

TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH
STROJNÍCKA FAKULTA

ÚČINKY CVIČENIA NA METABOLIZMUS ŽIEN
Diplomová práca

2022

Bc. Daniela Vargová

TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH
STROJNÍCKA FAKULTA

ÚČINKY CVIČENIA NA METABOLIZMUS ŽIEN
Diplomová práca

Študijný program: Elektrotechnika
Študijný odbor: Biomedicínske inžinierstvo
Školiace pracovisko: Katedra biomedicínskeho inžinierstva a merania
Školiteľ: Dr. h. c. mult. prof. Ing. Jozef Živčák, PhD., MPH
Konzultant: Ing. Viktória Krajňáková, PhD.

2022 Košice

Bc. Daniela Vargová

Abstrakt v SJ

Cieľom tejto práce je zistiť účinnosť využitia elektromyostimulácie pri cvičení na metabolizmus žien vo veku od dvadsať do tridsaťpäť rokov a vplyv menštruačného cyklu žien na ich výkon pri cvičení. Skupina desiatich žien podstúpila desať tréningov XBody, v rozsahu dva tréningy týždenne, pričom jedno cvičenie trvalo dvadsať minút. Po celú dobu experimentu boli merané zmeny ich hmotností a vybraných obvodových mier, na základe ktorých je možné potvrdiť pozitívne účinky elektromyostimulácie pri cvičení na metabolizmus týchto žien. Inteligentnými hodinkami bol meraný kalorický výdaj a tep vybraných probandiek, z ktorých bol vyhodnotený vplyv fázy menštruačného cyklu na ich výkon pri tréningu.

Kľúčové slová v SJ

metabolizmus, cvičenie, XBody, elektromyostimulácia, ženy, chudnutie

Abstract

The aim of this study is to determine the effectiveness of applying electromyostimulation in exercise on the metabolism of women aged from twenty to thirty-five years and the impact of menstrual cycle on women's exercise performance. A group of ten women took part in ten XBody workouts, two workouts per week, one workout lasting twenty minutes. Changes in their weight and selected circumferential measures were measured throughout the experiment, based on which it is possible to confirm the positive effects of electromyostimulation in exercise on the metabolism of these women. The caloric consumption and heart rate of selected probands were measured with a smart watch, from which the influence of the menstrual cycle phase on their training performance was evaluated.

Keywords

metabolism, exercise, XBody, electromyostimulation, women, weight reduction

TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH
STROJNÍCKA FAKULTA
Katedra biomedicínskeho inžinierstva a merania

**ZADANIE
DIPLOMOVEJ PRÁCE**

Študijný odbor: **Elektrotechnika**
Študijný program: **Biomedicínske inžinierstvo**

Názov práce:

Účinky cvičenia na metabolizmus žien
Effects of exercise on women's metabolism

Študent: **Bc. Daniela Vargová**
Školiteľ: **Dr. h. c. mult. prof. Ing. Jozef Živčák, PhD., MPH**
Školiace pracovisko: **Katedra biomedicínskeho inžinierstva a merania**
Konzultant práce: **Ing. Viktória Krajňáková, PhD.**
Pracovisko konzultanta: **Katedra biomedicínskeho inžinierstva a merania**

Pokyny na vypracovanie diplomovej práce:

Úvod

1. Analýza súčasného stavu
2. Metabolizmus ľudského tela
3. Metódy merania zmien metabolizmu v procese pravidelného cvičenia
4. Návrh metodiky zaznamenávania výsledkov pravidelného cvičenia
5. Aplikácia výsledkov do praxe
6. Diskusia

Záver

Jazyk, v ktorom sa práca vypracuje: slovenský
Termín pre odovzdanie práce: 13.05.2022
Dátum zadania diplomovej práce: 29.10.2021



Dr. h. c. mult. prof. Ing. Jozef Živčák, PhD., MPH
dekan fakulty

Čestné vyhlásenie

Vyhlasujem, že som celú prácu vypracoval/a samostatne s použitím uvedenej odbornej literatúry.

Košice, 12. mája 2022

.....

vlastnoručný podpis

PodĎakovanie

Chcela by som sa poĎakovať vedúcemu mojej diplomovej práce, Dr. h. c. mult. prof. Ing. Jozefovi Živčákovi, PhD., MPH, za umožnenie pracovať na téme podľa vlastného výberu a mojej konzultantke Ing. Viktórii Krajňákovej, PhD., za pomoc pri vypracovaní teoretickej aj praktickej časti môjho výskumu. Ďakujem aj trénerke Katke z fitness centra KaHama v Košiciach, kde bola vykonaná experimentálna časť práce, za jej ochotu, rady a skvelú komunikáciu.

Obsah

Zoznam obrázkov	9
Zoznam tabuliek	10
Úvod	11
1. Analýza súčasného stavu.....	12
1.1. Vplyv jogy na metabolizmus človeka	12
1.1.1. Výskum vplyvu pravidelného cvičenia Aštanga jogy na metabolizmus glukózy	12
1.1.2. Výskum vplyvu pilates a jogy na bazálny metabolizmus žien	13
1.1.3. Vplyv jogy na metabolizmus tukov.....	13
1.2. Vplyv aeróbného tréningu na metabolizmus človeka.....	14
1.2.1. Vplyv aeróbného tréningu na metabolizmus glukózy u starších žien	14
1.2.2. Vplyv vysoko intenzívneho kardio tréningu na kardiovaskulárne zdravie	14
1.2.3. Vplyv aeróbného cvičenia a zeleného čaju na obezitu	15
1.3. Vplyv anaeróbného tréningu na metabolizmus človeka.....	15
1.3.1. Vplyv vytrvalostného a silového tréningu na fyzické zdravie mladých žien	16
1.3.2. Vplyv kruhového tréningu na anaeróbný a kardiovaskulárny výkon.....	16
2. Metabolizmus ľudského tela	18
2.1. Bazálny metabolizmus.....	19
2.2. Vplyv menštruačného cyklu na metabolizmus žien	20
2.2.1. Vplyv tehotenstva na metabolizmus žien	21
2.2.2. Vplyv menopauzy na metabolizmus žien	21
2.3. Metabolizmus glukózy.....	22
2.4. Metabolizmus bielkovín	24
2.4.1. Doplnok proteínu v strave.....	25
2.4.2. Kolagén.....	27
2.5. Metabolizmus tukov.....	28
2.6. Spôsoby výpočtu energetického výdaja.....	29
2.7. Spôsoby zrýchlenia metabolizmu.....	29

2.7.1.	Cvičenie	29
2.7.2.	Pitný režim.....	30
2.7.3.	Otužovanie	31
3.	Metódy merania zmien metabolizmu v procese pravidelného cvičenia	33
3.1.	Fitness náramok, hodinky	33
3.2.	Glukomer.....	34
3.3.	Hodnotenie metabolizmu z dychu	35
3.3.1.	Zariadenie Breezing Pro	35
3.3.2.	Lumen.....	36
3.3.3.	LEVL	37
3.4.	Smart váhy.....	37
3.4.1.	Fitbit Aria 2	38
3.4.2.	Garmin Index™ Smart Scale	38
4.	Návrh metodiky zaznamenávania výsledkov pravidelného cvičenia	40
4.1.	Cvičenie XBody	40
4.1.	Inklúzne a exklúzne kritéria pre výskum	41
4.2.	Priebeh cvičenia a merania	42
4.2.1.	Účinky XBody na metabolizmus žien.....	42
4.2.2.	Vplyv menštruačného cyklu na výkon pri cvičení XBody	43
4.2.3.	Cviky	45
5.	Aplikácia výsledkov do praxe	48
5.1.	Účinky XBody na metabolizmus žien.....	48
5.2.	Vplyv menštruačného cyklu na výkon pri cvičení XBody	52
6.	Diskusia.....	54
	Záver.....	56
	Zoznam použitej literatúry	57
	Prílohy	61

Zoznam obrázkov

Obrázok 1 Fitness náramok Xiaomi Mi Band 5	34
Obrázok 2 Glukomer	35
Obrázok 3 Breezing Pro	36
Obrázok 4 Lumen	37
Obrázok 5 LEVL.....	37
Obrázok 6 Fitbit Aria 2.....	38
Obrázok 7 Váha Garmin Index	39
Obrázok 8 Cvičenie XBody.....	41
Obrázok 9 Váha Tanita	43
Obrázok 10 Probandka v obleku pre XBody.....	48
Obrázok 11 Graf výsledkov probandky č.1.....	51
Obrázok 12 Graf výsledkov probandky č.7.....	52
Obrázok 13 Grafy z fitness hodínok – folikulárna fáza, ovulácia, luteálna fáza	53

Zoznam tabuliek

Tabuľka 1 Rozdelenie metabolických dejov	18
Tabuľka 2 Kontraindikácie pre podstúpenie XBody	41
Tabuľka 3 Vykonávané cviky	47
Tabuľka 4 Hmotnosť a obvodové miery po desiatich tréningoch	48
Tabuľka 5 Výsledky po desiatich tréningoch	49
Tabuľka 6 Meranie váhou Tanita	49
Tabuľka 7 Výsledky po desiatich tréningoch merané váhou Tanita	50
Tabuľka 8 Výsledky probandky č.1	51
Tabuľka 9 Výsledky probandky č.7	51
Tabuľka 10 Vplyv menštruačného cyklu na cvičenie.....	53

Úvod

Cvičenie je u ľudí veľmi populárnym nie len z rekreačného, ale aj z terapeutického hľadiska. Pre mnohých sa stáva neoddeliteľnou súčasťou života, hobby a preto stále pribúdajú novšie a zaujímavejšie formy tréningov. Jedným z nich je aj XBody, využívajúce technológiu elektromyostimulácie, ktorá aktivuje celé telo pomocou slabých elektrických impulzov vysielaných cez oblek s elektródami. Toto cvičenie je odporúčané absolvovať len dvakrát týždenne po dobu dvadsiatich minút.

Cieľom tejto práce je overiť účinky cvičenia využívajúceho technológiu EMS na metabolizmus žien vo veku od dvadsať do tridsaťpäť rokov a zistiť vplyv menštruačného cyklu žien na ich výkon pri cvičení.

Na meranie a vyhodnocovanie boli použité váha s rôznymi funkciami značky Tanita, ktorou je možné získať aj údaje o percente tuku, hmotnosti svalstva alebo množstve vody v tele a fitness hodinky s funkciou merania výkonu a energetického výdaja počas cvičenia na základe záznamu frekvencie srdcového tepu. Odoberané boli aj obvodové miery vybraných častí tela.

Získané hodnoty boli štatisticky vyhodnocované po absolvovaní desiatich tréningov XBody, pod dohľadom odbornej trénerky. U niektorých probandiek boli merané hodnoty aj po pätnástom tréningu.

1. Analýza súčasného stavu

Cvičenie sa za posledných pár rokov stalo veľmi populárnym nie len z rekreačného hľadiska, ale aj z terapeutického. Mnoho výskumov dokázalo, že pomocou pohybu je možné zredukovať či dokonca úplne odstrániť ne jeden zdravotný problém. Pravidelná fyzická aktivita dokáže u pacientov znížiť nábeh na cukrovku, obezitu, kardiovaskulárne ochorenia a iné. Rozlišujeme rôzne druhy tréningov, medzi najvýznamnejšie delenie patrí aeróbnny tréning a anaeróbnny tréning, čoraz obľúbenejšou sa stáva aj joga.

1.1. Vplyv jogy na metabolizmus človeka

Joga kombinuje triádu meditácie (dhjána), cvičebných pozícií (ásany) a sústredeného dýchania (pránájáma). Pochádza zo starej Indie, no postupne sa stala veľmi obľúbenou formou cvičenia a liečby aj v západných krajinách.

Joga prispieva nie len k všeobecnému zdraviu a blahobytu človeka, ale aj k liečbe a prevencii patologických stavov či zlepšeniu nálady a predídeniu depresie a úzkosti, na ktoré podľa výskumov pôsobí u mnohých pacientov účinnejšie ako liečba liekmi.

Na určenie potencionálnych prínosov jogy a zvolení pacientov, pre ktorých by takáto terapia mohla byť vhodná je dôležité rozumieť neurobiológii jogy. Iba malý počet štúdií skúmal vplyv jogovej triády na štrukturálnej, funkčnej alebo molekulovej úrovni pomocou magnetickej rezonancie (MRI), pozitronovej emisnej tomografie (PET) alebo jednofotónovej emisnej tomografie (SPECT). Väčšina štúdií jogy sa však zameriava skôr na meditačné aspekty ako na úplnú triádu [1].

1.1.1. Výskum vplyvu pravidelného cvičenia Aštanga jogy na metabolizmus glukózy

Európsky žurnál nukleárnej medicíny a molekulárneho zobrazovania (EJNMMI) uviedol v roku 2020 výskum, v ktorom bol skúmaný metabolizmus glukózy u ľudí dlhodobo praktizujúcich jogu a u ľudí vykonávajúcich inú formu fyzickej aktivity (napr. bicyklovanie), pred a po fyzickej námahe pomocou PET a MRI zobrazovacích metód. Pozorované subjekty podstúpili PET a MRI vyšetrenie mozgu pred cvičením, v pokojovom stave. Potom podstúpila skupina jogy 75 minút dlhú aštanga jogu a kontrolná skupina 75 minút na bicykli, vrátane strečingu. Na konci fyzickej aktivity im boli opäť urobené PET a MRI snímky.

Z PET údajov zaznamenaných pred cvičením boli zistené výrazne nižšie hodnoty glukózy v hipokampuse, prednom a strednom mozgu v joga skupine, v porovnaní s kontrolnou skupinou. Po fyzickej aktivite bol v joga skupine zaznamenaný regionálny nárast metabolizmu glukózy v mozočku. V kontrolnej skupine neboli pred a po bicyklovaní a strečingu zaznamenané žiadne zmeny metabolizmu glukózy.

Záverom štúdie je, že u ľudí dlhoročne praktizujúcich aštanga jogu došlo k prirodzenému poklesu metabolizmu glukózy v pokojovom štádiu a k jeho nárastu po cvičení, čo prispieva k regulácii negatívneho emočného vzrušenia človeka. Znížený metabolizmus glukózy bol zaznamenaný taktiež v mozgovej kôre, ktorá zohráva kľúčovú úlohu vo vedomí tela a spracovaní emócií, čo podľa odborníkov na jogu spôsobuje zvýšenie tolerancie bolesti, takže pravidelné cvičenie jogy má priaznivé účinky na aktiváciu metabolizmu glukózy človeka [1].

1.1.2. Výskum vplyvu pilates a jogy na bazálny metabolizmus žien

Cieľom výskumu pre časopis *Annals of Romanian Society for Cell Biology* z januára 2021 bolo zistiť vplyv pravidelného cvičenia pilates a jogy na svalstvo, bazálny metabolizmus a psychickú pohodu mladých žien (21 študentiek vo veku 22 – 24 rokov), pre ktoré je ich postava častokrát príčinou stresu a depresíí.

Počas dvanástich týždňov boli zaznamenávané a analyzované hodnoty svalového objemu, bazálneho metabolizmu a celkového tvaru postavy subjektov pred a po absolvovaní pilates alebo joga tréningu, následne boli hodnoty overené error-testom a t-testom. Výsledky meraní ukázali pozitívne zmeny jednak na tele žien, ale aj zlepšenie ich psychickej pohody a zlepšenie činnosti metabolizmu, čo spôsobilo úbytok hmotnosti u subjektov. Mnohé zo zapojených žien sa prestali vnímať ako „tučné“ a našli spokojnosť so svojim zovňajškom. Výskum mal teda pozitívne výsledky, ktoré ukazujú, že mladí ľudia, predovšetkým ženy, si potrebujú osvojiť zdravý životný štýl a pravidelnú fyzickú aktivitu, aby predišli rôznym druhom stresu a psychickej nepohody [2].

1.1.3. Vplyv jogy na metabolizmus tukov

Časopis výskumu v medicínskych vedách univerzity v Isfahan v Iráne uverejnil v roku 2020 výskum, v ktorom boli porovnané vplyv jogy a striktná diéta na metabolizmus obéznych žien. Výskum trval osem týždňov a pozorované ženy boli rozdelené do dvoch skupín – prvá skupina podstúpila denne 60-minútovú Hatha jogu rovnú približne 200kcal a zníženie denného kalorického príjmu o 300kcal, zatiaľ čo druhá skupina mala znížený denný príjem kalórií o 500kcal, ale nepodstupovala cvičenie. Vyhodnocované boli činnosť metabolizmu v pokoji, antropometrické indexy a hodnoty adiponektínu, leptínu a lipidov na začiatku aj na konci výskumu.

