Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

TŘÍMĚSÍČNÍ INTERVENCE PŘI CVIČENÍ EMS

Diplomová práce

(magisterská)

Autor: Bc. Michaela Janečková, MBA, Rekreologie, Tělesná výchova a sport

Vedoucí práce: RNDr. Iva Dostálová, Ph.D.

Olomouc 2021

Jméno a příjmení autora: Bc. Michaela Janečková, MBA

Název diplomové páce: Tříměsíční intervence při cvičení EMS

Pracoviště: Katedra aplikovaných pohybových aktivit

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Iva Dostálová, Ph.D.

Rok obhajoby diplomové práce: 2021

Abstrakt:

Tato diplomová práce se zaměřuje na tříměsíční intervenci při cvičení metodou EMS u žen. V první části se zabývá svalovou soustavou a průběhem svalové kontrakce. Dále se věnuje popisu odvětví elektroterapie a následně i elektrostimulace. Je zde rovněž popsáno tělesné složení a ženská populace v období mladé dospělosti. V praktické části jsou definovány metody a výsledky intervenčního programu. Mým cílem bylo zjistit, zda tato v současné době velmi propagovaná metoda tréninku přinese kýžené výsledky v podobě změn tělesného složení. Šetření probíhalo u 27 respondentek ve věku 20–40 let, které se dobrovolně zúčastnily tříměsíčního intervenčního programu. Měření probíhalo pomocí standardizované metody měření pásové míry a na přístroji INBODY 570. Výsledky ukazují, že dochází ke snižování hmotnosti, tělesného tuku a obvodu ve všech kategoriích, avšak nedochází ke změně tělesné vody, SMM a poměru WHR.

Klíčová slova: pohybová aktivita, elektroterapie, elektrostimulace, EMS trénink, tělesné složení, ženy

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

Author's first name and surname: Bc. Michaela Janečková, MBA

Title of the master thesis: Three months interventions for EMS training

Department: Department of Adapted Physical Activities

Supervisor: RNDr. Iva Dostálová, Ph.D.

The year of presentation: 2021

Abstract:

This diploma thesis focuses on a three-month EMS exercise intervention in women. The first part deals with the muscular system and the course of muscle contraction. It also describes the field of electrotherapy and subsequently electrostimulation. We described the body composition and female population during young adulthood. The practical part defines methods and results of the intervention program. My goal was to find out whether this currently highly promoted method of training will bring the desired results in the form of changes in body composition. The survey was conducted on 27 respondents aged 20 to 40 years, who voluntarily participated in a three-month intervention program. The measurement was performed using a standardized method of measuring the band measure and on the INBODY 570 instrument. The results show that there is a reduction in weight, body fat, and girth in all categories, but there is no change in body water, SMM, and WHR ratio.

Keywords: physical activity, electrotherapy, electrostimulation, EMS training, body composition, women

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod vedením RNDr. Ivy Dostálové, Ph.D., uvedla jsem všechny použité odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 8. 2. 2021 ……

Bc. Michaela Janečková, MBA

Děkuji RNDr. Ivě Dostálové, Ph.D. za laskavý přístup, pomoc a cenné rady, které mi poskytla. Dále za její čas, který mi při konzultacích věnovala.

Mé poděkování patří také mému muži, dětem a rodině za velkou trpělivost a podporu během studia a tvorby diplomové práce.

OBSAH

1 ÚVOD 8

2 PŘEHLED POZNATKŮ 10

2.1 Svalová soustava 10

2.2 Svalová kontrakce 13

2.2.1 Klidový a akční potenciál 15

2.3 Elektroterapie 17

2.3.1 Charakteristika elektroterapie 17

2.3.2 Oblasti působení a účinky fyzikální elektroterapie 20

2.4 Elektrostimulace 23

2.4.1 Charakteristika elektrostimulace 23

2.4.2 Účinky elektrostimulace a oblasti jejího využití 24

2.5 Elektromyostimulace 25

2.5.1 Charakteristika EMS tréninku 25

2.5.2 Elektrostimulační přístroje 27

2.5.3 Využití elektrostimulace ve sportu 30

2.5.4 Vliv elektrostimulace na svalovou soustavu 31

2.5.5 Vliv elektrostimulace při svalovém a vytrvalostním tréninku 32

2.5.6 Oblasti využití elektrostimulace v konkrétních sportovních aktivitách a sportech 33

2.6 Tělesné složení 33

2.7 Ženská populace v období mladé dospělosti 38

2.7.1 Ženská populace 38

2.7.2 Menstruační cyklus a vliv na sport 40

2.7.3 Motivace k pohybu u žen 41

2.7.4 Období mladé dospělosti 42

3 CÍLE 44

4 METODIKA 45

4.1 Charakteristika souboru 45

4.2 Charakteristika intervenčního programu 45

4.2.1 Antropometrické měření 46

4.2.2 Základní somatické rozměry 47
4.2.3 Obvodové rozměry 47
4.2.4 Indexy 48
4.2.5 Anketní listy 48
4.3 Statistické zpracování dat 48
5 VÝSLEDKY 50
5.1 Antropometrické parametry 50
5.2 Charakteristika tréninkového programu 51
5.3 Tělesný tuk 55
5.4 Hmotnost 56
5.5 BMI 56
5.6 WHR 57
5.7 Somatické rozměry 57
5.8 SMM 58
5.9 Tělesná voda 58
5.10 Rozbor výsledků anketního šetření 59
6 DISKUZE 64
6.1 Výzkumné otázky 66
6.2 Doporučení do praxe 68
7 ZÁVĚR 69
8 SOUHRN 70
9 SUMMARY 71
10 REFERENČNÍ SEZNAM 72
11 SEZNAM TABULEK A OBRÁZKŮ 82
12 SEZNAM PŘÍLOH 84

1 ÚVOD

Celkový shon a nedostatek času dnešní populace nahrává k hektickému životnímu stylu, za jehož jednu příčinu lze považovat globální pospolitost světa. Neustále narůstající trend technického rozvoje přispívá k zaměstnáním sedavého charakteru (Gilbertová & Matoušek, 2002).

Lidé jsou časově vytížení a na pohybové aktivity jim nezbývá příliš času. I já patřím k takto časově vytíženým lidem, a nejen z tohoto důvodu mě zaujal nový trend, který se na trhu se sportovními aktivitami objevil. Jedná se o cvičení metodou EMS – samotné cvičení trvá 20 minut, během nichž by měl jedinec procvičit až 90 % svalové hmoty (příčně pruhovaného svalstva), přičemž při klasickém posilování ve fitness centrech bychom tohoto účinku docílili až po 180 minutách, nejen z tohoto důvodu je tato cvičební metoda stále více vyhledávána všemi věkovými skupinami a především časově vytíženými lidmi, kteří chtějí být aktivní, ale nemají příliš volného času či z jiných důvodů nechtějí trávit čas ve fitness centrech.

Elektrická svalová stimulace neboli EMS metoda je definovaná jako aplikace elektrického proudu transkutánně do svalů, a to pomocí elektrod, které vyvolají nedobrovolnou kontrakci. (Aldayel et al., 2010). Lidský senzorický systém pravidelně vysílá elektrickou stimulaci z mozku do nervů, čímž řídí naši svalovou aktivitu. Cvičení metodou EMS využívá tohoto charakteristického pravidla a má schopnost zesílit tento proces tak, aby se impulz dostal do hlubších svalových vrstev, kterých by během konvenčního cvičení bylo jen těžko dosaženo (Ahlborn et al., 2007).

Cvičení s pomocí EMS je sice novým trendem, nicméně využití elektřiny v kontextu lidského těla je známo již mnohem delší dobu. Například před 4 500 let se ve starém Egyptě využívali k léčebným koupelím električtí rejnoci, v Římě se zase léčilo pomocí výbojů úhořů. Tato metoda byla aplikována při bolesti kloubů, hlavy nebo dny (Demel, 2013).

V polovině 18. století se pomocí elektroterapie podařilo rozhýbat ochrnuté prsty dvěma pacientům. Tyto metody však způsobovaly bolesti, dokud se počátkem 19. století nepodařilo generovat krátké impulzy, aby nakonec s objevem střídavého proudu přišel lékař Němec s dodnes používanou interferenční terapií. Při ní se na svaly a nervy aplikuje střídavé napětí o 4 kHz (Heřman, 2006).

V oblasti sportu se s elektrickými impulzy začalo experimentovat až v 70. letech dvacátého století (Mikeš, 2008).

Dnes se EMS zařazuje do sportu čím dál tím více, svým výzkumem bych proto chtěla přispět ke zvýšení informovanosti o cvičení metodou EMS. Práce je zaměřena především na výzkum použití metody EMS u žen, u nichž bude tato problematika také blíže specifikována.

2 PŘEHLED POZNATKŮ

2.1 Svalová soustava

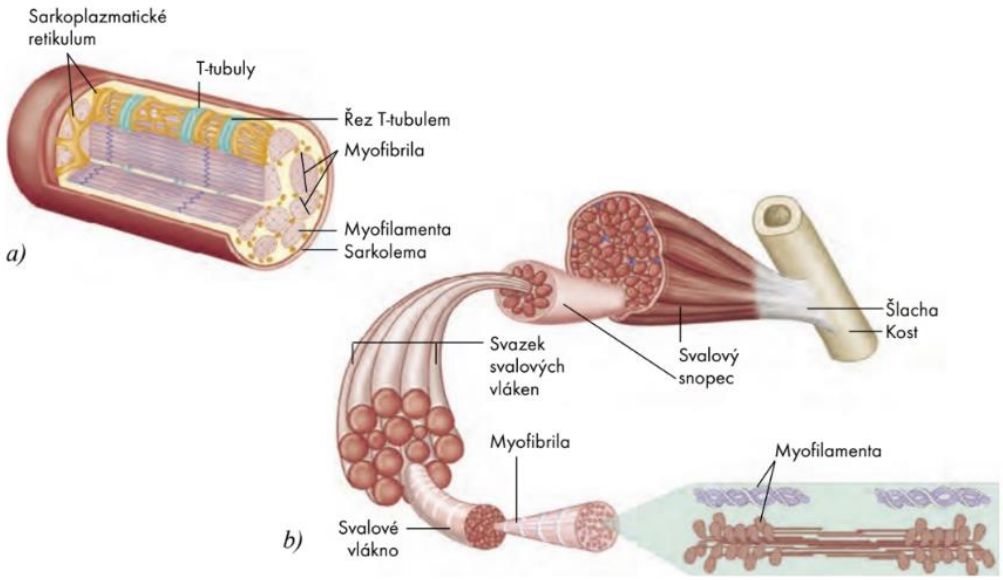
Svalová soustava bude v podkapitolách níže definována z hlediska stavby svalové soustavy, se zaměřením na stavbu svalů. Na základě charakteristiky a definice svalů je popsána svalová kontrakce, klidný a akční potenciál ve svalech.

Kosterní svalovina, nazývána jako příčně pruhovaná svalovina, kterou lze naší vůlí ovládat, tvoří kolem 40 % naší tělesné hmotnosti. Díky koordinovaným kontrakcím a relaxaci je možný pohyb. Kosterní svalovina je na kost upnuta prostřednictvím šlach, a to jak přímo, tak nepřímo. V případě kontrakce svalu je napětí přenášeno na kosti přes kloub nebo klouby, díky čemuž dochází k pohybu. Konec svalu připojující se na kost, kterou je pohybováno, se nazývá úpon (DeStefano, Kelly, & Hooper, 2010; Watkins, 2010).

Funkční jednotka kosterního svalu se nazývá svalové vlákno, které vypadá jako podlouhlá cylindrická buňka obsahující mnoho jader, která jsou velká 10–100 mikrometrů na šířku a až 30 centimetrů na délku (Mougios, 2006).

Cytoplazma (sarkoplazma) je obalena buněčnou membránou (sarkolemou). Jemná membrána obklopující svalová vlákna se jmenuje endomyzium. Svalová vlákna se uskupují do svalových snopců obalených do perimyzia. Svalové snopce mají schopnost uskupování dohromady. Celý sval je obalen membránovou pochvou (epimyziem). Svalová membrána pak pokrývá délku svalu, a to od jejího začátku (začátku šlachy) až po úpon šlachy. Celá tato struktura je nazývána muskulotendinózní jednotka (Jarmey & Sharkey, 2019).

Obrázek 1 znázorňuje svalové vlákno jako jedinou cylindrickou svalovou buňku (a) a dále znázorňuje příčný řez svalovou tkání (b).



Obrázek 1. Svalové vlákno (Jarmey & Sharkey, 2019, 20)

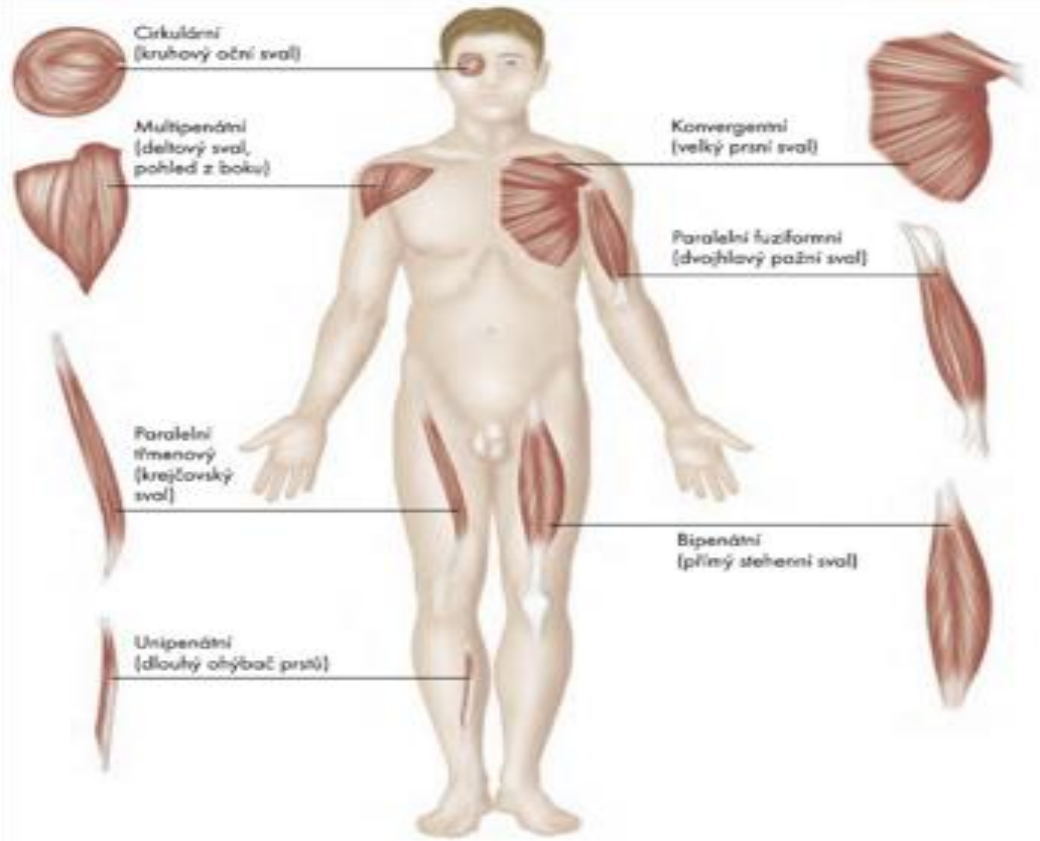
Svalové vlákno je jedním z hlavních činitelů elektrostimulace, poněvadž je drážděno a inervováno. Hlavními složkami svalového vlákna jsou sarkoplazmatické retikulum, T-tubuly, myofibrily, myofilamenty a sarkolema (Čihák & Grim, 2011).

Příčný řez svalovou tkání znázorňuje svalovou tkáň od kosti, šlachy, svalového snopce, svazku svalových vláken, myofibril až k myofilamentům.

Svalová vlákna můžeme na základě vzhledu, rychlosti kontrakce a unavitelnosti rozdělit do tří kategorií:

- Vlákna typu SO (slow oxidative) se málo unaví a uplatňují se při dlouhodobém výkonu nižší intenzity; jejich kontrakční cyklus trvá déle než 35 ms, frekvence jejich kontrakce je obvykle 10–20 Hz; jsou vybavena hustou sítí kapilár a četnými mitochondriemi, obsahují velké množství tukových inkluzí (energeticky bohaté zásoby substrátu) a myoglobinu (jsou výrazně červené) a převažuje v nich oxidativní metabolismus.
- Vlákna typu FOG (fast oxidative glycolytic) jsou středně rychle unavitelná s rychlou kontrakcí, vysokou glykolytickou a významnou oxidativní aktivitou.
- Vlákna typu FG (fast glycolytic) jsou rychle unavitelná, frekvence jejich kontrakce je typicky 30–50 Hz, obsahují hodně glykogenu a málo myoglobinu, jsou zapojena při silových a rychlostních výkonech maximální intenzity (Cram, 2011; Silbernagl & Despopoulos, 2004).

Svaly můžeme dále rozdělit podle jejich tvaru na cirkulární, multipenátní, paralelní třmenové, unipenátní, konvergentní, paralelní fuziformní a bipenátní (Jarmey & Sharkey, 2019). Umístění těchto svalů na těle člověka je graficky znázorněno na obrázku 2.



Obrázek 2. Tvary svalů (Jarmey & Sharkey, 2019, 29)

Podle Jarmeho a Sharkeyho (2019) můžeme svaly rozdělit jak podle jejich tvaru, tak podle jejich činnosti, a to na svaly posturální a svaly fázické. Posturální svaly napomáhají vzpřímenému držení těla, tyto svaly jsou vytrvalé a silné, jsou lépe cévně zásobené, jsou odolnější a méně citlivé na dráždivost. Mají rychlejší schopnost regenerace, jsou neustále v napětí, a to i v klidovém režimu. Posturální svaly se mohou zkracovat, je potřeba je neustále protahovat, jinak by mohlo dojít ke snížení rozsahu v kloubech. Mezi posturální svaly můžeme zařadit svaly šíjové, horní část svalů trapézových a zdvihač lopatky, prsní svalstvo, zádové svalstvo, ohybače kyčle, přitahovače stehen, trojhlavé lýtkové svaly a hamstringy.

Druhou skupinou svalů jsou svaly fázické, jejichž hlavní činností je podílení se na vykonávání pohybu. Podle H. a M. Jarkovské (2016) je fázických svalů jen polovina oproti svalům posturálním. Fázické svaly se velmi rychle unaví, jsou hůře cévně zásobené, jejich regenerace je pomalejší. Fázické svaly bez nuceného pohybu nepracují, jsou v klidovém režimu, nicméně vlivem nečinnosti

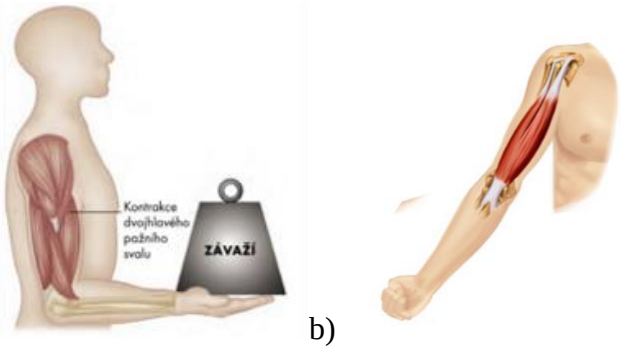
ochabují a slábnou, protože je u nich snižováno svalové napětí. Fázické svaly je nutno posilovat, a to důkladně, pohybově přesně.

Mezi fázické svaly můžeme zařadit ohybače krku a hlavy, horní vlákna na velkém prsním svalu, zadní část deltového svalu, rotátory pažní kosti, mezilopatkové svaly, břišní svaly, hýžďové svaly, čtyřhlavý sval stehenní a přední a boční skupinu bércových svalů (Dylevský et al., 2012).

2.2 Svalová kontrakce

Všechny svaly disponují klidným svalovým tonusem, napětím. Startovací napětí je rozhodujícím faktorem pro kvalitní svalovou kontrakci. Aktivní činnost svalu, kdy je vyvíjena určitá síla, je nazývána svalovou kontrakcí. Svalová kontrakce znázorňuje dráždivost svalu na konkrétní nervový podnět. Čím více svalových vláken je drážděno, tím více se sval smršťuje, a tím větší celková síla vzniká. Aby mohl být sval smrštěn, musí mít dráždicí podnět určitou intenzitu (určitou intenzitu prahového podnětu). Pokud je podnět příliš slabý nebo podprahový, sval na něj nijak nezareaguje (Jarkovská & Jarkovská, 2016).

Svalová kontrakce vzniká funkčním pohybem, při kterém dochází k souhře svalové práce, a nejen k izolovanému pohybu jednoho svalu. Díky svalové součinnosti, kdy vzniká svalová kontrakce, je umožněno provádět spousty pohybů celého těla, jako je chůze, běh, konkrétní cvik atd. Při svalové kontrakci dochází především ke zkracování svalu, které můžeme sami na sobě pozorovat. Svalové buňky vytvářejí napětí aktivně a jsou závislé na poměru sil, které se vztahují ke stahovanému svalu, ale také k protikladnému odporu. Sval se v případě svalové kontrakce zkracuje, prodlužuje anebo zůstává stejný. Svalovou kontrakci rozdělujeme na dynamickou nebo statickou (Clippinger & Isacowitz, 2017). Příklad svalové kontrakce je uveden na obrázku 3.



a) b)

Obrázek 3. Svalová kontrakce (Jarmey & Sharkey, 2019, 27)

Obrázek 3a) znázorňuje svalovou kontrakci dvojhlavého pažního svalu v případě, kdy jedinec drží závaží v dlaních, kolmo k tělu; 3b) znázorňuje dvojhlavý sval pažní v klidovém stavu.

Svalová kontrakce ve svalu vyvíjí sílu nebo mění délku svalu, popřípadě se může podílet na obojích činnostech. Svalovou kontrakci můžeme rozdělit na izometrickou a izotonickou, popřípadě na kombinaci obojího, což je nejčastější forma svalové kontrakce. Při většině z prováděných svalových činností se vyvíjí jak síla, tak délka svalu (Máček & Radvanský, 2011).

„Ke kontrakci svalu dochází při jeho stimulaci, kdy se přibližují jeho připojení k sobě, ale ne vždy vede ke zkrácení svalu. Pokud kontrakce svalu nevede k pohybu, nazýváme ji izometrickou, při izotonické kontrakci dochází k pohybu. Izometrická kontrakce se vyskytuje, pokud narůstá napětí svalu, ale nemění se jeho délka. Jinými slovy, přestože se sval napíná, nedochází k pohybu v kloubu, přes který sval pracuje. Izotonická kontrakce svalu umožňuje pohyb. Existují dva typy izotonické kontrakce: koncentrická a excentrická.“ Koncentrická kontrakce zahrnuje pohyb svalových úponů a napomáhá pohybu v kloubech. Excentrická kontrakce zahrnuje práci svalových vláken pod kontrolou, dále napomáhá zpomalování pohybu v době, kdy by gravitace mohla pohyb příliš zrychlovat, uplatňuje se například v případě spouštění předmětu, který je držen v ruce a spouštěn dolů podél těla. V případě koncentrické kontrakce se sval zkracuje, v případě excentrické kontrakce se sval natahuje (Hamill & Knutzen, 2009).

Svalová kontrakce je významným konzumentem energie. Během svalové kontrakce dochází k přeměně chemické energie na mechanickou energii (Mourek, 2012).

Mezi slabostmi svalů svalového původu a nervového původu lze změřit rozdíl, a to na základě elektrického dráždění.

