

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

Efektivita tréninku se svalovou elektro-stimulací při rozvoji síly,
skoku do dálky, vertikálního výskoku a změně tělesného složení

Diplomová práce

(bakalářská)

Autor: Vojtěch Novotný, Rekreatologie

Vedoucí práce: Mgr. Michal Kudláček, Ph.D.

Olomouc 2018

Bibliografická identifikace

Jméno a Příjmení autora:	Vojtěch Novotný
Název diplomové práce:	Efektivita tréninku se svalovou elektro-stimulací při rozvoji síly, skoku do dálky, vertikálního výskoku a změně tělesné složení
Pracoviště:	Katedra Rekreatologie
Vedoucí diplomové práce:	Mgr. Michal Kudláček, Ph.D.
Rok obhajoby diplomové práce:	2018

Klíčová slova: EMS, svalová elektro-stimulace, síla, skok do dálky, skok do výšky, tělesné složení

Abstrakt:

Bakalářská práce se zabývá efektivitou cvičení se svalovou elektro-stimulací a testuje rozvoj schopností síly, skoku a na změnu tělesného složení při tomto typu tréninku.

V teoretické části práce jsem shrnul základní poznatky, přičemž jsem vycházel z odborné literatury, je zde charakterizována především elektro-stimulace svalu a její využití a poznatky související s tímto typem tréninku. V praktické části jsem vytvořil vhodný tréninkový program, jehož cílem bylo rozvinout sílu, skok do dálky, skok do výšky a ovlivnit tělesné složení. Ke zhodnocení efektivit tréninkového programu sloužila testová baterie zaměřená na testování těchto faktorů, jednalo se o testy zádového dynamometru, testy skoku do dálky se švihem a bez švihu paží a vertikálního výskoku. Tělesné složení bylo měřeno osobní váhou Tanita BC-601. Měření se zúčastnily dvě testované osoby.

Výsledky měření naznačují, že svalová elektro-stimulace spojená s vhodným cvičením pozitivně ovlivňuje schopnost skoku do výšky, skoku do dálky bez švihu paží a rozvoj síly a změnu tělesného složení. K potvrzení nebo vyvrácení těchto tvrzení je zapotřebí přesnějšího a rozsáhlejšího testování.

Bibliographical Identification

Author 's first name and surname:	Vojtěch Novotný
Title of the bachelor:	Effectiveness of training with muscle electro-stimulation in strength development, long-distance jump, vertical jump and its effect on body composition change
Department:	Department of Recreation and Leisure Studies
Supervisor:	Mgr. Michal Kudláček, Ph.D.
The year of presentation:	2018

Keywords: EMS, muscle electro-stimulation, strength, long jump, vertical jump, body composition

Abstract:

The bachelor thesis deals with the effectiveness of exercises with muscle electro-stimulation and tests the development of strength, jump and change in body composition during this type of training.

In the theoretical part of the thesis, I summed up the basic information, based on relevant literature, describing mainly electro-stimulation of muscle and its use and information related to this type of training. In the practical part, I created an optimal training program focused on developing strength, jumping into the distance, vertical jump and on body composition. To evaluate the effectiveness of the training program, a test battery was used to test these factors, such as a rear dynamometer test, a long jump test with a swing and no arm swing and a vertical jump. The body composition was measured by Tanita BC-601 personal weight. Two test persons took part in the measurement.

The measurement results suggested that muscle electro-stimulation coupled with appropriate exercise can have a positive effect on jump to height, jump in the distance without arm swing and on developing strength and change in body composition. Confirmation or disproving of these claims requires more accurate and more extensive testing.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně pod vedením Mgr. Michala Kudláčka Ph.D., uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržoval zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne

.....

Děkuji Mgr. Michalovi Kudláčkovi za pomoc a cenné rady, které mi poskytl při zpracování diplomové práce.

1 ÚVOD	8
2 PŘEHLED POZNATKŮ	9
2.1 Co je to EMS neboli elektrická svalová stimulace a její historie.....	9
2.1.1 Historie EMS	9
2.1.2 Hlavní parametry EMS	10
2.2 Využití, trendy a benefity EMS	11
2.2.1 Využití v oblasti medicíny.....	11
2.2.2 Využití EMS ve fitness.....	13
2.2.3 Vnímání EMS ve sportu	18
2.3 VYBAVENÍ.....	18
2.3.1 Cvičební úbor	19
2.3.2 Cvičební pomůcky	21
2.3.3 Pomůcky užívané pro určení výsledků práce	22
2.4 SÍLA	23
2.4.1 Druhy síly	24
2.4.2 Vliv EMS na rozvoj silových schopností	25
2.5 Tělesné složení	25
3 CÍLE.....	28
3.1 Hlavní cíl.....	28
3.2 Dílčí cíle	28
4 METODIKA	29
4.2 Testová baterie	29
4.2.1 Testované osoby	30
4.2.2 Průběh měření.....	30
4.2.3 Test se zádovým dynamometrem zaměřený na vrchní část zad	30
4.2.4 Test se zádovým dynamometrem zaměřený na spodní část zad	31
4.2.5 Test skoku do dálky z místa bez švihů paží	31
4.2.6 Test skoku do dálky z místa se švihem paží.....	31
4.2.7 Test vertikálního výskoku	31
4.3 Tréninkový program.....	32
4.3.1 Model tréninkové jednotky.....	32
5 VÝSLEDKY	41
5.1 Výsledky testů s dynamometrem, skoků do dálky a vertikálního výskoku	41
5.2 Výsledky měření tělesného složení	42

6 DISKUZE	43
7 ZÁVĚR	46
8 SOUHRN	47
9 SUMMARY	48
10 REFERENČNÍ SEZNAM	49

1 ÚVOD

Tématem bakalářské práce je rozvoj síly zádových svalů, schopností skoku do dálky, skoků do výšky a změna tělesného složení při tréninku se svalovou elektrostimulací (EMS). Téma práce jsem si zvolil proto, že se v tomto sektoru orientuji, pracuji jako trenér v bodybody, kde se cvičí s touto metodou, cvičení samotné mi je blízké a chci ho jako tréninkovou metodu přiblížit i lidem, kteří z tohoto odvětví nemají dostatek informací.

EMS trénink neboli elektrická svalová stimulace je trénink, jehož podstatou je stimulace svalu elektrickými šoky. Při tréninkové jednotce se kromě samotného cvičení po celou dobu procvičuje většina svalových skupin za pomoci elektřiny proudící do svalů skrze elektrody na vestě, která obepíná většinu svalových partií na těle cvičence. Cvičení s EMS je bezpečné a časově nenáročné cvičení, jehož následkem se zvyšuje síla, rychlost a funkčnost svalů a zmírňují se bolesti problémových svalových partií.

V první části práce přiblížím EMS jako takové, jeho historii, trendy, využití ve sportu, prospěšné vlivy na lidský organismus a shrnu základní poznatky. V druhé části popíši využití testové baterie a charakterizují testované subjekty a tréninkovou jednotku. Otestuji efektivitu při rozvoji síly a změně tělesného složení při EMS cvičení u dvou vybraných testovaných osob.

2 PŘEHLED POZNATKŮ

2.1 Co je to EMS neboli elektrická svalová stimulace a její historie

Technologie se týká oblasti elektro stimulace svalů. Konkrétněji se jedná o způsob poskytnutí elektrického signálu tělové tkáni, která je v kontaktu se svalovou tkání a to pomocí zařízení vydávající tento signál. (Kolen & Puszka, 2018) Dle autorů je EMS využívaná a osvědčená metoda v několika odvětví. Elektrická stimulace nebo funkční elektrická stimulace (FES) svalů je dobře známá aplikace, např. v oblasti rehabilitace mrtvice, rehabilitace poranění míchy, léčby inkontinence a sportovního vylepšení.

Seyri a Maffiuletti (2011) definují elektrostimulaci jako elektrickou stimulaci svalů nebo neuromuskulární elektrickou stimulaci, která zahrnuje „umělou“ svalovou kontrakci způsobem navrženým tak, aby minimalizoval nepohodlí spojené s podnětem. EMS je už dávno používána buď jako doplněk nebo náhrada volní svalové kontrakce v mnoha rehabilitačních zařízeních, například pro zvýšení funkčnosti svalové činnosti, usnadnění svalové kontrakce, posilování svalů a udržování svalové hmoty a síly během delších období imobilizace. Výcvikové programy EMS byly dále využívány ke zlepšení svalové síly zdravých jedinců a nedávno byla EMS zavedena u výkonnostních sportovců.

2.1.1 Historie EMS

Krhut, Mainer a Zapletalová (2002, 43) popsali historický vývoj metody elektrické stimulace svalů „...poměrně stručně a výstižně“.

Snaha o využití elektrického proudu v humánní medicíně je velmi stará. Snad nejstarší popis elektroterapie pochází z r. 46 n. l. od Římana Scribonia Larga, který příkládáním rejnoka elektrického na povrch těla léčil dnu a bolesti hlavy. V moderní době pak v r. 1878 poprvé využil dánský chirurg Saxtorph elektrické stimulace v léčbě stresové inkontinence. Hlavní rozvoj zájmu o elektrostimulaci se pak datuje od poloviny 50. let našeho století a úzce souvisí s rozšířením poznatků o fyziologii vedení nervového vzruchu a fyziologii kontinence.

Zatímco Hortobágyi (1996) tvrdí, že historie EMS sahá dál ještě před objevení elektrického proudu. Staří Egyptané využívali elektrizující povahu některých zvířat k medicínským účelům. Těsně před začátkem našeho letopočtu Scribonius Largus, fyzik římského impéria, zaznamenal první použití elektřiny pro úlevu od bolesti. Popsal případ, kdy byli živí úhoři využiti k úlevě od bolesti hlavy a bolesti dny. Tuto méně konvenční

metodu v roce 1745 zaměnil německý matematik Pieter van Musschenbroek za Leydenskou láhev, konstruovaný kondenzátor, který sloužil jako zásobník elektrického náboje.

Nicméně terapeutická elektrická stimulace svalů, jak se dnes používá, se pravděpodobně vyvinula ze zkušeností s umělými kardiostimulátory. Na začátku padesátých let 20. století se pacientovi, který trpěl asi 20 minut syndromem Adamse-Stokese, zastavil srdeční rytmus a byl léčen tím, že mu na hrud byla položena sada stimulačních elektrod kardiostimulátoru. Po stimulaci srdce pacienta začalo bít a on byl resuscitován.

Od svého založení byla jako klinická modalita a výzkumný nástroj používána stimulace elektrických svalů přes kůži. Elektrická stimulace svalů byla využita pro reedukaci kosterních svalů, zrychlení zotavení z chirurgie kolenních vazů a chondromalacie pately, snížení přehnaného spasticity a rozsahu pohybu, zmírnění bolesti a prevence hluboké žilní trombózy. Primární oblasti použití však také zahrnují posilování svalů a obnovení funkčních kapacit.

2.1.2 Hlavní parametry EMS

V současné době neexistuje oficiální přednastavení nebo doporučení ohledně optimálních parametrů stimulace, takže existuje značná heterogenita mezi různými studiemi EMS. Existuje však neformální dohoda o některých současných charakteristikách. Například silový trénink EMS se běžně realizuje s použitím dvoufázových symetrických obdélníkových pulsů trvajících 100-500 mikrosekund a je dodáván pulzy o 50-100 Hz, aby se maximalizovala úroveň vyvolané síly. Ze stejného důvodu by toto nastavení mělo být na maximální úrovni tolerance účastníků. Bohužel podrobný a úplný popis postupů EMS často chybí. Dokonce, i když parametry EMS mohou usnadnit účinnost EMS, praktikující souhlasí s tím, že v reakci na EMS existují značné rozdíly mezi subjekty a optimalizace se může týkat více subjektu než parametrů samotné stimulace. (Seyri & Maffiuletti, 2011).

