

UNIVERZA V LJUBLJANI

FAKULTETA ZA ŠPORT

## **DIPLOMSKO DELO**

Urška Polc

Ljubljana, 2016



UNIVERZA V LJUBLJANI

FAKULTETA ZA ŠPORT

Športna vzgoja

**MERJENJE PORABE ENERGIJE IGRALCEV BADMINTONA V IGRANJU  
RAZLIČNIH DISCIPLIN**

DIPLOMSKO DELO

MENTOR: prof.dr.Miran Kondrič, prof. šp. vzg.

SOMENTOR: doc. dr. Gregor Starc, prof. šp. vzg.

RECENZENT: izr. prof. dr. Aleš Filipčič, prof. šp. vzg.

AVTORICA: Urška Polc

Ljubljana, 2016

## **ZAHVALA**

*Želela bi se zahvaliti dr. Miran Kondriču za njegov trud in nasvete, ki jih je delil z menoj med pisanjem diplomskega dela. Iskreno bi se zahvalila tudi moji družini, ki me je spremljala skozi celoten študij in me spodbujala. Zahvale grejo tudi prijateljem, ki so sodelovali pri raziskavi.*

*Urška Polc*

**KLJUČNE BESEDE:** poraba energije, badminton, intenzivnost igre, igra dvojic, igra posamezno

## **MERJENJE PORABE ENERGIJE IGRALCEV BADMINTONA V IGRANJU RAZLIČNIH DISCIPLIN**

**Urška Polc**

### **IZVLEČEK**

**Namen:** V uvodnem delu diplomskega dela smo ugotavljali, kateri dejavniki vplivajo na porabo energije pri igralcih badmintonu. Analizirali smo pomembne gibalne sposobnosti, ki jih mora imeti dober igralec badmintonu. Kasneje smo pregledali kako taktika vpliva na porabo energije. V drugem delu smo predstavil izsledke raziskave. Namen raziskave je bil, ugotoviti porabo energije pri igri dvojic in igri posamezno ter ju primerjati. Želeli smo primerjati porabo energije tudi med spoloma, zato smo v raziskavo vključili igralca in igralko badmintonu.

**Metode dela:** Merjenja sta registrirana igralca Badmintonstva Slovenije in dosegata uspehe na državnem in mednarodnem nivoju. Raziskava je bila izvedena avgusta 2016 in je trajala 3 dni. Meritve so potekale v večnamenski dvorani Hlade. Merjenja sta odigrala vsak dan dve tekmi: igro posamezno in igro dvojic. Igralcu in igralki smo pred tekmo namestili merilnik BodyMedia Core na nadlaht. Tekma je potekala po novi obliki štetja, dva seta do 21. Meritve smo ponovili trikrat. **Rezultati:** Povprečna relativna poraba energije pri moških posamezno znaša 41,66 kJ/min, pri moških dvojicah pa 35,62kJ/min. Pri ženskah posamezno je povprečna relativna poraba energije 27,63kJ/min, pri ženskih dvojicah pa 24,95kJ/min. Igra pri moških posamezno se je v povprečju odvijala pri intenzivnosti 8,5 MET, igra dvojic pa pri 7,3 MET. Igra žensk posamezno se je v povprečju odvijala pri intenzivnosti 7,2 MET, igra dvojic pa pri 6,3 MET. Pri moški igri posamezno je bilo v povprečju narejenih 2778 korakov, pri igri dvojic pa 1677. Pri ženski igri posamezno je bilo v povprečju narejenih 1697 korakov, pri igri dvojic pa 1493. **Povzetek:** Sklepamo lahko, da je poraba energije večja pri igri posamezno ne glede na spol. Ugotovili smo tudi, da je igralec badmintonu v primerjavi z igralko porabil več energije tako v igri posamezno kot v igri dvojic.

**KEYWORDS:** energy expenditure, badminton, game intensity, doubles, singles

## **THE MEASUREMENT OF THE ENERGY USE OF BADMINTON PLAYERS REGARDING DIFFERENT DISCIPLINES**

**Urška Polc**

**The aim:** In the introductory part of the thesis, we analysed the factors that influence the energy expenditure of badminton players. We analyzed the important motor abilities that are necessary for every good badminton player. We also studied the effect of sport tactics on the energy expenditure. In the second part, we analysed the findings of our research. The purpose of the research was to discover the energy expenditure during doubles and singles and then compare them. Since we wanted to distinguish the energy use of badminton players according to their gender, we used a female and a male participant. **Methods:** The two individuals are registered badminton players of Badminton Association of Slovenia with great results on national and international competitions. The research took place in August 2016 and it lasted for 3 days. The measurements were done in the sports hall Hlade. Each individual played two matches every day: doubles and singles. A system BodyMedia Core was placed on their upper arm. The match was played according to the new scoring system, where two sets have to be played and the one who first gets 21 points, wins. The measurements were repeated three times. **Results:** The average relative energy expenditure for men singles was 41,66 kJ/min and 36,62kJ/min for men doubles. For women singles, the average relative energy expenditure was 27,63kJ/min, and 24,95 kJ/min for women doubles. The intensity of the match in the discipline of men singles was 8,5 MET, and 7,3 MET of men doubles. The intensity of the match in the discipline of women singles was 7,2 MET, and 6,3 MET of women singles. During the match of men singles, 2778 steps were taken, and 1677 during the doubles. During the match of women singles, 1697 steps were taken, and 1493 during doubles. **Synopsis:** We can conclude that the use of energy is higher during the singles, disregarding the gender. We also established that the male individual spent more energy than a female; this goes for both disciplines.

## KAZALO VSEBINE

<b>UVOD</b> .....	<b>8</b>
<b>1.1 GIBALNE SPOSOBNOSTI</b> .....	<b>9</b>
1.1.1 VZDRŽLJIVOST .....	9
1.1.2 GIBLJIVOST .....	10
1.1.3 MOČ .....	10
1.1.4 HITROST .....	11
1.1.5 PRECIZNOST .....	11
1.1.6 RAVNOTEŽJE .....	12
1.1.7 KOORDINACIJA .....	12
<b>1.2. TAKTIKA</b> .....	<b>13</b>
1.2.1 IGRA POSAMEZNO .....	13
1.2.2. IGRA DVOJIC .....	14
<b>1.3. PORABA ENERGIJE</b> .....	<b>15</b>
1.3.1 POSPEŠKOMETER KOT MERILNIK PORABE ENERGIJE .....	18
<b>1.4. PORABA ENERGIJE PRI BADMINTONU</b> .....	<b>19</b>
1.4.1 PREGLED LITERATURE O PORABI ENERGIJE PRI IGRI BADMINTONA .....	19
1.4.2. PREGLED LITERATURE O INTENZIVNOSTI IGRE PRI BADMINTONU .....	19
<b>1.5. CILJI IN HIPOTEZE</b> .....	<b>21</b>
1.5.1. NAMEN .....	21
1.5.2. CILJI .....	21
1.4.3. HIPOTEZE .....	21
<b>2. METODE DELA</b> .....	<b>22</b>
2.1 PREIZKUŠANCI .....	22
2.2 PRIPOMOČKI .....	22
2.3 POSTOPEK .....	23
<b>3. REZULTATI IN RAZPRAVA</b> .....	<b>24</b>
<b>4. SKLEP</b> .....	<b>29</b>
<b>5. VIRI</b> .....	<b>30</b>

## KAZALO SLIK

Slika 1. Napadalna pozicija .....	15
Slika 2. Obrambna pozicija .....	15
Slika 3. Komponente, ki vplivajo na skupno porabo energije posameznika .....	16
Slika 4. BodyMedia Core .....	22

## UVOD

Badminton je ena najstarejših športnih iger z loparji. Spada med aciklične polistrukturne športne panoge. Bistvo badmintonske igre je vračanje žoge z odbojem z loparjem v nasprotnikovo polje, pri čemer naj ne bi naredili napake, nasprotnik pa naj ne bi mogel žoge vrniti nazaj. Igra je zaradi velikega števila možnosti udarca žoge izjemno odprta, situacije se ne ponavljajo, je nepredvidljiva, dinamična in hitra, zato ta igra zelo pritegne s svojo zanimivostjo (Kondrič, 2008).

Kadar govorimo o badmintonu kot vrhunskem športu, je obravnavan kot najhitrejši šport na svetu. Hitrost žoge med izmenjavo doseže od 1,6 km/h do 400km/h. Leta 2007 na tekmovanju All-England Open je najdaljša izmenjava trajala 92 udarcev v moških dvojicah in je trajala 68 sekund (Grice, 2008).

Prav tako je eden najpopularnejših športov na svetu (Grice, 2008). Cabello-Manrique in Gonzalez-Badillo (2003) sta ugotovila, da je vključitev badmintona na Olimpijske igre, leta 1992 v Barceloni, drastično povečala priljubljenost športa.