Pokud chceme měřit rozdíl mezi slabostí svalu svalového původu nebo slabostí svalu centrálně nervového původu, pak použijeme elektrické dráždění. Pokožka se pečlivě ošetří éterem a připevní

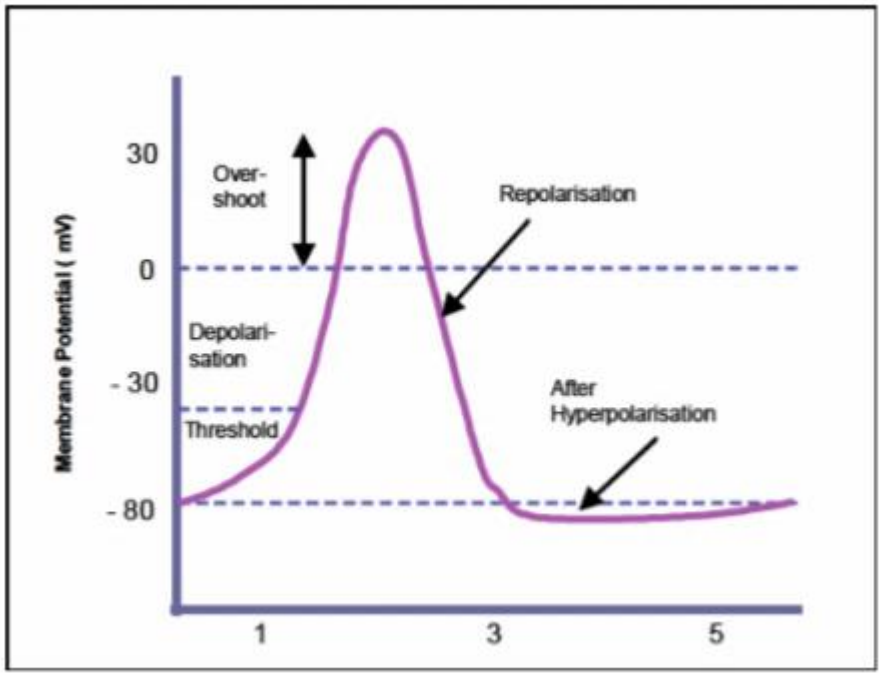
se na ni malá povrchová elektroda. Pokožka je pak drážděna galvanickým proudem s velmi krátkým impulzem (impulzy). Samovolně nesmíme přecházet na vyšší frekvenci dráždění, protože by byla vyvolána tetanizace svalu, která je velice nepříjemná. Podráždění elektrickým proudem způsobuje velkou svalovou kontrakci, a to v celém rozsahu svalu. Musíme tedy rozeznávat kontrakci, která je vyvolána elektrickým proudem, a kontrakci, která je vyvolána požadovaným volním příkazem. Poté vyhodnocujeme komplexnost významu této kontrakce, a to jak z pohledu diagnostického, tak z pohledu terapeutického. Po tomto způsobu elektrogymnastiky jsou po stimulaci viditelné výsledky. Pohyb, který před stimulací nebylo možné provést, již po stimulaci provést lze. Dochází také k lepšímu kontrahování svalu, a to i při volní kontrakci (Švestková et al., 2006).

2.2.1 Klidový a akční potenciál

Jak jsme již zmínili v podkapitole o stavbě svalu, svalové vlákno je pokryto buněčnou membránou, sarkolemou, která je v případě relaxace svalu polarizována. Na membráně živých buněk je elektrický potenciál, který se u podráždění svalových a nervových buněk nazývá klidový membránový potenciál a podle typu buňky činí -50 až -100 mV (vnitřek buňky je negativně nabitý). Jeho příčinou je nerovnoměrné rozložení iontů mezi intra a extracelulární tekutinou, udržované především Na^+ -K^+-ATPázovou pumpou a rozdílnou propustností membrány pro jednotlivé ionty (Silbernagl & Despopoulos, 2004).

Aktivace alfa motoneuronu předního rohu míchy pokračuje vedením excitace podél motorického nervu a po uvolnění transmiterů na nervosvalové ploténce vede ke vzniku ploténkového potenciálu ve svalových vláknech inervovaných tímto alfa motoneuronem. To pozmění permeabilitu sarkolemy pro jednotlivé ionty a dovnitř se dostává proud Na^+ iontů. Dochází k depolarizaci membrány, a jakmile dosáhne určitou prahovou hodnotu, rychlost změny potenciálu se zvyšuje – vzniká akční potenciál (AP) (viz obrázek 4). Depolarizace rychle pokračuje a povrch se stává dokonce elektronegativní – dochází k obrácení polarity membrány, k tzv. transpolarizaci (overshoot). Membránový potenciál stoupá z -80 mV až k +30 mV. Okamžitě nastupuje repolarizační fáze a membránový potenciál se rychle navrací ke klidové úrovni. Po jejím dosažení dochází ještě k mírné hyperpolarizaci, která plynule přechází zpět ke klidovému potenciálu (Konrad, 2005; Trojan & Trojan, 2003).

Akční potenciál, počínaje v místě nervosvalové ploténky, pokračuje podél svalového vlákna oběma směry a uvnitř vlákna se šíří systémem T-tubulů (Konrad, 2005).



Obrázek 4. Akční potenciál (Konrad, 2005, 7)

Základní mechanismus svalové kontrakce tedy spočívá v interakci aktinu a myozinu. Ve svalech se kolem myofibril nacházejí vačky sarkoplazmatického retikula, které mohou uvolňovat ionty Ca^{2+}. Na aktinových vláknech jsou uchyceny molekuly troponinu, kolem kterých se ovíjejí vlákna tropomyozinu. Obě látky spolu s ionty kontrolují přístup hlav myozinu k aktinu. Ionty Ca^{2+} se po podráždění svalové buňky spojují s molekulami troponinu na aktinových filamentách, čímž změní její tvar. Tropomyozinová vlákna jsou odstavena z vazebných míst pro hlavy myozinu, čímž se vytvářejí podmínky pro vlastní kontrakční děj. Hlavy myozinu se po napojení na aktin nakloní, přičemž posunou vlákna aktinu a myozinu tak, že dojde ke zkrácení sarkomery. Téměř okamžitě se uvolní a znovu napruží, čímž se připraví na nové ohnutí. Tento cyklus se opakuje, dokud trvá dráždění prostřednictvím nervového vlákna a svalová buňka má dostatek energie na obnovu elastického potenciálu hlav myozinu. Energie nutná k napojení a deformaci myozinu je získávána štěpením ATP na ADP (Schmidt, 1993).

Dle Kohlíkové (2004) můžeme průběh svalové kontrakce shrnout do 5 částí:

1. Dochází k aktivaci nervosvalové ploténky, tím se zvýší vodivost membrány pro sodné a draselné ionty.

2. Vznikne ploténkový potenciál.
3. Vytvoří se akční potenciál ve svalovém vláknu.
4. Sarkoplazmatické retikulum uvolní vápenaté ionty ve svalovém vlákně.
5. Dochází k interakci tenkých (aktinových) a silných (myosinových) vláken, a tím ke zkrácení sarkomery.

V této části jsme definovali svalovou soustavu a popsali si průběh svalové kontrakce, která je klíčová v dalších částech této práce. V následující části nastíníme základy elektroterapie a samotnou elektrickou stimulaci.

2.3 Elektroterapie

Jak jsem již výše zmínila, elektrický proud byl využíván ještě před naším letopočtem. Než si popíšeme využití elektrostimulace v dnešní podobě či moderní využití ve sportovním odvětví, budeme se v této podkapitole věnovat charakteristice elektroterapie. Dále se zaměříme na vývoj elektroterapie, oblasti jejího působení a jejího účinku.

2.3.1 Charakteristika elektroterapie

Fyzikální podstatou elektroterapie je elektrický náboj, elektrický proud a jeho jednotka.

„Elektrický náboj je fyzikální veličina, která vyjadřuje velikost schopnosti působit elektrickou silou. Může mít buď kladnou hodnotu (kationt), nebo zápornou hodnotu (aniont). Souhlasné náboje (kladný a kladný) se odpuzují, nesouhlasné (kladný a záporný) přitahují. Jednotkou elektrického proudu je ampér (A). Počet kmitů za sekundu v elektrickém obvodu vyjadřuje frekvence proudu, jejíž jednotkou je hertz (Hz)“ (Zeman, 2013).

Elektrický proud je uspořádaný pohyb elektrického náboje. Směr pohybu proudu se stanovil dohodou jako směr pohybu kladného náboje. V předchozím odstavci je uvedeno, že nesouhlasné náboje se přitahují, takže kladný náboj bude přitahován záporným, z toho plyne, že směr pohybu proudu je od + k – (tato dohoda o směru pohybu proudu platí i v případě záporně nabitých nosičů náboje, které se ve skutečnosti pohybují logicky opačným směrem) (Ambler, 2010).

Elektroterapie je léčba velmi náročná, pokud je provedena neodborně nebo je v případě léčby chybováno, může mít terapie jak negativní dopady na pacienta, tak i právní důsledky pro terapeuta.

Účinek elektroterapie je podobný masáži nebo cvičení, nicméně musí být provedena velmi odborně (Komačeková, 2006).

Při elektroterapii lze svaly snadno kontrahovat, a to díky ohraničenému motorickému bodu nervu, který má za úkol zásobovat sval. Při elektroterapii je pacientovi doporučeno dávkování proudu v mA, s různou velikostí elektrod. Při dalších terapiích se řídíme podle pacientových pocitů vnímání proudu a podle kontrakcí svalstva, záleží především na senzitivní prahové intenzitě a motorické prahové intenzitě (Storck, 2010).

Elektroterapie můžeme rozdělit do hlavních proudů podle rozsahu frekvence. Mezi hlavní proudy patří galvanoterapie, impulzoterapie, smíšené proudy, středněfrekvenční proudy a dále vysokofrekvenční proudy. Elektrostimulaci řadíme mezi nízkofrekvenční terapie, impulzoterapie.

Rozdělení elektroterapie podle frekvence lze charakterizovat následovně:

Tabulka 1. Rozdělení elektroterapie (Navrátil et al., 2019, 135)

Rozsah frekvence	Typ proudu	Metody terapie
0 Hz	galvanoterapie	galvanoterapie, hydrogalvanizace, iontoforéza, elektroforéza
nízkofrekvenční 0–1000 Hz	impulzoterapie	elektrostimulace, elektroanalgezie kardiostimulace, kardioverze, defibrilace
	smíšené proudy	diadynamické proudy
		jednoduchá a složitá elektrodiagnostika, magnetoterapie, TENS proudy, Träbertovy proudy
středněfrekvenční 1000–100 000 Hz	středněfrekvenční proudy	interferenční proudy, Rebox
vysokofrekvenční nad 100 000 Hz	kmitočet 3–30 MHz	krátkovlnná diatermie
	kmitočet 0,3–3 GHz	ultrakrátkovlnná a mikrovlnná diatermie

Práce se specializuje především na nízkofrekvenční proudy prováděné formou impulzoterapie, mezi které elektrostimulace, forma elektroterapie, patří.

Při elektroterapii je rozhodující především senzitivní a motorická prahová hodnota proudu. Může dojít ke 4 situacím (stupňům) senzitivní prahové hodnoty proudu, které mohou být podle Storcka (2010) následovné:

1. Senzitivně podprahová: pacient nepociťuje proud.
2. Senzitivně prahová: právě zaznamenaný vjem proudu (šimrání, mravenčení).
3. Senzitivně nadprahová: zřetelně vnímaný proud, ale ne nepříjemně (nepálí, nepíchá).

4. Senzitivně prahová tolerance: právě ještě snesitelná, ale bez poškození kůže (IT křivka, terapie obrny).

Motorická prahová hodnota proudu popisuje 3 možné situace prahové hodnoty proudu:

- Motoricky podprahové: sval nijak nereaguje na podnět.
- Motoricky prahové: sval reaguje s minimálním záškubem, které jsou prvně viditelné a prvně pociťované.
- Motoricky nadprahové: jsou viditelné velmi intenzivní svalové kontrakce (Storck, 2010).

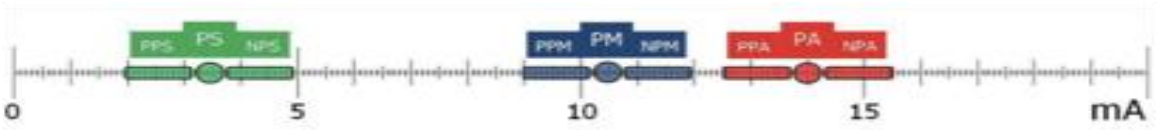
Absolutní intenzita, pro kterou je elektrický proud dodáván při konkrétní aplikaci, je udáván v mA (miliampérech). Vzhledem k interindividuálním rozdílům v kožním odporu, který navíc při aplikaci kolísá, se absolutní intenzita v případě preskripce pro elektroterapii nepoužívá. Pro případy preskripce a praktické aplikace elektrického proudu je používána subjektivní intenzita, která je vlastní vnímání každého pacienta zvlášť. Intenzitu pak rozlišujeme na senzitivní, prahově motorickou a prahově algickou (Zeman, 2013).

Prahově senzitivní intenzita (PS) je chvíle, kdy pacient v důsledku postupného zvyšování intenzity zacítí první vjemy při průchodu elektrického proudu, které se nejčastěji projevují jako brnění a mravenčení. Podprahové senzitivní intenzity (PPS) znamenají mírně sníženou intenzitu, a to po dosažení intenzity PS, což můžeme specifikovat jako nadprahově senzitivní intenzitu (NPS), která vyjadřuje mírné zvýšení intenzity nad prahově senzitivní intenzitu (Slovák & Jíra, 2010).

Prahově motorická intenzita (PM) je chvíle, kdy dojde k prvnímu svalovému záškubu. Nastavení podprahově motorické intenzity (PPM) můžeme charakterizovat jako mírné snížení intenzity po dosažení intenzity PM, kdy nadprahově motorická intenzita (NPM) specifikuje mírné zvýšení intenzity nad PM.

Prahově algická intenzita (PA) je chvíle, kdy dochází k cítění prvních pocitů bolesti. Nastavení podprahově algické intenzity (PPA) můžeme specifikovat jako mírné snížení intenzity po dosažení intenzity PA, kdy nadprahově algická intenzita (NPA) se nepoužívá (Zeman, 2013).

Na obrázku níže je graficky znázorněna subjektivní intenzita vzhledem k absolutním hodnotám v miliampérech. Subjektivní intenzita je vlastní každému klientovi zvlášť, tento klient má PS = 3,4 mA, PM = 10,5 mA, PA = 14 mA.



Obrázek 5. Subjektivní intenzita (Zeman, 2013, 15)

Elektroterapie nemůže být prováděna, pokud je u pacienta známa všeobecná nebo lokální kontraindikace. Rozdělení kontraindikací je uvedeno v tabulce níže:

Tabulka 2. Rozdělení kontraindikace (zpracováno dle Storcka, 2010)

Všeobecné kontraindikace	**Lokální kontraindikace**
Dispozice kardiostimulátorem	Kovový implantát, mimo proudů (např. TENS)
Horečnaté onemocnění	Bederní krajina a oblast břicha při těhotenství
Akutní hnisavý proces	Dolní část trupu při menstruaci
Podezření na nádorové onemocnění	Trombóza
Infekční choroba	Tromboflebitida
Pokročilá ateroskleróza	Ekzém
Parkinsonova choroba	Edematózní zduření měkkých částí, které jsou pohmatově teplé
Nesnášenlivost elektroléčby	Čerstvá poranění, krvácení

Zatímco všeobecné kontraindikace elektroterapie se týkají dlouhodobých stavů, při kterých není možno léčbu provádět, lokální kontraindikace se týkají akutních nebo aktuálních stavů, při kterých není vhodné takovou formu terapie provádět.

2.3.2 Oblasti působení a účinky fyzikální elektroterapie

Elektroterapií se budeme zabývat pouze z hlediska fyzikálního. Fyzikální terapie můžeme rozdělit na kontaktní a nekontaktní.

Mezi kontaktní elektroterapie patří galvanoterapie, klidová galvanizace, nízkofrekvenční proudy, diadynamické proudy, elektrogymnastika, elektrodiagnostika a elektrostimulace. Mezi nekontaktní elektroterapie můžeme zařadit krátkovlnnou diatermii a distanční elektroterapii. Jako samostatnou skupinu pak můžeme chápat magnetoterapie, fototerapie, fototerapie polarizovaným zářením, hydroterapie, vodoterapie a další (Dungl et al., 2014).

Mezi základní kontaktní elektroterapie můžeme zařadit využívaní nízkofrekvenčních a středněfrekvenčních proudů.

Nízkofrekvenční elektroterapie jsou prováděny diadynamickými proudy, které slouží k tišení bolesti, kdy je za pomoci dvou plošných elektrod nastavena intenzita pulzů podle subjektivních pocitů pacienta. Cílem terapie je jak snížení bolesti, tak zvýšení prokrvenosti dané oblasti, především v důsledku úrazu, funkčních poruch, strukturálních poruch a podobných obtíží pohybového systému. Další formou nízkofrekvenční terapie může být využívání transkutánní elektrické neurostimulace (TENS), která je založena na principech vedení bolestivých vzruchů a vnímání bolesti, za jejichž pomoci lze potlačit nebo zmírnit dráždění nervů v nervovém systému na různých úrovních. Využívané impulzy se odlišují svými tvary, ale také délkou, která je od 0,01 ms do 0,75 ms (Jonáková et al., 2017, 25). TENS přístroj je uveden na obrázku 6.

Obrázek 6. TENS přístroj (Jonáková et al., 2017, 25)

TENS má vliv na různá bolestivá místa, která mohou být příčinou celkového bolestivého onemocnění, ale uvolňuje i hypertony a svalovou ztuhlost, čehož využíváme především při léčbě onemocnění pohybového ústrojí. Intenzita a forma proudu je daná místem aplikace a je také příčinou bolestivého stavu.

TENS může být prováděn ve třech typech, kdy závisí na využité intenzitě a frekvenci. První typ TENS funguje na frekvenci, která je vyšší než 50 Hz, kdy délka impulzů dosahuje 0,07 ms. Tento typ TENS je velmi dobře snášen, nicméně tkáně se na průchod proudu poměrně rychle adaptují a účinky terapie pak slábnou až vymizí, intenzita proudů musí být často zvyšována.

Druhý typ TENS (burst) je modernější formou. Délka impulzů se pohybuje v rozmezí 0,05–0,3 ms, kdy frekvence je nastavitelná (nejčastěji kolem 100 Hz). Impulzy jsou seskupeny do tzv. salv, kdy jsou impulzy seskupeny v salvě konstantně nebo je délka salvy konstantní.

Třetí typ TENS je nízkofrekvenční. Tento typ se využívá především při stimulaci zavedených akupunkturních jehel, ale také při perkutálním dráždění akupunkturních bodů. Intenzita impulzů pak záleží na hranici tolerance. Metoda je poměrně náročná, je velmi těžké nastavit její parametry, místo aplikace nebo dobu, po kterou bude terapie prováděna. Často se musí provádět metoda pokusu a omylu, aby byly parametry terapie nastaveny. Nízkofrekvenční TENS je aplikován nejčastěji při kauzalgii, fantomových bolestech, talamických bolestech, běžných bolestech páteře, bolestech hlavy a poúrazových bolestech pohybového ústrojí (Nemocnice Břeclav, 2013).

Další obsáhlou skupinou je využívání středněfrekvenčních proudů, které jsou využívány v rozpětí od 2 500 Hz do 12 000 Hz. Středněfrekvenční proudy nemají interpolární tepelné účinky. Jsou pouze nevýrazné a jsou využívány v různých středněfrekvenčních kmitočtech při vzájemné interferenci, na základě tzv. interferenčních proudů. Tyto kmitočty jsou charakteristické nízkou frekvencí sinusového tvaru. Interferenční proudy jsou dva středněfrekvenční proudy, které zaznamenávají sinusový průběh s různou frekvencí a plynulou změnou frekvencí. Díky této aplikaci lze snadněji dosáhnout vyšší intenzity a hloubky účinku než jakého lze dosáhnout nízkofrekvenčním proudem. Interferenční proudy jsou aplikovány dvěma nebo čtyřmi elektrodami, které jsou plošné. Účinek těchto proudů tkví v lepší prokrvenosti dané oblasti a navazování svalové relaxace. Využívány jsou především při posttraumatickém stavu, ale také při funkční nebo orgánové poruše pohybového systému (Beneš et al., 2015).

Pokud se zaměříme pouze na kontaktní terapie, mezi které patří elektrogymnastika a elektrostimulace, které jsou předmětem zkoumání, pak lze říci, že elektroléčba je metodou fyzikální terapie, kdy je využíváno elektrických proudů na organismus za účelem terapie. Při kontaktní elektroterapii jsou využívány elektromagnetické pole a proudy, aplikované elektrodami, které jsou přikládány na pacientovu pokožku. Pokud je povrch ošetřované části těla poškozený nebo nedostupný, pak nemůže elektroterapie proběhnout. Pro kontaktní terapii je využívána galvanoterapie prostřednictvím klidové galvanizace nebo iontofrézy, dále nízkofrekvenční proudy prostřednictvím diadynamických proudů, TENS nebo Träbertových proudů. Dále jsou využívány středněfrekvenční proudy (interferenční proudy nebo speciální vektorová pole), dále elektrogymnastika, elektrodiagnostika nebo elektrostimulace (Dungl et al., 2014).

Pokud se úzce zaměříme pouze na účinky a oblasti působení elektrogymnastiky, elektrodiagnostiky a elektrostimulace, pak můžeme uvést následující.

Elektrogymnastika je charakteristická vyvoláváním kontrakcí příčně pruhovaných svalů, za pomoci elektrických dráždění. Cílem elektrogymnastiky je posílit sval nebo ho zařadit do správného pohybového stereotypu. Posilovány jsou především ty svaly, u kterých pacient neumí volně vyvolávat kontrakce. Dále jsou posilovány hypotrofické svaly po operacích nebo dlouhodobých fixacích. Elektrogymnastika využívá středněfrekvenčních proudů s frekvencí od 2 500 Hz do 12 000 Hz, s frekvenční modulací od 30 Hz do 60 Hz.

Oblasti působení elektrodiagnostiky a elektrostimulace jsou úzce propojené. Předpokladem elektrostimulace je elektrodiagnostika. Pro elektrostimulace je využíváno šikmých nebo trojúhelníkových pulzů, u kterých intenzita postupně vzrůstá, což je nutné, protože tím, jak se nedenervovaný sval postupně adaptuje na určitou intenzitu, by mohlo dojít k neúčinnosti stimulace. Denervovaná svalová vlákna schopností adaptace nedisponují, a tak je u nich možné využívat poměrně stejné intenzity pravoúhlých pulzů.

Elektrostimulace je prováděna v motorickém bodu svalu, kde je očekáváno, že i minimální dráždicí proud vyvolá ve svalu kontrakci (Dungl et al., 2014).

Po objasnění pojmu elektroterapie a její fyzikální podstaty se dostáváme k termínu obdobnému, k elektrostimulaci, jíž se budeme zabývat v následující kapitole.

2.4 Elektrostimulace

V této kapitole budou popsány předpoklady pro úspěšnou elektrostimulaci, také odvětví, kde je elektrostimulace využívána, či přístroje, jež jsou při elektrostimulaci využívány.

2.4.1 Charakteristika elektrostimulace

Předpokladem úspěšné elektrostimulace je primárně důkladné stanovení optimálních parametrů. Elektrostimulace je prováděna šikmými nebo trojúhelníkovými pulzy, s postupným zvyšováním jejich intenzity. Tyto impulzy jsou voleny záměrně, jelikož denervovaná svalová vlákna nedisponují schopností adaptace, a pomocí šikmých impulzů pak lze stimulovat denervovaná vlákna. Šikmý pulz stejné intenzity vyvolá podobnou kontrakci jako pravoúhlý pulz, který dokáže vyvolávat kontrakci nedenervovaných svalových vláken, poněvadž nárůst intenzity u pravoúhlého impulzu je ve své podstatě okamžitý. Taková stimulace se nazývá selektivní. Délka provádění elektrostimulace je závislá na délce regenerujícího axonu, pokud je známa předpokládaná regenerace periferního nervu (za předpokladu 3 mm/den) (Dungl et al., 2014).