Ovšem jedním z typičtějších užívaných programů je takzvaný ruský protokol. Jako nosný signál se používá sinusový nebo trojúhelníkový typ při frekvenci 2500 Hz a modulaci 50 Hz. Pracovní cyklus je 50%, kdy polovinu času se aplikuje signál a následující polovinu je pauza bez signálu. Intenzita se nastavuje individuálně, tak aby se vyvolala síla nad 100% maximální vědomé izometrické síly nebo hranice subjektivní

tolerance. Doporučuje kontrakci 10s s pauzou 50 s, 10 krát za den 5dní v týdnu. Nejdůležitějším parametrem je frekvence nosného signálu, který by se měl při tréninkové metodě pohybovat nad 1500 Hz.

Síla vyvolaná svalem závisí na aktivitě motorických jednotek, která se liší podle počtu motorických jednotek, které jsou aktivní a rychlosti, při které motorické neurony zaznamenávají akční potenciál. Motorické jednotky s nízkou prahovou hodnotou náboru se skládají z pomalých svalových vláken, zatímco jednotky s vysokým prahem náboru obsahují rychlá svalová vlákna. Motorické jednotky jsou zapojovány dle velikosti během volní kontrakce. To znamená, že při stupňovitém zvyšování síly se motorické jednotky aktivují v pořadí z nejmenšího na největší. Toto pořadí aktivace závisí hlavně na velikosti motorických neuronů, ale i na jejich biofyzikálních vlastnostech a distribuci synaptických vstupů. Vliv elektrické stimulace na pořadí aktivace motorických u lidí je méně jasný. Ačkoli některé studie podporovaly obrácené pořadí během EMS, jiné našli podobné pořadí aktivace jako volní kontrakce. Což je další důvod, proč jsou pouze daná obecná doporučení, ale nejsou pevně dány žádné stanovy (Vanderthommen & Duchateau, 2007).

Většinou zařízení produkující elektrické impulzy, užívané při svalové stimulaci, má následující podobu. Zahrnuje ohebný kryt, který má několik od sebe vzdálených elektrod. Preferuje se ohebný obal tvarován jako pás, který je navržen tak, aby obklopoval a byl spojen kolem části těla účastníka. Pás je vyroben z elastického materiálu, takže elektrody jsou přitlačovány k pokožce pacienta, aby se podpořilo elektrické vedení. Elektrody jsou selektivně polohovatelné na různých místech pásu, takže mohou být umístěny přímo na vybranou svalovou nebo svalovou skupinou. Každá elektroda má své vlastní ovládání pro nastavení úrovně elektrického stimulačního signálu tak, že různé svaly mohou dostat různé úrovně stimulace a úroveň stimulace může být měněna během procedury. V ideálním provedení jsou jednotlivé nastavovací ovladače umístěny v blízkosti svých příslušných elektrod na pásu (Hurtado, 2002).

2.2 Využití, trendy a benefity EMS

2.2.1 Využití v oblasti medicíny

Paralyzované nebo paretické svaly mohou být kontrahovány pomocí elektrických proudů, neporušenými periferními motorickými nervy, které je inervují. V případě kdy jsou elektricky vyvolané svalové kontrakce koordinovány funkčním způsobem, technika se nazývá funkční elektrická stimulace (FES neboli EMS). Ve více než 40 letech

výzkumu EMS byly zjištěny principy pro bezpečnou stimulaci neuromuskulární tkáně a byly zjištěny metody modulace síly elektricky indukovaných svalových kontrakcí. Systémy EMS byly vyvinuty pro obnovení funkce v horních končetinách, dolních končetinách, močovém měchýři a střevě a dýchacích cestách. To je 13 let staré stanovisko Peckhama a Knutsona (2005).

EMS je hojně využíváno ve fyzioterapii a medicíně známé jako elektroléčba. Pozitivní účinky v tomto směru má zejména při rehabilitaci poranění míchy. Elektrina může mít různý vliv na tkáně a nervové buňky, možnost vzrušivého akčního potenciálu v nervových buňkách se jeví velmi atraktivně, protože elektrický podnět se rozšiřuje mezi rozvětvené cesty nervového systému. Touto cestou skoro každý orgán lidského těla může být ovlivněn elektrickým impulzem (Kralj & Bajd, 1989).

Další výzkum ukazuje, že neuromuskulární nebo "funkční" elektrická stimulace může způsobit svalovou hypertrofii u jedinců s chronickým poraněním páteři trvajících méně než jeden rok (Baldi, Jackson, Moraille, & Mysiw, 1998).

Dle výzkumu Scremina et al. (1999) bylo zjištěno zvýšení průřezových ploch u svalů rectus femoris nárůst o 31%, sartorius nárůst o 22%, adductor magnus nárůst o 26%, vastus lateralis nárůst o 39%, vastus medialis-intermedius nárůst o 31%. Poměr svalové k tukové tkáni se významně zvýšil u stehen a lýtek.

Spektrum využití EMS v medicíně je opravdu široké, například článek z univerzity YALE se zabýval vlivem metody založené na elektrické stimulaci na funkčnost a zotavení pohybového aparátu. Elektrická stimulace je modelem používaným pro rehabilitaci osob s neurologickým poškozením. Je účinná při zlepšování svalové síly, průtoku krve, snižování atrofie, léčení tkáně a snižování bolesti. Problematikou FES (Funkční Elektrická Stimulace) je však únava pracovního svalu. Ačkoli elektrická stimulace má schopnost produkovat pohyb v denervovaných, paralyzovaných nebo spastických svalech, je méně účinná než lidské hnutí. Výzkumníci studovali frekvenci, šířku impulzů, modulaci impulzů, amplitudu, umístění elektrod a použití modelů s variabilními frekvenčními pulsy, aby zjistili, zda může být únava redukována modifikací některého z těchto parametrů. Na trhu je k dispozici několik systémů a nové systémy se neustále vyvíjejí. Dále bude důležité zjistit, zda NMES (Neuro Muskulární Elektrická Stimulace) může zajistit dlouhodobé funkční změny u osob s výraznými omezeními pohybu. V budoucnu bychom mohli zjistit, že hybrid FES a robotiky může být nejefektivnější pro zajištění nepřetržitého pohybu nebo výkonu životních aktivit každodenního života u osob s paralýzou (Doucet, Lam, & Griffin, 2012).

Využitím svalové elektrostimulace taktéž v medicíně se zabývala i studie z roku 2013 z Univerzity Melbourne zabývající se efektivitou a bezpečností využití EMS v intenzivní péči elektrická stimulace svalů zachovává svalovou hmotu a sílu u účastníků s dlouhodobým absolvováním procedury. Takové přínosy nebyly pozorovány, pokud byly procedury zahájeny před 7 dny. Jedna nežádoucí příhoda byla hlášena. Optimální tréninkové proměnné a bezpečnost zásahu vyžadují další výzkum. Z toho vyplývá, že elektrická stimulace svalů je slibnou intervencí; nicméně existují konfliktní důkazy o její účinnosti při akutním využití. Naměřené výsledky jsou různé a není jich dostatečné množství (Parry et al., 2013).

Pozitivní výsledky byly pozorovány u pacientů s dysfunkcí močových cest. Dle Krhuta, Mainera a Zapletalové (2002) v léčbě neurogenních dysfunkcí močových cest byly nejlepší výsledky publikovány Knollovou v r. 1992.

Kimberley et al. (2004) ve své studii na subjektech s chronickou mrtvicí pozorovala zlepšení motorických funkcí po použití neuromuskulární elektro-stimulace. Vliv motorických funkcí se zkoumaly na funkčním užívání zápěstí a změnu kortikální aktivace měřenou funkčním zobrazením magnetickou rezonancí. Po proceduře se subjekty zlepšili v uchopování a uvolňování předmětů, měřeno dle ručního funkčního testu Jebsena Taylora. Zlepšila se především izometrická síla rozšíření prstů, subjekty se i nadále zlepšovaly v míře síly, uchopení a uvolnění. Tato zjištění naznačila, že neuromuskulární elektro-stimulace může mít důležitou roli při stimulaci kortikálních senzorických oblastí, což umožňuje lepší motorickou funkci.

2.2.2 Využití EMS ve fitness

V současném fitness světě se neustále zvyšuje propagace a popularita cvičení celotělového EMS – elektrické stimulace svalstva. Jedná se o technologii, která je založena na elektro-impulzech svalových partií. Tyto impulzy jsou vedeny na cílové svalové skupiny pomocí elektrod umístěných na speciálně upraveném oblečení nebo návlecích, které se přiloží na vybrané partie. Moderní EMS zařízení stimulují všechny hlavní svalové partie s přednastavenou intenzitou a současně cvičící vykonává pohyby představující zátěž přiměřenou jeho zdraví, fyzické zdatnosti a ambicím. Kromě širokého využití EMS v jiných odvětví jsou jeho hlavními výhodami ve fitness úspora času, šetrnost kloubního aparátu a velmi pozitivní vliv na tělesné složení a rozvoj fyzických schopností (Kemmler, Von Stengel, Schwarz, & Mayhew, 2012).

Rekreační využití

Všeobecně cvičení s touto metodou přispívá k širšímu spektru benefitů. Banerjee, Caulfield, Crowe a Clark (2005) zkoumali a hodnotili tréninkové reakce na prodlouženou elektrickou stimulaci svalů (EMS) u dospělých jedinců se sedavým zaměstnáním a návyky. Patnáct zdravých subjektů (10 mužů, 5 žen) se sedavým životním stylem dokončilo 6ti-týdenní tréninkový program, během kterého absolvovali v průměru 29 hodin EMS. Forma EMS používaná subjekty byla schopna vyvolat cvičení kardiovaskulárního typu bez zatížení končetin nebo kloubů. Dosáhla toho prostřednictvím indukce rychlých a rytmických kontrakcí svalů nohou. Osoby účastníci se studie podstupovali své běžné aktivity i během výzkumu. Tréninkový efekt byl vyhodnocen pomocí testu na běžeckém pásu pro stanovení maximální aerobní kapacity a měřením tělesné hmotnosti (BMI) a síly quadricepsů. Po výcviku subjekty prokázaly statisticky významné zlepšení ve všech proměnných s výjimkou BMI. Výsledky studie naznačují, že tato metoda může být přínosem pro lidi se sedavým životním stylem ke zlepšení fyzické kondice a poskytnout jim vhodnou alternativu běžnějších forem cvičení.

V další německé studii Kemmler, Schliiffka, Mayhew a Stengel, (2010) zmiňují pozitivní efekt cvičení s elektro-impulsy v populaci žen po menopauze vyznačující se nenáročností na kloubní aparát a pozastavení úbytku svalové hmoty. Také byla zjištěna vysoká akceptovatelnost tohoto typu tréninku v tomto kolektivu. V tomtéž roce bylo testování prováděno na starších mužích a ukázalo se jako vhodná alternativa cvičení v pokročilém věku při nižší frekvenci a objemu tréninku i díky pozitivním účinkům na složení těla.

Studie Parka, Seo a Lee (2016) naznačila, že posilování vzpřimovačů zad s kombinací elektrických impulzů vedených na tyto partie má pozitivní vliv na rozvoj síly a vytrvalosti.

