

PALMARNO HLAĐENJE I FIZIOLOŠKI ODGOVOR NA AEROBNU TJELESNU AKTIVNOST

Pozzi, Matteo Sergio

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Health Studies / Sveučilište u Rijeci, Fakultet zdravstvenih studija u Rijeci**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:184:732318>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-25**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Health Studies - FHSRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI
FAKULTET ZDRAVSTVENIH STUDIJA
PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ
FIZIOTERAPIJA

Matteo Sergio Pozzi

PALMARNO HLAĐENJE I FIZIOLOŠKI ODGOVOR NA AEROBNU TJELESNU
AKTIVNOST: rad s istraživanjem

Završni rad

Rijeka, 2023.

UNIVERSITY OF RIJEKA
FACULTY OF HEALTH STUDIES
UNDERGRADUATE PROFESSIONAL STUDY OF PHYSIOTHERAPY

Matteo Sergio Pozzi

PALMAR COOLING AND THE PHYSIOLOGICAL RESPONSE TO AEROBIC
PHYSICAL ACTIVITY: research

Bachelor thesis

Rijeka, 2023.

Mentor rada: pred. Helena Štrucelj, dipl. psiholog-prof.

Završni/diplomski rad obranjen je dana 29. rujna 2023. godine na Fakultetu zdravstvenih studija Sveučilišta u Rijeci, pred povjerenstvom u sastavu:

1. dr. sc. Toni Buterin, mag. sanit. ing.
2. doc. dr. sc. Mirela Vučković, mag. physioth.
3. pred. Aleksandra Mihelčić, mag. rehab. educ.

Izvešće o provedenoj provjeri izvornosti studentskog rada

Opći podatci o studentu:

| | |
|------------------------|---|
| Sastavnica | Fakultet zdravstvenih studija |
| Studij | Prijediplomski stručni studij fizioterapije |
| Vrsta studentskog rada | Završni rad |
| Ime i prezime studenta | Matteo Sergio Pozzi |
| JMBAG | 351011507 |

Podatci o radu studenta:

| | |
|-------------------------------|--|
| Naslov rada | |
| Ime i prezime mentora | Helena Štrucelj |
| Datum predaje rada | 14. 9. 2023. |
| Identifikacijski br. podneska | 2165833678 |
| Datum provjere rada | 14. 9. 2023. |
| Ime datoteke | na_aerobnu_tjelesnu_aktivnost_-_Matteo_Sergio_Pozzi_-_final... |
| Veličina datoteke | 199.42K |
| Broj znakova | 55986 |
| Broj riječi | 9406 |
| Broj stranica | 41 |

Podudarnost studentskog rada:

| | |
|-----------------|----|
| Podudarnost (%) | 4% |
|-----------------|----|

Izjava mentora o izvornosti studentskog rada

| | |
|--|--|
| Mišljenje mentora | |
| Datum izdavanja mišljenja | 14. 9. 2023. |
| Rad zadovoljava uvjete izvornosti | <input checked="" type="checkbox"/> Da |
| Rad ne zadovoljava uvjete izvornosti | <input type="checkbox"/> |
| Obrazloženje mentora (po potrebi dodati zasebno) | |

Datum

14. 9. 2023.

Potpis mentora



SADRŽAJ

SAŽETAK

SUMMARY

| | |
|---|----|
| 1. UVOD..... | 1 |
| 1.1. Tjelesna aktivnost..... | 1 |
| 1.1.1. Fiziologija aerobne tjelesne aktivnosti..... | 2 |
| 1.2. Fiziologija termoregulacije | 4 |
| 1.3. Palmarno hlađenje u aerobnoj tjelesnoj aktivnosti..... | 5 |
| 2. CILJEVI I HIPOTEZE | 8 |
| 3. ISPITANICI I METODE | 9 |
| 3.1. Ispitanici/materijali..... | 9 |
| 3.2. Postupak i instrumentarij..... | 9 |
| 3.3. Statistička obrada podataka | 11 |
| 3.4. Etički aspekti istraživanja..... | 12 |
| 4. REZULTATI..... | 13 |
| 5. RASPRAVA | 22 |
| 6. ZAKLJUČAK..... | 28 |
| LITERATURA..... | 29 |
| PRIVITCI..... | 32 |
| ŽIVOTOPIS..... | 33 |

Popis korištenih kratica i oznaka:

bpm - broj otkucaja srca u minuti

kpm/min - kilopond metri u minuti, vrijednost opterećenja

min – minuta

TT – tjelesna temperatura

TA – tjelesna aktivnost

H – uvjet mjerenja s palmarnim hlađenjem

BH – uvjet mjerenja bez palmarnog hlađenja

ART - Astrand-Rhyming test

SAŽETAK

Tijekom tjelesne aktivnosti, različiti fiziološki sustavi djeluju sinergijski kako bi omogućili prilagodbu organizma. Uvođenjem inovativnog pristupa, kao što je palmarno hlađenje - primjena hladnih obloga na dlanovima, istražuje se potencijal za regulaciju tjelesne temperature tijekom vježbanja. Ovaj rad analizira utjecaj palmarnog hlađenja na promjene pulsa, percipiranog napora, tjelesne temperature i opterećenja tijekom aerobne aktivnosti. Cilj je razumjeti može li palmarno hlađenje smanjiti porast tjelesne temperature i subjektivni osjećaj napora te tako potaknuti redovito vježbanje kod osoba koje se suočavaju s poteškoćama zbog napora pri tjelesnoj aktivnosti, odnosno predstavlja li ono inovativan pristup koji može doprinijeti optimizaciji tjelesne aktivnosti i promicanju zdravog načina života.

U istraživanju su sudjelovala 24 studenta preddiplomskog studija Fizioterapije u dobi od 20 do 23 godine, prosječne tjelesne spremne i kod kojih u trenutku ispitivanja nisu bila prisutna akutna i kronična stanja, odnosno stanja zbog kojih im je propisana zabrana sportskih aktivnosti od strane liječnika. Isključeni su oni osjetljivi na hladnoću te s akutnim i kroničnim zdravstvenim stanjima ili ozljedama lokomotornog sustava. Korišten je submaksimalni cikloergometarski test Astrand-Rhyming Cycle Ergometer Test kako bi se analizirale razlike u navedena četiri parametra između dvaju uvjeta. Statistička analiza uključila je deskriptivne postupke, t-test, Wilcoxon test i hi-kvadrat test.

Iako su pronađene razlike u puls, percipiranom naporu i opterećenju između uvjeta s i bez palmarnog hlađenja, one nisu bile statistički značajne. Međutim, značajne razlike u tjelesnoj temperaturi, koja se u uvjetu palmarnog hlađenja pokazala nižom nego u uvjetu bez palmarnog hlađenja, potvrđuju potencijalno djelotvornu primjenu palmarnog hlađenja tijekom aerobne tjelesne aktivnosti.

Ključne riječi: aerobna tjelesna aktivnost, fiziološki odgovor, palmarno hlađenje, termoregulacija

SUMMARY

During physical activity, various physiological systems synergistically operate to enable organism adaptation. Introducing an innovative approach, such as palm cooling - the application of cold compresses to the palms, investigates the potential for regulating body temperature during exercise. This study analyzes the influence of palm cooling on changes in heart rate, perceived exertion, body temperature, and workload during aerobic activity. The aim is to understand whether palm cooling can mitigate the rise in body temperature and subjective perception of effort, as well as encourage regular exercise among individuals struggling with exercise-induced discomfort. In this context, the exploration of palm cooling represents an innovative approach that could contribute to optimizing physical activity and promoting a healthy lifestyle.

Twenty-four physically healthy students of Physiotherapy participated in the study, with no acute or chronic conditions present at the time of the study, and none of them had medical restrictions for sports activities prescribed by a physician. The students were aged 20 to 23, with an average fitness level. Exclusion criteria encompassed sensitivity to cold, acute and chronic health conditions, and locomotor injuries. A submaximal cycle ergometer test, specifically the Astrand-Rhyming Cycle Ergometer Test, was employed to analyze differences in four parameters between the two conditions. Statistical analysis encompassed descriptive procedures, t-test, Wilcoxon test, and Chi-square test.

While differences in heart rate, perceived exertion, and workload were observed between conditions with and without palm cooling, statistical significance was not achieved. However, notable differences in body temperature, which was lower in the palm cooling condition, confirm the potential efficacy of palm cooling during aerobic physical activities.

Key words: aerobic exercise, physiological adaptation, palmar cooling, thermoregulation

1. UVOD

1.1. Tjelesna aktivnost

Tjelesna aktivnost (TA) prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji podrazumijeva svaki pokret koji proizvode mišići te zahtijeva određenu potrošnju energije (1). Prema preporukama Svjetske zdravstvene organizacije odrasle osobe u dobi od 18 do 64 godine trebale bi provoditi najmanje 150-300 minuta tjedne aerobne TA umjerenog intenziteta, odnosno najmanje 75-150 minuta aerobne TA jakog intenziteta. Daljnja je preporuka nadomjestiti većinu vremena provedenog sjedeći tjelesnom aktivnošću bilo kojeg intenziteta (uključujući lagani intenzitet) (1). Redovito bavljenje tjelesnom aktivnošću donosi brojne dobrobiti tjelesnom i psihičkom zdravlju, a pridonosi i prevenciji kroničnih nezaznih bolesti, kao što su kardiovaskularne bolesti, dijabetes i pretilost. TA je važna strategija promicanja zdravlja i mora se poticati u svim dobnim skupinama. Neke od dobrobiti TA jesu poboljšanje kardiorespiratorne kondicije, mišićne snage, fleksibilnosti, ravnoteže i motoričke koordinacije, kao i doprinos smanjenju stresa, anksioznosti i depresije. Također, redovito bavljenje tjelesnom aktivnošću doprinosi održavanju zdrave tjelesne mase i sprječavanju prekomjernog debljanja koji je čimbenik rizika za niz kroničnih bolesti (1).

Fiziologija TA uključuje proučavanje akutnih reakcija i kroničnih prilagodbi na vježbanje. Vježbanje je najčešći stres kojem je naše tijelo izloženo i zahtijeva integrirano djelovanje svih tjelesnih sustava (2):

Živčani sustav ključan je za koordinaciju različitih organa i izvedbu TA. Somatski živčani sustav regulira funkciju mišićno-koštanog sustava i omogućava izvođenje pokreta (2). Autonomni živčani sustav djeluje uglavnom nesvjesno i regulira tjelesne funkcije poput srčane frekvencije, probave, brzine disanja, pupilarne reakcije, cirkulacije krvi, mokrenja i seksualnog uzbuđenja. Mišićno-koštani sustav regulira pokrete. Kardiovaskularni sustav povećava opskrbu kisikom i energetske supstratima. To podrazumijeva povećanje brzine cirkulacije krvi i posljedično povećanje brzine srčanog ritma (3). Respiratorni sustav regulira ventilaciju s promjenama u brzini disanja, plimnom volumenu i ukupnom respiratornom zapreminom kako bi se održala ispravna razmjena plinova (O_2 i CO_2). Endokrini sustav je sustav kemijskih posrednika koji uključuje povratne informacije hormona koje izlučuju unutarnje žlijezde organizma direktno u krvožilni sustav, regulirajući rad udaljenih ciljanih organa (2).