2.4.2 Účinky elektrostimulace a oblasti jejího využití

Elektrostimulace je využívána především při denervačním syndromu, který je zapříčiněný porušením periferního motoneuronu. Podle Zemana (2013) existují tři základní poškození nervu:

- Neuropraxe – nejnižší stupeň poškození – vlákno i myelinový obal jsou zachovány, je přítomna pouze porucha vedení.
- Axonotmeze – přetětí osového vlákna, myelinová pochva zachovaná.
- Neurotmeze – úplné přerušení vlákna se všemi obaly.

Elektrostimulace se může využívat v různých odvětvích, a to jak ve zdravotnictví, sportu, tak i při rehabilitačních cvičeních atp.

V odvětví zdravotnictví lze využívat elektrostimulaci například prostřednictvím působení na jednotlivé vnitřní orgány, soustavy, ale i v případě působení na určité zdravotnické kompenzační pomůcky. Může se tak jednat o působení na střeva, kdy jsou díky elektrostimulaci zvládány ileózní stavy, nebo působením na periferní nervovou soustavu, kdy se u ochrnutých osob podporuje stah určitého svalu nebo svalů, kdy je elektrostimulací umožňováno ohýbat nohu v kotníku, díky čemuž lze podporovat rozvoj chůze ochrnutého člověka. Bylo prokázáno, že u takových osob se chůze podstatně zlepšila, či dokonce normalizovala (Fox & Sharp, 2007).

Elektrostimulace využívá přesně tvarované proudy, ve tvaru pravoúhlých impulzů, které mají strmý nebo pozvolný nástup. Impulzy jsou sinusové, modulované. Účinky impulzů elektrostimulace jsou závislé na síle a intenzitě proudových impulzů, frekvencí, době trvání a rychlosti a strmosti nástupu. Podle Navrátila et al. (2019) je základní efekt proudu používaného v impulzoterapii dráždivý. Dráždění rozdělujeme na přímé a nepřímé. Přímé dráždění je dráždění bříška svalu a nepřímé je dráždění motorického nervu. Používáme frekvence 0,25–200 Hz se šířkou dráždicího proudu kolem 10 ms.

Mezi hlavní využití elektrostimulace můžeme zařadit například její aplikaci při:

- kardiostimulaci,
- konzervativní léčbě, například formou selektivní elektrostimulace paretických svalových vláken a svalových skupin (jako prevence hypotrofie a atrofie denervovaných svalových vláken),
- následné péči po chirurgických zákrocích (posilování přerušených nervů),

- lokální stimulaci funkčních poruch, například nepohyblivých hlasivek (Kaiser et al., 2016),
- léčbě bolesti způsobené dlouhodobou fixací, při akutní bolesti (Merkusová & Orel, 2010).

2.5 Elektromyostimulace

Elektrická stimulace svalů, známá také jako elektromyostimulace, je vyvolávání svalové kontrakce pomocí elektrických impulzů. Impulzy napodobují akční potenciál, který vychází z centrální nervové soustavy, a způsobují kontrakci svalů (Zatsiorsky & Kraemer, 2006).

Elektromyostimulace (EMS) se používá hlavně v rehabilitačních programech, kdy byla narušena nervová funkce, například v důsledku zranění. Považuje se za dobrý doplněk nebo doplněk dobrovolného procesu. V posledních letech ji sportovci využívali také v rámci vzdělávacích programů k rozvoji síly a fyzické výkonnosti (Maffiuletti et al., 2000).

2.5.1 Charakteristika EMS tréninku

EMS (= elektrická stimulace svalů nebo elektromyostimulace) je nový „sport“, který původně pochází z fyzioterapie. Tento vysoce intenzivní trénink celého těla využívá nízkofrekvenční elektrické impulzy ke stimulaci svalů, které jsou běžnými tréninkovými metodami často ignorovány. Během tréninku EMS, který trvá pouze asi 20 minut, jsou stimulovány všechny velké skupiny svalů, také základní svaly. I přes jeho krátké trvání je EMS stejně efektivní jako několik hodin tradičního silového tréninku.

Rutinní cvičení se skládá z dynamických i statických cvičení, která se mohou různě měnit. Elektrický impulz je přenášen do těla pomocí elektrod. Jak trvání, tak intenzita impulzů jsou řízeny pomocí EMS zařízení, které umožňuje stimulovat každou skupinu svalů jednotlivě, s různou nebo stejnou intenzitou.

Účinnost cvičení EMS byla vědecky prokázána. EMS je celotělové cvičení posilující všechny skupiny svalů. Díky tomuto efektivnímu budování svalů naše tělo spaluje více kalorií, což nám pomáhá zhubnout a snížit tělesný tuk. EMS také bojuje proti celulitidě a napíná naši pokožku. Je to také účinný způsob prevence a rehabilitace běžných problémů se zády, jako je třeba snížení svalového napětí (EMS training, 2019).

Při tréninku EMS jsou svaly aktivovány elektrickými impulzy zvenčí. Sval reaguje kontrakcí. V závislosti na typu proudu je možné zaktivovat sval až z jeho 100 %, kdy jsou zapojovány všechny

hlavní svalové skupiny současně. Možná i proto se někteří domnívají, že je EMS tak efektivní (Stimawell, 2019).

EMS trénink se využívá především pro sportovní účely, v současné době je velmi rozšířen v nabídce fitcenter. Jak může vypadat takový EMS trénink, je znázorněno na obrázku níže.

Obrázek 7. Ukázka EMS tréninku (Caha, 2016)

Při EMS tréninku je cvičící v poměrně stabilní pozici, kdy je napojen speciálními elektrodami na elektrickou energii, která přispívá k aktivizaci svalů a následnému spalování kalorií. Využití EMS tréninku není časově nijak omezeno, lze jej aplikovat denně, na různé partie, jako při jiných druzích tréninku.

Náklady na pořízení přístroje jsou přijatelné, postačí jeden přístroj na jednoho klienta, není zapotřebí vybavovat EMS centrum několika desítkami přístrojů. Přístroj lze pořídit i do velmi malého prostoru, protože postačí pouze jeden. Při cvičení na stroji se klient příliš nezapotí, ale cítí stejnou, někdy i vyšší únavu než po klasickém silovém tréninku. EMS přístroje jsou pro fitcentra lukrativní, poněvadž cvičení na stroji vyjde klienta téměř jednou tolik dráž než klasická lekce v posilovně.

K tréninku klient nepotřebuje příliš vůle, kontrakce svalstva probíhá pomocí elektrických impulzů. Elektrické impulzy jsou aplikovány na takovou svalovou partii, kterou klient požaduje zpevnit. Při EMS lze zatížit sval z jeho 100 %, což je pro klienty výhodnější, při klasickém svalovém tréninku nelze takového zatížení docílit. EMS trénink nevyhledávají pouze siloví sportovci, ale také klienti, kteří požadují nápravu ochablých svalů v rámci léčby nebo rehabilitace, dále z důvodu nemožnosti využít jinou neurostimulaci, z důvodu parézy aj. EMS dokáže stimulovat

svalovou hmotu, ale také dokáže napomoci k růstu svaloviny a k minimalizaci svalové únavy způsobené zátěží.

Pokud shrneme účinky EMS, pak můžeme uvést mimo jiné především níže uvedené:

- zrychlení kontrakce svalu,
- nárůst síly,
- podpora svalové hypertrofie,
- aktivizace veškerých svalových vláken,
- aktivizace svalů při zánětech kosterní a svalové soustavy,
- dopomoc při procítění svalů, které jinými způsoby procítit běžnými technikami nelze (Caha, 2016).

2.5.2 Elektrostimulační přístroje

EMS přístroje lze zakoupit na internetu nebo jich využít především ve fitcentrech. V prvním případě je nutno říci, že trh je v dnešní době zahrnut obrovským množstvím různých elektrostimulačních přístrojů, ovšem jak v současnosti zkoumá FDA (Food and Drug Administration), většina z těchto přístrojů může být velmi nekvalitní, ba dokonce i nebezpečná (MedicineNet, 2002). Podle Mulcahy (2013) mohou elektrostimulační stroje bez certifikace způsobit popáleniny a úrazy elektrickým proudem.

Ve fitcentrech se nachází větší přístroje, na které si klient nejčastěji stoupne a veškerá činnost pak probíhá ve statické poloze. Často pak probíhá EMS pomocí elektrod, které jsou k přístroji připevněny drátky. S nápomocí umístění elektrod na tělo klienta velmi často pomáhají trenéři, kterými fitcentra disponují.

Opakem je EMS stimulátor, který je spíše „na doma“, je menší, až kapesní, a elektrody se mohou na tělo připevňovat i bezdrátově. Balení obsahuje stimulátor a elektrody, které pro cvičení nemusí být použity všechny. Příklad kapesního EMS stimulátoru je uveden níže.

Obrázek 8. Kapesní elektrostimulátor (Conrad, 2019)

Tento EMS stimulátor je digitální a umožňuje tři funkce, a to využití EMS stimulace, TENS stimulace anebo pouze využití masážních účinků, které jsou vyvolávány elektrickými signály. Tyto funkce lze také vzájemně kombinovat. K dispozici je 8 elektrod, které jsou samolepící.

Přístroj napomáhá vyvolávání příjemných pocitů, zmírňování bolesti, udržování tělesné kondice, tělesnému uvolnění, regeneraci svalů a odbourávání svalové únavy.

Přístroj nabízí firma Bauer, cena se pohybuje podle nabídky obchodů okolo 3 000 Kč. Další domácí EMS stimulátory prodávají i obchodníci jiných značek. Velkou výhodou je, že lze zakoupit elektromyostimulátor pouze pro danou, potřebnou oblast (EMS na oblast hýždí apod.) (Beurer, 2020).

Ve fitcentru se lze setkat s poměrně obsáhlejším EMS přístrojem, který je uveden níže.

Obrázek 9. EMS přístroj (Mimera, 2019)

Tento přístroj vyrábí firma Silverfox, pořizovací cena takového přístroje je okolo 30 000 Kč. Elektrické impulzy, které tento přístroj vydává, mají stimulovat svaly, zbavit tělo toxinů, prokrvit a aktivovat lymfatický systém. Přístroj má také funkci zeštíhlení, obsahuje 9 programů, a to na zvětšení prsou, pozvednutí poprsí, redukování přebytečného tuku v oblasti břicha a pasu, snižování tukového objemu v oblasti boků, ošetření dolních končetin, ramen, vyhlazování kůže na zádech a tváři. Přístroj také dokáže ošetřit a posílit svalstvo, a to svaly prsou, břicha, zad, ramen, předloktí, zad a ramen, stehen a lýtek (Mimera, 2019).

Na přístroje pro trénink EMS se soustředí několik specializovaných firem. Italská společnost Globus, švýcarská firma Compex a německá firma Miha Bodytec. Pro náš intervenční program byl použit přístroj uvedený níže.

Miha Bodytec 2

Po dobu zkoumaného období byl pro celotělovou elektromyostimulaci použit přístroj německé výroby Miha Bodytec 2. Mezi hlavní přednosti tohoto elektrického zařízení, vynalezeného v roce 2007, patří například velký barevný displej s vysokým rozlišením, vizuální trenér s 3D animací, vysoce kvalitní hliníkové pouzdro, stojan s rukojetí nebo třeba připojení pomocí WLAN, Bluetooth a USB. Zařízení dokáže vysílat jemné elektrické impulzy v rozmezí 2 až 150 Hz za sekundu.

Obrázek 10. Přístroj Miha Bodytec II (Miha-bodytec, 2020)

Kromě tohoto elektrického přístroje se k tréninku používá i speciální souprava trika a kalhot z bavlněného materiálu, které si klient obléká na nahé tělo. Na tuto soupravu oblečení se dále obléká elektrodový komplet, který je nutno pro tvorbu vodivého prostředí nejdříve nastříkat vodou. Elektrodový komplet se skládá z vesty, pásků na dolní a horní končetiny a hýžďový pás. Po nasazení všech těchto potřebných komponentů se vesta připojí k Miha Bodytec 2 a trénink může začít.

2.5.3 Využití elektrostimulace ve sportu

Využití elektrostimulace ve sportu je poměrně omezenější než jeho využití v medicíně. Podílí se na tom několik faktorů, kdy jedním z nich je fakt, že elektroprocedury mohou být využívány pouze na základě lékařské indikace. Podle Hoškové, Majorové a Novákové (2015) představují elektroprocedury využití účinků různých forem elektrické energie. Dělí se podle frekvence a typu použitého proudu. Jejich aplikace je vázána řadou předpisů, může být prováděna výhradně odborně školeným personálem, a to jedině na podkladě lékařské indikace. To omezuje jejich širší využití pro regeneraci ve sportu.

Pohyb a sportovní aktivity jsou nedílnou součástí života a udržování tělesného zdraví. Pohyb je jak aktivní činností, tak aktivním činitelem regenerace. Převažující práce vsedě nebo nadměrné požadavky na výkonnost jedince se negativně projevují poruchami pohybového aparátu

způsobenými nadměrnou zátěží nebo nedostatečnou zátěží, které mohou vést až k negativním anatomickým změnám pohybového aparátu.

2.5.4 Vliv elektrostimulace na svalovou soustavu

Elektrostimulaci lze využít například také v případě svalového vyčerpání.

Podle Poděbradské (2018) existují dvě krajní situace, při nichž může dojít ke vzniku reflexních změn v myofibrilách:

- Přetížení zdravého svalu nadměrnou zátěží (např. při profesní či sportovní neúměrné trénovanosti daného svalu). V tomto případě není potřeba použití farmakoterapie, naopak je doporučován kvalitní odpočinek či wellness procedury.
- Přetížení oslabeného svalu normální zátěží. Pokud je sval v danou chvíli oslaben, může být sval přetížen i běžnou zátěží. Oslabení svalu např. z přítomnosti RZ vede ke ztrátě dynamické svalové síly, a tedy výkonnosti. V případě, že se tato situace řeší navýšením tréninkové zátěže, vzniknou ve velmi krátkém čase další RZ a sval progresivně slábne. Naopak řádně indikovaná a provedená měkká technika, např. postizometrická relaxace, vyvolá okamžité zvýšení svalové síly.

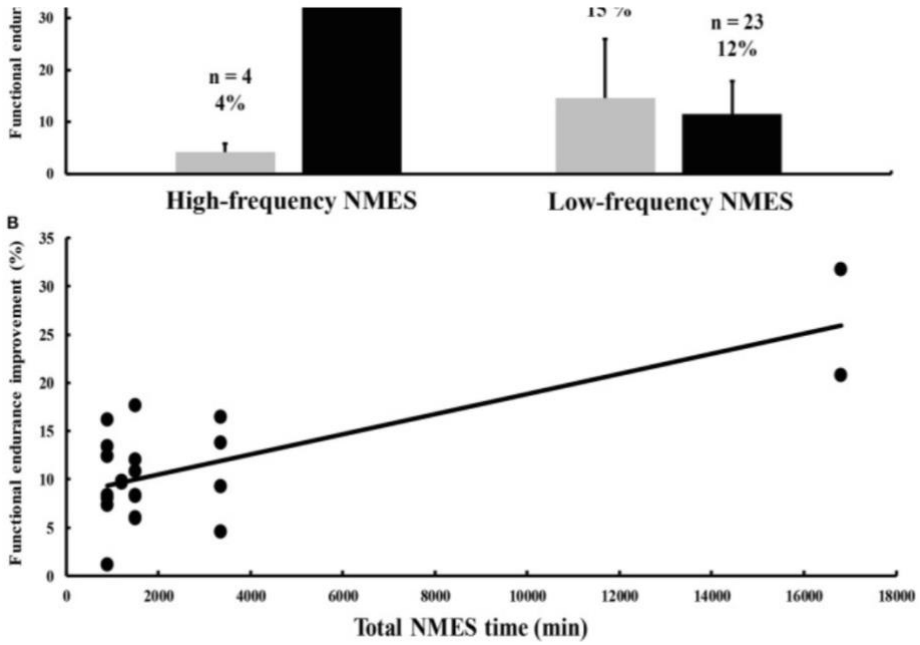
Někteří autoři se věnují zkoumání vlivu elektrostimulačního tréninku na nervosvalové únavové mechanismy před a po tréninku.

V laboratoři v Dijonu se pokusili zhodnotit účinky tréninku neuromuskulární elektrické stimulace (NMES) a následného detrainingu na mechanismy nervosvalové únavy. Deset mladých zdravých mužů absolvovalo jeden test únavy NMES před a po tréninkovém programu NMES po dobu 4 týdnů a znovu po 4 týdnech (Jubeau et al., 2007).

Únava svalů (maximální dobrovolná ztráta točivého momentu), centrální únava (selhání aktivace) a periferní únava (selhání přenosu a kontraktilní selhání) plantárních flexorových svalů byly hodnoceny pomocí řady elektricky vyvolaných a dobrovolných kontrakcí se současnými elektromyografickými a točivými záznamy. Na počátku byl maximální dobrovolný točivý moment významně snížen s únavou ($P < 0,001$), a to v důsledku aktivace i selhání přenosu. Po čtyřech týdnech byla maximální dobrovolná ztráta točivého momentu významně snížena ($P < 0,05$). Stejným způsobem byl zaznamenán relativní pokles svalové aktivace po tréninku s detonací výrazně nižší ve srovnání s výchozími hodnotami ($P < 0,05$) (Boschetti, 2008).

Krátkodobý NMES trénink potvrdil zmírnění plantárních flexorových svalů, čímž byla významně snížena únava svalů (po jednom cvičení NMES). Výsledek můžeme přičítat nižší centrální únavě způsobené pravděpodobně v důsledku přizpůsobení subjektu bolesti a nepohodlí během NMES (Jubeau et al., 2007).

2.5.5 Vliv elektrostimulace při svalovém a vytrvalostním tréninku



Obrázek 11. a) graf funkční vytrvalosti, b) vztah při léčbě NMES (Veldman, 2016)

Výše uvedený obrázek 11a) znázorňuje procentuální zlepšení funkční vytrvalosti po intervencích vysokofrekvenční a nízkofrekvenční neuromuskulární elektrické stimulace (NMES) u zdravých jedinců (šedé histogramy) a populace pacientů (černé histogramy). Čísla nad každým histogramem představují počet výsledných měření, ze kterých byla vypočtena průměrná změna a průměrná procentuální změna těchto výsledných měření. Většina dat, která nejsou stratifikována podle stavu a typu výsledného opatření, byla získána od Sillen et al. (2009). Svislé sloupce označují jednu standardní odchylku.

Obrázek 11b) představuje vztah mezi celkovou dobou léčby NMES na ose x a NMES vyjadřující indukované zlepšení procenta funkční vytrvalosti u pacientů trpících chronickým srdečním selháním (CHF) na ose y (R^2 je 0,54). Data byla získána z osmi různých studií publikovaných v letech 2003 až 2006 (Veldman, 2016).

2.5.6 Oblasti využití elektrostimulace v konkrétních sportovních aktivitách a sportech

Aplikace elektrostimulace ve sportu je poměrně oblíbená, sportovci prostřednictvím elektrostimulace trénují většinou sílu, posilování svalů, ale velmi rádi využívají také stimulaci po zátěži, pro regeneraci svalové a kosterní soustavy.

Například v atletice je elektrostimulace velmi populární, poněvadž závodní dny jsou poměrně náročné. Elektrostimulace se aplikuje především v oblasti dolních končetin a bederní oblasti, kde je již po první aplikaci elektrických impulzů znatelná požadovaná úleva. Pokud bude 3× týdně zařazována stimulace po dobu 20 minut, pak můžeme v postižených oblastech očekávat rychlejší úlevu od bolesti a vyvarování se silných bolestí při dalším tréninku (Francis, 2001).

Elektrostimulace je využívána i v plavání, kdy díky ní lze podávat lepší výkony, poněvadž se vyvarujeme bolesti kloubů nebo způsobíme jejich oddálení. V případě plavání je znatelné zlepšení v koncentrických, excentrických i v izometrických silových schopnostech (Hansen, 2012).

V případě sportů, které jsou na klouby a svaly velmi náročné, jako například cyklistika nebo rugby, se elektrostimulace využívá především v rámci rehabilitace. Po těžkém sportovním zatížení, ale i mezi jednotlivými tréninky, lze docílit díky elektrickým impulzům rychlejší a efektivnější rehabilitace. Také dochází ke snadnější regeneraci celého těla při provádění sportu, což je velmi důležité, pokud chce sportovec podávat vysoké výkony (Gojdová, 2014).

2.6 Tělesné složení

Podle Hránského a Bunce (2014) vyjadřuje tělesné složení podíl jednotlivých komponent lidského organismu. Velikost a poměr jednotlivých komponent u každého člověka je individuální a je formován několika faktory, jako jsou pohlaví, věk či somatotyp. Mezi další faktory, které ovlivňují tělesné složení, patří výživa, fyzická aktivita, celoživotní pohybová zkušenost a celkový zdravotní stav. Nevhodné stravovací návyky a nedostatečný příjem hodnotných proteinů ve stravě mohou negativně ovlivnit proces nabírání svalové hmoty a také limitují rozvoj svalové tkáně (Pařízková, 1998).

Model tělesného složení můžeme vnímat z hlediska chemického či anatomického. Maud et al. (1995) uvádí, že po chemické stránce se tělo skládá z tuku, bílkovin, uhlovodanu, minerálů a vody. Z anatomického hlediska je pak tělo tvořeno tukovou tkání, svalstvem, kostmi, vnitřními orgány a ostatními tkáněmi.

Pohybová aktivita se nejvíce projevuje ve změně zastoupení tukové komponenty, což je nejvariabilnější komponenta hmotnosti těla (Riegerová, 2006). I my se v této práci zaměříme na změny tukové komponenty. Tuková komponenta by se měla při správně zvoleném cvičení snižovat, zatímco změny tukoprosté hmoty by měly být minimální.

Tělesné složení je aktuálním problémem a předmětem diskusí mnoha odborných a vědeckých studií a také sportovní praxe. Tělesné složení je důležité nejen u běžné populace (výživa, ontogeneze, nemoci), ale je rovněž součástí predikce výkonu a možností rozvoje sportovce.

Sportovci mají od obecné populace odlišné tělesné složení. Vzhledem k pravidelnému a plánovanému zatížení mají více aktivní hmoty a v závislosti na konkrétním sportovním odvětví nižší zastoupení tukové hmoty. Tělesné složení může poskytnout údaje o nutričním stavu sportovce (Andreoli et al., 2003), případně vypovídá o celkovém fyziologickém profilu (Melrose et al., 2007). Nadbytečná tuková hmota (označená v zahraniční literatuře jako „mrtvá hmota – dead weight“) je pro sportovce nežádoucí při činnostech, kdy musí být tělo opakovaně zvedáno oproti gravitaci (Reilly, 1996).

Pro hodnocení vývojových trendů tělesného složení jsou tedy velmi důležité zejména změny poměru mezi jednotlivými komponentami.

Mezi základní komponenty tělesného složení patří:

Tělesný tuk

U tělesného tuku můžeme vycházet z modelů, kdy lidské tělo je rozděleno na tukovou hmotu (fatmass – FM) a tukoprostou hmotu (fatfreemass – FFM). Tukovou hmotu chápeme jako chemickou látku, což znamená, že se jedná o všechny lipidy v našem těle, ale je třeba rozlišovat tukové buňky a tukové tkáně jako takové. Tuk je z chemického hlediska tvořen triglyceridy a dalšími sloučeninami. Celkový tělesný tuk je nutné rozdělit na dvě hlavní složky:

1. Tuk esenciální (základní, strukturální): je potřebný pro správné fungování a stavbu nervové soustavy a dalších tělesných orgánů a procesů. Hraje důležitou roli v látkové proměně, kde slouží jako tlumič otřesů a ochrana životně důležitých orgánů. Tento tuk se částečně redukuje až poté, co je vyčerpán zásobní tuk. Množství základního tuku se pohybuje od 3 do 5 % u mužů, u žen je to okolo 12 %.
2. Tuk depotní (zásobní): ukládá se převážně v podkoží nebo viscerálně. Podkožní tuk se využívá především jako zásobárna energie pro jeho vysoký energetický obsah (v 1 g tuku

je 38 kJ), další funkce, která stojí za zmínku, je tepelná funkce, kdy slouží jako izolace proti chladu. Procento tělesného tuku osciluje mezi 5 až 12 % u mužů a 10 až 20 % u žen a je závislé na sportu, kterému se jedinec věnuje. Pro normální populaci optimální procento tělesného tuku stoupá s věkem (Havlíčková et al., 2006).

