

TARTU ÜLIKOOL
Spordibioloogia ja füsioteraapia instituut

Tiina Teder

Külmaravi kasutamine treeningjärgses taastumises
Effects of cryotherapy on posttraining recovery

Bakalaureusetöö

Füsioteraapia õppekava

Juhendaja: MSc, Mati Arend

Tartu 2017

SISUKORD

KASUTATUD LÜHENDID	3
SISSEJUHATUS	4
1. KÜLMARAVI OLEMUS	5
1.1 Külmaravi rakendamine	5
1.2 Erinevad külmaravi rakendamise võimalused	8
2. KÜLMA KASUTAMINE TREENINGUST TAASTUMISEL	11
2.1 Füsioloogilised muutused külmaravi kasutamisel	11
2.1.1 Verenäitajad	12
2.1.2 Nahapinna ja lihastemperatuuri muutused	14
2.1.3 Autonoomne närvisüsteem	16
2.2 Lihaskõuetõuge ja -vastupidavus	17
2.2.1 Külmaravi mõju jõu- ja vastupidavustreeningule	19
2.2.2 Lihaskõuetõuge ja -väsimus	20
2.3 Proprioretseptioon	23
3. ERINEVATE KÜLMAAPLIKATSIOONIDE VÕRDLUS	24
4. VÕRDLUS TEISTE TAASTUMISMEETODITEGA	26
5. KOKKUVÕTE	28
KASUTATUD KIRJANDUS	29
<i>SUMMARY: Effects of Cryotherapy on Posttraining Recovery</i>	33
LISAD	34
Lisa 1. Antud bakalaureusetöös kasutatud uuringud, mis võrdlesid külmaravi kasutamist treeningjärgses taastumises	34
Lisa 2. Erinevate külmaaplikatsioonide võrdlus	36
Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks	37

KASUTATUD LÜHENDID

ANS	autonoomne närvisüsteem
CK	kreatiinkinaas
CRP	C-reaktiivne proteiin
DOMS	hilinenud algusega lihaskahjustus, ing. k <i>delayed onset muscle soreness</i>
HRV	südame löögisageduse variatiivsus, ing.k <i>heart rate variability</i>
LDH	laktaadi dehüdrogenaas
MVC	maksimaalne tahteline jõud, ing. k <i>maximal voluntary contraction</i>
PBC	osaline ülikülmravi, ing.k <i>partial body cryotherapy</i>
PRICE	akuutse vigastuse esmaabi: kaitse, puhka, jää, kompressioon, elevatsioon, ing. k <i>protect, rest, ice, compression, elevation</i>
VAS	visuaalne analoogskaala
WBC	kogu keha ülikülmravi, ing.k <i>whole-body cryotherapy</i>

SISSEJUHATUS

Sportlased sooritavad päevas mitmeid treeninguid ja tihti järjestikustel päevadel, mistõttu on optimaalsete taastumismeetodite kasutamine tähtsal kohal, tagamaks sportlase valmisolek järgneva treeningu või võistluseks, hoiduda ülekoormusest ja vigastustest (Elias et al., 2012). Lisaks võib jääda kahe võistluse vaheline puhkeperiood lühikeseks, mistõttu on oluline võtta minimaalsest ajast maksimum tulemus taastumiseks (Montgomery et al., 2008). Külmaravi on spordis aina rohkem kasutamist leidev taastumisvõimalus ning erinevaid viise selle teostamiseks on väga palju. Külmaravi peamiseks eesmärgiks peetakse intensiivsest treeningust või võistlusperioodist tingitud valu, lihasjõu languse ja väsimuse vähendamist, mis võivad mõjutada sportlikku sooritust (Pournot et al., 2011b).

Käesolev bakalaureusetöö annab ülevaate külmaravi olemusest ja teostamisvõimalustest ning uurib, millised muutused kaasnevad külmaravi järgselt ja miks on need olulised taastumisprotsessis. Töö autor on huvitatud spordifüsioteraapiast ja peab oluliseks teadmisi treeningjärgsetest taastumisprotsessidest ja meetoditest. Antud teema pakub kindlasti huvi nii spordifüsioterapeutidele, tipp- ja harratusportlastele kui ka teistele sportlase või spordivõistkondade kaaskonda kuuluvatele inimestele, et paremini mõista külmaravi olemust ja selle kasutamise võimalusi. Lisaks pöörab antud bakalaureusetöö tähelepanu vajadusele olla teadlik koheselt külmaravi järgselt ilmnevatest muutustest, mis võivad pärssida sportlase edasist sooritust. Antud töö teema on aktuaalne, sest külmaravi on küll väga laialdaselt kasutatud, kuid selle teaduspõhise efektiivsuse osas ollakse erinevatel arvamustel (Bailey et al., 2007; Rowsell et al., 2009; Sánchez-Ureña et al., 2017; Oakley et al., 2013). Seetõttu on oluline antud teemat edaspidi veel uurida.

Antud töö eesmärgiks on teaduskirjandusele tuginedes välja selgitada, kas külmaravi on efektiivne treeningjärgne taastumisviis ning millised on kõige paremad meetodid teraapia läbiviimiseks.

Töö esimeses osas antakse ülevaade külmaravi olemusest, erinevatest võimalustest külmaravi läbiviimiseks ning mida tuleks silmas pidada külmaravi teostamisel. Teises osas on välja toodud, millised muutused kaasnevad organismis ja skeleti-lihasüsteemis külma mõjul ning kuidas saab seda ära kasutada treeningu järgses taastumises. Töö kolmas osa võrdleb omavahel erinevaid külmaaplikatsioone ja aparate ning selgitab välja kõige efektiivsemad. Viimases osas võrreldakse külmaravi teiste treeningjärgsete taastumisvõimalustega.

Märksõnad: krüoteraapia, külmaravi, DOMS, füsioteraapia, taastumine

Key words: cryotherapy, cold-therapy, DOMS, physiotherapy, recovery

1. KÜLMARAVI OLEMUS

Külmaravi ehk krüoteraapia on spordis väga laialdaselt kasutatud taastumis- ja raviviis, et vähendada treeningute või vigastuste järgset valu, põletikku, turset, lihasspasmi ning kahjustusi, mis võivad mõjutada treeningut ja võistlustulemusi (Enwemeka et al., 2001; Patterson et al., 2008). Krüoteraapia hõlmab endas kogu keha krüoteraapiat ehk ülikülmravi, külmavanni, jää ja külmageeli aplikatsioone, jäämassaaži või mõnda muud üldist külmaaplikatsiooni teraapia eesmärgil, et jahutada pindmiseid ja sügavamaid kudesid ning seeläbi vähendada intensiivse treeningu või võistlusperioodi järgseid lihassiseseid kahjustusi (Bailey et al., 2007; Yanagisawa et al., 2003) (Lisa 1). Krüoteraapia mõju sõltub aplikatsiooni kestvusest, anatoomilisest asukohast (nahaaluse rasvakoe kihi paksus, närvide paiknemine), kompressioonist, kehalise aktiivsuse/treeningu tasemest ja aplikatsiooni omadustest (Merrick et al., 1993; Merrick et al., 2003; Myrer et al., 2001).

1.1. Külmaravi rakendamine

Külmaravi läbiviimiseks on erinevaid meetodeid ja seetõttu on palju uuritud, millised neist on kõige efektiivsemad. Kasutatakse jääd, jäämassaaži, külmavanni, kuiva jääd, külmakotte, külmaspreid, külmakambreid, *The Game Ready* ja külma õhu teraapiat (Enwemeka et al., 2001; Hausswirth et al., 2011; Holwerda et al., 2013). Külmvanni ravi on üks kõige enam kasutatud meetod (Ascensão et al., 2011; Pournot et al., 2011a), sest tegemist on käepärase, odava ja lihtsa meetodiga, mille puhul toetutakse hüdrostaatiliselle rõhule vähendamaks lihastoonust, lokaalset turset, valutundlikkust ja mõjutades verevoolu kiirust (Muanjai & Namsawang, 2015).

Optimaalne teraapia läbiviimisaeg on 15–20 min, et ära hoida külmakahjustuste tekke (Herrera et al., 2011; Pournot et al., 2011a). Antud bakalaureusetöös refereeritud uuringutes viidi teraapia läbi koheselt peale treeningu lõppu või kuni 20 minuti jooksul. Seega võib järeldada, et kuni 20 minutit on optimaalne aeg teraapia sooritamiseks. Myrer et al. (2001) võrdlesid nahaaluste kudede temperatuuri langust erineva rasvkoe kihiga inimestel ning leidsid, et mida paksem on rasvkoe kiht, seda vähem langeb temperatuur optimaalse kestvusega teraapia ajal. Esimeses grupis olnud uuritavatel oli sääre kolmpealihasel rasvkoe paksus ≤ 8 mm, teises 10–18 mm ja kolmandas ≥ 20 mm. Temperatuuri langus 1 cm sügavusel 20 minutilise teraapia järgselt oli vastavalt $14.43 \pm 4.57^{\circ}\text{C}$, $9.06 \pm 4^{\circ}\text{C}$ ja $5 \pm 2.07^{\circ}\text{C}$. Tehti järeldus, et külmaravi pikkust tuleks reguleerida vastavalt nahaaluse rasvakoe kihi paksuse olemasolule. Mida suurem on rasvakoe kihi paksus, seda pikem peaks olema teraapia (Myrer et al., 2001).

Väline staatiline kompressioon külmakotile kiirendab ning soodustab nahapinna ja lihase temperatuuri langemist, kuna kompressiooni mõjul on jääkott nahapinnale lähemal (Janwantanakul, 2006; Merrick et al., 1993; Tomchuk et al., 2010). Lisaks toimub samaaegselt lokaalse ainevahetuse aeglustumine, mis omakorda vähendab sekundaarset hüpoksilist kahjustust ning vähendab turset. Kompressiooni eesmärk on eelkõige vähendada kahjustatud piirkonnas vedelike kuhjumist ning kiirendada nende tagasiimendumist. Kompressioon ümber külmakoti vähendab ka väliskeskkonna temperatuuri mõju külmakoti temperatuuri langemisele (Merrick et al., 1993).