U ovom istraživanju naglasak je stavljen termoregulacijski sustav. On regulira tjelesnu temperaturu, održavajući unutarnju temperaturu u stanju ravnoteže (homeostaza). Ovaj sustav održava vitalne funkcije i igra ključnu ulogu u uvjetima visokog termalnog stresa i izloženosti dugotrajnim stresogenim faktorima.

Maksimalni napor može biti ograničen bilo kojim od opisanih uključenih sustava. Stoga, kad dođe do povećanja opterećenja, potrebno je osigurati dovoljno kisika aktivnim mišićima, pri čemu rezultirajući CO₂ također mora biti eliminiran (2). Kako bi mišići mogli proizvesti više energije, potrebna je bioenergetska pretvorba pohranjene kemijske energije, poput glukoze ili masnih kiselina, u kinetičku energiju. Respiratorni sustav osigurava da su promjene u mehanizmima disanja adekvatne za održavanje ispravnog funkcioniranja izmjene plinova. Za zadovoljenje potreba perifernih mišića, opskrba kisikom i glukozom mora se povećati, što implicira veći volumen krvi. Kod osoba s normalnom respiratornom i mišićnom funkcijom, čini se da povećanje srčanog pulsa ograničava sposobnost TA (4).

TA je za tijelo i metabolizam vrlo zahtjevna. Za razliku od stanja mirovanja, gdje živčani sustav održava parasimpatički tonus, koji utječe na brzinu disanja, otkucaje srca i razne metaboličke procese, TA stimulira simpatički živčani sustav i potiče globalni odgovor tijela. Glavni cilj tijela tijekom TA je održavanje homeostaze u povećanim fizičkim, metaboličkim, respiratornim i kardiovaskularnim naporima (5).

1.1.1. Fiziologija aerobne tjelesne aktivnosti

Ljudski termoregulacijski sustav je jedan od najzaslužnijih sustava u održavanju homeostaze za vrijeme aerobne TA. On je složen, a utjecaj vježbanja na ovaj sustav je kompliciran. Vježbanje potiče nekoliko fizioloških i toplinskih promjena koje dovode do promjena u termoregulaciji ljudskog tijela, varijacija metaboličke stope i povećanog unutarnjeg toplinskog opterećenja (2). Tijekom TA, termoregulacijske funkcije su ključne za preživljavanje i održavanje fizičkog rada. Ravnoteža termoregulacije tijekom napornog vježbanja ovisi o interakciji metaboličke proizvodnje topline i njene izmjene s okolinom (2).

Proučavanje generacije i disipacije topline tijekom intenzivne TA vrlo je zanimljivo zbog značajnog povećanja tjelesne temperature u usporedbi s mirovanjem, što može dovesti do hipertermije i smanjene učinkovitosti. U ovim uvjetima, procesi termoregulacije igraju ključnu ulogu u održavanju tjelesne temperature unutar uskog raspona njenih vrijednosti koje tijelo

podnosi. Ljudi imaju izvanrednu sposobnost prilagodbe i održavanja fizioloških funkcija u različitim uvjetima vježbanja. Kada proizvodnja topline premašuje njezinu disipaciju (kod TA ili visoke temperature okoline), tjelesna temperatura se povećava, što aktivira mehanizme prilagodbe za disipaciju viška topline (6). Tjelesni napor postavlja izazov termoregulaciji uzrokujući značajan porast proizvodnje metaboličke topline. Tijekom aerobne TA, metabolička proizvodnja topline može se povećati od 10 do 20 puta, ali manje od 30% generirane topline pretvara se u mehaničku energiju (7). Tijekom vježbanja, porast metaboličke topline povećava stopu kojom se toplina mora disipirati u okoliš kako bi se spriječilo opasno povećanje temperature tkiva. U slučaju povećane proizvodnje topline, uključujući intenzivno vježbanje, aktivacija disipacije topline provodi se promjenama vaskularnog tonusa kože i povećanim znojenjem (2).

Deterioracija fizičke izvedbe i iscrpljenost mogu biti uzrokovane višestrukim fiziološkim čimbenicima. Istraživači koji proučavaju čimbenike koji ograničavaju izvedbu tijekom aerobne TA u uvjetima toplinskog stresa ponajviše su se usredotočili na posljedice duboke kardiovaskularne potrebe za istodobnim perfundiranjem i mišića (koji se aktiviraju za vrijeme same aktivnosti) i kože (8,9). Izbjegavanje velikog porasta tjelesne temperature tijekom aerobne TA je ključno, s obzirom na to da je utvrđeno da je pojava umora usko povezana s postizanjem „kritične“ tjelesne temperature (8). Koncept ranog umora u toplim ili vrućim okruženjima kao posljedica povišene tjelesne temperature čvrsto je utemeljen nakon nekoliko studija (8,10) koje su pokazale da pretjerani porast tjelesne temperature narušava izdržljivost. Dobro je poznato da je gornja granica središnje tjelesne temperature na kojoj se može održati produženo vježbanje oko 40°C. Ekstremi u tjelesnoj temperaturi (>42°C) mogu štetiti staničnim i organskim funkcijama, što može ugroziti preživljavanje (7). Centralni živčani sustav također se može oslanjati na hipertermiju kako bi zaštitio tijelo od „pregrijavanja“. Hipertermija može služiti kao samoregulatorni signal koji potiče centralnu inhibiciju izvedbe vježbanja kada se postigne gornji prag temperature (4). Tijekom aerobne TA, dodatna toplina dobivena iz okoline i samih mišića mora se nadoknaditi povećanjem stope disipacije topline. Tijekom toplinskog stresa, protok krvi kroz kožu se povećava, rezultirajući povećanjem površinske kožne temperature i povećanjem disipacije topline u okoliš. Međutim, dugotrajno vježbanje stavlja visoke zahtjeve na termoregulatorske mehanizme tijela, posebno u uvjetima visoke temperature i vlage (6).

1.2. Fiziologija termoregulacije

Najistaknutija metabolička promjena tijekom TA je povećanje tjelesne temperature, odnosno odgovor termoregulacijskog sustava na napor. TA potiče nekoliko fizioloških i toplinskih promjena, što dovodi do promjena u termičkoj homeostazi ljudskog tijela, varijacija metabolizma i povećane unutarnje temperature. Tijekom tjelesnog napora, ljudske termoregulacijske funkcije ključne su za preživljavanje i održavanje fizičkog rada. Tijekom TA, povećanje metaboličke proizvodnje topline povećava brzinu kojom se toplina mora osloboditi u okolinu kako bi se spriječilo opasno povećanje temperature tkiva (2). Termoregulacija se definira kao sposobnost tijela da održava tjelesnu temperaturu (TT) unutar određenih vrijednosti. Regulacija tjelesne temperature ključni je faktor u kontroli umora i osiguravanju pravilnog funkcioniranja procesa tjelesne homeostaze (11). Stoga je poznavanje regulacije tjelesne temperature nužno za razumijevanje osnovnog koncepta homeostaze i za različite fiziološke i kliničke primjene. Regulacija TT jedan je od najvažnijih primjera homeostaze, koji utječe na održavanje ravnoteže unutarnje temperature. Održavanje tjelesne temperature unutar uskih granica ključna je homeostatska funkcija od presudnog značaja za preživljavanje (6). Ljudi posjeduju složen skup mehanizama koji reguliraju tjelesnu temperaturu, koji se mogu podijeliti na dva glavna procesa, odnosno kontrolna sustava: bihevioralni proces (održavanje ili traženje povoljnog okruženja) i autonomni proces (npr. vazodilatacija kože, znojenje i drhtanje). Stoga je termalna homeostaza kontrolirana i ponašajnim i fiziološkim odgovorima (12). Prvi oblik termoregulacije kod ljudi je onaj ponašajni. Primjeri takvih aktivnosti su oblačenje ili svlačenje odjeće, promjena položaja tijela, kretanje, traženje skloništa itd. Ponašajna regulacija temperature većinom djeluje kroz svjesno, voljno ponašanje kako bi se primijenila sva raspoloživa sredstva (12). Prema tome, taj proces nije od značaja za ovo istraživanje, jer su za vrijeme samog ispitivanja osigurani isti uvjeti za sve ispitanike i svi ispitanici vrše jednaku radnju. Drugi oblik termoregulacije u našem tijelu je autonomna termoregulacija.

Naš termoregulacijski centar prima informacije iz dva skupa termoreceptora unutar perifernog i centralnog živčanog sustava. Regulacija tjelesne temperature odvija se hijerarhijskim redoslijedom. Lokalni mehanizmi su na dnu, dok su centralni mehanizmi na vrhu (2). Općenito, centralna termoregulacija sastoji se od tri glavne komponente: 1) termalna percepcija putem neuronskih stanica osjetljivih na temperaturu, 2) integracija putem

neuronskih puteva i 3) učinkovit termoregulacijski odgovor putem odvojenih grana živčanog sustava (4).

Tjelesna temperatura regulira se putem hipotalamusa koji određuje vrijednost optimalne tjelesne temperature - tzv. *set point*. Hipotalamus je koordinirajući ili centralni integracijski centar za termoregulaciju i šalje impulse različitim efektorima kako bi prilagodio tjelesnu temperaturu, omogućavajući ravnotežu između mehanizama stvaranja i gubitka topline (13). Postoje gornji i donji pragovi za hipotalamičku temperaturu, iznad i ispod kojih se termoregulacijski mehanizmi aktiviraju kako bi sačuvali/generirali ili raspršili/disipirali toplinu. Ti gornji i donji limiti označavaju takozvanu „termoneutralnu zonu“(14). Termoneutralna zona je raspon temperatura unutar kojeg gola osoba može održavati tjelesnu temperaturu jednostavno prilagođavajući vaskularni tonus. Ovi se pragovi razlikuju ovisno o cirkadijurnom ritmu, spolu, tjelesnoj aktivnosti itd., ali vazokonstriksijski odgovori se neovisno o tome pokreću kod oko 36,5°C, a drhtanje kod 36–36,2°C (15). Disipacija topline je moguća zbog promjena krvožilnog tonusa kože i pojačanog znojenja. Povećanje gubitka topline kroz kožnu vazodilataciju izazvano je aktivacijom autonomnog živčanog sustava i olakšava povećanje takozvane suhe izmjene topline prvenstveno konvekcijom i zračenjem. Za aktivne pojedince učinkovita disipacija toplinske energije koje stvara kontrakcija mišića ima posebnu važnost. Neuspjeh mehanizama za učinkovito uklanjanje tjelesne topline tijekom napornog aerobnog vježbanja može rezultirati znatnim smanjenjem fizičkih sposobnosti zbog povećanja otkucaja srca i tjelesne temperature, što povećava subjektivan osjećaj napora (16). Upravo zbog povećanog percipiranog napora, redovito bavljenje aerobnom tjelesnom aktivnošću često predstavlja fizičku i psihičku barijeru za mnoge pojedince.