Výsledky ukázali, že činnosť metabolizmu sa zrýchlila len u skupiny cvičiacej jogu, u skupiny len s diétou nedošlo k žiadnym zmenám činnosti metabolizmu. V joga skupine došlo k zvýšeniu hladiny adiponektínu, v oboch skupinách došlo k zníženiu leptínu, no skupina s diétou mala na konci v porovnaní s joga skupinou výrazne nižšiu hladinu cholesterolu.

Výskum ukázal, že cvičenie jogy s menšou úpravou energetického príjmu zo stravy má väčší vplyv na činnosť metabolizmu a reguláciu hmotnosti u obéznych žien ako bežná diéta [3].

1.2. Vplyv aeróbného tréningu na metabolizmus človeka

Rôzne štúdie ukázali, že po silovom tréningu (anaeróbnom) môže byť metabolizmus zrýchlený až 38 hodín po tréningu natoľko, že namiesto spálenia napr. 60kcal za hodinu bez namáhania sa, dokáže spáliť až 70kcal. 10kcal krát 38 hodín môže urobiť obrovský rozdiel v dennom výdaji človeka. Prepočet na mesiac ukáže, že pravidelné cvičenie skutočne zvýši schopnosť spaľovať kalórie a teda aj tuky, čiže zrýchli činnosť metabolizmu.

Kardio tréning (aeróbný) dokáže zrýchliť činnosť metabolizmu ešte viac, no závisí to intenzity a dĺžky tréningu. Nakoľko pri kardio tréningu srdce a pľúca podstupujú väčšiu námahu ako pri silovom tréningu, kardio má väčší vplyv na kardiovaskulárne zdravie človeka [4].

Najjednoduchšou formou kardio cvičenia sú chôdza, rýchla chôdza a beh.

1.2.1. Vplyv aeróbného tréningu na metabolizmus glukózy u starších žien

Časopis starnutia a fyzickej aktivity uviedol v roku 2019 výskum, v ktorom bolo počas dvanástich týždňov pozorovaných šesťdesiat žien vo veku 60 – 70 rokov, so stredným až vysokým kardiovaskulárnym rizikom, vykonávajúcich domáci „tréning“, ktorého denným cieľom bolo vykonať minimálne 10 000 krokov a absolvovať krátke aeróbne cvičenie zamerané na ovplyvnenie kardio-metabolických parametrov, úrovne glukózy a psychického zdravia.

Účastníčky podstúpili EKG vyšetrenie, echokardiogram a krvné testy na zistenie hladiny cholesterolu a glukózy v krvi na začiatku a na konci programu a pravidelné meranie krvného tlaku a tepu počas a po tréningu.

Cvičenie pozostávalo z dýchacích cvičení, strečingu, jednoduchých cvikov ako polovičné drepy, zdvihy na špičky, cvičenie s medicinbalom a jednoduchých loptových hier približne hodinu, trikrát do týždňa.

Výsledky výskumu ukázali, že úplne jednoduchý domáci program založený na zvýšení fyzickej aktivity starších pacientiek prispel k zníženiu hladiny cholesterolu, pozitívne ovplyvnil metabolizmus glukózy – zníženie nábehu na cukrovku, taktiež znížil náchylnosť na mozgové príhody či mŕtvice, čo vedie k zvýšeniu kvality života dôchodcov [5].

1.2.2. Vplyv vysoko intenzívneho kardio tréningu na kardiovaskulárne zdravie

Dvadsať aktívnych mužov podstúpilo päťtýždňový výskum, počas ktorého absolvovali trikrát do týždňa 5km dlhý beh. Muži boli rozdelení do dvoch skupín. Účastníci prvej skupiny počas behu

striedali 1 minútu behu na maximálny výkon a 1 minútu oddychu. Druhá skupina podstúpila celý beh rovnakým tempom, na približne 70% výkon.

Počas celých piatich týždňov boli subjektom odoberané vzorky krvi pred a po cvičení. Meraný bol aj tep počas behu a PhA (PhA pozostáva z dvoch blízko príbuzných proteínov - leukoaglutinín a PhA - E, ktoré spôsobujú zhlukovanie krvných buniek, zhlukovanie erytrocytov).

Výsledky meraní ukázali, že v ani jednej skupine nedošlo k výrazným zmenám v činnosti srdci či PhA hodnote, no v prvej skupine došlo k zvýšeniu hladiny lipoproteínov, cholesterolu, bezprostredne po cvičení. V druhej skupine nenastala výrazná zmena.

Výskum teda preukázal, že aj keď oba druhy cvičenia ovplyvnili hladiny lipoproteínov, len vysoko intenzívny tréning spôsoboval chronické zvyšovanie hladiny cholesterolu. Pre ľudí so zvýšenou hladinou cholesterolu je teda vhodnejší tréning so strednou záťažou [6].

1.2.3. Vplyv aeróbného cvičenia a zeleného čaju na obezitu

Tento výskum bol zameraný na vplyv aeróbného tréningu a pravidelného pitia zeleného čaju na ľudské telo, hladinu glukózy a cholesterolu v krvi a kardiovaskulárne problémy u žien s nadváhou alebo obezitou. Výskumu sa zúčastnilo 39 žien vo veku 22-34 rokov trpiacich nadváhou až obezitou, ktoré boli rozdelené do troch skupín. Prvá skupina podstúpila trikrát do týždňa 90 minút dlhé aeróbne cvičenie, pri ktorom dosiahli minimálne 80% výkon, druhá skupina mala k cvičeniu pridanú konzumáciu 33mg zeleného čaju po každom jedle, tretia skupina bola kontrolná skupina.

Vzorky krvi boli účastníčkam odobraté týždeň pred začatím programu a na konci osemtyždňového programu.

V porovnaní s kontrolnou skupinou došlo v prvej aj druhej skupine k výraznému zníženiu percenta tuku, BMI, lipoproteínov, krvného tlaku a tepu, avšak nedošlo k výrazným zmenám v hladine cholesterolu, cukru či WHR (waist to hip ratio) hodnote.

Nakoľko výsledky prvej a druhej skupiny sa nelíšili, výskum ukázal, že pravidelná konzumácia zeleného čaju nemá vplyv na kardiovaskulárne zdravie a chudnutie človeka napriek tomu, že je v mnohých ázijských krajinách považovaná za efektívnu liečbu organizmu [7].

1.3. Vplyv anaeróbného tréningu na metabolizmus človeka

Silový tréning zahŕňa zdvíhanie závaží za účelom celkového zosilnenia tela. Kládie dôraz na menšie počty opakovaní v niekoľkých sériách, ale s vyššou váhou. Menšie počty opakovaní umožňujú dvíhať podstatne vyššiu záťaž a preto človek dokáže omnoho rýchlejšie zosilniť a nabrať svaly v porovnaní s cvičením s vlastnou váhou. Silový tréning zahŕňa hlavne komplexné cviky ako drep, mŕtvy ťah,

zhyb, bench press, dipy, ktoré zapájajú viacero svalových partií naraz. Izolované cviky sú skôr len doplnkové a to tiež iba na menšie svalové partie, ktoré sa zapájajú menej – biceps a triceps [8].

1.3.1. Vplyv vytrvalostného a silového tréningu na fyzické zdravie mladých žien

Časopis telesnej výchovy a športu uverejnil v roku 2020 šesťtýždňový výskum, ktorého cieľom bolo preskúmať vplyv vytrvalostného a silového tréningu na telesnú kompozíciu a fyzické zdravie jedenástich mladých žien – vysokoškolských študentiek.

Výskum zahŕňal meranie obvodu ramien, hrudníka, pásu, bedier, stehien a lýtok a analýzu tela pomocou stupnice TANITA BC-1000. Merané boli aj percento telesného tuku, svalstva a vody v tele, hmotnosť, bazálny metabolizmus, metabolický vek, hmotnosť kostí a hladina viscerálneho tuku. Účastníčky podstúpili aj test fyzickej zdatnosti v kategóriách balans, pohyblivosť, skákanie, statická sila, sila drieku, sila horných končatín, rýchlosť a vytrvalosť.

Počas šiestich týždňov podstúpili tri tréningy v týždni, jeden celotelový s priemernou záťažou, jeden vysoko intenzívny a jeden silovo-vytrvalostný tréning.

Výsledky výskumu preukázali výrazné zníženie obvodu bokov, pásu a množstva tuku v tele, ako aj zlepšenie fyzickej zdatnosti z hľadiska posturálnej rovnováhy, pohyblivosti, statickej sily, rozvoj brušného svalstva a funkčnej sily ramien, pokrok v rýchlosti a bežeckej vytrvalosti už po štyroch týždňoch. Silový tréning teda má priaznivý vplyv na metabolizmus a zlepšenie fyzickej kondície [9].

1.3.2. Vplyv kruhového tréningu na anaeróbny a kardiovaskulárny výkon

Cieľom tejto štúdie bolo preskúmať účinky kruhového tréningu zameraného na svalovú silu a pohyblivosť na anaeróbny výkon a kardiovaskulárnu výdrž. Výskumu sa zúčastnilo 24 študentov fakulty športu na Univerzite v Buraphe, muži vo veku 18 – 19 rokov. Účastníci boli rozdelení do dvoch skupín, prvá skupina podstupovala kruhový tréning, druhá skupina bola kontrolná.

Na začiatku boli zaznamenané údaje o výške, váhe, svalovej sile (pomocou dynamometra a silomeru), pohyblivosti, anaeróbnom výkone (šprint na čas) a kardiovaskulárnej vytrvalosti (vytrvalostný beh), každého z účastníkov.

Kruhový tréning prebiehal trikrát do týždňa. V prvých štyroch týždňoch bol zložený z dvoch setov po osem cvikov, každý bol vykonávaný 30 sekúnd, medzi cvikmi boli 60 sekundové prestávky. V druhých štyroch týždňoch bol tréning zložený z troch setov po osem cvikov, ktoré boli vykonávané 60 sekúnd a medzi cvikmi boli 90 sekundové prestávky. Nazbierané údaje boli analyzované pomocou ttestov.

Výsledky výskumu ukázali, že po ôsmich týždňoch došlo v skupine podstupujúcej kruhový tréning k zlepšeniu anaeróbnej výkonnosti a kardiovaskulárnej výdrži v porovnaní s kontrolnou skupinou. Kruhový silový tréning teda zlepšil svalovú silu, pohyblivosť, anaeróbnú výkonnosť a kardiovaskulárnu výdrž pozorovaných účastníkov a teda kruhový tréning môže slúžiť na zlepšenie fyzickej zdatnosti človeka [10].

2. Metabolizmus ľudského tela

Všetky životné prejavy ľudského organizmu majú chemický základ - premenu látok a energie. Ľudský organizmus získava energiu v podobe zložitých chemických zlúčenín, ktoré sa v tele premieňajú. Každú chemickú reakciu sprevádza zmena energie, preto je premena látok (metabolizmus) nerozlučne spätá s premenou energie. Rast, svalová činnosť, prejavy dráždivosti, bioelektrické deje, vylučovanie, každá funkcia a fyziologický jav závisí priamo od premeny látok.

Štiepenie zložitých látok na jednoduché prebieha za prítomnosti kyslíka. Živočíšny organizmus oxiduje sacharidy, tuky a bielkoviny a uvoľňuje tak energiu potrebnú na životné deje. Konečný postup oxidácie je pre všetky živiny rovnaký a uskutočňuje sa v Krebsovom cykle. Konečnými splodinami sú oxid uhličitý a voda.

Oxidácie v tele sú pomalé, postupné a uvoľňujú energiu v malých a použiteľných množstvách. Tieto deje označujeme ako katabolizmus - časť energie sa vždy uvoľňuje v podobe tepla. Takto uvoľnená energia nemôže byť v organizme priamo využitá, ale prenáša sa na zlúčeniny, ktorých chemické väzby sú schopné viazať jej značné množstvo - makroergické fosfátové väzby. Makroergické fosfáty sú v každej bunke. Túto energiu uloženú vo forme makroergických väzieb môže organizmus využiť na výstavbu živej hmoty a na všetku činnosť.

Anabolizmom označujeme procesy, pri ktorých sa z jednoduchších látok tvoria nové, telu vlastné zložité látky. Pri týchto dejoch sa energia spotrebúva [11].

Metabolický dej	Proces	Energia
katabolizmus	rozklad látok	uvoľňuje sa
anabolizmus	stavba látok	spotrebúva sa

Tabuľka 1 Rozdelenie metabolických dejov

Metabolizmus je riadený hormonálne a nervovo. Metabolické reakcie treba usmerňovať, urýchľovať alebo spomaľovať. Tým sa reguluje rovnováha celého systému. Súčasne sa udržiava stálosť vnútorného prostredia a to vzhľadom na premenlivosť prívodu živín a ich spotreby. Zásoby živín sa musia podľa potreby včas nielen mobilizovať, ale aj dopĺňať. Nervy ovplyvňujú metabolizmus najmä prostredníctvom hormónov, ktorých sekréciu riadia.

Premenu látok najviac zvyšuje svalová práca, príjem potravy a vysoká aj nízka teplota prostredia. Pokles premeny látok nastáva najmä pri hladovaní [11].

Výdavky na ľudskú energiu možno rozdeliť na viaceré časti, tzv. rozdelenie celkových energetických výdajov (total energy expenditure – TEE):

- a. bazálny metabolizmus (basal metabolic rate – BMR),
- b. termogenézu indukovanú stravou (diet-induced thermogenesis – DIT),
- c. energiu spotrebovanú na fyzickú aktivitu (activity energy expenditure - AEE) [12].

2.1. Bazálny metabolizmus

Bazálny metabolizmus (BMR) predstavuje proces látkovej premeny v organizme v pokojovom režime. Znamená to, že osoba je minimálne 12 hodín po jedle, leží na chrbte a v prostredí je neutrálna teplota (20°C pre oblečeného človeka). V takomto prípade je možné pomerne presne určiť, aké množstvo energie organizmus potrebuje na chod základných fyziologických funkcií, ako sú dýchanie, činnosť mozgu, srdca, obličiek a pod. Hodnota bazálneho metabolizmu teda určuje, koľko kalórií dokáže organizmus spáliť v pokojovom režime, bez akejkoľvek fyzickej aktivity, len na plnenie životne dôležitých funkcií [13].

Hodnota bazálneho metabolizmu sa môže meniť. Ovplyvňujú ju faktory ako pohlavie, vek, teplota tela, ale aj množstvo fyzickej aktivity.

V odbornej literatúre sa uvádza, že muži majú o 5 až 10% vyššiu hodnotu BMR ako ženy. Tento rozdiel je spôsobený zvýšeným podielom tukového tkaniva u žien a prevládajúcou svalovou hmotou u mužov [14].

Táto odlišnosť existuje preto, aby ženský hormonálny systém správne fungoval - menštruačný cyklus - a teda aby bola možná reprodukcia, ženské telo potrebuje na správne fungovanie dostatok tukového tkaniva. Mužské a ženské telo sa okrem podielu tuku odlišujú aj hormonálne. Mužský testosterón podporuje ukladanie tuku v oblasti brucha, zatiaľ čo ženský estrogén a progesterón podporujú hromadenie tuku na bokoch, stehnách a v sedacej časti. Z toho vyplýva, že ženská obezita nie je pre zdravie taká nebezpečná ako mužská, pretože tuk, ktorý sa v mužskej populácii usádza v oblasti brucha a vnútorných orgánov komplikuje ich funkciu, čo ovplyvňuje možný vznik kardiovaskulárnych ochorení vrátane infarktu [15].

Na hodnotu BMR má výrazný vplyv aj vek. Počas starnutia dochádza okrem zmien telesných predispozícií aj k zmenám v hodnotách bazálneho metabolizmu. U malých detí je hodnota BMR na 1 kg telesnej hmotnosti vyššia ako u starších ľudí, ktorým ubúda svalové tkanivo a pribúda tuková hmota [14].

Zvýšená telesná teplota tela spravidla znamená, že organizmus zozbiera všetky svoje sily na boj s vírusom alebo prebiehajúcou infekciou. Dochádza k zvýšeniu aktivity bielych krviniek, ale i

kardiovaskulárneho systému a bazálneho metabolizmu. Zvýšenie teploty už o 1 stupeň má za následok nárast BMR približne o 14%.

Vplyv na bazálny metabolizmus má aj intenzívna fyzická činnosť. Po jej ukončení zvykne dôjsť k jeho zvýšeniu. Deje sa to aj z dôvodu rastúcej svalovej hmoty, keďže každým kilogramom svalovej hmoty naše telo spáli viac kalórií [16].

V období tehotenstva prebiehajú v tele ženy viaceré fyziologické zmeny. Žena priberá, vytvára sa placenta a plod intenzívne rastie. Najvyššie BMR je v treťom trimestri, kedy sa jeho hodnota môže zvýšiť až o 12%. V prípade menštruácie je situácia podobná, avšak hlavnú úlohu zohrávajú hormóny progesterón a estrogén, vďaka ktorým stúpajú hodnota BMR [13].