Lokaalse külmaaplikatsiooni kasutamisele kompressiooni lisamisel nägi Janwantanakul (2006), et mida suurem on kompressioon, seda kiiremini saavutatakse madalam nahapinna temperatuur. Ta võrdles oma uuringus kompressiooniga ja ilma kompressioonita külmakoti mõju ning leidis, et ilma kompressioonita saavutati madalaim nahapinna temperatuur 9 minutiga, kompressiooniga juba 5–7 minutiga (olenevalt kompressiooni tugevusest). Kompressiooni surve tugevused olid vahemikus 14–44 mmHg ning kõige kiiremini saavutati madalaim temperatuur kompressiooniga 44 mmHg (Janwantanakul, 2006). Ka Merrick et al. (1993) kasutas enda uuringus kompressiooni vahemikus 42–48 mmHg ning leidis positiivse efekti nii nahapinna kui lihastemperatuuri languses. Holwerda et al. (2013) kasutas vahelduvat kompressiooni (*Game Ready* seade) vahemikus 5–50 mmHg ja 5–75 mmHg ning ilmnes, et mõlemad kompressioon tugevused olid võrdväärse mõjuga nahapinna temperatuuri langetamisel. Seega võib järeldada, et kompressioon kuni 50 mmHg on kõige efektiivsem, edasisel kompressiooni lisamisel nahapinna temperatuuri muutustele lisaefekti ei ole. Üheks põhjuseks, mis antud bakalaureuse-töö autori arvates võib *Game Ready* seade pakkuda kõrgemaid kompressioon tugevusi on turse alandamine, kuid üheski eelmainitud artiklis turse muutusi uuritud ei ole, mistõttu ei saa antud väidet kinnitada. Merrick et al. (1993) ja Janwantanakul (2006) kasutasid kompressiooni mõõtmiseks manomeetrit. Antud töö autori arvates on manomeetri kasutamine hea, kuna annab täpse tulemuse ja võimaldab kompressiooni kasutada parima tugevuse alusel, samas ei ole seade alati kõigil kättesaadav. Seega tuleks kompressioonsideme sidumisel lähtuda patsiendist ning seotavast piirkonnast. Oluline on, et side oleks ümber piisava tugevusega (turse korral jälgida, kas hoiab ära liigset turse teket), kuid samas ei tohi põhjustada valu ega verevoolu peatumist.

Enim-levinud kompressiooni meetodid on toidukile ja elastiksidemed (Tomchuk et al., 2010). On loodud spetsiaalseid vahendeid kompressiooni ja külma koosmõjaks, näiteks *The Game Ready* (Holwerda et al., 2013). Elastiksideme korral pannakse side ümber külma-aplikatsiooni või siis otse nahale ja selle peale külm. Toidukile seotakse ümber aplikatsiooni. Mõlemad kompressioonimeetodid on sama efektiga, kuid on leitud, et elastikside toob kaasa

mõnevõrra suurema lihastemperatuuri languse kui toidukile. Põhjuseks on peetud elastiksideme paremat temperatuuri hoidmist (ei lase külmal õhul liikuda väliskeskkonda) (Tomchuk et al., 2010).

Kui varasemalt on soovitatud asetada külmaaplikatsiooni ja naha vahele rätik, siis Janwantanakul (2004) leidis oma uuringus, et see ei ole oluline, pigem takistab nahatemperatuuri langust. Ilma rätikuta nahale asetatud jääkott langetas nahatemperatuuri enam ja kiiremini, kui niiske rätikuga ümbritsetud kott. Nahapinna temperatuuride vahe oli 4°C. Niisket rätikut on kasutatud, et suurendada soojuse eraldumist kehalt, kuiva rätiku eesmärk on kaitsta kahjustuste eest. Seega järeldati, et jääkoti asetamine nahale ilma rätikuta ei tekita raku- ega nahakahjustust ning kahjustuse esinemine oleneb aplikatsiooni kestvusest. Ühe põhjusena toodi välja jää temperatuuri tõus. Sooluse mõjul toimub sulamine ja seetõttu jää temperatuur tõuseb (Janwantanakul, 2004). Antud bakalaureusetöös käsitletud uuringutest selgus, et rätikut kasutati alati geelipakkide ning juurviljakottide kasutamise korral. Käesoleva töö autori arvates võib üheks põhjuseks olla geelikottide väga madal temperatuur peale külmutamist. Chesterton et al. (2002) uuringus toodi välja -30°C. Jääkotti kasutanud kaheksast uuringust neli ei kasutanud rätikut (Herrera et al., 2010; Herrera et al., 2011; Janwantanakul 2004; Tomchuck et al., 2010). Kaks uuringut kasutasid niisket rätikut ning temperatuurid olid võrreldes nende uuringutega, mis rätikut ei kasutanud enam-vähem samad või natuke kõrgemad (Janwantanakul 2004; Oakley et al., 2016). Uuringus, mis kasutas kuiva rätikut oli nahapinna temperatuuri langus ainult 4°C võrreldes tavalise 20–25°C langusega (Enwemeka et al., 2001). Ühes uuringus ei toodud välja, mis tüüpi rätikut kasutati (Kanlayanaphotporn & Janwantanakul, 2005).

Olemaks kindel, et inimene ei saa ravi käigus kahjustada, tuleks enne teraapiat läbi viia tundlikuse test (*the thermal sensation test*). Patsiendi reie eesmist osa (jalgade krüoteraapia korral) puudutatakse nii külma kui kuuma veega ning patsient peab suutma neid eristada (Janwantanakul, 2004).

Külm võib osutada kahjulikuks patsiendile, kellel on diabeet, külmaallergiad, perifeerse verevarustuse häired, südame-veresoonkonna haigused, hüpertooniatõbi, lahtised haavad, kardiorespiratoorsed probleemid, Raynaudi tõbi ja tundlikkusehäired (Herrera et al., 2010; Holwerda et al., 2013; Love et al., 2013).

Samuti on registreeritud subjektiivsed aistingud, mida patsient ravi ajal tunneb. Kõige enam on nimetatud külma, kiheluse, torkimise ja tuimuse aistingut. Jäämassaaži ajal on esimesed kolm minutit iseloomulik külma tunne ning alates viiendast minutist tuimuse tunne. Külmavee vanni puhul on külma tunne esimesed kolm minutit ning tuimuse tunne alates kuuendast minutist. Purustatud jää kotiga tekkis külmatunne teisel minutil ning tuimus alles kümnendal minutil. Külma ja tuimuse vahel tunnevad patsiendid kihelust, torkimist ja ebamugavust. Antud

uuringu autor pidas subjektiivsete aistingute uurimist tähtsaks, sest üheks valu vähendavaks mehhanismiks on *noxious inhibitory control* ehk valu vastu võidelda valuga. Mis tähendab, et mida suurem on ajavahemik kui kogetakse teraapia ajal kihelust, torkimist ja ebamugavust, seda efektiivsem on meetod. Samas täheldati, et antud hüpotees vajab edasist uurimist (Love et al., 2013).

Kokkuvõtvalt saab öelda, et optimaalne külmateraapia kestvusaeg on 15–20 min, sõltuvalt patsiendist ja ravitavast piirkonnast. Enne teraapia algust tuleb kindlaks teha, ega patsiendil ei esine vastunäidutusi ning seletada, milliseid aistinguid võivad teraapia kestel ilmned. Kompressiooni kasutada juhul, kui on eesmärk vähendada ka turset, samuti aitab kompressioon kiiremini nahapinna ja lihase temperatuuri langetada, millel on oluline roll akuutse vigastuse ravimisel. Lugeses ja analüüsidest töös refereeritud uuringuid võib antud töö autori arvates öelda, et külmaaplikatsiooni ja naha vaheline rätiku kasutamine külmakahjustuse ära hoidmiseks ei ole oluline, kuid kindlasti tuleb lähtuda konkreetsest patsiendist, aplikatsiooni valikust ning pidada kinni optimaalsetest teraapia kestvusaegadest. Töö autori arvates töötab ka kilekott jääkuubikute kasutamisel kaitsva efektina, mistõttu ei ole oluline lisaks veel rätikut vahele panna.

1.2 Erinevad külmaravi rakendamise võimalused

Külmavee ravi kujutab endast külma vett täis vanni, kuhu lisatakse teraapia ajal jääkuubikuid, et hoida vee temperatuuri ja kuhu sportlane läheb enamasti sisse niudeluul või rinnakuni (Bailey et al., 2007; Elias et al., 2012). Wilcock et al. (2006) leidsid oma ülevaatlikus artiklis veeteraapiate kohta, et olles vees niudeluuni ilmneb peamine efekt jalgadele, olles sees rinnakuni kaasatakse ka kehatüvi. Temperatuur vannis on alla 15°C, enamasti 10°–15°C vahel. On kaks võimalust: kas ollakse vees järjest 10–20 min (Bailey et al., 2007; Muanjai & Namsawang, 2015) või kasutatakse vahelduvat meetodit, kus vees ollakse 5x1 (2) min. Vahelduva vanni puhul istutakse iga tsükli vahel 1–2 min toatemperatuuril (Delextrat et al., 2012; Rowsell et al., 2009). Sánchez–Ureña et al. (2017) võrdlesid noorte korvpallurite hulgas pideva (12 min, 12°C) ja vahelduva (4x2 min) külmavanni mõju valutundlikkusele, tursele ja hüppevõimele ning leidsid, et mõlemad meetodid on efektiivsed taastumise kiirendamiseks. Ainuke erinevus, mis ilmnis koheselt peale teraapiat oli valutundlikkuses. Pideva vanni korral langes valu tase visuaal-analoog skaalal (VAS) 2 palli, vahelduva vanniga 0,5 palli. Põhjus võis seisneda selles, et vahelduvat külmavanni saanud grupil oli esialgne valutase madalam, mistõttu ei peetud antud erinevust ka statistiliselt märkimisväärseks (Sánchez–Ureña et al., 2017).

Minimaalselt 1,4 palline valu taseme muutus on leitud kliiniliselt märkimisväärseks (Bijur et al., 2003).

