

TARTU ÜLIKOOL
sporditeaduste ja füsioteraapia instituut

Helger Kuusik

**Külma vee kümbeluse kasutamine kehalisest koormusest taastumisel:
teaduskirjanduse süstemaatiline ülevaade**

**Cold water immersion as a recovery
modality after exercise: systematic
literature review**

Magistritöö

Kehalise kasvatuse ja spordi õppekava

Juhendaja:
PhD Raivo Puhke

Tartu, 2024

SISUKORD

| | |
|---|----|
| KASUTATUD LÜHENDID | 3 |
| Töö lühiülevaade: | 4 |
| Abstract: | 5 |
| 1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE | 6 |
| 2. TÖÖ ÜLDINE EESMÄRK | 10 |
| 3. METOODIKA | 11 |
| 3.1. Uuringute metoodilise kvaliteedi hindamine | 12 |
| 3.2. Artiklite tõenduspõhisuse hindamine | 12 |
| 4. TÖÖ TULEMUSED | 14 |
| 4.1. Uuringute metoodilise kvaliteedi ja tõenduspõhisuse hindamise tulemused..... | 14 |
| 4.2. Uuringute ja CWI sekkumiste karakteristikud..... | 14 |
| 4.2.1. Uuringutes CWI järgselt teostatud füsioloogilised mõõtmised | 16 |
| 4.2.2. Uuringutes CWI järgselt teostatud kehalise töövõime hindamised | 16 |
| 4.2.3. Uuringutes CWI järgselt mõõdetud biokeemilised markerid | 16 |
| 4.2.4. Uuringutes CWI järgselt hinnatud tajutud näitajad..... | 16 |
| 5. ARUTELU..... | 17 |
| 5.1. CWI sekkumiste karakteristikud | 17 |
| 5.1.1. Uuringutes CWI järgselt teostatud füsioloogilised mõõtmised | 18 |
| 5.1.2. Uuringutes CWI järgselt teostatud kehalise töövõime hindamised | 19 |
| 5.1.3. Uuringutes CWI järgselt mõõdetud biokeemilised markerid | 20 |
| 5.1.4. Uuringutes CWI järgselt hinnatud tajutud näitajad..... | 21 |
| 6. JÄRELDUSED | 23 |
| KASUTATUD KIRJANDUS..... | 24 |
| LISAD | 31 |

KASUTATUD LÜHENDID

CK – Kreatiinkinaas. Inglise k *Creatine kinase*.

CMJ – Vastuliikumisega hüpe. Inglise k *Countermovement jump*.

CRP – C-reaktiivne valk. Inglise k *C-reactive protein*.

CWI – Külma vee kümblus. Inglise k *Cold water immersion*.

DXA – Kehakompositsiooni hindamiseks kasutatav meetod. Inglise k *Dual-energy X-ray absorptiometry*.

DOMS – Hilinenud algusega lihasvalu sündroom. Inglise k *Delayed onset of muscle soreness*.

EIMD – Treeningust tulenev lihaskahjustus. Inglise k *Exercise-induced muscle damage*.

KM – Korduse maksimum.

LIST – Jalgpallimatši simuleeriv protokoll. Inglise k *Loughborough Intermittent Shuttle Test*.

MMA – Sportlik vabavõitlus. Inglise k *mixed martial arts*.

PBC – Partsiaalne krüoteraapia. Inglise k *Partial body cryotherapy*.

ROM – Liigese liikumisamplituud. Inglise k *Range of motion*.

RPE – Pingutuse tajutud raskus. Inglise k *Rate of perceived exertion*.

SLS – Südame löögisagedus.

TWI – Kümblus termoneutraalses vees. Inglise k *Thermoneutral water immersion*.

WBC – Terve keha krüoteraapia. Inglise k *Whole body cryotherapy*.

Töö lühiülevaade:

Külma vee kümbeluse kasutamine kehalisest koormusest taastumisel: teaduskirjanduse süstemaatiline ülevaade

Eesmärk: Töö eesmärgiks oli koostada teaduskirjanduse põhjal süstemaatiline ülevaade külma vee kümbeluse (*Cold water immersion* e CWI) kasutamisest kehalisest koormusest taastumisel.

Metoodika: Teadusartiklite otsingul ja süstemaatilise ülevaate koostamisel tugineti PRISMA-P (*Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols*) juhendile. Artiklite otsing teostati PubMedi elektroonses andmebaasis, kasutades Boole'i loogikaoperaatoreid ja märksõnu: (cryo* OR cold) AND ("sport" OR "athlete" OR "training" OR "performance") AND recover*. Otsiti tasuta täistekstiga ligipääsetavaid artikleid, publitseeritud 2018–2023 aastatel. Töösse kaasatud kirjade metoodilise kvaliteedi hindamiseks kasutati PEDro (*Physiotherapy Evidence Database*) hindamismeetodit ning tõenduspõhisuse tasemete määramiseks PEDro meetodile kohandatud Sackett skaalat.

Tulemused: Süstemaatilisse ülevaatesse kaasati 41 uuringut, milles käsitleti CWI mõju kehalisest koormusest taastumisele. Artiklid jagunesid metoodilise kvaliteedi osas kahte kategooriasse: A kategooria (n = 16) PEDro skooriga 6–7/10, tõenduspõhisus tasemega 1; B kategooria (n = 25), PEDro skooriga $\leq 5/10$, tõenduspõhisus tasemega ≥ 2 . Uuringutes käsitleti CWI mõju füsioloogilistele (n = 27) ning biokeemilistele (n = 17) parameetritele, kehalise töövõime testidele (n = 31) ning vaatlualuste tajutud (n = 21) taastumise näitajatele.

Kokkuvõte: CWI'd käsitlevad uuringud erinevad üksteisest nii metoodilise kvaliteedi kui ka tõenduspõhisuse osas ning teaduskirjanduses leidub vastukäivaid tõendeid CWI mõjust kehalisest koormusest taastumisele. Teemakohalisse diskursusesse lisavad mitmetahulisust mitmed tõsiasjad: uuringute lõikes varieerub nii CWI'le eelnenud kehalise koormuse iseloom kui ka sekkumise rakendamine erinevate parameetrite poolest (ajastus treeningkoormuse suhtes, ajaline kestvus, kasutamise sagedus, immersiooni sügavus jm). Samuti lisab nüansirohkust laialdaselt erinevate tulemusnäitajate hindamine, kusjuures peaks rohkem rõhku panema kehalise töövõime parameetritele, mis peegeldavad vahetumalt reaalselt sportlikku sooritusvõimet ning mille tulemusi on spordikogukonnal lihtsam tõlgendada.

Märksõnad: külma vee kümbeluse, kehalisest koormusest taastumine, süstemaatiline ülevaade.

Abstract:

Cold water immersion as a recovery modality after exercise: systematic literature review

Aim: The aim of this scientific paper was to compose a systematic literature review on cold water immersion (CWI) as a post exercise recovery modality.

Methods: The search for scientific literature was conducted in PubMed database, using keywords and Boolean logic: (cryo* OR cold) AND ("sport" OR "athlete" OR "training" OR "performance") AND recover*. Only free full text articles published in 2018–2023 were included in the search and PRISMA-P (Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols) guidelines were followed in selecting articles to be part of the systematic review. The methodological quality and level of evidence of articles included in this systematic review was assessed using the PEDro (Physiotherapy Evidence Database) scale and the modified Sackett scale.

Results: In total, 41 articles were included in this systematic review on CWI as a recovery technique after exercise. The articles were divided into 2 quality categories. Category A (n = 16) consisted of articles on the first level of evidence with a PEDro score 6–7/10. Category B comprised articles (n = 25) with a level of evidence ≥ 2 and PEDro score $\leq 5/10$. Overall, in the articles included, the influence of a CWI intervention on post exercise recovery was evaluated via an assesment of physiological (n = 27), biochemical (n = 17) and subjective (n = 21) parameters as well as physical performance (n = 31).

Conclusions: Articles on the topic of CWI as a post exercise recovery modality differ from one another in terms of methodological quality and the level of evidence and the findings in the existing literature regarding CWI and recovery after exercise display inconsistency. Several factors contribute to the complexity of the discourse on this topic, as the exercise modalities used vary from study to study, as well as the CWI protocols, which can vary in terms of timing, duration, frequency of application and depth of immersion. On top of that, vastly different outcome variables of interest provide an added level of nuance and perhaps by turning focus onto physical performance measurements that reflect athletic performance more directly, the exercise community would find it easier to interpret the evidence in this field.

Keywords: cold water immersion, recovery from exercise, systematic review.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

Krüoterapia ehk külmravi on katustermin, mille alla liigituvad kõiksugused terapeutilised toimingud, kus kasutatakse külmi temperatuure. Külmravi, st kudede temperatuuri alandamist, on inimkond kasutanud vigastuste ravimisel meditsiinis juba sajandeid. (Allan *et al.*, 2022) Kõige varasemad külmravi kasutuse kirjeldused pärinevad Vana-Kreekast, kus arstiteaduse rajaja Hippokrates kasutas pehmete kudede vigastuste ravis jääd ja lund (Rivenburgh, 1992). Läbi aja on külmade temperatuuride otstarbeline kasutamine inimkehade peal jäänud oma olemuselt küllaltki muutumatuks – kõige levinumat kasutust leiavad jää, külm õhk ja külm vesi. Külma kasutamise praktika on läbinud arengu peamiselt kaht fookuspunkti silmas pidades: stiimuli ajaline doseering ja kindla temperatuuri kasutamine. (Allan *et al.*, 2022)

Nii vigastuste kui ka kehalise koormuse tulemusena ilmnevad lihaskoes sarnased protsessid, kus kahjustused tekivad müofilamentide struktuurides. (Kwicien *et al.*, 2021) Üldiselt muutuvad lihased järjepideva kehalise harjutamise tulemusena tugevamaks ning vastupidavamaks, kuid intensiivse treeningu ajal lihased väsivad ning muutuvad ajutiselt nõrgemaks. Harjumuspäratu iseloomu ja/või intensiivsusega koormus võib töötavaid lihaseid kahjustada. Treeningust tulenevast lihaskahjustusest (inglise k *exercise-induced muscle damage* e EIMD) taastumine võib aega võtta mitu päeva. Lihaskoe struktuuride kahjustus toob kaasa vähenenud jõu produtseerimise suutlikkuse ning EIMD'ga võib kaasnedagi hilinenud algusega lihasvalu sündroom (inglise k *delayed onset of muscle soreness* e DOMS) ning akuutne põletikuline reaktsioon. Tekkiv põletik on loomulik osa lihaskoe paranemise protsessist, mille käigus mobiliseeritakse leukotsüüte kahjustunud kude taastama. Koe struktuuride ja funktsiooni taastamiseks kujunev aeg võib sõltuda nii esialgu kahjustunud rakkude kui ka nende lähiümbruses olevate rakkude taastumisest, mis võivad olla vigastada saanud piirkonnas tekkinud põletiku tõttu. (Paulsen *et al.*, 2012) Esmased lihaskoe kahjustused tekivad kehalise koormuse ajal, sekundaarsed kahjustused lokaalse põletikureaktsiooni tõttu. Külmraviga õigeaegselt sekkumine võib põletikku piirates vähendada sekundaarsete kahjustuste ulatust ning seeläbi kiirendada koe regenereerumist. (Kwicien *et al.*, 2021)

Treeningu tõttu lihaskoes tekkinud kahjustuste otseseks uurimiseks teostatakse histoloogilisi analüüse, kuid koeproovi andmine võib uuringus osaletajele jaoks olla ebameeldiv ning seab uuringu läbiviijatele kõrged nõudmised ressursside osas. Seetõttu hinnatakse uuringutes tihti EIMD ulatuslikkust, kasutades kaudsemaid – lihaskahjustusele viitavaid – näitajaid nagu DOMS, vähenenud liikumisamplituud (inglise k *range of motion*, ROM), vähenenud jõu produtseerimise võimekus, suurenenud koeturse, erinevate valkude aktiivsuse tõus vereringes (nt kreatiinkinaas, inglise k *creatine kinase*, CK; müoglobiin). (Paulsen *et al.*, 2012) Vähendatud jõu produtseerimise võimekuse hindamise üheks levinumaks vahendiks on vastuliikumise hüpe (inglise k *countermovement jump*, CMJ), mille kõrguse näitavust saab teha järeltõusu sportlase lihasjõu ja funktsionaalse võimekuse

osas. (Xiao *et al.*, 2023) Tugev kehaline pingutus kutsub esile põletikku soodustavate tsütokiinide tuumorneuroosifaktor- α (TNF- α) ja interleukiin-1 β (IL-1 β) tõusu veres ning põletikule reageeriva tsütokiini interleukiin-6 (IL-6) kontsentratsiooni hüppelise kasvu. Põletikku soodustavad tsütokiinid, sh IL-1 β , aitavad omakorda kaasa koe paranemises osalevate mono- ja lümfotsüütide ning neutrofiilide sissevoolule. Samuti tõuseb vereplasmas C-reaktiivse valguga (*C-reactive protein*, CRP) tase, saavutades haripunkti 24 h pärast pingutuse lõppu. Selle protsessi tasakaalustamiseks eraladuvad tsütokiinide inhibiitorid interleukiin 1 retseptor alfa (IL-1 ra) ja põletikuvastane tsütokiin interleukiin 10 (IL-10). (Pournot *et al.*, 2011). Sellest tulenevalt kasutatakse teadustöös treeningkoormuse monitoorimisel markerina ka tsütokiine. (Rose *et al.*, 2017)

Jää kasutamine on krüoteraapia vormidest üks traditsioonilisemaid. Napoleoni armee kirurg, Baron Dominique Larrey, oli üks esimestest, kes soovitas valutuma amputatsiooni teostamiseks kasutada jääd ja lund. Meditsiinis on jääd soovitatud kasutada lihasluukonna traumade käsitluses alates 1960ndatest, 70ndate lõpus hakkas sporditraumade ravimisel juhendina levima akronüüm RICE (*rest, ice, compression, elevation*), mille järglasteks olid hiljem populaarsed tegevusjuhised RICES (lõppu lisatud *stabilisation*) ja PRICE (algusesse lisatud *protection*). Kaasaegne teaduskirjandus on pehmete kudede vigastuste kontekstis pöördunud jää kasutamise vastu, jättes selle moodsatest ravijuhenditest ja akronüümidest välja. Siiski leiab jää tänapäeval kasutust kehalisest koormusest taastumisel. (Allan *et al.*, 2022)

Võrreldes jää ja külma vee kasutamisega, on treeningu järgse taastumisprotsessi parandamiseks ekstreemselt külma õhu kasutamine suhteliselt uus meetod. Algselt reumatoidartriidi ja üldiselt valu raviks ehitatud külmakambriid, kus temperatuurid on alla $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$, hakkasid spordis laialdasemalt kasutust saama 2010ndatel. Terve keha krüoteraapia (inglise k *Whole body cryotherapy*, WBC) seansi ajal on sportlane tavaliselt kambriis 2–3 minutit ning spordiorganisatsioonide kasutuses on nii statsionaarseid kui ka transporti võimaldavaid WBC kambreid. Lisaks WBC-le on uudse meetodina kasutusel ka partsiaalne krüoteraapia (inglise k *Partial body cryotherapy*, PBC), kus erinevalt WBC-st on kasutaja kael ja pea spetsiaalsest PBC kabiinist väljas ning külmale õhule on eksponeeritud vaid keha. Hüpotetiliselt vähendab kambritesse lastav külm õhk DOMSi, suurendades samaaegselt parasümpaatilise närvisüsteemi aktiivsust ning põletikuvastaste tsütokiinide arvukust. (Allan *et al.*, 2022)