1.3. Palmarno hlađenje u aerobnoj tjelesnoj aktivnosti

Jedna od metoda koja se koristi za regulaciju tjelesne temperature kod aerobne TA je hlađenje hladnim oblozima sa ciljem globalnog smanjivanja tjelesne temperature, te posljedično odgađanja rasta pulsa i smanjenja subjektivnog osjećaja napora. Osim lokalne disipacije topline, primjenom hladnih obloga na površini tijela se hladi i krv što ima efekt smanjenja tjelesne temperature (17). Razumijevanje fizioloških posljedica integracije hlađenja dlanova u područje aerobne TA od iznimne je važnosti za otkrivanje potencijalnih strategija za optimizaciju izvedbe i poboljšanje fiziološkog odgovora na tjelesni napor (18). Primjena

hladnih podražaja na dlanovima tijekom aerobnog vježbanja predstavlja dinamički mehanizam hlađenja koji uključuje složenu reakciju termoregulacijskih procesa, dinamike protoka krvi i neuralnih odgovora (19). Metoda je najučinkovitija kada se oblozi primjene na segmentu bez dlaka i sa velikom koncentracijom krvnih žila, ili gdje su krvne žile velikog promjera. Dlanovi i tabani, odnosno arteriovenske anastomoze i venski pleksusi u dlanovima i tabanima su velikog promjera, posljedično se u kratkom vremenskom periodu može ohladiti velika količina krvi, koja će dalje hladiti ostatak tijela (18). Istraživanja pokazuju da je upravo zbog tih razloga dlan jedno od najučinkovitijih područja na kojima se mogu primijeniti hladni oblozi za brzo spuštanje globalne tjelesne temperature (20–22). Dlanovi, koji su karakterizirani obilnom vaskularnom mrežom, služe kao provodnici za učinkovitu razmjenu topline, čime se olakšava uklanjanje viška termalne energije generirane tijekom aerobnih aktivnosti (17). Promovirajući poboljšano rasipanje topline, hlađenje dlanova doprinosi očuvanju homeostaze središnje tjelesne temperature, umanjujući rizik od umora uzrokovanog toplinom i njenih štetnih učinaka na izvedbu (17). Međutim, istodobni vazokonstriktivni učinak koji izaziva primjena hladnih podražaja zahtijeva pažljivo razmatranje. Iako početna vazokonstrikcija kao odgovor na hlađenje može nagovijestiti potencijalno smanjenje perfuzije krvi do ekstremiteta, važno je kontekstualizirati to unutar šireg okvira vazodilatacije izazvane vježbanjem (23). Složena mreža vaskularnih prilagodbi izazvanih aerobnom vježbom djeluje kao protuteža, potencijalno održavajući ili čak poboljšavajući ukupnu opskrbu kisikom do aktivnih mišića unatoč lokalnom vazokonstriktivnom utjecaju (24).

Glavni cilj ovog istraživačkog rada je opisati i usporediti krivulje rasta pulsa (broja otkucaja srca u minuti, bpm), percipiranog napora, tjelesne temperature i opterećenja u uvjetu palmarnog hlađenja i bez palmarnog hlađenja za vrijeme aerobne TA, kako bi se ustanovilo može li metoda hlađenja odgoditi i smanjiti njihov rast i posljedično učiniti aerobnu TA ugodnijom zbog očekivanog povećanja disipacije topline pomoću hladnih obloga. Nove spoznaje ukazuju da receptori hladnoće na dlanovima mogu imati modulacijski učinak na percepciju napora i truda (21,23). Aktivirajući neuronske puteve povezane sa subjektivnim osjećajem umora, hlađenje dlanova može predstavljati novi način za smanjenje percipiranog napora tijekom aerobnih aktivnosti. To može imati značajnu dobrobit pri vježbanju i samom ishodu izvedbe (23). Stoga je sveobuhvatno istraživanje ovog novog načina izvedbe ključno za otkrivanje potencijalnih koristi, izazova i temeljnih mehanizama koji karakteriziraju uključivanje hlađenja dlanova kao održive strategije za optimizaciju rezultata aerobnog vježbanja. Nadalje, rezultati ovog istraživanja mogu biti od koristi za planiranje i poticanje redovitog bavljenja tjelesnom

aktivnošću kod pojedinaca u kojih se javljaju psihičke i fizičke barijere zbog subjektivnog osjećaja napora.

2. CILJEVI I HIPOTEZE

C1: Opisati i usporediti krivulje rasta pulsa, percipiranog napora, tjelesne temperature i opterećenja tijekom aerobne tjelesne aktivnosti u uvjetu palmarnog hlađenja i bez palmarnog hlađenja.

C2: Usporediti apsolutne razlike između početnog i završnog mjerenja tijekom aerobne tjelesne aktivnosti kod pulsa, percipiranog napora, tjelesne temperature i opterećenja u uvjetu palmarnog hlađenja i bez palmarnog hlađenja.

C3: usporediti broj ispitanika koji će moći nastaviti ispitivanje i u sedmoj minuti nakon isteka šeste minute testiranja u uvjetu palmarnog hlađenja i bez palmarnog hlađenja.

H1: Krivulje rasta pulsa, percipiranog napora i tjelesne temperature će imati kasniji početak rasta u uvjetu palmarnog hlađenja nego u uvjetu bez palmarnog hlađenja, dok će krivulja rasta opterećenja imati raniji početak rasta u uvjetu palmarnog hlađenja nego u uvjetu bez palmarnog hlađenja.

H2: Apsolutne razlike pulsa, percipiranog napora i tjelesne temperature između početnog i završnog mjerenja bit će veće kod uvjeta bez palmarnog hlađenja nego kod uvjeta palmarnog hlađenja, dok će apsolutna razlika opterećenja između početnog i završnog mjerenja biti manja kod uvjeta bez palmarnog hlađenja nego kod uvjeta palmarnog hlađenja.

H3: U uvjetu palmarnog hlađenja veći će broj ispitanika moći nastaviti testiranje i u sedmoj minuti nakon isteka šeste minute testa nego u uvjetu bez palmarnog hlađenja.

3. ISPITANICI I METODE

3.1. Ispitanici/materijali

U istraživanju su sudjelovala 24 zdrava studenata Prijediplomskog studija Fizioterapije bez lokomotornih teškoća, oba spola. Kriteriji uključenja bili su prosječna tjelesna sprema i dob od 20 do 23 godine. Kriteriji isključenja bili su osjetljivost na hladnoću, odnosno sklonost ozeblinama, akutna i kronična stanja, odnosno stanja zbog kojih je pojedincima propisana zabrana sportskih aktivnosti od strane liječnika i ozljede lokomotornog sustava. Ispitanici su odabrani prigodno, na način da je sudjelovalo prvih 24 ispitanika koji su bili motivirani za sudjelovanje. Istraživanje se provodilo kroz nekoliko dana u Atletskoj dvorani Kantrida, a Sportski savez osoba s invaliditetom grada Rijeke je ustupio aparaturu potrebnu za istraživanje.

3.2. Postupak i instrumentarij

Podaci potrebni za istraživanje prikupljali su se submaksimalnim cikloergometerskim aerobnim fitness testom pod nazivom *Astrand-Rhyming Cycle Ergometer Test* (Astrand test). Sam test se sastoji od dvominutnog zagrijavanja na cikloergometru s otporom od 0 kpm/min i kadencom od 40 revolucija po minuti, nakon čega ispitanik staje dok puls ne opadne na 80-90 otkucaja po minuti. Zatim kreće sam test, ispitanik pedalira 6 minuta s početnim opterećenjem od 450 kpm/min. U slučaju da je razlika broja otkucaja srca nakon 5 i 6 minuta viša od 5 bpm, test se nastavlja još jednu minutu, pa postoji mogućnost da će neki ispitanici pedalirati 7 minuta. Za izradu istraživanja su se tijekom testa prikupljali sljedeći podaci: puls, percipirani napor, tjelesna temperatura, opterećenje i ukupno vrijeme ispitivanja.

Puls, odnosno broj otkucaja srca (bpm) mjerio se svake sekunde pomoću trake za mjerenje otkucaja srca (Garmin HRM-Dual™).

Percipirani napor se mjerio svake minute standardiziranom Borgovom skalom percipiranog napora. Borgova skala se koristi za proučavanje stope percipiranog napora tijekom vježbanja u laboratorijskim i kliničkim okruženjima. Ovu je ljestvicu razvio Borg tako da se perceptivne ocjene linearno povećavaju s opterećenjem i otkucajima srca na cikloergometru. Skala (Tablica 1.) se koristi na principu subjektivnog percipiranog napora, a sastoji se od ljestvice u rasponu od 6 do 20 koja se temelji na pripisivanju brojčanih vrijednosti kvalitativnim, odnosno usmenim opisima osjećaja napora ispitanika (25,26).

Tablica 1. Borgova skala percipiranog napora (preveo autor prema: https://www.health.gov.au/sites/default/files/images/publications/2021/05/allied-health-professional-resource-for-group-therapy-borg-scale_0.jpg) (26)

| | |
|----|---|
| 6 | Vrlo, vrlo lagano |
| 7 | |
| 8 | |
| 9 | |
| 10 | |
| 11 | Umjereno lagano |
| 12 | Umjereno teško U određenoj mjeri teško |
| 13 | |
| 14 | |
| 15 | |
| 16 | Teško |
| 17 | Vrlo teško |
| 18 | |
| 19 | |
| 20 | |
| | Vrlo, vrlo teško |
| | Maksimalni napor |

Tjelesna temperatura (°C) bilježila se svake minute pomoću beskontaktnog toplomjera Berrcom JXB-178. Jedina ovdje moguća pristupna metoda za mjerenje tjelesne temperature je pomoću beskontaktnog toplomjera otkako metode kao *thermal imaging* nisu bile dostupne, a ostale dostupne metode mjerenja tjelesne temperature kao aksilarna, oralna, timpanična ili rektalna metoda nisu primjenjive u ovom slučaju. Kvaliteta prikupljanja podataka o tjelesnoj temperaturi je osigurana tako što se prije svakog mjerenja obrisao znoj sa čela ispitanika kako znoj ne bi utjecao na mjerenje.

Vrijednosti opterećenja (kpm/min) i vremena ispitivanja (min) automatizirano zadaje i bilježi cikloergometar s obzirom na vitalne vrijednosti ispitanika prateći protokol Astrand testa: nakon prve minute dolazi do povećanja opterećenja od 300 kpm/min ako je puls niži od 100 bpm, odnosno do povećanja od 150 kpm/min ako je puls između 100-105 bpm. Nakon druge minute dolazi do povećanja opterećenja od 300 kpm/min ako je puls niži od 110 bpm i ako se povećao za manje od 10 bpm u posljednjoj minuti, odnosno do povećanja od 150 kpm/min ako je puls između 110-115 i ako se povećao za manje od 15 bpm u posljednjoj minuti. Nakon treće

minute dolazi do povećanja opterećenja od 150 kpm/min ako je puls niži od 120 bpm i ako se povećao za manje od 5 bpm u posljednjoj minuti. Ako je razlika broja otkucaja srca nakon 5 i 6 minuta viša od 5 bpm, test se nastavlja još jednu minutu.