Primeren je za vse starostne skupine. Igra se v dvorani kot tekmovalni šport, rekreacijsko pa se lahko igra tudi na prostem (Grice, 2008). Badminton se igra v petih disciplinah: moški in ženske posamezno, moške in ženske dvojice, mešane dvojice. Vsaka zahteva posebno pripravo, tehniko, nadzor in telesno pripravljenost.

Phomsoupha in Laffaye (2015) sta ugotovila, da so igralci badmintona na splošno veliki in vitki. Somatotip telesa je ekto-mezomorf in je primeren za visoke fiziološke zahteve tekme.

Gibalne sposobnosti so tiste človekove lastnosti, ki povzročajo individualne razlike v gibalni uspešnosti posameznikov (Jošt, Dežman in Pustovrh, 1992). Delimo jih na: hitrost, vzdržljivost, moč, koordinacijo, gibljivost, preciznost in ravnotežje (Tomažin, Čoh in Škof, 2001). Martin Krupp pravi: »Igralec badmintona mora imeti vzdržljivost maratonca, hitrost sprinterja, odzivnost skakalca v višino, moč metalca kladiva, udarec kovača, gibčnost artista, reakcijsko sposobnost mečevalca, koncentracijo šahista, psihološko trdnost osvajalca Antarktike, hladnokrvnost minerja, brezobzirnost kolonialnega vladarja, obsedenost alpinista in intuicijo in fantazijo umetnika« (Badminton, 2016).

Igralci vso pozornost usmerijo na perjanice in na nasprotnika, da lahko predvidijo njihov premik. Igralci se z različnimi gibi odzovejo na vizualne informacije. Te zajemajo hitre spremembe smeri, skoke, izpadne korake in hitre gibe rok iz različnih pozicij in drž (Phomsoupha in Laffaye, 2015).

Med tekmo morajo igralci vzdrževati visoko stopnjo intenzitete igre čim dlje. Poraba energije je odvisna od morfoloških dejavnikov in učinkovitega gibanja igralca po igrišču (Phomsoupha in Laffaye, 2015). Ainsworth idr. (2011) so ugotovili, da je tekmovalen badminton izmerjen z intenziteto 7 MET-ov. 1 MET je 1.0 (4.184 kJ)kcal kg<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup>.

Phomseoupha in Laffaye (2015) sta raziskovala različne karakteristike tekme badmintona. Za tekmo pri različnih disciplinah so značilne akcije, ki trajajo zelo kratek čas z visoko intenziteto ter kratkim odmorom. Čas tekme je od 30 minut do 1 ure. Rezultati so pokazali, da je povprečna poraba energije na tekmo, ki traja 30 minut 480 kcal. Čas trajanja igre posamezno je povprečno daljši pri moških posamezno kot pri ženskah posamezno. Povprečen čas izmenjave je 7s in čas počitka 14s. Učinkovit čas izmenjave je pri moških posamezno večji (32,1%) kot pri ženskah posamezno (29,8%). Iz tega lahko sklepamo, da je poraba energije pri moških večja kot ženskah.

Pri analizi tekme, ki sta jo izvedla Alcock in Cable (2009) ni bilo razlik v moči, hitrosti in okretnosti. Prav tako ni bilo razlik v dolžini tekme in dolžini točke. Pokazala se je pri taktiki igre. Igralci v disciplini posamezno, so odigrali 89.6% udarcev v skrajni sprednji del in skrajni zadnji del igrišča (krajšana žoga, dolga udarjena žoga, igra na mreži, dvignjena žoga), medtem ko so igralci dvojic osredotočeni na moč udarcev (smash – tolčena žoga).

## **1.1 GIBALNE SPOSOBNOSTI**

Badminton je zelo zahteven, kompleksen šport. Za igralce badmintona so izjemno pomembne naslednje gibalne sposobnosti: hitrost, preciznost, gibljivost, vzdržljivost, moč in ravnotežje.

### **1.1.1 VZDRŽLJIVOST**

Vzdržljivost je sposobnost prenašanja telesne dejavnosti v obdobju, ki je daljše od ene minute. Višja stopnja vzdržljivosti pomeni tudi hitrejšo regeneracijo.

Ušaj (1997) opisuje tri podtipe vzdržljivosti:

- hitrostno vzdržljivost – navori trajajo od 30 sekund do 3 minut, ki jih športnik premaguje s kar največjo intenzivnostjo, biološka podlaga te sposobnosti so anaerobni energijski procesi;
- dolgotrajno vzdržljivost - navori trajajo od 3 minut do ene ure, biološka osnova so aerobni energijski procesi;
- superdolgotrajno vzdržljivost – navori trajajo več kot 1 uro vse do 8 ur, lahko tudi več. Pomeni, da je intenzivnost nekoliko manjša in potekajo izključno samo aerobni energijski procesi.

Pri badmintonu ne govorimo izključno o aerobnih energijskih procesih ali izključno o anaerobnih energijskih procesih. Badminton je kombinacija visoke intenzitete kratkih izmenjav, kjer poteka anaeroben proces in daljših izmenjav visoke intenzitete, kjer se vključuje aeroben proces. Težko je določiti, kateri energijski proces je bolj pomemben za vrhunske rezultate. Točke so večinoma krajše od 15 sekund in odigrane zelo eksplozivno, takrat je pomemben anaeroben energijski proces. Pogosto se zgodi, da so točke daljše in tako prevzamejo aerobni energijski procesi večjo vlogo.

Raziskave so pokazale, da je 60-70% energije med tekmo pridobljene iz aerobnega energijskega sistema in 30% anaerobnega energijskega sistema (Phomsoupha in Laffaye, 2015).

Na treningu se osredotočajo na razvijanje hitrostne in dolgotrajne vzdržljivosti. Superdolgotrajna nas ne zanima. Dolgotrajna vzdržljivost je za tekmovalce zelo pomembna. Igralci morajo na tekmovanju odigrati do pet ali več tekem zapored.

### 1.1.2 GIBLJIVOST

Gibljevost je sposobnost doseganja gibov z maksimalno amplitudo v sklepih. Stopnja prirojenosti je 50 odstotna (Pistotnik, 2003).

Morda se zdi, da pri badmintonu gibljevost ni tako pomembna, ampak temu ni tako. Pistotnik (2003) je gibljevost razdelil tudi topološko na:

- gibljevost ramenskega obroča,
- gibljevost trupa in
- gibljevost kolčnega sklepa.

Pri vseh udarcih nad glavo ali kadar žoga preleti igralca in jo ujame za sabo je zelo pomembna gibljevost ramenskega obroča.

V igri igralec badmintona naredi veliko število predklonov, odklonov, zaklonov, ki so narejeni hitro. Pomembno je, da je trup gibljiv, da se ob vsem tem igralec badmintona ne poškoduje.

Ker pa pri badmintonu igralci ne tečejo po igrišču, je eden izmed najbolj uporabljenih elementov izpadni koraki, in za njegovo izvedbo je potrebna dobra gibljevost kolčnega sklepa. Na treningih je potrebno krepiti spodnji del okončin, ter raztezati kolčni sklep. V nasprotnem primeru lahko pride do poškodb in do obrabe sklepov.

Raziskave so pokazale, da so igralci, ki so specializirani za igro posamezno bolj gibljivi kot igralci dvojic (Alcock in Cable, 2009).

### 1.1.3 MOČ

Pistotnik (2003) je definiral moč kot sposobnost za učinkovito izkoriščanje sile mišic pri premagovanju zunanjih sil. Moč deli na tri osnovne pojavne oblike:

- eksplozivno,
- repetitivno in
- statično moč.

Eksplozivna moč je sposobnost maksimalnega pospeška pri premikanju lastnega telesa.

Pri igralcih badmintona se to predvsem kaže pri skokih, da doseže čim višjo točko in hitrimi spremembami v zelene smeri.

Repetitivna moč je sposobnost ponavljajočega se premagovanja zunanjih sil (Pistotnik, 2003). O repetitivni moči pri badmintonu govorimo predvsem takrat ko se gibanja ponavljajo dlje časa. Na primer: gibanje naprej/nazaj, udarjanje ponavljajočih udarcev.

Dolgotrajno izometrično napenjanje oz. zadrževanje položaja pod dalj časa trajajočo obremenitvijo je statična moč (Pistotnik, 2003). V mišicah roke, ki drži lopar, prihaja do izometričnega napenjanja.

#### 1.1.4 HITROST

Hitrost je motorična sposobnost izvedbe gibanja z največjo frekvenco ali v najkrajšem možnem času. Od vseh motoričnih sposobnosti ima največji koeficient prirojenosti, kar 90 odstotni (Pistotnik, 2003).

Po Ušaju (2003) poznamo naslednje vrste hitrosti:

- hitrost, opredeljena kot največja hitrost gibanja, ki je posledica delovanja lastnih mišic;
- hitrost odziva oz. reakcije (na pričakovani in nepričakovani znak);
- hitrost posamičnega giba (zamaha, sunka ali odriva);
- največja frekvenca gibov (po navadi nastopa v kombinaciji z ostalimi vrstami hitrosti)
- štartna hitrost (pospeševanje iz mirovanja ali po izvedbi nekega drugega gibanja do najvišje hitrosti)
- najvišja hitrost (v cikličnih gibanjih).

