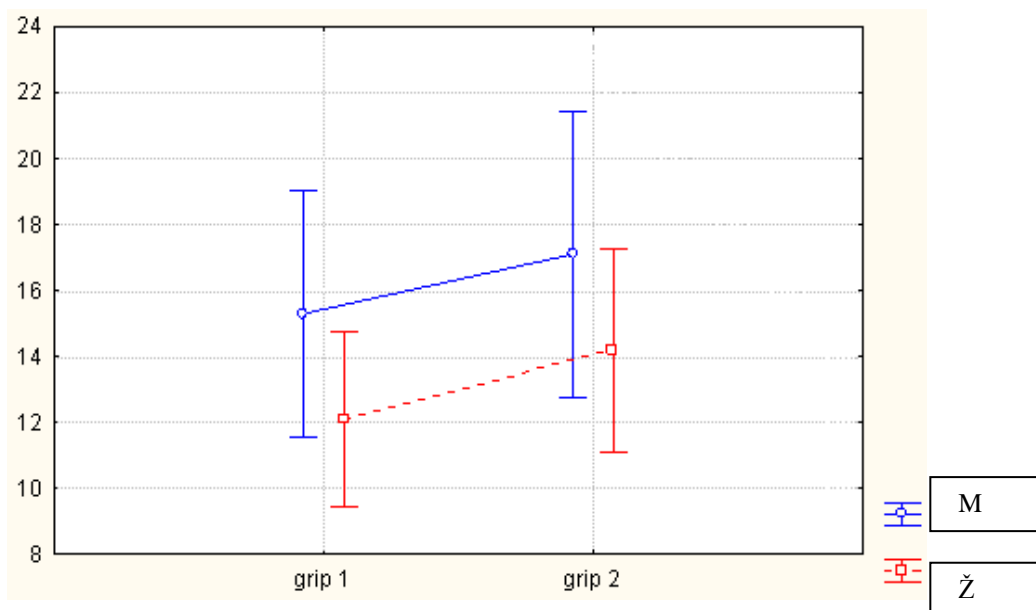
Legenda: kožní řasa 1- velikost kožní řasy při vstupním měření, kožní řasa 2- velikost kožní řasy při výstupním měření, p- probandi.

Graf VI. Grafické znázornění změny parametru svalovina paže mezi vstupním a výstupním měřením probandů ve věku senescence s sénia.



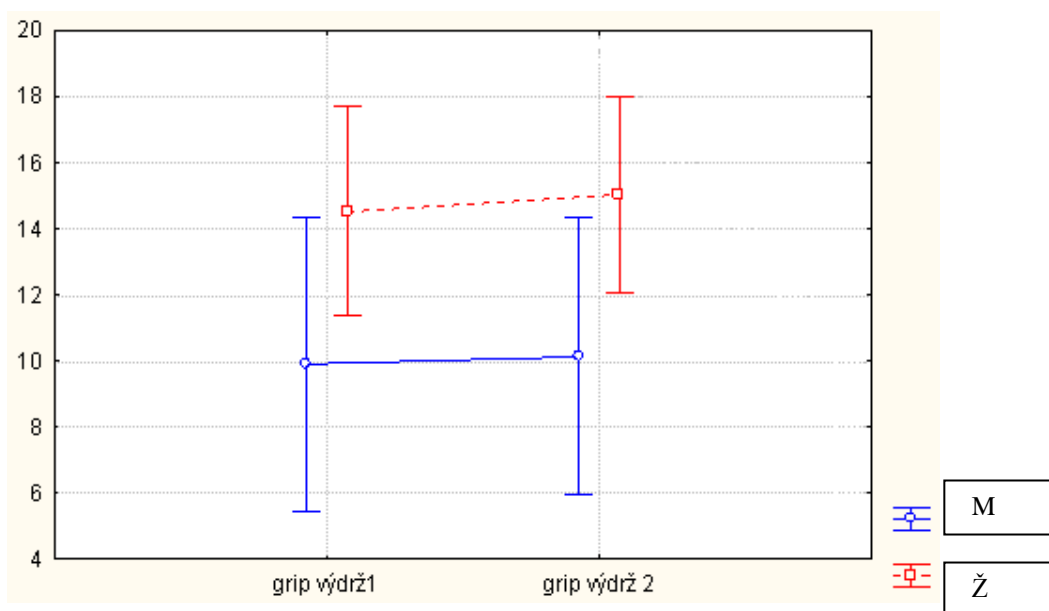
Legenda: svalovina 1- velikost obvodu svaloviny paže při vstupním měření, svalovina 2- velikost obvodu svaloviny paže při výstupním měření, p- probandi.

Graf VII. Grafické znázornění změny parametru Hand Grip mezi vstupním a výstupním měřením probandů mužského a ženského pohlaví.