Külma vee kümbeluse (inglise k *Cold water immersion*, CWI) terapeutilist kasutamist on teoses Edwin Smith Papyrus mainitud juba 3500 aastat eKr. Vana-Kreekas kasutati külma vett teraapiate läbi viimisel, aga ka lõõgastumise ja sotsialiseerumise eesmärkidel. Alates 1960ndatest on uuritud CWI kasutamist kehalise harjutamise järgse taastumise kiirendamise vaatenurgast ning kuivõrd uurijate tähelepanu liikus järgnevatel kümnenditel suuresti siiski mujale, algas milleeniumivahetusele eelnevatel aastatel selleteemalise teadustöö mahu arvestatav tõus. Erinevates

uuringutes rakendati mitmesuguseid kehalise töö vorme, uuriti eripalgelisi sihtgrupe ning ka külma vee kasutusel leidis variatsiooni nii vee temperatuuris, vee sügavuses kui ka külmastiimuli ajalisel kestuses. (Allan *et al.*, 2022)

Eelnevalt kirjeldatud struktuursete ja metaboolsete häirumiste treeninguga esile kutsumine on kehaliste võimete arendamise kontekstis hädavajalik, sest nendele tuginedes tekivad tehtud kehalisele tööle spetsiifilised adaptatsioonid, tänu millele on hooaja ettevalmistavas perioodis võimalik tõsta sportlikku sooritusvõimet (Issurin, 2010). Võistlushooaja käigus on sportliku sooritusvõime tõstmise asemel fookuses selle säilitamine (Issurin, 2010). Eelnev kehaline koormus ei mõjuta sportlase sooritusvõimet järgnevas pingutuses, eeldusel, et eelnevast koormusest taastumiseks on tagatud piisav aeg (Xiao *et al.*, 2023). Tingimustes, kus kahe tugeva kehalise töö vahele jääb liialt lühikene aeg, muutub väsimus- ja lihaskahjustusnähtude elimineerimine sooritusvõime taseme säilitamise vaatenurgast äärmiselt vajalikuks. (Xiao *et al.*, 2023) Tõsise EIMD korral, mille puhul Paulsen *et al.*, (2012) järgi sportlase jõu produtseerimise võime langeb üle 50%, võib taastumine aega võtta üle nädala (Paulsen *et al.*, 2012), kuid mitmel järjestikusel päeval võisteldes võib nii pikk sportliku võimekuse langus mõjuda negatiivselt ka võistlustulemustele (Rose *et al.*, 2017). Näiteks tippjalgpallis on sportlaste koormus aastast-aastasse sujuvalt tõusnud ning maailmameistrivõistlustega lõppenud 2017-2018 hooajal võis jalgpalluritel koguneda 60–80 mängu (Nasser *et al.*, 2023). Selle tulemusena on eliit-tasemel saanud tavaliseks, et 1 nädala sees on kuni 3 võistlusmängu. (Anderson *et al.*, 2016)

Teaduskirjanduses leidub vastukäivaid tõendeid CWI mõjust taastumisele. Uuringute lõikes varieerub nii CWI'le eelnenud kehalise koormuse iseloom kui ka sekkumise rakendamine erinevate parameetrite poolest (ajastus treeningkoormuse suhtes, ajaline kestvus, kasutamise sagedus). (Ishan *et al.*, 2021)

CWI võimalikud mehhanismid kehalisest koormusest taastumise parendamiseks (Ishan *et al.*, 2016):

1. Tsentraalse väsimuse tekke takistamine. CWI aitab kehatemperatuuri kiirelt alandada, mis muutub eriti oluliseks kuumades tingimustes sportides, sest kehatemperatuuri tõusu seostatakse tsentraalse väsimuse tekkega.
2. Kardiovaskulaarse süsteemi koormuse vähendamine: naha verevarustus külmaga kokkupuutel väheneb, kuna nahaalused veresoone ahenevad. Naha vereringe mahuline vähenemine tõstab tsentraalselt voolava vere mahtu, tänu millele saab organism hapniku ja muude vajalike substraatidega paremini varustada töötavat lihaskude.
3. Metaboliitide kiirem eemaldamine lihastest: Veresoonte ahendamise ja hüdrostaatilise rõhu tõttu tõuseb tsentraalne venoosne rõhk ning jääkained viiakse perifeeriast kiiremini tsentraalsesse vereringesse.

4. Autonoomse närvisüsteemi mõjutamine: Tsentraalse verevoolu suurendamine võib tõsta südame löögimahtu, baroretseptoritele avalduvat rõhku ja närvisüsteemi parasümpaatilist aktiivsust, pidurdades seejuures sümpaatilist aktiivsust.
5. Vasokonstriksioon, lihaskoe alanenud temperatuur, suurenenud tsentraalne verevool ja külma analgeetiline toime üheskoos võivad pidurdada põletikulisi protsesse, turse ja lihasvalu ägenemist.

2. TÖÖ ÜLDINE EESMÄRK

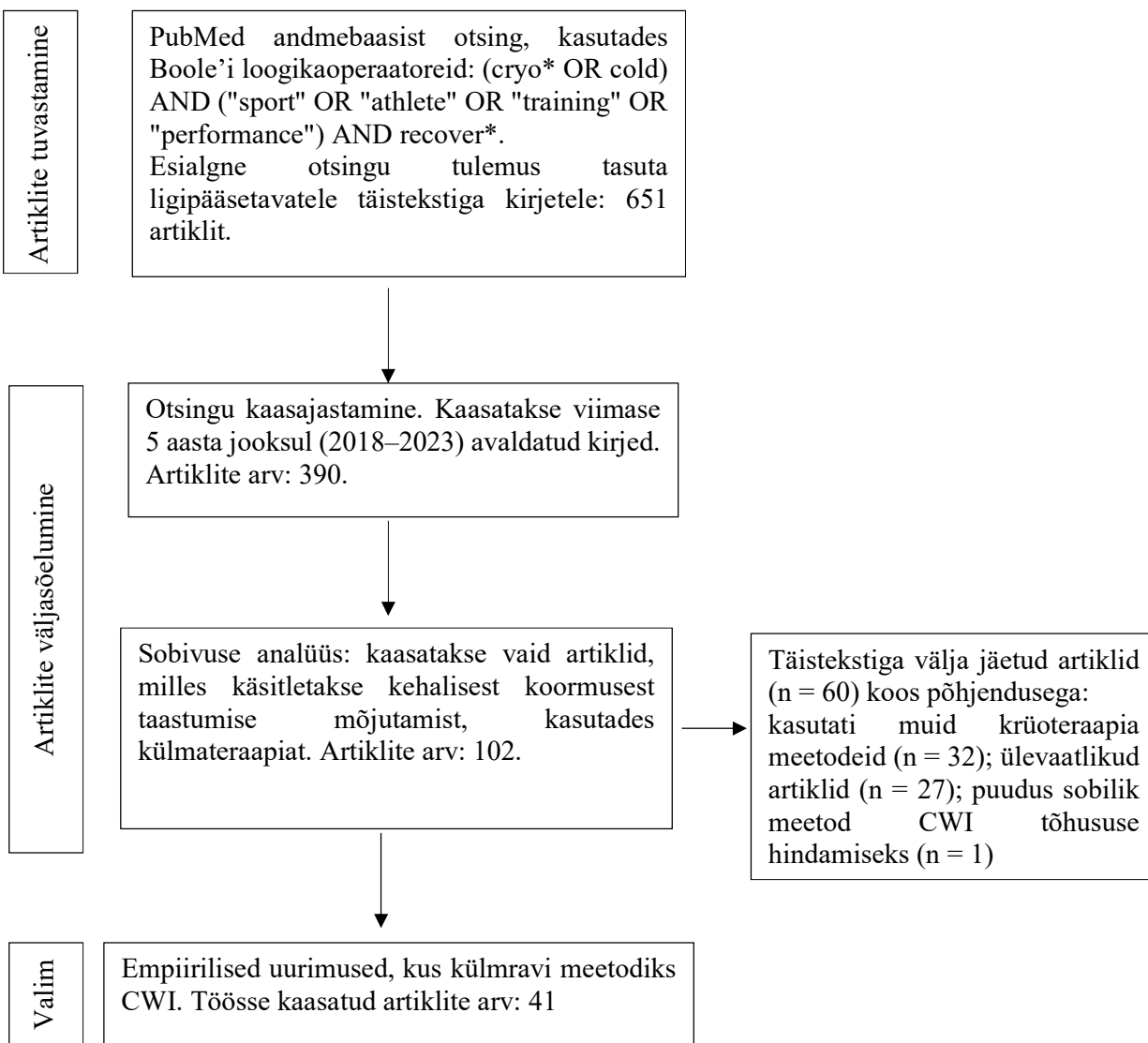
Magistritöö eesmärgiks oli koostada teaduskirjanduse süstemaatiline ülevaade külma vee kümbluse (CWI) kasutamisest kehalisest koormusest taastumisel.

Lähtuvalt eesmärgist püstitati järgmised uurimisülesanded:

1. Leida PubMed andmebaasist märksõnadele vastavad teadusartiklid.
2. Hinnata selekteeritud artiklite kvaliteeti ja tõendus põhisust.
3. Analüüsida sõelatud artiklite CWI sekkumise karakteristikuid ning CWI mõju kehalisele töövõimele, füsioloogilistele parameetritele, biokeemilistele markeritele ning taastumise tajutud näitajatele.

3. METOODIKA

Teaduskirjanduse süstemaatiline ülevaade põhineb andmebaasil PubMed, kus Boole'i loogikaoperaatoreid kasutades teostati artiklite otsing järgnevate märksõnadega: (cryo* OR cold) AND ("sport" OR "athlete" OR "training" OR "performance") AND recover*. Otsiti tasuta täistekstiga ligipääsetavaid artikleid. Töösse kaasatakse kirjed, mis on publitseeritud 2018–2023 aasta vahemikus. Magistritöösse kaasatavate artiklite selekteerimise protsess toodud esile alljärgneval joonisel (joonis 1).



Joonis 1. Artiklite otsimis- ning selekteerimisprotsess

Otsingut alustati 23. jaanuar 2022 ja lõpetati 16. jaanuaril 2024. Süstemaatilise ülevaate koostamisel tugineti PRISMA-P (*Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols*) juhendile, parandamaks artiklite otsingu kvaliteeti ja metoodikat (Moher *et al.*, 2015).

3.1. Uuringute metoodilise kvaliteedi hindamine

Uuringute metoodilise kvaliteedi hindamiseks kasutati PEDro (*Physiotherapy Evidence Database*) hindamismeetodit, mis sisaldab teadusartiklis kasutatud metoodika hindamiseks järgnevaid kriteeriume (Pedro, 2024):

1. Kirjeldatud on, kuidas toimus uuritavate värbamine, sh sissearvamise nõuded.
2. Uuritavad määrati rühmadesse juhuslikkuse alusel.
3. Uuritavad määrati rühmadesse pimesi, st osalejate uuringusse värbamise hetkel ei teadnud läbiviijad, kuhu rühma konkreetne osaleja satub.
4. Uuringurühmad olid enne sekkumist peamiste näitajate osas sarnased, st prognoositavad tulemused ilma sekkumiseta tulnuks sarnased.
5. Uuritavad ei teadnud, millisesse rühma nad määrati.
6. Sekkumiste läbiviijad ei teadnud, millisesse rühma uuritav kuulus.
7. Mõõtmiste teostajad ei teadnud, millisesse rühma uuritav kuulus.
8. Vähemalt üks uuringutulemus oli mõõdetud vähemalt 85%-il uuritavatest.
9. Kõik uuritavad, kelle andmeid analüüsis kasutati, läbisid neile määratud kontrollrühma või uuringurühma protokollid.
10. Rühmadevaheliste tulemuste võrdluses on kõrvutatud vähemalt üht olulist näitajat.
11. Vähemalt ühe uuringutulemuse kohta on välja toodud nii mõõtmistulemused kui ka standardhälve, -viga, usalduspiir, kvartiilide vahe.

Kriteeriumi eest antakse punkt siis, kui töö lugemisel on selgelt aru saadav, et kriteerium on rahuldatud. Vastasel juhul punkti määrata ei tohiks. Maksimaalne punktiskoor on 10, sest esimest kriteeriumit punktiskoori arvestamisse ei loeta. (Pedro 2024)

3.2. Artiklite tõenduspõhisuse hindamine

Töösse kaasatud artiklite tõenduspõhisuse tasemete määramiseks kasutati Sackett skaalat (tabel 1), mis on kohandatud PEDro kvaliteedi hindamismeetodi järgi. (Silverman *et al.*, 2012)

Tabel 1. Modifitseeritud Sackett skaala (Silverman *et al.*, 2012)

| Tase | Uuringu disain |
|-------------|---|
| 1 | Randomiseeritud kontrolluuring (PEDro ≥ 6) |
| 2 | Randomiseeritud kontrolluuring (PEDro < 6); prospektiivne kontrolluuring; kohortuuring |
| 3 | Juhukontrolluuring |
| 4 | Ühe rühmaga <i>pre-post</i> disainiga uuring; juhtuuring |
| 5 | Juhtumianalüüs |

4. TÖÖ TULEMUSED

4.1. Uuringute metoodilise kvaliteedi ja tõenduspõhisuse hindamise tulemused.

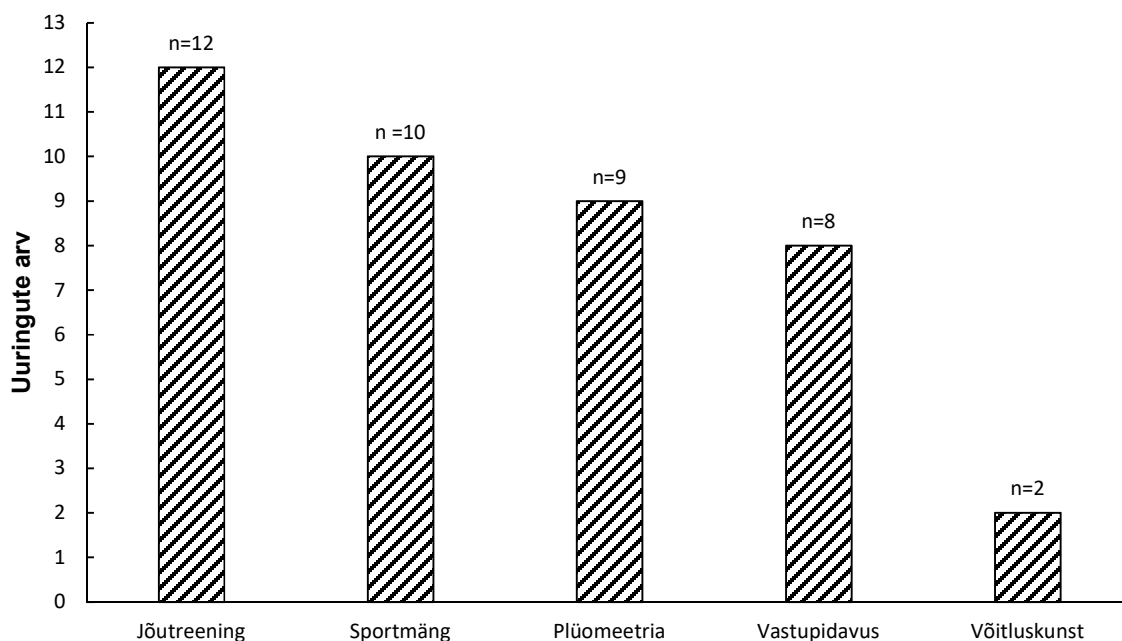
Töösse kaasatud uuringud jagunesid kvaliteedi ja tõenduspõhisuse osas seitsmesse erinevasse klassi. Kõige kvaliteetsema, A kategooria, moodustasid artiklid (n = 16) PEDro skooriga 6–7/10, tõenduspõhisus tasemega 1. (Tabel 2) Artiklid tõenduspõhisuse astmega 2 ja enam ning PEDro skooriga 5 või vähem said kokkuvõtvalt määratud B kategooriasse kirjete ühise nimetaja alla määramise eesmärgil. Siinse töö arutelu peatükis tuginetakse ennekõike A kategooria uurimustele.