Vrijednosti su se prikupljale dva puta, odnosno za vrijeme izvođenja dva Astrand testa koji su se izvodili u istom danu, s odmorom od 15-20 minuta između svakog. Ispitanici su podijeljeni u dvije skupine po 12 ispitanika. Prva skupina je prvi test odradila u uvjetu bez palmarnog hlađenja, a drugi u uvjetu s primjenom palmarnog hlađenja, dok je druga skupina odradila prvi test u uvjetu palmarnog hlađenja, a drugi bez primjene palmarnog hlađenja. Kako bi se osigurala kvaliteta mjerenja, u uvjetu hlađenja su se za svakog ispitanika koristili oblozi na jednakoj temperaturi. Aplicirani su standardizirani *Hartmann DermaPlast Active* ledeni oblozi. Također, kako bi se smanjili drugi utjecaj na oscilacije tjelesne temperature, test je proveden u klimatiziranoj prostoriji gdje je temperatura zraka bila konstantna.

Jedan ispitanik nije mogao zbog prevelikog napora dovršiti testiranje, pa nije uvršten u analizu. Nije bilo drugih teškoća u istraživanju.

3.3. Statistička obrada podataka

Varijable uključuju puls, tjelesnu temperaturu, percipirani napor, opterećenje i mogućnost nastavka ispitivanja u sedmoj minuti nakon isteka šeste minute. Varijable koje se spominju u H1, a to su puls, tjelesna temperatura, percipirani napor, opterećenje i vrijeme ispitivanja izražene su ili na intervalnoj ili na omjernoj ljestvici pa su opisane aritmetičkom sredinom i standardnom devijacijom ili medijanom i kvartilnim raspršenjem, ovisno o normalnosti raspodjele podataka testiranoj Kolmogorov-Smirnovim testom. Varijable koje se spominju u H2 odnose se na izračun apsolutne razlike u opisanim varijablama između prvog i završnog mjerenja. Također su opisane aritmetičkom sredinom i standardnom devijacijom ili medijanom i kvartilnim raspršenjem, ovisno o normalnosti raspodjele podataka. Varijabla koja se spominje u H3, a to je mogućnost nastavka ispitivanja u sedmoj minuti nakon isteka šeste minute izražena je na nominalnoj ljestvici (da ili ne) i opisana je apsolutnim frekvencijama i postocima.

Za potrebe testiranja H1 prikazani su linijski grafikoni prosječnih vrijednosti svake od navedenih varijabli zasebno za uvjet palmarnog hlađenja i uvjet bez palmarnog hlađenja. Dobiveni rezultati opisani su i uspoređeni narativno. Za testiranje H2 korišten je t-test za zavisne uzorke i Wicoxonov test, a za testiranje H3 hi-kvadrat test, sva tri na razini značajnosti

$p < 0,05$. Za statističku obradu podataka koristio se program Statistica 14.0.0.15 (TIBCO Software Inc.).

3.4. Etički aspekti istraživanja

Prije samog početka istraživanja ispitanici su pismeno potvrdili svoju suglasnost informiranim pristankom. Prilikom prikupljanja i obrade podataka imena ispitanika su zamijenjena brojem, stoga je na taj način osigurana anonimnost svakog ispitanika. Istraživanje je niskog rizika no za njegovu provedbu je dobivena suglasnost Etičkog povjerenstva za biomedicinska istraživanja Fakulteta zdravstvenih studija u Rijeci radi moguće publikacije istraživanja.

4. REZULTATI

U istraživanju je sudjelovalo ukupno 23 zdravih studenata i studentica Preddiplomskog stručnog studija fizioterapije na Fakultetu zdravstvenih studija Sveučilišta u Rijeci, starih između 20 i 23 godine ($M=21,13$, $SD=0,899$). U istraživanju je sudjelovalo 11 ispitanika prosječne dobi od $M=21,18$, $SD=1,029$ i 12 ispitanica prosječne dobi $M=21,08$, $SD=0,759$.

U ispitivanju su mjereni puls, opterećenje, tjelesna temperatura i percipirani napor u dva uvjeta, bez palmarnog hlađenja i sa njime. Sva četiri parametra mjerena su po 7 puta u svakome od dva uvjeta mjerenja. Deskriptivni podaci o njima prikazani su kao aritmetička sredina i standardna devijacija ili kao medijan i kvartilno raspršenje, ovisno o normalnosti raspodjele podataka provjerene Kolmogorov-Smirnovim testom.

Deskriptivni podaci o promjenama pulsa u uvjetu bez palmarnog hlađenja (BH) prikazani su u Tablici 2., a o promjenama pulsa u uvjetu s palmarnim hlađenjem (H) u Tablici 3.

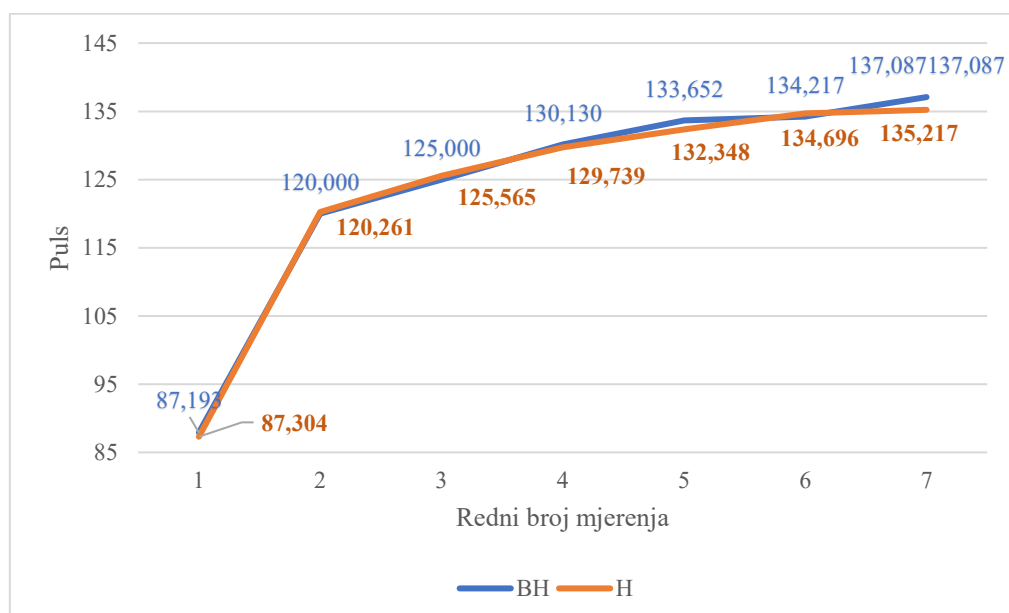
Tablica 2. Puls u uvjetu bez palmarnog hlađenja (N=23)

| | M | SD | CI95% | Min | Max |
|------------------|----------|-----------|-----------------|------------|------------|
| Puls BH 1 | 87,913 | 12,236 | 82,622-93,204 | 68 | 119 |
| Puls BH 2 | 120,000 | 14,133 | 113,889-126,111 | 92 | 147 |
| Puls BH 3 | 125,000 | 15,451 | 118,319-131,681 | 104 | 164 |
| Puls BH 4 | 130,130 | 13,692 | 124,209-136,052 | 110 | 164 |
| Puls BH 5 | 133,652 | 13,973 | 127,610-139,694 | 111 | 170 |
| Puls BH 6 | 134,217 | 15,451 | 127,536-140,899 | 111 | 174 |
| Puls BH 7 | 137,087 | 16,420 | 129,986-144,188 | 114 | 177 |

Tablica 3. Puls u uvjetu palmarnog hlađenja (N=23)

| | M | SD | CI95% | Min | Max |
|-----------------|----------|-----------|-----------------|------------|------------|
| Puls H 1 | 87,304 | 14,633 | 80,977-93,632 | 69 | 127 |
| Puls H 2 | 120,261 | 14,864 | 113,833-126,688 | 91 | 148 |
| Puls H 3 | 125,565 | 15,462 | 118,879-132,251 | 102 | 162 |
| Puls H 4 | 129,739 | 14,583 | 123,433-136,045 | 110 | 170 |
| Puls H 5 | 132,348 | 14,374 | 126,132-138,563 | 110 | 172 |
| Puls H 6 | 134,696 | 13,939 | 128,668-140,724 | 110 | 174 |
| Puls H 7 | 135,217 | 15,148 | 128,667-141,768 | 112 | 179 |

Usporedni grafički prikaz promjena pulsa u dva uvjeta prikazan je na Slici 1. Vidljivo je da obje krivulje rastu kroz vrijeme trajanja mjerenja. Početni je prosječni puls neznatno veći u uvjetu BH nego u uvjetu H. Taj se odnos kroz vrijeme više puta izmjenjuje, no vrijednosti se uvijek neznatno razlikuju. Završno, sedmo, mjerenje pokazuje kako je puls u uvjetu BH nešto veći u odnosu na puls u uvjetu H pa ovaj dio prve hipoteze, vezan za očekivanje kasnijeg početka rasta pulsa u uvjetu H nego u uvjetu BH, nije potvrđen.



Slika 1. Usporedba krivulja rasta pulsa u uvjetu bez palmarnog hlađenja i u uvjetu palmarnog hlađenja

Deskriptivni podaci o promjenama opterećenja u uvjetu bez palmarnog hlađenja (BH) prikazani su u Tablici 4., a o promjenama pulsa u uvjetu s palmarnim hlađenjem (H) u Tablici 5.

Tablica 4. Opterećenje u uvjetu bez palmarnog hlađenja (N=23)

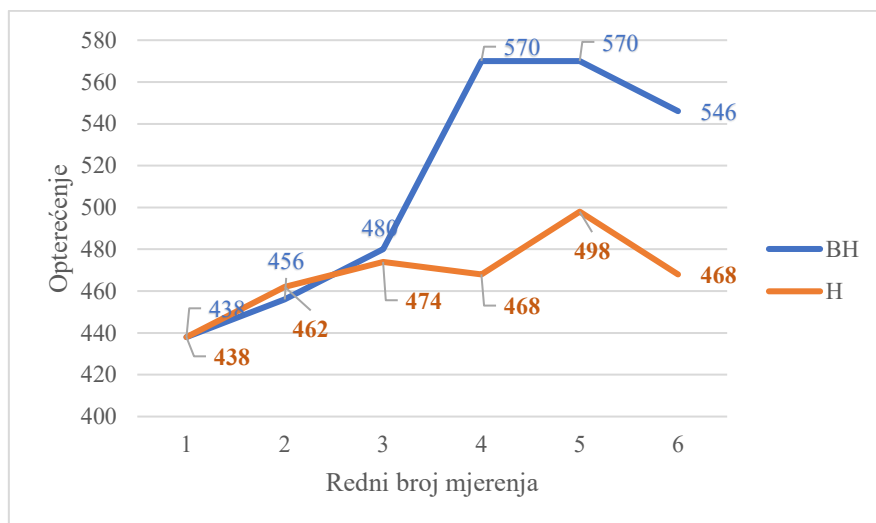
| | Medijan | Donji i gornji kvartil | Min | Max |
|-------------------------|----------------|-------------------------------|------------|------------|
| Opterećenje BH 1 | 0 | (0-6) | 0 | 18 |
| Opterećenje BH 2 | 438 | (432-468) | 420 | 612 |
| Opterećenje BH 3 | 456 | (450-582) | 432 | 762 |
| Opterećenje BH 4 | 480 | (456-630) | 420 | 906 |
| Opterećenje BH 5 | 570 | (438-732) | 426 | 918 |
| Opterećenje BH 6 | 570 | (444-750) | 402 | 942 |
| Opterećenje BH 7 | 546 | (452-744) | 413 | 906 |