V roce 2002 byl však i pozitivní vliv EMS na tělesné složení, svalovou sílu a fyzický vzhled popřeh studií z Univerzity ve Wisconsinu. Na základě tvrzení komerční společnosti propagující EMS přístroje se Porcari se svým týmem rozhodli tvrzení otestovat. Údajně elektro-stimulace měla zvyšovat svalovou sílu, snižovat celkovou tělesnou váhu a tělesný tuk, formovat svaly a postavu u zdravých jedinců. 27 subjektů ve vysokoškolském věku podstoupilo testování po dobu osmi týdnů přesně podle pokynů výrobce, kde se pozorovala změna výše uvedených faktorů. Zaměřeny byly následující partie: biceps femoris, quadriceps, biceps, triceps, a abdominální svaly. V průběh procedur neprobíhala žádná cvičení ani vlastní volní kontrakce. Po ukončení testování

nebyl pozorován žádný významný efekt na žádném z měřených parametrů (Porcari et al., 2002).

Využití při rekonvalescenci zranění

Ve fyzioterapii má EMS své pevné místo a v současnosti jej využívají výkonnostní i rekreační sportovci ke zvýšení funkčnosti poškozených segmentů a redukci bolesti či uvolnění svalových partií. Bily Walter ve své studii pozoroval vliv EMS spolu s vhodným rehabilitačním cvičením na snížení bolesti syndromu „běžeckého kolene“ a bolesti česky. Během 12-ti týdenního cvičebního plánu s EMS a vybranými fyzioterapeuty byly výsledky sledovány u 38 participantů, mužů i žen. Cvičení probíhalo 2x denně po dobu 20-ti minut 5 dní v týdnu. Tato studie zjistila výrazné snížení bolesti česky u pozorované skupiny (Bily, Trimmel, Mödlin, Kaider, & Kern, 2008).

Pozitivní výsledky elektro-stimulace byly prokázány i v oblasti prevence svalové atrofie u pacientů během rané rehabilitace po plastice předních křížových vazů v kolenu. Po operaci dochází k výraznému omezení pohybu, jehož následkem je i oslabení stehna a lýtkových svalů a následkem je atrofie těchto partií. Dvacet pacientů po plastice předních křížových vazů bylo rozděleno do dvou skupin, kdy se jedna skupina účastnila obvyklého rehabilitačního programu a druhá absolvovala navíc elektrickou stimulaci svalů v průběhu rehabilitací. Obě skupiny podstoupily rehabilitační program ihned druhý den po operaci po dobu čtyř týdnů. Tloušťka svalů stehna a lýtek byla po proceduře výrazně větší u skupiny podstupující navíc EMS, přičemž u druhé skupiny tloušťka klesla. Navíc pokles síly u skupiny podstupující EMS byl nižší než u skupiny bez EMS a skupina podstupující EMS taktéž vykazovala větší zotavení síly v extenzi kolene. Ze studie plyne, že EMS metoda je během rané fáze zotavení po plastice předních vazů v kolenu účinná při udržení síly a svalové hmoty v operované končetině (Hasegawa et al., 2011).

Poškození periferních nervů vyžadující chirurgický zásah je většinou jen velmi těžko napravitelné nebo napravitelné s malým efektem. Starší studie naznačují, že narušené nervy jsou pozitivně ovlivňovány působením EMS při axonální regeneraci a to již po jednom použití po dobu jedné hodiny. Zjištěné zrychlení funkční obnovy a pozitivní účinky na motoneurony a regenerované axony naznačují potenciál klinicky proveditelného přístupu ke zlepšení vývoje poškozených nervů u pacientů, u kterých je opožděná reinervace faktor limitující jejich zotavení (Ahlborn, Schachner, & Irintchev, 2007).

Využití ve sportu

Elektro-stimulace je vysoce používaná metodika v aplikované sportovní vědě. Na rozdíl od typických volních kontrakcí se EMS podílí na kontrakci vyvolané elektrickým proudem nikoliv vlastní vůlí. EMS je důležitým doplňkem u tradičních silových tréninkových programů pro zvýšení sportovního výkonu a může se vyskytovat v ročních pravidelných tréninkových plánech. Avšak existuje rozdíl v rozsahu zlepšení závisící na faktorech, jako je intenzita impulzů, způsob aplikace, frekvence, časový průběh, zotavení mezi jednotlivými využití a zařazení EMS ve fázi přípravy sportovce (Seyri & Maffiuletti, 2011).

Seyri a Maffiuletti (2011) také tvrdí, že EMS má pozitivní vliv na rozvoj síly, ale tento rozvoj není větší než u tradičního posilování. Pro stehenní svaly po zranění nebo po operaci může být EMS nejefektivnější metodou, avšak pro zdravé svaly je efektivita cvičení s EMS nižší nebo maximálně stejně v porovnání s cvičením s volní kontrakcí.

Výkonnostní sporty

Maffiuletti et al. (2000) zkoumali efekt EMS u basketbalistů francouzské ligy na rozvoj svalové síly a výskoku. Čtyř-týdenní tréninkový program zaměřený na sílu extenzorů kolene a výskoku do výšky u deseti basketbalových hráčů obsahoval tři procedury týdně. Hráči byli otestováni před začátkem programu a ihned po jeho ukončení a ještě jednou za čtyři týdny po ukončení. Při obou měřeních po ukončení tréninkového programu byly zjištěny pozitivní výsledky na výskok (17%) i rozvoj síly extenzorů kolene (14%).

Malatesta, Cattaneo, Dugnani, a Maffiuletti (2003) zkoumali vliv EMS spolu s volejbalovým tréninkem na rozvoj skokových schopností. Studie zkoumala vliv 4týdenního tréninku s EMS na vertikální skokovou výkonnost u 12 volejbalových hráčů. EMS sezení byly začleněny do volejbalových tréninků třikrát týdně. EMS se skládala ze 20-22 souběžných stimulací extenzorů kolene a plantárních svalů a trvala 12 minut. Nebyly pozorovány žádné významné změny ihned po výcviku EMS při skoku (S) a výkonu skoku (VS), zatímco průměrná výška a střední výkon udržovaný během 15 sekund po sobě jdoucích VS se významně zvýšil o 4%. Deset dní po ukončení výcviku EMS se výška výskoku výrazně zvýšila oproti výchozím hodnotám také u jednotlivých skoků (S 16,5%, VS 15,4%). Pokud je cílem EMS tréninku zlepšení schopnosti výskoku, speciálně upravený tréninkový program by měl tyto schopnosti rozvinout.

Další studie zaměřená na zlepšení sportovního výkonu za pomoci EMS měla zkoumat vliv krátkodobého výcvikového programu EMS na sílu extenzorů kolene, bruslení a výskoku do výšky skupiny hokejových hráčů Francouzské hokejové ligy divize II okolo věku 23 let. Testová baterie se skládala z testu na dynamometru Biodex na určení síly extenzorů kolene, skoků s výskokem, skoků do protipohybu, seskoků a sprintů na bruslích. Všechny z uvedených testů měly po absolvování tréninkového programu s pomocí EMS lepší výsledky než při testování před zahájením. Studie potvrzuje zvýšení síly extenzorů kolene a zvýšení výkonu při bruslení na krátkou vzdálenost (Brocherie, Babault, Cometti, Maffiuletti, & Chatard, 2005).

S podobným záměrem studovali sílu kolenních extenzorů i Gondin, Guette, Ballay a Martin (2005). Jejich záměrem bylo zjistit efekt EMS trvající 4 a 8 týdnů na neurální a svalovou adaptaci extenzorů kolene. Tréninkový program se skládal ze 32 sezení probíhajících během 8 týdnů. Výsledky měření prokázaly zvýšení síly i zvýšení výsledků naměřených v elektromyografii. Vychází z toho závěr, že síla volní svalové kontrakce se zvýšila díky EMS, která měla vliv na neurální i svalovou adaptaci. Obě změny se týkaly stehenních svalů.

Studie volejbalových hráčů tentokrát v Německu od Voelzkeho, Stutziga, Thorhauera a Granachera (2012) zkoumá vliv EMS tréninku a plyometrického tréninku na explozivní sílu dolních končetin u elitních volejbalových hráčů týmu z 1. německé divize. U 16 testovaných hráčů se projevilo značné zlepšení testovaných schopností u obou metod. Zlepšení u metody EMS bylo výraznější u osmi z deseti prováděných cvičení.

Filipovic et al. (2016) popisují studii, která dokazuje rozvoj síly, sprintu, výskoku a kopacích dovedností elitních profesionálních fotbalistů, kteří absolvovali 14ti týdenní EMS trénink zaměřený na tyto čtyři schopnosti a dovednosti za použití čtyř testových baterií. Pozitivní efekty jsou prokázány při jedné tréninkové jednotce EMS týdně s dalšími 6-7 dalšími běžnými tréninkovými jednotkami týdně.

Studie podobného typu byla provedena i u elitních rugby hráčů, při které byly prokázány pozitivní výsledky po elektro-stimulačním tréninku dolních končetin u rozvoje síly při dřepch a dřepch s výskokem. Rozvoj síly a rychlosti byl prokázán, nicméně základní rugbyistické schopnosti a dovednosti při tomto tréninku tak výrazně rozvinuty nebyly (Babault, Cometti, Bernardin, Pousson & Chatard, 2007).

2.2.3 Vnímání EMS ve sportu

Postoj sportovců k této metodě je různý. Mnoho sportovců se k EMS staví velmi pozitivně a tuto metodu sami pravidelně praktikují. Například někteří olympijští vítězové v kanoistice a v kajaku stimulovali, některé svalové skupiny po dobu jednoho měsíce před soutěží a i přímo před olympijskými hrami. Navzdory důkazům o prospěšnosti a výhodách EMS jsou zde i odpůrci této metody. Kromě běžného konzervatismu za tím stojí i další důvody. Jedná se především o nemožnost využití zlepšené izometrické kontrakce v soutěžních cvicích. Čas a úsilí, které je potřeba pro transfer zlepšených schopností z EMS tréninku do potřebného pohybu je příliš velké. Dalším důvodem je, že někteří sportovci při této metodě nemají dostatečný pocit svalové kontrol a cvičení jim není příjemné (Zatsiorsky & Kraemer, 2006)

2.3 VYBAVENÍ

MIHA BODYTEC II

Jedná se o přístroj generující elektrické impulzy do vest, které dále skrze elektrody stimulují svalové partie. Z přístroje vede kabel do vesty, se kterou cvičenec cvičí, na přístroji se nastaví cvičební program, nastaví se intenzita impulzů a lze přejít k samotnému tréninku. Jedná se o čtyři základní programy: Basic, Advanced, Metabolism a Body Relax. Programy se liší dle frekvence impulzů, ale jejich hloubka je u každého manuálně upravitelná (Pfeiffer, Schneegass, Alt, & Rohs, 2014).



Obrázek 1. Miha Bodytec II zdroj: (Miha-bodytec)

2.3.1 Cvičební úbor

Oblečení při tomto typu cvičení je specifické jako samotný trénink. Z přístroje je veden kabel, ke kterému se připojí vesta s elektrodami. Elektrody jsou skrze vestu a speciální pásy vedené na následující svalové skupiny: Prsní svaly, břišní svaly, zádové svaly, hýžděové svaly, svaly stehen a svaly paží. Všechny jmenované skupiny jsou při tréninku stimulovány, tímto způsobem se zapojí většina svalů při každém cviku. Intenzita impulsu vedeného na každou svalovou skupinu se zvlášť nastavuje. Každá osoba snese na každou partii jinou intenzitu. Pod vestu a obepínací pásy je na holé tělo navléknut celotělový komplet z hygienických důvodů a z důvodu lepší vodivosti. (Pfeiffer, Schneegass, Alt, & Rohs, 2014).