Tabel 2. Töös kasutatud artiklite kvaliteedi ja tõenduspõhisuse hindamine. Metoodilise kvaliteedi hindamiseks kasutatud PEDro skoor 10 palli skaalal. Tõenduspõhisuse hindamise tase 1–5, Sackett skaalal, kusjuures tase 1 on kõige tõenduspõhisem. Kategooriad A ja B artiklite üldiseks liigendamiseks.

| Kvaliteedi kategooria | PEDro skoor | Tõenduspõhisuse tase | Artiklid (n) |
|-----------------------|-------------|----------------------|--------------|
| A | 7 | 1 | 1 |
| | 6 | 1 | 15 |
| B | 5 | 2 | 2 |
| | 6 | 4 | 18 |
| | 5 | 4 | 3 |
| | 4 | 5 | 1 |
| | 0 | 5 | 1 |

4.2. Uuringute ja CWI sekkumiste karakteristikud

Töösse kaasatud 41 artiklis (LISA 1) jäi CWI sekkumises vee temperatuur vahemikku 5°C–20°C, kusjuures vees oldi 3 min – 20 min. 41st uuringust 27s piirduti parameetritega 10°C–15°C ja 10–15 minutit, 15ne töö puhul leidsid kasutust äärmuslikumad aja või temperatuuri karakteristikud (Joonis 2). Immersiooni sügavuse osas jaotus CWI kasutamine kolme kategooriasse: enamus kehast vees, v.a kael ja pea (n = 18); osa kehast vees, st ainult alakeha või jäsemed (n = 22); terve keha vees, sh kael ja pea (n = 2). CWI ühekordset mõju kehalisest koormusest taastumisel käsitleti 32 teadusartiklis ning 10 uuringus sooritasid osalejad vähemalt 4 päeva jooksul mitu kehalist pingutust, saades iga pingutuse järel CWI'd.



Joonis 3. Kehaline koormus töös kasutatud uuringutes (n = 41).

Uuringud jagunesid nendes kasutatud kehalise koormuse iseloomu järgi viite erinevasse kategooriasse. Kõige enam uuriti CWI mõju jõutreeningust taastumisele (Joonis 3).

4.2.1. Uuringutes CWI järgselt teostatud füsioloogilised mõõtmised

27 uuringus hinnati CWI mõju taastumisele erinevate füsioloogilistele parameetrite põhjal. Seejuures teostati temperatuuri mõõtmisi nahapinnalt ja kehaõõnsustest (n = 10); uuriti südameveresoone näitajaid (n = 6), koeturset (n = 5), kehakompositsiooni (n = 2), unearhitektuuri (n = 1) ja hüdreerituse staatust (n = 1).

4.2.2. Uuringutes CWI järgselt teostatud kehalise töövõime hindamised

31 uuringus hinnati CWI mõju kehalisest koormusest taastumisele erinevate töövõimete testidega. Sealhulgas hüppevõimet (n = 16), jõuvõimekust (n = 16), võimsust (n = 11), biomehaanilisi näitajaid (n = 3) ja psühhomotoorset võimekust (n = 1).

4.2.3. Uuringutes CWI järgselt mõõdetud biokeemilised markerid

Biokeemilisi markereid uuriti vere- ja koeproovidest 17 uuringus, seejuures hinnati erinevaid vereparameetreid, kasvufaktoreid, hormoonide taset ja põletikunäitajaid.

4.2.4. Uuringutes CWI järgselt hinnatud tajutud näitajad

21 uuringus kasutati küsimustikke CWI tajutud mõju hindamiseks taastumisele. Uuriti CWI mõju DOMS'ile (n = 12); üldisele heaolule (n = 8); järgneva treeningu tajutud raskusele (inglise *rate of perceived exertion* e RPE-le) (n = 3); valulävele (n = 1). Samuti uuriti vaatlusaluste usku CWI tõhususse (n = 1) ning CWI sekkumise meeldivust (n = 3).

5. ARUTELU

Siinsesse süstemaatilisse ülevaatesse kaasati 41 artiklit, mis uurisid CWI mõju kehalisest koormusest taastumisele. Uuringutes varieerusid CWI sekkumised nii kasutatud temperatuuride (5°C – 20°C), vees oldud aja (3 min – 20 min) kui ka immersiooni sügavuse (terve keha, enamus kehast, kehaosa) osas. Metoodilise kvaliteedi ja tõendus põhise osas jaotusid kirjed kahte suuremasse kategooriasse: kõrgema kvaliteediga A kategooria artiklid ($n = 16$) ning madalama kvaliteediga B kategooria artiklid ($n = 25$). Muuhulgas esines CWI kasutamist kehalisest koormusest taastumisel nii jõu-, plüomeetria- ja vastupidavustreeningu kui ka sportmängude ja kahevõitlusalade järgselt.

5.1. CWI sekkumiste karakteristikud.

CWI sekkumise karakteristikud varieerusid A kvaliteedi kategooria uuringutes ($n = 16$) suuresti nii sekkumise ajalise kestvuse, kasutatud temperatuuride kui ka immersiooni sügavuse osas. 10–15 minutist kümbelust 10 – 15°C vees kasutati 13nes (76%) uuringus ning osalejad olid sees rinnuni/kaelani ($n = 6$), puusani ($n = 6$) või ainult jäsemega ($n = 1$). 8°C CWI'd rakendati uuringutes, kus vees oldi ainult alajäsemetega vastavalt 10 (Difranco *et al.*, 2022) või 20 minutit (Fuchs *et al.*, 2020). Lisaks tavalisele CWI rühmale ($20^{\circ}\text{C} \times 20$ min), oli Fujita *et al.* (2022) ja Yoshimura *et al.* (2023) eksperimentides veel uuringurühmi: CO_2 -CWI (Fujita *et al.*, 2022; Yoshimura *et al.*, 2023), kelle vette lisati CO_2 gaasi, ja $\text{CO}_2 + \text{H}_2$ CWI rühm (Yoshimura *et al.*, 2023), kelle vette lisati vastavate gaaside segu. Süsihappegaasil on läbi naha imbumes vasodilatatsiooni esile kutsuv toime, millega seostub efektiivsem liigest kehasoojusest vabanemine (Fujita *et al.*, 2022) ning H_2 gaas on näitanud loomkatsetes kehalise koormuse järgse põletikuliste protsesside pidurdavat toimet (Nogueira *et al.*, 2018).

A kategooria uuringud jagunesid nendes kasutatud kehalise koormuse järgi nelja erinevasse rühma: sportmängud ($n = 4$); plüomeetria ($n = 5$); vastupidavus ($n = 4$) ja jõutreening ($n = 3$). Sportmängude kategoorias oli 2 ning plüomeetrias 3 artiklit, kus kasutati täpselt sama väsitusprotokolli. Jalgpallurite taastumist uurides kasutasid Bouchiba *et al.* (2022) ja Farkhari Babak *et al.* (2021) CWI'le eelneva kehalise koormusena jalgpallimatši simuleerivat *Loughborough Intermittent Shuttle Test*'i (LIST). Angelopoulos *et al.* (2022), Fakhro *et al.* 2022) ja Hohenauer *et al.* (2020) rakendasid oma uuringutes osalejatel lihaskahjustuste tekitamiseks 100st sügavushüppest koosnevat protokollit (5×20 hüpet 60 cm kõrguselt).

Bleakley & Davison (2010) leidsid oma süstemaatilises ülevaates siinse tööga sarnaselt, et CWI'd kasutati 75%-l uuringutes temperatuuridel 10 – 15°C , keskmiselt umbes 12 minutit. Teaduskirjanduses on hiljuti kindlaks kujunenud arusaam, et CWI kui teraapia efektiivsus põhineb suutelisusel vähendada lihaskoe temperatuuri, mitte verevarustust (Mawhinney *et al.*, 2013;

Mawhinney *et al.*, 2020). 10-minutiline kümbel nii 8°C kui ka 22°C vees kutsus reiearteris esile vähenenud verevoolu sarnases ulatuses (~55%), kuid lihaskoe temperatuur langes rohkem külmema vee puhul (34.1°C ± 1.0°C vs 35.6°C ± 0.8°C) (Mawhinney *et al.*, 2013) ning kummagi temperatuuri puhul ei ületanud muutused reie nelipealihase läbivoolus kliiniliselt olulist lävendit (< 0.75 mL x 100 g x min⁻¹) (Mawhinney *et al.*, 2020). Uurides reie nelipealihase individuaalseid lihaseid eraldi, nähtus, et kõige sügavamal asuva lihase (vaheline pakslihase, *ld m. vastus intermedius*) läbivool 8°C CWI puhul kasvas, mis potentsiaalselt võib põletikulisi protsesse hoopis suurendada. 15°C CWI puhul seda ei juhtunud. (Mawhinney *et al.*, 2020) Küllaltki ootuspäraselt hindasid sportlased 8°C CWI protseduuri läbimist ebaameeldivaks, 15°C CWI'd paremini tolereeritavamaks (Balaš *et al.*, 2020). Machado ja kaasautorid (2016) järeldasid CWI doseeringu ja sekkumise efektiivsuse vahelisi seoseid uurivas meta-analüüsis, et lihaskoe ennetamisel annab kõige paremat tulemust 11–15 minutiline kümbel 11–15°C vees. Meta-analüüsi tulemused näitavad, et 10 ± 2°C x 10 ± 2 min parameetritega CWI sekkumine toob 1 cm sügavusel lihaskoes temperatuuri alla ligikaudu 4°C ja 2 cm sügavusel 3°C võrra. (Freitag *et al.*, 2021) Lihaskoe temperatuuri alaneb indiviiditi aga väga erinevalt, nt 7°C languse esile kutsumiseks peab 31–40 mm paksuse nahavoldiga inimene jääpakki keha vastas hoidma 60 minutit, 0–10 mm paksuse nahavoldiga saavutab efekti 10 minutiga (Selkow, 2019).

5.1.1. Uuringutes CWI järgselt teostatud füsioloogilised mõõtmised

Nii nagu siinsesse töösse kaasatud artiklites üldiselt, mõõdeti ka A kategooria uuringutes CWI mõju väga erinevatele füsioloogilistele parameetritele, sh südame-veresoonkonna näitajaid, keha temperatuuri, koeturset ja kehakompositsiooni.

CWI (20°C x 20 min, vesi kaelani) omas südame löögisageduse (SLS) langetamisele veloergomeetril tehtud kõrge intensiivsusega intervalltreeningu järgselt märkimisväärset mõju nii CWI kui ka CO₂-CWI rühmas, mõõdetuna koheselt pärast kümbelust ning võrreldes passiivse taastumisega (Fujita *et al.*, 2022). B kategooria uuringus, kus CWI (12°C x 14 min) ajal olid osalejad vees ainult alakehaga, spotlaste treeningu järgse SLS'i langemisele CWI sekkumine mõju samas ei avaldanud (L'Hermette *et al.*, 2020).

Hohenauer ja kaasautorid (2020) leidsid, et treeningu järgne CWI (10°C x 10 min, vesi rinnuni) alandas alajäsematel naha temperatuuri rohkem (14.8 ± 1.4 vs 15.3 ± 2.2) kui PBC (-60°C x 30 s, seejärel -135°C x 120 s), mõõdetuna kohe pärast krüoteraapia sekkumist. Ka Alexander *et al.* (2022) täheldasid CWI rühmas (10°C x 11 min, vesi rinnuni) alajäsematel naha temperatuuri olulist langust (~13°C ulatuses).

Reie nelipealihase treeningujärgse koeturse alanemist ei suutnud lisaks tavapärasele CWI'le mõjutada ka spordimassaž (Angelopoulos *et al.*, 2022), PBC (Hohenauer *et al.*, 2020) või CWI vee

rikastamine CO₂ ja H₂ gaasidega (Yoshimura *et al.*, 2023) – koeturse langes järgnevatel päevadel kõikide sekkumiste puhul passiivse taastumisega sarnaselt.

Kehakompositsiooni osas täheldasid Fyfe ja kaasautorid (2019), et kuivõrd 7 nädalase jõutreeningu järgselt (3 trenni nädalas) oli CWI rühmas II tüüpi lihaskiudude ristlõikepindala kontrollrühmaga võrreldes suurenenud vähem, siis DXA-ga (ingl. k. *Dual-energy X-ray absorptiometry*) mõõdetud rasvavabamassi näitajaid CWI siiski ei mõjutanud.

Neile teadaolevalt esimestena uurisid Chauvineau ja kaasautorid (2021) CWI mõju unearhitektuurile, kasutades terve keha (sh pea) immersiooni. Jooksjad läbisid pärast treeningut CWI sekkumise (13°C x 10 min, alakeha või terve keha) öhtul kell 20, ~3 h enne magama minekut. Uurijad tuvastasid, et terve keha CWI rühmas suurenes esimese 180 minuti sees taastava sügava une (inglise k *Slow wave sleep*) osakaal (+5.1%) ning mõlemas CWI rühmas esines terve öö vältel kontrollrühmaga võrreldes vähem erutuvust, st äkilisi muutusi aktiivsuses, millega halvemal juhul võib kaasneda ka une katkemine. (Chauvineau *et al.*, 2021)

5.1.2. Uuringutes CWI järgselt teostatud kehalise töövõime hindamised

CWI mõju jõuvõimekusele

CWI mõju jõuvõimekusele määrati 6 kõrgema kvaliteedihinnanguga eksperimendis. Neljas uuringus nähtus, et kehalise koormuse järgne CWI ei mõjutanud reie nelipealihase jõuvõimekuse taastumist kontrollrühmaga võrreldes (Angelopoulos *et al.*, 2022; Difranco *et al.*, 2022; Hohenauer *et al.*, 2020; Sánchez-Ureña *et al.*, 2018). Teisalt leiti tõendeid, et CWI rühmas taastus kiiremini reielihaste jõuvõimekus võrreldes passiivse taastumisega (Alexander *et al.*, 2022) ja jäämassažiga (Fakhro *et al.*, 2022). CWI ja termoneutraalse vee kümbluse (inglise k *thermoneutral water immersion*, TWI) võrdluses suutis CWI pidurdada jalgpallurite seas koormuse järgse maksimaalse kontraktsiooni jõu (*Maximal voluntary contraction*, MVC) alanemist olulisel määral, kus sekkumise järgselt oli baasnäiduga võrreldes CWI rühmas MVC langenud $-9,9 \pm 3\%$, TWI rühmas $-23,7 \pm 14,7\%$. Samuti taastus MVC kiiremini (CWI 24 tunniga, TWI 72 tunniga) baasnäiduni. (Bouchiba *et al.*, 2022) Jõud paranes 7-nädalase jõutreeningu (3 trenni nädalas) tulemusena sarnaselt nii CWI kui ka kontrollrühmas, kuid CWI pidurdas II tüüpi lihaskiududes hüpertroofia teket (Fyfe *et al.*, 2019). Teaduskirjanduses olemasolevate tõendite järgi tundub, et CWI mõjutab jõutreeninguga järgnevaid füsioloogilisi adaptatsioone – sh hüpertroofiat, maksimaaljõudu, jõuvastupidavust, võimsust ning ka molekulaarseid protsesse – kas negatiivselt või üldse mitte (Petersen & Fyfe, 2021). Oluline on tuua esile, et mitte ükski uuring pole näitanud, et CWI soodustaks jõutreeningu järgseid adaptatsioone (Petersen & Fyfe, 2021).