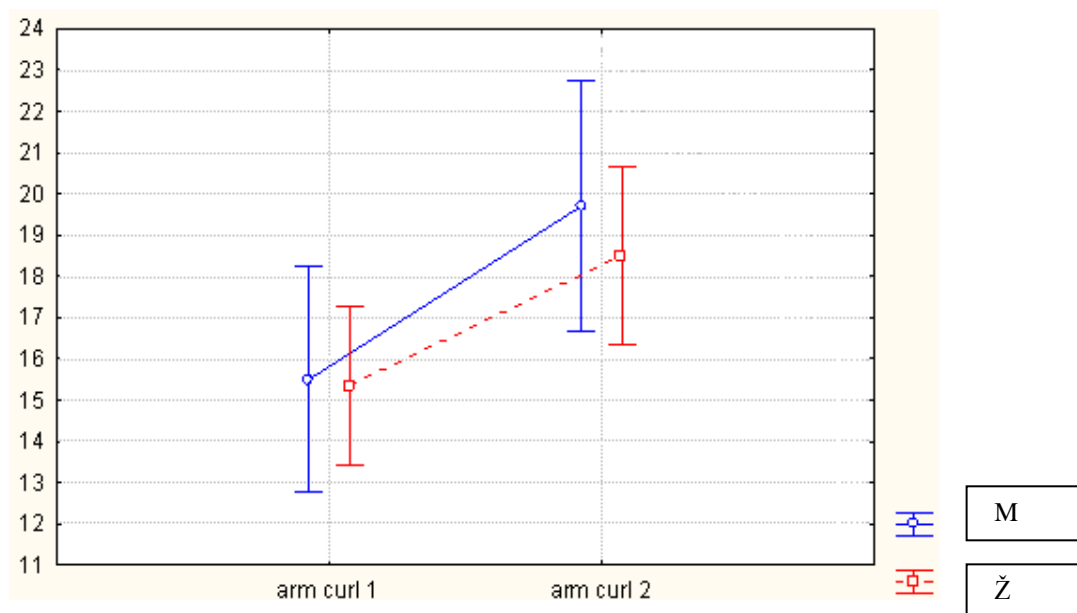
Legenda: grip 1- velikost svalové síly stisku ruky při vstupním měření, grip2- velikost svalové síly stisku ruky při výstupním měření, p- probandi.

Graf VIII. Grafické znázornění změny velikosti parametru Hand Grip- výdrž mezi vstupním a výstupním měřením probandů mužského a ženského pohlaví.



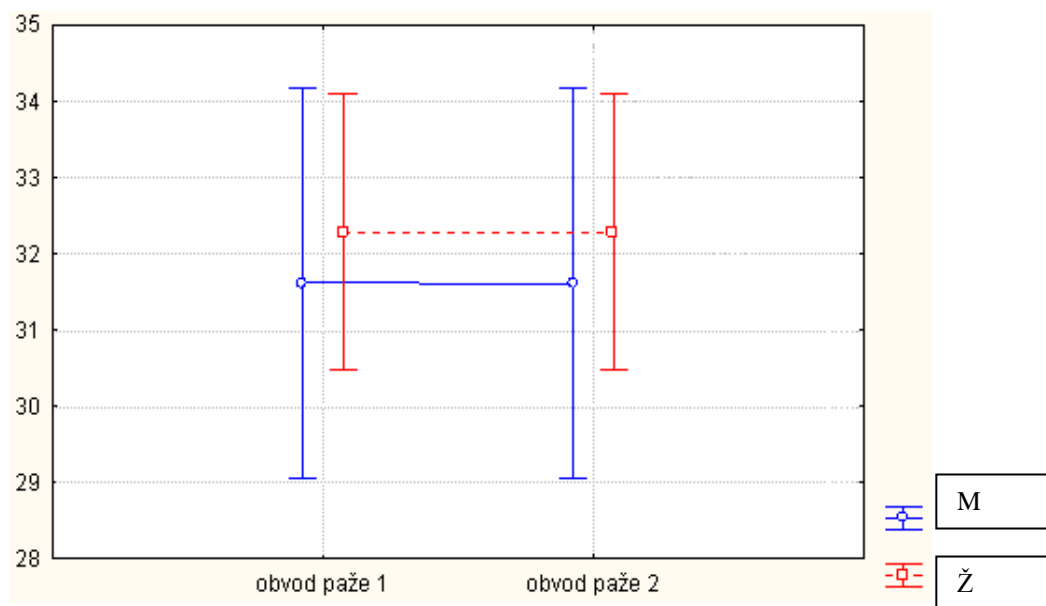
Legenda: grip výdrž 1- velikost výdrže stisku ruky při vstupním měření, grip2- velikost výdrže stisku ruky při výstupním měření, M- muži, Ž- ženy.

Graf IX. Grafické znázornění změny velikosti parametru Arm Curl Test mezi vstupním a výstupním měřením probandů mužského a ženského pohlaví.