Vesta

Elektrody na vestě jsou umístěny tak, aby stimulovaly prsní svaly, zádové svaly horní i dolní části trupu a břišní svaly. Na prsní svaly jsou vedeny dvě elektrody, na zádové čtyři elektrody a na břišní také dvě



Obrázek 2. Cvičební vesta EMS (vlastní tvorba)

Pásy

K vestě patří také zvlášť oddělené pásy na paže, horní polovinu dolních končetin a na hýždě. Všechny pásy kromě jediného hýžd'ového pásu jsou podvojně. U pásů na končetiny je užito po jedné elektrodě na pásu a na hýžd'ový pás připadají elektrody dvě.



Obrázek 3. Cvičební pásy EMS (vlastní tvorba)

Celotělový komplet

Látkové oblečení černé barvy, skládající se ze dvou kusů, se obleče na holé tělo pod zmíněné vesty a pásy. Oblečení je velmi těsné a poměrně tenké, aby negativně neovlivňovalo průběh stimulace, je elastické a velikost se určuje podle stavby a výšky cvičencova těla.

2.3.2 Cvičební pomůcky

V tréninkových jednotkách využívají cvičenci především váhy vlastního těla, ale trenér má k dispozici i několik pomůcek. Jsou to zejména bosu, gymbally, gumové expandery, činky a podložka.

Bosu

Bosu neboli balanční polokoule a jedná se o velmi populární pomůcku současné doby. Bosu má tvar kulovitého vrchlíku složeného z měkkého plastu nebo gumy, který je uzavřený rovnou plošinou tvrdého materiálu. Míč lze používat v případě, že je na rovné

polovině a také, když je převrácen polokoulí na zem, kdy je ještě méně stabilní (Jebavý & Zumr, 2009).

Gymball

Jedná se o gumový míč naplněný vzduchem o poloměru kolem 70 cm, ale velikost je proměnlivá dle typu míče a výrobce. Gymball nazývaný také Švýcarský míč je široce využíván v rekreačním typu tréninku a také je využíván jako nástroj posilující střed těla (Curtis, 2002).

Gumový expander

Jedná se o gumové lano dlouhé až 2,5 m s úchyty na obou koncích. Vyznačuje se velkou elasticitou a při cvičení se část drží napnutý nebo opakovaně napíná a tím přispívá ke zvyšování svalového napětí a zvyšuje intenzitu cvičení (Spilio & Gordon-Malin, 2015).

Medicinbal

Medicinbal také nazývaný plný nebo těžký míč je jeden z prostředků využívaných v kondičním tréninku vrcholových i rekreačních sportovců. Dodává širší nabídku a rozmanitost cviků pro jedince i skupiny sportovců. Lze ho využít ve všech věkových skupinách a pohybových úrovních sportovců (Jebavý & Doubrovský, 2011)

2.3.3 Pomůcky užití pro určení výsledků práce

Je několik ověřených způsobů, jak se dá testovat rozvoj síly, které mají své výhody i nevýhody, jsou jinak přesné a liší se náročností jejich provedení. Práce popisuje výsledky, které jsou odvozeny z testové baterie, jejíž součástí je test se zádovým dynamometrem. Dále byla použita váha Tanita BC-601 k přeměření váhy a tělesného složení.

Zádový dynamometr

Zádový dynamometr je měřič maximální síly zad. Skládá se ze spodní nášlapné části, kde se subjekt testování postaví a oběma rukama uchopí tažnou část ve tvaru oválu dlouhého přibližně 30 cm o průměru přibližně 3 cm. Uchopovací část je zavěšena na řetězu, jehož délka lze nastavit dle výšky testovaného subjektu.

Postavením s extenzí v kolenním kloubu a držením vzpřímené páteře se sice minimalizuje zapojení ostatních svalových skupin, ale i přesto jsou zapojeny svaly paže, předloktí, trupu i dolních končetin.

Tanita BC-601

Tanita BC-601 je osobní váha s tělesnou analýzou. Měřená osoba stojí chodidly na 4 plochách na váze a s nataženými pažemi před sebou drží elektrody na natahovací rukojeti. Váha skrze tyto plochy vysílá slabé elektro-impulsy skrze celé tělo. Odpor měření je poté dosazen do vzorců, sloužících k výpočtu jednotlivých tělesných dispozic. Měřenými dispozicemi jsou tělesný tuk, svalová hmota, kostní hmota, BMI, denní kalorický příjem, metabolický věk, celková tělesná voda a viscerální tuk.



Obrázek 4. zádový dynamometr zdroj: (Minnesotamedical)



Obrázek 5. Tanita BC-601 zdroj (Tanita)

2.4 SÍLA

Cílový faktor testování jsou především silové schopnosti, proto jsou v následující kapitole přiblíženy. Definice svalové síly je dle Zatsiorskyho a Kraemera (2006) schopnost vyprodukovat maximálně maximální sílu. V mechanice a ve fyzice je síla definována jako veličina sloužící k určení vzájemného působení dvou těles. Síla se projevuje dvěma způsoby, buď změni pohyb tělesa, nebo toto těleso změni tvar, nebo dojde k obojímu. Síla má vlastnosti vektoru, má velikost, směr a působiště.

Podle Dovadila et al. (2002) z fyziologického hlediska patří mezi hlavní vlastnosti

svalu jeho dráždivost a stažlivost. Kontrakce svalu jako odpověď na svalový vzruch je doprovázena chemickými a fyzikálními jevy. Jedním z nich je svalový tonus, jisté napětí má sval ale i v klidovém stavu. Při kontrakci toto napětí vlivem nervových vzruchů z centrální nervové soustavy stoupá. Na činnosti svalu se nepodílejí všechna svalová vlákna, avšak tréninkem jejich počet stoupá. Projev síly je tak závislý na celkovém množství svalových vláken, na počtu aktivovaných vláken a na souhře svalových skupin, které zajišťují daný pohyb.

2.4.1 Druhy síly

Knuttgen a Kreamer (1987) definují tělesnou sílu jako maximální fyzikální sílu, kterou dokáže sval nebo skupina svalů vyprodukovat při určitém pohybovém projevu danou rychlostí. Jim Stoppani (2006) na tuto definici navazuje a rozděluje sílu na několik druhů.

- Absolutní síla – maximální síla, kterou sval dokáže vyvinout bez jakýchkoliv tlumících a odporových mechanismů. Vzhledem k těmto podmínkám je prakticky nemožné absolutní sílu vyprodukovat.
- Maximální síla – udává maximální množství síly, kterou je sval nebo skupina svalů schopná vyvinout při konkrétním pohybu.
- Relativní síla – poměr mezi silou a tělesnou hmotností. Jedná se o významný faktor především při porovnávání sportovců s rozdílnou výškou a hmotností.
- Rychlostní síla – schopnost rychle přesunout vlastní tělo či předmět.
- Startovní síla – schopnost vyvinout vysoký výkon v počáteční fázi pohybu.
- Akcelerační síla – schopnost rychlého nárůstu výkonu v průběhu pohybu s delším trváním. Navazuje na startovní sílu.
- Vytvalostní síla – produkce síly po delší dobu nebo prostřednictvím opakování pohybu.

Stoppani krátce shrnuje i hlavní druhy svalové činnosti, které jsou typické pro konvenční tréninkovou jednotku zaměřenou na rozvoj síly.

- Koncentrická svalová kontrakce je typ kontrakce, který nastává, pokud je odpor menší než síla vyvinutá svalem. V tomto případě dochází k pohybu v kloubu a ke zkrácení svalu.
- Excentrická svalová kontrakce je typická v případě, že je odpor větší než vyvinutá svalová síla. Taktéž dochází k pohybu v kloubu, ale sval se při tomto druhu kontrakce natahuje.
- Izometrická kontrakce se děje v případě, že odpor i síla vyvinutá svalem se rovnají. Poloha ani délka svalu se nemění.

2.4.2 Vliv EMS na rozvoj silových schopností

Efektivitu EMS při rozvoji síly a dalších schopností potvrzují studie z předešlých kapitol. Z tvrzení ohledně pouze silového rozvoje Zatsiorsky a Kraemer (2006) vyplývá, že výhoda EMS spočívá v aktivaci rychle stažitelných svalových vláken, které se při vědomé kontrakci nedá tak snadno dosáhnout. EMS představuje užitečný trénink jako doplněk ke konvenčním metodám silového tréninku. Zlepšuje maximální sílu, ale i vědomé kontrahování svalu a svalovou vytrvalost. Adaptace u této metody trvá u maximální síly zhruba 20 tréninkových dnů.

2.5 Tělesné složení

Tělesním složením se lidstvo zajímalo již ve starověku. Ovlivňuje člověka ze zdravotních, sportovních i jiných hledisek a v současnosti je předmětem výzkumu na vědeckých úrovních i mezi běžnou populací.

K určení tělesného složení lidského těla existuje řada využívaných metod. Mezi nejvyužívanější metody patří zejména ty antropometrické, jelikož nejsou oproti ostatním metodám tak časově ani finančně náročné. Dříve se velmi často uplatňovala například metoda určování tělesného složení ze součtu deseti kožních řas (Pařížková, 1962)

Základním východiskem pro zkoumání tělesného složení je tělesná hmotnost a její jednotlivé komponenty a jejich poměr. V současné době se studie tělesného složení zabývají jeho změnou následkem pravidelného tréninku, u postižených a nemocných lidí

a při vývoji člověka. Sledování těchto změn má velký význam při sportovním tréninku a pravidelné pohybové aktivitě, má vliv na výkonnost jedince a je zásadním faktorem u cílené redukce či navyšování hmotnosti. Dle anatomického tělesného modelu rozdělujeme tělesné složky na tukovou, svalovinu, kosti, vnitřní orgány a ostatní tkáň (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Tělesná voda

Voda je základní a nepostradatelná složka lidského organismu. Je zároveň složkou nejobsáhlejší, u zdravého dospělého člověka tvoří 55-65% celkové hmotnosti. Nízká dehydratace delšího trvání může způsobovat křeče, ztrátu chuti k jídlu, závratě, podráždění apod., taktéž snižuje fyzickou i mentální výkonnost. Podíl vody v lidském těle v průběhu života klesá (Shanholtzer & Patterson, 2003).

Také se mění podíl vody v těle dle pohlaví. Muži mají větší množství vody v těle než ženy, celkově se tělesné složení mužů a žen liší, ženy mají větší podíl tukové tkáně a menší podíl svalové tkáně., z tohoto důvodu mají ženy i méně vody v těle. Většina vody je rozložena v krvi, ve svalech a v kůži, menší množství je v kostech a tukové tkáni. Tělesná voda se rozděluje na intracelulární a extracelulární tekutinu, nebo-li nitrobuněčnou a mimobuněčnou (Rokyta, 2000).

Svalová tkáň

Sval je typ tkáně, sloužící k pohybu a udržování organismu v prostoru. Máme několik druhů svalové tkáně: příčné pruhované kosterní svalstvo, které tvoří přibližně 40% celkové hmotnosti a svaly hladké srdeční, které tvoří přibližně 10% tělesné hmotnosti (Rokyta, 2000)

Základní jednotkou kosterního svalstva jsou sarkomery, které obsahují kontraktilní aparáty, myofibrily, které se skládají z aktinu a myozinu. Tyto svaly můžeme ovládat oproti hladké svalovině ovládat vlastní vůlí. Sval je tvořen přibližně ze 75% vodou a 25% organickými a anorganickými látkami (Přidalová & Riegerová, 2002).