Lisaks on külmavanne (ing k. *cold whirlpool*), mis tänu vee ringlusele annavad ka massaaži efekti (Patterson et al., 2008). Külmavee teraapia mõjub hästi just hüdrostaatilise rõhu olemasolu tõttu, kuna tekitab vedelike ümberjaotumise. Selline vedelike ümberjaotus tõstab laguproduktide liikumist lihastest, tõstab südame väljutusmahtu, vähendab perifeerset vastupanu ja tõstab organismi võimet transportida laguprodukte (Wilcock et al., 2006). Samas on oluline roll ka temperatuuril, kuna on uuritud veevannide mõju treeningu järgselt nii külmavannis kui neutraalses vees ning paremaid tulemusi on näidanud külmavann. Seega on oluline madala temperatuuri ja hüdrostaatilise rõhu koosmõju (Ascensão et al., 2011).

Eelpool mainitud printsiipi kasutab ära *Game Ready* seade, mille puhul asetatakse külma mansett ümber jäseme ning mida kasutatakse külma ning kompressiooni koosmõju saavutamiseks. Seade tagab mansetis pideva jääkülma vee tsirkulatsiooni selle kambrites ja avaldab samaaegselt vahelduvat kompressiooni. Temperatuuri saab kontrollida kogu teraapia vältel, lisades seadmesse vett ja jääd ning valida sobiv kompressioon vahemikus 5–75 mmHg (Holwerda et al., 2013).

Veel üks lihtne külmaravi võimalus on jäämassaaž, mille jaoks kasutatakse papptopsi. Jääkuubik asetatakse ravitavale piirkonnale, selle peale asetatakse papptops ning aeglase ringjate liigutustega liigutatakse jääkuubikut mööda ravitavat ala ringi. Protseduuri pikkus on sarnane teiste külmaaplikatsioonidega, 10–15 min (Herrera et al., 2010; Love et al., 2013). Teine võimalus on kasutada spetsiaalset topsikut, kuhu lisatakse vesi ja mida hoitakse külmas. Peale vee jäätumist topsi ülemine osa eemaldatakse ja tekkinud jääpalliga sooritatakse ravitaval piirkonnal ringjaid ja siluvad liigutusi (Adamczyk et al., 2016). Külmasprei efekt ilmneb ainult naha tundlikkuse muutuses, mitte sügavamate kudede jahutamises (Love et al., 2013).

Kogu keha krüoterapia ehk ülikülmravi on kahte tüüpi: täielik ülikülmravi (WBC) ja osaline (PBC). Ülikülmravi tähendab lühiajalist (2–3 min) sisenemist külma õhuga täidetud kambrisse või krüokabiini, temperatuuril -110° – -160°C . WBC puhul sisenetakse kambrisse kogu kehaga, PBC korral jäetakse pea kambrist välja. WBC korral saavutatakse madal temperatuur külma õhuga, PBC kasutatakse lämmastiku (Hauswirth et al., 2013). Patsiendid sisenevad kambrisse kandes ujumisriideid, sokke, susse, kindaid ja mütsi (Lubkowska et al., 2011). Soovitatud on kambris olles sammuda kohapeal, painutada ja sirutada küünarliigeseid ja sõrmeliigeseid (Costello et al., 2012). Ülikülmravil on tugev põletikuvastane toime, mistõttu kasutatakse seda ühe teraapia võimalusena reumaatilistel, akuutse ja kroonilise valuga patsientidel, artriidi ja *sclerosis multiplexi* korral, lisaks üldise heaolu parandamiseks, väsimuse vähendamiseks ja immuunsüsteemi tugevdamiseks (Hauswirth et al., 2013; Lubkowska et al.,

2011). Ülikülmravi mitmekordne sooritamine (vähemalt 10 sessiooni) on oluline, et stimuleerida immunoloogilisi protsesse, samas kui antioksidant ja põletikuvastased efektid ilmnevad peale ühte teraapiat (Hauswirth et al., 2011; Lubkowska et al., 2011; Pournot et al., 2011b).

Kokkuvõtvalt saab antud töö autori arvates öelda, et aplikatsiooni valik sõltub konkreetsest patsiendist, olukorrast, võimalustest ja eesmärkidest. Autori arvates on külmavanni eeliseks on kiirus, lihtsus, võimalus läbi viia kõikides tingimustes ja spetsialisti kohalolu mittevajadus, mistõttu on antud meetod ka nii palju populaarsust kogunud. Samuti saab vanniga katta suure osa kehapiirkonnast, mis osutub jääkottide ja jäämassaaži miinuseks. Lisaks on erinevad tehnoloogilised võimalused nagu *The Game Ready*, massaaži efektiga vannid ja ülikülmravi, kuid need nõuavad ressursse ja tihti ka spetsialisti olemasolu. Võrreldes ülikülmravi ja külmavanni võib öelda, et antud meetodid on sarnased, kuid ilmselt on külmavanni kasutamine optimaalsem, kuna tegemist on odavama meetodiga ning antud töö autori arvates on külmavanniga kohanemine sportlasele ka sobivam, sest temperatuurid ei ole nii madalad. Lähemalt on kõiki ravimeetodeid omavahel võrreldud peatükis 3. Erinevate külma aplikatsioonide võrdlus ning järgnevates peatükkides ja alapeatükkides on lähemalt selgitatud, millised muutused üks või teine aplikatsioon endaga kaasa toob.

2. KÜLMA KASUTAMINE TREENINGUST TAASTUMISEL

Treeningu järgselt on keha stressis ehk tasakaalust väljas, mistõttu on oluline leida õiged ja efektiivsed taastumismeetodid, mis mõjutaksid kogu organismi tervikuna. Taastumine tähendab, et keha on saavutanud oma esialgse tasakaalu ning võimeline sooritama sportliku soorituse samal või veel kõrgemal tasemel (De Oliveira Ottone et al., 2014).

Sportlased sooritavad korduvaid suuremahulisi intensiivseid treeninguid ja/või võistlusi 24–48 h jooksul, seetõttu on neil hilinenud algusega lihaskahjustuse ehk DOMS-i risk suurenenud (Wilcock et al., 2006). Treeningust tingitud lihaskahjustust iseloomustab tuim valu, lihasjäikus, liigesliikuvuse vähenemine, hellus, lihasturse ja pikaajaline lihasjõu langus. Lokaalse valu põhjuseks on sidekoe aga ka lihase mehhaaniline kahjustus. Pikema-ajaline lihasjõu langus ilmneb eelkõige suure ekstsentrilise osakaaluga treeningu järgselt. Sümptomid ilmnevad 24 h jooksul peale treeningut, püsivad 24–72 h ning vaibuvad 3–7 päevaga (Cleak & Eston, 1992). Lihaskahjustus toob kaasa põletikuprotsesside aktiveerumise (Pournot et al., 2011b). DOMS suurendab vigastuste tekke riski ja langetab sportlikku sooritusvõimet väljendavaid näitajaid, mistõttu on treeningjärgne taastumine oluline vigastuste vältimise ning parema soorituse tagamise seisukohalt (Elias et al., 2012).

Alljärgnevalt on välja toodud peamised muutused, mis kaasnevad külmaraviga ning selgitatud, miks on need olulised treeningjärgsetes protsessides.

2.1 Füsioloogilised muutused külmaravi kasutamisel

Füsioloogilised muutused on suuresti seotud koe temperatuuri muutustega. On kahte tüüpi treeningjärgset seisundit: akuutne lihaskahjustus ja hilinenud algusega lihaskahjustus (DOMS) (Bailey et al., 2007). Akuutset iseloomustab jääkainete kogunemine lihasesse, hilinenud lihaskahjustus on seotud otsese pehmete kudede kahjustusega (Bailey et al., 2007; Cleak & Eston, 1992). Külmaravi aitab rohkem pehme koe vigastuste vastu (DOMS), mitte jääkainete kiiremale väljutamisele ehk külm inhibeerib kudede edasist kahjustust (Bailey et al., 2007).

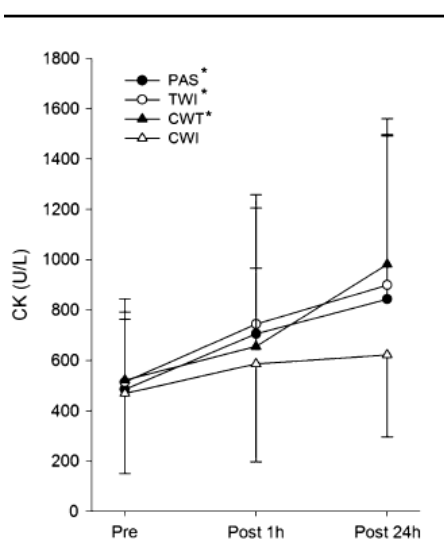
Lihaskahjustusega kaasneb ka põletikuline reaktsioon, mis väljendub veresoonte läbilaskvuse suurenemises ning põletikumarkerite väljumises lümfis ja verre (Ascensão et al., 2011). Külmaravi toimel toimub nii nahapinna kui lihastemperatuuri langus. Lokaalselt ilmneb pindmistes kudedes veresoonte vasokonstriksioon ning metaboolse aktiivsuse aeglustumine, mis piirab vere- ja lümfisoonete läbilaskvust ning see omakorda turse teket ja põletikuliste protsesside soodustamist (Enwemeka et al., 2001). Lokaalne nahapinna ja lihastemperatuuri langetamine mõjutab ka mootorsetes ja sensorsetes närvides närviimpulsside ülekande kiirust,

mis vähendab lihases valu ja spasmi (Herrera et al., 2010). Ligikaudu 2–6 min peale külma mõju algust toimub järsk vasodilatsioon, mille toime suureneb verevool kudedes. Tekkinud hüperemia parandab ainevahetust, tõstab kudede hapnikuga varustatust ning eemaldab tekkinud laguprodukte. Vastupidine reaktsioon võib kesta kuni 6 h (Adamczyk et al., 2016).