CWI mõju hüppevõimele

CWI mõju hüppevõimele uuriti 10s A kategooria artiklis. Kolmes uuringus ei tuvastanud autorid kehalise koormuse järgselt CWI rühmal CMJ'i näitaja kiiremat taastumist, võrreldes

passiivset taastumist teinud kontrollrühmaga (Hohenauer *et al.*, 2020; Sánchez-Ureña *et al.*, 2018; Wiewelhove *et al.*, 2018). Samuti ei taastunud CMJ ja SJ näitajad CWI rühmas teisiti, võrreldes TWI'ga 28°C vees (Bouchiba *et al.*, 2022).

Kuues uuringus mõjutas kehalise koormuse järgne CWI hüppevõimet. 7-nädalase jõutreeningu järgselt paranes CMJ näitaja kontrollrühmas (madal efekti suurus, $d = 0.24$), kuid CWI (15 min 10°C vees) rühmas arengut ei olnud (Fyfe *et al.*, 2019). Intensiivse treeninglaagri (16 päeva sees 10 jõutreeningut ja 19 pallitrenni) raames langes võrkpalluritel CMJ CWI rühmas vähem, võrreldes kontrollrühmaga (Tavares *et al.*, 2020). Neljas uuringus tuvastasid teadlased, et raske treeningu järgselt langenud hüppevõime taastus järgnevatel päevadel CWI rühmades kiiremini, võrreldes jää-massaži rühmaga (Fakhro *et al.*, 2022) ja passiivse taastumisega (Kositsky & Avela, 2020; Yoshimura *et al.*, 2023).

CWI mõju sprindile

CWI mõju sprindile uuriti ühes A kategooria artiklis. Bouchiba ja kaasautorid (2022) kasutasid jalgpallurite väsitamiseks LIST protokollit ning võrdlesid CWI ja TWI mõjus taastumisele. Koheselt pärast sekkumist oli CWI rühmal 20 m sprindi aeg pikenenud vähem ($+11.1 \pm 3.2\%$ vs $+18 \pm 3.6\%$, $p < 0.05$). Samuti taastus 20 m sprindi aeg baasnäiduni 24 tunniga, kuivõrd TWI rühmas ei taastunud antud näitaja baasnäiduni isegi 72 h jooksul. (Bouchiba *et al.*, 2022)

B kategooria uuringutes leiti vastupidiselt, et CWI sprindivõimekuse taastumist ei mõjutanud: 40 m sprindi aeg taastus 7 päeva lõikes kontrollrühmaga sarnaselt pärast plüomeetrilist treeningut (Kim & Joo, 2023) ning 48 h jooksul taastusid 10 ja 20 m sprindi ajad sarnaselt nii platseebo rühmas (treeningu järgselt manustati puuviljamaitset jooki), kontrollrühmas kui ka CWI rühmas (Nasser *et al.*, 2023). Tabben ja kaasautorid (2018) leidsid, et simuleeritud MMA (sportliku vabavõitluse, inglise k *mixed martial arts*) võitluse järgselt pikenes CWI rühmal 5 m ja 10 m sprindi aeg kontrollrühmaga võrreldes rohkem ning järeldasid, et CWI sekkumist ei tasu teha olukorras, kus mitmed sprindil või plahvatuslikul jõul põhinevad füüsilised pingutused teineteisele lühiajaliselt järgnevad.

5.1.3. Uuringutes CWI järgselt mõõdetud biokeemilised markerid

CWI mõju biokeemilistele markeritele uuriti vere-või koeproovidega 11nes A kategooria artiklis, sh mõõdeti koekahjustuste mittespetsiifilisi näitajaid CK'd ($n = 6$) ja laktaadi dehüdrogenaasi (LDH) ($n = 2$); põletikunäitajaid CRP'd ($n = 2$) ja IL-6 ($n = 1$); laktaadi kontsentratsiooni ($n = 2$) ja ureat ($n = 1$). Kahes uuringus võeti biopsiaga ka koeproov, et uurida lihaskiu ristlõikepindala (Fyfe *et al.*, 2019) ning molekulaarseid muutusi (Christiansen *et al.*, 2018 & Fyfe *et al.*, 2019).

Kehalise koormuse tulemusena tõusis vereseerumis CK aktiivsus kõikides rühmades ning näitaja taastumist ei suutnud lisaks CWI'le mõjutada ka spordimassaž (Angelopoulos *et al.*, 2022), TWI (Bouchiba *et al.*, 2022), hapukirsi mahla või platseebo joogi tarbimine (Difranco *et al.*, 2022). Seevastu esines ka uuringuid, kus leiti, et CWI kiirendas CK taastumist baasnäiduni (Fakhro *et al.*,

2022; Wievelhove *et al.*, 2018) või pidurdas kontrollrühmaga võrreldes CK esialgset tõusu (Kositsky & Avela, 2020). Teaduskirjanduses on eksperte (Baird *et al.*, 2012), kes kahtlevad, kuivõrd CK aktiivsus üldse lihaskahjustust peegeldab, sest näitajat võivad mõjutada nii sugu, vanus, etniline kuuluvus, treeningstaatus, kehalise koormuse iseloom kui ka geenid (Brancaccio *et al.*, 2007).

Teise kaudse lihaskahjustuse näitaja – LDH – osas leiti samuti vastukäivaid tõendeid. CWI aitas koormuse järgselt LDH tõusu hoida TWI'st madalamal (vastav tõus $11.2 \pm 11.3\%$ vs $25.4 \pm 22.3\%$, võrreldes baasnäiduga) ning 72 h hiljem oli CWI rühmas näitaja taastunud, TWI rühmas mitte. (Bouchiba *et al.* 2022) Samas ei leidnud LDH tõusu ja taastumise osas Farkhari Babak *et al.* (2021) CWI ja kontrollrühma vahel olulisi erinevusi. Põhjapanevaid tõendeid CWI kasulikkusest ei leitud ka põletikunäitajate (Difranco *et al.* 2022; Wiewelhove *et al.* 2018) ega laktaadi kontsentratsiooni osas (Fujita *et al.*, 2022; Kositsky & Avela, 2020).

CWI mõju kehalisest koormusest taastumisele käsitlev teaduskirjandus on nüansirohke. Lisaks CWI protokollide enda variatiivsusele mitmete muutujate osas (temperatuur, aeg, immersiooni sügavus, immersiooni ajastus, kasutuskordade arv) lisavad mitmekülgset iseloomult erinevad kehalised koormused, osalejate sugu ja treeningstaatus. (Lindsay & Peake, 2021) Laialdaselt erinevate tulemusnäitajate uurimine lisab diskursusesse veelgi enam kompleksust ning spordifüsioloogid (Lindsay & Peake, 2021) suunavad uurijaid oma töödes pühendumata rohkem kehalise töö näitajate (jõud, võimsus) mõõtmisele, sest nende parameetrite tõus ja langus on reaalse sportliku sooritusega otsesemas seoses ning uuringute tulemuste interpreteerimine ja rakendamine oleks lihtsam ka treenerite ja sportlaste jaoks.

5.1.4. Uuringutes CWI järgselt hinnatud tajutud näitajad

Kehalisest koormusest taastumisega kaasnevaid taju põhiseid näitajaid uuriti 8s A kategooria artiklis. Küsitluste käigus said sportlased hinnangu anda DOMS'ile ja üldisele heaolule (sh stress, taastumise ja une kvaliteet). Kõige enam ($n = 7$) uuriti DOMS'i kohta ning üllataval kombel leidsid Kositsky & Avela (2020), et 24 h ja 48 h pärast kehalist koormust oli DOMS baasnäitajast kõrgem CWI rühmas, kui kontrollrühma lihasvalu oli juba taandunud. Neljast uuringust nähtus siiski, et CWI leevendas treeningu järgset DOMS'i olulisel määral, vähendades lihaskahjustuse passiivse taastumise (Angelopoulos *et al.*, 2022; Hohenauer *et al.*, 2020; Wiewelhove *et al.*, 2018) ja jäämassažiga (Fakhro *et al.*, 2022) võrreldes. Need leiud on kooskõlas ka meta-analüüsides (Machado *et al.*, 2016; Dupuy *et al.*, 2018) tehtud järeldustega, et CWI aitab vähendada treeningujärgse DOMS'i ulatuslikkust.

CWI sekkumine ei mõjutanud tajutud üldist heaolu ei lühema uuringu lõikes (24 h jooksul, Alexander *et al.*, 2022) ega ka pikema treeninglaagri ajal (2,5 nädalat, Tavares *et al.*, 2020).

Chauvineau ja kaasautorid (2021) küsisid uuringus osalejatelt enne kehalisele koormusele järgnevat taastumisprotokollide seda, kui palju nad usuvad sekkumise (CWI või passiivne taastumine) efektiivsusesse taastumise parendamisel. Kõrgem usk esines CWI sekkumistesse (efekti suurus, $d =$

3,33), võrreldes passiivse taastumisega. Nasser *et al.* (2023) leidsid, et LIST'i järgselt taastusid jalgpallurid mitmetes näitajates kontrollrühmaga võrreldes kiiremini nii CWI kui ka platseebo (puuviljamaitseline jook, millele omistati fütokeemikaalide omadused) rühmas ning järeldasid, et CWI positiivne mõju on platseebo-efektiga seotud. Sarnase järelduseni on jõudnud teisedki uurijad, toonitades seda, et sportlaste usu tõstmine mistahes sekkumise efektiivsusesse on oluline, saamaks võimalikult head tulemust (Broatch *et al.*, 2014).

CWI sekkumise rakendamise puhul tuleb arvesse võtta ka selle psühhoemotsionaalset mõju. L'Hermette ja kaassautorite (2020) uuringus raporteerisid CWI rühma liikmed sekkumisega kaasnevat tugevat tundelist elamust. Tüüpiliselt kutsub immersiooni esimeste minutitega kaasnev külmašokk esile reaktsiooni – õhu ahmimise, hüperventileerimise ja tavalult intensiivsed tundmused – mis vilumatule kümblejale võivad tunduda tahtelise kontrolli alt täielikult väljas. Külma veega kaasnev valuaisting ja ebamugavus tuhmuvad ~ 5 min möödudes ning aklimatiseerununa mõjub CWI isegi lõõgastava ja turgutavana. (L'Hermette *et al.*, 2020)

Siinse magistritöö tugevuseks oli PRISMA-P juhiste järgi eelretsenseeritud teadusartiklite selekteerimine ning seejärel nende metoodilise kvaliteedi ja tõenduspõhisuse hindamine. Töösse kaasati märkimisväärne (n = 41) arv artikleid, millest 16 olid kõrge kvaliteediga ning kõik kirjed olid avaldatud viimase 5 aasta jooksul.

Töö nõrkusena saab esile tuua selle laiahaardelisuse temaatika osas. Töösse kaasatud uuringute teostuses esinenenud heterogeensus tuli autori jaoks üllatusena ning edasiste uuringute läbiviimisel on soovituslik valida kitsamad parameetrid eksperimendis kasutatud kehalise koormuse, uuritavate vanuse, treeningstaatuses või CWI sekkumise hinnatava mõju osas, et luua paremad eeldused detailsemaks menetluseks.

6. JÄRELDUSED

1. Külma vee kümbeluse (CWI) kasutamise mõju kehalisest koormusest taastumisele oli aastatel 2018–2023 PubMed andmebaasis 41 teadusartiklit, millest 16 olid kõrgema kvaliteedi uuringud.
2. Kehalisest koormusest taastumisel kasutatud külma vee kümbeluse (CWI) sekkumised varieerusid suurel määral vee temperatuuri, immersiooni sügavuse, kestvuse (aeg) ja sageduse poolest.
3. Külma vee kümbeluse (CWI) mõju hindamiseks on kasutatud füsioloogilisi parameetreid, töövõime näitajaid, biokeemilisi markereid ning tajutud näitajaid, mille tulemused on heterogeensed ja vastukäivad.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Ahokas EK, Kyröläinen H, Mero AA, Walker S, Hanstock HG *et al.* (2020). Water immersion methods do not alter muscle damage and inflammation biomarkers after high-intensity sprinting and jumping exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 120(12): 2625–2634. DOI: 10.1007/s00421-020-04481-8
2. Aidar FJ, Dantas E., Almeida-Neto PF, Neto FR, Garrido ND *et al.* (2022). Can Post-Exercise Hemodynamic Response Be Influenced by Different Recovery Methods in Paraplegic Sportsmen? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19 (3): 1772. DOI: 10.3390/ijerph19031772
3. Alexander J, Carling C, Rhodes D (2022). Utilisation of performance markers to establish the effectiveness of cold-water immersion as a recovery modality in elite football. *Biology of Sport*, 39 (1): 19–29. DOI: 10.5114/biolsport.2021.103570
4. Allan R, Malone J, Alexander J, Vorajee S, Ihsan M *et al.* (2022). Cold for centuries: a brief history of cryotherapies to improve health, injury and post-exercise recovery. *European Journal of Applied Physiology*, 122 (5): 1153-1162. DOI: 10.1007/s00421-022-04915-5
5. Anderson L, Orme P, Di Michele R, Close GL, Morgans R *et al.* (2016). Quantification of training load during one-, two- and three-game week schedules in professional soccer players from the English Premier League: Implications for carbohydrate periodisation. *Journal of Sports Sciences*, 34 (13): 1250–1259. DOI: 10.1080/02640414.2015.1106574
6. Angelopoulos P, Diakoronas A, Panagiotopoulos D, Tsekoura M, Xaplanteri P *et al.* (2022). Cold-Water Immersion and Sports Massage Can Improve Pain Sensation but Not Functionality in Athletes with Delayed Onset Muscle Soreness. *Healthcare*, 10 (12): 12. DOI: 10.3390/healthcare10122449
7. Baláš J, Kodejška J, Krupková D, Giles D (2020). Males benefit more from cold water immersion during repeated handgrip contractions than females despite similar oxygen kinetics. *The Journal of Physiological Sciences*, 70 (1): 13. DOI: 10.1186/s12576-020-00742-5
8. Baird MF, Graham SM, Baker JS, Bickerstaff GF (2012). Creatine-Kinase- and Exercise-Related Muscle Damage Implications for Muscle Performance and Recovery. *Journal of Nutrition and Metabolism*, 2012: 960363. DOI: 10.1155/2012/960363