Pri hitrosti je potrebno izpostaviti hitrost odziva na pričakovani ali nepričakovani znak. V badmintonu je ta znak žoga, ki jo moramo vedno spremljati, saj nikoli ne vemo kam se bo usmerila.

Pomembne so tudi druge pojavne oblike hitrosti. Hitrost posamičnega giba ima velik pomen, pri udarcu perjanice. Posamezen udarec mora biti hiter, nepredvidljiv in učinkovit.

Eden izmed ključnih elementov je delo nog. Največja frekvenca gibanja po igrišču je povezana z močjo, koordinacijo in ravnotežjem.

#### 1.1.5 PRECIZNOST

Preciznost je sposobnost natančne določitve smeri in sile pri usmeritvi telesa proti zelenemu cilju v prostoru. Čutilo vida in kinestetična čutila oblikujejo osnovne informacije za oblikovanje

glavnih in korektivnih gibalnih programov preciznosti v osrednjem živčnem sistemu (Pistotnik, 2003).

Pri badmintonu je pomembno, da preciznost razvijamo že od malih nog. Cilj igranja badmintona je pošiljanje žoge na nasprotnikovo stran, tukaj pa se že začne ločevati dobre igralce od vrhunskih. Vrhunski igralec badmintona ne bo zadovoljen, če bo žogo poslal preko mreže, njegov cilj je, da žogo odigra na črto ali v njeno neposredno bližino. Natančnost igralca se kaže tudi na mreži. Kratka žoga je lahko pred prvo servisno črto ali pa jo igralec igra zelo precizno, tako da se dotakne mreže in jo »zváli« čez mrežo.

Utujenost in čustveno stanje močno vplivata na preciznost. Vadba mora zato potekati tudi v oteženih, tekmovalnih okoliščinah (Pistotnik, 2003). Igralec svojo natančnost izboljša zgolj z vajo, izkušnjami. Udarce je potrebno vaditi vsak dan, ponoviti neštetokrat. Smiselno je vaditi kadar smo zelo utrujeni, saj je potrebno vložiti še dodaten napor in zbranost.

### 1.1.6 RAVNOTEŽJE

Ravnotežje je sposobnost hitre kompenzacije gibov, potrebnih za ohranjanje ali vzpostavljanje ravnotežnega položaja. Ta sposobnost je pomembna, ko smo v stabilnem položaju in na nas delujejo različne zunanje sile, ki ta položaj rušijo (Pistotnik, 2003).

Pri badmintonu pripomore k dobremu ravnotežnemu položaju nižano težišče telesa igralca in dobro predvidevanje igre. Če igralca v badmintonski igri vržeš iz ravnotežja potem si naredil veliko. Nasprotnik iz tega položaja težko odgovori s kvalitetno žogo ali pa sploh ne odgovori.

### 1.1.7 KOORDINACIJA

Koordinacija je sposobnost oblikovanja in izvajanja kompleksnih gibalnih nalog. Razvoj koordinacije se začne že v fetalnem obdobju, saj prve gibalne izkušnje pridobivamo že v materinem telesu. Največ teh izkušenj pa pridobimo do šestega leta starosti. Do začetka pubertete je pridobivanje gibalnih izkušenj še vedno dokaj intenzivno, v obdobju pubertete pa upade zaradi hitre rasti skeleta. Ko se telesna rast umiri, človek spet pridobiva na koordinaciji, vrhunec pa doseže okrog 20. leta starosti (Pistotnik, 2003).

Pojavne oblike koordinacije so:

- sposobnost hitrega opravljanja zapletenih in ne naučenih gibalnih nalog,
- sposobnost opravljanja ritmičnih nalog,
- sposobnost pravočasne izvedbe gibalnih nalog,
- sposobnost reševanja gibalnih nalog z ne dominantnimi okončinami,
- sposobnost usklajenega gibanja zgornjih in spodnjih udov,
- sposobnost hitrega spreminjanja smeri,
- sposobnost natančnega zadevanja cilja in

- sposobnost natančnega vodenja gibanja (Ušaj, 2003).

Glede na našete pojavne oblike koordinacije, potrebujemo kombinacijo vsega za uspešno igranje badmintona. Pomembno je, da koordinacijo razvijamo z različnimi motoričnimi nalogami že pri nižjih starostnih skupinah.

## 1.2. TAKTIKA

### 1.2.1 IGRA POSAMEZNO

Downey (2007) je zapisal: »Igra je borba. Borba poteka med dvema nasprotnikoma, ki drug drugemu predstavljata problem. Problem je, kako premagati nasprotnika in zmagati v bitki. Odločilen faktor je razmišljanje med tekmo. Problem predstavlja nasprotnik, ki ne želi samo preprečiti vašo zmago, ampak poskuša zmagati«(str.41).

Predlogi, kako premagati nasprotnika po Downeyu (2007):

- Izkoristiti nasprotnikovo pomanjkanje kondicije: vzdržljivost, hitrost, gibljivost, moč, okretnost. Utruditi ga tako da se podaljša čas igre in poviša hitrost, dokler nasprotnik ne zmore pokrivati igrišča in začne delati napake.
- Potrebno je ugotoviti njegove slabosti. Na primer: igralec slabše vrača žogo iz backhanda, potem je smiselno igrati na njegovo slabšo stran.
- Ugotovite njegov odnos: nestrpnost, strah pred porazom/zmago, pomanjkanje koncentracije. Vsi razlogi lahko pripeljejo do večjega števila napak med tekmo.
- Vedno je potrebno spremljati žogo in nasprotnika. Med vračanjem v osnovni položaj mora igralec vedno spremljati gibanje žoge in nasprotnika.
- Prevarajte ga! Igralec se pretvarja da bo naredil eno stvar in naredi drugo. Na primer: igralec namesto kratke žoge na mreži odigra dolgo žogo v zadnji del igrišča.
- Spreminjajte igro: a) spreminjanje smeri leta žogice; b) spreminjanje tempa; c) uporabljanje različnih tipov udarcev.
- Vračanje v osnovni položaj. Del dobre taktične igre je vračanje v »bazo«. Baza je del igrišča, ki je približno enako oddaljen od sprednjega, zadnjega in srednjega dela igrišča.
- Zmanjšanje odstotka napak med igro. Na primer: Igralec igra dolgo žogo. Pomembno je, da igra dovolj dolgo, kar je pa manj pomembno, da igra precizno na črto.

Pri igri posamezno se strategija začne že pri žrebu. Če se kovanec obrne v korist igralca, potem ta igralec izbira del igrišča za katerega meni, da je boljši. Tukaj je lahko več faktorjev, ki vplivajo na izbiro: svetloba, senca, usmerjenost luči in drugi zunanji dejavniki. Nasprotnik ima pravico do servisa.

Igralci večino časa servirajo dolgo, visoko žogo v zadnji del igrišča. Z dolgim servisom prisili igralca, da se giblje nazaj in odpre celoten preostali del igrišča. Pri ženskah posamezno še

danes vidimo dolg servis, medtem ko pri moških posamezno vidimo predvsem kratek servis (Hong in Tong, 2000). Moški so bolj atletske in imajo bolj razvito tehniko, tako lahko višje skočijo in močno udarijo žogo tudi z zadnje črte. Od nasprotnika je odvisno, če mu bo dolgi servis odgovaljal. V kolikor nima težav z njegovim vračanjem, ga je potrebno zamenjati s kratkim servisom.

Žogo je potrebno udarjati v stran od nasprotnika, na dele igrišča kjer ga ni. S tem prisilimo nasprotnika v gibanje po celotnem igrišču.

Pri igri posamezno je v ospredju gibanje posameznika. Alcock in Cable (2009) sta ugotovila, da imajo igralci, ki so specializirani za igro posameznikov večjo aerobno kapaciteto, gibljivost in občutno manj telesne maščobe kot igralci dvojic.

Cilj igralca je, da nasprotnik vrača »slabe« žoge. Če je igralec v težki situaciji med igro, se je potrebno izvleči iz te situacije. To lahko naredi tako, da igra visoko, dolgo žogo, saj se tako lažje ustrezno pripravi na nasprotnikov udarec.

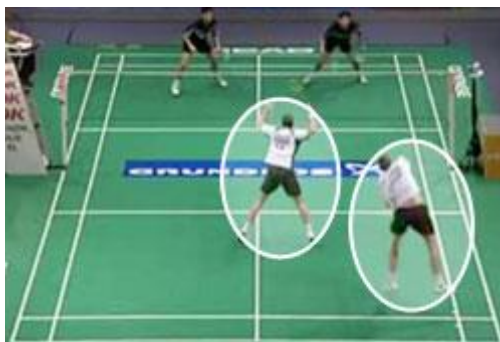
### 1.2.2. IGRA DVOJIC

Osnovna strategija pri igri posamezno je, da izvede kar se da največji pritisk na gibanje svojega nasprotnika. To pomeni, da igralec prisili nasprotnika, da pokriva razdaljo in kar se da hitro spreminja smeri gibanja (Hopley, 2005).