Tablica 5. Opterećenje u uvjetu palmarnog hlađenja (N=23)

| | Medijan | Donji i gornji kvartil | Min | Max |
|-----------------------|----------------|-------------------------------|------------|------------|
| Opterećenje H1 | 0 | (0, 0) | 0 | 12 |
| Opterećenje H2 | 438 | (432, 456) | 414 | 594 |
| Opterećenje H3 | 462 | (438, 474) | 420 | 738 |
| Opterećenje H4 | 474 | (450, 720) | 426 | 930 |
| Opterećenje H5 | 468 | (438, 762) | 414 | 918 |
| Opterećenje H6 | 498 | (438, 720) | 414 | 900 |
| Opterećenje H7 | 468 | (452, 744) | 420 | 877 |

Usporedni grafički prikaz promjena opterećenja u ova dva uvjeta prikazan je na Slici 2. Zbog grafičkog izgleda i boljeg razumijevanja krivulja na slici nije prikazano prvo mjerenje jer je ono u oba uvjeta jednako nuli. Na slici se vidi da obje krivulje rastu do petog mjerenja, nakon kojeg vrijednosti opadaju. Početno je opterećenje jednako u oba uvjeta i do trećeg mjerenja se neznatno razlikuje. Nakon trećeg mjerenja se vidi skok u vrijednostima opterećenja u uvjetu BH, dok opterećenje u uvjetu H neznatno oscilira do kraja Astrand-Ryming testa. Ovaj

dio prve hipoteze, vezan za raniji početak rasta opterećenja u uvjetu H nego u uvjetu BH, nije potvrđen.



Slika 2. Usporedba krivulja rasta opterećenja u uvjetu bez palmarnog hlađenja i u uvjetu palmarnog hlađenja

Deskriptivni podaci o promjenama tjelesne temperature u uvjetu bez hlađenja prikazani su u Tablici 6., a o promjenama tjelesne temperature u uvjetu hlađenja u Tablici 7.

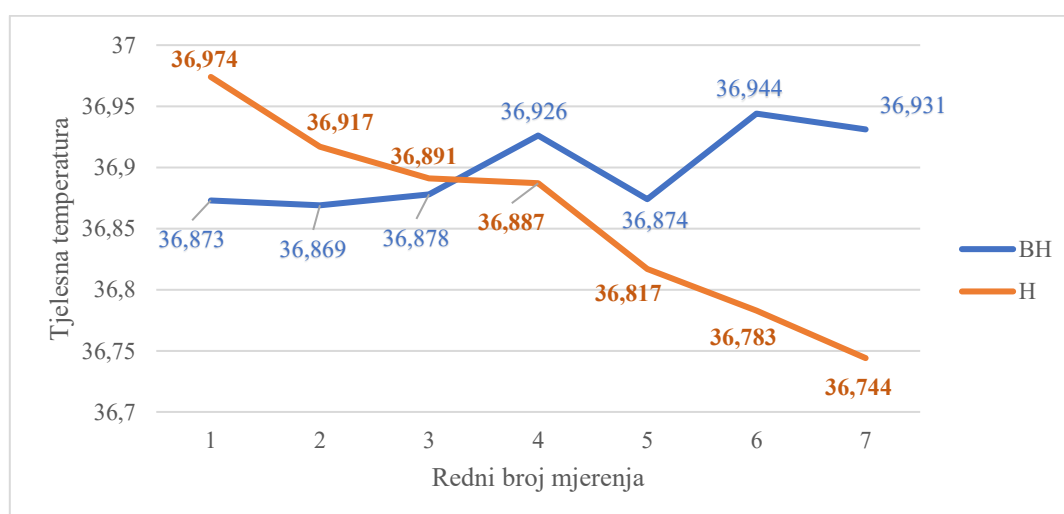
Tablica 6. Tjelesna temperatura u uvjetu bez palmarnog hlađenja (N=23)

| | M | SD | CI95% | Min | Max |
|------------------|--------|-------|---------------|------|------|
| Temp BH 1 | 36,873 | 0,391 | 36,705-37,043 | 36,2 | 37,6 |
| Temp BH 2 | 36,869 | 0,404 | 36,695-37,044 | 36,2 | 37,6 |
| Temp BH 3 | 36,878 | 0,422 | 36,696-37,061 | 36,3 | 37,9 |
| Temp BH 4 | 36,926 | 0,415 | 36,747-37,105 | 36,3 | 37,9 |
| Temp BH 5 | 36,874 | 0,351 | 36,722-37,026 | 36,3 | 37,5 |
| Temp BH 6 | 36,944 | 0,478 | 36,737-37,150 | 36,2 | 37,9 |
| Temp BH 7 | 36,931 | 0,508 | 36,711-37,150 | 36,2 | 37,9 |

Tablica 7. Tjelesna temperatura u uvjetu palmarnog hlađenja (N=23)

| | M | SD | CI95% | Min | Max |
|-----------------|----------|-----------|---------------|------------|------------|
| Temp H 1 | 36,974 | 0,443 | 36,782-37,166 | 36,4 | 37,9 |
| Temp H 2 | 36,917 | 0,433 | 36,730-37,105 | 36,4 | 37,9 |
| Temp H 3 | 36,891 | 0,404 | 36,716-37,066 | 36,3 | 37,7 |
| Temp H 4 | 36,887 | 0,416 | 36,707-37,067 | 36,2 | 37,8 |
| Temp H 5 | 36,817 | 0,439 | 36,628-37,007 | 36,2 | 37,8 |
| Temp H 6 | 36,783 | 0,497 | 36,568-36,998 | 36,2 | 38,0 |
| Temp H 7 | 36,744 | 0,496 | 36,529-36,958 | 36,2 | 38,1 |

Usporedni grafički prikaz promjena TT u dva uvjeta prikazan je na Slici 3. Na slici se vidi kako se TT razlikuje kroz svih sedam mjerenja. U prvom mjerenju je TT u uvjetu BH manja od TT u uvjetu H, no vrijednosti se kreću približavati sve do kraja trećeg mjerenja na način da se TT u uvjetu H smanjuje, a u uvjetu BH raste. Potom se one križaju nakon čega TT u uvjetu BH postaje veća od TT u uvjetu H. Vrijednosti temperature u uvjetu H nastavljaju opadati, dok one u uvjetu BH neznatno osciliraju, no njihove vrijednosti ostaju do kraja testiranja više od onih u uvjetu H. Ovaj dio prve hipoteze vezan za očekivanje kasnijeg početka rasta tjelesne temperature u uvjetu H nego u uvjetu BH je potvrđen. Štoviše, TT u uvjetu H od početka do kraja mjerenja konstantno opada.



Slika 3. Usporedba krivulja rasta tjelesne temperature u uvjetu bez palmarnog hlađenja i u uvjetu palmarnog hlađenja

Deskriptivni podaci o promjenama percipiranog napora u uvjetu bez hlađenja prikazani su u Tablici 8., a o promjenama percipiranog napora u uvjetu hlađenja u Tablici 9.

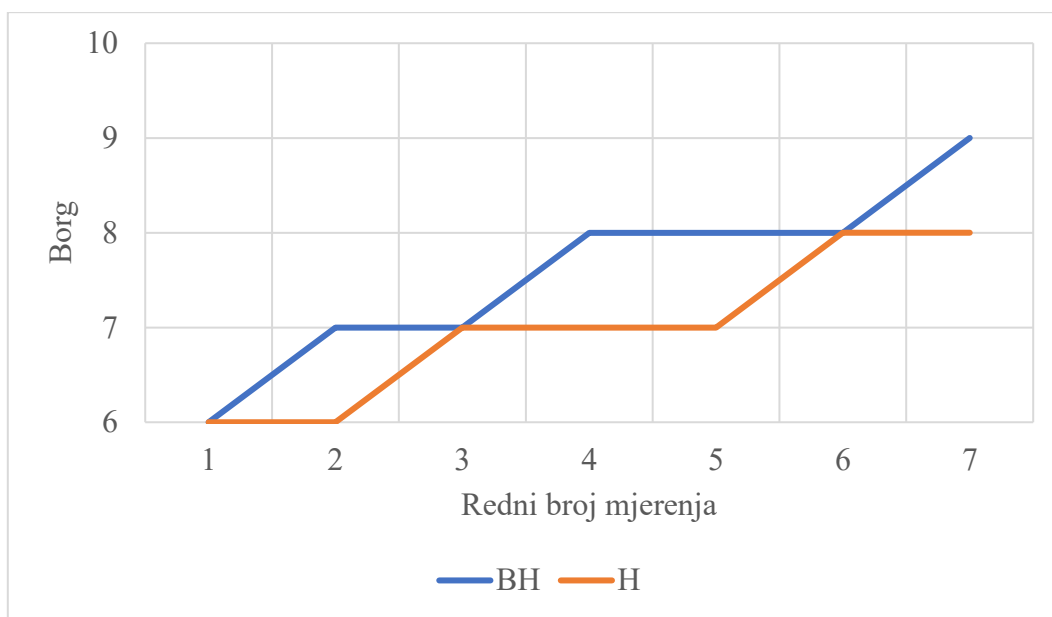
Tablica 8. Percipirani napor u uvjetu bez palmarnog hlađenja (N=23)

| | Medijan | Donji i gornji kvartil | Min | Max |
|------------------|----------------|-------------------------------|------------|------------|
| Borg BH 1 | 6 | (6, 6) | 6 | 6 |
| Borg BH 2 | 7 | (6, 7) | 6 | 9 |
| Borg BH 3 | 7 | (6, 8) | 6 | 10 |
| Borg BH 4 | 8 | (7, 8) | 6 | 10 |
| Borg BH 5 | 8 | (8, 9) | 6 | 11 |
| Borg BH 6 | 8 | (8, 10) | 6 | 12 |
| Borg BH 7 | 9 | (8, 11) | 7 | 14 |

Tablica 9. Percipirani napor u uvjetu palmarnog hlađenja (N=23)

| | Medijan | Donji i gornji kvartil | Min | Max |
|-----------------|----------------|-------------------------------|------------|------------|
| Borg H 1 | 6 | (6, 6) | 6 | 6 |
| Borg H 2 | 6 | (6, 7) | 6 | 9 |
| Borg H 3 | 7 | (6, 7) | 6 | 9 |
| Borg H 4 | 7 | (7, 8) | 6 | 10 |
| Borg H 5 | 7 | (7, 8) | 6 | 11 |
| Borg H 6 | 8 | (7, 9) | 6 | 11 |
| Borg H 7 | 8 | (7, 10) | 6 | 12 |

Usporedni grafički prikaz promjena u percipiranom naporu u dva uvjeta prikazan je na Slici 4. Vrijednosti percipiranog napora rastu u oba uvjeta kroz vrijeme trajanja mjerenja. U prvom mjerenju je napor u oba uvjeta jednak. U drugom mjerenju, u uvjetu BH vrijednost percipiranog napora raste dok u uvjetu H ostaje ista. U trećem mjerenju se krivulje ponovo susreću. Percipirani napor u uvjetu BH dalje raste, dok on u uvjetu H ostaje nepromijenjen do petog mjerenja. U završnom mjerenju je napor veći u uvjetu BH u odnosu na uvjetu H. Ovaj dio prve hipoteze vezan za očekivanje kasnijeg početka rasta napora u uvjetu H nego u uvjetu BH je potvrđen.