Tukuprostá hmota

Tukuprostá hmota je tvořena netukovými komponentami, jako jsou svaly, kůže, kosti a orgány. Můžeme ji stanovit tak, že oddělíme tukovou hmotu (FM) od celkové tělesné hmoty [FFM = tělesná hmotnost – FM; FFM = BM (buněčná masa) + ECT (extracelulární tekutiny) + ECPL (extracelulární pevné látky)] (Bunc, 2005).

FFM je tedy heterogenní komponent, což znamená, že zahrnuje tkáně maximálně metabolicky aktivní čili zhruba hmotu těla bez depotního tuku. Vzájemný poměr jejich složek (kostra, svalstvo, ostatní tkáně) je variabilní v závislosti na věku, pohybové aktivitě a dalších vnitřních a vnějších faktorech. Podíl svalstva na tukuprosté hmotě je u dospělých 60 %, 25 % připadá pojivové tkáni a 15 % připadá na hmotnost vnitřních orgánů. Tyto poměry se však v průběhu ontogeneze mění (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Změny tukuprosté hmoty jsou v období růstu až do dospělosti relativně stabilní. Ve věku 13 let se začínají objevovat intersexuální rozdíly. U kluků je značně vyšší nárůst svalové hmoty v rámci tukuprosté hmoty, ale také nárůst kostní hmoty (Guo et al., 1997).

Celková tělesná voda

Celková tělesná voda je jednou z nejvýznamnějších složek celkové tělesné hmotnosti. Množství vody v těle závisí na věku (s věkem se snižuje), pohlaví a tělesné hmotnosti. Rokyta et al. (2000) uvádějí, že průměrné množství celkové tělesné vody je u kojence 80 až 85 %, u dítěte 75 %, u dospělého muže 63 % a u dospělé ženy okolo 53 %.

Podle lokace dělíme celkovou tělesnou vodu na:

1. Intracelulární (buněčná) tekutina tvoří asi 40 % tělesné hmotnosti nebo má 66 % zastoupení v celkové tělesné vodě, z tohoto množství se 30 až 35 % celkové tělesné vody vyskytuje v měkkých tkáních, především ve svalech, zbytek se nachází převážně v chrupavkách a kostech.
2. Extracelulární (mimobuněčná) tekutina tvoří asi 20 % celkové tělesné hmotnosti a dělí se na tekutinu intravazální (krevní plazma) a tekutinu intersticiální (tkáňový mok). Jde o tekutinu obklopující buňky, která slouží jako médium pro výměnu plynů, přenos živin a vytěsňování odpadních látek (Rokyta et al., 2000).

Tělesné složení ve sportu

Například v úpolových sportech je řešena otázka tělesného složení již několik let (Artioli et al., 2010; Baker & Davies, 2006; Ransone & Hughes, 2004; Wenos & Amato, 1998; Collazos et al., 1996; Claessens et al., 1987). Andreoli et al. (2003) považují hodnocení vnitrobuněčné hmoty jako aktivní složky tělesné hmotnosti za jeden z nejlepších prediktorů výkonnosti. Kromě stanovení fyziologického profilu mohou být informace o tělesném složení nápomocné při odhadu optimální tělesné hmotnosti a výběru vhodné váhové kategorie závodníka.

Důvodem diskuse při zařazení do hmotnostní kategorie je návaznost nárazovitě předkonkurenčního hubnutí, resp. z větší části dehydratace na samotný výkon. Autoři většinou upozorňují na vysoké zastoupení aktivní hmoty při sportech (Ohta et al., 2002) a až extrémně nízké zastoupení tukové tkáně (Kinkorová et al., 2009; Andreoli et al., 2003; Heyward & Stolarzyk, 1996; Houtkooper et al., 1992). Jiné studie diskutují o riziku předkonkurenčního snižování hmotnosti (Artioli et al., 2010; Malá et al., 2008; Ranson & Hughes, 2004; Wenos & Amato, 1998).

Jedním z odlišných markerů v těchto studiích je metoda, kterou autoři používají k identifikaci složení těla. Metody vycházející z vícekomponentních modelů lidského těla vzájemně korelují, ale nepodávají identické výsledky. Antropometrické charakteristiky se odpradávna ve sportu považovaly za podstatné a jejich důležitost během vývoje sportovních odvětví rostla. Zatímco před stoletím se mezi sebou sportovci z různých sportů antropometricky a somatotypem až tak nelišili, dnes jsou tyto rozdíly markantní a ve většině sportů jsou definovány „ideální“ proporce a zčásti i tělesné složení, aby fyziologie a biomechanika v dané sportovní disciplíně fungovaly co nejlépe. Autoři Norton a Olds (2001) označují tento jev jako „velký třesk tělesných typů“ a ve své studii

porovnávají antropometrické hodnoty sportovců různých odvětví v roce 1925 a 1995. Ve většině sportů zjistili ohromné změny tělesné stavby, které se děly hlavně pod vlivem profesionalizace sportu.

Také Epstein (2014) se věnuje antropometrii a její roli ve sportu. Základními a běžně využívanými antropometrickými charakteristikami jsou: tělesná výška a hmotnost, procento tuku, případně index tělesné hmotnosti BMI. Vzhledem ke sportovním specializacím se sledují také různé délkové parametry (délka rozpažení, předloktí, holeně či výška trupu). Z tělovýchovných prohlídek je známo měření procenta tuku kaliprem. V současnosti je na trhu několik dalších metod, které s relativně velkou přesností dokážou kromě procenta tukové tkáně analyzovat i další zajímavé parametry. Jednou z nich je bioimpedance.

Bioelektrická impedanční analýza slouží ke zjištění složení lidského těla. Tato metoda je založena na pozorování velikosti odporu, který kladou různé druhy tkání, když jimi prochází střídavý elektrický proud. Na základě toho, jaký poměr tukové a svalové tkáně lidské tělo obsahuje, vypočítává přístroj na měření impedance různé parametry. Kromě základních parametrů tělesného složení (hmotnost a procento tuku a svalů) jsou to dále např. viscerální tuk, celková tělesná tekutina (TBW) a její intracelulární (ICW) a extracelulární (ECW) složky, extracelulární (ECM) a celková (BCM) buněčná hmota, které představují kvantitativní ukazatele a jejich vzájemné poměry, které umožňují hodnotit tělesné složení z kvalitativní stránky. Dále můžeme hodnotit některé ukazatele a obvody v různých segmentech těla (Mazonakis & Damilakis, 2016).

Ve sportovní praxi je výhodné sledovat rozložení TBW v jednotlivých segmentech, kde se v distribuci při porovnávání pravé a levé poloviny těla projeví nerovné zatěžování pravých a levých končetin, jednostranná preference končetin při tréninku a jednostranné zatěžování, které může následně vést ke vzniku svalových dysbalancí a funkčních poruch pohybového systému (Skorocká et al., 2004). Parametry BCM a ECM nás mohou informovat o stavu výživy. Nesprávná výživa je charakterizována sníženou hodnotou BCM a zároveň velkým zvýšením běžné hodnoty ECM.

Kromě dodržení přesné metodiky měření a standardních podmínek je ideální, pokud se měření provádějí na jednom pracovišti a na jednom zařízení.

2.7 Ženská populace v období mladé dospělosti

V této kapitole se zaměříme na charakteristiku ženské populace. Nastíníme si odlišnosti ženského pohlaví od mužského, a to z hlediska anatomie, fyziologie, psychologie či sociologie. Popíšeme si možný vliv menstruačního cyklu na sportovní výkonnost a definujeme období mladé dospělosti či členění vývojových etap dle způsobu vnímání několika autorů.

2.7.1 Ženská populace

Slovo žena se používá při označení samičího pohlaví jedince či role ve společnosti. Rozlišujeme dva základní genderové symboly vycházející z astronomických symbolů, a to symbol pro Mars a symbol pro Venuši. V biologii je pro označení ženského pohlaví používán symbol kolečka s malým křížkem ve spodní části. Ve středověké alchymii reprezentoval tento symbol kromě ženskosti i měď (Stearn, 1962).

V České republice je dle Českého statistického úřadu (2020) více žen než mužů. I přestože se dle sekundárního indexu feminity ročně narodí 1 000 živě narozených chlapců na 950 živě narozených dívek, je v České republice mužů menší počet (49,1 %), tento jev je podmíněn především tím, že muži se dožívají nižšího věku než ženy, a to až o 3,1 let. Menší životnost mužů se ale projevuje všude ve světě. Ženy se dožívají vyššího věku než muži, a to i z toho důvodu, že oproti mužům nevyznávají riskantnější životní styl. V období dospívání se mezi pohlavími projevují rozdíly životního stylu. Muži zastávají fyzicky náročnou práci a ve většině zemí se od nich očekává vojenská služba, zatímco u ženy se vytváří odolnější a silnější organismus, a to z důvodu péče o potomstvo jako její genetické výbavy (Poněšický, 2008).

Rozdílů mezi ženou a mužem je nespočet. At' už z hlediska anatomie, kdy je stavba těla muže i ženy viditelně odlišná, tak i po stránce fyziologie. Základní fyziologický rozdíl je v mateřské roli. Ženský přirozený identifikační vzor je tedy matka, což ženám z psychologického hlediska dává nespornou výhodu, co se pohlavní identity týče (Malimánek, 2018).

Fyziologické rozdíly můžeme vnímat například u smyslového vnímání. U zraku je u žen považováno za výhodu především široké periferní vidění a lepší barevné spektrum. Naopak se oproti mužům hůře orientují v prostoru. U sluchu zase ženy slyší vysoké frekvence zvuku, také z důvodu kvalitnějšího propojení hemisfér mohou současně mluvit a poslouchat. Kůže u žen je mnohem tenčí než u mužů a je pod ní nepřetržitě uložena tuková vrstva. Ženy mají také mnohem

vyvinutější schopnost vnímat chutě a vůně. Podle Giedda et al. (2010) dozrává ženský mozek o 2–3 roky dřív a také se rychleji rozvíjí levá hemisféra.

Muži a ženy jsou z biologického hlediska jedním druhem, ale fyziologicky se jako většina živočichů liší. Základem rozdílů je naše DNA, která je uspořádána do 46 chromozomů, z nichž je polovina matčiných a polovina otce. Výjimku tvoří sexuální chromozomy X a Y. Ženský genotyp je označován XX a mužský XY a tyto genotypy určují naše genetické pohlaví. Chromozom X patří k největším, zatímco mužský chromozom Y je několikanásobně menší. Tomuto rozdílu ve velikosti odpovídá i počet genů, které jsou na nich umístěny. Na X chromozomu je jich asi 1 500, kdežto chromozom Y jich má pouhých 78. Muži se od žen liší právě těmito 78 geny (Vyskočil et al., 1971).

To, jak v dnešní době chápeme ženskost, je následek několikaletého vývoje. V tradičním pojetí byla od žen vyžadována ve vztahu k mužům podřazenost a adaptabilita. Moderní společnost už na ženy klade mnohem větší tlak a od žen se očekává plnění hned několika rolí. Žena by měla být matkou, manželkou a zastat i profesní roli (Vágnerová, 2007).

Anatomické rozdíly vnímáme především v tělesné konstituci. Podle Dovalila et al. (2002) dosahují ženy v průměru o 6 % menší výšky a o 19 % nižší hmotnosti než muži ve stejném věku. Ženská postava se vyznačuje i užšími rameny, širšími boky nebo kratšími končetinami. Jak již bylo zmíněno v podkapitole výše, je i tělesné složení u žen zásadně odlišné (množství tělesné vody, procentuální podíl tuku či svaly).

Stackeová (2008) uvádí, že ženy mají v průměru asi 2/3 síly mužů a rovněž výkonnost žen je mnohem nižší. Podle Nowakowského (2017) můžeme vidět největší rozdíl v silových sportech. Ženy zde dosahují přibližně 50–70% mužských hodnot. U vytrvalostních disciplín je to zhruba 60–85 % oproti mužským výsledkům. Nejmenší rozdíl je ve vytrvalostních běžích, což taky potvrzuje studie o vytrvalosti mužů a žen od Browna (2017), a v plavání, kde ve vytrvalostním plavání mohou ženy dosáhnout dokonce i lepších výsledků, a to v důsledku většího podílu tukové tkáně v dolní polovině těla, ale i díky tvaru a ploše ženského těla, které klade vodě menší odpor. Také sporty, kde převažuje koordinace, rovnováha nebo vnímání rytmu, jsou ženským pohlavím mnohem lépe zvládány (Havlíčková et al., 2006).

Tabulka 3. Hlavní morfologické a funkční rozdíly mezi mužem a ženou (Havlíčková et al., 2006)

ukazatel	ženy	muži
Výška (cm)	nižší	vyšší
Hmotnost (kg)	nižší	vyšší
specifická hmotnost (kg)	nižší	vyšší
procento tuku (%)	vyšší	nižší
hmotnost orgánů (absolutní i relativní) (kg/%)	nižší	vyšší
hmotnost kostí (absolutní i relativní) (kg/%)	nižší	vyšší
hmotnost svalstva (absolutní i relativní) (kg/%)	nižší	vyšší
pánev	širší a nižší	užší a vyšší
končetiny (event.odchylky podélné osy)	valgózní	varózní
ramena	užší	širší
počet erytrocytů (hematokrit i hemoglobin)	nižší	vyšší
síla svalová:		
relativní	stejná	stejná
absolutní	menší	větší
kloubní pohyblivost	větší	menší
svalový tonus	nižší	vyšší
srdeční výkon (SF/min.)	menší	větší
tepová frekvence minimální (TF/min.)	stejná event. vyšší	stejná event. nižší
kapacita plic (totální, vitální)	menší	větší
ventilační hodnoty (klidové, maximální)	nižší	vyšší

2.7.2 Menstruační cyklus a vliv na sport

V dlouhé historii je menstruační cyklus součástí ženství a odlišuje ženy od mužů. Každá žena vnímá a prožívá svůj cyklus individuálně, podstatné ale je vnímat ho jako faktor prozrazující zdravé fungování těla. Menstruační cyklus je cyklický a délka jednoho cyklu kolísá v rozmezí 24–36 dnů (Pilka, 2017).

Z historického hlediska jsou fyziologické potřeby a rozdíly žen přehlíženy. Poměrně nedávno se odlišnost pohlaví stala pro výzkumy zajímavá a ženy jsou nyní zkoumány o 20–30 % více než muži. Definují se rozdíly ve využití energie v různých fázích tréninku, rozdíly ve výživových

potřebách či diference ve spalování tuku a hubnutí všeobecně. U sportovkyň je důležité brát v úvahu jedinečnost ženské fyziologie. Ženy čelí menstruačnímu cyklu a razantním hormonálním změnám (McDonald, 2017).

Jordánová (2020) píše o vlivu menstruačních fází na sportovní výkon a udává, že pokud žena snoubí svůj tréninkový plán a menstruační cyklus, může ve sféře fyzické kondice těžit. Cyklické změny jsou vnímány každou ženou individuálně, některé je vnímají velmi významně, naopak jiné je nepociťují. Ovšem uvádí se, že nejvyšší výkonnosti žena dosahuje asi týden po menstruaci nebo přímo v jejím průběhu.

Dovalil et al. (2002) upozorňuje na to, že v době menstruace je v tréninku potřebný velmi individuální přístup. Pokud žena snáší v tomto období zatížení hůře, doporučuje se trénink vynechat nebo snížit intenzitu a objem. I samotné posilování břišních svalů není doporučováno.

2.7.3 Motivace k pohybu u žen

Podle Fořta (1997) procházejí ženy během svého života na rozdíl od mužů hned několika fázemi. Jsou to gravidita, kojení, přechod a menopauza. Všechny tyto etapy ovlivňují kondici i ukládání tuku. Pokud tedy mají ženy nedostatek pohybu, může to podle Bunce (2009) ovlivňovat:

- zdatnost,
- nadváhu,
- tělesné složení – nezávislost,
- kardiovaskulární onemocnění,
- práceschopnost – pracovní výkonnost,
- krevní tlak,
- osteoporózu,
- imunitní systém,
- psychické napětí – agresivitu,
- životní styl – aktivní životní styl.

2.7.4 Období mladé dospělosti

Vývojové etapy dospělého člověka mohou být definovány hned několik způsoby, a to i z toho důvodu, že v dospělosti se nesetkáváme s tak zřetelným vymezením. První fáze ontogeneze jsou časovány především z pohledu fyzického a psychického. Zatímco v dospělosti už pouze z hlediska sociálního. Podle Langmeiera a Krejčířové (2006) dělíme dospělost na čtyři etapy. Nejdříve je to časná dospělost, a to v období od 20 do 25 let, kdy dochází k přechodu od adolescence k plné dospělosti. Druhou etapou probíhající do 45 let je pak střední dospělost, která je charakterizována plnou výkonností a relativní stabilitou. Následuje pozdní dospělost trvající do 60 až 65 let a poslední etapou je pak stáří. Švancar (1997) i Whitbournová a Weinstocková (in Čermáková, 2009) dělí etapy dospělosti velmi podobně, a to na mladou neboli časnou dospělost (ve věku 20–30 let) a následně na střední dospělost (30–40 let). Vagnerová (2007) člení období dospělosti pouze do tří etap:

- Období mladé dospělosti (20–40 let).
- Období střední dospělosti (40–50 let).
- Období starší dospělosti (50–60 let).

Etapa mladé dospělosti není jasně definována a není možné jasně ohraničit určitý věk, který by vymezil, kdy se adolescent stává mladým dospělým. Jako hlavní předěl, který bychom mohli označit jako překlenutí těchto dvou období, je dosažení plnoletosti. To ovšem dle Vágnerové (2007) není společností uznáváno jako předěl pro změnu statusu daného člověka. Karsten (2006) uvádí, že jedinec v etapě mladé dospělosti musí projít čtyřmi vývojovými úkoly:

- Povoláním – jeho volbou a budováním profesní kariéry.
- Výběrem partnera – rozhodováním pro životního druha.
- Partnerstvím a budováním partnerského vztahu.
- Rodičovstvím, tedy založením rodiny, později výchovou dětí.

Dle Vágnerové (2007) není ani z psychologického hlediska zcela možné určit, kdy dochází k překlenutí těchto etap, jelikož každý člověk dosahuje psychologické zralosti jiným tempem a za rozdílný čas. Ovšem je mnohem snazší dané období vymezit z biologického hlediska, a to z důvodu dosažení vrcholu sexuální a fyzické zdatnosti.

V této kapitole jsme charakterizovali ženské pohlaví a jedinečnost ženské fyziologie a s tím spojené výkonnostní rozdíly ve sportovních odvětvích, výživových potřebách či diference ve spalování tuku a hubnutí všeobecně. Shrnuli jsme vývojové období mladé dospělosti a rozdíly tělesného složení u žen.

3 CÍLE

Hlavní cíl

- Hlavním cílem mé práce je analýza intervenčního programu EMS ve vztahu k tělesnému složení žen ve věku 20–40 let.

Dílčí cíle

1. Návrh intervenčního programu.
2. Realizace intervenčního programu.
3. Analýza intervenčního programu.
4. Vstupní vyšetření tělesného složení.
5. Výstupní vyšetření tělesného složení.
6. Kazuistický rozbor.
7. Doporučení do praxe.

Výzkumné otázky

1. Ovlivní cvičení EMS změny v tělesném složení u žen?
2. Vzroste během intervenčního programu hodnota svalové frakce u sledovaných jedinců?
3. Poklesne během intervenčního programu hodnota tukové frakce u sledovaných jedinců?
4. Dojde během intervenčního programu k poklesu hmotnosti u sledovaných jedinců?
5. Cítí se ženy u cvičení EMS komfortně?
6. Zvýší se všechny obvodové charakteristiky kromě pasu?

4 METODIKA

4.1 Charakteristika souboru

Výzkumný soubor tvořily ženy ve věku 20–40 let z Moravskoslezského kraje. Soubor respondentek byl vybrán tak, aby byly typy respondentek co nejrozličnější, a to z pohledu tělesných proporcí, věku, kondice, ale například i životního stylu. Dalšími vstupními kritérii do intervenčního programu byl zájem, ochota absolvovat program v co nejširším rozsahu včetně všech měření. Dané centrum v současné době navštěvuje 16 žen a dalších 19 žen se nově přihlásilo. Z tohoto souboru bylo záměrně vybráno 28 žen, vhodných pro výzkum, které následně obdržely zprávu s veškerými informacemi a vyplnily formulář (jméno, příjmení, datum narození, kontakt, kontraindikace, jiná omezení). V rámci dotazování a měření jsem obdržela souhlas ke zpracování získaných údajů a k jejich prezentaci v diplomové práci. Pro výzkumné šetření byly použity následující metody a techniky.

4.2 Charakteristika intervenčního programu

Intervenční program byl navržen na přístroj MIHA BODYTEC 2. Výzkumné šetření bylo řešeno ve spolupráci se sportovním centrem a jeho diagnostickým centrem v Moravskoslezském kraji, a to jak se ženami, které pravidelně navštěvují trénink EMS, tak i s nově přihlášenými. Výzkum byl prováděn po dobu půl roku, a to od ledna 2019 do června 2019. Respondentky byly na počátku poučeny, aby po dobu výzkumu neměnily strukturu svého současného životního stylu a zachovaly stále stejný režim. Byla zaručena anonymita všech zúčastněných. Počáteční měření proběhlo v průběhu měsíce ledna, a to za pomoci níže uvedených přístrojů. Po vstupním měření započaly první tréninky EMS pod vedením certifikovaného trenéra, cvičení probíhalo po dobu tří měsíců, vždy jednou týdně, ovšem s minimálně čtyřdenním časovým rozestupem pro plnou regeneraci. Před zahájením intervenčního programu byly probandky seznámeny s průběhem i pravidly tréninku a kontraindikacemi. První trénink byl nastaven jako úvodní a trval 17 min. Prvních 5 min běžel program „Zkouška impulzů“, po kterém následoval plnohodnotný trénink v délce 12 min. Intenzita impulzů měla být vnímána jako střední. Po mírném úvodním tréninku byla během následujících lekcí intenzita postupně zvyšována. Síla impulzů byla nastavována podle daného jedince a jeho individuálního vnímání, stejně tak i objem a intenzita tréninku.

V dalších tréninkových jednotkách byl používán program „Posílení – základní“, trval 20 min, během kterých se střídaly intervaly co 4 s (4 s impulzy, 4 s odpočinek).

Jednalo se vždy o stejný trénink sestavený ze základních cviků zaměřených na problémové partie u žen, a to tak, aby každý cvik stimuloval co nejvíce svalových skupin. Po každém ukončeném měsíci byly probandky změřeny. Anketní lístek dostávaly průběžně po ukončení každého tréninku, tento lístek hodnotil jejich uplynulý týden. Program proběhl bez větších problémů s aktivním zapojením většiny respondentek, až na jednu situaci, kdy jedna z respondentek otěhotněla a účast musela zrušit.

4.2.1 Antropometrické měření

Použity byly přístroje pro komerční využití:

- InBody 570.
- Pásová míra (vybrané somatometrické indexy).

Přístrojem InBody 570 (obrázek 12) zjistíme veličiny, jako je hmotnost, tuková hmota, kostní a svalová hmota, svalová hmota a její rozložení v jednotlivých tělesných částech, celková voda, proteiny, kostní/nekostní minerály, BMI, procentuální podíl tělesného tuku, poměr pasu k bokům (WHR).