Tuková tkáň

Množství tělesného tuku je nesledovanější složkou v lidském těle. Odpovídající množství tělesného tuku je ukazatelem zdraví a tělesné zdatnosti. Toto množství se v průběhu života mění a závisí na několika faktorech, kterými jsou věk, pohlaví, životní styl,

zdravotní stav atd. Množství tělesného tuku nejvíce ovlivňuje typ přijímané stravy a množství a druh pohybové aktivity jedince (Pařízková, 1973).

V případě velké odchylky od optimálního množství tělesného tuku vznikají zdravotní komplikace. Častými rizikovými onemocněními z nadbytku tuku jsou diabetes a kardiovaskulární onemocnění související s obezitou. Při nižším procentu tělesného tuku se často setkáváme s onemocněním poruchy příjmu potravy, osteoporózy nebo zvýšeném riziku zlomenin (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Optimální podíl tukové tkáně u muže je tvořen 15-25% a u žen 20-25% celkové tělesné hmotnosti (Rokyta, 2000).

Viscerální tuk

Viscerální tuk je rychle dostupný zdroj energie, avšak jeho vyšší množství vyvolává řadu onemocnění a má negativní vliv na fyziologické fungování lidského těla. Jedná se o onemocnění kardiovaskulárního typu a onemocnění metabolismu a u mužů může zvýšené množství viscerálního tuku negativně ovlivňovat plodnost. Nadměrné ukládání viscerálního tuku je ovlivněno faktory, jako jsou věk, nedostatek pohybu, konstitučně apod. (Riegerová, Kapuš, Gába, & Ščotka, 2010).

3 CÍLE

3.1 Hlavní cíl

Cílem práce je zjistit efektivitu cvičení s využitím EMS metody při rozvoji síly, skoku do dálky, vertikálního výskoku a při změně tělesné složení.

3.2 Dílčí cíle

- Charakteristika, popis oblastí využití EMS a rozšíření poznatků
- Vytvoření testové baterie vhodné k zjištění cílových schopností
- Vytvoření vhodného tréninkového programu
- Popsání modelu užití tréninkové jednotky
- Zjištění vlivu tréninkového programu na tělesné složení
- Ověřit tvrzení komerční společnosti

4 METODIKA

Výzkum vždy vychází z metodologie. Komplexní vhled řešené problematiky získáme pomocí výzkumné metody, která slouží k získání a zpracování dat. Důležitá je správná formulace cílů a stanovení předmětu výzkumu. Výsledky vypovídají o rozsahu zastoupení, výskytu, intenzitě a frekvenci jevů (Loučková, 2010)

V práci jsem použil kvalitativní metodu výzkumu, která vycházela z naměřených výsledků testovaných probandů. Nejprve jsem sestavil testovou baterii tak, aby výsledkem měření byly hodnoty týkající se silových schopností, jelikož primárním efektem EMS je zvýšení síly a i tento efekt je v práci zkoumán. Poté jsem stanovil tréninkový program, vycházející z doporučení komerčních firem využívající metodu EMS při tréninku a poté jsem určil model tréninkové jednotky. Do tréninkové jednotky jsem zahrnul především cviky na rozvoj síly dolních končetin a trupu, ale i cviky komplexního charakteru, všechny cviky jsou upraveny, tak aby elektro-stimulace byla, co nejefektivnější a cvičební polohy nepřinášely cvičenci nadměrný diskomfort. Jelikož záměrem práce je zjistit, zda-li EMS trénink rozvíjí silové schopnosti, testy proběhly těsně před zahájením tréninkového programu a týden po ukončení tréninkového programu. Jako pozorované subjekty jsem zvolil dva probandy fyzicky zdatné, bez obtíží, stejného věku a různého pohlaví, oba dva absolvovali totožný tréninkový program pod dohledem trenéra. Probandi podstoupili i měření tělesného složení, před tréninkovým programem a po jeho ukončení.

V teoretické části jsem analyzoval informace především ze studií a vědeckých článků zahraničních zdrojů, jelikož knižní zdroje čistě o EMS jako tréninkové metodě prakticky neexistují.

4.2 Testová baterie

Prvním krokem bylo sestavení testové baterie, která by vyhovovala vytyčeným cílům. Musel jsem zvolit vhodné testy a měření, které by byly ukazatelem maximální síly, schopnosti skoku do dálky, vertikálního výskoku a vybrat přístroj, který je schopen měřit tělesné složení. Zvolil jsem měření zádovým dynamometrem pro určení síly vrchní a spodní části zad, změřil jsem délku skoky se švihem rukou i bez švihů, což mělo poukázat na rozvoj explozivní síly dolních končetin a ke změření tělesného složení jsem použil váhu značky Tanita. Testované osoby byly dvě, bez fyzických obtíží, muž a žena ve věku 23 a 20 let.

Testová baterie byla sestavena z testů se zádovým dynamometrem a skoku do dálky. První měření před začátkem tréninkového programu proběhlo dne 1. 3. 2018 a druhé, závěrečné měření proběhlo týden po ukončení tréninkového programu 3. 5. 2018 v prostorech Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci. Každý testovací den proběhly dohromady čtyři různé testy, testování síly vrchní části zad na zádovém dynamometru, testování síly spodní části zad na zádovém dynamometru, skok do dálky z místa se švihem rukou a skok do dálky z místa bez práce rukou.

4.2.1 Testované osoby

Jako objekty testování jsem zvolil dvě osoby, muže a ženu ve věku 23 a 20 let, po fyzické stránce zdraví jedinci bez obtíží. S pohybovou aktivitou střední intenzity 2krát týdně doplněnou pohybovou aktivitou nižší intenzity 2krát týdně. Jedna pohybová aktivita týdně střední intenzity byla nahrazena jednou tréninkovou jednotkou s EMS metodou, jinak se životospráva ani denní režim testovaných osob záměrně neměnil v průběhu testování.

Testovaná osoba	Pohlaví	Věk	Výška (cm)	Hmotnost (kg)
TO1	Muž	23	183 cm	77
TO2	Žena	20	164 cm	62

Tabulka 1. Přehled testovaných osob zdroj: (vlastní tvorba)

4.2.2 Průběh měření

Testované osoby byly před začátkem informovány o průběhu testu, byly si vědomy jeho účelu a významu. Testované osoby přislíbily maximální snahu a poctivost při testech. Dostaly pokyny před zahájením testu, demonstraci potřebné polohy a charakteristiky testovacího zařízení. V průběhu bylo kontrolováno provedení testů. Před samostatným testováním proběhlo krátké individuální rozehrání přibližně pět minut. Testované osoby měly vždy jeden cvičný pokus a dva pokusy, které se zaznamenávaly, to platilo u každého testu. Testované osoby byly v průběhu testů slovně povzbuzovány.

4.2.3 Test se zádovým dynamometrem zaměřený na vrchní část zad

Postup při měření

Testovaná osoba se postaví na nášlapnou část dynamometru, nastaví si délku řetězu, tak aby držadlo bylo přibližně ve výšce kolen, a se vzpřímeným držením zad zatáhne plnou silou s extenzí v loketních i kolenních kloubech za držadlo a táhne po dobu až tří sekund.

4.2.4 Test se zádovým dynamometrem zaměřený na spodní část zad

Jedná se o stejné zařízení jako při testu vrchní části zad. Provedení se mírně liší.

Postup při měření

Testovaná osoba se postaví na nášlapnou část dynamometru, nastaví si délku řetězu, tak aby držadlo bylo přibližně ve výšce pasu, a se vzpřímeným držením zad zatáhne plnou silou s extenzí v loketních i kolenních kloubech za držadlo a táhne po dobu až tří sekund.

4.2.5 Test skoku do dálky z místa bez švihů paží

Délku skoku měříme od odrazové čáry k místu dopadu bližší paty. Skok měříme v centimetrech na jednu desetinnou čárku. Vzdálenost byla měřena pásovým měřidlem. Plocha od odrazové čáry až po doskočiště je ve stejné výšce a na hladkém povrchu typu linolea.

Postup při měření

Testovaná osoba zaujme postoj mírně rozkročný se špičkami nohou těsně před odrazovou čarou. Z podřepu se svislými pažemi vykoná odraz v co největší vzdálenosti směrem od odrazové čáry k doskočišti. Opakovaný nácvik podřepu na místě odrazu je povolen.

4.2.6 Test skoku do dálky z místa se švihem paží

Platí stejné podmínky jako pro skok do dálky bez švihů paží. Postup se mírně liší.

Postup při měření

Testovaná osoba zaujme postoj mírně rozkročný se špičkami nohou těsně před odrazovou čarou. Z podřepu s pažemi za tělem vykoná odraz v co největší vzdálenosti směrem od odrazové čáry k doskočišti a v průběhu skoku se paže přesouvají před tělo. Opakovaný nácvik podřepu a švihů rukou na místě odrazu je povolen.

4.2.7 Test vertikálního výskoku

Pro měření výšky vertikálního výskoku jsem si zvolil metodu měření dotyku stěny s nataženou paží. Měření se vzdálenost dotyku vzpažené končetiny s maximálním

rozsahem od země s dotykem vzpažené končetiny při výskoku, taktéž s maximálním rozsahem. Vzdálenost byla měřena měřítkem připevněným na stěně.

Postup při měření

Testovaná osoba zaujme stoj bokem preferované ruky ke stěně a vzpaží do maximální výšky s dotykem o stěnu, místo dotyku je výchozí bod měření. Testovaná osoba stojí na špičkách u nohou. Při odrazu je povolen podřep i švih rukama. Testovaná osoba se v maximální dosažené výšce dotkne měřítka na stěně s úplně propnutou paží.

4.3 Tréninkový program

Tréninkový program jsem sestavil dle doporučení komerčního fitness využívajícího EMS metodu. Komerční fitness ve svém sloganu tvrdí, že cvičení 1-2krát týdně po dobu 6-13 týdnů má, mimo jiné pozitivní efekty, znatelný efekt při zvyšování síly a svalové hypertrofie a snížení tělesného tuku až o 4% během 6 týdnů. Úroveň maximální síly se dle informací na webu fitness centra může zvýšit až o 17%. Název není uveden kvůli ochraně značky společnosti.

Dle zmíněných doporučení jsem se rozhodl vytvořit tréninkový program o osmi tréninkových jednotkách každý týden po dobu 20 minut.

4.3.1 Model tréninkové jednotky

Při sestavování tréninkové jednotky jsem vycházel z vlastních zkušeností osobního trenéra a trenéra s metodou EMS v revolučním fitness centru Bodybody, kde více než rok pracuji a mám zkušenosti s řadou klientů a tudíž i řadou rozdílných tréninkových jednotek. Rovněž jsem užil znalosti získané při studiu na Fakultě tělesné kultury v Olomouci. Dohledávání vědeckých článků a studií souvisejících s touto prací doplnilo moji představu o modelu tréninkové jednotky, který použiji.

Pro přehlednější uspořádání obsahu tréninkové jednotky jsem vytvořil tabulku, kde jsou popsány jednotlivé části, jejich náplň a doba trvání. Počet opakování je roven počtu impulsů.