Slika 4. Usporedba krivulja rasta percipiranog napora u uvjetu bez palmarnog hlađenja i u uvjetu palmarnog hlađenja

U svrhu provjere točnosti druge hipoteze, izračunate su veličine i statistička značajnost razlika u puls, opterećenju, tjelesnoj temperaturi i percipiranom naporu između početnih i završnih mjerenja s obzirom na uvjet mjerenja - s palmarnim hlađenjem i bez njega. Za procjenu normalnosti distribucije podataka korišten je Kolmogorov-Smirnov test ovisno o čijim je rezultatima za testiranje spomenutih razlika odabran ili t-test za zavisne uzorke ili Wilcoxonov test. Nisu pronađene statistički značajne razlike u veličini promjene između dva uvjeta mjerenja za puls ($t=0,677$, $df=22$, $p=0,505$, CI95% od -4,393 do 8,654), opterećenje ($Z=0,471$, $p=0,638$) ni percipirani napor ($t=1,098$, $df=22$, $p=0,284$, CI95% od -0,271 do 0,879). Međutim, za veličinu promjene tjelesne temperature uočeno je da je ona veća u uvjetu sa palmarnim hlađenjem u usporedbi s uvjetom bez hlađenja ($t=2,331$, $df=22$, $p=0,029$, CI95%

od 0,026 do 0,444). Svi detaljni deskriptivni podaci o svim varijablama i rezultati provedenih testova prikazani su u Tablici 10.

Tablica 10. Razlike u veličini promjene pulsa, opterećenja, tjelesne temperature i napora između početnog i završnog mjerenja u uvjetu bez palmarnog hlađenja i s palmarnim hlađenjem (N=23)

| | M (SD) | t (df) p CI 95% |
|----------------------------------|---|--|
| Δ pulsa BH | 17,087 (13,731) | 0,677 (22) |
| Δ pulsa H | 14,957 (7,654) | 0,505 -4,393 – 8,654 |
| Δ tjelesne temperature BH | 0,061 (0,411) | 2,331 (22) |
| Δ tjelesne temperature H | -0,174 (0,319) | 0,029 0,026 – 0,444 |
| Δ percipiranog napora BH | 2,304 (1,579) | 1,098 (22) |
| Δ percipiranog napora H | 2,000 (1,652) | 0,284 -0,270 – 0,879 |
| | Medijan Donji i gornji kvartil | Razlika Z p |
| Δ opterećenja BH | 42 (8,000, 271,000) | 0,471 |
| Δ opterećenja H | 54 (-6,000, 294,000) | 0,638 |

Treća hipoteza je ispitana putem χ^2 testa, koristeći podatke o frekvencijama sudionika koji su mogli nastaviti ispitivanje u uvjetima sa i bez palmarnog hlađenja u sedmoj minuti. Ovi podaci su prikazani u Tablici 11. Nije pronađena statistički značajna razlika u udjelu sudionika koji su mogli nastaviti testiranje u sedmoj minuti između dva uvjeta mjerenja - bez palmarnog hlađenja i s palmarnim hlađenjem ($\chi^2=2,19$, $p=0,662$).

Tablica 11. Frekvencija ispitanika koji su u uvjetima BH i H mogli nastaviti ispitivanje i u sedmoj minuti (N=23).

| i | Nisu nastavili u 7. minuti (N, %) | Nastavili u 7. minuti (N, %) | Ukupno (N, %) |
|-----------------|--|-------------------------------------|----------------------|
| Uvjet BH | 21 (91,3) | 2 (8,7) | 23 (100) |
| Uvjet H | 19 (82,6) | 4 (17,4) | 23 (100) |

5. RASPRAVA

Cilj ovog istraživačkog rada je opisati i usporediti krivulje rasta pulsa, percipiranog napora, TT i opterećenja tijekom aerobne TA u uvjetu H i BH. Nadalje, neki od ciljeva još su i analizirati apsolutne razlike između početnih i završnih mjerenja pulsa, percipiranog napora, TT-a i opterećenja tijekom aerobne TA u uvjetima H i BH te usporediti broj sudionika koji su u mogućnosti nastaviti s ispitivanjem i u sedmoj minuti nakon završetka šeste minute testiranja, kako u uvjetu H, tako i u uvjetu BH.

Da bi se pravilno shvatili rezultati istraživanja, ključno je analizirati rezultate dobivene za varijablu opterećenja. Početne vrijednosti krivulje rasta opterećenja su jednake u oba uvjeta sve do trećeg mjerenja, kada počinju blago varirati. No, nakon trećeg mjerenja primjećuje se značajan porast vrijednosti opterećenja u uvjetu BH, što se suprotstavlja očekivanjima. Očekivale su se manje vrijednosti pulsa u uvjetu H, što bi impliciralo veće vrijednosti opterećenja u tom uvjetu. Međutim, rezultati su pokazali da puls manje oscilira u uvjetu BH, te su kriteriji za povećanje opterećenja češće ispunjeni u tom uvjetu. S druge strane, opterećenje u uvjetu H blago oscilira do završetka testiranja. Time pretpostavke o većem opterećenju u uvjetu H nisu potvrđene.

Rezultati testiranja jasno pokazuju da su krivulje rasta pulsa očekivano porasle tijekom vremena trajanja mjerenja u oba uvjeta. Početni prosječni puls minimalno se razlikuje između uvjeta BH i uvjeta H, što je u skladu s predviđanjima. Taj odnos se tijekom vremena periodično mijenja, no razlike ostaju zanemarive, a završna mjerenja pokazuju da je puls u uvjetu H veći u usporedbi s uvjetom BH. Međutim, razlike između početnog i završnog pulsa u uvjetu BH su primjetno veće nego u uvjetu H. Moguće je da su razlike u pulsu između dvaju uvjeta manje nego što se prvotno očekivalo zbog malih individualnih varijacija u ovom uzorku male veličine, različitih osjetljivosti na hlađenje te činjenice da odabrani test nije uzrokovao velike promjene u pulsu za mnoge sudionike. Pretpostavlja se da je do takvih rezultata moglo doći zbog kratkog vremena trajanja ispitivanja i zbog odabrane populacije koja ima prosječnu tjelesnu spremu.

Što se tiče varijable tjelesne temperature, u prvom mjerenju vrijednosti su niže u uvjetu BH nego u uvjetu H. No te razlike postupno se smanjuju do završetka trećeg mjerenja, kada se vrijednosti preklapaju, nakon čega TT u uvjetu BH postaje veća od TT u uvjetu H. Temperaturne vrijednosti u uvjetu H i dalje opadaju, dok one u uvjetu BH blago fluktuiraju, no

ostaju više nego u uvjetu H. Ovaj dio prve hipoteze je potvrđen unatoč neočekivanom padu tjelesne temperature u uvjetu H, dok se očekivao samo blagi porast u uvjetima BH u usporedbi s uvjetu H. Rezultate potvrđuje rad pod naslovom „Work volume and strength training responses to resistive exercise improve with periodic heat extraction from the palm“ (27) u kojemu se hlađenje dlanova tijekom vježbanja na traci pokazalo učinkovito u umanjivanju porasta središnje tjelesne temperature (kraj vježbanja na traci: $38,4 \pm 0,2$ °C u uvjetu H, $39,0 \pm 0,1$ °C u uvjetu BH, N=8, $p < 0,001$).

Vrijednosti percipiranog napora u prvom mjerenju su bile jednake u oba uvjeta. Kao što smo očekivali, u uvjetu BH napor je rastao, dok je u uvjetu H ostao nepromijenjen. U trećem mjerenju krivulje su se ponovno susrele, sugerirajući da naponi u uvjetima H rastu, dok u uvjetu BH ostaju isti. Percipirani napor u uvjetu BH nastavio je rasti, dok je ostao nepromijenjen u uvjetu H sve do petog mjerenja. Međutim, iako je na kraju mjerenja napor bilo veći u uvjetu BH u usporedbi s uvjetom H, razlika nije bila dovoljno velika da bi bila statistički značajna. Stoga, ovaj dio prve hipoteze nije potvrđen. Pretpostavka pri formuliranju ovog dijela hipoteze bila je da aerobna TA može često izazvati osjećaj neugode i nelagode. Međutim, dobivene vrijednosti za percipirani napor pokazale su da odabrani test nije uzrokovao prekomjernu nelagodu kod ispitanika ni u jednom od dva ispitivana uvjeta. Najviša zabilježena vrijednost za percipirani napor u uvjetu BH bila je 14, dok je u uvjetu H iznosila 12, što se verbalno opisuje kao „umjereno teško“ i „u određenoj mjeri teško“. Ovo sugerira da odabrani test nije bio adekvatne težine za testiranje razlike u percipiranom naporu između ova dva uvjeta. U istraživanju „Effect of hand cooling on body temperature, cardiovascular and perceptual responses during recumbent cycling in a hot environment“ (28), gdje je TA bila konstantnog intenziteta i kontrolirana prema vlastitom tempu ispitanika, primijećeni su slični rezultati. Nije zabilježena statistički značajna razlika u prosječnom percipiranom naporu između uvjeta BH i H. Ovi rezultati sugeriraju da trajanje aktivnosti nije imalo utjecaj na to kako sudionici percipiraju napor. U zaključku, iako rezultati nisu potvrdili prvu hipotezu, pružaju važne uvide u percepciju napora tijekom aerobne TA te potvrđuju da postoji razlika u percipiranom naporu iako ona nije statistički značajna.

Rezultati testiranja druge hipoteze ukazuju na nepostojanje statistički značajnih razlika u veličini i smjeru promjena u puls, opterećenju i percipiranom naporu između početnih i završnih mjerenja s obzirom na uvjete BH i H. Nisu pronađene značajne razlike u veličini promjena između ova dva uvjeta mjerenja. Jedina značajna razlika u veličini promjene

zabilježena je u tjelesnoj temperaturi, gdje je promjena bila veća u uvjetima palmarnog hlađenja u usporedbi s uvjetima bez palmarnog hlađenja.