2.1.1 Verenäitajad

Lihaskahjustuse hindamisel on verenäitajatest hinnatud kreatiinkinaasi (CK), C-reaktiivse proteiini (CRP), laktaadi dehüdrogenaasi (LDH) ja müoglobiini (Bailey et al., 2007; Rowsell et al., 2009; Yanagisawa et al., 2003) taset. CK, LDH ja müoglobiin on seotud lihaskahjustusega. CK on peamiselt seotud lihaskiudude struktuursete kahjustusega, saavutades oma maksimumtaseme 24 h jooksul peale treeningut (Hauswirth et al., 2011; Vaile et al., 2008). Tsütokiinid ja CRP on põletikumarkerid, mis võimaldavad hinnata akuutset organismi halvenemist, lihaskahjustust ja põletikku (Pournot et al., 2011b). Seega kõikide ülal nimetatud näitajate taseme alandamine on oluline lihaskahjustuse vähendamise seisukohalt (Bailey et al., 2007).

Siiamaani läbi viidud uuringud ei ole verenäitajate suhtes konsensuseni jõudnud. On leitud, et külmavanni teraapia ei hoiä ära CK tõusu peale treeningut ja krüoteraapiat, kuid hoiab taset madalamana võrreldes nendega, kes ei saa üldse mingit ravi või kes saavad erinevad veeteraapia vorme (Ascensäo et al., 2011; Eston & Peters, 1999; Pournot et al., 2011a; Vaile et al., 2008) (Joonis 1). Samas on uuringuid, mis on kasutanud külmavanne ja jääkotti lihasel, kuid ei ole eelnevalt mainitud erinevusi leidnud (Bailey et al., 2007; Oakley et al., 2013; Rowsell et al., 2009).



Joonis 1 CK taseme muutumine külmavanni järgselt. PAS – kontrolgrupp, TWI – soe vesi (36°C), CWT – kontrast vesi (10–42°C), CWI – külmavann (10°C). * - märkimisväärne erinevus enne treeningut ja 24 h peale teraapiat (Pournot et al., 2011a)

Rowsell et al. (2009) uuring on väärt lähemalt kirjeldamist, sest tegemist oli jalgpalli turniiri tingimustes läbi viidud uuringuga, mis võimaldas hinnata verenäitajate muutusi korduvate pingutuste järgselt. Eelnevad uuringud on jälginud CK muutusi ühekordse pingutuse järgselt. Vereproovid võeti nelja päeva jooksul iga päev peale mängu, kuid positiivseid muutusi külma toimel ei leitud. Kahe mängu vahe oli vähem kui 24 h, mille jooksul peale ühekordset pingutust ei hakka CK tase veel langema (Rowsell et al. 2009; Vaile et al., 2008). Antud bakalaureusetöö autori arvates võib järeldada, et turniiri või vähese taastumisperiodiga treeningu tingimustes on külmavannil mõju CK tasemele minimaalne, sest taastumisperiodid on lühikesed ja CK kuhjub organismis. Samas positiivne efekt võib avalduda ühekordsete pingutuste järgselt.

Hauswirth et al. (2011) uuringus kasutati WBCd ning jõuti järelduseni, et kolmest ülikülmaravi teraapiast kolme päeva jooksul ei piisa, et mõjutada CK näitajaid. Vaja oleks vähemalt 5–10 teraapiat iga 24 h järel, et vähendada lihasmembraani lagunemist ja rakkude läbilaskvust tingituna kehalisest koormusest. Ülikülmaravis on CK taseme muutumist seostatud korduva noradrenaliini stimuleerimisega (Hauswirth et al., 2011).

Üheks põhjuseks, miks CK tase võib tänu külmaravile jääda madalamaks on temperatuuri langusega kaasnev vere ja lümfisoonte läbilaskvuse vähenemine, tänu millele väheneb ka CK väljavool lihastest (ehk difusioon lümfisoontesse) (Eston & Peters, 1999). Teiseks, lokaalne temperatuuri langetamine aeglustab verevoolu ja võib limiteerida passiivset rakkudevaheliste molekulide (põletikumarkerite) väljumist. Paranenud lihastalitlus võib olla üks näide sellest, et CK väljavool on vähenenud (Pournot *et al.*, 2011a).

Müoglobiini tase oli Bailey et al. (2007) uuringus märgavalt madalam ja langes juba 1 h peale külmavanni teraapiat, kui kontrollgrupil tase tõusis. Ka Vaile et al. (2008) ja Rowsell et al. (2009) on vaadelnud müoglobiini taset, kuid vereanalüüsid võeti 24 h peale teraapiat, mis ei pruugi näidata müoglobiini muutuse erinevusi, sest müoglobiini vabastakase verre kiiresti, koheselt peale intensiivset treeningut (Rowsell et al., 2009). Bailey et al. (2007) ei leidnud samuti erinevusi 24 h möödudes. Lisaks arvasid nad, et müoglobiin on parem marker hindamaks lihaskahjustust kui CK, sest CK referentsväärtused on suure varieerumisega nii naiste kui meeste vahel (Bailey et al., 2007).

CRP tase oli märgavalt madalam WBC järgselt võrreldes kontrollgrupiga (Pournot et al., 2011b). Uuring külmavanniga uuris CRP muutumist, kuid erinevusi termoneutraalse vee mõjuga ei leitud (Ascensão et al., 2011). Samuti pole LDH väärtuse muutustes üksmeelele jõutud. Üheks põhjuseks võib olla erinev näitude vaatlusaeg. Yanagisawa et al. (2003) leidsid erinevused 48 h peale aplikatsiooni, kuid Pournot et al. (2011a) vaatlesid tulemusi ainult 24 h jooksul ning erinevusi ei ilmnud. Pournot et al. (2011a) lisas, et erinevused võivad sõltuda

hinnatava lihasgrupi suurusel (antud uuringus reie nelipealihhas, teises sääre kolmpealihhas). Mõlemas uuringus kasutati külmavanni.

Põletiku korral on iseloomulik leukotsüütide migratsioon põletikukoldesse. Treeningu ja seejärel külmavanni järgselt on leitud madalam leukotsüütide kontsentratsioon veres, kui teiste veeteraapiate korral. See näitab külma mõju põletikuliste protsesside kiiremale taandumisele (Pournot et al., 2011a).

Tsütokiinide taset on võrreldud ülikülmravi uuringutes ja on leitud, et järsk kokkupuude väga madala temperatuuriga tõstab põletikuvastaste tsütokiinide hulka mitmekordse ravi järgselt. Antud uuringus võrreldi tsütokiinide taset peale viiendat, 10. ja 20. teraapiat ning leiti põletikuvastaste tsütokiinide tõus juba peale viiendat teraapiat. Mida rohkem teraapiaid, seda madalamale tase ka langes. Põletikku soodustavate tsütokiinide (IL-1a) langus leiti alles peale 20. teraapiat. Viis ja 10 teraapiat saanud gruppidel olid näitajad kaks nädalat peale ravi langenud esialgsele tasemele, kolmandal grupil esines veel näitajate langus. Seega on ülikülmraviga ka immuunsüsteemi stimuleeriv efekt (Lubkowska et al., 2011). Külmavanni ravi järgselt tsütokiinide tase muutunud ei ole (Rowell et al., 2009; Vaile et al., 2008).

Seega saab antud töö autori arvates öelda, et külmavann on toonud eelkõige muutusi lihaskahjustust näitavate markerite (CK, LDH, müoglobiin) osas ning näidanud, et külm on efektiivne alandamaks lihaskahjustust näitavate markerite taset ühekordse treeningu järgselt, kuid ei tee seda korduvate koormuste järgselt. Ülikülmravi on aga just efektiivne mõjutamaks põletikumarkereid (tsütokiinid, CRP), mida külmavanniga leitud ei ole. See näitab, kui oluline on teada erinevate külmaaplikatsioonide mõju ning seejärel otsustada, milline on parim saavutamaks õiget eesmärki.

2.1.2 Nahapinna ja lihastemperatuuri muutused

Soojusülekanne toimub kõrgemalt temperatuurilt madalamale ja on ühesuunaline. Seetõttu toimib külmaravi meetodil, kus aplikatsioonid absorbeerivad soojust vahetust keskkonnast ehk kudedest, mida ravitakse. Samamoodi langeb temperatuur ka sügavamates kudedes, andes soojust ära pindmistesse kudedesse. Kuna jää muudab oma olekut sulamise teel, siis võib arvata et jää põhinevad aplikatsioonid suudavad absorbeerida rohkem soojust, kui geelil põhinevad aplikatsioonid. Suurem võime absorbeerida soojust kutsub esile madalamad temperatuurid ravitavates kudedes. Seega soojusülekanne ja aplikatsiooni võime absorbeerida soojust kudedest määravad teraapia efektiivsuse (Merrick et al., 2003).

Külmaaplikatsioonid mõjutavad nahapinna ja lihastemperatuuri erinevalt, mistõttu on oluline teada, milliste temperatuuride juures muutused esinevad ning millised muutused

ilmnevad. Külmast põhjustatud analgeesia algab, kui nahapinna temperatuur langeb 13,6°C juurde. Naha ja pindmiste kudede temperatuur peab langema 10–11°C juurde, et rakkude metabolism väheneks 50% (Bugaj, 1975; viidatud Algafly & George, 2006 kaudu). Nimetatud mehhanismid kestavad 1–3 h peale aplikatsiooni eemaldamist (Ascensão et al., 2011).

Närviimpulsside ülekande kiiruse vähenemise kohta on mitmeid uuringuid, kuid tulemused on erinevad. Ülekandekiiruse vähenemine on eelkõige oluline valu ja lihasspasmi vähenemise seisukohalt, kuid võib mõjutada ka lihasjäõudu (Herrera et al., 2010). On selgunud, et kiiruse vähenemine oleneb nii närvi asukohast, tüübist (sensoorne, motoorne) kui ka külma-aplikatsioonist (Algafly & George, 2006; Herrera et al., 2010).