Obrázek 12. Přístroj InBody 570 (InBody, 2020)

Přístroj InBody 570 měří metodou přímé analýzy segmentové multi-frekvenční bioelektrické impedance. Impedance (Z): 15 měření impedance za použití 3 různých frekvencí (5 kHz, 50 kHz, 250 kHz) na každém z 5 segmentů (pravá paže, levá paže, trup, pravá noha, levá noha). InBody 570

má čtyřpolární osmibodový dotykový systém elektrod. Obsahuje barevný dotykový TFT LCD displej o rozměrech 800 × 480 mm. A doba měření je asi 50 sekund. Je zohledněno pohlaví probanda (InBody, 2016).

Statistické šetření bylo zpracováno na českých ženách ve věku 20–40 let. Tento soubor byl vybrán tak, aby byly typy respondentek co nejrozmanitější, a to z pohledu tělesných proporcí, věku, kondice i životního stylu. Dalšími vstupními kritérii do intervenčního programu byl zájem, ochota absolvovat program v co nejširším rozsahu včetně všech měření a zároveň souhlas s vyplněním ankety. Jako statistický soubor bylo vybráno ze zmíněných respondentek 27 žen. Ty prodělávaly trénink EMS v průběhu 12 týdnů, přičemž relevantní data byla měřena před začátkem tréninku (měření 1), po 4. týdnu tréninku (měření 2), po 8. týdnu tréninku (měření 3) a po ukončení tréninku, tj. po 12. týdnu (měření 4). Pro účely vyhodnocení účinnosti tréninku byly měřeny v jednotlivých měřeních níže zmiňované parametry.

Z těchto hodnot byly dále vypočítány standardně uváděné parametry popisující tělesnou konstituci, konkrétně hodnoty BMI, SMM a WHR.

4.2.2 Základní somatické rozměry

- Tělesná výška – je vertikální vzdálenost nejvyššího bodu na temeni hlavy (vertex) od podložky. Měřili jsme v předepsaném vzpřímeném postoji u stěny, s přesností na 0,5 cm.
- Tělesná hmotnost – měřeno pomocí InBody 570, proband byl oděn pouze ve spodním prádle, přesnost měření 0,1 kg (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

4.2.3 Obvodové rozměry

- Obvod hrudníku – měřeno vzadu těsně pod dolním úhlem lopatek, vpředu těsně nad prsními bradavkami. Přesnost měření – 0,1 cm.
- Obvod břicha – měří se tak, že pásová míra probíhá vodorovně ve výši pupku.
- Obvod gluteální – měřeno ve výši nejmohutněji vyvinutého hýžďového svalstva.
- Obvod paže – měří se uprostřed paže mezi loktem a nadpažkem, paže volně visí.
- Obvod stehna střední – měřeno uprostřed délky stehenní kosti (Křiváková, 2018).

4.2.4 Indexy

- Body Mass Index – BMI (body mass index), který se vypočítá vzorcem:

$$BMI = m \times l^{-2}$$

Kde *m* je hmotnost v kilogramech a *l* je výška v metrech.

- WHR = (waist hip ratio), který se vypočítá vzorcem:

$$WHR = w \times g^{-1}$$

Kde *w* je obvod pasu (v cm) a *g* je gluteální obvod (v cm).

- Procentuální stanovení tělesného tuku.
- Stanovení hmotnosti kosterního svalstva v kg.

Tato somatometrická data byla následně doplněna anketou, která byla vyplňována po dobu celého intervenčního programu. V přehledu současné literatury nebyly nalezeny srovnatelné anketní dotazníky, z toho důvodu byl navržen soubor 3 vstupních, 3 výstupních a 8 průběžných otázek sestávající z 12 anketních listů.

4.2.5 Anketní listy

Ke sběru dat byly zvoleny techniky standardizovaného listu šetření. Probandům byly na začátku výzkumu předloženy anketní listy (strukturovaná anketa) „intervenční program“ (viz příloha 2–4), pomocí kterých jsem zjišťovala jejich motivy a očekávání týkající se cvičení EMS a jeho možného přínosu. Průběžný anketní lístek obsahoval 8 polostrukturovaných otázek, na něž měly respondentky odpovídat pravdivě dle svého aktuálního životního stylu a dle přístupu k plnění všech doporučení, zatímco lístek vstupní a výstupní se skládal ze 3 uzavřených otázek, kde byly otázky týkající se zhodnocení programu a plnění daných očekávání. Anketní lístek s 3 otázkami obdržely na začátku a na konci zkoumaného období, lístky s 8 otázkami dostávaly respondentky každý týden, po ukončeném cvičení.

4.3 Statistické zpracování dat

Data byla zpracována v měsících květen 2020 až září 2020. Pro statistickou analýzu jsou použity statistické znaky popsané výše, včetně vypočítaných hodnot BMI, SMM, WHR. Pro účely

zpracování dat byl použit program Microsoft Excel a pro účely statistické analýzy byl použit program GraphPad Prism 7. Následně byly rozborem zpracovány anketní listy.

Statistická analýza byla provedena pomocí testů vhodných ke konkrétním datům. Repeated measure, one-way ANOVA test byl použit při zpracování dat měřených ve všech čtyřech měřeních. Současně se zmíněným testem ANOVA byl použit i test Dunettova mnohočetného porovnání (Dunnett´s multiple comparison test) pro porovnání statistické signifikance mezi jednotlivými měřeními (měření 1 vs. měření 2, měření 1 vs. měření 4 apod.). Použití jednotlivých testů je uvedeno ve výsledkové části. U výsledků jsou zmíněny hodnoty signifikance pomocí hodnoty P, přičemž za signifikantní je standardně brán ten výsledek, kdy hodnota $P < 0,05$.

Analyzovaná data jsou prezentována v grafech, viz obrázky 15, 16 a 17. V grafech je znázorněno rozložení dat pomocí boxplotu vyčleňujícího 10–90 percentil dat se zbylými daty reprezentovanými černými tečkami. V grafu jsou označeny i statistické signifikance mezi 1. a dalšími měřeními, hodnota P je znázorněna hvězdičkami: $p < 0,05$ označena *, $p < 0,005$ označena ** a $p < 0,0005$ označena ***, popř. ns, pokud není dosaženo nesignifikantních hodnot.

5 VÝSLEDKY

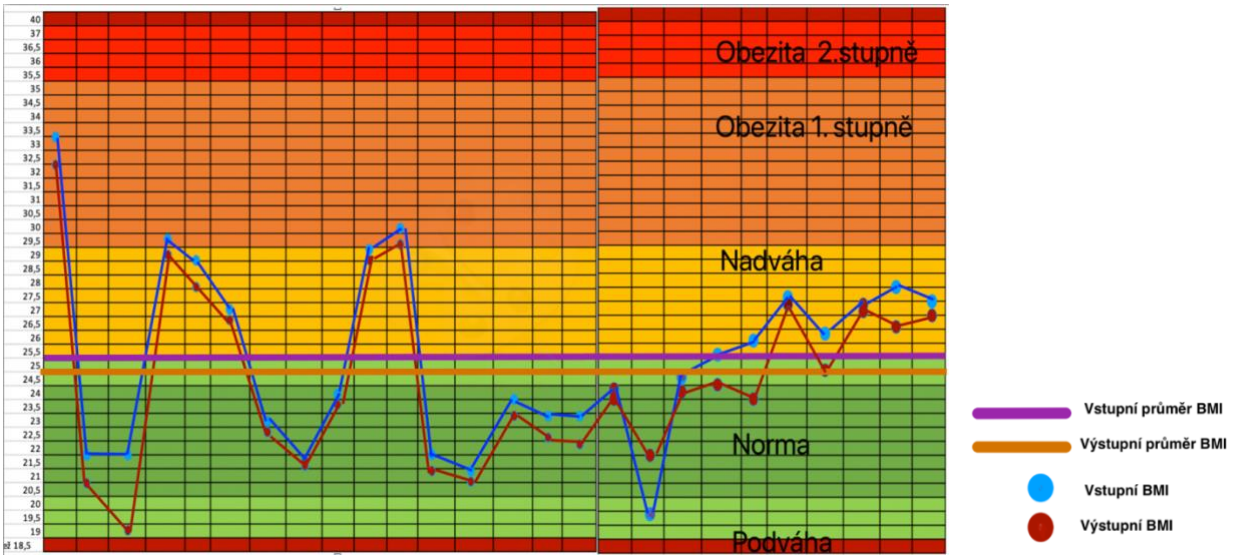
5.1 Antropometrické parametry

Při vstupu do intervenčního programu čítal soubor 27 probandek, přičemž průměrná hodnota tělesné hmotnosti byla 70,0 kg, maximální hodnota 90,7 kg a minimální hodnota 56,8 kg. Při výstupu činila průměrná hodnota tělesné hmotnosti 68,47 kg. Maximální výstupní hodnota byla 90,9 kg, minimální výstupní hodnota pak 55,4 kg.

Tabulka 4. Hodnoty měření hmotnosti

Hmotnost				
	Soubor	Min. (Kg)	Max. (Kg)	Průměr (Kg)
Vstupní měření	27	56,8	90,7	70
Výstupní měření	27	55,4	90,9	68,47

Na grafu BMI níže představují sloupce tabulky jednotlivé probandky, řádky tabulky představují hodnoty BMI a barevná pásma v řádcích ukazují hodnotu BMI dle Trojana (2003). Modrý puntík ve sloupci označuje vstupní hodnotu probandky a červený puntík výstupní hodnotu. Tlustá fialová čára značí průměrnou vstupní hodnotu BMI, která byla 25,25. Tlustá oranžová čára označuje průměrnou výstupní hodnotu BMI celého souboru, která činí 24,64.



Obrázek 13. Graf BMI

Hodnoty BMI dle Trojana (2003):

- Obezita 3. stupně > 40
- Obezita 2. stupně 35–40
- Obezita 1. stupně 30–35
- Nadváha 25–30
- Ideální váha 18,5–25
- Podváha 16,5–18,5

5.2 Charakteristika tréninkového programu

Cvičení probíhalo na přístroji Miha Bodytec 2. Tento přístroj umožňuje vybrat různé druhy tréninkových programů. Každý z nich má jiné parametry zatížení a každý má jiné opodstatnění. Přehled druhů programů představuje tabulka 5.

Tabulka 5. Druhy programů EMS (Vatter et al., 2016)

Program	Doba trvání	Frekvence	Doba pulzu	Pulzní pauza	Vzestup pulzu	Šířka pulzu
Zkouška impulzů	5 min	85 Hz	kontinuální	0 s	0 s	350 µs
Posílení – základní	20 min	85 Hz	4 s	4 s	0,4 s	350 µs
Posílení – pokročilé	20 min	85 Hz	4 s	4 s	0 s	350 µs
Metabolismus	20 min	7 Hz	kontinuální	0 s	0 s	350 µs
Relax	10 min	100 Hz	1 s	1 s	0 s	150 µs

Pravidla pro bezpečný trénink EMS

Současné vědecké studie poukazují na to, že je nezbytné při tréninku EMS dodržovat stanovená bezpečnostní pravidla a doporučení. Tato pravidla byla vytvořena na základě shody zástupců vědecké obce, sportovních odborníků a výrobců zařízení pro EMS trénink. Těmito pokyny by se měli vždy řídit trenéři a uživatelé, kteří pracují s EMS (Safetyfirst, 2019).

Tato pravidla zní:

1. Dohled certifikovaného EMS trenéra – zaručuje efektivní a bezpečný trénink.
2. Přísný zákaz návykových látek – klient nesmí být pod vlivem alkoholu nebo jiných omamných látek.
3. Zákaz tréninku při horečnatých onemocněních – klient by měl být odpočatý a plně zdravý.
4. Dostatečný příjem potravy a tekutin – vysokou metabolickou potřebu organismu během tréninku je nutno zajistit stravou bohatou na sacharidy, ovšem lehce stravitelnou a zhruba 2 hodiny před tréninkem. Před, během a po tréninku je doporučováno vypít 500 ml tekutin, a to především aby se zabránilo potenciálnímu selhání ledvin.
5. Jeden trenér nesmí trénovat více než dva klienty – trenér udržuje nepřetržitý kontakt s klientem po dobu celé tréninkové jednotky.
6. První trénink nesmí být proveden v plné síle – bez ohledu na fyzický stav či přání klienta (Nové fitness, 2019).

Intervenční program

Výzkum byl započat v lednu 2019 a trval do června 2019. Samotný intervenční program každé probandky trval 12 týdnů. Před započetím první tréninkové jednotky podstoupily ženy měření a byly seznámeny s průběhem a pravidly tréninku. První trénink byl nastaven jako úvodní a trval 17 min. Prvních 5 min probíhalo v programu „Zkouška impulzů“, po kterém následoval plnohodnotný trénink v délce 12 min. Intenzita impulzů měla být vnímána jako střední. Po mírném úvodním tréninku byla během následujících lekcí intenzita postupně zvyšována. Síla impulzů byla nastavována podle daného jedince a jeho individuálního vnímání, stejně tak i objem a intenzita tréninku.

V dalších tréninkových jednotkách byl používán program „Posílení – základní“, trval 20 min, během kterých se střídaly intervaly co 4 s (4 s impulzy, 4 s odpočinek). Frekvence tréninku byla jednou týdně a mezi jednotlivými tréninky musely být dodrženy časové rozestupy 4 dnů pro plnou regeneraci. Vyškolený trenér po celou dobu tréninku kontroloval správné držení těla, správné provedení cviků a intenzitu impulzů. Probandky si termíny lekcí domlouvaly s trenérem samy, avšak tak, aby dodržely výše uvedené pokyny.

Struktura tréninku EMS byla sestavena ze základních cviků zaměřených především na problematické partie u žen, a to tak, aby každý cvik stimuloval co nejvíce svalových skupin. Na začátku po dobu 1–2 min. střídaly ženy tzv. základní postoj s uvolněním, což byl prostor např. pro změnu polohy. Základní postoj je uveden na obrázku níže, jedná se o podřep s pokrčenými lokty před sebou a dlaněmi v pěst, zpevněné tělo.

Obrázek 14. Základní postoj (Žena aktuálně, 2020)

V následujících minutách byla prováděna série cviků vždy po 4–6 opakováních. Základem bylo se před započetím každého cviku zpevnit. Jednalo se o základní cviky se zapojením všech svalů. Jako cvičební pomůcky byly použity balanční podložka, činky a odporová guma.

Tréninková jednotka se skládala ze cviků – hluboký dřep, dřep roznožmo, výpad vzad, výpad vpřed, flexe v lokti bez nebo s činkami, veslování s činkami, stahování odporové gumy za zády, tricepsové extenze, upažování bez nebo s činkami, prsa skloněná vpřed.

Plynule přejdeme do sedu na bosu, základní pozice se zatnutými svaly, sedy lehy, rotace na bosu, izometrická výdrž vsedě na bosu, podsazování pánve vleže na bosu, zkracovačky do úklonu, střídavá extenze nohou na zemi, na bosu extenze nohou vztyčených ze země, šlapání na rotopedu, plank, posilování hamstringů na zemi, svinutí páteře neboli „crunch“, extenze s hrudníkem na zemi.

Analýza intervenčního programu

Před započetím intervenčního programu došlo během jednoho měsíce ke vstupnímu měření všech probandek, také byla s každou ženou uskutečněna vstupní konzultace, při níž byly seznámeny se základy vyvážené a zdravé stravy, významem pití a zdravého životního stylu. V tuto chvíli došlo k vyplnění vstupního anketního lístku. Trénink probíhal jednou týdně podle časových možností probandek. Některé cvičily v ranních hodinách, jiné dopoledne nebo odpoledne. Trénink si probandky domlouvaly s trenérem samy. Celý intervenční program byl pokryt jedním certifikovaným trenérem, který vedl tréninkovou jednotku s předem sestavenými cviky, které byly přizpůsobeny každé klientce zvlášť.

První týden bylo cvičení bez předepsaných cviků, trenér vedl první trénink dle doporučení a pravidel výrobců přístrojů pro cvičení EMS. U žen, které uváděly pohybové omezení – bolesti kyčle, byl testován rozsah pohybu. U jedné z těchto žen byly cviky na dolní polovinu těla problémem a byly nahrazeny cviky jen s minimální rotací dolních končetin. Druhý a třetí trénink probíhal s navrženými cviky, kdy trenér volil kombinace cviků dle individuálních vytrvalostních a silových možností klientek. U dvou žen, které měly plastiku prsou, nebyly v oblasti hrudníku nastaveny impulzy a hodnota intenzity byla 0 %.

Následující tréninky docházelo ke zvyšování intenzity impulzů, přidávání činek či zvyšování zátěže činek. Třináct klientek mělo velmi špatnou fyzickou zdatnost a prvních 6 tréninkových jednotek probíhalo v základním režimu bez jakékoliv zátěže a s pomocí balanční podložky pro odlehčení cviků. U těchto probandek došlo k pozvolnému zapojení zátěže až u sedmé tréninkové jednotky. Ostatní zúčastněné snesly pozvolné zapojení zátěže už u třetího tréninku.

Před započetím páté tréninkové jednotky došlo k druhému měření, ze kterého jsme právě díky pozvolnému zapojení objemu tréninku nevyvozovali žádné změny tréninku. U třetího měření už jsme se přesvědčili o změnách v tělesném složení a správnosti tréninku. Ženy na cvičení a obecně na intervenční program reagovaly dobře, necítily se demotivovaně a ve většině případů plnily veškeré doporučení na 100 %. Ženy, které začínaly se špatnou fyzickou kondicí, byly překvapené z rychle se zvyšujících vytrvalostních a silových schopností. Pro všechny klientky jsem byla já i vedoucí trenér po většinu času k dispozici přes e-mail či telefon. Intervenční program byl ukončen výstupním měřením, kdy byly probandky seznámeny s výsledky a každá dostala individuální doporučení pro další již soukromé tréninky.

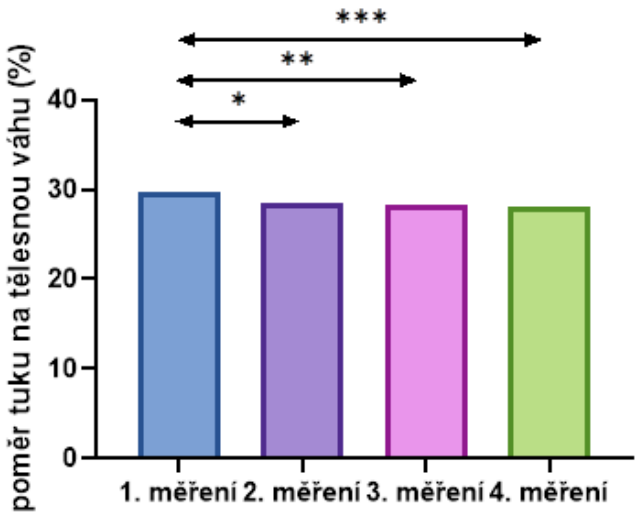
Skupina vybraná pro intervenční program byla ve větší míře složena z žen, které se cvičení věnovaly krátce nebo vůbec a jejich fyzická zdatnost byla na malé úrovni, proto předpokládám, že výsledky nebyly dosahovány dle našich očekávání právě z důvodu postupného, ze začátku velmi pomalého zvyšování intenzity a objemu tréninku. V prvních měsících tréninku je doporučováno cvičit pouze jednou týdně. Nyní by už ženy mohly navýšit četnost tréninku na dvakrát týdně a rovněž intenzita jedné tréninkové jednotky by se zvyšovala. Z tohoto důvodu si troufám tvrdit, že výsledky především v nárůstu svalové hmoty by byly násobně lepší.

5.3 Tělesný tuk

Analýza souboru dat poměru tělesného tuku pomocí testu ANOVA stanovuje hodnotu P = 0,0002. Tato hodnota P potvrzuje statistickou signifikanci v průběhu všech měření. Analýza testem Dunettova mnohočetného porovnání mezi jednotlivými měřeními je následující:

Porovnání 1. a 2. měření dosahuje hodnoty P = 0,0133, porovnání 1. a 3. měření dosahuje hodnoty P = 0,0057, porovnání 1. a 4. měření dosahuje hodnoty P = 0,0008, 2. měření vs. 3. měření dosahuje hodnoty P = 0,4946, 2. měření vs. 4. měření dosahuje hodnoty P = 0,1429, 3. měření vs. 4. měření dosahuje hodnoty P = 0,5685.

Statistické signifikance je tak dosaženo při srovnání 1. a všech ostatních měření, ale není dosaženo mezi žádnou další kombinací měření. Nejnižší hodnota P je dosažena při porovnání 1. a 4. měření, přičemž při prvním měření dosahují hodnoty tělesného tuku průměru 29,619 % a u čtvrtého měření je tento průměr 27,985 %. Data jsou sumarizována na obrázku 15.

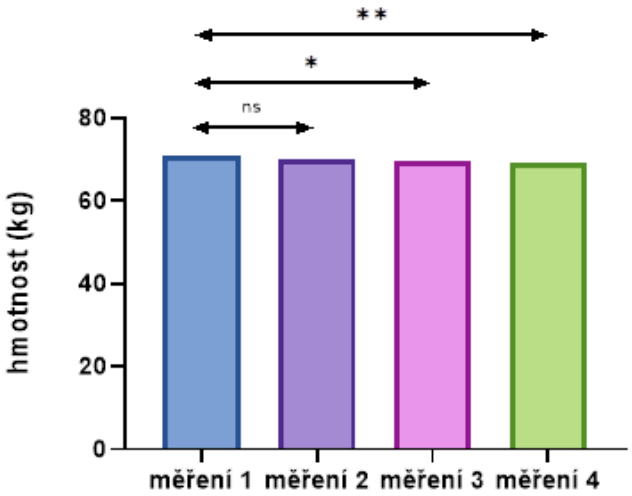


Obrázek 15. Změna poměru tělesného tuku

5.4 Hmotnost

Za pomoci statistické analýzy testem ANOVA byla stanovena hodnota P = 0,0004, jednotlivá opakování měření tedy dosahují statisticky signifikantních rozdílů. Analýza testem Dunettova mnohočetného porovnání mezi jednotlivými měřeními je následující:

Porovnání 1. měření a 2. měření dosahuje hodnoty P = 0,067, porovnání 1. měření a 3. měření dosahuje hodnoty P = 0,0217, porovnání 1. měření a 4. měření dosahuje hodnoty P = 0,0018, porovnání 2. měření a 3. měření dosahuje hodnoty P = 0,085, porovnání 2. měření a 4. měření dosahuje hodnoty P = 0,0001, porovnání 3. měření a 4. měření dosahuje hodnoty P = 0,0047. V těchto porovnáních jsou signifikantní všechna porovnání vyjma porovnání 1. s 2. měřením a 2. s 3. měřením. Data jsou na obrázku 16.



Obrázek 16. Změna hmotnosti

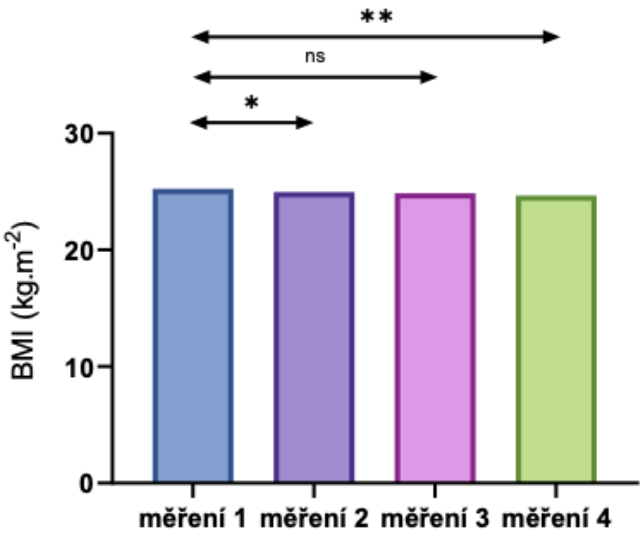
5.5 BMI

Za pomoci statistické analýzy metodou opakovaného měření ANOVA byla stanovena hodnota P = 0,0034, jednotlivá opakování měření tedy dosahují statisticky signifikantních rozdílů.