Část TJ	Obsah TJ	Čas zatížení	Počet opakování
Rozehřátí	Rozehřátí na rotopedu	3 minuty	1x
Protažení	Rozhýbání celého těla, dynamický strečink	5 minut	1x
Hlavní	<i>Název cviku</i>	20 minut	1x
1.	Dřep s rozpažením pokrčmo		15x
2.	Výpad s rotací		20x
3.	Přitahování expanderu v předklonu		15x
4.	Podřep na bosu		10x
5.	Vzpor ležmo „prkno“		6x
6.	Přitahování loktu ke kolenu křížem v leže		15x
7.	Roztahování expanderu za hlavou v sedě na gymballu		15x
8.	Vzpor klečmo		10x
9.	Tlak do gymball		10x
Závěr	Zklidnění, statický strečink	5-10 minut	1x

Tabulka 2. Schéma tréninkové jednotky (vlastní tvorba)

Hlavní částí tréninkové jednotky je cvičení s elektro-stimulací o frekvenci 85hz za sekundu. Síla jednotlivých impulsů byla nastavena individuálně zvlášť při každé tréninkové jednotce. Každá osoba má práh vnímání intenzity impulsu jiný a liší se při každé tréninkové jednotce dle fyzického i psychického rozpoložení jedince, a proto nemůže být tato hodnota jednotně přednastavena. Před začátkem hlavní části se testované osoby navlekly do vest s elektrodami, byly připojeny k přístrojům Miha Bodytec II a byla jim nastavena intenzita impulsů jednotlivých svalových partií postupně v tomto pořadí: stehenní svaly, hýžd'ové svaly, bederní svaly, mezilopatkové svaly, široké zádové svaly, břišní svaly, prsní svaly a svaly paží. Program je přednastaven, tak že impuls trvá 4 vteřiny a následuje pauza 4 vteřiny.

Obsahem hlavní části bylo 8 cviků komplexnějšího typu s 10-20 opakováními na cvik. V době impulsu cvičenec vždy vykonává daný cvik. Po impulsu následuje buď 4 vteřinová pauza, aktivní odpočinek ve formě zjednodušeného cviku nebo cvičenec drží cvičební pozici po celou dobu trvání daného cviku. Provedení cviků a zakomponování impulsů s pauzami v jejich průběhu je podrobněji popsáno v následující části.

Zásobník cviků

Cviky jsem sestavil, tak aby typem seděly k tomuto druhu cvičení, protože EMS je metoda velmi specifická a ne všechny cviky jsou vhodné. Při kontrakci, která vzniká elektrickým impulsem, mají končetiny tendenci ke flexi v loketním a kolenním kloubu, proto je optimální vybrat cvik, ve kterém cvičenec alespoň mírně pokrčí paže a nohy a cvičenec dobře procítí impuls spolu s daným cvikem. Není to podmínkou, ale pokud cvičenec při impulsu nechá ruce natažené, při intenzivnějším impulsu dochází k zamknutí pozice a osoba nemůže po celou dobu impulsu s danou končetinou pohnout, což může být nepříjemné a kontrakce svalu v protažení není v tomto případě tak efektivní.

Cviky jsou zaměřené nejen na měřené partie, ale i celkově na svaly trupy a horních končetin. Jedná se o komplexnější cviky funkčního charakteru, jsou bezpečné a jednoduché na provedení co se týče koordinace. Když se ke cvikům přičtou elektroimpulsy, můžeme říci, že testované osoby v průběhu tréninku procvičili až 90% svalové hmoty.

1. Dřep s rozpažením pokrčmo s činkami

Cílené svalové partie: posílení dolních končetin a deltových svalů

Výchozí poloha: stoj mírně rozkročný, činky uchopeny v rukou

Průběh: TO jde do dřepu a zároveň rozpažuje s činkami, paže jsou pokrčené v loktech

Zapojení impulsu: v době impulsu je TO v poloze vykonávaného cviku a mezi impulsy ve výchozí poloze

Pomůcky: činky 1,5 kg



Obrázek 6. Dřep s rozpažením pokrčmo s činkami zdroj: (vlastní tvorba)

2. Výpad vpřed s rotací a s medicinbalem

Cílené svalové partie: posílení dolních končetin, posílení trupu

Výchozí poloha: stoj mírně rozkročný, medicinbal uchopen v před tělem

Průběh: TO vykročí jednou nohou vpřed do výpadu s medicinbalem před tělem a následovně trupem rotuje za přední nohou

Zapojení impulsu: v době impulsu je TO v poloze vykonávaného cviku a mezi impulsy ve výpadu bez boční rotace s míčem před tělem

Pomůcky: Medicinbal 3 kg



Obrázek 7. Výpad vpřed s rotací a s medicinbalem zdroj: (vlastní tvorba)

3. Přitahování gumového expanderu v předklonu

Cílené svalové partie: posílení střední část zad, zejména široké zádové svaly a mezipátkové svaly

Výchozí poloha: předklon s mírně rozkročeným postojem, ruce svisle dolů svírají gumu

Průběh: TO přitahuje gumu s pokrčením v loktech, které přiléhají k tělu, předloktí směřuje svisle dolů, kolena se v průběhu pohybu pokrčují

Zapojení impulsu: v době impulsu je TO v poloze vykonávaného cviku a mezi impulsy ve výchozí poloze

Pomůcky: gumový expander



Obrázek 8. Přitahování gumového expanderu v předklonu zdroj: (vlastní tvorba)

4. Podřep na bosu

Cílené svalové partie: posílení dolních končetin a středu těla

Výchozí poloha: stoj na polokouli

Průběh: podřepnutí na polokouli, ruce spjatý v s pokrčeními lokty před tělem

Zapojení impulsu: v době impulsu je TO v poloze vykonávaného cviku a mezi impulsy ve výchozí poloze

Pomůcky: bosu



Obrázek 9. Podřep na bosu zdroj: (vlastní tvorba)

5. Vzpor ležmo „prkno“

Cílené svalové partie: posílení břišních svalů, deltových svalů, zpevnění celého těla

Výchozí poloha: Vzpor ležmo na dlaních

Průběh: Vzpor ležmo na dlaních

Zapojení impulsu: v době impulsu i mezi impulsy je TO v poloze vykonávaného cviku



Obrázek 10. Vzpor ležmo zdroj: (vlastní tvorba)

6. Přitahování loktu ke koleni křížem v leže

Cílené svalové partie: posílení břišního svalstva

Výchozí poloha: leh na zádech s pokrčenými koleny, chodidla jsou na podložce

Průběh: TO zvedne jednu lopatku z podložky a loket stejné strany přitáhne co nejblíže k protilehlému kolenu

Zapojení impulsu: v době impulsu je TO v poloze vykonávaného cviku a mezi impulsy ve výchozí poloze, po každém impulsu vystřídáme končetiny



Obrázek 11. Přitahování loktu ke koleni křížem v leže zdroj: (vlastní tvorba)

7. Roztahování expanderu za hlavou v sedě na gymballu

Cílené svalové partie: posílení svalů mezi lopatkami a paží, posílení středu těla

Výchozí poloha: TO zaujme sed na gymballu, kolena a kyčelní klouby svírají přibližně pravý úhel, ruce volně přidržují gumový expander

Průběh: TO upaží pokrčmo s předloktím svisle vzhůru svírajíc gumový expander a pažemi expander roztahuje od sebe

Zapojení impulsu: v době impulsu je TO v poloze vykonávaného cviku a mezi impulsy ve výchozí poloze

Pomůcky: gymball, gumový expander



Obrázek 12. Roztahování expanderu za hlavou v sedě na gymballu zdroj: (vlastní tvorba)

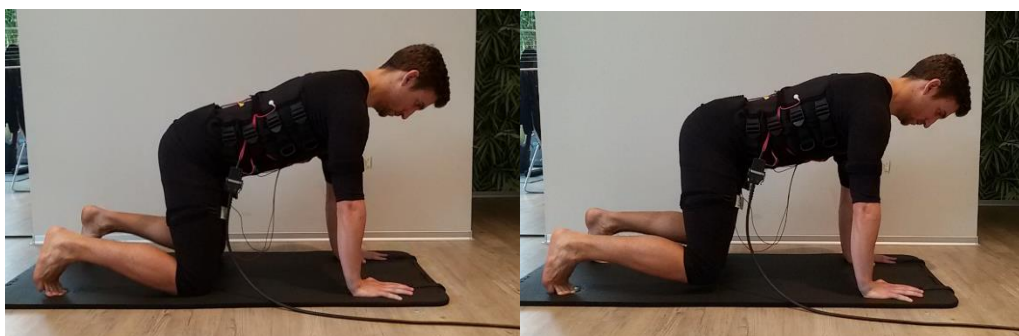
8. Vzpor klečmo

Cílené svalové partie: posílení středu těla, trupu, nohou, paží, předloktí

Výchozí poloha: TO zaujme vzpor klečmo na dlaních, úhel v kolenou a kyčlích svírá přibližně pravý úhel

Průběh: TO se zapře o špičkou na nohou a nadzvedne kolena mírně od země

Zapojení impulsu: v době impulsu je TO v poloze vykonávaného cviku a mezi impulsy ve výchozí poloze



Obrázek 13. Vzpor klečmo zdroj: (vlastní tvorba)

9. Tlak na gymball

Cílené svalové partie: posílení břišního svalstva, celkové posílení těla

Výchozí poloha: TO leží na podložce s pokrčenými koleny, chodidla jsou na zemi a s předpažením přidržuje gymball v prostoru mezi dlaněmi a koleny

Průběh: TO zvedne kolena do vzduchu, v kolenou svírá pravý úhel a vyvíjí co největší tlak dlaněmi oproti kolenům, paže jsou mírně pokrčené v loketním kloubu

Zapojení impulsu: v době impulsu je TO v poloze vykonávaného cviku a mezi impulsy ve výchozí poloze

Pomůcky: gymball



Obrázek 14. Tlak na gymball zdroj: (vlastní tvorba)

5 VÝSLEDKY

V poslední části jsem interpretoval zaznamenané hodnoty měření a vzájemně porovnal hodnoty před začátkem tréninkového programu a po jeho ukončení. Výsledkem práce je určení efektivitu cvičení s EMS při rozvoji síly, skoku do dálky a jeho vliv na změnu tělesného složení u testovaných osob.

5.1 Výsledky testů s dynamometrem, skoků do dálky a vertikálního výskoku

V následující tabulce popíši zaznamenané hodnoty jednotlivých měření obou testovaných osob. Ze dvou zaznamenávaných pokusů se udělal průměr, což byla finální hodnota měření. V tabulce jsou zaznamenány naměřené hodnoty před zahájením programu a týden po jeho skončení, časové rozmezí měření je tedy 9 týdnů. Zkratka ZD značí zádový dynamometr.

TO1 zaznamenala zlepšení ve třech disciplínách: test zádového dynamometru zaměřený na vrchní část o 15 kgf, skok do dálky bez švihů paží o 12,5 cm, vertikální výskok o 3,7 cm, v jedné disciplíně nezaznamenala změnu: test zádového dynamometru zaměřený na spodní část a v jedné disciplíně zhoršení: skok do dálky se švihem paží 10 cm. TO 2 zaznamenala zlepšení ve dvou disciplínách: skok do dálky bez švihů paží o 9,6 cm a vertikální výskok o 6 cm a ve třech disciplínách zhoršení: test zádového dynamometru zaměřený na vrchní část zad o 7 kgf, test zádového dynamometru zaměřený na spodní část zad o 14,3 kgf, skok do dálky se švihem paží o 1,6 cm.