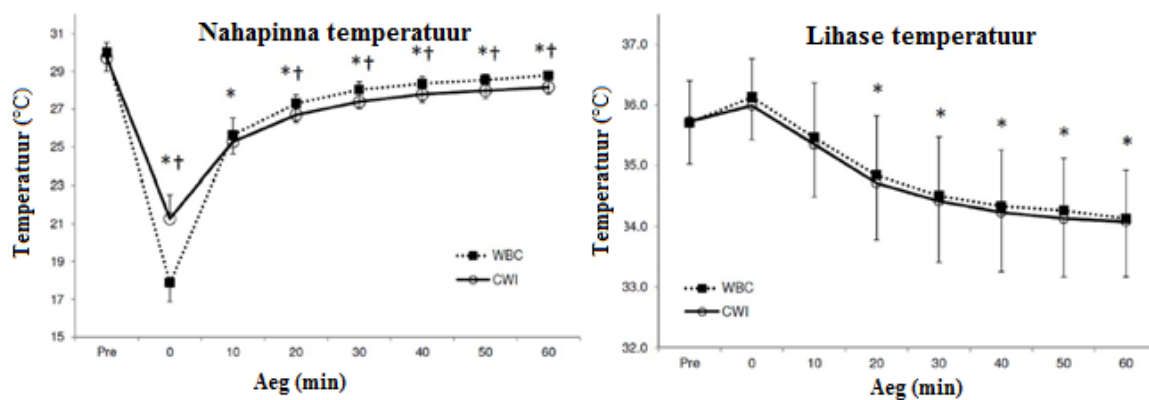
Herrera et al. (2010) kasutasid jäämassaži, jääkotti ja külmavanni sääre kolmpealihalasel ning uurisid sääremarjanärvi (lad k. *nervus suralis*) ja sääreluunärvi (lad k. *nervus tibialis*). 15 min peale aplikatsiooni asetamist oli närviimpulsside ülekande kiirus langenud sääremarjanärvil vastavalt 37,9%, 31,9% ja 41,8% ja sääreluunärvil 5%, 4,2% ja 17% (Herrera et al., 2010). Algafly & George (2006) kasutasid jääkotti 26 min hüppeliigesel ning leidsid sääreluunärvil languse 33%. Herrera et al. (2010) selgitasid, et sensoorsed närvikiud on rohkem tundlikumad külmale, kuna paiknevad pindmiselt. Seega nende mõjutamine on otseselt seotud nahatemperatuuri langemisega ning närviimpulsside kiirus langeb rohkem kui motoorsetes närvides. Motoorsed kiud on sügavamal ja seetõttu ka mitte nii mõjutatavad, kuna sügavamates kudedes langeb temperatuur aeglasemalt ja mitte nii madalale. See seletab ka sääremarjanärvi ja sääreluunärvi impulsside kiiruse erinevuse muutusi (Herrera et al., 2010; Herrera et al., 2011). Antud bakalaureusetöö autori arvates võib üks põhjus, miks autorite tulemused erinesid olla seotud aplikatsiooni asukohaga, sest hüppeliigese piirkonnas on närvid pinnapealsemad. Sama põhjenduse tõid ka Herrera et al. (2010), miks külmavanniga langes impulsside kiirus enam kui lokaalsete aplikatsioonidega. Samas tuleks Algafly & George (2006) uuringusse suhtuda kriitilisemalt, kuna aplikatsiooni kasutati 26 min, mis on üle soovitatud teraapia pikkuse ning mis võib kaasa tuua külmakahjustuse.

Külmaveevann on kõige efektiivsem hoidmaks madalat närviülekande kiirust peale aplikatsiooni eemaldamist (tekitamiseks hüpoalgeesiat). Külmaaplikatsiooni järgne liikumine/harjutused kiirendavad närviülekande kiiruse taastumist, kuna aktiveeruvad füsioloogilised protsessid, mis kiirendavad lihasetemperatuuri taastumist. Seega, kui eesmärk on hoida närviimpulsi ülekande kiirust madalana (valu ära hoida), peab laskma puhata peale aplikatsiooni eemaldamist. Impulsi ülekandekiirus ei taastu külmavanni korral 30 minuti jooksul. Põhjuseks on peetud külmavanniga ravitavat suuremat piirkonda (Herrera et al., 2011).

Külma tulemusel toimub pindmiste veresoonte konstriksioon, mis vähendab verevoolu pindmistes kudedes, mis omakorda tõstab sooja vere hulka sügavates kudedes ja aeglustab

sügavamate kudede jahtumist (Adamczyk et al., 2016; Enwemeka et al., 2001). Seda näitab ka temperatuuri erinevused peale külmaaplikatsiooni eemaldamist, sest nahapinna temperatuur on langenud rohkem, kui sügavamates kudedes. Lisaks seletab see temperatuuri muutusi, kus peale külma eemaldamist toimub aeglane temperatuuri langus sügavamates kudedes ja temperatuuri tõus pindmistes. Külma eemaldamise järgselt toimub pindmiste veresoonte dilatsioon, mille tulemusel soe veri ümbritsevatest sügavamatest kudedest liigub nahapinna poole (Enwemeka et al., 2001).

Külmaravi ajal ja järgselt on täheldatud, et nahapinna ja pindmiste kudede temperatuur hakkab tõusma kohe peale aplikatsiooni eemaldamist, samas kui sügavamates kudedes jätkub temperatuuri langus veel 25–50 minutit (vastavalt sügavusele) (Costello et al., 2012; Enwemeka et al., 2001; Merrick et al., 1993) (Joonis 2). Mida sügavamad koed, seda aeglasemalt ja vähem temperatuur langeb (Costello et al., 2012). Ülikülmaravi puhul langeb temperatuur enam labajala piirkonnas ja käsivartes, võrreldes kehatüvega. See võib olla seotud nii kehakoostisega kui ka külmaõhu liikumisega kambris (Hauswirth et al., 2013). Külmakambri puhul on leitud, et nahatemperatuur jääb madalamaks 30 minutiks, külmavanni puhul 90 minutit (De Nardi et al., 2015; Tomchuck et al., 2010).



Joonis 2 Nahapinna ja lihase temperatuuri (3 cm sügavusel) muutused enne (pre) ja pärast (0 min) WBCd ning külmavanni. *Statistiliselt oluline erinevus ajas (teraapia eelselt ja järgselt) mõlemal meetodil. † Statistiliselt oluline erinevus meetodite vahel (Costello et al., 2012)

2.1.3 Autonoomne närvisüsteem

Autonoomne närvisüsteem (ANS) mõjutab südametegevust ning puhkeolekus on sümpaatiline ja parasümpaatiline osa tasakaalus. Treeningu käigus domineerib sümpaatiline osa ning parasümpaatiline on seotud treeningjärgse taastumise ja vähenenud kardiovaskulaarsete insidentide tekke riskiga. Treeningu järgselt on iseloomulik parasümpaatilise süsteemi reaktivatsioon, mis toob kaasa südamelöögi sageduse aeglustumise (Hauswirth et al., 2013).

Külma toimel arteriaalne vererõhk ja perifeerne vastupanu tõuseb, et suunata veri perifeeriast ära, hoidmaks kehatüve temperatuuri. Selline rõhu tõus keha keskosas aktiveerib arteriaalse barorefleksi, mille toimel tõuseb parasümpaatilise närvisüsteemi osatähtsus. Parasümpaatilise osa domineerimist saab hinnata südame löögisageduse variatiivsuse (HRV) näitude abil. HRV näitude tõus iseloomustab parasümpaatilise osa ülekaalu (Hauswirth *et al.*, 2013). Need muutused võimaldavad hinnata kardiovaskulaarse homöostaasi taastumist, mis on treeningjärgse taastumise aluseks (De Oliveira Ottone *et al.*, 2014).

Uuringud ülikülmraviga on näidanud ülikülmravi suuremat mõju ANS-le, eelkõige parasümpaatilisele osale. On soovitatud kasutada WBCd akuutse ravina, kui on vaja tugevat parasümpaatilist reaktivatsiooni (depressiivsed sümptomid, halb unekvaliteet) ja PBCd kasutada kroonilise ravina, et hoida kõrget parasümpaatilist taset (korduv kehaline koormus näiteks turniirid). Lisaks tõstab ülikülmravi suuremal määral plasma dopamiini hulka, mis toob kaasa üldise heaolutunde paranemise. Sama uuring näitas, et piisab ühest ülikülmravi sessioonist, et langetada südame löögisagedust ja tõsta HRV näitajaid (Hauswirth *et al.*, 2013). De Oliveira Ottone *et al.* (2014) leidsid, et ka külmavanni ravi on efektiivne meetod tõstmaks treeningjärgset parasümpaatilist aktiivsust, sest koheselt peale külmavanni olid HRV näidud tõusnud samale tasemele võrreldes puhkeolekuga ning näidud olid kõrgemad kuni 45 min peale teraapia lõppu. Kontrollgrupp ei olnud teraapia lõpuks veel esialgset taset saavutanud. Järeldati, et külmavanni mõju HRV näitajatele on lühiajaline, sest 4 h peale teraapiat erinevusi gruppide vahel enam ei leitud (De Oliveira Ottone *et al.*, 2014). Käesoleva töö autori arvates, saab antud taastumismeetodit efektiivselt ära kasutada olukordades, kus sportlane peab sooritama mitu pingutust paaritunniste vahedega (turniirid, kergejõustiku-võistlused), sest selles ajavahemikus on külmavannil kasutegur HRV näitajate näol olemas. Samuti on südame löögisagedus hea näitaja hindamaks sportlase taastumist.

2.2 Lihaskõh ja -vastupidavus

DOMS-i hindamisel kasutatakse peamiste näitajatena üleshüppe ja sprindi võimekust ning lihasjõu parameetreid (Ascensão *et al.*, 2011). Treeningu järgselt on iseloomulik maksimaalse tahtelise jõu (MVC) langus. Mitmed uuringud on näidanud, et külmavanni teraapiaga on treeningu järgselt võimalik ära hoida liigset MVC langust ja tagada kiirem taastumine (Eston & Peters, 1999; Muanjai & Namsawang, 2015). WBC järgselt leiti, et MVC taastus juba ühe sessiooni järgselt (1 h peale teraapiat), samas passiivsel grupil ei olnud taastunud 48 h jooksul (Hauswirth *et al.*, 2011). Jääkoti järgselt pole positiivseid muutusi MVC taastumises leitud, kuid märgati, et 72 h peale treeningut külmaravi saanutel hakkasid näitajad taastuma, kontroll-

grupil esines veel mõningane langus (Oakley et al., 2013). Kuna külma kasutatakse tihti põletikuliste protsesside ravimiseks ning külmal oli lisaks veel mitmeid taastavaid efekte (valu vähendamine, ainevahetuse aeglustumine, vasokonstriksioon), siis kõik need kokku tagavad ka väiksema jõuvõime kao ning parema sportliku soorituse (Elias et al., 2012).