Analýza testem Dunettova mnohočetného porovnání mezi jednotlivými měřeními je následující:

Porovnání 1. měření a 2. měření dosahuje hodnoty P = 0,0443, porovnání 1. měření a 3. měření dosahuje hodnoty P = 0,1021, porovnání 1. měření a 4. měření dosahuje hodnoty P = 0,0082, porovnání 2. měření a 3. měření dosahuje hodnoty P = 0,685, porovnání 2. měření a 4.

měření dosahuje hodnoty P = 0,0223, porovnání 3. měření a 4. měření dosahuje hodnoty P = 0,0013. V těchto porovnáních jsou signifikantní všechna porovnání vyjma porovnání 1. s 3. měřením a 2. s 3. měřením. Nejnižší hodnota P je dosažena při porovnání 1. a 4. měření, přičemž průměrná hodnota BMI 1. měření dosahuje 25,233 $kg.m^{-2}$ a průměrná hodnota 4. měření dosahuje 24,67 $kg.m^{-2}$, jedná se o nejvyšší rozdíl v porovnáních měření. Data jsou sumarizována na obrázku 17.



Obrázek 17. Změna BMI

5.6 WHR

Hodnoty pro výpočet WHR byly naměřeny pouze v prvním a čtvrtém měření. Při použití Wilcoxonova testu na stanovení hodnoty P vychází konečná hodnota P > 0,9999. Hodnoty WHR tedy nejsou statisticky signifikantní při porovnání 1. a 4. měření.

5.7 Somatické rozměry

Obvod hrudníku

Hodnoty pro výpočet obvodu hrudníku byly naměřeny pouze v prvním a čtvrtém měření. Pro statistické vyhodnocování těchto hodnot je použit Wilcoxonův test, po analýze vychází konečná hodnota P = 0,0034, hodnota obvodu hrudníku je statisticky signifikantní při porovnání 1. a 4. měření.

Obvod břicha

Obvod břicha byl stanovován pouze při prvním a čtvrtém měření. Při použití Wilcoxonova testu vychází hodnota $P < 0,0001$, hodnota obvodu břicha je tedy statisticky signifikantní při porovnání 1. a 4. měření.

Obvod gluteální

Hodnoty pro výpočet gluteálního obvodu byly naměřeny pouze v prvním a čtvrtém měření. Analýza pomocí Wilcoxonova testu stanovuje $P < 0,0001$, hodnota gluteálního obvodu je tedy statisticky signifikantní při porovnání 1. a 4. měření.

Obvod paže

Hodnoty pro výpočet obvodu paže byly naměřeny pouze v prvním a čtvrtém měření. Pro statistické vyhodnocování těchto hodnot je použit Wilcoxonův test. Při analýze vychází konečná hodnota $P = 0,0007$, hodnota obvodu paže je tedy statisticky signifikantní při porovnání 1. a 4. měření.

Obvod stehna

Měření obvodu stehna probíhalo pouze v prvním a čtvrtém provedení. Statistická analýza Wilcoxonovým testem stanovuje hodnotu $P < 0,0001$, hodnota obvodu stehna je tedy statisticky signifikantní při porovnání 1. a 4. měření.

5.8 SMM

Za pomoci statistické analýzy metodou opakovaného měření ANOVA byla stanovena hodnota $P = 0,5232$, jednotlivá opakování měření tedy nedosahují statisticky signifikantních rozdílů. Analýza testem Dunettova mnohočetného porovnání mezi jednotlivými měřeními nedosahuje statisticky signifikantních hodnot v žádné dvojici možných kombinací jednotlivých měření ($P > 0,05$). Nejnižší hodnoty P dosahuje analýza při srovnání 2. a 4. měření ($P = 0,7208$) a dále srovnání 3. a 4. měření ($P = 0,7629$).

5.9 Tělesná voda

Za pomoci statistické analýzy metodou opakovaného měření ANOVA byla stanovena hodnota $P = 0,2927$, jednotlivá opakování měření tedy nedosahují statisticky signifikantních rozdílů. Následná statistická analýza testem Dunettova mnohočetného porovnání neprokázala statistickou

signifikanci mezi jednotlivými měřeními. Žádné z porovnání jednotlivých měření nedosahuje statisticky signifikantních rozdílů (P > 0,05). Nejnižší hodnoty P dosahuje analýza při srovnání 2. a 4. měření (P = 0,0545) a následovně srovnání 1. a 4. měření (P = 0,5322).

5.10 Rozbor výsledků anketního šetření

Z anketního šetření jsem získala 378 listů, z nichž 27 dotazníků bylo vstupních a 27 ks výstupních zabývajících se očekáváním a přínosem tréninku EMS. Zbylých 324 listů bylo získaných během 12 týdnů intervenčního programu, kdy každá respondentka vyplnila dotazník po ukončené tréninkové jednotce.

Ze vstupních listů (tabulka 6) vyplynulo, že 80 % respondentek od intervenčního programu očekává především snížení hmotnosti a zpevnění postavy. Zbylých 20 % očekává kromě zapojení pohybové aktivity do svého životního stylu i odstranění bolesti zad. Na tabulce 7 můžeme vidět, že hlavní důvod, proč se respondentky rozhodly cvičit metodou EMS, je nízká časová náročnost a doporučení známých. Z tabulky 8 pak vyplynulo, že 85 % žen očekává, že pro ně bude cvičení EMS přínosné.

Tabulka 6. Jaké máte očekávání od tohoto intervenčního programu/cvičení EMS?

Snížení hmotnosti, zpevnění postavy	18
Zapojení PA do životního stylu	8
Odstranění bolesti zad	1
Nemám žádné očekávání	0

Tabulka 7. Z jakého důvodu jste se rozhodla pro cvičení EMS?

Cvičení mi bylo doporučeno známým	10
Nízká časová náročnost	17
Odstranění bolesti zad	1
Nemám žádné očekávání	0

Tabulka 8. Myslíte, že pro Vás bude mít cvičení EMS přínos?

Ano, myslím, že cvičení bude mít přínos	23
Spíše ano	3
Spíše ne	1
Nemám žádné očekávání	0

Průběžné anketní lístky, které respondentky vyplňovaly po každém cvičení, jsem zprůměrovala a uvádím výsledky v %, kdy 336 odpovědí na každou otázku představuje 100 %.

Na jednu otevřenou a sedm uzavřených otázek průběžných anketních listů odpovídaly ženy následně:

1. **Prodělala jste tento týden nějakou změnu? Fyzickou/Psychickou**

V 95 % bylo na tuto otázku odpovězeno NE. V pouhých 5 % byla odpověď ANO.

2. **Požila jste tento týden alkohol?**

93,3 % žen odpovědělo, že během uplynulého týdne nepožily alkohol.

3. **Změnila jste v uplynulém týdnu způsob svého stravování?**

97 % dotazníků vypovídalo o tom, že respondentky způsob svého stravování nezměnily.

4. **Změnila jste v uplynulém týdnu svůj režim?**

80 % dotazníků vypovídalo o tom, že respondentky svůj stálý režim nijak nezměnily.

5. **Jaké máte pocity po posledním cvičení?**

75,7 % dotazníků vypovídalo o tom, že se ženy po cvičení cítily příjemně, 19,2 % dotazníků ukázalo, že se respondentky po tréninku cítily vyčerpaně, 5,1 % dotazníků napovědělo, že se ženy po tréninku cítily nepříjemně.

6. **Bylo pro Vás dnešní cvičení fyzicky náročné?**

Dotazníky ukázaly, že cvičení bylo pro ženy ve 45 % fyzicky náročné.

7. **Provozovala jste v minulém týdnu nějakou novou pohybovou aktivitu? Pokud ano, jakou a jak dlouho?**

Na tuto otázku bylo ze 48 % odpovídáno NE. Ve 52 % odpovídaly ženy ANO, z toho se v 19 % jednalo o aktivitu delší než 45 min. Nejčastěji se jednalo o aktivity: lehká procházka/túra, posilování v posilovně a plavání.

8. **Držela jste se daných doporučení?**

Na tuto otázku bylo po dobu šetření odpovídáno ANO, a to v 97 % případů.

Výsledky anketního šetření vypovídají o dodržování doporučení respondentkami a nemělo by to tudíž ovlivnit výsledky naměřených hodnot.

Výsledky uzavřených otázek výstupního šetření uvádím v tabulkách níže.

Tabulka 9. Bylo pro Vás cvičení EMS přínosné?

Ano, pociťuji velký přínos	17
Spíše ano	10
Spíše ne	1
Ne, nepociťuji žádný přínos	0

Tabulka 10. Splnilo cvičení EMS Vaše očekávání?

Ano, splnilo	22
Spíše ano	4
Spíše ne	2
Ne, nesplnilo	0

Tabulka 11. Budete ve cvičení EMS pokračovat i nadále?

Ano, budu pokračovat	23
Spíše ano	2
Spíše ne	3
Ne, nechci dál pokračovat	0

Výstupní otázky, jež jsou uzavřené, ukazují, že 82 % respondentek cvičení EMS oslovilo a rády by v něm pokračovaly. Trénink EMS splnil očekávání u 78 % žen a 96 % žen uvedlo, že pro ně EMS cvičení bylo přínosné.

Kazuistický rozbor

V tabulce níže je uvedena anamnéza celé skupiny. Jednalo se o skupinu žen s průměrným věkem 28 let. Tato skupina byla zastoupena probandkami s nízkou nebo žádnou úrovní PA, a to převážně z důvodu časové vytíženosti. Pouze jedna probandka trpí zdravotním omezením, astmatem, ovšem v pohybu ji nijak neomezuje. Pohybová omezení v této skupině jsou minimální, největší omezení vnímáme v bolesti kyčle, kterou uvádí 3 probandky. 66,6 % těchto probandek má 1 nebo více dětí. Skupina má průměrný sociální status střední třídy, čtrnáct žen je zaměstnáno, osm žen je studujících, čtyři ženy jsou na mateřské dovolené a jedna je v současné době nezaměstnaná. Dvě třetiny žen jsou nekuřačkami a tři ženy jsou abstinentky.

Tabulka 12. Kazuistický rozbor

Vzorek	X	Pohybové omezení	Zdravotní omezení	Pohybová aktivita	Děti	Rodinná anamnéza	Soc. status	Kouření	Alkohol	zaměstnání
							Kouření			
Proband 1		Šrouby - pr. rameno	NE	žádná	0	vdaná	nižší střední třída	nekouří	příležitostně	student
Proband 2		NE	NE	malá	3	vdaná	střední třída	nekouří	příležitostně	zdravotní sestra
Proband 3		Levé koleno - vazy	NE	žádná	0	svobodná	střední třída	kouří	příležitostně	učitel
Proband 4		NE	NE	středně	1	svobodná	vyšší střední třída	kouří	příležitostně	ekonom
Proband 5		NE	NE	středně	1	vdaná	vyšší střední třída	nekouří	příležitostně	lékařka
Proband 6		NE	NE	malá	0	vdaná	střední třída	nekouří	abstinent	prodavač
Proband 7		NE	NE	malá	0	svobodná	střední třída	kouří	příležitostně	student
Proband 8		operace kyčle	NE	malá	4	rozvedená	nižší střední třída	nekouří	příležitostně	prodavač
Proband 9		Bolest zad	NE	žádná	2	vdaná	nižší střední třída	nekouří	příležitostně	mateřská
Proband 10		Bolest kyčle	NE	žádná	0	svobodná	nižší střední třída	nekouří	příležitostně	student
Proband 11		astma	astma	malá	0	svobodná	nižší střední třída	nekouří	abstinent	student
Proband 12		gynekologický zákrok	NE	žádná	1	svobodná	nižší střední třída	kouří	příležitostně	mateřská
Proband 13		NE	NE	malá	2	vdaná	střední třída	nekouří	příležitostně	zdravotní sestra
Proband 14		Plastika prsou	NE	středně	1	vdova	střední třída	nekouří	příležitostně	fin. Poradce
Proband 15		NE	NE	žádná	2	vdaná	nižší střední třída	nekouří	příležitostně	student
Proband 16		NE	NE	malá	1	vdaná	nižší střední třída	nekouří	příležitostně	nezaměstnaná
Proband 17		císařský řez	NE	malá	1	svobodná	střední třída	kouří	příležitostně	mateřská
Proband 18		NE	NE	žádná	0	svobodná	nižší střední třída	nekouří	příležitostně	student
Proband 19		NE	NE	středně	0	svobodná	nižší střední třída	kouří	příležitostně	student
Proband 20		NE	NE	žádná	2	vdaná	střední třída	nekouří	příležitostně	učitel
Proband 21		Bolest zad	NE	malá	1	svobodná	nižší střední třída	nekouří	abstinent	student
Proband 22		Bolest kyčle	NE	malá	1	vdaná	střední třída	kouří	příležitostně	ekonom
Proband 23		NE	NE	Aktivní	3	vdaná	střední třída	nekouří	příležitostně	zdravotní sestra
Proband 24		NE	NE	Aktivní	2	rozvedená	střední třída	nekouří	příležitostně	prodavač
Proband 25		plastika prsou	NE	žádná	1	svobodná	vyšší střední třída	kouří	příležitostně	ekonom
Proband 26		NE	NE	středně	0	vdaná	střední třída	kouří	příležitostně	policista
Proband 27		NE	NE	malá	1	svobodná	střední třída	nekouří	příležitostně	mateřská
Proband 28	Vyloučen	těhotenství	těhotenství							

Cvičební program byl tvořen na základě kazuistického rozboru a byl přizpůsoben především nízké úrovni fyzické zdatnosti této skupiny. Většina žen vykonává pohybovou aktivitu velmi málo anebo vůbec. Proto začínaly tréninky velmi zvolna a byly přizpůsobovány subjektivním pocitům každé probandky. Pro zjednodušení cviků byla zapojena balanční podložka. U žen, které uváděly

bolesti kyčle, jsme při prvním tréninku otestovali rozsah pohybu a dále s nimi pracovali individuálně. Ženy s plastikou prsou měly v oblasti hrudníku nastavenou nulovou hodnotu impulzů.

6 DISKUZE

V této kapitole se zaměříme na získané výsledky a porovnáme je se současným stavem dané problematiky. Literatury na téma elektrostimulace ve sportu je bohužel jen malé množství, většina studií se zabývá především využitím metody EMS po fyzioterapeutické stránce.

Neustále narůstající trend technického rozvoje přispívá k nárůstu sedavého zaměstnání. Dnešní doba se nese ve znamení shonu a nedostatku času, tento hektický způsob životního stylu často vede k tomu, že jsou lidé časově vytížení a na pohybovou aktivitu jim nezbyde příliš času.

Ve všech stadiích ontogeneze je pohybová aktivita jedním z nejdůležitějších nástrojů plnohodnotného a zdravého životního stylu. Pohybová aktivita má nesporně hned několik benefitů – ať už jako prevence civilizačních chorob, začlenění do společnosti či pozitivní přínos pro psychické a fyzické zdraví. Pravidelné provádění pohybové aktivity pozitivně ovlivňuje vnímané zdraví, včetně vnímané bolesti (King et al., 2000). Proto bychom neměli zapomínat ji neustále zapojovat do našich životů. Ne vždy je to ovšem možné, vnímám to především u ženské populace, kdy je současná doba neustále vybízí k podávání výkonu na pracovním poli a klade na ně čím dál větší nároky. Starají se o domácnost, děti, kariéru a nezbývá jim čas, aby se věnovaly samy sobě. I to je důvod, proč mohou ženy hledat rychlé a efektivní cvičení (tedy i EMS metodu cvičení, kterou sportovní centra takto prezentují).

Jak jsem již zmínila, literatury na téma EMS ve sportu je malé množství, a jak také popisuji v teoretické části, studie jsou zaměřeny především na vrcholový sport a vrcholové sportovce a ať už ve fotbale, volejbale, hokeji či basketbale potvrzují pozitivní vliv tréninku EMS. Studií, které by se věnovaly přínosu EMS tréninku u osob s nízkou fyzickou zdatností, je jen malé množství a ve většině případů nejsou jednoznačné.

Se stále větší oblibou nových cvičebních programů se EMS tréninku dostává větší pozornosti i na amatérské úrovni. Podívejme se tedy na několik novějších výsledků studií zabývajících se elektrostimulací ve sportu u netrénovaných jedinců.

Podle Jankuva (2014) se elektrostimulace jeví pouze jako alternativa klasického silového tréninku v přípravném období, pro stabilizaci úrovně silových schopností. Krupičková (2017) ve své práci zkoumá cvičení vlastní vahou s metodou cvičení EMS. Vzorek jedné ženy cvičící oběma způsoby s rozestupem 2 měsíců ukázal lepší výsledky u cvičení s vlastní vahou, kdy hmotnost probandky klesla o 0,7 kg a u cvičení EMS hmotnost vzrostla o 0,2 kg. Krupičková

na základě svých výsledků popírá efektivnost cvičení EMS oproti cvičení s vlastní vahou. Ovšem také uvádí, že probandka cvičila EMS trénink třikrát týdně a mohlo dojít k přetížení organismu nadměrným trénováním. U ženy došlo k redukci celulitidy v problémových partiích, což uvádí jako pozitivní přínos EMS tréninku.

Novotný (2018) při svém měření dvou probandů, kteří cvičili pomocí EMS, zaznamenává především pozitivní změny, ale nijak radikální. Uvádí nárůst svalové hmoty, ovšem vyvrací, že by EMS trénink pomáhal při redukci hmotnosti. Potvrzuje, že pro redukci hmotnosti a plnohodnotné měření je důležitý stravovací plán. Což byl náš limitující faktor.

Autoři Malatesta et al. (2003), Maffiuleti et al. (2009), Deley et al. (2011) a Martinez et al. (2012) se ve svých výzkumech věnovali testování sportovců, kdy k elektrostimulaci zapojili i jiný typ tréninku. A shodli se, že kombinace těchto dvou tréninků je nejefektivnější pro svalovou adaptaci a nárůst maximální síly. Vytrvalostní trénink již tolik studií nenabízí, můžeme však uvést dva výzkumy. Výsledky prvního výzkumu od Porcariho et al. (2004), který po dobu 8 týdnů testoval u skupiny dvaceti čtyř dospělých jedinců svalovou vytrvalost břišních svalů, prokázaly 100% zlepšení. Dále uvádí, že došlo k vytvarování tohoto svalstva a k nárůstu síly a vytrvalosti. Crognale et al. (2013) pak ve svém výzkumu s šestnácti probandy mimo jiné dokazuje, že elektrostimulace dokáže vyvolat stejné fyziologické odpovědi jako aerobní cvičení o nízké intenzitě.

Na studiích v teoretické části lze také vidět, že metoda EMS je pro své pozitivní účinky hojně využívána v oblastech fyzioterapie a rehabilitace. Taradaj et al. (2013) prezentovala své výsledky výzkumu, ve kterém testovala fotbalisty po operaci předního křížového vazu, a prokázala, že elektrostimulace je přínosná pro zvýšení síly atrofovaného svalu z důvodu obnovy svalové hmoty a její síly.

Parka a kol. (2016) ve svém výzkumu, který zkoumal vliv kombinace elektrických impulzů s posilováním vzpřimovačů zad, uvádí pozitivní vliv na rozvoj síly a vytrvalosti.

Naopak Porcari et al. (2002) veškerý pozitivní vliv EMS na tělesné složení či rozvoj fyzické síly popírá, a to na základě studie univerzity ve Wisconsinu. Tento výzkum probíhal u 27 vysokoškolských osob obou pohlaví po dobu osmi týdnů.

U testování EMS tréninku netrénovaných jedinců pozorujeme především vliv na nárůst svalové hmoty a tělesné objemy, ale co se týče změn v tukové složce, jsou výsledky převážně proti.

Trénink pro náš intervenční program byl sestaven jednak dle doporučení firem využívajících metodu EMS při tréninku a dále podle literatury Clémenceau a Delaviera (2013), Jarkovské a Jarkovské (2005), Strakoše a Valoucha (2004), Novotného (2008) a za pomoci certifikovaného trenéra, který trénoval s probandkami po celou dobu programu.

Ženy, které se zúčastnily našeho intervenčního programu, byly začátečnice s nízkou úrovní fyzické zdatnosti. Program byl dobrovolný a ženy do něj vstupovaly s vlastní motivací, což jak jsem očekávala, byl hnací motor pro dodržování doporučení a 100% účasti. Jejich hlavním cílem bylo především zpevnění těla a redukce tukové hmoty. Za benefit považovaly zmírnění bolesti zad.

Z našich získaných výsledků vyplývá, že od cvičení EMS lze při správně zvoleném tréninku očekávat pozitivní vliv na změnu tělesného složení, dochází zejména ke snížení tukové složky. Samozřejmě jsme si vědomi toho, že ženy byly začátečnice a výsledky nejsou natolik viditelné, ale stalo se to, co jsme od intervenčního programu očekávali. Tuková složka poklesla a svalová hmota vzrostla, ač minimálně. Což je nutné pokládat za pozitivum, protože nedošlo k jejímu poklesu, a tím, že nárůst byl minimální, nemohlo nijak výrazně dojít ke změnám v obvodových charakteristikách, předpokládám tedy, že kdyby se zvýšila intenzita a četnost tréninku, tak by se výsledky objevily i v obvodových charakteristikách.

Aby bylo dosaženo všech benefitů, je nezbytné cvičení EMS správně dávkovat, ať již ve frekvenci tréninku, výběrem cviků nebo zvolenou intenzitou. Námi zvolená kombinace tréninku se ukázala jako efektivní. Probandky byly spokojené a za hlavní výhodu považovaly především nízkou časovou náročnost a absenci sportovního úboru. Naopak po finanční stránce je cvičení EMS velmi náročné, což může být velkou překážkou pro širší klientelu.

Negativním faktorem pro výsledky měření mohla být životospráva probandek, která nebyla, tedy kromě doporučení, nijak upravena. Ženy se dle svých výpovědí snažily dodržet správnou životosprávu a neměnit svůj dosavadní režim, je ale nepravděpodobné, že by byl u všech testovaných jídelníček správný a podařilo se jim dodržet stejný kalorický příjem i výdej po celou dobu programu.

6.1 Výzkumné otázky

1. **Ovlivní cvičení EMS změny v tělesném složení u žen?**

V našem výzkumu jsme prokázali, že dochází ke změnám tělesného složení, a to především u snižování tělesné hmotnosti, tělesného tuku ve všech kategoriích, avšak nedochází ke změně tělesné vody, SMM a WHR indexu.

2. **Vzroste během intervenčního programu hodnota svalové frakce u sledovaných jedinců?**

Neprokázali jsme statisticky významný nárůst svalové frakce. Svalová hmota ale ani nepoklesla, což můžeme vnímat u žen, jež byly začátečnice s nízkou úrovní fyzické zdatnosti, jako pozitivní výsledek.

3. **Poklesne během intervenčního programu hodnota tukové frakce u sledovaných jedinců?**

Intervenční program měl vliv na pokles tukové frakce u sledovaných jedinců. Statistické signifikance bylo dosaženo při srovnání 1. a všech ostatních měření, ale není jí dosaženo mezi žádnou další kombinací měření. Nejnižší hodnota je dosažena při porovnání 1. a 4. měření, přičemž při prvním měření dosahují hodnoty tělesného tuku průměru 29,619 % a u čtvrtého měření je tento průměr 27,985 %.

4. **Dojde během intervenčního programu k poklesu hmotnosti u sledovaných jedinců?**

Během intervenčního programu došlo k poklesu hmotnosti v průměru o 1,53 kg. Největší rozdíl jsme pozorovali mezi druhým a čtvrtým měřením.

5. **Cítí se ženy u cvičení EMS komfortně?**

Probandky potvrdily, že cvičení EMS je pro ně komfortní, uvítaly, že nemusí cvičit v přeplněném fitness centru a mají soukromí. Mezi další benefity patřily i doprovod trenéra při každé lekci a kontrola správnosti provedení cviků. Ženy k tréninku nic nepotřebovaly a mohly přijít rovnou z práce.