Če primerjamo igro dvojic z igro posamezno, je pri igri dvojic popolnoma drugače. Strategija dvojic ne deluje pri igri posamezno in obratno (Hopley, 2005). Veliko igralcev verjame, da lahko pri igri posamezno zmagajo s taktiko dvojic. To je temeljna napaka. Pri igri posamezno ni partnerja, ki bi pokrival sprednji del igrišča, zato je napad, ki ga uporabljamo pri igri dvojic veliko manj učinkovit.

Igra dvojic je skupinska igra – dveh igralcev badmintona. Taktika pri igri dvojic je odvisna od spretnosti igralcev pri udarcih, gibanju in telesni pripravljenosti (Hopley, 2005). Taktiko je potrebno prilagoditi tako, da igralec prekrije svoje šibke točke in odkriva nasprotnikove.

Napad pri igri dvojic vključuje ustvarjanje pritiska na nasprotnika z različnimi udarci, ki so usmerjeni navzdol. Najpogostejši udarci pri igri dvojic so: smash, krajšana žoga, kratka žoga. Igralca sta postavljena v napadalno pozicijo – en od igralcev je v sprednjem delu igrišča in njegova naloga je zaključevati točke, partner pa je odgovoren za žoge v zadnjem delu igrišča. Njegova naloga je napad.



*Slika 1. Napadalna pozicija  
(Pridobljeno iz*

*<https://www.badmintonbible.com/articles/doubles-tactics/doubles-positioning>).*

S tem povzročimo dilemo pri nasprotnikih, ki sta v obrambni poziciji – drug ob drugem. Možno je, da se izognemo obrambni poziciji in preidemo v napadalno pozicijo. Za to je pomembna dobra tehnika obrambe. Smash branimo tako, da vrnemo žogo, katero bo nasprotnik prisiljen dvigniti. S tem povzroči dobro sodelovanje igralcev in veliko gibanja.



*Slika 2. Obrambna pozicija  
(Pridobljeno iz*

*<https://www.badmintonbible.com/articles/doubles-tactics/doubles-positioning>).*

### **1.3. PORABA ENERGIJE**

Telesna dejavnost je definirana kot vsako telesno gibanje, ki ga povzročijo skeletne mišice in ima za posledico porabo energije nad ravnjo mirovanja (Caspersen in Christenson, 1985).

Količino energije, potrebne za izvršitev dejavnosti, lahko merimo v kilodžulih (kJ) ali kilokalorijah (kcal). Vrednost 4,184 kJ je enakovredna vrednosti 1 kCal (Caspersen in Christenson, 1985). Oceno porabe energije lahko izrazimo tudi v presnovnih ekvivalentnih dejavnostih – MET. 1 MET izraža porabo energije pri sedenju, kjer povprečen človek porabi 3,5ml/kg/min, kar je enako 4,184 kJ/kg/h (Ainsworth idr., 2011).

Ainsworth idr. (2011) so ugotovili, da je tekmovalni badminton izmerjen z intenziteto 7 MET-ov.

Skupno količino kalorij, ki so povezane s telesno dejavnostjo določimo z vrsto dejavnosti, intenziteto, trajanjem in pogostostjo mišične kontrakcije (Caspersen in Christenson, 1985).

Trajanje telesne dejavnosti nam pove, kako dolgo bo trajala določena dejavnost z določeno intenzivnostjo (Warren, Ekelund, Besson, Mezzani, Geldas in Vanheens, 2010). Izražena je v minutah ali urah.

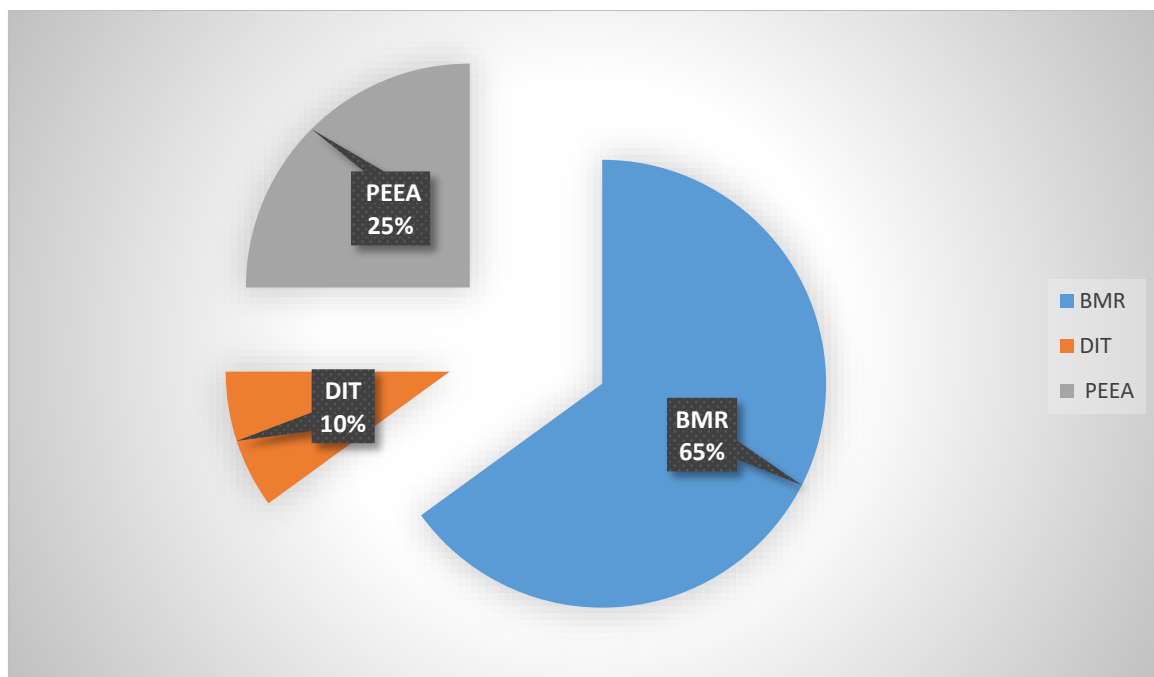
Pogostost mišične kontrakcije nam pove, kolikokrat v določenem obdobju se odločimo za telesno dejavnost. Ali določeno dejavnost izvajamo v krajšem ali daljšem časovnem obdobju (Warren idr., 2010).

Warren idr. (2010) navajajo tudi, da nam intenzivnost vadbe pove, na kakšnem nivoju so se izvajali procesi porabe energije v določenem obdobju.

Človeško telo porabi energijo za različne namene, kot so:

- življenjsko ohranjanje presnovne funkcije (basal metabolic rate - BMR)
- prebave (diet induced energy expenditure – DIT) in
- telesne dejavnosti (physical activity energy expenditure - PAEE).

*Skupna poraba energije = BMR + DIT + PAEE (Nilsson, 2008).*



Slika 3. Komponente, ki vplivajo na skupno porabo energije posameznika (Nilsson, 2008).

Poraba energije v mirovanju znaša približno 1 kcal/min. Posameznik bo porabil 1440 kcal na dan, da bo telo samo vzdrževal pri življenju. To je 60-75% energije, ki vključuje dihanje, živčne dejavnosti, srčne funkcije, vzdrževanje telesne temperature. Harris – Benedictova formula prikazuje najenostavnejši način ocenjevanja porabe energije v mirovanju:

- za ženske:  $BMR (kcal) = 655 + (9,6 \times TT(kg)) + (1,8 \times TV(cm)) - (4,7 \times starost)$
- za moške:  $BMR (kcal) = 66 + (13,7 \times TT(kg)) + (5 \times TV(cm)) - (6,8 \times starost)$  (Bernaciková, 2012).

Presnovna poraba energije je potrebna za obdelavo hrane. Poraba energije pri posamezniku je odvisna od velikosti in sestave obroka (količina beljakovin, maščob in ogljikovih hidratov).

Poraba energije dejavnosti je količina energije, ki je potrebna za gibanje telesa. Vključuje vsakodnevna opravila, vključno z vadbo. Telesna dejavnost ima drastičen vpliv na skupno porabo energije posameznika (Nilsson, 2008).

Bates (2006) je metode merjenja porabe energije pri določeni telesni dejavnosti razdelila v dve kategoriji:

- subjektivne in
- objektivne metode merjenja porabe energije.

Subjektivne zajemajo:

- vprašalniki ali ankete (tiskane ali elektronske),
- pisanje dnevnikov in
- pisanje seznamov.

Objektivne metode zajemajo:

- merilnik pospeškov,
- neposredno opazovanje,
- dvojno označeno vodo,
- monitorje srčnega utripa,
- posredno kalorimetrijo in
- števec korakov.