9. Bleakley CM & Davison GW (2010). What is the biochemical and physiological rationale for using cold-water immersion in sports recovery? A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 44 (3): 179–187. DOI: 10.1136/bjism.2009.065565
10. Brancaccio P, Maffulli N, Limongelli FM (2007). Creatine kinase monitoring in sport medicine. *British Medical Bulletin*, 81: 209–230. Doi: 10.1093/bmb/ldm014
11. Broatch JR, Petersen A & Bishop DJ (2014). Postexercise cold water immersion benefits are not greater than the placebo effect. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 46 (11): 2139–2147. DOI:10.1249/MSS.0000000000000348
12. Bouchiba M, Bragazzi NL, Zarzissi S, Turki M, Zghal F *et al.* (2022). Cold Water Immersion Improves the Recovery of Both Central and Peripheral Fatigue Following Simulated Soccer Match-Play. *Frontiers in Physiology*, 13: 860709. DOI: 10.3389/fphys.2022.860709
13. Chauvineau M, Pasquier F, Guyot V, Aloulou A, Nedelec M (2021). Effect of the Depth of Cold Water Immersion on Sleep Architecture and Recovery Among Well-Trained Male Endurance Runners. *Frontiers in Sports and Active Living*, 3: 659990. DOI: 10.3389/fspor.2021.659990
14. Christiansen D, Bishop DJ, Broatch JR, Bangsbo J, McKenna MJ *et al.* (2018). Cold-water immersion after training sessions: Effects on fiber type-specific adaptations in muscle K⁺ transport proteins to sprint-interval training in men. *Journal of Applied Physiology*, 125(2): 429–444. DOI: 10.1152/jappphysiol.00259.2018
15. De Paula F, Escobar K, Ottone V, Aguiar P, Aguiar de Matos M *et al.* (2018). Post-exercise cold-water immersion improves the performance in a subsequent 5-km running trial. *Temperature*, 5 (4), 359–370. DOI: 10.1080/23328940.2018.1495023
16. Difranco I, Cockburn E, Dimitriou L, Paice K, Sinclair S *et al.* (2022). A combination of cherry juice and cold water immersion does not enhance marathon recovery compared to either treatment in isolation: A randomized placebo-controlled trial. *Frontiers in Sports and Active Living*, 4: 957950. DOI:10.3389/fspor.2022.957950
17. D’Souza RF, Figueiredo VC, Markworth JF, Zeng N, Hedges CP *et al.* (2023). Cold water immersion in recovery following a single bout resistance exercise suppresses mechanisms of miRNA nuclear export and maturation. *Physiological Reports*, 11 (15): 15784. DOI: 10.14814/phy2.15784
18. D’Souza RF, Zeng N, Markworth JF, Figueiredo VC, Roberts LA *et al.* (2018). Divergent effects of cold water immersion versus active recovery on skeletal muscle fiber type and

- angiogenesis in young men. *American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 314 (6): 824–833. DOI: 10.1152/ajpregu.00421.2017
19. Dupuy O, Douzi W, Theurot D, Bosquet L, Dugué B (2018). An Evidence-Based Approach for Choosing Post-exercise Recovery Techniques to Reduce Markers of Muscle Damage, Soreness, Fatigue, and Inflammation: A Systematic Review With Meta-Analysis. *Frontiers in Physiology*, 9. DOI: 10.3389/fphys.2018.00403
20. Egaña M, Allen L, Gleeson K, Gildea N, Warmington S (2021). Post-exercise Cold Water Immersion Does Not Improve Subsequent 4-km Cycling Time-Trial Compared With Passive and Active Recovery in Normothermia. *Frontiers in Sports and Active Living*, 3: 738870. DOI: 10.3389/fspor.2021.738870
21. Fakhro MA, Alameen F, Fayad R (2022). Comparison of total cold-water immersion's effects to ice massage on recovery from exercise-induced muscle damage. *Journal of Experimental Orthopaedics*, 9 (1): 59. DOI: 10.1186/s40634-022-00497-5
22. Farkhari Babak M, Mosaféri Ziaaldini M, Hoseini Seyyed Reza A (2021). Experience of cold-water immersion on recovery efficiency after soccer match. *La Tunisie Medicale*, 99 (2): 252–258.
23. Freitag L, Clijsen R, Deflorin C, Taube W, Taeymans J *et al.* (2021). Intramuscular Temperature Changes in the Quadriceps Femoris Muscle After Post-Exercise Cold-Water Immersion (10°C for 10 min): A Systematic Review With Meta-Analysis. *Frontiers in Sports and Active Living*, 3: 660092. DOI: 10.3389/fspor.2021.660092
24. Fuchs CJ, Kouw IWK, Churchward-Venne TA, Smeets JSJ, Senden JM *et al.* (2020). Postexercise cooling impairs muscle protein synthesis rates in recreational athletes. *The Journal of Physiology*, 598 (4): 755–772. DOI: 10.1113/JP278996
25. Fujita M, Yoshimura M, Nakamura M, Hojo T, Fukuoka Y (2022). Anaerobic performance after 3-day consecutive CO₂-rich cold-water immersion in physically active males. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 20 (2): 148–154. DOI: 10.1016/j.jesf.2022.02.004
26. Fyfe JJ, Broatch JR, Trewin AJ, Hanson ED, Argus CK *et al.* (2019). Cold water immersion attenuates anabolic signaling and skeletal muscle fiber hypertrophy, but not strength gain, following whole-body resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 127 (5): 1403–1418. DOI: 10.1152/jappphysiol.00127.2019
27. Gaspar-Junior JJ, Dellagrana RA, Barbosa FSS, Anghinoni AP, Taciro C *et al.* (2022). Efficacy of Different Cold-Water Immersion Temperatures on Neuromotor Performance in Young Athletes. *Life*, 12 (5): 683. DOI: 10.3390/life12050683

28. Hecksteden A, Forster S, Egger F, Buder F, Kellner R *et al.* (2022). Dwarfs on the Shoulders of Giants: Bayesian Analysis With Informative Priors in Elite Sports Research and Decision Making. *Frontiers in Sports and Active Living*, 4: 793603. DOI: 10.3389/fspor.2022.793603
29. Hohenauer E, Costello JT, Deliens T, Clarys P, Stoop R *et al.* (2020). Partial-body cryotherapy (-135°C) and cold-water immersion (10°C) after muscle damage in females. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 30 (3): 485–495. DOI: 10.1111/sms.13593
30. Horgan BG, Halson SL, Drinkwater EJ, West NP, Tee N *et al.* (2023). No effect of repeated post-resistance exercise cold or hot water immersion on in-season body composition and performance responses in academy rugby players: A randomised controlled cross-over design. *European Journal of Applied Physiology*, 123 (2): 351–359. DOI: 10.1007/s00421-022-05075-2
31. Ishan M, Abbiss CR, Allan R (2021). Adaptations to post-exercise cold water immersion: friend, foe, or futile? *Front Sports Act Living*, 3: 714148
32. Ishan M, Watson G, Abbiss CR (2016). What are the physiological mechanisms for post-exercise cold water immersion in the recovery from prolonged endurance and intermittent exercise? *Sports Medicine*, 46 (8): 1095-1109. DOI: 10.1007/s40279-016-0483-3
33. Issurin VB (2010). New Horizons for the Methodology and Physiology of Training Periodization. *Sports Med. Sports Medicine*, 40 (3):189–206. DOI: 10.2165/11319770-000000000-00000.
34. Nogueira JE, Passaglia P, Mota CMD, Santos BM, Batalhão ME *et al.* (2018). Molecular hydrogen reduces acute exercise-induced inflammatory and oxidative stress status. *Free Radical Biology and Medicine*, 129: 186-193. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2018.09.028
35. Kim H-W, Joo C-H (2023). Effects of cold water immersion and protein intake combined recovery after eccentric exercise on exercise performance in elite soccer players. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 19 (2): 126–133. DOI: 10.12965/jer.2244596.298
36. Kositsky A, Avela J (2020). The Effects of Cold Water Immersion on the Recovery of Drop Jump Performance and Mechanics: A Pilot Study in Under-20 Soccer Players. *Frontiers in Sports and Active Living*, 2: 17. DOI:10.3389/fspor.2020.00017
37. Kwiecien SY, McHugh MP (2021). The cold truth: the role of cryotherapy in the treatment of injury and recovery from exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 121: 2125–2142.
38. L’Hermette M, Castres I, Coquart J, Tabben M, Ghoul N *et al.* (2020). Cold Water Immersion After a Handball Training Session: The Relationship Between Physical Data and Sensorial Experience. *Frontiers in Sports and Active Living*, 2: 581705. DOI: 10.3389/fspor.2020.581705

39. Machado AF, Ferreira PH, Micheletti JK, de Almeida AC, Lemes ÍR *et al.* (2016). Can Water Temperature and Immersion Time Influence the Effect of Cold Water Immersion on Muscle Soreness? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 46 (4): 503–514. DOI: 10.1007/s40279-015-0431-7
40. Martínez-Guardado I, Rojas-Valverde D, Gutiérrez-Vargas R, Ugalde Ramírez A, Gutiérrez-Vargas JC *et al.* (2020). Intermittent Pneumatic Compression and Cold Water Immersion Effects on Physiological and Perceptual Recovery during Multi-Sports International Championship. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 5 (3): 45. DOI: 10.3390/jfmk5030045
41. Moher D, Shamseer L, Clarke M, Ghersi D, Liberati A *et al.* (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Systematic reviews*, 4: 1. DOI: 10.1186/2046-4053-4-1
42. Nasser N, Zorgati H, Chtourou H, Guimard A (2023). Cold water immersion after a soccer match: Does the placebo effect occur? *Frontiers in Physiology*, 14: 1062398. DOI: 10.3389/fphys.2023.1062398
43. Pariyavuth P, Lee JKW, Tan PMS, Vichaiwong K, Mawhinney C *et al.* (2023). Practical internal and external cooling methods do not influence rapid recovery from simulated taekwondo performance. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 21 (3): 286–294. DOI: 10.1016/j.jesf.2023.05.003
44. Paulsen G, Mikkelsen U, Raastad T, Peake J (2012). Leucocytes, cytokines and satellite cells: What role do they play in muscle damage and regeneration following eccentric exercise? *Exercise Immunology Review*, 18: 42-97.
45. Peake JM, Markworth JF, Cumming KT, Aas SN, Roberts LA *et al.* (2020). The Effects of Cold Water Immersion and Active Recovery on Molecular Factors That Regulate Growth and Remodeling of Skeletal Muscle After Resistance Exercise. *Frontiers in Physiology*, 11: 737. DOI: 10.3389/fphys.2020.00737
46. Petersen AC, Fyfe JJ (2021). Post-exercise Cold Water Immersion Effects on Physiological Adaptations to Resistance Training and the Underlying Mechanisms in Skeletal Muscle: A Narrative Review. *Frontiers in Sports and Active Living*, 3: 660291. DOI: 10.3389/fspor.2021.660291
47. Physiotherapy Evidence Database. PEDro. <https://pedro.org.au/english/resources/pedro-scale/>, 16.05.2024.

48. Pournot H, Bieuzen F, Louis J, Fillard J-R, Barbiche E *et al.* (2011). Time-Course of Changes in Inflammatory Response after Whole-Body Cryotherapy Multi Exposures following Severe Exercise. PLoS ONE, 6 (7): e22748. DOI: 10.1371/journal.pone.0022748
49. Qu C, Wu Z, Xu M, Qin F, Dong Y *et al.* (2020). Cryotherapy Models and Timing-Sequence Recovery of Exercise-Induced Muscle Damage in Middle- and Long-Distance Runners. Journal of Athletic Training, 55 (4), 329–335. DOI: 10.4085/1062-6050-529-18
50. Ravier G, Marcel-Millet P, Fostel C, Baradat E (2022). Post-Exercise Cold- and Contrasting-Water Immersion Effects on Heart Rate Variability Recovery in International Handball Female Players. Journal of Human Kinetics, 81: 109–122. DOI: 10.2478/hukin-2022-0010
51. Rivenburgh DW (1992). Physical modalities in the treatment of tendon injuries. Clinics in Sports Medicine, 11 (3): 645–659. DOI: 10.1016/S0278-5919(20)30511-1
52. Rose C, Edwards KM, Siegler J, Graham K, Caillaud C (2017). Whole-body cryotherapy as a recovery technique after exercise: a review of the literature. Int J Sports Med, 38: 1049–1060.
53. Sánchez-Ureña B, Rojas-Valverde D, Gutiérrez-Vargas R (2018). Effectiveness of Two Cold Water Immersion Protocols on Neuromuscular Function Recovery: A Tensiomyography Study. Frontiers in Physiology, 9: 766. DOI: 10.3389/fphys.2018.00766
54. Santos WYHD, Aida FJ, Matos DGd, Van den Tillaar R, Marçal AC *et al.* (2021). Physiological and Biochemical Evaluation of Different Types of Recovery in National Level Paralympic Powerlifting. International Journal of Environmental Research and Public Health, 18 (10): 5155. DOI: 10.3390/ijerph18105155
55. Schmidt J, Ferrauti A, Kellmann M, Beaudouin F, Pfeiffer M *et al.* (2021). Recovery From Eccentric Squat Exercise in Resistance-Trained Young and Master Athletes With Similar Maximum Strength: Combining Cold Water Immersion and Compression. Frontiers in Physiology, 12: 665204. DOI: 10.3389/fphys.2021.665204
56. Selkow NM (2019). Cooling of Lower Extremity Muscles According to Subcutaneous Tissue Thickness. Journal of Athletic Training, 54 (12): 1304–1307. DOI: 10.4085/1062-6050-550-18
57. Silverman SR, Schertz LA, Yuen HK, Lowman JD, Bickel CS (2012). Systematic review of the methodological quality and outcome measures utilized in exercise interventions for adults with spinal cord injury. Spinal Cord. 50 (10): 718-727. DOI: 10.1038/sc.2012.78
58. Siqueira AF, Vieira A, Bottaro M, Ferreira-Júnior JB, Nóbrega OdeT *et al.* (2018). Multiple Cold-Water Immersions Attenuate Muscle Damage but not Alter Systemic Inflammation and

- Muscle Function Recovery: A Parallel Randomized Controlled Trial. *Scientific Reports*, 8(1): 10961. DOI: 10.1038/s41598-018-28942-5
59. Sugawara M, Manabe Y, Yamasawa F, Hosokawa Y (2022). Athlete Medical Services at the Marathon and Race Walking Events During Tokyo 2020 Olympics. *Frontiers in Sports and Active Living*, 4: 872475. DOI: 10.3389/fspor.2022.872475
60. Zhang W, Ren S, Zheng X (2022). Effect of 3 min whole-body and lower limb cold water immersion on subsequent performance of agility, sprint, and intermittent endurance exercise. *Frontiers in Physiology*, 13: 981773. DOI: 10.3389/fphys.2022.981773
61. Tabben M, Ihsan M, Ghoul N, Coquart J, Chaouachi A *et al.* (2018). Cold Water Immersion Enhanced Athletes' Wellness and 10-m Short Sprint Performance 24-h After a Simulated Mixed Martial Arts Combat. *Frontiers in Physiology*, 9: 1542. DOI: 10.3389/fphys.2018.01542
62. Tavares F, Simões M, Matos B, Smith TB, Driller M (2020). The Acute and Longer-Term Effects of Cold Water Immersion in Highly-Trained Volleyball Athletes During an Intense Training Block. *Frontiers in Sports and Active Living*, 2: 568420. DOI: 10.3389/fspor.2020.568420
63. Wiewelhove T, Schneider C, Döweling A, Hanakam F, Rasche C *et al.* (2018). Effects of different recovery strategies following a half-marathon on fatigue markers in recreational runners. *PloS One*, 13 (11): 0207313. DOI: 10.1371/journal.pone.0207313
64. Xiao F, Kabachkova A, Jiao L, Zhao H, Kapilevich LV (2023). Effects of cold water immersion after exercise on fatigue recovery and exercise performance--meta analysis. *Frontiers in Physiology*, 14: 1006512. DOI: 10.3389/fphys.2023.1006512
65. Yoshimura M, Nakamura M, Kasahara K, Yoshida R, Murakami Y *et al.* (2023). Effect of CO₂ and H₂ gas mixture in cold water immersion on recovery after eccentric loading. *Heliyon*, 9 (10): 20288. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e20288