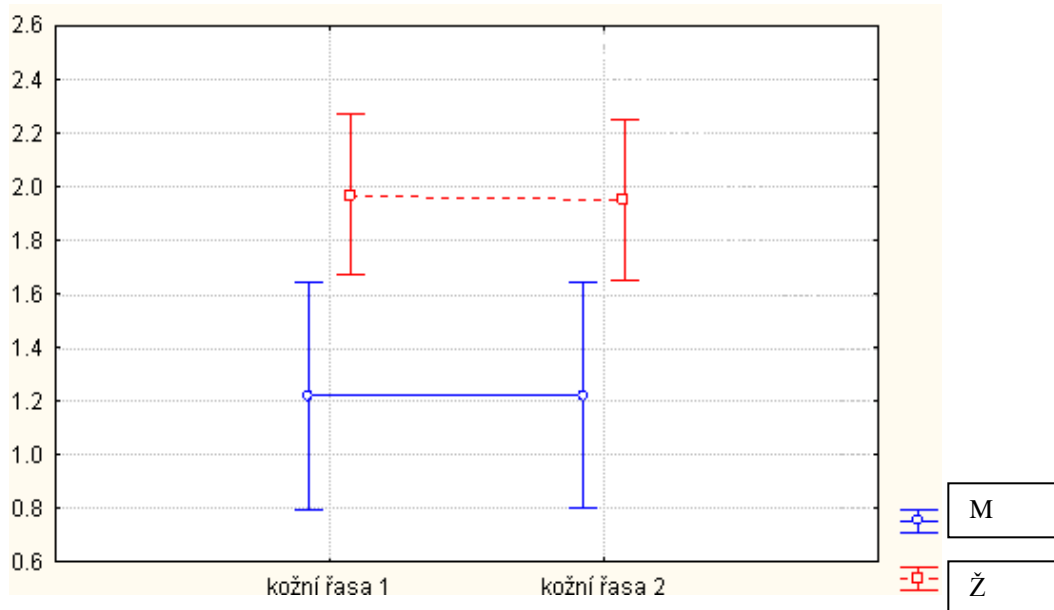
Legenda: arm curl 1- počet flexí v loketním kloubu se závažím 2 kg po dobu 30 vteřin při vstupním měření, arm curl 2- počet flexí v loketním kloubu se závažím 2 kg po dobu 30 vteřin při výstupním měření, M- muži, Ž- ženy.

Graf X. Grafické znázornění změny velikosti parametru obvod paže mezi vstupním a výstupním měřením probandů mužského a ženského pohlaví.



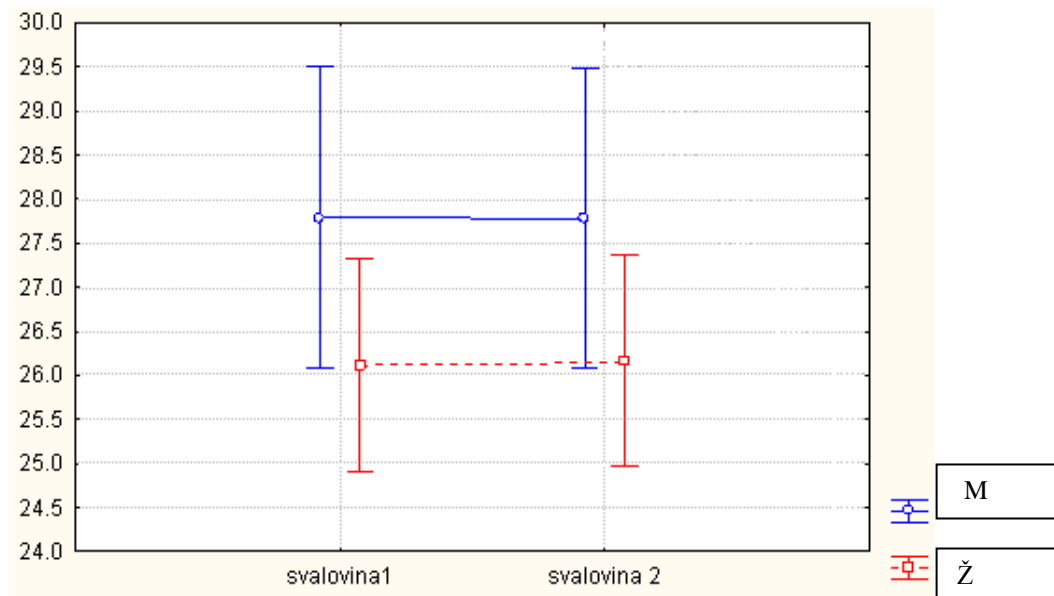
Legenda: obvod paže 1- velikost obvodu paže při vstupním měření, obvod paže 2- velikost obvodu paže při výstupním měření, M- muži, Ž- ženy.

Graf XI. Grafické znázornění změny velikosti parametru kožní řasa mezi vstupním a výstupním měřením probandů mužského a ženského pohlaví.



Legenda: kožní řasa 1- velikost kožní řasy při vstupním měření, kožní řasa 2- velikost kožní řasy při výstupním měření, M- muži, Ž- ženy.

Graf XII. Grafické znázornění změny velikosti parametru svalovina paže mezi vstupním a výstupním měřením probandů mužského a ženského pohlaví.



Legenda: svalovina 1- velikost obvodu svaloviny paže při vstupním měření, svalovina 2- velikost obvodu svaloviny paže při výstupním měření, M- muži, Ž- ženy.