Typ testu	Před zahájením programu		Po ukončení programu	
	TO1	TO2	TO1	TO2
ZD vrchní část zad	165 kgf	82,5 kgf	180 kgf	75,5 kgf
ZD spodní část zad	135 kgf	71,3 kgf	135 kgf	57 kgf
Skok do dálky bez švihů paží	179 cm	133,1 cm	191,5 cm	142,7 cm
Skok do dálky se švihem paží	218,5 cm	167,6 cm	208,5 cm	166 cm
Vertikální výskok	52 cm	38,5 cm	55,7 cm	44,5 cm

Tabulka 3. Výsledky jednotlivých měření zdroj: (vlastní tvorba)

5.2 Výsledky měření tělesného složení

V následující tabulce popíši naměřené hodnoty tělesného složení před zahájením tréninkového programu a týden po jeho ukončení. Pro měření byla užitá osobní váha typu Tanita BC-601. Tento typ váhy započítává do změřené hodnoty svalové hmoty i vodu. Testované osoby se vážili ve stejný čas obě vážení 9:00.

TO1 nabrala 2 kg na celkové hmotnost, zastoupení tukové tkáně se nezměnilo, u svalové hmoty byl zaznamenán nárůst o 1,2 kg a podíl vody se o 2,2% snížil. Viscerální tuk nezaznamenal změnu. TO2 nabrala 1,2 kg na celkové hmotnost, zastoupení tukové tkáně byla zaznamenáno o 0,4%, u svalové hmoty byl zaznamenán nárůst o 0,5 kg a podíl vody zaznamenal snížení o 0,6%. Viscerální tuk zaznamenal snížení o 1.

Měřený segment	Před zahájením programu		Po ukončení programu	
	TO1	TO2	TO1	TO2
Hmotnost	77,2 kg	62 kg	79,2 kg	63,2 kg
Tuková tkáň	14%	26,8%	14%	27,2%
Svalová hmota	62,7 kg	43 kg	63,9 kg	43,5
Voda	61,2%	54,4%	59%	53,8%
Viscerální tuk	8	8	8	7

Tabulka 4. Výsledky měření tělesného složení zdroj: (vlastní tvorba)

6 DISKUZE

Cvičení s metodou EMS je v současnosti v rozvojovém stádiu a populace této metodě plně nedůvěřuje, i v případě, že s ní lidé nemají žádné zkušenosti, dostává se takzvanému revolučnímu fitness kritiky, vznikají pochyby o jeho efektivitě a poukazuje se na dražší cenovou relaci v komerčním sektoru. Cvičení se sloganem „pouhých 20 minut týdně stačí“ se kterým jej komerční firmy propagují, kritické otázky vyvolává. Při dalším zkoumání je možné dohledat, jaké pozitivní účinky cvičení s EMS může mít, dle BodyTecu Olomouc (n.d.) cvičení zvyšuje maximální sílu, explozivní sílu, vytrvalost, pomáhá při redukci váhy a další, dle BodyBody (n.d.) cvičení s EMS redukuje tělesnou hmotnost, zvyšuje sílu, rychlost a vytrvalost dokonce až o 30%. Tyto společnosti už dále nepopisují další faktory, které ovlivňují výkon jedince, což je například denní energetický příjem, složení potravin, odpočinek a regenerace a typy vykonávaných cviků při tréninku. Tyto faktory zajišťuje podle informací z webu těchto společností osobní trenér.

V teoretické části, v podkapitole 2.2.2 Využití EMS ve fitness popisují několik studií, které pozitivní efekt EMS v těchto oblastech potvrzují. Rozvoj schopností maximální síly, výskoku nebo rychlosti byl potvrzen u vrcholových sportovců ve volejbale (Malatesta, Cattaneo, Dugnani, a Maffiuletti, 2003), fotbale (Filipovic et al., 2016), hokeje (Brocherie, Babault, Cometti, Maffiuletti, & Chatard, 2005), rugby (Babault, Cometti, Bernardin, Pousson & Chatard, 2007), basketbale (Maffiuletti et al., 2000) apod., ovšem u jedinců, kteří nesportují na vrcholové úrovni nebo sportují jen rekreačně, tolik studií pozitivní efekty nepotvrzuje, některé je dokonce vyvrací např. Porcari et al. (2002) se svou studií tělesného složení, svalové síly a fyzického vzhledu.

Tato práce se zabývala efektivitou EMS u osob, které nevykonávají žádný sport na vrcholové úrovni, typu osob u kterého množství studií není tak velké a výsledky nejsou tak jednoznačné jako u vrcholových sportovců.

Z dynamický testů vychází, že TO1 se mírně zlepšila v testech zádového dynamometru vrchní části zad, skoku do dálky bez švihů paží a vertikálním výskoku, v testu zádového dynamometru zad spodní části zůstal výsledek beze změny a při skoku se švihem paží se TO1 zhoršila. TO2 zaznamenala zlepšení ve vertikálním výskoku a skoku do dálky bez švihů s pažemi, v testech zádového dynamometru a skoku do dálky se švihem paží TO2 zaznamenala zhoršení. Statisticky z tohoto pozorování vychází, že EMS mělo pozitivní vliv na rozvoj skoku do dálky bez švihů paží a vertikálního výskoku, protože pozitivní hodnoty byly naměřeny u obou osob.

Přestože byly testy prováděny ve stejný čas a za stejných podmínek po nepřerušném tréninkovém programu, je zde mnoho dalších faktorů, které mohly výsledky měření ovlivnit. Přestože životospráva testovaných osob nebyla v průběhu testování nijak upravována, u každé testované osoby se lišila a nad jídelníčkem a průběhem dne testovaných osob žádná třetí osoba nedohlížela. Osoby se dle výpovědi snažily držet stejnou životosprávu v průběhu tréninkového programu jako před ním, ale je velmi nepravděpodobné, že by se jim podařilo dodržet naprosto stejný denní kalorický příjem a výdej před i v průběhu cvičení. Proměnlivost denní náplně testovaných osob je velmi těžko ovlivnitelná, pokud už nemají tuto náplň předem nastavenou. Myšleno například vrcholového sportovce, který své životosprávě podřídí vše, co je třeba. Pokud se nejedná o vrcholového sportovce, životospráva je více proměnná, protože objekty testování musí plnit své pracovní či školní povinnosti, které nemusí být vždy stejné, to stejné platí pro náplň volného času a stravovací plán. Dalším faktorem je předvedený výkon při testech. I když byly podmínky nastaveny u obou testování stejně, psychické rozpoložení nastavit nelze. Motivace nemusela být u testů stejně velká, nálada se může měnit každou hodinu a psychika má na výkonu jedince značný podíl. U žen záleží také na fázi periodizačního cyklu, ve které se nachází, což ovlivňuje nejen psychickou složku jedince, ale i tu tělesnou. Faktor ovlivňující výsledek měření je také počasí, teplota a bio zátěž. Pokud by tyto faktory byly zohledněny, výsledky by byly směrodatnější, pochopitelně všechny faktory se zohlednit nedají a nějaká odchylka měření vzniká vždy.

U výsledků měření tělesného složení byly zaznamenány převážně pozitivní změny, nicméně změny nebyly až tak radikální. U obou testovaných osob byla naměřená vyšší celková tělesná hmotnost po ukončení tréninkového programu, ale byla naměřený i zvýšení podíl svalové hmoty, tukový podíl zůstal stejný u TO1 a u TO2 se nepatrně zvýšil. Viscerální tuk u TO1 zůstal stejný a u TO2 se nepatrně snížil. Podíl tělesné vody u obou testovaných osob nepatrně klesl. Z výsledků tělesného měření vyplývá, že se zvětšil objem svalové hmoty, což podporuje tvrzení, že EMS rozvíjí sílu, ale nepotvrzuje ho, nicméně pozitivní vliv na tělesné složení byl prokázán. Nárůst celkové hmotnosti vyvrací tvrzení, že EMS pomáhá při redukci hmotnosti. Ovšem u výsledků měření tělesného složení musíme znovu zohlednit faktory, které měření ovlivnily. Zde se jedná především o stravovací plán. U redukce tělesné hmotnosti a snížení tělesného tuku je to rozhodující faktor, i kdyby pohybová aktivita byla dokonale nastavena pro redukci hmotnosti, se špatným stravovacím plánem by se pozitivní výsledky nedostavily. Bez přednastaveného jídelníčku není toto měření plnohodnotné, protože stravování testovaných osob mělo na

tělesné složení větší vliv než tréninkový program EMS.

Pokud bychom chtěli dosáhnout přesnějších výsledků, bylo by třeba tyto faktory zohlednit, nastavit vhodný stravovací plán už před zahájením tréninkového programu nebo testovat osoby, které svůj stravovací pevně dodržují. Dynamické testy by se měly provést víckrát několik dnů po sobě před i o ukončení tréninkového programu, měly by se zvolit testy s menší odchylkou měření modernějšího typu. Například na testování vertikálního výskoku použít testování pomocí síly vyvinuté při odrazu do podložky a vynechat skok do dálky se svihem paží, který závisí více na technice než na schopnosti skoku. Testy by měly proběhnout za co nejvíce podobného počasí, rozdíl teploty by měl být minimální. V ideálním případě by třetí osoba dohlédla na denní režim osob, vykonávané pohybové aktivity, dobu spánku, regeneraci odpočinek apod. Při testování by se mělo zamezit, co nejvíce proměnným faktorům, aby cvičení bylo co nejpřesnější, ne vždy je to však možné.

7 ZÁVĚR

Cílem práce bylo zjistit efektivitu cvičení s EMS metodou při rozvoji síly, skoku do dálky a vertikálního výskoku a změně tělesného složení. Za použití optimálně zvoleného tréninkového programu s využitím EMS metody jsem dosáhl výsledků, které prokazují rozvoj schopnosti skoku do dálky bez švihů paží a vertikálního výskoku a potvrzují nárůst podílu svalové hmoty. Nárůst síly byl prokázán pouze u jedné z testovaných osob a rozvoj schopnosti skoku do dálky se švihem paží nebyl prokázán. Vliv na redukci celkové tělesné hmotnosti a podílu tukové tkáně nebyl prokázán.

Změna ve výsledcích po absolvování tréninkového programu:

Výsledky testů s dynamometrem, skoků do dálky a vertikálního výskoku:

- Zádový dynamometr – vrchní část: TO1 +15 kgf, TO2 -7 kgf
- Zádový dynamometr – spodní část: TO1 +0 kgf, TO2 -14,3 kgf
- Skok do dálky bez švihů paží: TO1 +12,5 cm, TO2 +9,6 cm
- Skok do dálky se švihem paží: TO1 -10 cm, TO2 -1,6 cm
- Vertikální výskok: TO1 +3,7 cm, TO2 +6 cm

Výsledky měření tělesného složení

- Hmotnost: TO1 +2 kg, TO2 + 1,2 kg
- Tuková tkáň: TO1 +0%, TO2 + 0,4%
- Svalová hmota: TO1 +1,2 kg, TO2 +0,5 kg
- Voda: TO1 -2,2%, TO2 -0,6%
- Viscerální tuk: TO1 +0, TO2 -1

8 SOUHRN

Cílem práce bylo zjistit efektivitu cvičení s využitím EMS metody při rozvoji síly, skoku do dálky, vertikálního výskoku a změně tělesného složení. Dílčími cíli bylo charakterizovat oblast využití a sepsání základních poznatků, vytvoření testové baterie, tréninkového programu a tréninkové jednotky, zjistit efektivitu tréninkového programu při změně tělesného složení a porovnání výsledků s tvrzením komerčních společností.

Teoretická část práce shrnuje teoretické poznatky ohledně historie a charakteristiky EMS, jeho efektivitu a oblasti působení. Popisuje základní poznatky související s testováním a užitými metodami.

V praktické části je popsána metodika užitá k dosažení výsledů a výsledků samotných. Jedná se o popis tréninkového programu, tréninkové jednotky, testové baterie, testovaných osob a dalších faktorů s tím souvisejících.