2.2. Vplyv menštruačného cyklu na metabolizmus žien

Hladina ženských hormónov - estrogénu a progesterónu - počas menštruačného cyklu v tele ženy predvídateľne kolíše. Tieto hormóny ovplyvňujú okrem reprodukčnej funkcie aj mnoho ďalších fyziologických systémov tela a preto môžu ovplyvňovať aj výkon pri cvičení. Hoci množstvo štúdií zistilo, že výkon pri športe - najmä pri vytrvalostných disciplínach - sa v jednotlivých menštruačných fázach líši, existuje aj množstvo štúdií, ktoré neuvádzajú žiadne rozdiely.

V literatúre sa uvádza, že estrogén má dobrý vplyv na vytrvalostný výkon, pretože spôsobuje pozitívne zmeny v metabolizme sacharidov, tukov a bielkovín, zatiaľ čo progesterón pôsobí opačne.

Častokrát sa zvýšenie koncentrácie hormónov v jednotlivých fázach menštruačného cyklu a pomer estrogénu a progesterónu javia ako najdôležitejšie faktory pôsobiace na metabolizmus, avšak dopyt po energii a nutričný stav organizmu môžu byť kľúčovými premennými, najmä v metabolizme sacharidov. Napríklad estrogén zvyšuje dostupnosť glukózy a jej prístup do svalových vlákien, čím poskytuje zásoby energie na cvičenie. Koncentrácia estrogénu v luteálnej fáze znižuje závislosť svalov na glukóze počas cvičenia a teda zvyšuje dostupnosť voľných mastných kyselín a kapacitu kyslíka, čím podporuje vytrvalostný výkon.

Vysoká koncentrácia estrogénu v luteálnej fáze teda zvyšuje kapacitu ukladania glukózy v svaloch v porovnaní so skorou folikulárnou fázou, počas ktorej je nevyhnutné kompenzovať nedostatočné zásoby glukózy diétou so zvýšeným obsahom sacharidov.

Estrogén aj progesterón potláčajú glukoneogénny výdaj počas cvičenia, čo môže pri nedostatočnom doplnení energie negatívne ovplyvniť výkon pri dlhšie trvajúcim tréningu. Nakoľko progesterón zvyšuje činnosť metabolizmu bielkovín a estrogén ho znižuje, dopĺňanie proteínov v strave má väčší význam vo fáze cyklu, kedy dochádza k zvýšeniu koncentrácie progesterónu – vo folikulárnej fáze [17].

2.2.1. Vplyv tehotenstva na metabolizmus žien

Počas tehotenstva má bazálny metabolizmus tendenciu narastať. Rozdelené na trimestre je to nárast o približne 4 % v prvom, o 10 % v druhom a o 24 % v tretom trimestri. Tento nárast spájame so syntézou nových tkanív, so zvýšením ich hmotnosti a s nárastom kardiovaskulárnej, renálnej a dýchacej práce.

V tehotenstve sa BMR zvyšuje kvôli zvýšeným energetickým nákladom na celkové tehotenstvo. Energia sa spotrebúva na rast plodu a placenty, tvorbu plodovej vody a materského tuku, nárast prsného tkaniva a maternice, ďalej je zvýšená aj spotreba kyslíka v dôsledku materského obehu krvi. Tehotenská výživa preto musí poskytovať dostatok energie pre obvyklé požiadavky matky a navyše pre potreby rastúceho plodu.

Príjem potravy počas tehotenstva musí zabezpečiť dostatok energie, ktorá je potrebná na pôrod zdravého dieťaťa v adekvátnej váhe a telesnej kompozícii. Je preto dôležité, aby žena bola v dobrom nutričnom stave a ideálnej váhe už pred počatím. Prísun energie je potrebný pre zabezpečenie rastu plodu, placenty a ďalších materských tkanív a taktiež pre tvorbu energetických zásob ako prípravu na laktáciu pre novonarodené dieťa. Existujú odporúčania pre ideálny príjem energie a nárast hmotnosti počas tehotenstva, je však dôležité podotknúť, že tieto odporúčania musia byť populačne špecifické z dôvodu rozdielov v stavbe tela, životného štýlu a základného nutričného stavu danej populácie.

U žien s normálnou váhou (BMI medzi 18,5 a 24,9), je stanovený odporúčaný váhový prírastok počas tehotenstva na 11,5 – 16 kg. V rámci tohto rozsahu sú minimalizované viaceré riziká. Optimálny nárast hmotnosti je teda taký, ktorý súvisí s ideálnym výsledkom pre matku z hľadiska minimalizácie komplikácií počas tehotenstva i pôrodu. Je to determinant aj pre udržanie hmotnosti po pôrode, laktáčného výkonu, ale aj úmrtnosti matiek.

V období dojčenia matka potrebuje extra energiu na produkciu mlieka a je nutné ju prirábať k celkovým energetickým potrebám tela ženy [12].

2.2.2. Vplyv menopauzy na metabolizmus žien

Prirodzená menopauza je označenie pre trvalú zástavu menštruácie, ktorá je výsledkom vymiznutia aktivity ovariálnych folikulov. S menopauzou sú spojené mnohé zdravotné riziká, ktoré skracujú život ženy, preto je nevyhnutné oddialiť ju do čo najvyššieho veku. Dochádza k zmenšeniu ovárií a následne k zníženiu syntézy estrogénov a ich metabolitov. Deficit estrogénov zapríčiňuje mnohé zdravotné komplikácie.

Menopauza je sprevádzaná charakteristickými somatickými a psychologickými symptómami, ako sú návaly tepla, nočné potenie, búšenie srdca, urogenitálne komplikácie, abdominálna obezita, poruchy spánku, zmeny nálad, depresie a iné. Medzi zriedkavejšie symptómy, ktoré môžeme zaradiť medzi subakútne patrí aj nárast hmotnosti počas menopauzy, hlavne v oblasti pásu a bokov. Opäť ide o výsledok kolísania hladiny hormónov, predovšetkým estrogénu.

Metabolický estrogén-deficitný syndróm označujeme aj pojmom postmenopauzálny syndróm. Chronické príznaky vznikajú až niekoľko rokov po menopauze. Tento syndróm so sebou prináša zmeny týkajúce sa najmä látkovej premeny, predovšetkým metabolizmu tukov, uhľovodíkov a metabolizmu kostí. V dôsledku zmien metabolizmu vápnika dochádza k jeho vyplavovaniu z kostí a k ochoreniu známemu ako osteoporóza. Nadmerný úbytok kostnej hmoty môže spôsobiť bolesti chrbta, kĺbov, prípadne zlomeniny. Ďalšou problematickou oblasťou sú poruchy obehovej sústavy so zvýšeným rizikom infarktu, zvýšeným krvným tlakom a náhlejšou mozgovou príhodou. Zvýšený je aj výskyt rôznych foriem demencie, vrátane Alzheimerovej choroby.

Dôležitú úlohu v rozvoji metabolického syndrómu hrajú hormóny produkované tukovým tkanivom a vznik inzulínovej rezistencie. Riziko rozvoja metabolického syndrómu stúpa napr. u žien so syndrómom polycystických ovárií, v menopauze alebo u žien s gestačným diabetom. Ženy po menopauze po 3-5 rokoch výrazne strácajú svalovú a kostnú hmotu. Svalová hmota je nahradzovaná tukovým tkanivom, najmä v abdominálnej oblasti, bazálny metabolizmus sa znižuje, klesá pohybová aktivita a ženy priberajú rýchlejšie ako muži v rovnakom veku [18].

2.3. Metabolizmus glukózy

Glukóza predstavuje hlavný a preferovaný zdroj energie pre mnohé tkanivá ľudského organizmu, pre mozog a červené krvinky je dokonca jediným zdrojom energie. Vo voľnej forme je stálou súčasťou krvi a tkanivových tekutín. U človeka sa ako koncový produkt metabolizmu sacharidov tvorí D-glukóza trávením sacharidov, glukoneogenezou a konverziou glykogénu v pečeni. V tele sa ukladá vo forme glykogénu.

Koncentrácia glukózy v krvi je jednou zo životne dôležitých hodnôt vnútorného prostredia organizmu. Je výslednicou príjmu glukózy potravou, prípadne tvorby glukózy či jej uvoľňovania (z glykogénu) na jednej strane a jej čerpania tkanivami na druhej strane.

Na regulácii metabolizmu a koncentrácii glukózy v krvi sa podieľajú najmä hormóny podžalúdkovej žľazy (inzulín a glukagón), adenohipofýzy (adrenokortikotropný hormón a tyreotropný hormón), drene a kôry nadobličiek (adrenalin a glukokortikoidy) a hormón štítnej žľazy (tyroxín) [19].

Hladina krvného cukru (glykémia) vyjadruje koncentráciu glukózy v krvi. Referenčné hodnoty glykémie na lačno sa pohybujú medzi 3,8 - 6,6 mmol.l⁻¹ v kapilárnej krvi. Stabilná hladina krvného cukru je dosahovaná hormonálnymi, autoregulačnými a nervovými mechanizmami. Tieto mechanizmy zaisťujú rovnováhu presunu glukózy z krvnej plazmy do buniek. Najdôležitejším z nich je pôsobenie protichodných hormónov. Katabolické hormóny (glukagón, katecholamíny, tyroxín a somatostatín) zvyšujú hladinu cukru v krvi a anabolický hormón (inzulín) znižuje glykémiu. Inzulín znižuje hladinu krvného cukru tým, že pôsobí na membrány svalových a tukových buniek, cez ktoré do nich vstupuje krvná glukóza.

Znížená glykémia, ku ktorej môže dôjsť medzi jedlami alebo vplyvom fyzickej aktivity, vyvoláva vylučovanie glukagónu, a teda následné štiepenie glykogénu. Približne 60% glukózy produkovanej pečeňou na udržanie hladiny krvného cukru pochádza zo zásob glykogénu a zvyšok pochádza z glukózy syntetizovanej z laktátu, pyruátu, glycerolu a aminokyselín vrátane alanínu. Za stabilizáciu hladiny krvného cukru je primárne zodpovedný pečevý glykogén, zatiaľ čo zdroj energie pre svalovú prácu predstavuje svalový glykogén. Krvná glukóza je hlavným zdrojom energie pre centrálny nervový systém (CNS) a jej nízka hladina v krvi spôsobuje pokles aktivity CNS súčasne so zvýšenou podráždenosťou a zníženou koncentráciou.

Dlhšie trvajúca aeróbna fyzická aktivita využíva energetické zdroje pri dostatočnom prísune kyslíka. Pri tejto forme pohybovej aktivity sa zvyšuje spotreba energie v zaťažovanom svale a následne sa telo snaží vyrovnať energetický deficit vlastnými zdrojmi v podobe glykogénu a triglyceridmi tukového tkaniva. V prvých minútach počas záťaže je hlavným zdrojom energie glukóza zo svalového glykogénu a neskôr glukóza z pečene, kde sa odbúrava pečevý glykogén a nastáva glukoneogenéza, ktorá rastie s dĺžkou trvania fyzickej záťaže. Postupným pokračovaním vo fyzickej záťaži sa začínajú po niekoľkých hodinách uvoľňovať z tukového tkaniva voľné mastné kyseliny, ktoré sa stávajú hlavným zdrojom energie. Aeróbna fyzická aktivita nevedie k zvýšeniu svalového objemu, ale zlepšuje zdatnosť kardiovaskulárneho aparátu.

Podstatu aeróbneho uvoľňovania energie tvorí spaľovanie uhlíka a vodíka substrátov na oxid uhličitý a vodu. Spojenie procesov terminálneho oxidačného reťazca a obnovy ATP a ADP sa označuje ako oxidatívna fosforylácia. Spolu s ostatnými reakciami aeróbneho metabolizmu prebieha v bunkových mitochondriách.

Hladina krvného cukru sa môže merať veľmi presným laboratórnym meraním. Častejšie sa však meria glukomerom - prístrojom s jednoduchou manipuláciou, určeným na domáce a rýchle meranie glykémie [20].

2.4. Metabolizmus bielkovín

Proteíny (bielkoviny) sú vysokomolekulové látky nachádzajúce sa vo všetkých živých organizmoch. Sú najbohatším zdrojom látok obsahujúcich dusík vo výžive a v organizme. Tieto dôležité látky majú aj energetickú hodnotu, avšak tá je telom využívaná len v určitých metabolických situáciách. Ľudský genóm, zložený z približne 30 000 génov, obsahuje stovky tisícov proteínov, ktoré sú zodpovedné za ľudskú jedinečnosť. Na základe týchto faktov je zrejmé, že príjem proteínov, ale aj jednotlivých konkrétnych aminokyselín môže mať významný vplyv na činnosť tkanív, funkcie orgánov a udržanie celkového zdravia jedinca [21].

Proteíny sa v čreve hydrolyzujú na dipeptidy a aminokyseliny, vstrebávajú sa a v tkanivách sa z nich syntetizujú funkčné proteíny. Z energetického hľadiska sú významné proteíny kostrového svalstva, ktoré sa využívajú nie len na kontrakciu, ale majú aj zásobný význam. Tieto bielkoviny, v prípade hladovania a vyčerpania zásobných sacharidov a lipidov môžu slúžiť na pokrytie energetického výdaja.

Energia z týchto živín je uvoľňovaná oxidáciou, pri ktorej dochádza k odoberaniu elektrónov z glukózy, iných sacharidov, z mastných kyselín, glycerolu alebo z uhlíkového skeletu aminokyselín a prostredníctvom oxido-redukčných reakcií sú prenášané na kyslík. Týmto nastáva premena živín na jednoduchšie látky (pyruvát a acetylkoenzym A) až na konečné metabolity, ktorými sú voda a oxid uhličitý [12].

Vo všeobecnosti možno zdroje proteínov z potravy rozdeliť do dvoch základných kategórií a to živočíšne zdroje a rastlinné zdroje.

Medzi živočíšne zdroje proteínov patria rôzne druhy mäsa, mlieko a mliečne výrobky a vajcia. Výhodou týchto zdrojov je, že obsahujú všetky esenciálne aminokyseliny (histidín, izoleucín, leucín, lyzín, methionín, fenylalanín, threonín, tryptofán, valín). Nemusia byť kombinované s inými potravinami a nazývajú sa tiež kompletne proteíny.

K rastlinným zdrojom bielkovín sa radia najmä strukoviny a obilniny, ale tiež orechy a semená. Medzi kompletne proteíny patria z rastlinných zdrojov sójové bôby a quinoa. Na rozdiel od živočíšnych zdrojov, však väčšina z nich neobsahuje všetky esenciálne aminokyseliny a ich nutričná hodnota je v tomto dôsledku nižšia. Vzhľadom na tieto fakty je potrebné rastlinné zdroje vhodne kombinovať, aby bol zabezpečený dostatočný prísun všetkých aminokyselín [21].

Denná spotreba a aj odporúčané dávky proteínov sú závislé na faktoroch ako je vek, pohlavie, zamestnanie či zdravotný stav jedinca. Všetky odporúčané dávky sú všeobecné a optimálny príjem bielkovín každého organizmu je individuálny. Pre zdravého dospelého človeka by mal príjem

proteínov tvorí 10 - 15 % denného energetického príjmu. Minimálna spotreba bielkovín pre človeka bez výraznej fyzickej aktivity je denne 0,8 g na kilogram hmotnosti. Bielkoviny sú dôležitou súčasťou výživy, ale ich príliš vysoký príjem môže mať negatívny efekt na organizmus. Pri prekročení istého množstva príjmu proteínov klesá ich ďalšie využitie v tele, môžu byť výrazne zaťažené obličky a pečeň a tiež môžu mať vplyv na metabolizmus vápnika v organizme [22].

2.4.1. Doplnok proteínu v strave

Proteínové suplementy patria medzi základné a najznámejšie výživové doplnky vo výžive športovcov. Na trhu sú dostupné v rôznych formách ako sú prášky, tyčinky, nápoje, ale aj kapsuly. Obsah čistého proteínu v suplementoch sa v jednotlivých výrobkoch líši. Vo väčšine prípadov na 100g hmotnosti proteínového doplnku pripadá 50g až 95g samotných proteínov.

Proteínové výživové doplnky sú vyrábané zo spracovaných bielkovín, ktoré sú obsiahnuté v mlieku, mäse, vajciach a strukovinách. Najvhodnejšie je rozpúšťať ich vo vode. Mlieko nie je vhodné, pretože proteínové doplnky rozpustené vo vode sú lepšie stráviteľné.

Jedným zo základných kritérií pri výbere proteínu je schopnosť vstrebávať sa a zásobovať tak telo esenciálnymi aminokyselinami. Túto schopnosť charakterizuje tzv. index pomeru účinnosti proteínu (PER - Protein Efficiency Ratio) a index stráviteľnosti (PDCAAS - Protein Digestibility Corrected Amino Acids Score) [21].