LISAD

Lisa 1. Kokkuvõtte töösse kaasatud artiklitest

| Teadusartikkel ja disain | Koormuse iseloom | Külmravi meetod (ja muud sekkumised) | Mis näitajaid hinnati | Osalejad (vanus, arv, sugu) | Osalejate treeningstaatus | Olulised leiud | PEDro skoor ja Sackett tase |
|---|--|--|---|---|--|---|------------------------------------|
| 1. Ahokas <i>et al.</i> , 2020. Water immersion methods do not alter muscle damage and inflammation biomarkers after high-intensity sprinting and jumping exercise. Pre-post | Plüomeetiline: ühel jalal kaugushüpped (kokku 100) + kiirustreening: 6 x 60 m sprint (95-98% tippkiirusest), 2 x 200 m sprint. | CWI: 10°C x 10 min. Rinnuni. TWI: 24°C x 10 min. CWT: 10°C ja 38°C vesi vahetusid 1 minuti tagant x 10 min ACT: 10 minutit rattasõitu madalal intensiivusel. | Biokeemiline: Müoglobiin, MCP-1, leukotsüüdid. | Mehed (n = 9) | Regulaarselt füüsiliselt aktiivsed. | CWI ei muutnud taastumise biomarkereid. Autorid tõdevad, et biomarkerid tõusid katsealustes üpris erinevalt ka. Seetõttu raske midagi põhjanevat järeldada. | 6/10 Tase 4 |
| 2. Aidar <i>et al.</i> , 2022. Can Post-Exercise Hemodynamic Response Be Influenced by Different Recovery | Jõutreening: rinnalt surumine. 5 x 5, 90% 1RM raskusega. | CWI: 15°C x 15 min. Kaelani. PAS: passivne taastumine x 15 min DN: nõelravi x 15 min | Füsioloogiline: Vererõhk, SLS, müokardiaalne hapnik. | Mehed, (n = 12). Keskmine vanus 25,4 aastat, alakehast halvatud. | Powerlifters, 2,5 aastat treeninud. Riigis top 10 oma kategoorias. | DN tõi süstoolse vererõhu kiiremini koheselt alla võrreldes teiste sekkumistega, 50 minutit hiljem oli CWI tulemus parem. Südamelöögisageduse langetamise osas olid CWI | 6/10 Tase 4 |

| | | | | | | | |
|--|---|--|---|--|---|--|----------------|
| Methods in Paraplegic Sportsmen? Pre-post | | | | | | ja DN mõlemad passiivsest taastumisest efektiivsemad. | |
| 3. Alexander et al, 2022. Utilisation of performance markers to establish the effectiveness of cold-water immersion as a recovery modality in elite football. Randomiseeritud kontrolluuring. | Sportmäng: jalgpallitreening võistlushooaja keskel. | CWI: 10°C x 11 min. Rinnuni. CON: passiivne taastumine x 11 minutit. | Füsioloogiline: nahapinna temp. Kehaline töövõime: ekstsentriline jõuvõimekus, isomeetriline jõuvõimekus. Tajupõhine: üldine heaolu | Mehed (n = 24), keskmine vanus 20,58 aastat. | Eliit-tasemel sportlased. | <i>Hamstring</i> -lihaste ekstsentriline jõuvõimekus 24 h pärast kümblust oli CWI grupis parem kui passiivse taastumise grupis. Reielähendajate isomeetriline jõuvõimekusele CWI ei mõjunud. Üldine heaolu oli 24 h pärast sekkumist: CWI grupis alla baasnäidu, PR grupis isegi üle baasnäidu (3,7 vs 3,8). | 6/10 Tase 1 |
| 4. Angelopoulos et al, 2022. Cold-Water Immersion and Sports Massage Can Improve Pain Sensation but Not Functionality in Athletes with Delayed Onset Muscle Soreness. Randomiseeritud kontrolluuring | Plüomeetriline treening: 5 x 20 sügavushüpet 60 cm kõrguselt. Seejärel 15 minutit <i>cool-downi</i> joostes (50% Vomax), staatiline venitamine. | CWI: 10°C x 10 min, vesi puusadeni CWI + spordimassaž: 20 min massaži + 10°C x 10 min. MAS: spordimassaži 20 min. CON: passiivne taastumine x 20 min. | Füsioloogiline: jäseme ümbermõõt Kehaline töövõime: isomeetriline jõuvõimekus, liigese ROM Biokeemiline: CK Tajupõhine: DOMS, väsimus. | Mehed (n=60), keskmine vanus 21,1 aastat. | Amatöörspordlased (jalgpall, käsipall, võrkpall). | CWI, massaži ning CWI+massaaži gruppides tekkinud esialgne lihasvalu taandus 4. päevaks olulisemas mahu võrreldes kontrollgrupiga, kuid ühtegi teist olulist DOMS'iga seotud parameetrit sekkumised ei mõjutanud. | 6/10 Tase 1 |

| | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|--|---|------------------------|
| <p>5. Balaš <i>et al.</i>, 2020. Males benefit more from cold water immersion during repeated handgrip contractions than females despite similar oxygen kinetics. Pre-post</p> | <p>Käehaarde jõuvastupidavuse testid: 8 s pigistamist 60% jõuga), 2 s puhkust. Kuni väsimiseni.</p> | <p>CWI: 15°C või 8°C. Käsi küünarliigeseni vees 3 x 4 min, iga seeria vahel 2 min käsi veest väljas.</p> | <p>Füsioloogiline: nahapinna temp Kehaline töövõime: isomeetiline jõuvõimekus Biokeemiline: hemoglobiin. Tajupõhine: CWI ebamugavus.</p> | <p>Mehed (n=15, keskmine vanus 27,7 a) ja naised (n=14, keskmine vanus 26,3).</p> | <p>Kesk- kuni kõrgtasemel kogemusega ronijad.</p> | <p>CWI aeglustas käehaarde jõuvastupidavuse langemist 3 testi lõikes nii meeste kui naiste seas; CWI pikendas jõuvastupidavust järgnevas testis ja viis lihase madalama hapnikuga küllastumiseni kontraktsioonide ajal. CWI 15 kraadi juures oli eelistatum.</p> | <p>6/10 Tase 4</p> |
| <p>6. Bouchiba <i>et al.</i>, 2022. Cold Water Immersion Improves the Recovery of Both Central and Peripheral Fatigue Following Simulated Soccer Match-Play. Randomiseeritud kontrolluuring</p> | <p>Vastupidavus: Loughborough Intermittent Shuttle Test (LIST). A osa = (3 x 20 m kõnd, 1 x 20 m max sprint, 4 s puhkust, 3 x 20 m jooks 55% Vo₂max, 3 x 20 m jooksu 95% vo₂max) Seda 5 korda. 3 min seeriavahel puhkust. B osa = u 10 min joonejooksu (vaheldumisi 55% ja 95% Vo₂max 20 m jooksud) kuni väsimiseni.</p> | <p>CWI: 10°C x 10 min. TWI grupp: 28°C x 10 min. Puusadeni.</p> | <p>Kehaline töövõime: isomeetiline jõuvõimekus, SJ, CMJ, sprint, kontraktsiooni ulatus (<i>voluntary contraction</i>) Biokeemiline: LDH, CK.</p> | <p>Mehed (n=12), keskmine vanus 22,9 a,</p> | <p>Pool-professionaalid, treenisid 5 x nädalas 90 minutit. Tuneesia III liiga.</p> | <p>TWI gruppis ulatuslikum MVIC alanemine vs CWI grupp (-23,7% vs -9,9%), VA alanemine -15,4% (TWI) vs -3,7% (CWI). Hüpete puhul vahet ei olnud, sprindi puhul CWI gruppis vähem alanemist. Mitmete näitajate puhul CWI grupp saavutas baasnäidu taseme kiiremini (24–48h jooksul), TWI grupp ei saanud baasnäite pärast 72h isegi kätte.</p> | <p>6/10 Tase 1</p> |

| | | | | | | | |
|--|---|--|---|---|---|---|----------------|
| 7. Chauvineau <i>et al.</i> , 2021. Effect of the Depth of Cold Water Immersion on Sleep Architecture and Recovery Among Well-Trained Male Endurance Runners. Pre-Post | Vastupidavus: Jooksulindil simuleeritud rada, mille läbimine võttis u 48 minutit. | CWI WHOLE: ~13°C x 10 min. Terve keha sh pea. CWI PARTIAL: ~13°C x 10 min. Puusadeni CON: passiivne taastumine x 10 min. | Füsioloogiline: unearhitektuur Kehaline töövõime: Isomeetiline jõuvõimekus, CMJ Biokeemiline: CK Tajupõhine: CWI ebamugavus, usk mõjusse, taastumise kvaliteet, üldine heaolu. | Mehed (n=12), keskmine vanus 28 aastat. | Treenitud vastupidavusjooksjad | WHOLE ja PARTIAL tõi kaasa väiksema erutuvuse magades, WHOLE vähendas jäsemete liikumist. Väsimusmarkerites ja füüsilistes testides vahet ei leitud taastumisperioodi ajal (48 h lõikes). | 5/10 Tase 4 |
| 8. Christiansen <i>et al.</i> , 2018. Cold-water immersion after training sessions: effects on fiber type-specific adaptations in muscle K ⁺ transport proteins to sprint-interval training in men. Randomiseeritud kontrolluuring | Vastupidavus: sprint-intervall jalgrattasõit. | CWI: 10°C x 15 min. Puusani. CON: passiivne taastumine x 15 min. | Biokeemiline: Biopsia. | Mehed (n=19), keskmine vanus 24 aastat. | Reakratsiooni tasemel aktiivsed inimesed. | CWI ei pidurda ega parenda valkude adaptatsioone intensiivsele treeninugle. | 6/10 Tase 1 |
| 9. D'Souza <i>et al.</i> , 2023. Cold water immersion in recovery | Jõutreening: 45 minutit. Harjutused: jalapress, sääre | CWI: 10°C x 10 min. Puusani. | Biokeemiline: biopsia. | Mehed (n=9), keskmine | Vähemalt 12 kuud jõutreeningu kogemust. | CWI pidurdas muutusi DROSHA, EXPORTIN-5, ja DICER biomolekulides. Autorid ei tea, kuidas see | 6/10 Tase 4 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|--|---|---|--------------------|
| following a single bout resistance exercise suppresses mechanisms of miRNA nuclear export and maturation. | sirutus, sääre painutus, väljaaste kõnd. | ACT: 10 minutit rattasõitu madalal intensiivusel. | | vanus 22,1 a, | | lihases adaptatsioone mõjutada võiks. | |
| Pre-Post | | | | | | | |
| 10. D'Souza <i>et al.</i> , 2018. Divergent effects of cold water immersion versus active recovery on skeletal muscle fiber type and angiogenesis in young men. | Jõutreening: 12 nädalat, 2 korda nädalas. 45 minutit. Harjutused: jalapress, sääre sirutus, sääre painutus, väljaaste kõnd. | CWI: 10°C x 10 minutit. Puusani. ACT: 10 minutit rattasõitu madalal intensiivusel. | Kehaline töövõime: isomeetriline jõud Biokeemiline: biopsia. | Mehed (n=21), keskmine vanus 21,5 a. | Vähemalt 12 kuud jõutreeningu kogemust. | Kapillaaride arv lihaskiu kohta tõusis CWI grupis, <i>Active recovery</i> grupis mitte. Active rühmas jõud kasvas oluliselt rohkem. | 5/10 Tase 2 |
| Randomiseeritud kontrolluuring | | | | | | | |
| 11. De Paula <i>et al.</i> , 2018. Post-exercise cold-water immersion improves the performance in a subsequent 5-km running trial. | Jõutreening: sääre painutamine ekstsentriliselt + 90 minutit jooksu lindil (70% VO2max). | CWI: 15°C või 28°C x 15 min Rinnuni. WWI: 38°C x 15 min. CON: passiivne taastumine x 30 min. | Füsioloogiline: SLS, rektaalne temp, hapnikutarbimine (EPOC) | Mehed (n=9), keskmine vanus 24. | Rekreatsiooni tasandil treeninud mehed. | 15°C CWI tõenäoliselt parandas järgneva 5 km jooksu aega. | 6/10 Tase 4 |
| Pre-Post | | | | | | | |
| 12. Difranco <i>et al.</i> , 2022. A combination of cherry juice and | Vastupidavus: Sportlased jooksid maratoni ning said seejärel | CWI: 8°C x 10 min. Puusani. “Coctail” (CT): grupp sai sama | Kehaline töövõime: MVIC | Mehed (n = 39), vanus ümber 40 eluaasta. | Treenitud pikamaajooksjad. Maratoni aeg alla 4 h. | CWI ja hapukirsi mahla kombinimine ei kiirenda maratoni taastumist | 6/10 Tase 1 |

| | | | | | | | |
|---|--|---|--|---|---|--|------------------------|
| <p>cold water immersion does not enhance marathon recovery compared to either treatment in isolation: A randomized placebo-controlled trial. Randomiseeritud kontrolluuring</p> | <p>oma grupile vastava sekkumise.</p> | <p>külma protokolliga pärast maratoni + CJ grupi sekkumise CJ: Hapukirsi mahla manustamine 30 ml doosides 5 päeva enne jooksu, jooksu päeval, 2 päeva pärast jooksu. PLA: Kirsimahla maitsega vesi.</p> | <p>Biokeemiline: IL-6 ja CRP, CK</p> | <p>rohkem, kui sekkumised isoleerituna.</p> | | | |
| <p>13. Egaña <i>et al.</i>, 2021. Post-exercise Cold Water Immersion Does Not Improve Subsequent 4-km Cycling Time-Trial Compared With Passive and Active Recovery in Normothermia. Pre-post</p> | <p>Vastupidavus: Rattaergomeetria 12 minutit mõõdukal intensiivsusel, seejärel 4 km ajasõit. Siis taastumise sekkumine ja sama koormus uuesti.</p> | <p>Eksperiment 1: CWI: 8°C x 5 min Rinnuni PAS: passiivne taastumine x 5 min. Eksperiment 2: CWI: 8°C x 10 min PAS: passiivne taastumine x 10 min. ACT: 10 minutit rattasõitu 40% VO2max intensiivsusel.</p> | <p>Füsioloogiline: keha temperatuur Kehaline töövõime: ajasõit rattal Tajupõhine: RPE</p> | <p>Eksperiment 1: 6 meest ja 4 naist, keskmine vanus 21 a. Eksperiment 2: 13 meest, keskmine vanus 29.</p> | <p>Osalejad harjunud rektreatsiooni tasemel rattasõiduga.</p> | <p>CWI ei paranda kehalist töövõimet järgnevas pingutuses.</p> | <p>5/10 Tase 4</p> |