Obe metodi ponujata uporabne informacije. Pri subjektivni metodi anketiranci opišejo vključevanje v nedavno telesno dejavnost. Dnevniki, ankete, poročila – vse to se uporablja za ocenjevanje telesne dejavnosti, pri katerih pa lahko nastajajo tudi velike pomanjkljivosti. Metoda je uporabna predvsem pri starejšem prebivalstvu, manj zanesljiva je pri otrocih mlajših od 10 let (Bates, 2006).

Objektivne metode merijo količino telesne dejavnosti z napravami, ki kažejo trajanje, intenziteto ter vzorec telesne dejavnosti. Objektivne metode se opirajo na brezosebne meritve. Niso predmet človekovega vpliva in podatki so na splošno bolj zanesljivi (Bates, 2006).

### 1.3.1 POSPEŠKOMETER KOT MERILNIK PORABE ENERGIJE

Pospeškometer je neposredno merilo pospeška telesa. Merjenje porabe energije je z merilcem pospeškov ena najpogostejših metod (Warren idr, 2010). V veliki meri se uporablja za spremljanje vzorcev dejavnosti na terenu. Tehnološki napredek je povzročil, da dejavnost merijo natančno v daljšem časovnem obdobju in da so majhni, diskretni in jih ljudje z veseljem nosijo (Warren idr, 2010). Ko imamo merilnik nameščen, le-ta stalno spremlja in snema frekvenco, čas in intenzivnost telesne dejavnosti (Bates, 2006).

Merilci pospeška merijo pospešek telesa v eni (vertikalno), dveh (vertikalno in frontalno) ali treh (vertikalno, frontalno, anterior-posterior) ravninah (Warren idr.,2010).

### 1.3.2 ZBIRKA GIBALNIH DEJAVNOSTI (COMPENDIUM OF PHYSICAL ACTIVITY)

»The Compendium of Physical Activities« je unikaten kodirni sistem, ki klasificira porabo energije pri različnih dejavnostih. Ainsworth idr. (1993) so telesne dejavnosti opredelili z njihovo zvrstjo, podzvrstjo in intenzivnostjo. Vsaka telesna dejavnost ima 5-številčno kodo in 3-številčno oznako intenzivnosti v MET-ih. Prvi dve števili so opredelili za glavno zvrst gibalne dejavnosti, naslednje tri pa njeno podzvrst. Število v zadnji vrstici, predstavlja intenziteto v MET-ih (Ainsworth idr., 2011).

Badminton	vrhunski šport (vse discipline)	MET-i
15	020	7.0

MET – presnovni ekvivalent dejavnosti je definiran s porabo energije v mirovanju. Kot smo že zapisali prej, 1 MET predstavlja 3,5 mL/kg/h porabljenega kisika v mirovanju ali 1 kCal/kg/h (Howley, 2000). Ainsworth idr., (2011) so MET razdelili v skupino z lažjo intenziteto (1,6-2,9 MET-ov), srednjo intenziteto (3-5,9 MET-ov) in najvišjo intenziteto (več ali enako 6 MET-ov).

Porabo energije za telesno dejavnost lahko merimo specifično kot:

- porabo kalorij na kilogram telesne teže v določenem času:

$$3,5 \text{ mL O}_2 \times \text{kgTT} \times \text{min}$$

- kot porabo kisika na kilogram telesne teže v določenem času:

$$1 \text{ kcal} \times \text{kgTT} \times \text{h} \text{ (Ainsworth idr., 2011).}$$

PRIMER: Igralec badmintona težak 70 kg, igra badminton 30 minut pri intenzivnosti 7.0 MET.

$$7.0 \text{ MET} \times 3,5 \text{ mL O}_2 \times 70 \text{ kg} \times 30 \text{ min} = 51,450 \text{ L O}_2$$

Pri 1L porabljenega kisika predstavlja 5kcal, lahko izračunamo porabo energije [kcal]:

$$51,450 \text{ L O}_2 \times 5 \text{ kcal} = 257,25 \text{ kcal}$$

**ALI**

$$7.0 \text{ MET} \times 1 \text{ kcal} \times 70 \text{ kg} \times 0,5\text{h} = 245 \text{ kcal}$$

## **1.4. PORABA ENERGIJE PRI BADMINTONU**

Pri pregledu literature je bilo ugotovljeno, da zelo malo raziskav na področju badmintona raziskuje porabo energije. Veliko raziskav se ukvarja z pokazatelji intenzivnosti igre badmintona, kot so frekvenca srčnega utripa, poraba kisika, število korakov, hitrost premikanja, itd. (Deka, Berg, McGrath in Harder, 2016). Ker na podlagi intenzivnosti lahko sklepamo tudi o energijskih zahtevah igre in s tem o porabi energije, so v pregled vključene tudi raziskave, ki so se ukvarjale z pokazatelji intenzivnosti.

### **1.4.1 PREGLED LITERATURE O PORABI ENERGIJE PRI IGRI BADMINTONA**

Coad, Rasmussen in Mikkelsen (1979) so ugotovili, da se poraba energije pri igranju badmintona zvišuje glede na kakovostno stopnjo igre. Na rekreativni stopnji je 31 kJ/min, na tekmovalni stopnji pa 44 kJ/min. Isti avtorji so ugotovili, da je intenzivnost dejavnosti odvisna od starosti igralca. Pri višji starosti je povprečna poraba energije nižja. Ta je za igralce med 18. in 29. letom starosti 53 kJ/min, za igralce med 30. in 39. letom 43 kJ/min ter za igralce med 40. in 49. letom 38 kJ/min.

Deka, Berg, McGrath in Harder (2016) so k raziskavi povabili 14 moških rekreativcev. Tekme so igrali 30 minut. Uporabili so metodo posredne kalorimetrije in dobili podatke o porabi kisika. Merili so tudi frekvenco srčnega utripa in število narejenih korakov. Rezultati so pokazali, da je povprečna poraba energije  $1636 \pm 276$  kJ, kar je v 30-minutni tekmi  $55 \pm 9$  kJ/min.

### **1.4.2. PREGLED LITERATURE O INTENZIVNOSTI IGRE PRI BADMINTONU**

Faude, idr. (2007) so raziskovali porabo energije pri badmintonu. V raziskavi je sodelovalo 12 igralcev badmintona (8 žensk in 4 moški). Opravili so simulacijo tekme badmintona, ki je potekala 2x15 minut. Uporabili so metodo posredne kalorimetrije za merjenje porabe kisika. Merili so tudi srčni utrip igralcev ter vsebnost laktata med, pred in po tekmi. Rezultati so pokazali, da je povprečna poraba kisika med tekmo  $39,6 \pm 5,7 \text{ ml} \times \text{min}^{-1} \times \text{kg}^{-1}$  (73,3%  $\text{VO}_{2\text{max}}$ ). Povprečni srčni utrip med tekmo je bil  $169 \pm 9$  utripov/min (89% maksimalnega srčnega utripa). Avtorji so ugotovili, da je badminton visoko intenziven šport.

O'Donoghue, Girard in Reid (2013) so raziskovali intenzivnost igre pri badmintonu. Ugotovili so, da igralci badmintona dosegajo 75-85% maksimalne porabe kisika in 75-90% maksimalnega srčnega utripa. Avtorji ugotavljajo, da je intenzivnost nižja kot pri skvošu (70-85%  $\text{VO}_{2\text{max}}$  in 80-90%  $\text{HR}_{\text{max}}$ ) in višja kot pri tenisu (60-70%  $\text{VO}_{2\text{max}}$  in 60-80%  $\text{HR}_{\text{max}}$ ).

Deka, Berg, Harder in McGrath (2016) so naredili raziskavo, kjer so sodelovali moški igralci badmintona. Vsako tekmo so igrali 30 minut. Rezultati so pokazali, da je povprečna poraba kisika med tekmo  $34,4 \pm 5,8 \text{ ml} \times \text{min}^{-1} \times \text{kg}^{-1}$ , povprečni srčni utrip merjencev  $167,9 \pm 9,4$  utripov na minuto. Povprečje narejenih korakov na tekmi badmintona, je bilo  $2404 \pm 360$ .

Fernandez-Fernandez, De La Aleja Tellez, Moya-Ramon, Cabello-Manrique, in Mendez-Villanueva (2013) so v raziskavi, kjer je sodelovalo 8 moških in 8 ženskih igralcev badmintona ugotovili, da so bili moški dlje časa na intenziteti 81-90% maksimalnega srčnega utripa. Pri moških ( $6,8 \pm 4,8$  s) je točka trajala dlje časa kot pri ženskah ( $5,7 \pm 3,1$  s). Prav tako so moški ( $6,4 \pm 4,8$ ) udarili več žog na izmenjavo kot ženske ( $4,7 \pm 2,8$ ). Velikih razlik pri povprečnem srčnem utripu med moškim ( $174 \pm 7$  utripov na minuto) in žensko ( $170,9$  utripov na minuto) ni bilo.