2.4.1.1. Srvátkový proteín

Srvátkový proteín je najznámejší proteínový suplement používaný športovcami pre rýchlejšiu regeneráciu a rast svalovej hmoty. Je to biely prášok, ktorý sa rozpúšťa vo vode a vytvára tak roztok na konzumáciu.

Srvátka je žltozelená tekutina vznikajúca pri zrážaní mlieka, ktorá sa používa na výrobu srvátkových výživových doplnkov. Bielkovina v srvátke je jednou z dvoch hlavných a rýchlo vstrebateľných proteínov v mlieku. Druhým proteínom je kazeín, ktorý je pomaly vstrebateľnou bielkovinou. Pomer srvátkovej a kazeínovej bielkoviny v mlieku je 1:4.

V športovej výžive je srvátkový proteín najrýchlejšie vstrebateľným zdrojom. Používa sa teda najmä v obdobiach, kedy organizmus potrebuje okamžite doplniť stavebné elementy pre rast svalov. Tiež pôsobí ako antioxidant pozitívne ovplyvňujúci imunitný systém [23].

Športovci obľubujú tento druh proteínu aj vďaka jeho vhodnému aminokyselinovému zloženiu. Je bohatý okrem iného najmä na leucín, izoleucín a valín. Taktiež obsahuje všetkých deväť esenciálnych aminokyselín. Srvátkový proteín je tiež spájaný s pozitívnym vplyvom na kontrolu hladiny cukru v krvi, cholesterolu v organizme a tiež na mentálne zdravie konzumenta.

Srvátkové suplementy môžu poskytnúť do výživy vysoko kvalitné proteíny. Väčšina zdravotníckych organizácií však odporúča prijímanie proteínu radšej z prirodzeného zdroja, teda z každodennej potravy.

Srvátkové bielkoviny možno podľa stupňa spracovania rozdeliť na tri typy:

a) Srvátkový koncentrát - vyrába sa zo sladkej mliečnej srvátky, obsahuje 35 - 89% bielkovín. V porovnaní s izolátom a hydrolyzátom obsahuje viac tuku a sacharidov a je horšie stráviteľný. Má vysoký obsah rozvetvených aminokyselín. Zo spomínaných troch typov sa považuje za najmenej kvalitný.

b) Srvátkový izolát - podľa druhu výroby sa delí na dve skupiny:

Mikrofiltrovaný srvátkový izolát - v porovnaní s koncentrátom má vyšší podiel bielkovín 90 – 95%, nízky obsah tuku a sacharidov, je vhodný aj pre ľudí s intoleranciou na laktózu, obsahuje vysoké množstvo rozvetvených aminokyselín a vápnika.

Srvátkový izolát vyrobený iónovou výmenou - je vyrobený z čerstvej sladkej srvátky, obsahuje približne o 5 % viac proteínov ako mikrofiltrovaný izolát, neobsahuje laktózu a ani tuk.

c) Srvátkový hydrolyzát - radí sa medzi najkvalitnejšie bielkoviny, hydrolyzovaná srvátka je dobre využiteľná organizmom, pretože je predtrávená, hydrolyza neznižuje nutričnú hodnotu proteínu [21].

2.4.1.2. Sójový proteín

Sójové bôby sú všestranným a bohatým zdrojom živín rôzneho druhu, sú taktiež výborným zdrojom vysoko kvalitných proteínov. Sója predstavuje alternatívny zdroj bielkovín pre ľudí, ktorí sú alergickí na mliečne proteíny a pre vegánov.

Sójový proteín je ľahko stráviteľný a obsahuje všetky esenciálne aminokyseliny. Nárast konzumácie sójového proteínu súvisí s jeho nepopierateľnými kvalitami, ako sú výborné nutričné hodnoty, dostupnosť a nízka cena sóje. Po odstránení tukov zo sójových bôbov je zvyšný proteínový materiál nazývaný tiež odtučnené vločky.

Ako výživové doplnky existujú sójové proteíny v troch formách:

a) Sójová múka a krupica - sú pripravené rozomletím sójových bôbov na menšie častice, minimálny obsah proteínov v týchto výrobkoch sa pohybuje v rozmedzí 40 - 50%, pričom toto množstvo je závislé tiež na obsahu tuku.

b) Sójový proteínový koncentrát - čistejší ako múka a krupica, obsahuje minimálne 70% proteínov. Proteínový koncentrát je vyrobený z múky odstránením oligosacharidov, častí popola a niektorých minoritných zložiek. Jedným zo spôsobov výroby sójového proteínového koncentrátu je čistenie odtučnenej múky v roztoku alkoholu. Proteíny a polysacharidy sú v alkoholoch nerozpustné, zatiaľ čo cukry a ostatné komponenty sú odstránené. Koncentrát je potom zneutralizovaný a vysušený.

c) Sójový proteínový izolát - najčistejšia forma sójového proteínu, obsahuje minimálne 90% proteínov. Sú vyrábané odstránením vo vode nerozpustných polysacharidov, oligosacharidov a ostatných vysoko molekulových látok. Odtučnené sójové vločky alebo sójová múka sú povarené v neutrálnom až mierne alkalickom vodnom prostredí pri pH 7 - 8,5 za zvýšenej teploty. Polysacharidy a vo vode nerozpustné proteíny sú následne odseparované. pH odseparovanej zložky je upravené na hodnotu 4,5. Vyzrážané proteíny sú oddelené filtráciou alebo centrifugáciou. Potom sú neutralizované a sušené [21].

2.4.1.3. Iné zdroje proteínu

Medzi ďalšie používané druhy proteínu patria napríklad kazeínový proteín, vaječný proteín, hrachový alebo konopný proteín.

2.4.2. Kolagén

Kolagén tvorí tretinu všetkých bielkovín v tele. Správne množstvo kolagénu má vplyv na kvalitu kostí a chrupaviek, ovplyvňuje aj kvalitu vlasov, nechtov, zubov a ovplyvňuje i kvalitu pokožky, ktorá je vďaka kolagénu a elastínu, najmä v mladosti, pevná, pružná a zvlhčená. Biologický význam kolagénu je preto veľký. Patologické a degradačné formy kolagénu sú príčinou rôznych ochorení spojivových tkanív, postihujú kĺby, srdce, cievy, svaly, ale aj kožu.

V ľudskom tele rozoznávame asi 11 kolagénových typov, najdôležitejšie a najlepšie preštudované sú typy I, II, III, IV a V. Ľudský organizmus si dokáže kolagén vytvárať, ale jeho produkcia s vekom klesá a dochádza k jeho deficitu. Objavujú sa prvé príznaky starnutia organizmu – prvé vrásky, keďže pokožka stráca svoju pevnosť a elasticitu, za ktoré je zodpovedný práve kolagén typu I, okrem iného sa zhoršuje kvalita vlasov a nechtov. Samozrejme, nastáva aj pokles ostatných typov kolagénu, hlavne typu II, čo môže viesť k zníženiu pružnosti šliach, svalov, kostí, a tak sa zvyšuje pravdepodobnosť zranenia, artrózy alebo artritídy.

Kolagén má významnú funkciu i v procese starnutia. V procese starnutia vznikajú zmeny vo všetkých častiach kože. Pozorujú sa zmeny na bunkových i cievnych štruktúrach, najcharakteristickejšie sú zmeny v produkcii kolagénu a elastických vlákien. Dochádza k zhrubnutiu vlákien, k zmene jednotlivých typov kolagénu. Celkový obsah kolagénu v koži klesá ročne asi o 1 %. Je vedecky dokázané, že správnu životosprávu, športovaním, vyhýbaním sa toxickým látkam, ochranou pred

slnečným žiarením, pravidelnou a vhodnou starostlivosťou o pleť je možné starnutie oddialiť. Avšak niekedy ani to nestačí.

Znížené množstvo kolagénu v tele môže nastať v dôsledku podvýživy alebo genetických abnormalít, ktoré ovplyvňujú syntézu kolagénu. V dôsledku toho môžu niektoré potraviny zvýšiť produkciu kolagénu v tele. Najdostupnejšou formou kolagénu je kostný vývar, avšak aj mnohé iné potraviny obsahujú látky, ktoré podporujú tvorbu a chránia kolagén pred rozpadom. Jednou z najznámejších potravín podporujúcich tvorbu kolagénu je kapusta, ktorá obsahuje antioxidanty, luteín, tiokyanáty, izotiokyanáty potrebné pre produkciu kolagénu. Prítomnosť genisteínu, prirodzeného rastlinného hormónu, v sóji tiež zlepšuje tvorbu kolagénu. Podobne aj antioxidanty a lycopén v červenom ovocí a zelenine zvyšujú tvorbu kolagénu. Vitamín A (mrkva, mangold, špenát, marhule, mango, melón, červená paprika) tiež pomáha pri tvorbe kolagénu a bráni jeho predčasnému rozpadu. Kofaktorom pre syntézu kolagénu je aj zinok (losos, masné ryby, tekvicové semená, špenát, fazuľa, vlašské orechy, kešu, mandle).

Jednou z možností je aj suplementácia kolagénu, a to už v období, keď jeho tvorba začína výraznejšie klesať (medzi 45 – 50 rokom života). Na trhu existuje široké spektrum liekov, ktoré sú určené do rúk lekárov, ale aj výživových doplnkoch, v ktorých môže byť bioaktívny morský kolagén v čistej forme. Spracováva sa tak, aby bola zachovaná jeho biologická hodnota – tzv. „studenou“ technológiou. Touto technológiou je vyextrahovaný kolagén, ktorý má tiež prívlastky „živý“ a „biologicky aktívny“. Aj po spracovaní zachováva štruktúru trojitej špirály, tzv. helisy, ktorá je typická len pre bielkoviny živých organizmov. Je charakteristický biologickou dostupnosťou, rýchlo sa vstrebáva a po jeho užití je schopný prechádzať cez tráviaci trakt v nezmenenej podobe. „Živý“ kolagén je podobný ľudskému kolagénu a naše telo s ním dokáže pracovať ako s vlastným. Použije ho tam, kde ho treba doplniť a je dokonca stimulované, aby si svoj vlastný kolagén začalo znovu vyrábať.

Na trhu sú aj výživové doplnky, v ktorých sú obsiahnuté najmä kolagén typu I, kolagén typu II, či tzv. hydrolyzovaný kolagén, určené na voľný predaj [24].

2.5. Metabolizmus tukov

Tuky alebo inak povedané triacylglyceroly, patria do veľkej skupiny prírodných látok rastlinného aj živočíšneho pôvodu nazývaných lipidy. Spoločne s bielkovinami a sacharidmi patria medzi hlavné živiny, ktorých denný príjem sa pohybuje v niekoľkých desiatkach až stovkách gramov. Ich hlavnou úlohou je dodať telu potrebnú energiu na zabezpečenie životne dôležitých funkcií. Taktiež sú nutné pre vstrebávanie vitamínov rozpustných v tukoch (A, D, E, K). Tuky majú viac než dvojnásobnú energetickú hodnotu oproti ostatným živinám [25].

Lipidy sú a budú nevyhnutnou súčasťou ľudskej výživy. Ide o to v akej forme a v akom množstve sú prijímané. Ich konzumáciu je potrebné obmedziť, no nie úplne eliminovať.

Tuky delíme na: živočíšne - sú obsiahnuté v živočíšnych produktoch. Môžu byť voľné, napr.: sadlo, slanina alebo skryté, ktorých prítomnosť ľudia nevnímajú, tie sú obsiahnuté v tučnom mäse, vajciach, mlieku a mliečnych výrobkoch, údeninách a mastných výrobkoch ,

rastlinné - ich konzumácia je oproti živočíšnym nevyhnutná. Obsahujú životne dôležité esenciálne mastné kyseliny, ktoré si človek nevie sám vytvoriť a preto si ich musí dopĺňať stravou. Nenasýtené mastné kyseliny sa vyskytujú v rastlinných olejoch (olivový, repkový, ľanový) orechoch a semenách.

Tuky sú taktiež veľmi dôležitou zložkou potravy a predstavujú najvyššiu energetickú zásobu v organizme, pretože obsahujú dvakrát viac energie ako sacharidy či bielkoviny. Ich príjem by mal byť vyvážený, ale zároveň by sme si na nich mali dávať pozor pretože sa ľahko v organizme ukladajú a veľakrát si konzumáciu tukov neuvedomujeme pretože sú skryté, čo môže viesť k obezite [26].

2.6. Spôsoby výpočtu energetického výdaja

Na vyjadrenie energetickej spotreby a potreby organizmu používame jednotky tepelnej energie – kalórie (cal). Jedna kalória (1 cal) je definovaná ako množstvo energie, ktorá zvyšuje teplotu jedného gramu vody z 15°C na 16°C. V praxi sa využíva vyjadrenie v kilokalóriách (1 kcal = 1000 cal) alebo prepočet do inej jednotky – joule (J), používané kilojoule (kJ), kedy 1 kcal je približne 4,18 kJ [27].

Základnými metódami stanovenia energetického metabolizmu sú priama kalorimetria, nepriama kalorimetria, empirické stanovenie, stanovenie pomocou izotopov [28].

Merať energetický výdaj môžeme pomocou kalorimetrie. Tá vychádza z predpokladu, že v pokoji a nalačno sa akákoľvek spotrebovaná energia mení na teplo [27].

2.7. Spôsoby zrýchlenia metabolizmu

2.7.1. Cvičenie

Fyzická aktivita je akýkoľvek pohyb tela, vykonávaný pomocou kostrového svalstva, ktorý si vyžaduje výdaj energie. Cvičenie je definované ako fyzická aktivita, ktorá je plánovaná, štruktúrovaná a pozostávajúca z pravidelných pohybových opakovaní, zameraná na zlepšenie fyzickej zdatnosti, čo je základom zdravého životného štýlu.

Podľa amerických odporúčaní by dospelý mal vykonávať fyzickú aktivitu strednej intenzity 150-300 minút týždenne alebo v podobe intenzívnej aeróbnej aktivity 75-150 minút týždenne. Dospelí by mali taktiež vykonávať činnosti zamerané na posilnenie svalov so zapojením všetkých svalových

skupín 2 alebo viac dní v týždni. U tehotných žien je toto odporúčanie upravené na 150 minút aeróbnej aktivity strednej intenzity týždenne. Ideálne rovnomerne rozložená na celý týždeň. Dodávajú, že ak žena bola aktívna už pred otehotnením, môže pokračovať počas tehotenstva v cvičení aj vo vyššej intenzite [29].

Všetci odborníci sa zhodujú na tom, že venovanie sa pravidelnému cvičeniu je zdraviu prospešné. Vo všeobecnosti môžeme hovoriť o viacerých benefitoch pre organizmus človeka, jednými z mnohých sú napríklad: zlepšenie stavby kostí a hmotnosti u detí od 3 do 17 rokov,

sú pozorované zlepšené kognitívne funkcie,

cvičenie vedie k mentálnemu zdraviu,

zlepšuje sa kvalita spánku,

zlepšuje sa fyzická zdatnosť, kvalita života,

u tehotných sa znižuje riziko nadmerného váhového prírastku, vzniku gestačnej cukrovky a popôrodnej depresie,

u starších sa znižuje riziko úrazov spôsobené pádom,

znižuje sa riziko vzniku rôznych chronických ochorení,

u pacientov trpiacich chronickými chorobami sa znižuje riziko všetkých príčin úmrtnosti. [30]

Pohyb u tehotných žien vedie nie len k psychickej a fyzickej kondícii, ale napomáha aj telo pripraviť na rýchlejší a najlepší pôrod. Niektoré štúdie prišli s výsledkom, že ženám ktoré počas tehotenstva cvičili sa skrátila dĺžka pôrodu, boli zaznamenané menšie komplikácie, menej žien rodilo cisárskym rezom, a navyše sa ženy po pôrode zotavili skôr v porovnaní s necvičiacimi [12].

2.7.2. Pitný režim

Pitný režim je súčasť každodenného života a hoci voda nepatrí medzi makro živiny, pretože nemá žiadnu energetickú hodnotu, je to životne dôležitá esenciálna látka. Bez dostatočnej hydratácie organizmu nedokáže telo efektívne plniť svoje funkcie a dochádza tak k únave, poklesu výkonu a koncentrácií krvi.

Keďže dehydratácia sa týka všetkých telesných sústav, nie je prekvapením, že má veľký dopad hlavne na športovú výkonnosť. Dehydratácia má za následok zlú termoreguláciu, obmedzenie funkčnosti centrálného nerovného systému a metabolických funkcií. Okrem optimálneho výkonu zaisťuje príjem tekutín aj prevenciu pred prehriatím. Bolesť svalov a svalové kŕče sú najčastejším dôsledkom dehydratácie vyvolané nedostatočnou cirkuláciou tekutín do zasiahnutého svalu. Správny pitný režim riziko bolesti svalov a kŕčov znižuje.