Kui vaadata lihase taastumist peale külmaravi, ilma eelneva treeninguta, siis on leitud, et 20 min peale külmavanni jääb lihasvõimsus esialgsest madalamaks vähemalt 30 minutiks. Kiirusjõu näitajaid taastusid 27 minutiga ja kiiruslik liikuvus (ing. k *agility*) 12 minutiga. Närviülekanne aeglustumine võib lisaks vähendada lihase kontraktiilset kiirust ja jõu genereerimisvõimet peale külmaapilaktsiooni. Seega võib lihase esinemisvõime peale aplikatsiooni olla lühiajaliselt häiritud (Pettersson et al., 2008).

Külmaravi tagab ka väiksema hüppevõime languse peale treeningut ning kiirema taastumise algtasemeni (Ascensão et al., 2011; Montgomery et al., 2008; Muanjai & Namsawang, 2015). Võrreldes hüppevõime langust kontrollgrupil ja külmavanni saanutel, ilmnes, et kontrollgrupil esines järsk hüppevõime tulemuse langus 24 h jooksul peale treeningut, samas kui külmaravi saanutel ilmnes langus koheselt ning 24 h jooksul hakkas juba taastuma (Sánchez-Ureña et al., 2017). Seega võib öelda, et külm mõjutab koheselt teraapia järgselt hüppevõime sooritust (Macedo et al., 2016). Antud bakalaureusetöö autori arvates tuleks antud asjaolu silmas pidada ja teraapiat ajastada, et järgnev sportlik sooritus ei langeks hüppevõime langusega samasse perioodi. Samas on uuringuid, mis ei ole taastumises erinevusi leidnud (Elias et al., 2012; Bailey et al., 2007). Lisaks hoiab külmaravi hüppevõimet kõrgemana pikema aja vältel neil, kes saavad teraapiat võrreldes nendega, kes ei saa (turniiri tingimustes) (Montgomery et al., 2008).

Külmaravi mõju taastumisele on võrreldud ka sprindiaegasid, kus Elias et al. (2012) leidsid, et 24 h peale teraapiat (14 min 10°C vees) oli passiivse grupi sprindi tulemus 4% aeglasem, samas kui külmaravi grupp oli esialgse taseme saavutanud. 48 h hiljem polnud passiivne grupp esialgset taset veel saavutanud. Montgomery et al. (2008) kasutasid samuti vahelduvat vees olekut ja vaatlesid sprindi tulemusi kolme päeva jooksul korvpalliturniiri tingimustes ning leidsid, et kolmanda päeva lõpuks oli külmagrupil sprindiaeg langenud 0,02 s, võrreldes passiivse grupi 0,04 s ja kompressioonriided kasutanud grupi 0,11 sekundiga. Erinevust külmagrupi ja kompressioon grupi vahel peeti statistiliseks oluliseks (Montgomery et al., 2008). Antud bakalaureusetöö autori arvates näitavad need uuringud, et mõlemad külmavee teraapia meetodid on efektiivsed taastamaks kiirusliku võimekust

Külmaravi vähendab lihase ja kudede elastsuse vähenemise ulatust peale pingutavat ekstsentrilist harjutust. Mis tähendab, et külmaravi tagab treeningu ja teraapia järgselt normile lähedasema puhkeoleku liigesliikuvuse (Eston & Peters, 1999). Eston & Peters (1999)

uuritavad sooritasid ekstsentrilisi harjutusi küünarliigese painutajatele ning said seejärel külmavanni ravi 15 min, 15°C vees. Võrreldi küünarliigese puhkeoleku nurka ning leiti, et külmaravi saanutel oli 24 h peale ravi nurk ligi 10° suurem kui kontrollgrupil. 48 h ja 72 h möödudes oli külmagrupil peaaegu taastunud, kontrollgrupil oli nurk veelgi langenud (Eston & Peters, 1999). Montgomery et al. (2008) vaatlesid korvpalliturniiri tingimustes *hamstring*-lihasgrupi elastsust *sit and reach* testiga ning leidsid, et mõlemad näitajad kahanesid turniiri vältel, kuid külmavanniga oli võimalik langust kõige madalamana hoida. Külmagrupil oli langus peale kolme päevast turniiri 4,1 cm, kontrollgrupil 5,4 cm (Montgomery et al., 2008). WBC järgselt hinnati uuritavate puusaliigese liigesliikuvust ja *hamstring*-lihasgrupi elastsust *sit and reach* testi abil ning leiti, et teraapia grupil oli see ravi järgselt suurenenud meestel 2,5 cm ja naistel 3,2 cm. Kontrollgrupil oli tulemus paranenud meestel 0,2 cm ja naistel 0,8 cm. Meeste puhul peeti külmagrupi tulemust statistiliselt märkimisväärselt paremaks, naistel oli mõlemal grupil märkimisväärne tulemuse paranemine. Arvati, et külm vähendab närvide juhtivust ja laseb lihasel rohkem lõõgastuda (De Nardi et al., 2015). Antud bakalaureusetöö autori arvates tuleneb eelnevasse uuringusse suhtuda kriitilisemalt, sest enne külmakambrisse minekut ei sooritatud treeningut ning peale külmakambrit sooritati *sit and reach* testi kaks korda, mis võib tulemust parandada. Oakley et al. (2013) võrdlesid *hamstring*ide elastsust 90-90 testi abil peale ekstsentrilisi harjutusi ja 20 min jääkoti ravi ning ei leidnud märkimisväärsid erinevusi kahe grupi vahel. Mõlemal grupil esines liikuvusulatuse langus 72 h jooksul, külmagrupil oli selleks ajaks tulemus vähenenud 6°, kontrollgrupil 11°. Võrreldes neid uuringuid omavahel võib järeldada, et külmavann ja ülikülmravi on efektiivsemad tagamaks kiirem lihaselastsuse taastumine kui jääkoti kasutamine (Oakley et al., 2013). Eston & Peters (1999) uuringus hakkas 48 h möödudes liigesnurk taastuma, samas kui Oakley et al. (2013) uuritavatel jätkus liigesnurga langemine 72 h jooksul, mis oli iseloomulik Eston & Peters'i (1999) kontrollgrupile.

2.2.1 Külmaravi mõju jõu- ja vastupidavustreeningule

Roberts et al. (2015) viisid läbi uuringu, milles uurisid regulaarse külmavanni mõju 12 nädalase jõutreeningu ajal lihasjõu ja lihasmassi muutustele. Treeningud toimusid 2x nädalas ning olid suunatud alajäseme lihasjõu suurendamisele. Taastumismeetoditena kasutati külmavanni (10 min, 10°C) ja kontrollgrupp sooritas nn aktiivset taastumist ehk sõitsid 10 min veloergomeetril. Sama uuringu raames uuriti lisauuringuna lihas hüpertroofiat ja satelliitrakkude aktiivsust. Eksperimendigrupid olid samad, kuid tulemusi vaadeldi ühe treeningsessiooni järgselt. Leiti, et regulaarne pikaajaline külmavanni kasutamine peale

jõutreeningut vähendab jõutreeningu efektiivsust ja pärsib lihas hüpertroofia teket (vähendab satelliitrakkude aktiivsust). Esimeses uuringus oli lihasmassi juurdekasv ja lihasjõud märkimisväärselt madalam võrreldes aktiivset taastumist teinud grupiga. Kontrollgrupil oli satelliitrakkude arv tõusnud peale ühte treeningut, siis külmagrupil tõusu ei esinenud. Järeldati, et regulaarne satelliitrakkude aktiivsuse pärssimine vähendab jõutreeningu eesmärgi saavutamist (Roberts et al., 2015).

Halson et al. (2014) viisid sarnase uuringu läbi jalgratturite seas, kus uurisid külmavanni mõju vastupidavus näitajatele. Treeningud toimusid 3 nädalat, nädalas said uuritavad 4x külmavanni (15 min, 15°C). Kontrollgrupp oli passiivne taastumine. Järeldati, et külmavann ei pärsi regulaarse vastupidavustreeningu järgselt organismis toimuvaid positiivseid muutusi (Halson et al., 2014). Seega, antud töö autori arvates tuleks lihasjõu arendamise perioodil külmavanni kasutamist vähendada või loobuda ning leida alternatiiv. Samuti tuleks seda silmas pidada kogu treeninghooaja vältel ning külmaravi kasutada ainult intensiivse treeningu või võistluse järgselt, et kiirendada taastumist järgmiseks tegevuseks, sest kehal on olnud suurem koormus kui tavapäraselt. Igapäevaste treeningute järgselt kasutada teisi efektiivseid taastumismeetodeid.

2.2.2 Lihavalu ja –väsimus

Närviimpulsi ülekande kiiruse vähenemine tõstab valuläve ja valu tolerantsi. Põhjuseid, miks valutolerants ja valulävi tõusevad on mitmeid, kuid ühtsele seletusele ei ole jõutud (Algafly & George, 2006). Herrera et al. (2010) pakkusid välja järgmised hüpoteesid: valuvärava sulgumine, notsireseptorite aktivatsiooniläve tõus, kesknärvisüsteemi alanevate juhteteede osalemine (endogeensete opiaatide vabastamine). Love et al. (2013) arvasid, et külmaravi peamine mõju valu vähenemisele avaldub kahel võimalusel: vähendades sensorset informatsiooni (anesteesia) või kutsudes esile valuliku stiimuli, mis käivitab kesknärvisüsteemi valu vähendava vastuse. Algafly & George (2006) arvasid, et valuvärava teooria ei saa olla tõenäoline, kuna valu vähenes nii aplikatsiooni alal, kui ka distaalsel. Valuvärava teooria järgi blokeeritakse seljaaju tasandil valusignaalid aplikatsiooni alal, mitte aga distaalsel osal. Tõenäolisemaks pidasid nad teooriat, et valulävi ja valutolerants tõusid tänu sääreluunärvi närviülekande kiiruse impulside vähenemisele. Seega tõuseb valutolerants ka distaalsel, kuid sama närvi varustusel (Algafly & George, 2006).