6. **Zvýší se všechny obvodové charakteristiky kromě obvodu pasu?**

Měření prokázalo změnu v obvodových charakteristikách. Obvody se nezvýšily, naopak se u hrudníku, břicha a glutealu snížily. U obvodu paže a stehna byly změny minimální.

6.2 Doporučení do praxe

Programu se účastnily převážně začátečnice, u kterých tento program splnil zadání. Ženy byly motivované pokračovat ve cvičení, především díky malé časové náročnosti a výsledkům, kterých během cvičení dosáhly. Podařilo se jim zhubnout a došlo k úbytku tukové složky. V pase došlo ke snížení objemu a i přesto, že se ostatní obvodové parametry příliš nezměnily, byly s výsledky spokojené.

V dalších tréninkových jednotkách by docházelo k navýšení četnosti tréninků a k dalšímu zvyšování intenzity tréninku, což by mělo pravděpodobně za následek větší prorýsování a znatelnější úbytek tukové hmoty se současným nárůstem svalové hmoty.

Předpokládám tedy, že účinnější vliv na změnu tělesného složení se projeví u žen s pokročilou úrovní fyzické zdatnosti, této úrovně začátečnice v našem programu dosáhly zhruba v průběhu třetího měsíce. Z toho plyne, že je zapotřebí i delší časová dotace, kdy po třech měsících dochází k viditelnému navýšení intenzity, objemu a četnosti tréninku, tudíž i k lepším výsledkům. Také se nabízí doplnění elektrostimulace k aerobnímu tréninku či k rozvinutí síly.

Pro redukci tělesné hmotnosti je vždy zapotřebí zapojit do programu správný jídelníček a doplnit trénink například aerobním cvičením.

7 ZÁVĚR

Tato práce byla zaměřena na intervenci při cvičení EMS u žen ve věku 20–40 let.

V teoretické části jsem se zaměřila na svalovou soustavu, průběh svalové kontrakce, vývoj a teoretickou podstatu elektrostimulace. Bylo popsáno tělesné složení a důvod jeho měření a také skupina probandů, pro kterou byl intervenční program určen.

V druhé, tj. praktické části jsem za pomoci poznatků z první části popsala intervenční program přizpůsobený vybrané skupině probandů. Mým cílem bylo zjistit, zda má cvičení EMS vliv na tělesnou konstituci. Do výzkumu bylo zahrnuto 28 žen, z nichž pouze jedna nedokončila intervenční program v celém rozsahu, a to z důvodu těhotenství. Dle vytyčených cílů a podle vybrané skupiny probandů byl sestaven tréninkový plán. Trénink byl realizován jednou týdně. Každá ze zúčastněných se podrobila vstupnímu měření na přístroji INBODY 570, kdy bylo zjištěno její tělesné složení. Měření podstoupily ženy ještě třikrát během intervenčního programu, přičemž poslední měření bylo výstupní. Výzkumné šetření bylo doplněno i o anketní listy.

Pro účely vyhodnocení byly měřeny následující parametry: poměr tělesného tuku, hmotnost, tělesná voda, somatické rozměry a z těchto hodnot byly dál získány parametry popisující tělesnou konstituci, konkrétně hodnoty BMI, SMM a WHR.

Z výsledků je evidentní, že dochází ke změnám tělesné konstituce, a to snižováním hmotnosti, tělesného tuku a obvodu ve všech kategoriích, avšak nedochází ke změně tělesné vody, SMM či WHR. To se dá interpretovat obecně tak, že dochází k úbytku váhy, který je zapříčiněný úbytkem tuku, a ne úbytkem vody nebo svalové tkáně.

Většina probandek uvedla, že považují trénink EMS za velmi přínosný, oslovil je, a to především díky jeho malé časové náročnosti. 82 % zúčastněných hodlá v tréninku EMS dále pokračovat. Trénink EMS se nabízí jako vhodná alternativa pohybové aktivity pro časově vytížené jedince, popřípadě jako doplnění klasického silového tréninku v přípravném období, pro stabilizaci úrovně silových schopností. Negativním faktorem je vyšší cena jedné tréninkové jednotky v komerčním sektoru, což může odradit řadu potenciálních zájemců o toto cvičení.

Další výzkum by mohl být zaměřen na vliv samotného tréninku EMS a zmírnění svalových dysbalancí či na zlepšení držení těla a eliminaci bolesti zad.

8 SOUHRN

Hlavním cílem této práce byla analýza intervenčního programu EMS ve vztahu k tělesnému složení žen ve věku 20–40 let. Dílčí cíle zahrnovaly, na základě poznatků shromážděných v teoretické části, návrh a realizaci intervenčního programu. Poté jeho samotnou analýzu. Podrobení vybrané skupiny probandek vstupnímu i výstupnímu vyšetření a na základě výsledků vytvoření doporučení pro praxi.

Teoretická část byla věnována syntéze poznatků. Zaměřila jsem se na vývoj a teoretickou podstatu elektrostimulace, svalovou soustavu, průběh svalové kontrakce. Bylo popsáno tělesné složení a důvod jeho měření a také skupina probandů, pro kterou byl intervenční program určen.

Druhá, praktická část je věnována metodice užité k získání výsledků. Za použití poznatků z první části je popsán intervenční program přizpůsobený vybrané skupině probandů a také samotná interpretace výsledků.

Z výsledků získaných v rámci skupiny 27 žen bylo evidentní, že došlo ke změnám tělesné konstituce, a to snižováním hmotnosti, tělesného tuku a obvodu ve všech kategoriích, avšak nedochází ke změně tělesné vody, SMM či WHR. V tomto výzkumu nebyla měněna životospráva testovaných, což mohlo vést ke zkreslení výsledků. Proto je pro potvrzení výsledků potřeba dalšího testování se zohledněním tohoto faktoru.

9 SUMMARY

Main goal of this thesis was an analysis of the intervention program EMS in relationship with body composition of women in the age of 20 to 40 years. The sub-objectives included, based on the knowledge gathered in the theoretical part, designing and implementation of the intervention program. Then his own analysis. Subjecting a selected group of probands to the initial and exit examination and based on the results to create recommendations into practice.

The theoretical part was devoted to the synthesis of knowledge. I focused on the development and theoretical basis of electrical stimulation, the muscular system and the course of muscle contraction. We described the body composition and the reason for its measurement, as well as the group of probands for which the intervention program was intended.

The second, practical part, is devoted to the methodology used to obtain results. Using the knowledge from the first part, the intervention program adapted to the selected group of probands is described, as well as the interpretation of the result itself.

From the results obtained in a group of 27 women, it was evident that there were changes in body constitution by reducing weight, body fat, and girth in all categories, but there is no change in body water, SMM or WHR. In this research, the lifestyle of the subjects was not changed, which could‘ve lead to skewing of the result. Therefore, further testing taking this factor into account is needed to confirm the results.

10 REFERENČNÍ SEZNAM

Ahlborn, P., Schachner, M., & Irintchev, A. (2007). One hour electrical stimulation accelerates functional recovery after femoral nerve repair. *Experimental Neurology, 208*, 137–144.

Aldayel, A., Jubeau, M., McGuigan, M., & Nosaka, K. (2010). Comparison between alternating and pulsed current electrical muscle stimulation for muscle and systemic acute responses. *Journal of Applied Physiology, 109*, 735–744.

Ambler, Z. (2010). Neurofyziologie a elektrodiagnostika nervosvalového přenosu. *Neurologie pro praxi, 11(2)*, 81–84.

Andreoli, A., Melchiorri, G., Brozzi, M., Di Marco, A., Volpe, S. L., Garofano, P., Didaniele, N. & De Lorenzo, A. (2003). Effect of different sports on body cell mass in highlytrained athletes. *Acta Diabetol, 40*, 122–125.

Artioli, G. G., Iglesias, R. T., Franchini, E., Gualano, B., Kashiwagura, D. B., Solis, M. Y., Benatti, F. B., Fuchs, M., & Junior, A. (2010). Rapid weight loss followed by recovery time does not aff ect judo-related performance. *Journal of Sport Sciences, 28(1)*, 21–32.

Baker, J. S., & Davies, B. (2006). Variation in resistive force selection during brief high intensitycycle ergometry: Implication for power assessment and production in elite karate practitioners. *Journal of Sport Science and Medicine, 5*, 42–46.

Beneš, J., Jirák, D., & Vítek, F. (2015). *Základy lékařské fyziky* (4. vydání). Praha: Univerzita Karlova.

Beneš, J., Kymplová, J., & Vítek, F. (2015). *Základy fyziky pro lékařské a zdravotnické obory: pro studium i praxi*. Praha: Grada.

Beurer. (2020). *Elektrostimulátor BEURER EM 80*. Retrieved 2. 12. 2020 from the World Wide Web: http://www.beurer.cz/therapy/elektrostimulator-beurer-em-80

Boschetti, G. (2008). *Electrical muscle stimulation*. Retrieved 12. 12. 2020 from the World Wide Web: https://cs.qaz.wiki/wiki/Electrical_muscle_stimulation

Brown, M. (2017). *The Longer the Race, the Stronger We Get.* Retrieved 12. 2. 2020 from the World Wide Web: https://www.outsideonline.com

Bunc, V. (2005). *Role pohybových aktivit v životě dětí a mládeže. Závěrečná zpráva o řešení výzkumného záměru MSM 115100001*. Praha: FTVS UK.

Bunc, V. (2009). Možnosti pohybových programu při redukci nadváhy u školní mládeže. In J. Kresta & D. Pyšná (Ed.), *Pohyb, výchova, zdraví* (pp. 7–16). Ústí nad Labem: PP UJEP.

Bunc, V., Novotná, V., & Čechovská, I. (2006). *Fit programy pro ženy*. Praha: Grada.

Caha, J. (2016). *Elektromyostimulace-obchod s iluzemi?* Retrieved 12. 12. 2020 from the World Wide Web: https://aktin.cz/3743-elektromyostimulace-obchod-s-iluzemi

Claessens, A., Beunen, G., Wellens, R., & Geldof, G. (1987). Konstitutionstyp und Körperzusammensetzung von Judoka der Weltklasse. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 27(1)*, 105–113.

Clémenceau, J.-P., & Delavier, F. (2013). *Fitness pro ženy – anatomie*. Brno: CPress.

Clippinger, K., & Isacowitz, R. (2017). *Pilates, anatomie*. Praha: Albatros.

Collazos, J. F. R., Marrodán, M. D., & Remodero, E. G. (1996). Cineanthropometric Study in Spanish Judoists. *International Journal of Anthropology, 11(1)*, 11–19.

Condrad. (2019). *Beurer EM 80 stimulační přístroj*. Retrieved 12. 12. 2020 from the World Wide Web: https://www.conrad.cz/digitalni-elektrostimulator-beurer-tens-ems-em-80.k860353

Cram, J. R. (2003). The History of Surface Electromyography. *Applied Psychophysiology and Biofeedback, 2(28)*, 81–91.

Crognale, D., De Vito, G., Grosset, J.-F., Crowe, L., Minogue, C., & Caulfield, B. (2013). Neuromuscular electrical stimulation can elicit aerobic exercise response without undue discomfort in healthy physically active adults. *Journal of Strength & Conditioning Research, 27(1)*, 208–215.

Čermáková, V. (2009). *Autobiografická paměť: Kontinuita v životních příbězích třicátníků. Porovnání čar života a narativních rozhovorů.* Diplomová práce, Masarykova univerzita, Filozofická fakulta. Retrieved 14. 12. 2020 from the World Wide Web: https://is.muni.cz/th/111024/ff_m/DP.txt

Český statistický úřad. (2020). Retrieved 10. 12. 2020 from the World Wide Web: https://www.czso.cz

Čihák, R. (2001). *Anatomie I.* Praha: Grada.

Čihák, R. (2016). *Anatomie* (3. vydání). Praha: Grada.

Čihák, R., & a Grim, M. (2011). *Anatomie* (3. vydání). Praha: Grada.

Deley, G., Cometti, C., Fatnassi, A., Paizis, Ch. & Babault, N. (2011). Effects of Combined Electromyostimulation and Gymnastic Training in Prepubertal Girls. *Journal of Strenght & Conditioning Research, 25(2)*, 520–526.

Demel, W. (Ed.). (2012). *Dějiny světa: globální dějiny od počátků do 21. století*. Praha: Vyšehrad.

DeStefano, R., Kelly, B., & Hooper, J. (2010). *Svalová medicína: revoluční metoda k udržování, posilování a obnově svalů a kloubů*. Olomouc: Poznání.

Dovalil, J. et al. (2002). *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia.

Dungl, P. et al. (2014). *Ortopedie 2.* Praha: Grada.

Dylevský, M., Kubálková, L., & Navrátil, L. (2001). *Kineziologie, kineziterapie a fyzioterapie.* Praha: Manus.

Electromyography. (2018). Retrieved 22. 1. 2021 from the World Wide Web: http://pelvicrehab.com/download/ABC_of_%20EMG.pdf

EMS training. (2019). *What you need to know about ems training*. Retrieved 12. 12. 2020 from the World Wide Web: https://www.ems-training.com/magazine/article/what-you-need-to-know-about-ems-training

Epstein, D. (2014). *Športový gén. Hľadanie hraníc ľudskej výkonnosti*. Bratislava: Premedia.

Fořt, P. (1999). *Zdravá výživa nejen pro ženy*. Praha: Pragma.

Fox, J., & Sharp, T. (2007). *Practical electrotherapy: a guide to safe application*. Edinburgh: Churchill Livingstone.

Francis, Ch. (2001). *The Truth about EMS in Bodybuilding. Testosterone*. Retrieved 4. 1. 2021 from the World Wide Web: http://www.medword.com/MedwordStore/PCP/EMS_ truth.html#.U1WrK98 hHlf

Giedd, J. N., Lenroot, R. K., Shaw, P., Lalonde, F., Celano, M., White, S., Tossell, J., Addington, A., & Gogtay, N. (2008). Trajectories of anatomic brain development as a phenotype. *Novartis Found Symp., 289*, 101–112.

Gilbertová, S., & Matoušek, O. (2002). *Ergonomie: optimalizace lidské činnosti*. Praha: Grada.

Gojdová, A. (2014). *Využití elektrostimulace ve sportovní přípravě.* Diplomová práce, Masarykova univerzita, Fakulta sportovních studií. Retrieved 4. 1. 2021 from the World Wide Web: https://is.muni.cz/th/nv8mw/DP_-_Gojdova.pdf

Gondin, J. el al. (2010). Electromyostimulation training effects on neural drive and muscle architecture. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 37(8),* 1291–1299. Retrieved 14. 1. 2021 from the World Wide Web: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16118574

Guo, M. W., Xu, J. P., Mori, E., Sato, E., Saito, S., & Mori, T. (1997). Expression of Fasligand in murine ovary. *American Journal of Reproductive Immunology, 37(5),* 391–398.

Hamill, J., & Knutzen, K. (2009). *Biomechanical basis of human movement* (3rd ed.). Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams and Wilkins.

Hansen, D. (2012). *Why Electrostimulation Makes Perfect Sense in the NFL*. Retrieved 4. 1. 2021 from the World Wide Web: http://www.strengthpowerspeed.com/why-electrostimulation-makes-perfect-sense-in-the-nfl/

Havlíčková, L. et al. (2006). *Fyziologie tělesné zátěže I: obecná část.* Praha: Karolinum.

Heřman, J. (2006). *Od jantaru k tranzistoru: elektřina a magnetismus v průběhu staletí*. Praha: FCC Public.

Heyward, V., & Stolarzyk, L. (1996). *Applied Body Composition Assessment.* United States: Human Kinetics, Champaign.

Hošková, B., Majorová, S., & Nováková, P. (2015). *Masáž a regenerace ve sportu*. Praha: Karolinum.

Houtkooper, L. B., Going, S. B., Lohman, T. G., Roche, A. F., & Van Loan, M. (1992). Bioelectrical impedance estimation of fat free body mass in children and youth: a cross validation study. *Journal of Applied Physiology, 72,* 366–373.

InBody. (2016). *Výsledky analýzy*. Retrieved 12. 2. 2021 from the World Wide Web: https://www.inbody.cz/produkty/31-inbody#vysledky-analyzy

InBody. (2020). *InBody 570*. Retrieved 8. 2. 2021 from the World Wide Web: https://www.inbody.cz/produkty/31-inbody

Jankuv, L. (2014). *Vliv elektrostimulace na rozvoj pohybových schopností dolních končetin*. Diplomová práce, Masarykova univerzita, Brno.

Jarkovská, H., & Jarkovská, M. (2016). *Posilování s vlastním tělem: 494krát jinak*. Praha: Grada.

Jarmey, Ch., & Sharkey, J. (2019). *Atlas svalů-anatomie*. Praha: Albatros Media.

Jonáková, A. et al. (2017). *Pečovatelství a ošetřovatelství u nás a ve světě.* Praha: Střední zdravotnická škola

Jordánová, P. (2020). *Sport a menstruační cyklus ženy*. Bakalářská práce, Masarykova univerzita, Lékařská fakulta, Katedra ošetřovatelství a porodní asistence, Brno.

Jubeau, M. et al. (2007). Effect of electrostimulation training-detraining on neuromuscular fatigue mechanisms. *Neurosci Lett., 424(1)*, 41–46.

Kaiser, R. et al. (2016). *Chirurgie hlavových a periferních nervů s atlasem přístupů*. Praha: Grada.

Karsten, H. (2006). *Ženy – muži*. Praha: Portál.

Kinkorová, I., Heller, J., & Vodička, P. (2009). Kineziologický a funkční profil zápasníků a zápasnic taekwondo wtf. *Česká kinantropologie, 13(3)*, 129–133.

Kohlíková, E. (2004). *Fyziologie člověka: učební texty pro trenérskou školu FTVS UK v Praze*. Praha: Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu.

Komačeková, D. (2006). *Fyzikálna terapia* (2. vydání). Martin: Osveta.

Konrad, P. (2005). *The ABC of EMG – A Practical Introduction to Kinesiolegical Electromyography*. Retrieved 22. 1. 2021 from the World Wide Web: http://pelvicrehab.com/download/ABC_of_%20EMG.pdf

Krupičková, V. (2017). *Vytvoření a ověření cvičebního programu metodou EMS pro vybrané klienty fitness BodyBody v Českých Budějovicích*. Bakalářská práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice.

Křiváková, M. (2018). *Somatometrie, klinická antropometrie*. Retrieved 12. 2. 2021 from the World Wide Web: https://is.muni.cz/el/sci/jaro2019/Bi6121/um/Somatometrie.pdf

Langmeier, J., & Krejčírová, D. (2006). *Vývojová psychologie*. Praha: Grada.

Máček, M., & Radvanský, J. (2011). *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galén.

Maffiuletti, N. et al. (2000). The Effects of Electromyostimulation Training and Basketball Practice on Muscle Strength and Jumping Ability. *International Journal of Sports Medicine, 21(6)*, 437–443.

Malá, L., Malý, T., & Záhálka, F. (2008). Profil telesného zloženia juniorských reprezentantov v jude. *Česká kinantropologie, 3*, 94–103.

Malatesta, D., Cattaneo, F., Dugnani, S., & Maffiuletti, N. A. (2003). Effects of electromyostimulation training and volleyball practice on jumping ability. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *17(3*), 573–579.

Malimánek, K. (2018). *Ženy – psychologická charakteristika pohlaví*. Retrieved 24. 1. 2021 from the World Wide Web: https://skolapsychologie.cz/zeny-psychologicka-charakteristika-pohlavi/

Martinez-Lopez, E., Benito-Martinez, J., Hita-Contreras, E., Lara-Sanchez, F., & Martinez-Amat, A. (2012). Effects of electrostimulation and plyometric training program combination on jump height in teenage athletes. *Journal of Sports Science & Medicine, 11(4),* 727–735.

Mazonakis, M., & Damilakis, J. (2016). Computed tomography: What and how does it measure? *European Journal of Radiology, 85(8),*1499–1504.

McDonald, L. (2019). *The Women's Book: A Guide to Nutrition, Fat Loss, and Muscle Gain*. Retrieved 27. 1. 2021 from the World Wide Web: https://store.bodyrecomposition.com/product/the-womens-book-vol1

MedicineNet. (2002). *Muscle Stimulator, do they work? The Scoop on Muscle Stimulators*. Retrieved 7. 1. 2021 from the World Wide Web: http://www.medicinenet.com/script/main/art.asp?articlekey=20437

Melrose, D. R., Spaniol, F. J., & Bohling, M. E. (2007). Physiological and Performance Characteristics of Adolescent Club Volleyball Players. *Journal of strength and conditioning research: the research journal of the NSCA, 21(2),* 481–486.

Merkusová, A., & Orel, M. (2010). *Anatomie a fyziologie člověka pro humanitní obory*. Praha: Grada.

Miha-bodytec. (2020). *Miha bodytec 2*. Retrieved 13. 2. 2021 from the World Wide Web: https://www.miha-bodytec.com/cs/produkty/miha-bodytec-ii/

Mikeš, J. (2008). Biofiltrace jako prostředek eliminace zápachu při anaerobní digesci. *Odpadové fórum, 12*, 19–20.

Mimera. (2019). *Elektrostimulační přístroj F-350*. Retrieved 27. 1. 2021 from the World Wide Web: https://mimera.com/cz/elektrostimulacni-pristroj-13101?gclid=Cj0KCQjwgNXtBRC6ARIs

AIPP7Ruu_lUnYN7-YwrDbuXdxoxyiVwppIpfPpK5YjwERLMoUYtiZt4b-n4aAg8HEALw_wcB

Mougios, V. (2006). *Exercise biochemistry*. Champaign Ill: Human Kinetics.

Mourek, J. (2012). *Fyziologie: Učebnice pro studenty zdravotnických oborů*. Praha: Grada.

Mulcahy, J. (2013). *Muscle Stimulation Dangers*. Retrieved 27. 1. 2021 from the World Wide Web: http://www.livestrong.com/article/153338-muscle-stimulation-dangers/

Navrátil, L. et al. (2019). *Medicínská biofyzika*. Praha: Grada.

Nelson, M. E., Rejeski, W. J., Blair, S. N., Duncan, P. W., Judge, J. O., King, A. C., Macera, C. A., & Castaneda-Sceppa, C. (2007). Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Medicine & Science in Sports &* Exercise, 39(8), 1435–1445.

Nemocnice Břeclav. (2013). *Stručný popis poskytovaných fyzioterapeutických konceptů*. Retrieved 27. 1. 2021 from the World Wide Web: http://www.nembv.cz/obrazky-soubory/strucny-popis-poskytovanych-fyzioterapeutickych-konceptu-2dfd8.pdf?redir

Norton, K., & Olds, T. (2001). Morphological Evolution of Athletes Over the 20th Century. *Sports Medicine, 31(11)*, 763–783.

Nové fitness. (2019). *EMS bezpečně*. Retrieved 13. 2. 2021 from the World Wide Web: https://www.novefitness.cz/ems-bezpecne/

Novotná, L., Hříchová, M., & Miňhová, J. (2004). *Vývojová psychologie* (3. vydání). Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni.

Novotný, V. (2018) *Efektivita tréninku se svalovou elektro-stimulací při rozvoji síly, skoku do dálky, vertikálního výskoku a změně tělesného složení*. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc.

Nowakovski, A. (2017). *Fit For You: Men vs. Women in Endurance Sports.* Retrieved 13. 2. 2021 from the World Wide Web: http://wuwm.com/post/fit-you…

Ohta, S., Nakaji, S., Suzuki, K., Totsuka, M., Umeda, T., & Sugawara, K. 2002. Depressed humoral immunity aft er weight reduction in competitive judoists. *Luminescence, 17*, 150–157.

Park, J. H., Seo, K. S., & Lee, S. U. (2016). Effect of Superimposed Electromyostimulation on Back Extensor Strengthening: A Pilot Study. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 30(9)*, 2470–2475.