Dôležité je piť odpovedajúce množstvo tekutín a vyvarovať sa dehydratácií. Športovci, ktorí nemôžu piť pri záťaži vo vysokej intenzite trvajúcej viac ako 45 minút, by si mali aspoň vypláchnuť ústa. Už samotné ovlaženie ústnej dutiny vodou alebo športovým nápojom je prínosom pre výkon [26].

Človek bez vody vydrží len niekoľko dní, pretože ju potrebuje k veľkému množstvu funkcií v organizme. Keďže si náš organizmus dokáže malé množstvo vody vyprodukovať sám, drvivú väčšinu musí prijímať vo forme tekutín. Prostredníctvom nápojov získava telo množstvo prospešných látok, no bohužiaľ, v dnešnej dobe kvôli priemyslovému spracovaniu nápojov, ktoré sú doosladzované a konzervované chemickými látkami, sa cez nápoje dostávajú do ľudského organizmu aj škodliviny. Nie len kvalita, ale aj kvantita ovplyvňuje zdravie a vnútornú pohodu človeka. Preto je dôležité dodržiavať denné odporúčané množstvo prijatých tekutín, čím sa predíde zníženej fyzickej aj psychickej výkonnosti, rýchlejšej vyčerpanosti a ďalším negatívnym prejavom [31].

2.7.3. Otužovanie

Pre udržiavanie telesnej teploty je nutné, aby tvorba tepla a jeho výdaj boli v rovnováhe. Ak je telo silne ochladzované, dochádza k zintenzívneniu metabolických pochodov, pri ktorých vzniká teplo a tiež k obmedzeniu prietoku krvi pod pokožkou a v končatinách. Tieto pochody sú riadené centrami v hypotalame a mozgovom kmeni.

Vplyv chladu má pozitívny vplyv na tvorbu nových mitochondrií a zvýšenie ich funkcie, tvorbu energie, rýchlejšiu regeneráciu tela a menej zápalov či optimalizáciu hormónov, prevenciu a alternatívnu liečbu mnohých zdravotných problémov a ochorení ako je obezita, inzulínová rezistencia, cukrovka, autoimunitné ochorenia, hormonálna nerovnováha a neurodegeneratívne ochorenia.

Po ukončení pôsobenia chladu sa spúšťajú reakcie chemickej termoregulácie - zvýšenie látkovej výmeny, kde ako palivo slúžia skonzumované potraviny alebo reakcie fyzikálnej termoregulácie - mimovoľnými svalovými skrúteniami kostrového svalstva - trasová termogenéza, tzv. triaška. Pri triaške sa teplo produkované svalmi, konkrétne glykogénom, ktorý tvorí cca 1% svalovej hmoty, môže zvýšiť až 6-krát v porovnaní s pokojovým stavom svalov.

Všeobecný bezpečnostný limit pre otužilcov na pobyt v studenej vode (pod 8 °C) je 30 minút, pre pobyt v ľadovej vode (pod 4 °C) je 22 minút. Samozrejme odolnosť voči chladu u otužilcov je individuálna.

Podchladzovaním tiež dochádza k sťahovaniu ciev a následným zahriatím k ich rozťahnutiu, čím sa zvyšuje ich elasticita a oddaľuje sa starnutie. Vazokonstrikcia a vazodilatácia, ku ktorým opakovane pri otužovaní dochádza, sú tou najlepšou cestou získať skvelú pružnosť ciev a zachovať si ju aj do

vysokého veku. Vedecké štúdie ozdravujúceho faktoru ľadovej vody na človeka odhadujú zníženie biologického veku organizmu pri dlhoročnom a pravidelnom plávaní v ľadovej vode od 5 do 15 rokov.

Ľadový kúpeľ, svojou mierou aj studená sprcha, účinne stimuluje aktivitu hnedého tuku. Hnedý tuk sú tukové tkanivá podobajúce sa svalovým bunkám, ktoré spaľujú tuk a glukózu najviac zo všetkých našich tkanív. Činnosť hnedého tuku sa naštartuje vystavením sa chladu a spaľuje biely tuk, ale hlavne škodlivý nadbytočný viscerálny tuk.

Napriek mnohým benefítom nie je otužovanie vhodné pre každého. Náhle vystavenie chladu nie je vhodné pre tých, ktorí majú ischemickú chorobu srdca. Prudké ochladenie môže vyvolať vazospazmus - ide o stiahnutie ciev, čo v najhoršom prípade vedie až k srdcovému infarktu. U pacientov s kožnými problémami sa tiež neodporúča silné prekrvovanie kože. Studená voda dokáže telo schladiť dvadsaťkrát rýchlejšie ako studený vzduch. Pre ľudí so zdravotnými problémami je pred začatím s otužovaním dôležitá konzultácia s lekárom [32].

3. Metódy merania zmien metabolizmu v procese pravidelného cvičenia

V súčasnej dobe je medzi športovcami, pacientmi, ale aj všeobecne mladými a dospelými ľuďmi veľmi rozšírené používanie zariadení určených na monitorovanie fyziologických parametrov, ako srdcový tep, teplota pokožky, počet krokov či energetický výdaj počas výkonu rôznych športových, fyzických a iných aktivít. Je však dôležité venovať dostatok pozornosti presnosti týchto zariadení, najmä ak sú používané na sledovanie zdravia či kondície, pretože všetky neistoty merania ovplyvňujú namerané výsledky [33].

3.1. Fitness náramok, hodinky

Fitness náramky a hodinky sú zariadenia určené na sledovanie fyzickej aktivity užívateľa v reálnom čase, u ktorých neustále dochádza k technickému rozvoju. V porovnaní s tradičným pedometrom, fitness náramky sú vybavené presnejšími senzormi a komplexnejším softvérom s priateľským rozhraním, slúžiacim na motiváciu k zdravému životnému štýlu. Výskumy preukázali, že nosenie fitness náramkov a hodínok vedie k zvýšeniu fyzickej aktivity užívateľa, čo má pozitívny vplyv pri úprave telesnej hmotnosti či hodnoty krvného tlaku [34].

Množstvo miniatúrnych senzorov v zariadení poskytuje okrem merania počtu krokov a prejdenej vzdialenosti aj funkcie ako energetický výdaj – počet spálených kalórií, priemerný a maximálny srdcový tep počas aktivity, doba trvania aktivity; meranie spánku, telesnej teploty a i., ktoré potom zobrazí pomocou grafov v aplikácii patriacej k zariadeniu, ktorú si je potrebné nainštalovať do telefónu a spárovať pomocou Bluetooth so zariadením. V spojení so smartfónom dokáže náramok poskytnúť ďalšie rozširujúce funkcie, ako sú smart notifikácie - oznámenie o prichádzajúcom hovore, SMS, či pripomenka z kalendára.

O presnosti výsledkov merania srdcového tepu a počtu spálených kalórií fitness náramkami existujú určité pochybnosti. Fitness náramky nie sú zdravotnícke pomôcky - na túto skutočnosť upozorňujú aj výrobcovia. Ako dôkaz boli uskutočnené výskumy, v ktorých sa porovnávali merania náramkov s EKG prístrojmi, ktoré slúžia na presné diagnostické merania. Pri niektorých zariadeniach sa zistili pomerne veľké odchýlky, od 5 až po 41 úderov za minútu. Náramky merajú tep pomocou technológie, ktorá hodnotí odraz LED svetla od pokožky. Odraz svetla sa mení pri pulzoch. Domáce tlakomery využívajú oproti náramkom presnejšiu technológiu – počítanie úderov srdca podľa zmeny tlaku v nafúknutej manžete [35].

Množstvo spálených kalórií počas tréningu vyhodnocuje fitness náramok na základe údajov o srdcovom tepe a počte vykonaných krokov, resp. prejdenej vzdialenosti. Viaceré výskumy ukázali,

že tento údaj je naozaj len orientačný. Napríklad pri sedemminútovom vysoko intenzívnom intervalovom cvičení fitness náramok ukázal, že užívateľ spálil len 3 kalórie. Cvičenie totiž prebiehalo prevažne na mieste a teda zahŕňalo len minimum prejdých krokov/kilometrov. Naopak pri jazde na bicykli z kopca náramok nezohľadnil, že užívateľ nekonal žiadnu aktivitu, len sedel na bicykli a počítal množstvo spálenej energie podľa prejdých kilometrov [36].

V súčasnosti sú na trhu fitness náramky a hodinky od mnohých výrobcov, čo zákazníkom poskytuje veľký výber z hľadiska dizajnu, ale aj ceny. Presnosť nimi meraných veličín sa stále zdokonaľuje a to samozrejme prispieva aj k zvyšovaniu cien týchto zariadení.



Obrázok 1 Fitness náramok Xiaomi Mi Band 5

3.2. Glukomer

Najlepším spôsobom monitorovania hladiny glykémie v krvi je priamym odberom krvi. Na toto meranie sa používa glukomer, ktorý dokáže z malého množstva krvi určiť hladinu glykémie. Meranie sa vykonáva vpichom väčšinou do bruška prsta pomocou ihly s variabilnou hĺbkou vpichu. Po tomto vpichnutí prenikne na povrch kože malé množstvo krvi, ktoré sa pomocou glukomera so vsunutým testovacím prúžkom odmeria. Toto meranie trvá spravidla 5 sekúnd. Konvenčné glukomery pre domáce použitie dokážu merať glykémiu v rozsahu 0,5 - 30 mmol/l, pri hodnotách mimo tohto rozsahu meria glukomer s významnou chybou merania.

Glukomery bývajú malej veľkosti, zväčša menšie ako klasický mobilný telefón a poskytujú navyše prehľad histórie meraní, priemerné hodnoty, alarmy, dátum a čas meraní a pod. Testovací prúžok je na jedno použitie, ako aj ihla (lanceta) do pera pre vpich do kože. Správna funkčnosť glukomera sa overuje použitím špeciálneho testovacieho roztoku použitého namiesto krvi. Tento roztok býva väčšinou dodávaný s glukomerom a pre meranie musí byť použitý správny merací prúžok [37].



Obrázok 2 Glukomer

3.3. Hodnotenie metabolizmu z dychu

Hodnotenie metabolizmu na základe dychu je možné pomocou rôznych súčasne dostupných zariadení. Takéto zariadenia dokážu vyhodnotiť či telo používa ako „palivo“ tuk alebo sacharidy a na základe toho monitorujú organizmus. Pri spaľovaní tuku na tvorbu energie sa zvyšuje množstvo ketónov v dychu a klesá množstvo oxidu uhličitého, čo zariadenia dokážu zaznamenať. Technológia umožňuje tvorbu individuálnych programov na chudnutie, výživové plány a optimalizáciu tréningov [38].

Keďže väčšina týchto zariadení umožňuje len statické meranie, nie sú využiteľné pre športovcov počas tréningu alebo cvičenia [38].

3.3.1. Zariadenie Breezing Pro

Breezing Pro je zdravotnícke zariadenie určené na sledovanie metabolizmu pacienta. Na základe dát nameraných týmto zariadením je možné vytvoriť pacientovi vhodnú diétu podľa jeho metabolických potrieb. Zariadenie si je možné zakúpiť aj na súkromné používanie, avšak prístroj nie je úplne prispôsobený pre domáce prostredie a jeho cena sa pohybuje okolo 6000 dolárov bez jednorazových zásobníkov, ktoré sú k použitiu nevyhnutné.

Breezing Pro meria spotrebu kyslíka a produkciu oxidu uhličitého v dychu pacienta. Výsledky a históriu meraní a taktiež progres je možné vidieť v aplikácii patriacej k prístroju, ktorú si je potrebné nainštalovať do telefónu. V aplikácii je možné vidieť množstvo prijatej energie zo stravy a energetický výdaj osoby počas dňa, ako aj hodnotu rýchlosti bazálneho metabolizmu, na základe čoho môže príslušný zdravotný pracovník vytvoriť pacientovi diétu.

Zariadenie pozostáva z masky upevnenej na tvár pacienta, ktorá umožňuje stabilne merať dych. Po desiatich minútach sú namerané hodnoty odoslané priamo do aplikácie v mobilnom telefóne, kde sú vyhodnotené.

Táto technológia má veľký potenciál využitia v medicíne, avšak výrobcovia stále pracujú na vylepšení veľkosti a pohodlnosti zariadenia [40].

Na základe klinických a laboratórnych testov je presnosť zariadenia 95 – 100%.



Obrázok 3 Breezing Pro

3.3.2. Lumen

Lumen je zariadenie určené na domáce použitie, ktoré na základe dychu osoby dokáže rozlíšiť spaľovanie tuku a spaľovanie sacharidov, čo výrazne pomáha pri chudnutí vzhľadom na cieľ a doterajšie výsledky používateľa. Pri tréningu a chudnutí je dôležité rozumieť, aký druh „paliva“ telo používa – sacharidy alebo tuky – pre rýchlejšie dosiahnutie výsledkov.

V súčasnosti sa cena Lumenu pohybuje okolo 300 dolárov a nie je potrebné zakúpenie dodatočných zásobníkov a iných súčastí [40].

Koncentrácia oxidu uhličitého je meraná vdýchnutím istého objemu vzduchu cez zariadenie, zadržaním dychu na desať sekúnd a následným úplným vydýchnutím. Výsledky sa zobrazia v aplikácii, ktorá patrí k zariadeniu [38].

Lumen meria hladinu oxidu uhličitého z dychu a analyzuje tak metabolizmus. Z každého výdychu je nameraná hodnota tuku a sacharidov. Po niekoľkých meraniach je možné vyhodnotiť činnosť metabolizmu používateľa.

Súčasťou aplikácie je aj možnosť komunikovať s odborníkmi z Lumenu. Zariadenie má za sebou množstvo výskumov, overovacích štúdií a výbornú senzorovú technológiu.

Algoritmus aplikácie vie na základe výsledkov meraní používateľovi poskytnúť vyvážený stravovací plán, v ktorom nastolí potrebný príjem sacharidov a bielkovín na konzumáciu počas dňa [40].



Obrázok 4 Lumen

3.3.3. LEVL

LEVL je zariadenie do ruky, ku ktorému patrí malá dvojportová stanica na odloženie. Na zobrazenie výsledkov meraní slúži mobilná aplikácia. Zariadenie slúži na meranie hodnoty acetónu v dychu pomocou nanosenzorov [39].

LEVL meria nízke hladiny acetónu, čo je vedľajší produkt vznikajúci pri spaľovaní tukov, vďaka čomu je užitočný pri diéte. Keď v tele dochádza k zvýšeniu množstva tuku použitého na energiu v porovnaní s množstvom sacharidov, koncentrácia acetónu v dychu stúpa. LEVL dokáže tieto zmeny monitorovať a na základe nich vyhodnotiť, ako diéta a cvičenie ovplyvňujú acetón v tele a ketózu v tele (štiepenie vlastných tukových tkanív), čo môže pomôcť pri chudnutí.

Za 15 sekúnd dokáže (z jedného výdychu) poskytnúť výsledky merania, výpočet skutočného metabolizmu tukov, a teda účinnosť nastolenej diéty. Z psychologického hľadiska môže LEVL pomôcť porozumieť činnosti tela a teda uľahčiť človeku proces chudnutia [41].



Obrázok 5 LEVL

3.4. Smart váhy

Smart váhy dokážu vyhodnotiť percento tuku a svalov, hmotnosť kostí, množstvo vody v tele, BMI a pod.

3.4.1. Fitbit Aria 2

Váha Fitbit Aria 2 od firmy Fitbit dokáže zmerať viac ako len váhu človeka, preto je považovaná za zariadenie na monitorovanie metabolizmu. Jej súčasťou je aj mobilná aplikácia. Jedno zariadenie je možné použiť pre ôsmich používateľov.

Váha používateľovi zobrazí okrem nameranej hmotnosti aj hodnotu BMI (body mass index), ktorú dokáže vypočítať ako podiel percenta tuku tela a celkovej telesnej hmoty. Percento tuku meria zariadenie vyslaním malých bioelektrických signálov cez telo používateľa [40].

Váha po pripojení k Internetu cez Wifi dokáže automaticky rozpoznať 8 používateľov a zaznamenať hmotnosť a množstvo tuku, ihneď ako sa na ňu niekto postaví. Namerané údaje odošle do profilu používateľa alebo do niektorej z desiatok kompatibilných fitness aplikácií.

Výsledky si je možné pozrieť okamžite po odvážení vo Fitbit aplikácii, kde si používatelia vedia porovnávať príjem kalórií a vplyv cvičenia na hmotnosť, údaje o aktivite, cvičeniach, tepe, hmotnosti, čo im umožňuje získať celkový prehľad o ich zdraví.