Liddle, Murphy in Bleakley (1996) so naredili raziskavo, kjer je sodelovalo 10 vrhunskih igralcev badmintona. Pred raziskavo so v stopnjevalnem testu izmerili maksimalni srčni utrip in predviden  $\text{VO}_{2\text{max}}$ . Merili so tudi srčni utrip med igro in opravili videoanalizo. Ugotovili so, da je bil srčni utrip merjencev v igri posamezno 67% časa med 60 in 90% maksimalnega srčnega utripa. Igralci so v igri posamezno več časa preživeli nad 90%  $\text{HR}_{\text{max}}$ , kakor igralci pri dvojicah. Avtorji so ugotovili, da so igralci pri igri dvojic 20% več časa dejavni pri nizki intenzivnosti kakor igralci v igri posamezno. Ocenjena opravljena razdalja igralca v igri posamezno je bila večja (1862 m) od igralcev dvojic (1108 m). Glede na ugotovitve, avtorji pravijo, da je igra posamezno fiziološko bolj zahtevna, kakor igra dvojic.

Alcock in Cable (2008) sta pri raziskavi sodelovala z 16 igralci badmintona. Merjenci so bili specializirani za igro posamezno (8) in za igro dvojic (8). Merili so frekvenco srčnega utripa in opravili videoanalizo tekme. Višji povprečni delež maksimalnega srčnega utripa je bil dosežen pri igri posamezno (88,8%), v primerjavi z igro dvojic (75,5%). Avtorja sta prav tako ugotovila, da so merjenci pri igri posamezno opravili več korakov (593,8) v primerjavi z igralci dvojic (314,5).

Cabello-Manrique in Gonzalez-Badillo (2003) sta naredila raziskavo v kateri so enajstim igralcem badmintona merili srčni utrip med tekmo. Povprečen srčni utrip med tekmo je bil 173,5 utripov na minuto. Povprečen maksimalni srčni utrip je znašal 190,5 utripov na minuto.

Jette, Sidney in Blümchen (1990) so v svojem članku zbrali MET vrednosti za raznovrstne dejavnosti. Za rekreacijsko igro badmintona so predvideli intenzivnost 3-4 MET pri igri dvojic in 4-5 MET pri igri posamezno. Za tekmovalno obliko badmintona so predvideli intenzivnost 6-7 MET.

## **1.5. CILJI IN HIPOTEZE**

### **1.5.1. NAMEN**

Na podlagi dolgoletnih tekmovalnih izkušenj, menim, da je pri igri dvojic več izmenjav kot pri igri posamezno. Posledično lahko pomeni večjo porabo energije pri igri dvojic kot pri igri posamezno. Ker pa tega ne morem trditi, smo naredili meritve. Alcock in Cable (2009) sta ugotovila, da igralci pri igri dvojic naredijo več udarcev, medtem ko igralci v igri posamezno naredijo več korakov v izmenjkavi in v celotni igri.

Naš glavni namen je bil ugotoviti porabo energije pri igri posamezno in igri dvojic in jih med seboj primerjati. Hkrati smo rezultate primerjali z že znanimi raziskavami.

### **1.5.2. CILJI**

Zastavili smo si naslednje cilje:

- ugotoviti koliko energije porabi igralec/igralka badmintona pri igri posamezno,
- koliko energije porabi igralec/igralka v igri dvojic,
- primerjava porabe energije med disciplinama in
- ugotoviti ali igralec badmintona porabi več energije v igri posamezno kot igralka badmintona.

### **1.4.3. HIPOTEZE**

H01: pri igri posamezno igralec/igralka badmintona porabi več energije kot v igri dvojic

H02: igralec badmintona v igri posamezno in igri dvojic porabi več energije kot igralka

## 2. METODE DELA

### 2.1 PREIZKUŠANCI

Meritve so bile izvedene v večnamenski športni dvorani Hlade. Pri meritvah sta sodelovala dva kategorizirana igralca badmintona pri Badmintonski zvezi Slovenije. Meritve ne bi bile uspešne brez ostalih igralcev, ki so sodelovali pri raziskavi. Sodelujoči so bili stari med 18 in 25 let.

Sezona badmintona traja deset mesecev, za igralce vrhunškega ranga, se sezona praktično ne konča. Igralca, ki sta bila vključena v meritve trenirata badminton že od otroštva. Treningi potekajo vsak dan, tudi dvakrat na dan. Dosegla sta že veliko uspehov na državnem in mednarodnem nivoju.

### 2.2 PRIPOMOČKI

Za meritve smo uporabili merilnik porabe energije s pospeškometrom BodyMedia Core (BodyMedia Inc., Pittsburg, PA, USA).

BodyMedia je razvila napravo imenovano BodyMedia Core, ki natančno meri fiziološke parametre, s pomočjo katerih lahko raziskovalci, strokovnjaki in posamezniki kontinuirano in natančno sledijo gibalno dejavnost in porabo energije (Liden idr., 2002).

BodyMedia Core meri pospešek v treh ravninah, pretok toplote, galvanski odziv kože, temperaturo kože. Na podlagi izmerjenih podatkov senzor izračuna porabo energije (Liden idr., 2002).

Merilnik, ki smo ga uporabili pri meritvah ne ponuja možnosti odkrivanja srčnega utripa. Tega bi lahko izmerili z uporabo dodatnega Polar pasa na prsih (Liden idr., 2002).



Slika 4. BodyMedia Core.

## 2.3 POSTOPEK

Raziskava je potekala v športni dvorani Hlade, ki je predvsem namenjena navdušencem tenisa in badmintonu. Udeležila sem se t.i trening tekme, ki so namenjene za igralce, ki želijo preizkusiti svojo pripravljenost na sledečo sezono.

Igralci badmintonu so vsak dan odigrali dve tekmi namenjeni meritvam, z različnimi nasprotniki. Merjenca sta igrala eno igro posamezno in eno igro dvojic. Tekme so bile sojene po sistemu novega igranja dva seta do 21. Merjenje je potekalo tri dni.

Nosili so napravo imenovano BodyMedia Core (BodyMedia Inc., Pittsburg, PA, USA). Igralec badmintonu je napravo nosil na desni nadlahti, saj igra z levo roko, medtem ko jo je igralka nosila na levi nadlahti.

Postopek smo ponovili trikrat.

### 3. REZULTATI IN RAZPRAVA

V raziskavo sta bila vključena dva dolgoletna igralca badmintona. Ker smo z raziskavo želeli dobiti primerjavo porabe energije tako med igro posamezno in igro dvojic, kakor tudi med moškim in ženskim spolom, smo v meritve vključili moškega in žensko.

Tabela 1

*Podatki o merjencih*

IME IN PRIIMEK	igralec	igralka
STAROST	17	18
VIŠINA	183cm	169cm
TEŽA	70kg	55 kg

Z merilnikom, ki smo ga uporabljali, smo pridobili naslednje podatke:

- čas trajanja tekme [min].
- skupna poraba energije [kJ].
- intezvinost v MET-ih in
- število narejenih korakov.

Tabela 2

*Čas trajanja posameznih tekem glede na spol.*

Število tekem	moški				ženska			
	1	2	3	$\mu$	1	2	3	$\mu$
Igra posamezno [min]	36	27	42	35	21	21	32	24,6
Igra dvojic [min]	20	24	35	26,3	26	28	20	24,6

Faude idr. (2007) so ugotovili, da povprečna tekma pri badmintonu traja 33,6 minut, z dvema minutama počitka med setoma. Rezultati naše raziskave kažejo, da je povprečen čas tekme pri igri posamezno v moški kategoriji 35 minut, kar ne odstopa veliko od ugotovitve Faudeta. V ženski igri posamezno in igri dvojic je povprečen čas tekme 24,6 minut, kar je 9 minut manj kot je ugotavljal Faude. Čas tekme pri igri moških dvojic je bil dolg 26,3 minut, kar je podbno kot pri ženskah. Merjenje ni potekalo v standardnih tekmovalnih okoliščinah, kar pomeni, da ni sodil uradni sodnik. Tekma bi s sodniki tako potekala dlje. Sicer pa je Faude podatke o trajanju tekme podal nasplošno, ne glede na spol in disciplino. Za natančnejše primerjave bi bile potrebne dodatne meritve z večjim številom ponovitev.

Rezultati so pokazali, da je vsako igro posamezno merjenec igral dlje časa kot igro dvojic. V primeru merjenke se je to zgodilo pri eni od treh tekem. Menimo, da je na naše rezultate pri merjenju porabe energije imel vpliv tudi čas trajanja tekme.