| | | | | | | | |
|---|--|--|---|---|---|--|----------------|
| 14. Fakhro <i>et al.</i> , 2022. Comparison of total cold-water immersion's effects to ice massage on recovery from exercise-induced muscle damage. Randomiseeritud kontrolluuring | Plüomeetiline: 5 seeriat 20 kordust hüppeid 60 cm kõrguselt kastilt. 2 min puhkust seeriade vahel. | TCWI: 12°C x 15 min. Kaelani. IM: 15 minutit lokaalset massaaži reitele, kasutades jääd. | Kehaline töövõime: 1-KM jõuharjutusel, CMJ Biokeemiline: CK Tajupõhine: DOMS | Mehed (n = 30) ja naised (n = 30), keskmine vanus 24 a. | Kehaliselt aktiivsed (2–3 treeningut nädalas) tavapopulatsiooni esindajad. | CK langes tagasi baasnäidu väärtuse juurde CWI rühmas. IM grupis jäi kõrgemale. Jõud ja DOMS taastus samuti kiiremini CWI rühmas. | 6/10 Tase 1 |
| 15. Farkhari Babak <i>et al.</i> , 2021. Experience of cold-water immersion on recovery efficiency after soccer match. Randomiseeritud kontrolluuring | Vastupidavus: LIST (vt Bouchiba <i>et al.</i> , 2022.). | CWI: 15°C x 15 min. Rinnuni. PAS: passiivne taastumine x 15 min. | Kehaline töövõime: CMJ, sprint Biokeemiline: LDH, AST | Mehed (n = 20), vanus keskmiselt 18. | Vähemalt 2 aastat treeninud professionaalina. | Need, kes 4 nädalat said CWI kui taastumismeetodiga kohaneda, ei saanud kümblysest pärast teist väsitusprotokolli rohkem kasu kui need, kes CWI'ga kohanenud polnud. | 6/10 Tase 1 |
| 16. Fuchs <i>et al.</i> , 2020. Postexercise cooling impairs muscle protein synthesis rates in recreational athletes. Randomiseeritud kontrolluuring | Jõutreening: Alakeha, 2 nädalat. Kokku 7 trenni. Jalapress ja sääre sirutus, 4 seeriat 8–10 kordust. | Alakeha jõutreeningu järgselt pandi üks alajäse CWI: 8°C x 20 min Ja teine alajäse | Biokeemiline: Biopsia. | Mehed, (n = 12), vanuses 21 ± 2 aastat. | Rekreatsiooni tasandil aktiivsed inimesed (keheline harjutamine 3 korda nädalas, kokku nädalas umbes 4,5 h). Olid jõutreeninguga tuttavad, kuid | Biopsiaga tehti selgeks, et valgusüntees müofibrillide tasandil oli oluliselt madalam jahedat vett saanud lihastes. | 6/10 Tase 1 |

| | | | | | | | |
|--|---|---|--|--|---|---|----------------|
| | | NEU: 30°C x 20 min. | | | aktiivselt sellega ei tegelenud. | | |
| 17. Fujita <i>et al.</i> , 2022. Anaerobic performance after 3-day consecutive CO ₂ -rich cold-water immersion in physically active males. Randomiseeritud kontrolluuring | Vastupidavus: HIIT rattaergomeeter. 4 järjestikust päeva. Treening 8 seeriat 20 sekundilist maksimaalset pingutust 120% VO ₂ max tasemel, 10 sekundit puhkust seeriateg vahel. | CCWI: 20°C x 20 min. CO ₂ 'ga rikastatud. Kaelani. CWI: 20°C x 20 min. Kaelani. PAS: passiivne taastumine x 20 min. | Füsioloogiline: SLS, keha temperatuur Biokeemiline: LA | Mehed (n = 32), kesmine vanus 20,3 aastat. | Aktiivselt treenivad mehed (4–5 korda nädalas), nii kergejõustikus kui ka sportmängudes (jalgpall, rugby, pesapall) | CCWI grupis taastus LA ja SLS paremini võrreldes teiste gruppidega. | 6/10 Tase 1 |
| 18. Fyfe <i>et al.</i> , 2019. Cold water immersion attenuates anabolic signaling and skeletal muscle fiber hypertrophy, but not strength gain, following whole-body resistance training. Randomiseeritud kontrolluuring | Jõutreening: 3 korda nädalas, 7 nädalat. Terve keha treening, kõik 3 päeva erinevad. I ja II trenn 8 harjutust 3 x 12 skeemis. III trenn 4 harjutust, sh 2 1-KM testi. | CWI: 10°C x 15 min Rinnuni. CON: passiivne taastumine x 15 min. | Füsioloogiline: kehakompositsioon DXA'ga Kehaline töövõime: 1-KM jõuharjutustes, SJ, CMJ, ballistiline kätkekõverdus Biokeemiline: biopsia. | Mehed (n = 16), kesmine vanus 22,9 a. | Rekreatsioonit asandil aktiivsed mehed, kes polnud 6 kuud jõutreeningut teinud. | Jõud paranes CWI ja CON gruppides sarnaselt, kuid CWI grupis oli lihashüpertroofiat (II tüüpi lihaskius) vähem. | 6/10 Tase 1 |
| 19. Gaspar-Junior <i>et al.</i> , 2022. Efficacy of | Jõutreening: unilateraalne sääre sirutus, 40% | CWI: 5°C või 10°C x 10 min. Puusadeni. | Kehaline töövõime: neuromuskulaar | Noormehed (n = 36), | Noored korvpallurid ja jalgpallurid. | Mõlemas CWI rühmas taastus reie nelipealihase aktivatsioon paremini | 5/10 Tase 2 |

| | | | | | | | |
|--|--|---|--|---|--|--|----------------|
| Different Cold-Water Immersion Temperatures on Neuromotor Performance in Young Athletes. Randomiseeritud kontrolluuring | maksimaalsest isomeetrilisest võimekusest, seni kuni jaksas. | PAS: passiivne taastumine x 10 min. | ne funktsioon EMG'ga. | vanuses 15–21. | | võrreldes passiivse taastumisega. | |
| 20. Hecksteden <i>et al.</i> , 2022. Dwarfs on the Shoulders of Giants: Bayesian Analysis With Informative Priors in Elite Sports Research and Decision Making. Pre-post | Sportmäng: väikesed mängud (inglise k <i>small sided games</i>) ja jooksudrillid. | CWI: 15°C x 15 min. Kaelani. CON: passiivne taastumine x 15 min. | Kehaline töövõime: 30 m sprindi aeg, sh esimese 5 m lõik. | Mehed (n = 7) | Jalgpallurid, Saksamaa 4. liiga tase. | 30 m sprindi kontekstis CWI ei aitanud, esimese 5 m puhul aitas võimekust säilitada. Samas juba kontrollgrupis oli pre-post vahe suht väikene, mis ei jäta CWI'le parandamiseks palju võimalusi. | 5/10 Tase 4 |
| 21. Hohenauer <i>et al.</i> , 2020. Partial-body cryotherapy (-135°C) and cold-water immersion (10°C) after muscle damage in females. Randomiseeritud kontrolluuring | Plüomeetiline: 5 seeriat 20 kordust hüppeid 60 cm kõrguselt kastilt. 2 min puhkust seeriade vahel. | CWI: 10°C x 10 min. Rinnuni. PBC: 30 s – 60°C, 2 minutit –135°C. CON: passiivne taastumine x 10 min. | Füsioloogiline: nahapinna temp, jäseme ümbermõõt, lihase hapnikuga küllastatus, verevool, vererõhk. Kehaline töövõime: CMJ, isomeetiline jõuvõimekus Tajupõhine: DOMS | Naised (n = 30), keskmine vanus 22,5 a. | Rekreatsioonit asandil aktiivsed inimesed, vähemalt 2h füüsilist aktiivsust nädalas. Jõutreeningu tausta ei olnud. | DOMS oli PBC ja CWI puhul madalam. Muid parameetreid külm ei mõjutanud. | 6/10 Tase 1 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|--|---|-------------------------------------|---|----------------|
| 22. Horgan <i>et al.</i> , 2022. No effect of repeated post-resistance exercise cold or hot water immersion on in-season body composition and performance responses in academy rugby players: a randomised controlled cross-over design. Pre-post | Jõutreening: 2 korda nädalas, 12 nädalat. Erinevad tervet keha hõlmavad treeningpäevad. 9-10 harjutust erinevate skeemidega. | CWI: 15°C x 15 min Kaelani. HWI: 39°C x 15 min. CON: passiivne taastumine x 15 min. | Füsioloogiline: kehakompositsioon DXA'ga Kehaline töövõime: CMJ | Mehed (n = 18), keskmine vanus 19,9 aastat. | Rugby akadeemia mängijad. | Korduv treeningu järgne CWI ei soodusta ega pidurda lihasmassi kasvu sportlaste seas. | 6/10 Tase 4 |
| 23. Kim and Joo, 2023. Effects of cold water immersion and protein intake combined recovery after eccentric exercise on exercise performance in elite soccer players. Pre-post | Plüomeetiline: unilateraalsed sammhüpped, väljaastekükist hüpped, kükist hüpped, hüpped küljelt-küljele. Trenni kestvus kokku 1h. | CWI: 8°C x 10 min. Puusani. PCWI: 8°C x 10 min. Said valgujoogi enne CWI'd. | Kehaline töövõime: 40 m sprint, CMJ, isomeetiline jõuvõimekus Biokeemiline: Tajupõhine: DOMS, tajutud taastumine. | Mehed (n = 11), keskmine vanus 25,4 a. | Pool-professionaalset jalgpallurid. | Sportlik sooritusvõime oli gruppide vahel sarnane. CWI puhul tajutud taastumine oli kõrgem. | 6/10 Tase 4 |
| 24. Kositsky & Avela, 2020. The Effects of Cold Water Immersion | Plüomeetiline: <i>Stretch-shortening cycle</i> stiimulil põhinev | CWI: 10°C x 20 min. Põlveõndlani. | Kehaline töövõime: CMJ, toereaktsioon, | Mehed (n=10), vanuses 18–20. | U-20 vanuses sportlased. | Sügvavushüppe kõrgus taastus CWI grupil veidi kiiremini. Hüppeliigese | 6/10 Tase 1 |

| | | | | | | | |
|--|--|--|---|--|--|--|----------------|
| on the Recovery of Drop Jump Performance and Mechanics: A Pilot Study in Under-20 Soccer Players. Randomiseeritud kontrolluuring | treening sügavushüpet simuleerival aparaadil. 5 x 20 maksimaalset sügavushüpet, + veel hüppeid otsa kuni väsimiseni. | CON: passiivne taastumine x 20 min. | hüppeliigese jäikus Biokeemiline: CK, LA Tajupõhine: DOMS | | | jäikuse taastumisele CWI kaasa ei aitanud. | |
| 25. L'Hermette <i>et al.</i> , 2020. Cold Water Immersion After a Handball Training Session: The Relationship Between Physical Data and Sensorial Experience. Pre-post | Sportmäng: 25-minutiline soojendus, millele järgnes 4 x 8 minutilist käsipallispetsiifilist treeningut, sh palli käsitlemine jms. Lõpetuseks 12-minutiline tavaline mäng. Trennid u 1 h 21 min pikkused. | CWI: 12°C x 14 min. Puusani. PAS: passiivne taastumine x 14 min. | Füsioloogiline: SLS, pulsisageduse muutlikkus (HRV) | Naised (n = 8), keskmine vanus 21,4 a. | Prantsusmaa naiste käsipalli esimese divisjoni mängijad. | CWI on efektiivne moodus treeningujärgse parasümpaatiliste protsesside vallandamiseks. Samuti DOMSI vähendamiseks. Mängijate vaated CWI'le olid positiivsed. | 6/10 Tase 4 |
| 26. Martinez-Guardado <i>et al.</i> , 2020. Intermittent Pneumatic Compression and Cold Water Immersion Effects on Physiological and Recovery during | Sportmängud: regulaarsed turniiri raames toimuvaid mängud. | IPC (<i>intermittent pneumatic compression</i> seade) 20 minutiks, seejärel CWI: 12°C x 12 min. Rinnuni. | Füsioloogiline: hüdreerituse staatus Kehaline töövõime: neuromuskulaarne funktsioon TMG'ga Tajupõhine: DOMS, une kvaliteet, | Naised (n = 26), keskmine vanus 23,1 aastat. Mehed (n = 26), keskmine vanus 24,5 aastat. Jaotuvus 14 | Koondise tasemel sportlased. | IPC + CWI võib olukorras, kus sportlasel on 3 mängu nädala jooksul, aidata kaasa mängudevahelisele tajutud taastumisele, lihase mehhaaniliste omaduste säilitamisele ja organismi hüdratsiooni staatuse säilitamisele. | 4/10 Tase 5 |

| | | | | | | | |
|---|--|--|--|--|---|---|----------------|
| Multi-Sports International Championship. Juhtumianalüüs | | | taastumise kvaliteet, RPE. | käsipallurit ja 12 korvpallurit. | | | |
| 27. Nasser <i>et al.</i> , 2023. Cold water immersion after a soccer match: Does the placebo effect occur? Pre-post | Vastupidavus: LIST (vt Bouchiba <i>et al.</i> , 2022) | CWI: 11°C x 15 min. Rinnuni. PLA: puuviljamaitseli ne jook. PAS: passiivne taastumine x 15 min. | Kehaline töövõime: 10-m sprint, 20-m sprint, SJ, CMJ. Biokeemiline: urea, CRP, CK Tajupõhine: DOMS | Mehed (n = 12). | Pool-professionaalid . | CWI ja PLA sekkumised olid passiivsest taastumisest efektiivsemad DOMSI ja kehalise töövõime näitajate osas. CWI mõju saab seostada platseebo-efektiga. | 6/10 Tase 4 |
| 28. Pariyavuth <i>et al.</i> , 2023. Practical internal and external cooling methods do not influence rapid recovery from simulated taekwondo performance. Pre-post | Võitluskunstid: Simuleeritud taekwondo võitlused. 2 minutit võitlust, kolm vooru. Voorude vahel 1 minut puhkust. | CWI: 15°C x 5 min 15°C Puusani. TWI: 35°C x 5 min. ICE: -1°C jääjoogi manustamine koguses 7,5 g ühe kg kehakaalu kohta. | Füsioloogiline: keha temp Kehaline töövõime: neuromuskulaarne funktsioon isokineetilise dünamomeetriga , psühhomotoorse d oskused | Mehed (n = 10), keskmine vanus 20 a. | Keskmiselt treeninud 8 aastat. | CWI ega jääjoogi manustamine ei mõjuta taastumist taekwondo võistluste kontekstis. | 6/10 Tase 4 |
| 29. Peake <i>et al.</i> , 2020. The Effects of Cold Water Immersion and Active Recovery on Molecular Factors That Regulate Growth and Remodeling | Jõutreening: alakehale. Jalapress 45°, unilateraalsed kükid, sääre sirutused ja väljaastekõnd. 8–12 KM | CWI: 10°C x 10 min. Puusadeni. ACT: 10 min jalgratta sõitu madalal intensiivsusel. | Biokeemiline: biopsia | Mehed (n = 9), keskmine vanus 22,1 aastat. | Vähemalt 12 kuud jõutreeningu kogemust. | Kui CWI mõjutab negatiivselt jõutreeningule järgnevaid adaptatsioone (jõusuutlikust ja hüpertroofiat), siis see efekt ei tulene teadatuntud biokeemiliste markerite madalamast regulatsioonist, sest neid | 6/10 Tase 4 |