Pařízková, J. (1998). Složení těla, metody měření a využití ve výzkumu a lékařské praxi. *Medicina sportiva Bohemica et Slovaca, 7*, 1–6.

Pilka, R. (2017). *Gynekologie*. Praha: Maxdorf.

Pilka, R., & Procházka, M. (2012). *Gynekologie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

Poděbradská, R. (2018). *Komplexní kineziologický rozbor: Funkční poruchy pohybového systému*. Praha: Grada.

Poněšický, J. (2012). *Fenomén ženství a mužství: psychologie ženy a muže, rozdíly a vztahy* (4. vydání). Praha: Triton.

Porcari, J. P., Mclean, K. P., Foster, C., Kernozek, T., Crenshaw, B., & Swenson, C. (2002). Effects of electrical muscle stimulation on body composition, muscle strength, and physical appearance. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 16(2)*, 165–172.

Porcari, J., Miller, J., Cornwell, K., Gibson, M., McLean, K., & Kernozek, T. (2005). The effects of neuromuscular electrical stimulation training on abdominal strength, endurance and selected anthropometric measures. *Journal of Sports Science and Medicine, 4*, 66–75.

Ransone, J., & Hughest, B. (2004). Body-Weight Fluctuation in Collegiate Wrestlers: Implications of the National Collegiate Athletic Association Weight-Certifi cation Program. *Journal of Athletic Training, 39(2*), 162–168.

Reilly, T. (1996). Fitness assessment. In T. Reilly (Ed.), *Science and Soccer* (pp. 25–50). London: E & FN Spon.

Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*. Olomouc: Hanex.

Rokyta, R. et al. (2000). *Fyziologie pro bakalářská studia v medicíně, přírodovědných a tělovýchovných oborech*. Praha: ISV nakladatelství.

Rokyta, R. et al. (2015). *Fyziologie a patologická fyziologie: pro klinickou praxi*. Praha: Grada.

Rosina, J. et al. (2013). *Biofyzika: Pro zdravotnické a biomedicínské obory*. Praha: Grada.

Safetyfirst. (2019). *EMS bezpečně*. Retrieved 8. 1. 2021 from the World Wide Web: https://www.novefitness.cz/ems-bezpecne/

Schmidt, R. F. (1993). *Memorix – fyziologie*. Praha: Scientia medica.

Silbernagl, S., & Despopoulos, A. (2004). *Atlas fyziologie člověka* (6. vydání). Praha: Grada.

Sillen, M. J. et al. (2009). Effects of neuromuscular electrical stimulation of muscles of ambulation in patients with chronic heart failure or COPD: a systematic review of the English-language literature. *Chest, 136*, 44–61.

Skorocká, I., Bunc, V. & Kinkorová, I. (2004). Určení distribuce tělesných tekutin přístrojem In Body 3.0. *Česká kinantropologie, 8(2)*, 19–25.

Slovák, P., & Jíra, J. (2010). *Elektroterapie ve sportovní medicíně*. Retrieved 29. 1. 2021 from the World Wide Web: http://www.medsport.cz/clanky-slovak-p-jira-j-elektroterapie-ve-sportovni-medicine.html

Stackeová, D. (2008). *Fitness programy teorie a praxe, Metodika cvičení ve fitness centrech*. Praha: Galén.

Stearn, W. T. (1962). The Origin of the Male and Female Symbols of Biology. *Taxon, 11(4)*, 109–113.

Stimawell. (2019). *EMS training*. Retrieved 3. 2. 2021 from the World Wide Web: https://www.stimawell.com/de-de/ems-training

Storck, U. (2010). *Technika masáže v rehabilitaci*. Praha: Grada.

Strakoš, J. & Valouch, V. (2004). *Osobní trenér II: cvičíme doma, v kanceláři i tělocvičně*. Praha: Grada.

Švancara, J. (1997). Psychologie stárnutí a stáří. In Z. Kalvach et al. *Úvod do gerontologie a geriatrie* (pp. 57–77). Praha: Univerzita Karlova.

Švestková, O., Sládková, P., & Kotková, K. (2016). Application of International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF), Functional Health and Disability. *Central European Journal Of Public Health, 24(1)*, 83–85.

Taradaj, J., Halski, T., Kucharzewski, M., Walewicz, K., Smykla, A., Ozon, M. ... Pasternok, M. (2013). The Effect of Neuro Muscular Electrical Stimulation on Quadriceps Strength and Knee

Function in Professional Soccer Players: Return to Sport after ACL Reconstruction. *BioMed Research International.*

Trojan, S., & Trojan, S. (2003). *Lékařská fyziologie* (4. vydání). Praha: Grada.

Vágnerová, M. (2007). *Vývojová psychologie II.: dospělost a stáří*. Praha: Karolinum.

Vatter, J., Authenrieth, S., & Müller, S. (2016). *EMS Beratungs- und Trainingshandbuch*. Stuttgart: Vatter, Authenrieth, Müller.

Veldman, M. (2016). Effects of Neuromuscular Electrical Stimulation Training on Endurance Performance. *Frontiers in Physiology, 7*, 544.

Vyskočil, F., Kříž, N., & Bureš, J. (1971). J. Potassium-selective microelectrodes used for measuring the extracellular brain potassium during spreading depression and anoxic depolarization in rats. *Brain Research, 39*, 255.

Watkins, J. (2010). *Structure and function of the mmusculoskeletal system* (2nd ed.). Champaign: Human Kinetics.

Wenos, D. L., & Amato, H. K. (1998). Weight cycling alters muscular strength and endurance, ratings of perceived exertion, and total body water in college wrestlers. *Percept Mot Skills, 87(3 pt 1)*, 975–978.

Zatsiorsky, V., & Kraemer, W. (2006). "Experimental Methods of Strength Training". In V. Zatsiorsky & W. Kraemer. *Science and Practice of Strength Training* (pp. 132–133). Human Kinetics.

Zeman, M. (2013). *Základy fyzikální terapie*. České Budějovice: Jihočeská univerzita.

Žena aktuálně. (2020). *EMS cvičení po vzoru kosmonautů, výsledky překvapí*. Retrieved 13. 2. 2021 from the World Wide Web: https://zena.aktualne.cz/zdravi/ems-trenink-cvicit-jako-kosmonaut/r~2f055996abdf11ea8b230cc47ab5f122/

11 SEZNAM TABULEK A OBRÁZKŮ

Seznam tabulek

Tabulka 1. Rozdělení elektroterapie 18
Tabulka 2. Rozdělení kontraindikace 20
Tabulka 3. Hlavní morfologické a funkční rozdíly mezi mužem a ženou 40
Tabulka 4. Hodnoty měření hmotnosti 50
Tabulka 5. Druhy programů EMS 51
Tabulka 6. Jaké máte očekávání od tohoto intervenčního programu/cvičení EMS? 59
Tabulka 7. Z jakého důvodu jste se rozhodla pro cvičení EMS? 59
Tabulka 8. Myslíte, že pro Vás bude mít cvičení EMS přínos? 60
Tabulka 9. Bylo pro Vás cvičení EMS přínosné? 61
Tabulka 10. Splnilo cvičení EMS Vaše očekávání? 61
Tabulka 11. Budete ve cvičení EMS pokračovat i nadále? 61
Tabulka 12. Kazuistický rozbor 62

Seznam obrázků

Obrázek 1. Svalové vlákno 11
Obrázek 2. Tvary svalů 12
Obrázek 3. Svalová kontrakce 14
Obrázek 4. Akční potenciál 16
Obrázek 5. Subjektivní intenzita 20
Obrázek 6. TENS přístroj 21
Obrázek 7. Ukázka EMS tréninku 26
Obrázek 8. Kapesní elektrostimulátor 28
Obrázek 9. EMS přístroj 29
Obrázek 10. Přístroj Miha Bodytec 30
Obrázek 11. a) graf funkční vytrvalosti, b) vztah při léčbě NMES 32
Obrázek 12. Přístroj InBody 570 (InBody, 2020) 46
Obrázek 13. Graf BMI 50
Obrázek 14. Základní postoj 53

Obrázek 15. Změna poměru tělesného tuku 55
Obrázek 16. Změna hmotnosti 56
Obrázek 17. Změna BMI 57

12 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 Informovaný souhlas

Příloha č. 2 Vstupní anketní list

Příloha č. 3 Průběžný anketní list

Příloha č. 4 Výstupní anketní list

Příloha č. 5 Statistické zpracování výsledků

Příloha č. 1 Informovaný souhlas

Souhlas s účastí ve výzkumném projektu

1. Informace o výzkumu

Název výzkumného projektu:

Tří měsíční intervence při cvičení EMS.

Hlavní řešitel výzkumu

Bc. Michaela Janečková, MBA
E-mail: Mi.janeckova@seznam.cz
Telefon: 739 437 876

Trvání projektu: 1. 1. 2019 – 30. 6. 2019

● Popis projektu a jeho průběhu z pohledu účastníka ○ Cíl výzkumu

- Cílem projektu je analýza intervenčního programu EMS ve vztahu k tělesnému složení žen ve věku 20–40 let.

○ **Průběh výzkumu**

Jako účastnice výzkumu účinnosti tréninku EMS podstoupíte čtyři měření z nichž první bude vstupním a poslední výstupnímu měření (Měření probíhá pomocí pasové míry a přístroje INBODY 570). Program by měl být absolvován v plném rozsahu. Trénink musí být uskutečněn jednou týdně s rozestupy čtyř dní pro doporučenou regeneraci. Měření bude doplněno anketním šetřením, které je nutno vyplnit po každém ukončeném tréninku.

Po dobu intervenčního programu by měl Váš dosavadní život probíhat jako doposud.

Celková doba vyhrazena tréninku je 30 min, samotný trénink trvá 20 min, zbylý čas je určen pro převlékání a hygienu. Trénink probíhá pod vedením certifikovaného trenéra, který dohlíží na správnost zapojení elektrod před počátkem tréninkové jednotky, na základě vašich subjektivních pocitů nastavuje velikost elektrických impulsů v průběhu tréninkové jednotky, dbá na přesné provedení vašich pohybů v průběhu cvičení.

Měření probíhá taktéž ve fit centru s časovou náročností cca 15min.

Místo průběhu výzkumu: …… . Hlavní třída 2326, Frýdek -Místek

Doporučení: před tréninkovou jednotkou je vhodné vypít dostatečné množství tekutin (minimálně 0,5 l vlažné nebo minerální vody).

Popis metody EMS: metoda, při které dochází pomocí slabých, ale velmi častých elektrických impulsů k aktivaci svalů nejen povrchových, ale i těch nacházejících se v hlubokých vrstvách těla. Komplexní elektro-myo-stimulace pracuje až s 10 dvojicemi elektrod, kdy je každá dvojice umístěna na pravé a levé polovině těla. Impulz tak proběhne ve všech svalech z jedné poloviny těla na druhou, a nejen v místech umístění elektrod. Při celkové elektro- myo-stimulaci je délka tréninkové jednotky 20 min, v průběhu, které jsou svaly 4 s ve fázi svalového napětí (každou sekundu proběhne 85 svalových kontrakcí) a 4 sec ve fázi svalového uvolnění.

- **Výhody**

Za účast ve výzkumu obdržíte podrobné výsledky vstupního a výstupního měření analýzy složení vašeho těla (hmotnost, množství svalové a tukové složky), výsledky hustoty kostí a úrovně vaší celkové funkční zdatnosti.

- **Kdy necvičit EMS.**

Důvody pro neuskutečnění tréninku jsou následující omezení: epilepsie, srdeční kardiostimulátor, těhotenství, břišní nebo tříselná kýla, nádorová onemocnění, arterioskleróz a vpokročilém stádiu, těžká neurologická onemocnění, akutní bakteriální nebo virové onemocnění, diabetes mellitus, poruchy krvácivosti (hemofilie), onemocnění jater, tuberkulóza, vážné poruchy oběhového systému (např. nestabilní angina pectoris), neléčená hypertenze, nekontrolovaná porucha srdečního rytmu, selhávání srdce, stenóza chlopní, hypertrofická kardiomyopatie.

- **Nakládání s osobními údaji**:

Získané údaje budou použity výhradně pro výzkumné účely. Pro výzkumné účely budou zjišťovány vstupní osobní údaje o vašem věku, stavbě vašeho těla (hmotnost, výška, množství svalové hmoty a tukové složky). Po ukončení výzkumu budou údaje anonymizována.

2. Souhlas s účastí ve výzkumném projektu a se zpracováním osobních údajů Prohlašuji, že jsem četla celý výše uvedený text **Informace o výzkumu** (strana 1 až 2 tohoto dokumentu) a porozuměla jsem jeho smyslu.

Souhlasím s mojí účastí v uvedeném výzkumném projektu a rozumím, že mohu souhlas odmítnout, případně svobodně a bez udání důvodů z účasti odstoupit.

Zároveň souhlasím s poskytnutím svých osobních údajů v následujícím rozsahu:

- věk, složení těla, hustota kostí, množství svalové a tukové složky, výsledné hodnoty úrovně motorických schopností (silové schopnosti) a celkové funkční zdatnosti.

Jméno a přijmení: ……. Podpis: …….

Ve Frýdku – Místku dne: …….

Příloha č. 2 Vstupní anketní list

Vstupní anketní list

Tří měsíční intervence při cvičení EMS

Jméno: ……
Datum a čas: ……

(Vámi preferovanou odpověď' prosím viditelně označte křížkem)

1. Jaké máte očekávání od tohoto intervenčního programu? cvičení EMS?
    a. Snížení hmotnosti, zpevnění postavy
    b. Zapojení PA do životního stylu
    c. Odstranění bolesti zad
    d. Nemám žádné očekávání

2. Z jakého důvodu jste se rozhodli cvičit EMS?
    a) Cvičení mi bylo doporučeno známým.
    b) Nízká časová náročnost.
    c) Odstranění bolesti zad
    d) Nemám žádné očekávání

3. Myslíte, že pro Vás bude mít cvičení EMS přínos?
    a) Ano, myslím, že cvičení bude mít přínos.
    b) Spíše ano
    c) Spíše ne
    d) Nemám žádné očekávání.

Příloha č. 3 Průběžný anketní list

Průběžný anketní list

Tří měsíční intervence při cvičení EMS

Jméno: ……
Datum a čas: ……

(Vámi preferovanou odpověď' viditelně označte křížkem. Odpovídejte prosím pravdivě.)

1. Prodělali jste tento týden nějakou změnu? Fyzickou/Psychickou
   a) ANO b) NE

2. Požili jste tento týden alkohol?
   a) ANO b) NE

3. Změnili jste v uplynulém týdnu způsob svého stravování?
   a) ANO b) NE

4. Změnili jste v uplynulém týdnu svůj režim?
   a) ANO b) NE

5. Jaké máte pocity po posledním cvičení?
   a) ANO b) NE

6. Bylo pro Vás dnešní cvičení fyzicky náročné?
   a) ANO b) NE

7. Provozovala jste v minulém týdnu nějakou pohybovou aktivitu? Pokud ano jakou a jak dlouho?
   a) ANO b) NE

   ……
   ……
8. Držela jste se daných doporučení?
   a) ANO b) NE

Příloha č. 4 Výstupní anketní list

Výstupní anketní list

Tří měsíční intervence při cvičení EMS

Jméno: ……
Datum a čas: ……

(Vámi preferovanou odpověď' prosím viditelně označte křížkem)

1. Bylo pro Vás cvičení EMS přínosné?
   a) Ano, pociťuji velký přínos
   b) Spíš ano
   c) Spíše ne
   d) Ne, nepociťuji žádný přínos

2. Splnilo cvičení EMS Vaše očekávání?
   a) Ano, splnilo
   b) Spíš ano
   c) Spíše ne
   d) Ne, nesplnilo

3. Budete ve cvičení EMS pokračovat i nadále?
   a) Ano, budu pokračovat
   b) Spíš ano
   c) Spíše ne
   d) Ne, nechci dál pokračovat

Příloha č. 5 Statistické zpracování výsledků

Table Analyzed	hmotnost kg				
Repeated measures ANOVA summary					
Assume sphericity?	No				
F	12.63				
P value	0.0004				
P value summary	***				
Statistically significant (P < 0.05)?	Yes				
Geisser-Greenhouse's epsilon	0.4463				
R squared	0.3270				
Was the matching effective?					
F	416.5				
P value	<0.0001				
P value summary	****				
Is there significant matching (P < 0.05)?	Yes				
R squared	0.9894				
ANOVA table	**SS**	**DF**	**MS**	**F (DFn, DFd)**	**P value**
Treatment (between columns)	36.95	3	12.32	F (1.339, 34.81)	P=0.0004
Individual (between rows)	10556	26	406.0	F (26, 78) = 416.	P<0.0001
Residual (random)	76.04	78	0.9748		
Total	10669	107			

RM one-way ANOVA						
1	Table Analyzed	tělesný tuk				
2						
3	**Repeated measures ANOVA summary**					
4	Assume sphericity?	No				
5	F	10.35				
6	P value	0.0002				
7	P value summary	***				
8	Statistically significant (P < 0.05)?	Yes				
9	Geisser-Greenhouse's epsilon	0.6515				
10	R squared	0.2847				
11						
12	**Was the matching effective?**					
13	F	169.5				
14	P value	<0.0001				
15	P value summary	****				
16	Is there significant matching (P < 0.05)?	Yes				
17	R squared	0.9758				
18						
19	**ANOVA table**	**SS**	**DF**	**MS**	**F (DFn, DFd)**	**P value**
20	Treatment (between columns)	42.62	3	14.21	F (1.955, 50.82) = 10.35	P=0.0002
21	Individual (between rows)	6049	26	232.7	F (26, 78) = 169.5	P<0.0001
22	Residual (random)	107.1	78	1.373		
23	Total	6199	107			

	RM one-way ANOVA					
1	Table Analyzed	BMI				
2						
3	**Repeated measures ANOVA summary**					
4	Assume sphericity?	No				
5	F	8.292				
6	P value	0.0034				
7	P value summary	**				
8	Statistically significant (P < 0.05)?	Yes				
9	Geisser-Greenhouse's epsilon	0.4509				
10	R squared	0.2418				
11						
12	**Was the matching effective?**					
13	F	224.8				
14	P value	<0.0001				
15	P value summary	****				
16	Is there significant matching (P < 0.05)?	Yes				
17	R squared	0.9827				
18						
19	**ANOVA table**	**SS**	**DF**	**MS**	**F (DFn, DFd)**	**P value**
20	Treatment (between columns)	4.492	3	1.497	F (1.353, 35.17) = 8.292	P=0.0034
21	Individual (between rows)	1055	26	40.59	F (26, 78) = 224.8	P<0.0001
22	Residual (random)	14.09	78	0.1806		
23	Total	1074	107			

RM one-way ANOVA
ANOVA results

1	Table Analyzed	tělesná voda				
2						
3	**Repeated measures ANOVA summary**					
4	Assume sphericity?	No				
5	F	1.238				
6	P value	0.2927				
7	P value summary	ns				
8	Statistically significant (P < 0.05)?	No				
9	Geisser-Greenhouse's epsilon	0.5177				
10	R squared	0.04543				
11						
12	**Was the matching effective?**					
13	F	39.37				
14	P value	<0.0001				
15	P value summary	****				
16	Is there significant matching (P < 0.05)?	Yes				
17	R squared	0.9261				
18						
19	**ANOVA table**	**SS**	**DF**	**MS**	**F (DFn, DFd)**	**P value**
20	Treatment (between columns)	3.663	3	1.221	F (1.553, 40.38) = 1.238	P=0.2927
21	Individual (between rows)	1010	26	38.85	F (26, 78) = 39.37	P<0.0001
22	Residual (random)	76.97	78	0.9868		
23	Total	1091	107			

	Wilcoxon test	
1	Table Analyzed	WHR
2		
3	Column B	4. měření
4	vs.	vs.
5	Column A	1. měření
6		
7	**Wilcoxon matched-pairs signed rank test**	
8	P value	0.0034
9	Exact or approximate P value?	Exact
10	P value summary	**
11	Significantly different (P < 0.05)?	Yes
12	One- or two-tailed P value?	Two-tailed
13	Sum of positive, negative ranks	4.000 , -74.00
14	Sum of signed ranks (W)	-70.00
15	Number of pairs	27
16	Number of ties (ignored)	15
17		
18	**Median of differences**	
19	Median	0.000
20		
21	**How effective was the pairing?**	
22	rs (Spearman)	0.9905
23	P value (one tailed)	<0.0001
24	P value summary	****
25	Was the pairing significantly effective?	Yes

	RM one-way ANOVA					
1	Table Analyzed	SMM				
2						
3	**Repeated measures ANOVA summary**					
4	Assume sphericity?	No				
5	F	0.4386				
6	P value	0.5232				
7	P value summary	ns				
8	Statistically significant (P < 0.05)?	No				
9	Geisser-Greenhouse's epsilon	0.3506				
10	R squared	0.01659				
11						
12	**Was the matching effective?**					
13	F	8.050				
14	P value	<0.0001				
15	P value summary	****				
16	Is there significant matching (P < 0.05)?	Yes				
17	R squared	0.7252				
18						
19	**ANOVA table**	**SS**	**DF**	**MS**	**F (DFn, DFd)**	**P value**
20	Treatment (between columns)	5.544	3	1.848	F (1.052, 27.35) = 0.4386	P=0.5232
21	Individual (between rows)	882.0	26	33.92	F (26, 78) = 8.050	P<0.0001
22	Residual (random)	328.7	78	4.214		
23	Total	1216	107			

Wilcoxon test		
1	Table Analyzed	obvod paže
2		
3	Column B	4. měření
4	vs.	vs.
5	Column A	1. měření
6		
7	**Wilcoxon matched-pairs signed rank test**	
8	P value	0.0007
9	Exact or approximate P value?	Exact
10	P value summary	***
11	Significantly different (P < 0.05)?	Yes
12	One- or two-tailed P value?	Two-tailed
13	Sum of positive, negative ranks	3.500 , -101.5
14	Sum of signed ranks (W)	-98.00
15	Number of pairs	27
16	Number of ties (ignored)	13
17		
18	**Median of differences**	
19	Median	0.000
20		
21	**How effective was the pairing?**	
22	rs (Spearman)	0.9943
23	P value (one tailed)	<0.0001
24	P value summary	****
25	Was the pairing significantly effective?	Yes

	Wilcoxon test	
1	Table Analyzed	obvod stehna
2		
3	Column B	4. měření
4	vs.	vs.
5	Column A	1. měření
6		
7	**Wilcoxon matched-pairs signed rank test**	
8	P value	<0.0001
9	Exact or approximate P value?	Exact
10	P value summary	****
11	Significantly different (P < 0.05)?	Yes
12	One- or two-tailed P value?	Two-tailed
13	Sum of positive, negative ranks	2.500 , -207.5
14	Sum of signed ranks (W)	-205.0
15	Number of pairs	27
16	Number of ties (ignored)	7
17		
18	**Median of differences**	
19	Median	-0.5000
20		
21	**How effective was the pairing?**	
22	rs (Spearman)	0.9577
23	P value (one tailed)	<0.0001
24	P value summary	****
25	Was the pairing significantly effective?	Yes

Wilcoxon test		
1	Table Analyzed	obvod břicha
2		
3	Column B	4. měření
4	vs.	vs.
5	Column A	1. měření
6		
7	**Wilcoxon matched-pairs signed rank test**	
8	P value	<0.0001
9	Exact or approximate P value?	Exact
10	P value summary	****
11	Significantly different (P < 0.05)?	Yes
12	One- or two-tailed P value?	Two-tailed
13	Sum of positive, negative ranks	11.50 , -241.5
14	Sum of signed ranks (W)	-230.0
15	Number of pairs	27
16	Number of ties (ignored)	5
17		
18	**Median of differences**	
19	Median	-0.6000
20		
21	**How effective was the pairing?**	
22	rs (Spearman)	0.9931
23	P value (one tailed)	<0.0001
24	P value summary	****
25	Was the pairing significantly effective?	Yes