Tabela 3

*Poraba energije [kJ] pri igranju različnih disciplin glede na spol.*

Število tekem	moški				ženska			
	1	2	3	μ	1	2	3	μ
<b>Igra posamezno [kJ]</b>	1536	1038	1841	1472	595	610	817	674
<b>Igra dvojic [kJ]</b>	719	844	1251	938	657	737	465	619

Tabela 3 nam prikazuje to, kar je bil cilj naše raziskave – porabo energije [kJ] pri igranju različnih disciplin glede na spol. Pri igri posamezno v kategoriji moških vidimo, da so vrednosti višje, kot pri igri dvojic. Pri tekmah žensk so bile razlike manjše in je prihajalo do različnih rezultatov. V dveh primerih meritev, je merjenka v igri dvojic porabila več energije kakor v igri posamezno. Ko smo izračunali povprečno vrednost porabe energije, smo videli, da je poraba energije pri moških v igri posamezno (1472 kJ) še zmeraj večja kot v igri dvojic (938kJ). Enako smo ugotovili pri ženskah, vendar z manjšo razliko, da je povprečna poraba v igri posamezno (674 kJ) večja kot v igri dvojic (619 kJ).

Glede na to, da so tekme trajale različno dolgo, smo v Tabeli 4 izračunali relativno porabo energije (kJ/min). Tudi ta nam dokazuje, da je merjenec povprečno v eni minuti porabil več energije pri igri posamezno (41,66kJ/min), kot igri dvojic (35,62 kJ/min).

Coad, Rasmunssen in Mikkelsen (1979) so raziskali, da je povprečna poraba energije pri moških v igri posamezno 52,7 kJ/min. Ta vrednost se od povprečne porabe našega merjenca razlikuje za cca. 10 kJ/min. Pri povprečnem trajanju moške igre posamezno (35 minut), znaša razlika med ugotovitvami omenjenih avtorjev in našimi meritvami 350 kJ. Isti avtorji za igro dvojic navajajo povprečno porabo 45,6 kJ/min, kar je prav tako približno 10 kJ/min razlike in pri povprečnem trajanju tekme 26,3 min, 263 kJ razlike.

Povprečna poraba energije v ženskih igrah posamezno je v naši raziskavi znašala 27,63 kJ/min. V raziskavi Coad, Rasmunssena in Mikkelsena (1979) je povprečna poraba znašala 38 kJ/min, kar je cca. 10 kJ več. Pri 30 min trajajoči igri, bi ta razlika znašala 300 kJ.

Za igro dvojic pri ženskah v literaturi nismo našli podatkov o porabi energije, zato ne moremo podati primerjave z našimi meritvami.

Reilly, Secher, Snell in Williams (1990) navajajo, da tekmovalci pri igri dvojic pokrivajo manjši del igrišča, zaradi česar lahko pričakujemo manjšo porabo energije. To so potrdili tako avtorji Coad, Rasmunssen in Mikkelsen (1979) kakor tudi rezultati naše raziskave.

Tabela 4

*Relativna poraba energije [kJ/min] pri igranju različnih disciplin glede na spol.*

Število tekem	moški				ženska			
	1	2	3	μ	1	2	3	μ
Igra posamezno [kJ/min]	42,67	38,44	43,83	41,66	28,33	29,04	25,53	27,63
Igra dvojic [kJ/min]	35,95	35,17	35,74	35,62	25,27	26,33	23,25	24,95

Zanimiv primer lahko vidimo pri merjenki. Merjenka je pri prvi igri dvojic porabila 657kJ. Vidimo, da je porabila več kot pri igri posamezno, kjer je porabila 595 kJ (glej Tabelo 3). Ta primer je nasprotje tega kar smo želeli dokazati. Naša hipoteza govori, da bo igralka badmintona porabila več energije pri igri posamezno in ne pri igri dvojic. Če pogledamo v Tabelo 4, kjer imamo izračunano relativno porabo energije (kJ/min), ugotovimo, da je kljub večji absolutni porabi energije v igri dvojic, merjenka v igri posamezno dosegla večjo relativno porabo (28,33kJ/min).

Če primerjamo rezultate v Tabeli 4 med spoloma, se rezultati zelo razlikujejo. Igralec badmintona je v eni minuti porabil več energije pri vseh odigranih tekmah. Razloge za večjo porabo energije pri moških bi verjetno lahko iskali v razlikah telesne sestave med moškimi in ženskami, saj imajo moški večji delež mišične mase. Druge razloge za razlike bi lahko iskali tudi v različni taktiki in gibalnih sposobnostih.

Na podlagi višje izmerjene porabe energije pri igri posamezno kot pri igri dvojic, bi lahko sklepali, da igra posamezno poteka pri višji intenzivnosti kot igra dvojic. To potrjuje izmerjene MET vrednosti, ki so navedene v Tabeli 5.

Tabela 5

*Prikazuje presnovne ekvivalentne vrednosti [MET]*

Število tekem	moški				ženska			
	1	2	3	μ	1	2	3	μ
Igra posamezno [MET]	8,7	7,9	9,0	8,5	7,6	7,8	6,7	7,2
Igra dvojic [MET]	7,4	7,2	7,3	7,3	6,3	6,5	6,1	6,3

V Tabeli 5 vidimo, da je igra posamezno pri moških potekala pri višji povprečni intenzivnosti (8,5 MET) kakor igra dvojic (7,3 MET). Enako smo ugotovili pri ženskah, kjer je igra posamezno potekala pri povprečni intenzivnosti 7,2 MET in igra dvojic pri 6,3 MET.

V mnogih raziskavah so vrednosti MET razdeljene v skupino z lažjo intenziteto (1,6-2,9 MET), srednjo intenziteto (3-5,9 MET) in najvišjo intenziteto (več ali enako 6 MET) (Ainsworth idr.,

2011). Tabela 4 nam prikazuje intenzitete odigranih tekem. Vidimo, da je pri igri badmintona izmerjena najvišja intenziteta (več ali enako 6 MET).

V zbirki gibalnih dejavnosti navajajo, da je tekmovalen badminton izmerjen z intenziteto 7 MET (Ainsworth idr., 2011). Jette, Sidney in Blümchen (1990) za tekmovalno igro badmintona navajajo intenziteto 6-7 MET.

Tabela 6

*Razlika med povprečjem izmerjenih MET vrednosti in ocenjenimi MET vrednostmi po zbirki gibalnih dejavnosti.*

	moški		ženska	
	$\mu$	$ \mu - CPA^* $	$\mu$	$ \mu - CPA $
<b>Igra posamezno</b> [MET]	8,5	1,5	7,2	0,2
<b>Igra dvojic</b> [MET]	7,3	0,3	6,3	0,7

\*CPA – MET vrednost po *Compendium of Physical Activities*

V Tabeli 6 so v prvem in tretjem stolpcu navedene povprečne vrednosti za igro posamezno in igro dvojic v kategorijah moških in žensk. V drugem in četrtem stolpcu so navedene absolutne vrednosti razlike med izmerjenimi in ocenjenimi MET vrednostmi.

Ocenjena intenzivnost igre badmintona po zbirki telesnih dejavnosti (7 MET) je bližje izmerjeni intenzivnosti pri moških dvojicah kakor pri moški igri posamezno. Obratno pri ženskah je ocenjena vrednost intenzivnosti bližje izmerjeni vrednosti pri igri posamezno.

Tabela 7

*Število opravljenih korakov.*

Število tekem	moški				ženska			
	1	2	3	$\mu$	1	2	3	$\mu$
<b>Igra posamezno</b> [število korakov]	3099	2029	3205	2778	1476	1527	2088	1697
<b>Igra dvojic</b> [število korakov]	1123	1543	2364	1677	1210	1160	2109	1493

Merilnik nam je podal podatke za število opravljenih korakov za določeno tekmo, ki lahko pojasnjujejo naše hipoteze. Podatki so prikazani v Tabeli 7. Če primerjamo igro posamezno in igro dvojic, vidimo pri moških in ženskah več opravljenih korakov pri igri posamezno. Iz tega lahko sklepamo, da je pri igri posamezno večja poraba energije, kot pri igri dvojic. Ugotovili smo, da ima moški pri obeh disciplinah narejenih več korakov kot ženska. Iz tega lahko sklepamo, da moški porabi več energije.

Deka, Berg, Harder in McGrath (2016) so za 30 minut igre podali povprečno število korakov:  $2404 \pm 360$ . Temu številu, je v naši raziskavi najbližje povprečno število korakov pri igri moških posamezno (2778). Ostale povprečne vrednosti pa so precej manjše.

### 3.1 HIPOTEZE

#### **H01: pri igri posamezno igralec/igralka badmintona porabi več energije kot v igri dvojic**

Hipotezo številka 01 lahko odločno potrdimo s pridobljenimi rezultati raziskave. Večina pridobljenih podatkov iz merilnika nam nakazuje na večjo porabo energije pri igri posamezno ne glede na spol. Izračunana relativna vrednost porabe energije je večja pri igri posamezno kot pri igri dvojic. Hipotezo lahko podpremo tudi z v MET-ih izraženo intenzivnostjo. Merjenec in merjenka sta pri igri posamezno igrala na višji intenziteti in hkrati naredila tudi več korakov kot pri igri dvojic. Sklepamo lahko, da je bila zato poraba energije večja. Na podlagi ugotovljenega **hipoteze 01 ne moremo zavrni**.