Prieskum ukázal, že 70% používateľom, ktorí používali váhu Fitbit Aria, sa znižovala hmotnosť každý deň počas prvých šiestich mesiacov.

Váha má veľký grafický displej s vysokým kontrastom a podsvietením, dosku z tvrdeného skla spolu s tvrdeným ABS plastom, vďaka ktorým dokáže merať hmotnosť až do 180kg [42].



Obrázok 6 Fitbit Aria 2

3.4.2. Garmin Index™ Smart Scale

Váha Garmin Index určená pre športovcov a ľudí s cieľom chudnutia je zariadenie, ktoré dokáže odmerať hmotnosť tela, percento telesného tuku, percento vody, hmotnosť kostí, hmotnosť svalovej hmoty a BMI. Namerané údaje vie porovnávať a vyhodnotiť tak progres používateľa.

Podobne ako váha Fitbit Aria 2 aj Garmin Index používa na meranie bioelektrické signály, ktoré vyše telom a následne vypočíta jednotlivé parametre.

Aby bolo možné pomocou takejto váhy sledovať metabolizmus človeka, je dôležité vykonávať váženie každý deň v rovnakom čase, pretože tieto zariadenia nerozlišujú čas merania, čo výrazne môže ovplyvniť výsledky [40].



Obrázok 7 Váha Garmin Index

4. Návrh metodiky zaznamenávania výsledkov pravidelného cvičenia

4.1. Cvičenie XBody

XBody využíva technológiu EMS (elektromyostimulácia), ktorá aktivuje celé telo pomocou slabých elektrických impulzov vysielaných cez oblek s elektródami. Tento koncept tréningu pochádza priamo z elektrolicby, neskôr sa používal ako alternatíva cvičenia v kozmonautike a dnes sa využíva ako v profesionálnom športe, tak v bežnej komercii. Pri cvičení s XBody sa zapájajú svaly veľmi intenzívne (80 impulzov/sekunda) a preto stačí 1 - 2x týždenne 20 minút a telo dostane potrebnú dávku tréningu, aby bolo pevné, aktívne a spaľovalo dostatok energie. Pri tradičnom cvičení posieľa mozog prostredníctvom elektrických impulzov svalom signál, aby sa stiahli. Avšak nie všetky svaly majú dokonalé prepojenie s mozgom a preto sa ťažšie rozvíjajú.

Tréningy so strojom XBody dokážu rozvíjať všetky dôležité skupiny svalov a taktiež zlepšujú motoriku. Vďaka elektrickým impulzom dokážu aktivovať aj menej vyvinuté svaly a pomôcť ich rýchlejšie rozvíjať. Viac aktívnych svalov si vyžaduje viac energie, čo v konečnom dôsledku znamená aj zvýšené spaľovanie kalórií. Počas elektrickej stimulácie sa používa prúd so silou miliampéra, čo pre človeka nepredstavuje žiadne nebezpečenstvo.

Tréning s prístrojom XBody je nová generácia elektrostimulačných zariadení. Oproti starším typom elektrostimulácie, pomocou prístroju XBody sú precvičované všetky hlavné svalové skupiny, dokonca aj hlboko uložené a stredné svaly. Je šetrný k šľachám a kĺbom, nikdy ich nepreťažuje. Statické cvičenie a silu impulzov je možné nastaviť podľa individuálnych potrieb pre každú časť tela. Po 20 minútach cvičenia sa klient cíti ako po 1,5 - 2 hodinovom tréningu v posilňovni.

Klient na prvé cvičenie dostane špeciálne športové oblečenie (tričko a šortky), ktoré zadržiava vodu, aby sa impulz z elektród dostal vodivým prostredím do tela. Cez toto oblečenie sa nasadí oblek s deviatimi párami elektród a pásky s elektródami na ruky. Nasadenie všetkých elektród trvá cca 3 minúty. Vesta sa pripojí k prístroju XBody. Každý tréning začína nastavením hodnôt/sily impulzu jednotlivých partií tela. Tréner ukazuje potrebné cviky či polohy, kontroluje klienta a prípadne koriguje intenzitu v jednotlivých častiach tela. Klient je po celú dobu pod odborným dohľadom [43].



Obrázok 8 Cvičenie XBody

4.1. Inklúzne a exklúzne kritéria pre výskum

Inkluzne kritériá (splnenie týchto kritérií alebo podmienok je potrebné pre zaradenie do štúdie):

- vek od 20 do 35 rokov
- žena

Kontraindikácie pre podstúpenie XBody	
Lokálne	Celkové
nádorové ochorenia	menej ako 15 rokov
kovové implantáty v tele, vrátane fixujúcich kovov na protézy	srdcovo-cievne ochorenia
jazvy na častiach tela menej ako 10 mesiacov po operačnom zákroku	kardiostimulátor alebo iný implantovaný elektronický lekársky prístroj
akútny zápal kĺbov	ťažké neurologické ochorenia alebo iné kŕčové záchvaty
vysoký krvný tlak	diabetes mellitus (cukrovka)
	tehotenstvo, dojčenie, prvé 2 dni menštruácie
	horúčka, akútne bakteriálne alebo vírusové ochorenia
	hemofília (porucha zrážania krvi)
	trombóza, tromboflebitída

Tabuľka 2 Kontraindikácie pre podstúpenie XBody

Exklúzne kritériá (podmienky pre vyradenie osoby zo štúdie alebo oddialenie absolvovania cvičenia):

- výskyt niektorej z možných prechodných kontraindikácií (menštruácia, horúčka a pod.)
- psychická nepohoda.

4.2. Priebeh cvičenia a merania

Podľa XBodyRevolution je technológia XBody až 18-násobne efektívnejšia ako obyčajný tréning a oproti starším typom elektrostimulácie je ňou možné precvičiť až 90% zo všetkých svalov tela. Pri cvičení sú svaly zapájané veľmi intenzívne (80 impulzov/sekunda) a preto sa odporúča absolvovať cvičenie len 2x týždenne na 20 minút, čo by malo zabezpečiť, aby telo dostalo potrebnú dávku tréningu, aby bolo pevné, aktívne a spaľovalo dostatok energie [43].

4.2.1. Účinky XBody na metabolizmus žien

Cieľom výskumu je zistiť či má využitie EMS pri cvičení reálny vplyv na metabolizmus žien vo veku od dvadsať do tridsaťpäť rokov, pri absolvovaní 20-minutového tréningu dvakrát týždenne, pod dozorom odbornej trénerky.

Na skupine desiatich žien bol sledovaný vplyv cvičenia XBody na zrýchlenie ich metabolizmu (chudnutie) pomocou pravidelného odoberania údajov:

hmotnosť
obvod hrudníka
obvod pásu
obvod bokov
obvod stehna
obvod bicepsu

a pomocou merania váhou Tanita.

Vyhodnocované boli zmeny týchto údajov po absolvovaní desiatich tréningov, u niektorých probandiek aj po absolvovaní pätnástich tréningov.

Probandky nemali nastolenú kontrolovanú diétu, úprava stravy bola podľa ich vlastného úsudku.

4.2.1.1. Meranie váhou Tanita

Digitálna váha TANITA je navrhnutá najmä pre športovcov, k vyhodnoteniu vplyvu ich tréningu na celkovú/segmentálnu telesnú kompozíciu. Poskytuje údaje o piatich častiach tela – horné končatiny, dolné končatiny a trup.

Osobnou váhou značky TANITA je možné merať tieto údaje:

- hmotnosť s presnosťou 0,1 kg, maximálna hmotnosť 150 kg

- percento telesného tuku s presnosťou 0,1%
- hmotnosť svalov s presnosťou 0,1 kg. Táto funkcia ukazuje hmotnosť priečne pruhovaných a hladkých svalov, vrátane vody v nich obsiahnutej
- hmotnosť kostí s presnosťou 0,1 kg
- metabolický vek - táto funkcia ukazuje priemerný vek metabolizmu. Ak je metabolický vek vyšší ako skutočný vek, znamená to, že je potrebné zlepšiť bazálny metabolizmus. Zvýšená telesná aktivita môže pomôcť zväčšiť objem svalového tkaniva a znížiť metabolický vek
- množstvo telesnej tekutiny v % (voda)
- viscerálny (medziorgánový) tuk s indikátorom zdravia
- bazálna metabolická spotreba kcal/kJ
- celková fyzická kondícia – táto funkcia vyhodnocuje zloženie tela tým, že porovnáva množstvo telesného tuku a svalovej hmoty [44].



Obrázok 9 Váha Tanita

4.2.2. Vplyv menštruačného cyklu na výkon pri cvičení XBody

Na skupine piatich žien bol počas výskumu sledovaný aj vplyv menštruačného cyklu na výkon pri cvičení XBody, pričom porovnávané boli výsledky vo folikulárnej fáze, počas ovulácie a v luteálnej fáze cyklu.

Výkon bol monitorovaný inteligentnými hodinkami Amazfit GTS (A1914-RP), ktoré sú vybavené vysoko presným optickým snímačom srdcovej frekvencie - Biotracker™ PPG, ktorý sleduje srdcovú frekvenciu nepretržite počas celého tréningu. Následne je možné v aplikácii prislúchajúcej k hodinkám vidieť množstvo spálených kalórií, maximálny tep a priemerný tep počas cvičenia a taktiež graf celého výkonu.

Žena počas svojho života prechádza rôznymi obdobiami, pre ktoré sú charakteristické fyziologické i hormonálne zmeny. Menštruácia patrí medzi cirkatrigintánne rytmy (rytmy s periódou okolo 30 ± 5

dní), do ktorých je zahrnutá ováriálna aktivita žien. Rytmické zmeny menštruačného cyklu v činnosti organizmu ženy sú riadené vnútornými endogénnymi a vonkajšími exogénnymi faktormi, ktoré sa môžu podieľať na poruchách menštruačného cyklu v každom vekovom období ženy [44].

Menštruačný cyklus v každej svojej fáze ovplyvňuje telo ako celok, a to je treba reflektovať aj pri cvičení. Významný a opäť trochu iný vplyv má aj ovulácie alebo luteálna fáza. V prípade, že žena intenzívne športuje počas menštruácie, môže si privodiť poruchy menštruačného cyklu - konkrétne oligomenorrhea (zníženie frekvencie menštruácie) a amenorrhea (absencia menštruácie). Už dlhú dobu je známe, že obe tieto poruchy sa objavujú u žien, ktoré sa venujú športu intenzívne. Vstupuje tu do hry celý rad faktorov, takže u niekoho sa môžu problémy s menštruačným cyklom objaviť a u niekoho nie. Z rôznych výskumov vyplýva, že cvičenie v čase menštruácie a ovulácie je väčšou záťažou než inokedy. Je to pravdepodobne spôsobené zvýšenou hladinou hormónu relaxínu, ktorý sa pri ovulácii uvoľňuje [46].

Rozlišujú sa 4 fázy menštruačného cyklu:

1. **Menštruačná fáza** trvá zvyčajne 1 až 5 dní. Prvým dňom je označovaný prvý deň krvácania, kedy sa z tela vyplavuje sliznica maternice a s ňou aj neoplozené vajíčko. Typické sú pre túto fázu bolesti v podbrušku, ktoré spôsobujú kontrakcie svaloviny maternice. Ženy tiež môžu byť viac unavené a mať menšiu potrebu komunikovať.
2. **Folikulárna fáza** začína v prvý deň cyklu spoločne s menštruáciou. Jej koniec je ale až zhruba po 14 dňoch. Počas folikulárnej fázy vylučuje ženské telo hormón, ktorý stimuluje rast vaječných buniek vo vaječníkoch. Folikul produkuje estrogény, vďaka ktorým hrubne výstelka maternice a pripravuje sa tak na prípadné tehotenstvo.
3. **Ovulačná fáza** sa zvyčajne objavuje niekedy okolo 12. dňa cyklu a trvať môže až 48 hodín. Zrelé vajíčko je z folikulu uvoľnené do vajcovodu, odkiaľ putuje až do maternice. V tejto fáze má žena najviac energie.
4. **Luteálna fáza.** Z folikulu sa stáva žlté teliesko. Pokiaľ dôjde k oplodneniu, začne telo produkovať tehotenský hormón. Pokiaľ k oplodneniu vajíčka nedôjde, teliesko zanikne a cyklus sa uzavrie [47].




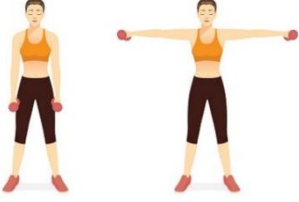
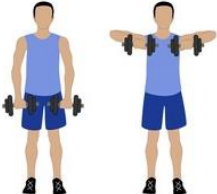
V luteálnej (ovulačnej) fáze, nastáva v ženskom tele zvýšenie koncentrácie estrogénu v porovnaní s progesterónom, v dôsledku čoho dochádza k zlepšeniu vytrvalostného výkonu na rozdiel od folikulárnej (menštruačnej) fázy. Neskorá folikulárna fáza cyklu, charakterizovaná predovšetkým nárastom estrogénu a poklesom progesterónu, má taktiež tendenciu pozitívne vplyvať na fyzický výkon. Jednotlivé fázy menštruačného cyklu teda môžu v dôsledku zmien hladiny hormónov výrazne pôsobiť na zmeny v metabolizme ženského tela a výkon pri cvičení [17].








4.2.3. Cviky

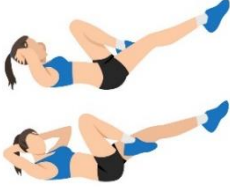

Samotné cvičenie XBody trvá 20 minút. Cvičiaca osoba má oblečený špeciálny oblek, pomocou ktorého dostáva slabé elektrické impulzy stimulujúce svalstvo tela. Elektrické impulzy sú korigované trénerom, ktorý po celú dobu cvičenia komunikuje s klientom a prispôbuje silu impulzov jeho výkonu a požiadavkám.

Každý cvik je opakovaný po dobu približne 30 sekúnd, niektoré sa opakujú dvakrát.

Vykonávané cviky:

jumping jacks	
beh na mieste	
výpady dozadu	
upaženie so závažím	
prítiah pod prsia so závažím	

predpaženie so závažím	
drepy	
drepy s rotáciou trupu	
horolezec	
horolezec s rotáciou (koleno k opačnému lakťu)	
pozícia medveď (držanie)	
brušák (kmitanie)	

bicykel	
pozícia loď (držanie)	

Tabuľka 3 Vykonávané cviky

5. Aplikácia výsledkov do praxe

Probandky mali oblečený špeciálny oblek s elektródami umiestnenými na stehnách, ramenách, bruchu, hrudi a chrbte, v ktorom absolvovali dvadsať minút dlhé cvičenie pozostávajúce z cvikov uvedených v Tabuľke 3. Oblek bol po celý čas cvičenia pripojený k ovládaciemu pultu, cez ktorý trénerka každej z cvičiacich individuálne prispôbovala silu elektrických impulzov podľa jej pocitov a požiadaviek počas tréningu.



Obrázok 10 Probandka v obleku pre XBody

5.1. Účinky XBody na metabolizmus žien

Cvičenie prebiehalo dvakrát týždenne. V Tabuľke 4 je možné vidieť hodnoty namerané pred prvým tréningom a hodnoty namerané po desiatich tréningoch, u desiatich žien vo veku od 22 do 34 rokov:

Hmotnosť a obvodové miery													
p.č.	vek	hmotnosť [kg]		hrudník [cm]		pás [cm]		boky [cm]		stehno [cm]		biceps [cm]	
		1.	10.	1.	10.	1.	10.	1.	10.	1.	10.	1.	10.
1.	22	71,2	69	90	87,5	81,5	79,5	110	108	60,5	56	31,5	30
2.	25	69,3	66	88	86,5	78	76	95,5	93	54	48,5	28	26,5
3.	26	74,7	74,5	86,7	86	80,3	79,1	107,1	106	65,1	63,7	29,7	28,7
4.	27	84,9	83	104,1	103	84,8	84,5	105,8	104,4	63,4	61,6	29,7	29,9
5.	28	73,2	65,1	91,5	87,5	80	76	104	98,5	57,1	54,9	30,3	28,5
6.	28	74	67,2	91,5	88	80	75,5	104	101	56	54,6	30,3	29,6
7.	32	113,1	111,4	118	115,9	109,7	101,8	133	132,6	72,3	70,3	37,1	35,8
8.	32	74	72,4	91,8	88,5	80,9	80,3	113,1	113,5	67,4	68,8	32,3	32,2
9.	34	75,1	72,8	91,5	89,7	81	80,1	108	103,8	62,7	61,1	28,4	28,2
10.	34	89,7	87,5	107	106	96,1	94,1	114,7	113,8	63,7	62,8	29,6	29,1

Tabuľka 4 Hmotnosť a obvodové miery po desiatich tréningoch

Probandkam sa podarilo po prvých desiatich tréningoch schudnúť priemerne 3,03 kg, pričom ako je možné vidieť v Tabuľke 5, najväčší nameraný hmotnostný rozdiel bol až 8,1 kg.