Lihavalu tõuseb märgatavalt peale rasket treeningut ning külmavanni järgselt näitab see taandumist (Elias et al., 2012; Ascensão et al., 2011; Montgomery et al., 2008). Valu väheneb oluliselt koheselt peale aplikatsiooni, seejärel tõuseb (madalam kui treeningu järgselt) ning

hakkab uuesti langema 24 h peale teraapiat (Elias et al., 2012; Bailey et al., 2007; Montgomery et al., 2008). Sama on täheldatud ka ülikülmaravi korral (Hauswirth et al., 2011).

Oakley et al. (2013) töid oma uuringus välja, et 30–50% valutaseme langust on statistiliselt ja kliiniliselt arvestatav valu langus. Nad kasutasid 72 h jooksul korduvalt jääkoti *hamstring*-lihasgrupil ning leidsid, et kontrollgrupil tõusis valu treeningu järgselt 48 h jooksul 108%, samas kui külmaravi saanutel kõigest 11%. 72 h hiljem oli mõlemal grupil valu tase langenud, kuid ainult külmaravi saanud grupp oli saavutanud esialgsest madalama taseme. Järeldati, et külmakott on piisav, et treeningjärgset valu taset kontrolli all hoida (Oakley et al., 2013). Antud bakalaureusetöö autori arvates võib antud uuringust järeldada, et jääkoti kasutamisel tuleks aplikatsiooni kasutada päevas mitu korda iga 24 h tagant, sest toob kaasa efektiivse valutaseme languse. Ehk valu vähendamisel tuleks lähtuda PRICE reeglitest, kus külma tuleb asetada iga 2–3 h tagant, 72 h jooksul (Oakley et al., 2013).

Tajutav üldine väsimus vähenes külmavanni järgselt kõige rohkem, juba 1 h hiljem oli langenud märgatavalt. 48 h pärast oli tase sama, mis enne treeningut (Elias et al., 2012) (Tabel 1). Ka WBC järgselt oli üldine heaolu taastunud esialgsele tasemele juba peale ühte sessiooni (1 h peale teraapiat). 24 h peale teraapiat oli üldine heaolu tõusnud kõrgemale tasemele, kui enne treeningut (Hauswirth et al., 2011). Käesoleva töö autori arvates väljendab see asjaolu, et ülikülmaravi järgselt on leitud dopamiini kontsentratsiooni tõus, mis viitab üldise enesetunde paranemisele. See näitab, et ülikülmaravi on hea kasutada võistlusolukordade korral, kus tuleb sooritada pingutusi paaritunniste vahedega, sest positiivne mõju avaldub juba ühe sessiooni järgselt. Sama väljendus HRV näitajate juures, millest kirjutatud lähemalt alapeatükis 2.1.3 Autonoomne närvisüsteem.

	Grupp	Enne treeningut	Peale treeningut	1 h	24 h	48 h
Lihavalulikkus	PAS	2.4 ± 0.9	4.9 ± 1.5 ^d	5.4 ± 1.9 ^d	7.9 ± 0.8 ^d	6.4 ± 1.3 ^d
	COLD	2.8 ± 1.0	5.5 ± 0.9 ^d	3.0 ± 1.2	3.4 ± 1.3 ^a	2.8 ± 1.2
	CWT	2.5 ± 1.4	4.5 ± 1.2 ^c	3.2 ± 1.6 ^a	4.3 ± 1.8 ^b	3.5 ± 1.5 ^b
Üldine väsimus	PAS	2.5 ± 0.7	6.1 ± 2.0 ^d	5.7 ± 2.2 ^d	4.7 ± 1.7 ^d	4.9 ± 1.7 ^d
	COLD	2.6 ± 1.3	6.3 ± 0.9 ^d	3.7 ± 1.2 ^b	3.2 ± 1.3 ^a	2.6 ± 1.3
	CWT	2.3 ± 1.2	5.7 ± 1.1 ^d	3.1 ± 1.1 ^b	3.1 ± 1.3 ^b	3.0 ± 1.4 ^a

Tabel 1 Lihavalulikkus ja üldine väsimus VAS 11 p skaalal, austraalia jalgpalluritel. PAS – kontrollgrupp, COLD – külmavann, CWT – kontrastvesi. a – väike muutus (ES=0.2–0.6); b – keskmine muutus (ES=0.6–1.2); c – suur muutus (ES=1.2–2.0); d – väga suur muutus (ES= >2.0). (Elias et al., 2012)

Turniiride korral, kus iga päev võivad olla mängud, aitab külm peale treeningut hoida väsimuse ja valu astet madalamana, kuid ei hoia ära selle tõusu turniiri käigus (Rowell et al., 2009; Montgomery et al., 2008). Võrreldes nelja päevase jalgpalliturniiri tingimustes noorte

jalgpallurite väsimuse ja jalgade valulikkuse astet VAS skaalal leiti, et termovee teraapiat taastumismeetodina saanud jalgpallurid saavutasid juba teisel päeval maksimum väsimus astme (VAS 6) ja jalgade valulikus saavutas maksimumi (VAS 7) kolmandal päeval. Samas kui külmavanni grupil oli väsimusaste alles neljanda päeva lõpuks VAS 5 ja jalgade valulikkus VAS 6 (RowSELL et al., 2009). Võrreldes sportlase turniiri eelset seisundit turniiri järgsega (kolme päevane turniir), siis külmaravi saanud sportlase lihasvalu on ligi kaks korda madalam. Samas suurim efekt ilmneb koheselt peale ravi, umbes 12 h hiljem on lihasvalu tõusnud, kuid siiski madalam kui treeningu järgselt (Montgomery et al., 2008).

Külmavanni puhul mängib rolli osaline kehakoormuse vähenemine ja hüdrostaatiline surve, mis võivad olla inhibeerivad mehhanismid neuromuskulaarsele funktsioonile, kutsudes esile lihase lõdvestumise. See toob kaasa vähenenud lihasaktiivsuse ja lihasväsimusega seostatavate substraatide efektiivsema eemaldamise lihastest, mis tagab parema homöostaatilise keskkonna treeningjärgsetele taastumisprotsessidele (Montgomery et al., 2008). Adamczyk et al. (2016) soovitasid jäämassaaži kasutada lokaalse lihasväsimuse korral ja külmavanne laialdasema ja üldisema väsimuse või vigastuste korral.

Eston & Peters (1999) ja Vaile et al. (2008) võrdlesid lihasümbermõõte peale treeningut, et hinnata lihases esinevat turset. Mõlemad leidsid, et külmavanni järgselt hakkas lihasümbermõõt langema 24–48 h jooksul, samas kontrollgrupil esines 48 h jooksul turse tõus. Samas muutused kahe grupi vahel ei olnud märkimisväärselt erinevad. Seega, külmaravi ei hoiä ära intensiivse treeningu järgselt lihases tekkiva turse tõusu, kuid võib aidata seda kiiremini taandada (Eston & Peters, 1999; Vaile et al., 2008). Sánchez–Ureña et al. (2017) võrdlesid ka erinevate külmavannide mõju tursele, kuid pikaajalist efekti ei leidnud. Koheselt peale ravi oli lihasümbermõõt minimaalselt langenud, kuid see taastus esialgseni kiiresti ning ilmnis isegi tõus (Sánchez–Ureña et al., 2017). Külmavannide puhul on toodud üheks turset alandavaks efektiks hüdrostaatiline rõhk, mille toime on sarnane kompressioonriietele ehk suureneb vedeliku tagasiimendumine. Samas ei ole leitud mõju teiste veeteraapiatega. Võib järeldada, et ka külmal on kogu protsessis oma roll, sest külma toimel tekib veresoonte kokkutõmbumine ning veresoonte seinad pole enam nii läbilaskvad (Vaile et al., 2008; Wilcock et al., 2006). Antud bakalaureusetöö autori arvates võib seega külmavannist treeningjärgses protsessis kasu olla, kuid turse alandamiseks on siiski efektiivsem kasutada kompressiooni, eriti kui külmaravina kasutatakse külmakotte. Autor arvab, et külmast on rohkem kasu, kui turset ei ole veel tekkinud, sest vasokonstriksiooni ja seinte läbilaskvuse vähenemisega ei kogune nii palju vedeliku rakuvaheruumi. Kui turse on juba tekkinud, hoiab külm ära selle suurenemise, kuid ei vähenda turset ennast. Selleks oleks oluline kompressioon, mis avaldaks survet kahjustatud piirkonnale, et takistada veel vedelike kuhjumist ja suurendada tagasiimendumist.

Kokkuvõtvalt saab öelda, et külmavann ja ülikülmravi mõlemad on efektiivsed meetodid lihasvalu ja väsimuse vähendamiseks, hoiavad treeningjärgselt MVC taset kõrgemana ning parandavad lihaselastsust. Külmavanni mõjust üleshüppe taastumisel ollakse kahetisel arvamusel, kuid sprindivõimekuse taastumisel on leitud eelis. Kumbagi näitajat ei ole ülikülmravi ja jääkoti uuringutes uuritud. Jääkoti kasutamisel ei ole positiivset mõju MVC-le ja lihaselastsusele leitud.