| | | | | | | | |
|---|--|---|---|--|--|--|----------------|
| of Skeletal Muscle After Resistance Exercise. Pre-post | | | | | | leiti lihasbiopsiast sarnases kontsentratsioonis pärast CWI'd ja aktiivset taastumist rattal. | |
| 30. Qu <i>et al.</i> , 2020. Cryotherapy Models and Timing-Sequence Recovery of Exercise-Induced Muscle Damage in Middle- and Long-Distance Runners. Pre-post | Kahe osaline. 1. Vastupidavus: jooksulindil jooks, 5 x 18 minutit (6 min tasasel nurgal, 6 min ülesmärke, 6 min allamärke) 2. Plüomeetria. 20 x 40 sügavushüpet. | CWI: 15°C x 12 min. Vees õlgadeni. CWT: Vahelduvalt 15°C ja 38°C vesi. Mõlemat 1 minut, nii 6 tsükli, kokku 12 min. Vees õlgadeni. WBC: – 110°C kuni – 140°C kraadi x 3 min. Pea väljas. CON: passiivne taastumine x 12 min. | Kehaline töövõime: CMJ Biokeemiline: CK, CRP. Tajupõhine: DOMS | Mehed (n = 12), keskmine vanus 21 a. | Pekingi Spordiülikooli pikamaajooksjatest üliõpilased | WBC'l oli teistest sekkumistest suurem positiivne mõju DOMSile, CK'le, CRP'le ja hüppele. Mõlemad immersioonid olid samuti tulemuslikud võrreldes CON rühmaga. | 6/10 Tase 4 |
| 31. Ravier <i>et al.</i> , 2022. Post-Exercise Cold- and Contrasting-Water Immersion | Sportmängud: Käsipallitreennid, treeninglaagris. Umbes 105 | CWI: 10°C x 6 min. Puusani. KONTRAST: 10°C x 3 min, | Füsioloogiline: Pulsisageduse muutlikkus (HRV) | Naised (n = 18), keskmine vanus 18,8 aastat. | Prantsusmaa U-20 koondis. 4 nädalat enne EM võistlusi. | Treeningu järgselt on parasümpaatika toimimine häiritud, andmed toetasid seda ka siin uuringus. Tavaline CWI, selle | 6/10 Tase 4 |

| | | | | | | | |
|---|---|--|--|--|--|---|----------------|
| Effects on Heart Rate Variability Recovery in International Handball Female Players. Pre-post | minuti pikkune trenn. | 34°C x 2 min, uuesti 10°C x 3 min. KONTRAST2: 10°C x 2 min, 34°C x 2 min, 10°C x 2 min, 34°C x 2 min, 10°C x 2 min PAS: passiivne taastumine x 6 min. | | | | uuringu puhul 60 minutilise viivitusega, toetas parasümpaatika aktiveerumist. Kontrastmeetodid otseselt mitte, sarnaselt nagu PAS. | |
| 32. Sánchez-Ureña <i>et al.</i> , 2018. Effectiveness of Two Cold Water Immersion Protocols on Neuromuscular Function Recovery: A Tensiomyography Study. Randomiseeritud kontrolluuring | Plüomeetiline: 8 seeriat 30 sekundit CMJ'e. Puhkepaus 90 sekundit seeriade vahel. | CWI: 12°C x 12 min. Puusani. ICWI: 12°C x 3 min, 1 min 23°C toas seismist. Tsükli korrati 4 korda. CON: passiivne taastumine x 12 min. | Kehaline töövõime: CMJ, neuromuskulaarne funktsioon TMG'ga. | Mehed (n = 39), keskmine vanus 21,8 a. | Terved mehed, üliõpilased. Sportlikku treeningstaatus t ei kirjeldata. | Kümbluse meetodid ei aitanud taastumisele rohkem kaasa kui passiivne taastumine. Seda nii CMJ kõrguse kui ka TMG lihase mehaaniliste omaduste testides. | 6/10 Tase 1 |
| 33. Santos <i>et al.</i> , 2021. Physiological and Biochemical Evaluation of Different Types | Jõutreening: Rinnalt surumise soojendus 30% 1RM raskusega, kokku 20 kordust. Põhiosas 5 x 5 | CWI: 15°C x 15 min. Kaelani. DN: nõelravi x 15 min. | Füsioloogiline: koeturse Kehaline töövõime: isomeetiline jõuvõimekus. | Mehed (n = 12), keskmine vanus 25,4 a. | Paraolümpia powerlifting atleedid. | CWI grupis MIF taastus 24h hiljem isegi 20% üle baseline taseme. Seletada seda fenomeni ei osata. | 6/10 Tase 4 |

| | | | | | | | |
|---|---|--|---|--|---|---|----------------|
| of Recovery in National Level Paralympic Powerlifting. Pre-post | rinnalt surumist, kus ekstsentrilises faasis 120% KM ja kontsentrilises 80% KM raskus. Viimasena 3 x 5 40% RM surumist. | PAS: passiivne taastumine x 15 min. | Biokeemiline: tsütokiinid IL-2, IL-4, IFN- γ . Tajupõhine: valulävi. | | | | |
| 34. Schmidt <i>et al.</i> , 2021. Recovery From Eccentric Squat Exercise in Resistance-Trained Young and Master Athletes With Similar Maximum Strength: Combining Cold Water Immersion and Compression. Pre-post | Jõutreening: 9 seeriat 8 kordust kükke Smith masinal. Poolkükid (põlvest 90 kraadi). + viimane laadimise seeria, kus kükke tehti 70% KM raskusega, 4 s ekstsentriline, 2 s kontsentriline faas. | CWI: 12°C x 15 min. Terve kehaga, sh pea. Pärast seda pandi jalga kompressiooni püksid, mida kanti 48 h. PAS: passiivne taastumine. | Kehaline töövõime: CMJ Biokeemiline: LA, CK. Tajupõhine: DOMS, tajatud taastumine. | Noored mehed (n = 8), keskmine vanus 22,1 a ja vanemad mehed (n = 8), keskmine vanus 52,4 a. | Regulaarselt riigi tasandil võistlevad aktiivsed mehed (nii individuaal- kui ka võistkonnaspor dis) Kriteeriumiks vähemalt 120% BW 1RM kük ja 2 jõutreeningut nädalas. | MMR pärast jõutreeningut ei aitanud kiiremini taastuda ei kehalise võimekuse, neuromuskulaarse funktsioneerimise ega lihaskahjustuse kontekstis. Samas tajul põhinevaid näitajaid kergitab. | 6/10 Tase 4 |
| 35. Siqueira <i>et al.</i> , 2018. Multiple Cold-Water Immersions Attenuate Muscle Damage but not Alter Systemic Inflammation and Muscle Function | Plüomeetiline: 5 seeriat 20 kordust hüppeid 60 cm kõrguselt kastilt. 2 min puhkust seeriade vahel. | CWI: 10°C x 20 min. Puusani. CON: passiivne taastumine. | Füsioloogiline: nahapinna temp, jäseme ümbermõõt. Kehaline töövõime: isomeetiline jõuvõimekus, CMJ | Mehed (n = 30), kontrollgrup is keskmine vanus 19,9 a, CWI grupis 20,5 a. | “Füüsiliselt aktiivsed mehed”, kes 2–3 korda nädalas tegelesid kas aeroobse treeningu või sportmängudeg a. Jõu- ega | Lihaskahjustus, hüppe kõrguse taastumisel ja MMP-2 aktiivsuses vahet ei leitud. 24 h pärast treeningut oli CWI rühma lihase ümbermõõt tagasi baasnäidul, madalam kui kontrollgrupil. 168 h pärast treeningut CWI grupil DOMS tagasi | 6/10 Tase 4 |

| | | | | | | | |
|--|--|--|---|--|---|--|----------------|
| Recovery: A Parallel Randomized Controlled Trial. Pre-post | | | Biokeemiline: CK, CRP, tsütikoonid IL- 1 α , IL-10, TNF- α , MMP-2. Tajupõhine: CWI ebamugavus, DOMS. | plüomeetrilist treeningut ei tohtinud olla teinud viimased 3 kuud. | baasnäidul, kontrollil mitte. CK tõus oli kontrollil kõrgem. CWI pidurdas lihaskahjustust, kuid süstemaatilist põletikku ja lihaskahjustust taastumist ei mõjutanud. | | |
| 36. Sugawara <i>et al.</i> , 2022. Athlete Medical Services at the Marathon and Race Walking Events During Tokyo 2020 Olympics. Juhtumianalüüs | Vastupidavus: Meeste 20 km käimine; meeste 50 km käimine, naiste 20 km käimine, naiste maratonijooks, meeste maratonijooks. | Sportlased (n = 6) vajasid CWI'd, et keha temp tuua 39°C peale. Keha temp enne oli 39.55°C–42.6°C. Immersiooni sügavus täpsustamata. | Füsioloogiline: rektaalne temp | Mehed 20 km käimine (n = 57), mehed 50 km käimine (n = 59), naiste 20 km käimine (n = 58), naiste maraton (n = 88), meeste maraton (n = 106) | Olümpiasportlased | Artikkel vaatlleb 2020 Tokyo Suveolümpia pikamaa distantside võistlusi. Üritused toimusid 30°C juures, paljud sportlased (n = 50) vajasid kuumarabandusest leevendust, sh CWI'd. | 0/10 Tase 5 |
| 37. Tabben <i>et al.</i> , 2018. Cold Water Immersion Enhanced Athletes' Wellness and 10-m Short Sprint | Võitluskunst: Simuleeritud MMA võistlus. St 3 x 5-minutilisi MMA raunde, millel 1 minut puhkust vahel. | CWI: ~10°C x 15-min. Puusani. CON: passiivne taastumine x 15 min. | Kehaline töövõime: SJ, CMJ, 5- ja 10-m sprint. Biokeemiline: CK, kortisool, testosteroon. | Mehed (n = 12), keskmine vans 26,5 a. | Well-trained MMA athletes. Treenisid 3–4 korda nädalas. | 24h pärast taastumisprotokolli oli 10-m sprint CWI grupis paranenud kiiremini. CWI grupis olid paremad ka tajutavad näitajad, eriti | 6/10 Tase 4 |

| | | | | | | | |
|---|---|--|---|--|--|---|----------------|
| Performance 24-h After a Simulated Mixed Martial Arts Combat. | | | Tajutav: DOMS, heaolu (Hooper'I indeks). | | | une kvaliteet, stress, tajutav väsimus, DOMS. | |
| Pre-post | | | | | | | |
| 38. Tavares <i>et al.</i> , 2020. The Acute and Longer-Term Effects of Cold Water Immersion in Highly-Trained Volleyball Athletes During an Intense Training Block. | Sportmängud ja jõutreeningud: 16 päeva sees 10 jõutreeningut ja 19 võrkpallitrenni. Jõutreeningud olid võimsuse arendamisele suunitletud (6 harjutust, 3 x 6-8 kordust harjutuses). | CWI: 10°C x 10 min. Puusani. CON: passiivne taastumine x 10 min. | Kehaline töövõime: SJ CMJ, topispalli vise. Tajupõhine: DOMS, tajutav väsimus, une kvaliteet, stressitase, tuju. | Mehed (n = 13), CWI grupis keskmine vanus 19,2 a, CON grupis 19,0 a. | Portugali U-21 võrkpallikoondislastel. | Gruppidel langesid treeningtsükli käigus CMJ näitajad sarnaselt. Teise nädala teisel treeningpäeval oluline vahe sees vs baasnäidud. Väike efekti suurus oli CWI kasuks. CWI pakkus vähest kasu nädala lõikes, 16 päeva lõpus oli trendi näha rohkem. | 6/10 Tase 1 |
| Randomiseeritud kontrolluuring | | | | | | | |
| 39. Wiewelhove <i>et al.</i> , 2018. Effects of different recovery strategies following a half-marathon on fatigue markers in recreational runners. | Vastupidavus: Poolmaratoni läbimine. | CWI: 15°C x 15 min. Puusani. MAS: 20 minutit massaaži alajäsemetele. ACT: jooksid 15 minutit kiirusel 60% anaeroobsest lävendist. PAS: passiivne taastumine x 15 min. | Kehaline töövõime: SJ, CMJ, 5- ja 10-m sprint. Biokeemiline: CK, CRP, uurea, testosteroon, IGF-1 Tajupõhine: DOMS, tajutud taastumine, stress. | Mehed (n = 46), keskmine vanus u 30 a. | Rekreatsioonit asandil aktiivsed jooksjad. | Väsimussümptomid kestsid vähemalt 24h pärast poolmaratoni. Subjektiivsed näitajad olid paremad CWI ja MAS grupis. Objektiivseid näitajaid ükski taastumisviis ei mõjutanud. | 6/10 Tase 1 |
| Randomiseeritud kontrolluuring | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|---|---|--|---|---|---------------------------------------|---|------------------------|
| <p>40. Yoshimura <i>et al.</i>, 2023. Effect of CO₂ and H₂ gas mixture in cold water immersion on recovery after eccentric loading. Randomiseeritud kontrolluuring</p> | <p>Jõutreening: 6 seeriat 10 kordust. Reie nelipealihase ekstsentriline töö. Unilateraalne.</p> | <p>CWI: 20°C x 20 min. Puusani. CO₂ -CWI: 20°C x 20 min, CO₂'ga rikastatud. CO₂ + H₂ CWI: 20°C x 20 min, CO₂ ja H₂ gaasidega rikastatud. CON: passiivne taastumine x 20 min.</p> | <p>Füsioloogiline: jäseme ümbermõõt. Kehaline töövõime: CMJ, MVIC, liigese ROM, Tajupõhine: DOMS</p> | <p>Mehed (n = 34), keskmine vanus u 21 a.</p> | <p>Ei olnud treenivad inimesed.</p> | <p>CWI ja CO₂ -CWI ei parandanud taastumist olulisel määral. CO₂ + H₂ CWI aitas kaasa ROM'i taastumisele, MVIC'le, CMJ kõrgusele .</p> | <p>6/10 Tase 1</p> |
| <p>41. Zhang <i>et al.</i>, 2022. Effect of 3 min whole-body and lower limb cold water immersion on subsequent performance of agility, sprint, and intermittent endurance exercise. Pre-post</p> | <p>Vastupidavus: 10 minutit soojendust (sõrkjooks ja venitamine), seejärel <i>agility t-test</i>, 20-m sprint test, <i>Yo-Yo</i> test. Siis 15 minutit vahepausi ja 3 testi uuesti.</p> | <p>WCWI: 15°C x 3 min. Kaelani. LCWI: 15°C x 3 min. Alakehaga. CON: passiivne taastumine x 15 min.</p> | <p>Füsioloogiline: naha temp Kehaline töövõime: Tehtud testide tulemused Tajupõhine: RPE.</p> | <p>Mehed (n = 11), keskmine vanus 21,4 a.</p> | <p>Kolledži tasemel jalgpallurid.</p> | <p>WCWI tegemine 15-minutilise taastumisperioodi ajal aitas sportlastel säilitada kiirust ja vastupidavust järgnevas pingutuses. Sporti tehti 39°C keskkonnas.</p> | <p>6/10 Tase 4</p> |

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Helger Kuusik

(sünnikuupäev: 16.03.1997)

annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

Külma vee kümbeluse kasutamine kehalisest koormusest taastumisel: teaduskirjanduse süstemaatiline ülevaade. (Cold water immersion as a recovery modality after exercise: systematic literature review),

mille juhendaja on PhD Raivo Puhke,

reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.