Z meraných obvodových hodnôt je možné vyhodnotiť, že najväčší priemerný úbytok tuku v cm bol v oblasti pásu, kde najväčší nameraný rozdiel dosiahol až 7,9 cm. Najmenší priemerný úbytok tuku v cm bol v oblasti bicepsu, kde obvod jednej z probandiek dokonca vzrástol o 0,2cm, čo bolo pravdepodobne spôsobené nárastom svalu vďaka cvičeniu.

p.č.	hmotnosť [kg]	hrudník [cm]	pás [cm]	boky [cm]	stehno [cm]	biceps [cm]
1.	-2,2	-2,5	-2	-2	-4,5	-1,5
2.	-3,3	-1,5	-2	-2,5	-5,5	-1,5
3.	-0,2	-0,7	-1,2	-1,1	-1,4	-1
4.	-1,9	-1,1	-0,3	-1,4	-1,8	0,2
5.	-8,1	-4	-4	-5,5	-2,2	-1,8
6.	-6,8	-3,5	-4,5	-3	-1,4	-0,7
7.	-1,7	-2,1	-7,9	-0,4	-2	-1,3
8.	-1,6	-3,3	-0,6	0,4	1,4	-0,1
9.	-2,3	-1,8	-0,9	-4,2	-1,6	-0,2
10.	-2,2	-1	-2	-0,9	-0,9	-0,5
priemer:	-3,03	-2,15	-2,54	-2,06	-1,99	-0,84

Tabuľka 5 Výsledky po desiatich tréningoch

V Tabuľke 6 je možné vidieť hodnoty merané váhou Tanita, konkrétne metabolický vek, percento viscerálneho tuku, hmotnosť svalov, BMI index a percento tuku – celkové, hornej končatiny a dolnej končatiny.

Meranie váhou Tanita															
p.č.	vek	metabolický vek		visceral tuk [%]		svalstvo [kg]		BMI		tuk [%]					
										celkové %		HK		DK	
		1.	10.	1.	10.	1.	10.	1.	10.	1.	10.	1.	10.	1.	10.
1.	22	29	23	25,2	22,3	43,7	42,9	21	19,7	27,5	25	23,2	17,9	33,4	32,3
2.	25	30	29	25,5	24,2	45	44,3	21,4	21,2	27,8	27,2	22,7	23,6	33,4	34,5
3.	26	62	59	40,1	37	42	43,7	25,5	25,5	40,7	38,3	36,7	37,2	43	41,7
4.	27	44	40	30,1	30,5	53,4	53,3	29	28,4	33,8	32,3	34,6	33,3	39	39,8
5.	28	33	27	27,4	24,6	46,8	47,1	23,9	22,7	30,1	28,4	23,9	21,6	35,3	34,3
6.	28	56	53	33,6	31,1	44,5	47,4	24,5	25,4	36	34,2	29,9	29,9	43,3	40,9
7.	32	46	46	50,4	46,3	51,4	54	44,7	43,5	52,1	49	59,2	58	52,2	49,5
8.	32	46	47	37,8	36,2	48,9	50,6	27,5	28	33,9	37,8	36,4	35,1	41,8	41,5
9.	34	37	35	28,5	28,2	49,2	48,2	24,8	24,1	31	30,2	28,2	25,1	35,6	34,2
10.	34	49	49	40,4	42,6	51	48,3	28,3	27,6	40,1	41,9	39,6	40,4	39,4	41,5

Tabuľka 6 Meranie váhou Tanita

Ako je možné vidieť v Tabuľke 7, probandkam sa podarilo znížiť ich metabolický vek priemerne o dva a pol roka, pričom najvyšší úbytok bol až šesť rokov.

Množstvo viscerálneho tuku u probandiek kleslo priemerne o 1,6%.

Viscerálny tuk je tuk, ktorý je uložený okolo vnútrobrušných orgánov a na peritoneu (podbrušnici). Tento viscerálny tuk charakterizuje zvýšený obrat voľných mastných kyselín a ich zvýšený tok do pečene. Dôsledkom toho je znížený účinok inzulínu v pečeni, čo vedie k zvýšenej glukoneogéneze a typickej dyslipidémii (zvýšené triglyceridy a znížený HDL cholesterol). Podľa viacerých štúdií sa v posledných rokoch množia dôkazy o tom, že voľné mastné kyseliny sú rozhodujúcim faktorom vzniku inzulínovej rezistencie aj v kostrových svaloch, kde potláčajú transport glukózy do buniek znížením translokácie GLUT4 (špecifický glukózový transportér v bunkovej membráne), čo spôsobuje zníženie syntézy glykogénu. Znížená syntéza glykogénu má rozhodujúcu úlohu pri vzniku inzulínovej rezistencie [48].

V Tabuľke 7 je možné vidieť, že úbytok tuku v oblasti horných končatín bol až 2,5-krát vyšší ako v oblasti dolných končatín.

Probandkam sa podarilo nabrať priemerne 0,4kg svalstva. Najväčší svalový prírastok bol 2,9 kg a to len po desiatich tréningoch v trvaní 20 minút, čiže po 200 minútach cvičenia.

p.č.	metabolický vek	visceral tuk [%]	svalstvo [kg]	BMI	tuk [%]		
					celkové %	HK	DK
1.	-6	-2,9	-0,8	-1,3	-2,5	-5,3	-1,1
2.	-1	-1,3	-0,7	-0,2	-0,6	0,9	1,1
3.	-3	-3,1	1,7	0	-2,4	0,5	-1,3
4.	-4	0,4	-0,1	-0,6	-1,5	-1,3	0,8
5.	-6	-2,8	0,3	-1,2	-1,7	-2,3	-1
6.	-3	-2,5	2,9	0,9	-1,8	0	-2,4
7.	0	-4,1	2,6	-1,2	-3,1	-1,2	-2,7
8.	1	-1,6	1,7	0,5	3,9	-1,3	-0,3
9.	-2	-0,3	-1	-0,7	-0,8	-3,1	-1,4
10.	0	2,2	-2,7	-0,7	1,8	0,8	2,1
priemer:	-2,4	-1,6	0,39	-0,45	-0,87	-1,23	-0,62

Tabuľka 7 Výsledky po desiatich tréningoch merané váhou Tanita

Niektoré z probandiek v tréningoch naďalej pokračovali dvakrát týždenne. Po pätnástich tréningoch od začiatku výskumu opäť prebehlo meranie a dosiahli výsledky:

Probandka č.1				
	1.tréning	10.tréning	15.tréning	výsledok
hmotnosť [kg]	71,2	69	66,4	-4,8
pás [cm]	81,5	79,5	78	-3,5
boky [cm]	110	108	104	-6
stehno [cm]	60,5	56	52,5	-8
biceps [cm]	29,5	28	26,5	-3

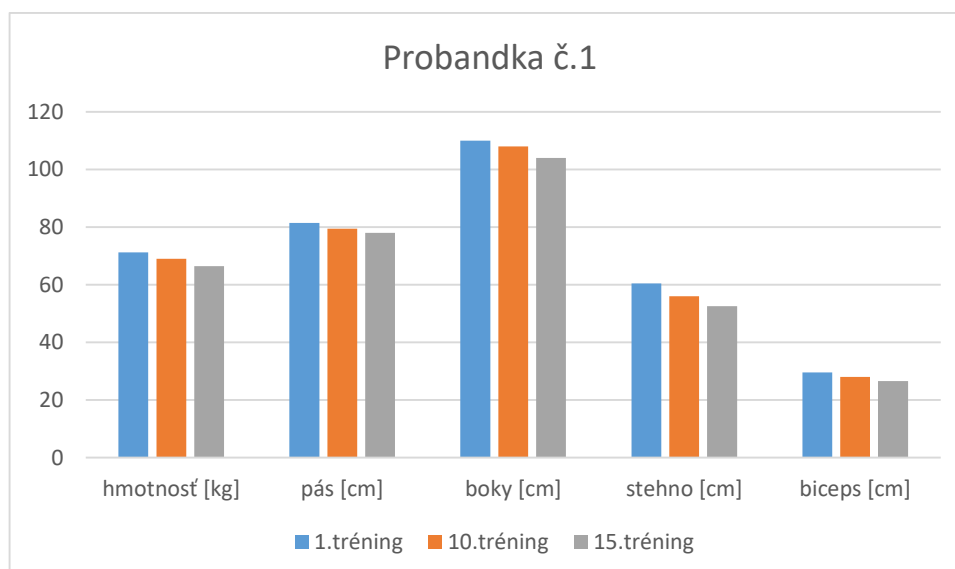
Tabuľka 8 Výsledky probandky č.1

Probandka č.7				
	1.tréning	10.tréning	15.tréning	výsledok
hmotnosť [kg]	113,1	111,4	109,6	-3,5
pás [cm]	109,7	101,8	100,6	-9,1
boky [cm]	133	132,6	131,1	-1,9
stehno [cm]	72,3	70,3	71,7	-0,6
biceps [cm]	37,1	35,8	34,6	-2,5

Tabuľka 9 Výsledky probandky č.7

Ako je možné vidieť v grafoch výsledkov, pri pokračovaní v pravidelnom tréningu dvakrát týždenne naďalej dochádzalo k znižovaniu hmotnosti aj množstva tuku v obvodových mierach.

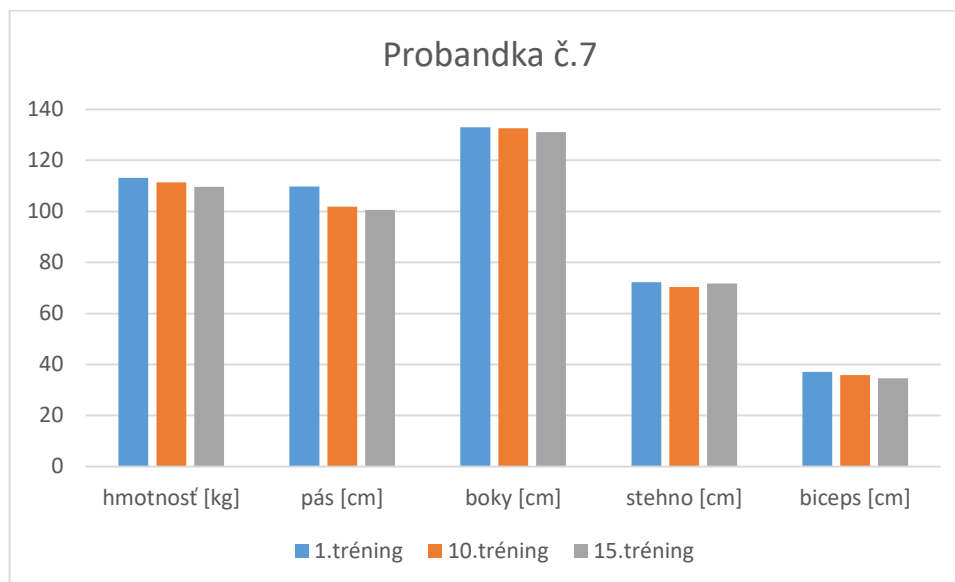
U probandky č.1 došlo k úbytku tuku v cm približne v rovnakej miere na všetkých meraných partiách.



Obrázok 11 Graf výsledkov probandky č.1

U probandky č.7 je možné vidieť, že tuk ubúdala rýchlejšie na hornej časti tela – v oblasti pásu a bicepsu a pomalšie na dolnej časti tela – v oblasti bokov a stehien. Keďže tréning bol zameraný na

celé telo, vzniknuté odlišnosti nemohli byť spôsobené zanedbaním cvičenia niektorých telesných partií. Tieto odlišnosti súvisia s typom postavy probandky. Na základe mnohých výskumov je možné skonštatovať, že každá osoba má časť tela, na ktorej sa tuk hromadí vo väčšej miere a je ťažšie ho odstrániť a časť tela z ktorej dokáže chudnúť rýchlejšie. Je to prirodzený jav.



Obrázok 12 Graf výsledkov probandky č.7

Gény ovplyvňujú nielen tvar postavy, ale aj telesnú hmotnosť, spracovanie potravy a aj rozloženie telesného tuku. Sú určitou pracovnou jednotkou našej DNA a dedíme ich po rodičoch alebo prarodičoch. Gény ovplyvňujú ukladanie tuku v tukových bunkách, hospodárenie s energiou a jej výdaj pri svalovej práci aj v pokojnom režime alebo chuťové preferencie. Dedí sa tiež citlivosť voči inzulínu alebo temperament súvisiaci s mierou pohybu a fyzickej aktivity a tým opäť s energetickým výdajom [49].

5.2. Vplyv menštruačného cyklu na výkon pri cvičení XBody

Z hodnôt získaných meraním fitness hodinkami počas prvých desiatich tréningov – množstvo spálených kalórií, výška maximálneho tepu a priemerného tepu - boli vytvorené priemerné hodnoty pre jednotlivé probandky, ktoré sú uvedené v Tabuľke 10. Následne boli vyrátané priemerné hodnoty výsledkov pre každú fázu cyklu.

Srdcová frekvencia vyjadruje počet úderov srdca za 1 minútu.

Vplyv menštruačného cyklu na cvičenie									
p.č.	folikulárna fáza			ovulácia			luteálna fáza		
	kcal	max. tep	priem. tep	kcal	max. tep	priem. tep	kcal	max. tep	priem. tep
1.	102	162	117	141	170	126	115	165	119
2.	156	172	116	200	183	150	167	178	113
3.	156	191	135	200	185	162	146	178	126
4.	131	168	131	156	172	131	154	172	125
5.	174	184	159	214	179	147	144	176	129
priemer	143,8	175,4	131,6	182,2	177,8	143,2	145,2	173,8	122,4

Tabuľka 10 Vplyv menštruačného cyklu na cvičenie

Z nameraných výsledkov je možné posúdiť, že počas ovulácie probandky spálili výrazne väčšie množstvo kalórií, ako v luteálnej a folikulárnej fáze, pričom stále podstupovali rovnaký tréning a nedošlo k výrazným odlišnostiam v maximálnej tepovej frekvencii počas cvičenia.

Avšak v hodnotách priemerného tepu je možné vidieť rozdiely. Počas ovulácie sa hodnota priemerného tepu zvýšila až o 20 úderov za minútu. Probandky boli schopné zvýšiť svoj výkon a vytrvať vo fáze maximálneho tepu po dlhšiu dobu ako tesne pred menštruáciou, kde ich energetická hladina naopak klesla a skôr znížili svoj výkon.

Napr. v grafoch z fitness hodínok na Obrázku 13 je možné vidieť krivky tepovej frekvencie počas rovnakého tréningu v troch fázach cyklu u jednej z probandiek:



Obrázok 13 Grafy z fitness hodínok – folikulárna fáza, ovulácia, luteálna fáza

Na grafoch je možné jasne vidieť, že počas ovulácie probandka najdlhšie vytrvala vo vysokej tepovej frekvencii, zatiaľ čo vo folikulárnej a luteálnej fáze skôr poľavila vo výkone a teda tep začal klesať a následne sa udržiaval v nižších hodnotách.

Fáza cyklu teda naozaj má vplyv na výkon žien pri cvičení. Z výsledkov je možné vyhodnotiť, že najvyšší výkon sú ženy schopné podať počas ovulácie. Výsledky z folikulárnej a luteálnej fázy sa veľmi výrazne nelíšia.

6. Diskusia

Na základe výsledkov experimentu je možné skonštatovať, že využitie elektromyostimulácie pri cvičení skutočne má význam. Len 40 minút cvičenia týždenne dokázalo pozitívne ovplyvniť metabolizmus probandiek a aj keď sa ich hmotnosť znížila po desiatich tréningoch priemerne len o 3 kg, v obvodových mierach došlo k výraznejším zmenám, teda dosiahli pozitívne vizuálne zmeny na postave, čo je z psychologického hľadiska dôležitejšie ako číslo na váhe.

Z dôvodu pandémie a opakovaných zatváraní fitnesscentier počas karanténnych období nebolo možné podstúpiť experiment v dlhšom rozsahu. Do budúcnosti by bolo vhodné pokračovať v pravidelnom cvičení XBody po dlhšiu dobu, aby bolo možné zistiť či po istom počte tréningov dôjde k vytvoreniu návyku tela na záťaž a chudnutie sa spomalí alebo či vďaka elektromyostimulácii bude chudnutie konštantne pokračovať.

Experiment by taktiež bolo vhodné vykonať na väčšej vzorke žien, čo kvôli kapacitným opatreniam vo fitnesscentrách v období vykonávania meraní nebolo možné.