#### **H02: igralec badmintona v igri posamezno in igri dvojic porabi več energije kot igralka**

Igralec badmintona povprečno porabi več energije v igri posamezno in igri dvojic. To dokazujejo tudi podatki o intenzivnosti, saj je merjenec deloval na višjem nivoju intenzitete, kot merjenka. Naša raziskava ni temeljila na iskanju razlogov za razlike med spoloma, verjetno bi pa lahko bili razlogi telesna sestava, taktika in gibalne sposobnosti. Na podlagi ugotovljenega **hipoteze 02 ne moremo zavrni**.

## 4. SKLEP

Raziskavo smo delali na področju badmintona. Namen je bil ugotoviti porabo energije v različnih disciplinah. Zanimalo nas je tudi, ali moški porabi več energije kot ženska. Na porabo energije vpliva več dejavnikov.

Merjenca sta bila mlada igralca badmintona, ki sta že dosegala uspehe na državnem in mednarodnem nivoju. Meritve ne bi bile izvedljive brez ostalih igralcev badmintona, ki so neposredno prav tako sodelovali pri raziskavi. Udeleženci so bili stari med 17-23 let.

V raziskavi smo za določanje porabe energije uporabljali merilnik BodyMedia Core (BodyMedia Inc., Pittsburg, PA, USA). Merilnik ocenjuje porabo energije na podlagi pospeškometra in še nekaterih drugih senzorjev. Pospeškometer meri v treh ravninah. Za določanje skupne porabe energije smo potrebovali tudi podatke o igralcih kot so: starost, spol, višina, masa, ali je igralec kadilec in s katero roko igra badminton. Merilnik smo namestili na nedominantno roko.

Z raziskavo smo ugotovili, da je poraba energije pri igri posamezno večja kot pri igri dvojic. Vse meritve sicer niso bile tej trditvi v prid. Izračunali smo relativno porabo energije (kJ/min), saj so tekme potekale različno dolgo. S temi izračuni smo dokazali, da neglede na absolutne vrednosti posamezne tekme, igra posamezno zahteva večjo porabo energije kot igra dvojic. Reilly, Secher, Snell in Williams (1990) trdijo, da je vzrok manjše porabe energije pri dvojicah pokrivanje manjšega dela igrišča. Pri igri posamezno mora igralec pokrivati celotno igrišče, posledično naredi tudi več korakov. Merilnik nam je podal podatke o opravljenih korakih pri vsaki tekmi. Ugotovili smo, da sta pri igri posamezno igralec in igralka opravila več korakov, zato lahko tudi na podlagi tega sklepamo, da se pri igri posamezno porabi več energije.

Porabo energije smo primerjali tudi med spoloma. Coad, Rasmunssen in Mikkelsen (1979) trdijo, da je večja poraba energije v minuti pri moških (52kJ/min) v primerjavi z ženskami (38kJ/min). Rezultati naše raziskave so potrdili večjo porabo pri moških. V raziskavi smo bili pozorni tudi na intenzivnost igre. Ugotovili smo, da je merjenec v obeh disciplinah deloval na višji intenziteti kot ženska. Tako smo lahko sprejeli tudi hipotezo H02, ki pravi, da igralec badmintona v igri posamezno in igri dvojic porabi več energije kot igralka.

Meritve so zanimive za vse ljubitelje badmintona. Diplomsko delo je lahko primerno tudi za trenerje in igralce.

V prihodnosti bi bilo zanimivo raziskavo razširiti z večjim številom merjencev. Bilo bi dobro, če bi dodali tudi merilnik srčnega utripa. Še posebej uporabne rezultate bi lahko dobili, če bi meritve bile izvedene z metodo posredne kalorimetrije.

## 5. VIRI

- Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Herrmann, S. D., Meckes N., Bassett Junior, D. R, Tudor-Locke, C.,... Leon, A. S. (2011). Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 8, 1575-1581.
- Alcock, A. in Cable, N. T. (2009). A comparison of singles and doubles badminton: heart rate response, player profiles and game characteristics. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 9(2), 228-237.
- Badminton. (2016). Wikipedija. Prosta enciklopedija. Pridobljeno iz <https://sl.wikipedia.org/wiki/Badminton>.
- Bates, H. (2006). *Daily Physical Activity for Children and Youth*. Canda: Alberta Education.
- Bernaciková, M. (2012). *Physiology*. Brno: Masaryk University.
- Cabello-Manrique, C. in Gonzalez-Badillo, J. (2003). Analysis of the characteristics of competitive badminton. *Br J Sports Med*, 37, 62-66.
- Caspersen, C. in Christenson M. (1985). Physical Activity, Exercise, and Physical Fitness: Definitions and Distionctions for Health-Related Research. *Public Health Report*, 100(2), 127-131.
- Coad, D., Rasmussen, B. in Mikkelsen, F. (1979). Physical demands of recreational badminton. V J. Terauds (ur.), *Science in Raquet Sport I* (str.43-54). California: Academic Publishers, Del Mar.
- Deka, P., Berg, K., Harder, J., Batelaan, H. in McGrath, M. (2016). Oxygen cost and physiological responses of recreational badminton match play. *J Sports Med Phys Fitness*. Članek oddan v objavo.
- Downey, J. (2007). *Tactics in Badminton Singles*. Pridobljeno iz <http://www.mybadmintonshop.com/jake/tactics-in-badminton-singles-part-1.pdf>.
- Faude, O., Meyer, T., Rosenberger, F., Fries, M., Huber, G. in Kindermann, W. (2007). Physiological Characteristics of Badminton Match Play. *European Journal of Applied Physiology*, 100(4), 479-485.
- Fernandez-Fernandez, J., De La Aleja Tellez, J. G., Moya-Ramon, M., Cabello-Manrique, D. in Mendez-Villanueva, A. (2013). Gender Differences in Game Responses During Badminton Match Play. *Journal of Strength and Conditioning Research* 27(9), 2396-2404.
- Grice, T. (2008). *Badminton: Steps to success (2<sup>nd</sup>.ed.)*. Canada: Human Kinetics.
- Hopley, M. (2005). *The Badminton Bible*. Pridobljeno iz <https://www.badmintonbible.com/articles/doubles-tactics>.

- Hong, Y. in Tong, Y.M. (2000). The playing pattern of the world's top single badminton players in competition – A notation analysis. *Journal of Human Movement Studies*, 38(4), 185-200.
- Jete, M., Sidney, K., in Blümchen, G. (1990). Metabolic Equivalent (METS) in Exercise Testing, Exercise Prescription, and Evaluation of Functional Capacity. *Clinical Cardiology* 13(8), 555-565.
- Jošt, B., Dežman, B. in Pustovrh, J. (1992). *Vrednotenje modela uspešnosti v posameznih športnih panogah na podlagi ekspertnega modeliranja (prva faza)*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za kineziologijo.
- Kondrič, M. (2008). Igra z loparjem – ustvarjalni dialog z rokami. *Univerzitetni šport*, 2(2), 18-19.
- Liddle, S.D., Murphy, H.M., in Bleakley, W. (1996). A comparison of the physiological demands of singles and doubles badminton: A heart rate and time/motion analysis. *Journal of Human Movement Studies*, 30, 159-176.
- Liden, B.C., Wolowicz, M., Ed, J.,...Farrington, J. (2002). *Accuracy and Reliability of the SenseWear Armband as an Energy Expenditure Assessment Device*. Neobjavljeno delo.
- Nilsson, A. (2008). *Physical activity assessed by accelerometry in children*. Sweden: Örebro Studies in Medicine.
- O' Donoghue, P., Girard, O. in Reid, M. (2013). Racket Sports. V McGarry, T. (ur.), *Handbook of Sports Performance Analysis* (str. 404-414). Routledge International Handbooks.
- Phomsoupha M. in Laffaye, G. (2015). The Science of Badminton: Game Characteristics, Anthropometry, Physiology, Visual Fitness and Biomechanics. *Sports Medicine*, 45(4), 473-95.
- Pistotnik, B. (2003). *Osnove gibanja: gibalne sposobnosti in osnovna sredstva za njihov razvoj v športni praksi*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
- Reilly, T., Secher, N., Snell, P. in Williams, C. (1990). *Physiology of Sports*. Velika Britanija: Taylor & Francis Group.
- Tomažin, K., Čoh, M. in Škof, B. (2001). Coorelation of morphologic and motor variables with performance of young female sprinters on 60 meters. *Kinesiologia Slovenica*, 7(1-2), 49-56.
- Ušaj, A. (1997). *Kratek pregled osnov športnega treniranja*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
- Ušaj, A. (2003). *Kratek pregled osnov športnega treniranja*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.

Warren, M.J., Eklund, U., Besson, H., Mezzani, A., Geldas, N. in Vanhees, L. (2010). Assessment of physical activity – a review of methodologies with reference to epidemiological research: a report of exercise physiology section of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation*, 17, 127-139.