Rezultati testiranja treće hipoteze, temeljeni na frekvencijama slučajeva u kojima su ispitanici u uvjetima sa i bez palmarnog hlađenja mogli nastaviti ispitivanje i u sedmoj minuti, ukazuju da nije pronađena statistički značajna razlika u udjelu sudionika koji su mogli nastaviti testiranje u sedmoj minuti između dva uvjeta mjerenja, odnosno između uvjeta bez palmarnog hlađenja i uvjeta s palmarnim hlađenjem. Ovo je suprotno od očekivanog većeg udjela onih koji bi uspjeli nastaviti testiranje u sedmoj minuti. U drugom istraživanju pod nazivom „Heat extraction through the palm of one hand improves aerobic exercise endurance in a hot environment“ (18), gdje je trajanje ispitivanja ovisilo o samim sudionicima na temelju iscrpljenosti i sposobnosti nastavka ispitivanja, a ne o algoritmu temeljenom na pulsu, pokazalo se da je palmarno hlađenje povećalo trajanje aerobne TA za 43%. Konkretno, trajanje je povećano s $32,3 \pm 1,7$ na $46,1 \pm 3,4$ minuta u uvjetima s primjenom hlađenja. Dodatnom analizom potvrđeno je da tretman ima značajan utjecaj na trajanje TA. Ovi rezultati ukazuju na korisnost primjene palmarnog hlađenja za produljenje trajanja aerobne TA, ali ne za smanjenje ili održavanje konstantnog pulsa.

Iako se u istraživanje nastojalo uključiti zdravu i po dobi homogenu populaciju, druge varijable kao što su trenutno zdravstveno stanje sudionika ili fizička priprema mogle su utjecati na rezultate. Iako naši rezultati nisu donijeli jasnu statističku potvrdu hipoteza, oni pružaju važan uvid u kompleksne interakcije između palmarnog hlađenja i promjena u pulsu tijekom aerobne TA. Ovi nalazi postavljaju temelj za daljnje istraživanje kako bismo bolje razumjeli ovu dinamiku i njene potencijalne implikacije. Dobiveni rezultati imaju potencijal za značajan doprinos razumijevanju i optimizaciji aerobne TA te primjene palmarnog hlađenja kao intervencijske tehnike kako bi se TA učinila ugodnijom. Iako su neki rezultati bili neočekivani u odnosu na početne pretpostavke, njihova interpretacija i dublja analiza mogu imati važne implikacije na različite aspekte zdravlja, sportske izvedbe i terapijske prakse. Otkrivena dinamika pulsa i percipiranog napora može pružiti novu perspektivu na individualne reakcije na TA uz primjenu palmarnog hlađenja. Ovi rezultati sugeriraju da palmarno hlađenje može imati ne samo fiziološke, već i psihološke efekte na percepciju tijekom vježbanja. To može biti korisno u području sportske izvedbe, gdje se dalje može istražiti kako palmarno hlađenje utječe na doživljaj napora, motivaciju i izdržljivost različitih skupina ispitanika tijekom treninga. Promjene u tjelesnoj temperaturi povezane s palmarnim hlađenjem mogu imati implikacije na termoregulacijske procese tijekom fizičke aktivnosti. Ovo može biti važno u sportskim i

terapeutskim kontekstima, gdje se pravilna termoregulacija tijela može značajno odraziti na učinkovitost izvedbe i oporavka. Dodatnim istraživanjima moglo bi se saznati kako ovi efekti utječu na dugoročne promjene u tijelu i pružiti smjernice za primjenu palmarog hlađenja u različitim kliničkim postavkama.

Nakon analize različitih istraživanja o učinkovitosti palmarog hlađenja tijekom aerobnih tjelesnih aktivnosti, koja su potvrdila pozitivan učinak ove intervencije na smanjenje mjerenih parametara, postalo je jasno da rezultati istraživanja ovise o načinu provedbe testiranja i obilježjima ispitanika. Na primjer, rezultati istraživanja „Effects of heat removal through the hand on metabolism and performance during cycling exercise in the heat“(17) ukazuju na važnost tjelesne spremnosti ispitanika i trajanja ispitivanja za konačni ishod istraživanja. U tom istraživanju, gdje je opterećenje bilo konstantno, prije početka TA, nije bilo značajne razlike u temperaturi tijela između dvije grupe (bez hlađenja = 36.7 ± 0.1 °C; s hlađenjem = 36.6 ± 0.1 °C). Tijekom aerobne aktivnosti, temperatura tijela je bila viša u grupi koja nije koristila hlađenje, s najvećim razlikama u posljednjih 15 minuta. Bez hlađenja, temperatura tijela se povećala za 1.8 ± 0.2 °C, dosegnuvši vrhunac od 38.5 ± 0.2 °C. S hlađenjem, temperatura tijela je porasla samo za 1.2 ± 0.2 °C, dosegnuvši vrhunac od 37.8 ± 0.2 °C. Istraživanje „Heat extraction through the palm of one hand improves aerobic exercise endurance in a hot environment“(18) ističe važnost temperature okoline u kojoj se provodi ispitivanje i njen utjecaj na rezultate. Ovo istraživanje je pokazalo da kontinuirano uklanjanje TT kroz samo jednu ruku tijekom aerobne TA može znatno poboljšati izdržljivost, osobito u vrućem okruženju. Uz to je u istraživanju zapaženo je da su testiranja u uvjetima hlađenja trajala 50-70% duže od onih u kontrolnim skupinama, dok se razlika smanjivala na 30-40% pri većem opterećenju. Ovo ukazuje na to da hlađenje nije bilo učinkovito niti kod premalih niti kod prevelikih opterećenja. Ovi rezultati sugeriraju da je učinkovitost hlađenja ovisila i o intenzitetu opterećenja te da optimalna primjena može varirati ovisno o okruženju i zahtjevima aktivnosti. Rezultati istraživanja „Palm cooling does not improve running performance“(29) potvrđuju rezultate ovog istraživanja. Iako je aerobna TA u tom istraživanju (trčanje) drugačija od aktivnosti koja se koristila za dobivanje rezultata ovog istraživanja (bicikliranje), rezultati se preklapaju, odnosno u istraživanju nisu pronađene značajne razlike kod uvjeta H u parametrima kao što su puls, tjelesna temperatura i percipirani napor. Također, nije bilo značajnih razlika u brzini promjene pulsa, tjelesne temperature, percipiranog napora tijekom prvih 14 minuta testa. Brzina porasta tjelesne temperature tijekom cijelog testa u uvjetima BH i H nije se razlikovala.

Za daljnje istraživanje teme hlađenja kao intervencije za smanjenje subjektivnog osjećanja napora i posljedičnu promociju TA, važno je uzeti u obzir radove koji ukazuju na važnost tipa TA, modaliteta i same lokacije primjene hlađenja. Tako istraživanje „Work volume and strength training responses to resistive exercise improve with periodic heat extraction from the palm“(27) dokazuju kako je palmarno hlađenje učinkovita strategija kod povećanja volumena u treningu snage gdje je pokazano kako ukupan broj ponavljanja tijekom treninga sklekova s hlađenjem dlanova povećao se sa 134 na 298. Suprotno tome, nije bilo promjene u ukupnom broju ponavljanja tijekom faze s kontrolnim tretmanom: početni sklekovi u kontrolnoj skupini 180, dok kod skupine u uvjetu H 188. Stope poboljšanja učinkovitosti tijekom faza s hlađenjem dlanova bile su 13 sklekova po pokušaju u usporedbi s 3 skleka po pokušaju bez hlađenja. Istraživanje „Palm Cooling Delays Fatigue during High-Intensity Bench Press Exercise“(30) ukazuje na slične rezultate: promjene u puls u bile su značajno različite među uvjetima ($p < 0,05$). Prosječan puls u uvjetu hlađenja (108 ± 26 bpm) bio je niži od onog u uvjetu BH (112 ± 26 bpm, $P < 0,05$). Postojale su značajne razlike u opterećenju među uvjetima. Prosječno opterećenje u uvjetu H (2479 ± 636 kg) značajno je bio veći od opterećenja u uvjetu BH (2156 ± 668 kg, $P < 0,01$). U istraživanju „Effects of a cooling collar on affect, ratings of perceived exertion, and running performance in the heat“(31) pokazano je kako drugi modalitet hlađenja isto može imati učinak kod aerobne izvedbe. Naime, performansa tijekom testa poboljšana je nošenjem hladnog ovratnika u usporedbi s testovima bez ovratnika i s neohladenim ovratnikom. U testu pretrčana udaljenost iznosila je $2976 \pm$ metara u uvjetu sa hladnim ovratnikom, 2823 ± 579 metara bez ovratnika i 2674 ± 532 metara sa neohladenim ovratnikom. Značajno veća udaljenost je pretrčana u uvjetu s hladnim ovratnikom u usporedbi s uvjetom s neohladenim ovratnikom ili bez ovratnika.

U konačnici, dobiveni rezultati mogu pružiti temelj za daljnja istraživanja i razvoj inovativnih strategija optimizacije TA, terapije i sportske izvedbe. Integracija palmarnog hlađenja kao intervencijskog alata može imati značajne efekte na tijelo, a ovaj istraživački rad otvara vrata prema daljnjem razumijevanju tih efekata. Ovi rezultati također naglašavaju važnost individualiziranih pristupa i sveobuhvatnih analiza kako bi se razumjeli kompleksni odgovori tijela na različite intervencije, doprinoseći tako napretku znanja i praksi u području zdravlja, TA i terapije. Rezultati istraživanja su od važnosti za stvaranje trenažnih programa i navika za bavljenjem tjelesnom aktivnošću osobito kod mlade populacije. Istraživanje nije pokazalo kako uvjet palmarnog hlađenja stvara razliku kod aerobne TA srednjeg intenziteta koja traje manje od 10 minuta. Potrebna su daljnja istraživanja kako bi se ustanovilo može li

uvjet palmarnog hlađenja kod energičnije i vremenski duže aerobne TA smanjiti subjektivan osjećaj percipiranog napora i ostalih objektivnih parametra koji su testirani u istraživanju i time učiniti samu TA ugodnijom.

ZAKLJUČAK

U istraživanju su analizirane različite varijable kako bi se razumjele fiziološke i perceptivne reakcije tijela tijekom aerobne tjelesne aktivnosti uz primjenu palmarnog hlađenja. Iako su prethodne pretpostavke sugerirale određene trendove i očekivanja, rezultati su donijeli dublje uvide u složenost interakcija između različitih varijabli.

Prvo, analizirajući promjene u puls, uočeno je da su oba uvjeta izazvala očekivane rastuće krivulje pulsa tijekom trajanja mjerenja. Međutim, razlike između uvjeta BH i uvjeta H nisu bile značajne, iako je puls bio neznatno veći u uvjetima BH. Ovo sugerira da palmarno hlađenje nije imalo velik utjecaj na promjene pulsa tijekom aktivnosti. Dalje, analiza opterećenja ukazuje na neočekivanu dinamiku. Iako je pretpostavljeno da će opterećenje biti manje u uvjetima s hlađenjem, zapravo su se rezultati pokazali drugačijima. Opterećenje se povećavalo u uvjetu BH, dok je ostalo skoro nepromijenjeno u uvjetu H. Ovaj neočekivani obrat može sugerirati da palmarno hlađenje može negativno utjecati na opterećenje tijekom aktivnosti, no u ovom slučaju razlika između vrijednosti opterećenja između uvjeta BH i H nije statistički značajna. Dodatno, analiza varijable tjelesne temperature otkrila je značajne razlike između dva uvjeta. Tjelesna temperatura se smanjila u uvjetu s palmarnim hlađenjem, a blago rasla u uvjetu bez palmarnog hlađenja što sugerira da hlađenje može imati utjecaj na termoregulacijske procese tijekom aktivnosti. Kroz analizu svih ovih varijabli, zaključujemo da palmarno hlađenje ima složen utjecaj na fiziološke i perceptivne reakcije tijela tijekom aerobne tjelesne aktivnosti. Iako rezultati nisu uvijek bili u skladu s početnim očekivanjima, oni pružaju informacije o tome kako se tijelo prilagođava ovakvim uvjetima. Daljnje istraživanje, uz veći broj sudionika i pažljiviju kontrolu potencijalnih zbunjujućih varijabli, moglo bi osvijetliti još dublje veze između palmarnog hlađenja i reakcija tijela tijekom vježbanja. Ovi rezultati pružaju temelj za daljnje istraživanje i razumijevanje ovog područja.