Z výsledků plyne, že byly rozvinuty schopnosti skoku do dálky bez švihů paží a vertikálního výskoku, u jedné testované osoby byla rozvinuta maximální síla zádových svalů. Na potvrzení vlivu tělesného složení by bylo třeba více údajů, které by vyloučily další faktory, které mohly ovlivnit tyto výsledky. Tvrzení komerčních společností provozujících EMS trénink byla z části potvrzena i vyvrácena. U testování bylo příliš mnoho nezaznamenaných faktorů, které mohly výsledky ovlivnit a proto je třeba pro potvrzení výsledků tyto faktory zohlednit a provést další testování.

Výsledky udávají představu o efektivitě EMS v rozvoji vybraných schopností a mohou představovat inspiraci pro další testování nebo výzkumy složitějšího typu.

9 SUMMARY

The aim of the work was to find out effectivity of the exercise using EMS method on the development of strength, long jump, vertical jump, and change in body composition. The partial objectives were to cover the area of use and summary of basic findings, the creation of a test battery, a training program and training units, to determine the impact of the training program on body composition and to compare the results with the claims of commercial companies.

The theoretical part summarizes the theoretical knowledge about the history and characteristics of the EMS, its effectiveness and its sphere of use. It describes basic knowledge related to testing and applied methods.

The practical part describes the methods used to achieve the results and the results themselves. It contains a description of the training program, training units, test batteries, tested persons and other related factors.

The results suggest that the ability to jump in the distance without arm swing and vertical jump was developed, one tested person developed the maximum strength of the back muscles. To confirm the effect of body composition, more data would be needed to exclude other factors that could have affected these results. The claims of commercial companies running EMS training have been partially substantiated and also refuted. There were too many unrecognized factors in testing that could have affected the results, so these factors need to be taken into account in further testing to confirm the results. The results give an idea of the effectiveness of EMS in the development of selected abilities and may provide inspiration for further testing or more sophisticated research.

10 REFERENČNÍ SEZNAM

Seznam literatury

- Ahlborn, P., Schachner, M., & Irintchev, A. (2007). One hour electrical stimulation accelerates functional recovery after femoral nerve repair. *Experimental neurology*, 208(1), 137-144.
- Babault, N., Cometti, G., Bernardin, M., Pousson, M., & Chatard, J. C. (2007). Effects of electromyostimulation training on muscle strength and power of elite rugby players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 431.
- Baldi, J. C., Jackson, R. D., Moraille, R., & Mysiw, W. J. (1998). Muscle atrophy is prevented in patients with acute spinal cord injury using functional electrical stimulation. *Spinal cord*, 36(7), 463.
- Banerjee, P., Caulfield, B., Crowe, L., & Clark, A. (2005). Prolonged electrical muscle stimulation exercise improves strength and aerobic capacity in healthy sedentary adults. *Journal of Applied Physiology*, 99(6), 2307-2311.
- Bily, W., Trimmel, L., Mödlin, M., Kaider, A., & Kern, H. (2008). Training program and additional electric muscle stimulation for patellofemoral pain syndrome: a pilot study. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 89(7), 1230-1236.
- Brocherie, F., Babault, N., Cometti, G., Maffiuletti, N., & Chatard, J. C. (2005). Electrostimulation training effects on the physical performance of ice hockey players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(3), 455-460.
- Curtis, C. (2002). Get your bounce on: use an exercise ball to enhance your upper-body workouts. *Muscle Fitness*, 63, 64.
- Dovadil, J., Choutka M., Svoboda B., Hošek V., Perič, T., Potměšil, J., Vránová, J., & Bunc, V. (2002). *Výkon a trénink ve sportu*. Praha, Česká Republika: Olympia.
- Escamilla, R. F., Lewis, C., Bell, D., Bramblett, G., Daffron, J., Lambert, S., ... & Andrews, J. R. (2010). Core muscle activation during Swiss ball and traditional abdominal exercises. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 40(5), 265-276.

- Doucet, B. M., Lam, A., & Griffin, L. (2012). Neuromuscular electrical stimulation for skeletal muscle function. *The Yale journal of biology and medicine*, 85(2), 201.
- Filipovic, A., Grau, M., Kleinöder, H., Zimmer, P., Hollmann, W., & Bloch, W. (2016). Effects of a whole-body electrostimulation program on strength, sprinting, jumping, and kicking capacity in elite soccer players. *Journal of sports science & medicine*, 15(4), 639.
- Gondin, J., Guede, M., Ballay, Y., & Martin, A. (2005). Electromyostimulation training effects on neural drive and muscle architecture. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(8), 1291-1299.
- Hasegawa, S., Kobayashi, M., Arai, R., Tamaki, A., Nakamura, T., & Moritani, T. (2011). Effect of early implementation of electrical muscle stimulation to prevent muscle atrophy and weakness in patients after anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 21(4), 622-630.
- Hortobágyi, T. (1996). Electrical muscle stimulation. *Encyclopedia of Sports Medicine and science*
- Hurtado, A. F. (2002). *U.S. Patent No. 6,341,237*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Jebavý R., Doubravský P., (2011). *Posilování s medicinbaly*. Praha: Grada Publishing.
- Jebavý, R., & Zumr, T. (2009). *Posilování s balančními pomůckami*. Praha: Grada.Publishing.
- Kemmler, W., Von Stengel, S., Schwarz, J., & Mayhew, J. L. (2012). Effect of whole-body electromyostimulation on energy expenditure during exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(1), 240-245.
- Kemmler, W., Schliffka, R., Mayhew, J. L., & von Stengel, S. (2010). Effects of whole-body electromyostimulation on resting metabolic rate, body composition, and maximum strength in postmenopausal women: The training and electrostimulation trial. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(7), 1880-1887.

Kimberley, T. J., Lewis, S. M., Auerbach, E. J., Dorsey, L. L., Lojovich, J. M., & Carey, J. R. (2004). Electrical stimulation driving functional improvements and cortical changes in subjects with stroke. *Experimental Brain Research*, 154(4), 450-460.

Knuttgén, H. G., Kraemer, W. J. (1987) Terminology and measurement in exercise performance. *Journal of Applied Sport Science Research*, 1, 1010.

Kolen, A. F., & Puszka, A. M. (2018). *U.S. Patent No. 9,878,152*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

Kralj, A. R., & Bajd, T. (1989). *Functional electrical stimulation: standing and walking after spinal cord injury*. CRC press.

Krhut, J., Mainer, K., & Zapletalová, O. (2002). Terapie dysfunkcí močových cest u pacientů s roztroušenou sklerózou. *Neurologie pro praxi*, 1, 41-45.

Loučková, I. (2010). *Integrovaný přístup v sociálně vědním výzkumu*. Praha: Slon.

Maffiuletti, N. A., Gometti, C., Amiridis, I. G., Martin, A., Pousson, M., & Chatard, J. C. (2000). The effects of electromyostimulation training and basketball practice on muscle strength and jumping ability. *International journal of sports medicine*, 21(06), 437-443.

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.

Pařízková, J. (1962). *Rozvoj tělesné hmoty a tuku u dětí a mládeže*. Praha: Státní zdravotnické nakladatelství.

Pařízková, J. (1973). *Složení těla a lipidový metabolismus za různého pohybového režimu*. Praha: Avicenum.

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.

Parry, S. M., Berney, S., Granger, C. L., Koopman, R., El-Ansary, D., & Denehy, L. (2013). Electrical muscle stimulation in the intensive care setting: a systematic review. *Critical care medicine*, 41(10), 2406-2418.

Peckham, P. H., & Knutson, J. S. (2005). Functional electrical stimulation for neuromuscular applications. *Annu. Rev. Biomed. Eng.*, 7, 327-360.

Pfeiffer, M., Schneegass, S., Alt, F., & Rohs, M. (2014, March). Let me grab this: a comparison of EMS and vibration for haptic feedback in free-hand interaction. In *Proceedings of the 5th augmented human international conference* (p. 48). ACM.

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.

Přidalová, M., & Riegerová, J. (2002). *Funkční anatomie. I.* Olomouc: Hanex.

Riegerová, J., Kapuš, O., Gába, A., & Ščotka, D. (2010). Rozbor tělesného složení českých mužů ve věku 20 až 80 let (hodnocení tělesné výšky, hmotnosti, BMI, svalové a tukové frakce). *Česká antropologie*, 60(1), 20-23.

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

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

Scremin, A. E., Kurta, L., Gentili, A., Wiseman, B., Perell, K., Kunkel, C., & Scremin, O. U. (1999). Increasing muscle mass in spinal cord injured persons with a functional electrical stimulation exercise program. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 80(12), 1531-1536.

Seyri, K. M., & Maffiuletti, N. A. (2011). Effect of electromyostimulation training on muscle strength and sports performance. *Strength & Conditioning Journal*, 33(1), 70-75.

Shanholtzer, B. A., & Patterson, S. A. (2003). *Use of bioelectrical impedance in hydration status assessment: reliability of a new tool in psychophysiology research. International Journal of Psychophysiology*. 49, 217-226.

Spilio, K., & Gordon-Mallin, E. (2015). *Funkční trénink: anatomie*. Brno: CPress.

Vanderthommen, M., & Duchateau, J. (2007). Electrical stimulation as a modality to improve performance of the neuromuscular system. *Exercise and sport sciences reviews*, 35(4), 180-185.

Voelzke, M., Stutzig, N., Thorhauer, H. A., & Granacher, U. (2012). Promoting lower extremity strength in elite volleyball players: effects of two combined training methods. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 15(5), 457-462.

Zatsiorsky M. V., Kraemer W. J., (2006) *Science and Practice of strength training, Second edition*. Anglie. Human Kinetics.

Internetové zdroje

Anonymus. (n.d.). Benefit revolučního tréninku. Retrieved 2. 6. 2018 from the World Wide Web: <http://www.bodybody.cz/benefit>

Anonymus (n. d.) Retrieved 4. 6. 2018 from the World Wide Web: <https://www.fitpower.cz/osobni-vahy/tanita-osobni-vaha-se-slotem-pro-sd-software-gmon/>

Anonymus (n.d.) Retrieved 7. 6. 2018 from the World Wide Web: bodytecolomouc.cz/proc-bodytec/

Seznam obrázků

Obrázek 1. Miha Bodytec II (strana 19)

Obrázek 2. Cvičební vesta EMS (strana 20)

Obrázek 3. Cvičební pásy EMS (strana 21)

Obrázek 4. zádový dynamometr (strana 23)

Obrázek 5. Tanita BC-601 (strana 23)

Obrázek 6. Dřep s rozpažením pokrčmo s činkami (strana 35)

Obrázek 7. Výpad vpřed s rotací a s medicinbalem (strana 35)

Obrázek 8. Přitahování gumového expanderu v předklonu (strana 36)

Obrázek 9. Podřep na bosu (strana 37)

Obrázek 10. Vzpor ležmo (strana 37)

Obrázek 11. Přitahování loktu ke koleni křížem v leže (strana 38)

Obrázek 12. Roztahování expanderu za hlavou v sedě na gymballu (strana 39)

Obrázek 13. Vzpor klečmo (strana 39)

Obrázek 14. Tlak na gymball (strana 40)

Seznam tabulek

Tabulka 1. Přehled testovaných osob zdroj: (strana 30)

Tabulka 2. Schéma tréninkové jednotky (strana 33)

Tabulka 3. Výsledky jednotlivých měření (strana 41)

Tabulka 4. Výsledky měření tělesného složení zdroj: (strana 42)