Každá žena je iná a jej cyklus je tiež jedinečný a nie je jednoduché ho veľmi ovplyvniť. U niektorých žien - najmä ak ide o blízke kamarátky, matku a dcéru či sestry, prípadne spolubývajúce - sa môže stať, že sa cyklus zosynchronizuje a ženy ho majú približne v rovnakom čase, hoci predtým tomu tak nebolo. Prvýkrát si tento jav všimla a začala sa ním zaoberať Martha McClintock v roku 1971. Pozorovala väčší počet dievčat žijúcich spoločne na internáte a všimla si, že časom sa ich cykly zharmonizovali a dievčatá menštruovali približne v rovnakom čase. Podľa Marthy nešlo o náhodu a tento jav bol zapríčinený feromónmi, ktoré ženy vylučujú počas ovulácie. Tieto feromóny podľa nej spôsobujú, že cykly žien sa predĺžia alebo skrátia, aby sa mohli zosynchronizovať.

Fenomén synchronizácie menštruácie viedol k ďalším štúdiám a pozorovaniam. Jedna veľká štúdia prebehla v roku 2006 u 186 čínskych žien, ktoré spolu žili na internáte po dobu jedného roka. U týchto žien však nedošlo k synchronizácii. Synchronizácia menštruácie u blízkych žien sa teda javí skôr ako vec náhody a nemá nejaký vedecký základ ani odôvodnenie [50].

Či už je synchronizácia menštruácie skutočná alebo je to len náhoda, bolo by ideálne vykonať pozorovanie vplyvu menštruačného cyklu na výkon pri cvičení na skupine žien s rovnakým cyklom, napr. pracovná skupina, spolubývajúce alebo rodinné príslušníčky, ktoré by boli zosynchronizované, aby od prvého tréningu boli pre všetky z nich nastolené identické podmienky a aby nedošlo k rozdielom pri meraní vzniknutým s postupne sa zlepšujúcou kondíciou.

Podľa štúdie publikovanej v časopise Archives of Gynecology and Obstetrics, hormonálne výkyvy počas menštruačného cyklu zohrávajú kľúčovú úlohu v reakciách tela, vrátane emócií, chuti do

jedla, myšlienkových procesov a podobne. Štúdia ukázala, že najvyššiu úroveň pohody a sebaúcty ženy hlásili uprostred cyklu a zvýšené pocity úzkosti, nepriateľstva a depresie pred menštruáciou [50].

Na základe rozhovorov s účastníčkami výskumu bolo potvrdené, že počas mesiaca ich energetická hladina skutočne kolísala. Potvrdilo sa, že uprostred cyklu – najmä počas ovulácie - podali najlepší výkon a cvičenie im pripadalo ľahšie zvládnuteľné. Naopak, tesne pred menštruáciou sa cítili unavené, cvičenie im pripadalo náročnejšie, niektoré dokonca pociťovali závrate a miernu nevoľnosť – najmä v úvodnej kardio časti pozostávajúcej z jumping jacks a behu na mieste, pri ktorej dochádza k výraznému zvýšeniu srdcového tepu.

Fáza cyklu mala vplyv aj na psychickú stránku a to najmä čo sa týka motivácie cvičiť. Uprostred cyklu prejavili probandky najväčšie nadšenie zapojiť sa do tréningu, zatiaľ čo pred menštruáciou bolo pre nich ťažšie prekonať sa.

Záver

V súčasnosti je u ľudí rozšírené používanie zariadení určených na monitorovanie fyziologických parametrov, ako srdcový tep, teplota pokožky, počet krokov či energetický výdaj počas výkonu rôznych športových, fyzických a iných aktivít počas dňa. Na zaznamenávanie a vyhodnocovanie týchto údajov je k dispozícii mnoho zariadení monitorujúcich metabolizmus človeka či už z krvi, z dychu alebo z povrchu tela (najčastejšie meraním srdcového tepu).

Je však dôležité brať do úvahy presnosť týchto zariadení, pretože všetky neistoty merania ovplyvňujú získané výsledky.

Keďže väčšina zariadení umožňuje len statické meranie, nie sú využiteľné pre športovcov počas tréningu alebo cvičenia. Avšak čoraz populárnejšie fitness hodinky a náramky meranie počas cvičenia umožňujú a preto boli využité aj v experimentálnej časti tohto výskumu.

Na základe výsledkov experimentu bolo potvrdené, že využitie elektromyostimulácie pri cvičení má pozitívne účinky na metabolizmus žien, u ktorých po desiatich tréningoch boli namerané zmeny v hmotnosti a predovšetkým v obvodových mierach. U probandiek došlo k zníženiu množstva tuku v tele a k rozvoju svalstva. Dosiahli teda pozitívne vizuálne zmeny na postave, čo je z psychologického hľadiska dôležitejším výsledkom ako zníženie hmotnosti.

V druhej časti výskumu bolo potvrdené, že počas mesiaca energetická hladina žien skutočne kolíše. Potvrdilo sa, že uprostred cyklu - najmä počas ovulácie - podali najlepší výkon a cvičenie im pripadalo ľahšie zvládnuteľné. Naopak, tesne pred menštruáciou sa cítili unavené, cvičenie im pripadalo náročnejšie. Fáza cyklu mala vplyv aj na psychickú stránku a to najmä čo sa týka motivácie cvičiť. Uprostred cyklu prejavili účastníčky najväčšie nadšenie zapojiť sa do tréningu, zatiaľ čo pred menštruáciou bolo pre nich ťažšie prekonať sa.

Zoznam použitej literatúry

- [1]. VAN AALST, June, et al. Long-term Ashtanga yoga practice decreases medial temporal and brainstem glucose metabolism in relation to years of experience. *EJNMMI research*, 2020, 10: 1-8.
- [2]. KIM, Sun-Ho; SUL, Jae-Kwang. Effect of Pilates· Yoga complex treatment on Body Image, Muscle Mass and Basal Metabolism in Female College Student. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*, 2021, 811-817.
- [3]. YAZDANPARAST, Farideh, et al. Comparing between the effect of energy-restricted diet and yoga on the resting metabolic rate, anthropometric indices, and serum adipokine levels in overweight and obese staff women. *Journal of Research in Medical Sciences: The Official Journal of Isfahan University of Medical Sciences*, 2020, 25.
- [4]. WORKOUT, Fat Loss Training Wars; ROW, Bent Over Barbell. *Fat Loss Wars: Cardio vs Weight Training!*. Power, 2021.
- [5]. PRAKSCH, Dora, et al. Impact of home-and center-based physical training program on cardio-metabolic health and IGF-1 level in elderly women. *European Review of Aging and Physical Activity*, 2019, 16.1: 1-8.
- [6]. LIRA, F. S., et al. Impact of 5-week high-intensity interval training on indices of cardio metabolic health in men. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 2019, 13.2: 1359-1364.
- [7]. AMOZADEH, Hajar; SHABANI, Ramin; NAZARI, Marzieh. The effect of aerobic training and green tea supplementation on cardio metabolic risk factors in overweight and obese females: a randomized trial. *International journal of endocrinology and metabolism*, 2018, 16.4.
- [8]. Ako robiť správne silový tréning a tréningový plán, ktorý dostane do formy mužov i ženy. [Online] Fitness revolution. 2019. Dostupné na internete: <https://fitnessrevolution.sk/silovy-trening/>
- [9]. GÖRNER, Karol; REINEKE, Alexa. The influence of endurance and strength training on body composition and physical fitness in female students. *Journal of Physical Education and Sport*, 2020, 20: 2013-2020.
- [10]. SONCHAN, Wirat; MOUNGMEE, Pratoom; SOOTMONGKOL, Anek. The effects of a circuit training program on muscle strength, agility, anaerobic performance and cardiovascular endurance. *International Journal of Medical, Health, Biomedical, Bioengineering and Pharmaceutical Engineering*, 2017, 11.4: 170-173.

- [11]. Výživa a metabolizmus. [Online] Biopedia. 2021. Dostupné na internete: <https://biopedia.sk/clovek/vyziva-a-metabolizmus>
- [12]. IMRICHOVÁ, Tamara. Vplyv fyzickej aktivity na parametre energetického metabolizmu tehotných a dojčiacich žien. 2020.
- [13]. TICHÁ, V. Bazální metabolismus u polytraumatických pacientů, Hradec Králové, 2011.
- [14]. Výživová hodnota stravy. Dostupné na internete: https://zona.fmed.uniba.sk/fileadmin/lf/sucasti/Teoreticke_ustavy/Fyziologicky_ustav/Pr_ednaska_4_Vyzivova_hodnota_potravny.pdf
- [15]. NEVEČEŘALOVÁ, N. Muži chudnú ľahšie ako ženy! Ale prečo je ich nadváha nebezpečnejšia? [Online] Ketodiet CZ s.r.o. 2019, 25.3. Dostupné na internete: <https://www.ketodiet.sk/clanky/blog/muzi-chudnu-lahsie-ako-zeny-ale-preco-je-ich-nadvaha-nebezpecnejsia/>
- [16]. KOSKOVÁ, M. Komparace jednotlivých metod určování bazálního metabolismu, Univerzita Karlova, 2018.
- [17]. OOSTHUYSE, Tanja; BOSCH, Andrew N. The effect of the menstrual cycle on exercise metabolism. Sports medicine, 2010, 40.3: 207-227.
- [18]. LUPTÁKOVÁ, RNDr Lenka. Biológia reprodukčného a postreprodukčného veku žien. Bratislava: 2014.
- [19]. Glukóza [online]. Encyclopaedia Beliana, ISBN 978-80-89524-30-3. [cit. 2021-04-16]. Dostupné na internete: <https://beliana.sav.sk/heslo/glukoza>
- [20]. BÖHMEROVÁ, Ľubica; ŠMÍDA, Matej. Intenzita aeróbného zaťaženia na veslárskom trénažeri a hladina krvného cukru. VEDECKÉ PRÁCE KSSaP 2015, 32.
- [21]. KUBISOVÁ, Petra. Netradičné zdroje proteínu a možnosti jejich aplikace. Brno: 2019.
- [22]. KOBULNICKÝ, Matúš. Prečo a koľko prijímať bielkovín. Best body [online]. Dostupné z: <https://bestbody.sk/prijem-bielkovin-mnozstvo/>
- [23]. CAHAL Ján. 2012. Doplnky stravy: Nevyhnutnosť vo svete fitness. Muscle & Fitness. XXII (261).
- [24]. KRÁĽOVÁ, Dominika, Bc. Teória a prax, farmaceutický laborant, 2018, august, str.: 18–21.
- [25]. ROUBÍK, Lukáš. Moderní výživa ve fitness a silových sportech. Praha: Erasport, 2018. ISBN 9788090568556.
- [26]. KOTVAS, Dávid. Moderná výživa vo fitness a silových športoch. Praha: 2020.

- [27]. Bottek, M., Neuls, F. a Klimešová, I. 2017. Fyziologie pro tělovýchovné obory: (vybrané kapitoly). Skripta. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2017. s. 18-20. ISBN 978-80-244-5307-1.
- [28]. Holeček, M. 2016. Regulace metabolismu základních živin u člověka, 2. vydání. Praha: Karolinum, 2016. s. 78-81. ISBN 978-80-246-2976-6.
- [29]. ACOG Committee Opinion No. 650. 2015. ACOG Committee Opinion No. 650: Physical Activity and Exercise During Pregnancy and the Postpartum Period. 2015, 126, 6, s. 135-142.
- [30]. HHS. 2018. Physical Activity Guidelines for Americans 2nd edition. 2018. s. 8-85.
- [31]. STRAŠIL, Bc Jan. PITNÝ REŽIM A STAV HYDRATAČE U VYSOKOŠKOLSKÝCH STUDENTŮ. Olomouc: 2019.
- [32]. BERGENDIOVÁ, Katarína. Otuzovanie a zdravie. [Online] ImunoVital Centrum s.r.o. 2020, 4.12. Dostupné na internete: <https://www.imunovital.sk/odborne-clanky/pre-sportovcov/otuzovanie-zdravotne-benefit>
- [33]. SCALISE, Lorenzo; COSOLI, Gloria. Wearables for health and fitness: Measurement characteristics and accuracy. In: 2018 IEEE international instrumentation and measurement technology conference (I2MTC). IEEE, 2018.
- [34]. XIE, Junqing, et al. Evaluating the validity of current mainstream wearable devices in fitness tracking under various physical activities: comparative study. JMIR mHealth and uHealth, 2018, 6.4.
- [35]. STRUHÁROVÁ, M. Je fitness náramok naozaj pomocník alebo len výstrelok módy? [Online] Kombomedia s.r.o. 2018, 25.7. Dostupné na internete: <https://kombo.sk/fitness-naramok-funkcie-chudnutie/>
- [36]. MILAN. Fitness náramky. Ako presne merajú spálené kalórie, pulz, či spánok? [Online] LEPSIDEN.SK. 2019, 24.1. Dostupné na internete: <https://lepsiden.sk/fitness-naramky-ako-presne-meraju/>
- [37]. ŠVANCÁR, Slavomír. eDiaMonitor: Mobilní aplikace pro monitorování průběhu onemocnění diabetes mellitus. 2016.
- [38]. PEAKE, Jonathan M.; KERR, Graham; SULLIVAN, John P. A critical review of consumer wearables, mobile applications, and equipment for providing biofeedback, monitoring stress, and sleep in physically active populations. *Frontiers in physiology*, 2018, 9: 743.
- [39]. KRICKA, Larry J.; WIENCEK, Joe; FORTINA, Paolo. Breath acetone. 2021.

- [40]. WILLIAMS. Top 5 Devices To Track Your Metabolism [Online] METABOLISM.TODAY. 2020, 20.6. Dostupné na internete: <https://metabolism.today/top-metabolism-devices-today/>
- [41]. What is LEVL? [Online] LEVLNOW.COM. 2018. Dostupné na internete: <https://levlnow.com/>
- [42]. Produkt Aria 2. [Online] SYNTETICS. 2020. Dostupné na internete: <https://www.fitbit.sk/aria.html>
- [43]. SIRIEH, S. Čo je XBody. [Online] XBODYREVOLUTION, 2022. Dostupné na internete: <https://xbodyrevolution.sk/co-je-xbody/>
- [44]. Osobná váha s telesnou analýzou TANITA BC 545N. [Online] e-medical.sk, 2022. Dostupné na internete: <https://www.e-medical.sk/vahy-a-tukomery/vaha-s-analyzou-tanita-bc-545/>
- [45]. BENDÍKOVÁ, Elena; DLOUHÝ, Martin. ŠPECIÁLNE CVIČENIA VO VZŤAHU K MENŠTRUAČNÉMU CYKLU ŽIAČOK ZÁKLADNÝCH A STREDNÝCH ŠKÔL. ŠPORTOVÝ EDUKÁTOR, 26.
- [46]. DOSTAL, David. Praktikovať jógu počas menštruácie? [Online] Harmónia Slniečko OZ, Liptovský Mikuláš, 2019. Dostupné na internete: <https://www.mirunka.sk/l/praktikovat-jogu-pocas-menstruacie/>
- [47]. Sznapková, M. Všetko o menštruácii na jednom mieste. [Online] Primulus Group, s.r.o. 25.04.2021 Dostupné na internete: <https://www.feminus.sk/vsetko-o-menstruacii-na-jednom-mieste>
- [48]. KRAHULEC, BORIS. Obezita a niektoré faktory prostredia podporujúce vznik metabolického syndrómu. *Cardiol*, 2005, 14.4: 161-165.
- [49]. Achberger, Michael. Do akej miery dokážeme zmeniť vzhľad našej postavy? 70% tvoria gény, ktoré sme zdedili, tu je vysvetlenie. [Online] Feminity. 18.10.2019 Dostupné na internete: <https://feminity.zoznam.sk/c/906342/do-akej-miery-dokazeme-zmenit-vzhlad-nasej-postavy-70-tvorja-geny-ktore-sme-zdedili-tu-je-vysvetlenie>
- [50]. Hana. Čo je to synchronizácia menštruácie? [Online] News and Media Holding a.s. 24.04.2015 Dostupné na internete: <https://zena.pluska.sk/zdravie-a-krasa/co-je-to-synchronizacia-menstruacie>
- [51]. Vlková, L. Medzi nami ženami: Za všetkým sú hormóny! Ako a prečo je dôležité jesť, cvičiť i žiť v súlade s vlastným cyklom. [Online] Ringier Slovakia Media s.r.o. 03.01.2022 Dostupné na internete: <https://diva.aktuality.sk/clanok/nkc724n/medzi-nami-zenami-za-vsetkym-su-hormony-ako-a-preco-je-dolezite-jest-cvicit-i-zit-v-sulade-s-vlastnym-cyklom/>

Prílohy

Príloha A: CD médium – diplomová práca v elektronickej podobe, prílohy v elektronickej podobe. Účinky cvičenia na metabolizmus žien.