LITERATURA

1. World Health Organization. World Health Organization. [Internet]. 2022 [citirano 17. kolovoza 2023.]. Physical activity. Dostupno na: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>
2. Hall JE, Hall ME. Guyton and Hall textbook of medical physiology e-Book. Elsevier Health Sciences; 2020.
3. Morris CK, Froelicher VF. Cardiovascular benefits of improved exercise capacity. *Sports Medicine*. 1993;16:225–36.
4. Pitoni S, Sinclair HL, Andrews PJD. Aspects of thermoregulation physiology. *Curr Opin Crit Care*. 2011;17(2).
5. Patel PN, Zwibel H. Physiology, exercise. U: StatPearls [Internet]. 2021 [citirano 17. kolovoza 2023.] StatPearls Publishing. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29489294/>
6. Tansey EA, Johnson CD. Recent advances in thermoregulation. *Adv Physiol Educ*. 2015; 39(3):139-48.
7. Lim CL. Fundamental concepts of human thermoregulation and adaptation to heat: a review in the context of global warming. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(21):7795.
8. González-Alonso J. Human thermoregulation and the cardiovascular system. *Exp Physiol*. 2012;97(3):340–6.
9. Wingo JE, Low DA, Keller DM, Brothers RM, Shibasaki M, Crandall CG. Skin blood flow and local temperature independently modify sweat rate during passive heat stress in humans. *J Appl Physiol*. 2010;109(5):1301–6.
10. Wong BJ, Hollowed CG. Current concepts of active vasodilation in human skin. *Temperature*. 2017;4(1):41–59.
11. Romanovsky AA. Thermoregulation: some concepts have changed. *Functional architecture of the thermoregulatory system. American journal of Physiology-Regulatory, integrative and comparative Physiology*. 2007;292(1):R37–46.
12. Schlader ZJ, Vargas NT. Regulation of body temperature by autonomic and behavioral thermoeffectors. *Exerc Sport Sci Rev*. 2019;47(2):116–26.
13. Wendt D, Van Loon LJC, Marken Lichtenbelt WD. Thermoregulation during exercise in the heat: strategies for maintaining health and performance. *Sports medicine*. 2007;37:669–82.
14. Campbell I. Body temperature and its regulation. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine*. 2008;9(6):259–63.

15. Xu X, Karis AJ, Buller MJ, Santee WR. Relationship between core temperature, skin temperature, and heat flux during exercise in heat. *Eur J Appl Physiol.* 2013;113:2381–9.
16. Rowland T. Thermoregulation during exercise in the heat in children: old concepts revisited. *J Appl Physiol.* 2008;105(2):718–24.
17. Hsu AR, Hagobian TA, Jacobs KA, Attallah H, Friedlander AL. Effects of heat removal through the hand on metabolism and performance during cycling exercise in the heat. *Canadian journal of applied physiology.* 2005;30(1):87–104.
18. Grahn DA, Cao VH, Heller HC. Heat extraction through the palm of one hand improves aerobic exercise endurance in a hot environment. *J Appl Physiol.* 2005.;99(3):972–8.
19. Périard JD, Racinais S, Sawka MN. Adaptations and mechanisms of human heat acclimation: applications for competitive athletes and sports. *Scand J Med Sci Sports.* 2015;25:20–38.
20. Timme S, Brand R. Affect and exertion during incremental physical exercise: Examining changes using automated facial action analysis and experiential self-report. *PLoS One.* 2020;15(2):e0228739.
21. Douzi W, Dugue B, Vinches L, Al Sayed C, Halle S, Bosquet L, i ostali. Cooling during exercise enhances performances, but the cooled body areas matter: A systematic review with meta-analyses. *Scand J Med Sci Sports.* 2019;29(11):1660–76.
22. Bongers CCWG, Thijssen DHJ, Veltmeijer MTW, Hopman MTE, Eijsvogels TMH. Precooling and percooling (cooling during exercise) both improve performance in the heat: a meta-analytical review. *Br J Sports Med.* 2015;49(6):377–84.
23. Douzi W, Dupuy O, Theurot D, Smolander J, Dugué B. Per-cooling (Using cooling systems during physical exercise) enhances physical and cognitive performances in hot environments. a narrative review. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(3):1031.
24. Adams EL, Vandermark LW, Pryor JL, Pryor RR, VanScoy RM, Denegar CR, i ostali. Effects of heat acclimation on hand cooling efficacy following exercise in the heat. *J Sports Sci.* 2017;35(9):828–34.
25. Borg G. Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. *Scand J Work Environ Health.* 1990; 16(Suppl 1):55–8.
26. Hewitt J. Allied Health Group Resource. [Internet] 2021 [citirano 17. kolovoz 2023.]. Borg scale of perceived exertion . Dostupno na: https://www.health.gov.au/sites/default/files/images/publications/2021/05/allied-health-professional-resource-for-group-therapy-borg-scale_0.jpg
27. Grahn DA, Cao VH, Nguyen CM, Liu MT, Heller HC. Work volume and strength training responses to resistive exercise improve with periodic heat extraction from the palm. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2012;26(9):2558–69.

28. Ruddock AD, Tew GA, Purvis AJ. Effect of hand cooling on body temperature, cardiovascular and perceptual responses during recumbent cycling in a hot environment. *J Sports Sci.* 2017;35(14):1466–74.
29. Sheadler CM, Saunders NW, Hanson NJ, Devor ST. Palm cooling does not improve running performance. *Int J Sports Med.* 2013;732–5.
30. Kwon Y, Robergs RA, Kravitz LR, Gurney BA, Schneider SM. Palm Cooling Delays Fatigue During High Intensity Bench Press Exercise In Females: 1501: Board# 157 June 2 9: 30 AM-11: 00 AM. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42(5):297.
31. Minniti A, Tyler CJ, Sunderland C. Effects of a cooling collar on affect, ratings of perceived exertion, and running performance in the heat. *Eur J Sport Sci.* 2011;11(6):419–29.

PRIVITCI

Privitak A: popis ilustracija

Tablice

Tablica 1. Borgova skala percipiranog napora, str. 10

Tablica 2. Puls u uvjetu bez palmarnog hlađenja (N=23), str. 13

Tablica 3. Puls u uvjetu palmarnog hlađenja (N=23), str. 14

Tablica 4. Opterećenje u uvjetu bez palmarnog hlađenja (N=23), str. 15

Tablica 5. Opterećenje u uvjetu palmarnog hlađenja (N=23), str. 15

Tablica 6. Tjelesna temperatura u uvjetu bez palmarnog hlađenja (N=23), str. 16

Tablica 7. Tjelesna temperatura u uvjetu palmarnog hlađenja (N=23), str. 17

Tablica 8. Percipirani napor u uvjetu bez palmarnog hlađenja (N=23), str. 18

Tablica 9. Percipirani napor u uvjetu palmarnog hlađenja (N=23), str. 18

Tablica 10. Razlike u veličini promjene pulsa, opterećenja, tjelesne temperature i napora između početnog i završnog mjerenja u uvjetu bez palmarnog hlađenja i s palmarnim hlađenjem (N=23), str. 20

Tablica 11. Frekvencija ispitanika koji su u uvjetima BH i H mogli nastaviti ispitivanje i u sedmoj minuti (N=23), str. 21

Slike

Slika 1. Usporedba krivulja rasta pulsa u uvjetu bez palmarnog hlađenja i u uvjetu palmarnog hlađenja, str. 14

Slika 2. Usporedba krivulja rasta opterećenja u uvjetu bez palmarnog hlađenja i u uvjetu palmarnog hlađenja, str. 16

Slika 3. Usporedba krivulja rasta tjelesne temperature u uvjetu bez palmarnog hlađenja i u uvjetu palmarnog hlađenja, str. 17

Slika 4. Usporedba krivulja rasta percipiranog u uvjetu bez palmarnog hlađenja i u uvjetu palmarnog hlađenja, str. 19

ŽIVOTOPIS

Moje ime je Matteo Sergio Pozzi. Rođen sam 19.7.2002. godine u Leccu, Italija. Osnovno obrazovanje započeo sam u Osnovnoj školi „Scuola Primaria di Valdisotto“, gdje sam uspješno završio niže razrede osnovne škole. Nastavio sam svoje školovanje u Talijanskoj osnovnoj školi „Bernardo Parentin“ u Poreču, gdje sam završio više razrede osnovne škole. Nakon toga, odabrao sam smjer fizioterapeuskog tehničara i upisao Talijansku srednju školu u Rovinju. Ovaj put obrazovanja dao mi je temeljno razumijevanje fizikalne terapije i zdravstvenih aspekata koji su me potaknuli na daljnje usmjerenje u svojoj karijeri. Godine 2020./2021. odlučio sam nastaviti svoje obrazovanje na Fakultetu zdravstvenih studija Sveučilišta u Rijeci, gdje sam upisao preddiplomski stručni studij fizioterapije. Tijekom prve akademske godine, imao sam priliku sudjelovati i volontirati u projektu „Vježbom protiv osteoporoze“, što mi je omogućilo primijeniti svoje znanje i stjecati iskustvo iz stvarnog svijeta. U trećoj godini studija, aktivno sam se uključio u projekt „Razvoj ključnih fizioterapeuskih kompetencija prvostupnika fizioterapije u domovima za starije i nemoćne“, gdje sam radio u Domu za starije osobe Volosko. Također, kao član hitnog medicinskog tima, sudjelovao sam na sportskim natjecanjima osnovnih i srednjih škola u Primorsko-goranskoj županiji, pružajući medicinsku podršku sportašima. Kroz svoju edukaciju, imao sam priliku steći dragocjeno praktično iskustvo. Dio svoje kliničke prakse proveo sam u HNK Rijeka tijekom prve akademske godine, a drugu godinu sam posvetio radu u Thalassoterapiji Opatija. Ovo iskustvo omogućilo mi je primjenu teorijskih znanja u stvarnim situacijama, dodatno produbljujući razumijevanje fizioterapije. Ponosan sam na svoj dosadašnji put i predan sam nastavku profesionalnog razvoja u području fizioterapije. Moje iskustvo i obrazovanje čine me spremnim za daljnje izazove i doprinos zdravlju i dobrobiti drugih.