2.3 Proprioretseptioon

Külmaravi mõju proprioretseptioonile on oluline uurida, sest see näitab, kas koheselt peale teraapia lõppu on ohutu naasta sporti või mitte (Douglas et al., 2013). Douglas et al. (2013) kasutasid külmavanni hüppeliigese piirkonnas ning uurisid selle mõju staatilisele ja dünaamilisele tasakaalule. Staatilises tasakaalus erinevusi ei leitud ning sama kinnitasid oma uuringus ka Almeida Lins et al. (2015). Erinevused ilmnestid dünaamilise tasakaalu mõõtmisel ja eelkõige külgsuunalises liikumises, mis suurendab hüppeliigese vigastuste riski. Erinevused kontrollgrupi ja eksperimendigrupi vahel ei olnud siiski märkimisväärsed (Douglas et al., 2013). Üheks põhjuseks, miks külgsuunaline liikumine suurenes, võis olla alajäsemete lihasaktiivsuse vähenemine (Douglas et al., 2013; Macedo et al., 2016)

Almeida Lins et al. (2015) kasutasid oma uuringus jääkotti, mis oli asetatud põlveliigesele ning ei leidnud mingeid muutusi suletud ahelaga harjutuste sooritamisel, avatud ahelaga harjutustel esines mõningane tundlikkuse langus. Põhjuseks toodi, et suletud ahelaga harjutustel saadakse asenditundlikkuse infot mitmetest liigestest ja lihastest, mis katavad selle kaa, mis võib külma toimel ühest liigestest kaduma minna. Järeldati, et enamus liigutusi on siiski suletud ahelas, siis risk vigastustele puudub (Almeida Lins et al., 2015).

Koheselt külmaravi järgselt kuni 30 min on iseloomulik vähenenud lihase bioelektriline aktiivsus, mis võib mõjutada lihaskontrolli ja reaktsiooni. Vähenenud on lisaks üleshüppe võime ning suurenenud staatilise tasakaalu kõikumine ette-taha ja külgsuundades. Mõjutatud on nii lihased, mida otseselt külmaraviga mõjutati, kui ka lähedal asetsevad lihased. Antud uuringus kasutati külmavanni säärelihastel, kuid mõjutatud olid ka reie nelipealihase ja keskmine tuharalihase (Macedo et al., 2016). Seega tuleks krüoteraapia järgselt pöörata tähelepanu sportlase edasisele tegevusele ning eelnevalt välja toodud muutuseid siiski arvesse võtta ja sportlane uuesti ette valmistada, eelkõige tasakaalu seisukohast.

3. ERINEVATE KÜLMAAPLIKATSIOONIDE VÕRDLUS

Mitmetes artiklites on võrreldud omavahel erinevaid külmaravi meetodeid, mitte küll otseselt treeningjärgses taastumises (Lisa 2). Vaadeldud on just nahapinna ja lihastemperatuuri langust, närviimpulsside ülekande kiiruse langust ja temperatuuri taastumist peale aplikatsiooni eemaldamist. Käesoleva töö autor peab siiski oluliseks need võrdlused välja tuua, sest see annab aimu, millised meetodid oleks kõige efektiivsemad ning millal eelistada ühte meetodit teisele. Lisaks on temperatuuri ja närviimpulsside näitajad peamised tegurid, mis mõjutavad ka treeningjärgses taastumise vaadeldavaid parameetreid. Kui üks meetod mõjutab tunduvalt enam peamiseid näitajad, võib arvata, et sama efekt ilmneb ka treeningu järgselt. Järgnevalt on välja toodud erinevate uuringute võrdlused.

Kodustes tingimustes on levinud külmutatud juurviljakottide kasutamine külma-aplikatsioonina. Kanlayanaphotporn & Janwantanakul (2005) võrdlesid oma uuringus, jääpakki, geelikotti, külmutatud köögiviljade kotti ning segu veest ja alkoholist. 20 min saavutati kõige parem tulemus jää ja alkoholi-vee segu pakiga. Mõlemad suutsid nahapinna temperatuuri langetada 10°C-ni, kui teised kaks aplikatsiooni kõigest 14°C-ni. Analgeetiline efekt saavutati jää ja alkoholi-vee seguga 10 minutil ja metaboolne efekt 20 minutil. Geelikott ja juurviljad kumbagi efekti ei saavutanud (Kanlayanaphotporn & Janwantanakul, 2005).

Võrreldes jääkotti, jäämassaaži ja külmavanni, siis kõik langetasid nahapinna temperatuuri, kuid kõige efektiivsem oli jäämassaaž (Herrera et al., 2010). Täpselt sama tulemuseni jõudsid ka Love et al. (2013). Eeldati, et jäävann vähendas nahapinna temperatuuri kõige vähem, sest mõjutati suuremat nahapinda ja seetõttu andis keha kiirema vastusreaktsiooni, et kehatemperatuuri tuleb hoida. Külmavanni mõju kõikidele närvi parameetritele oli samas parem, kui jäämassaažil. See tulenes just sellest, et jäävann katab suurema piirkonna. Kui jäämassaaž ja jääkott asetati sääre kolmpealihasele, siis jäävann sooritatakse kogu alajäsemele allpool põlveliigest. Teise põhjendusena toodi välja, et hüppeliigese piirkonnas (mis on külmavanniga kaetud) on närvid pinnapealsemad, mistõttu toimub närviülekanne aeglustumine paremini ning seetõttu on mõju ka parem (Herrera et al., 2010). Antud fenomeni on lähemalt seletatud ka alapeatükis 2.1.2 Nahapinna ja lihastemperatuuri muutused. Jäämassaaži ja jääkoti vahel erinevusi ei olnud (Herrera et al., 2010).

Holwerda et al. (2013) võrdlesid jääkotti koos kompressiooniga ja *Game Ready* seadeldist. *Game Ready* iseenesest on seda tõhusam, mida suurem on kompressioon. Seega on külma kasutamisel äärmiselt oluline kompressioon. 30 minutiga langes jääkotiga nahapinna temperatuur 4°C-ni, lihastemperatuur 22°C-ni. *Game Ready* langetas nahapinna temperatuuri 13°C-ni

ja lihastemperatuuri 26,5°C-ni. Arvati, et jääkott koos kompressiooniga on tõhusam, sest külmakott on nahaga tihedamas kontaktis (Holwerda et al., 2013).

Geelikoti ja külmutatud juurviljakoti erinevusi ka on ka uuritud. On leitud, et juurviljakotiga saavutatakse nahapinnal madalam temperatuur, kui geelikotiga. Üheks põhjuseks võib olla see, et herved on tahked ja pakis olev veesisaldus peab enne hakkama sulama, kui soojenema saavad hakata. Seega jäävad herved 0°C juurde, kuni kogu vesi on sulanud. Geelipakk hakkab aga kohe soojenema nahale asetades (Chesterton et al., 2002).

Costello et al. (2012) võrdles jäävanni ja WBCd ning leidis, et külmakamber langetas nahapinnatemperatuuri enam kui külmavann, kuid seda kõigest 10 minutiks ning temperatuuri taastumine toimus WBCl kiiremini. Samas lihastemperatuur koheselt peale aplikatsiooni oli madalam külmavannil, kuid temperatuuri langus peale aplikatsiooni jätkus mõlemal. Antud bakalaureusetöö autori arvates võib põhjus olla protseduuri kestvuses. Tavaliselt sooritatakse külmavanni 10–15 min jooksul, siis antud uuringus kestsid mõlemad protseduurid 4 min ja kuna ülikülmravi puhul on temperatuurid tunduvalt madalamad, siis seetõttu ka erinevus (Costello et al., 2012). Võrreldes PBC ja WBCd, siis leiti, et kogu keha ravi langetas temperatuuri enam. WBC järgselt oli temperatuur ligi 6°C madalam. Nahapinna temperatuur taastus 20–30 min peale ravi (Hauswirth et al., 2013).

Antud töö autori arvates saab öelda, et temperatuuri langetamise seisukohalt on kõige efektiivsem jäämassaaž, järgmisena jääkoti kasutamine. Jääkott on toonud küll madalamaid lihase- ja nahapinna temperatuure aplikatsiooni ajal, kuid soojenemine on jääkotil olnud kiirem kui jäävannil. Kolmandaks on külmavann, mis on üks populaarsemaid meetodeid spordis. Ilmselt on külmavann laialdasemalt kasutatud taastumisprotsessis, kuna hõlmab suuremat kehapiirkonda ning treeningu järgne valutase ei ole sama, mis akuutse vigastuse järgselt, mistõttu ei ole vaja saavutada ka niivõrd madalaid temperatuure. Samuti on veel lõõgastav toime. Lisaks hõlmavad treeningud mitmeid lihasgruppe ning asetada neile kõigile jääkotte ei oleks mõistlik või võimalik. Alternatiividena jääkotile kasutatakse geelikotte ja külmutatud juurviljakotte, kuid tulemused pole nii head olnud. Samas, kui muud võimalust ei ole, siis mingi kasu on mõlemal siiski olemas, aga lisada tuleks juurde kompressioon, mis võib kasutegurit suurendada. Võttes aluseks eelnevates peatükkides saadud teadmised võib antud töö autori arvates öelda, et ülikülmravi ja külmavann on peaaegu võrdsed meetodid. Ainukesed erinevused on leitud mõjus tsütokiinidele ja temperatuuri languse kestvuses. Ei ole uuritud ülikülma järgselt mõju hüppevõimele ja sprindivõimekusele, mistõttu ei saa nende osas võrdlusi teha. Seega valik oleneb kasutaja võimalustest.

4. VÕRDLUS TEISTE TAASTUMISMEETODITEGA

Montgomery et al. (2008) võrdles oma uuringus taastumist kolme päevase korvpalliturniiri ajal ja järgselt, võrreldes omavahel külmaravi, süsivesikute tarbimine + venitamine ja kompressioonriided. Uuringus osales 29 mees korvpallurit. Üheks taastumismeetodiks oli mängujärgne 10 harjutusega venitusprogramm. Iga venitus oli 15 s ning sooritati alajäsemetele ja seljale, kokku kaks seeriat. Lisaks süsivesikusnakk, mis sisaldas süsivesikubatooni ja 600 ml spordijooki. Külmaravi grupp oli koheselt mängujärgselt rinnakuni külmavee vannis (11°C) 5x1 min. Iga vette mineku vahel oli 2 min istumist toatemperatuuril. Kolmas grupp pani mängujärgselt ja terveks ööks selga alajäseme kompressioonriided (Montgomery et al. 2008).

Igal hommikul enne treeninguid mõõdeti reie ja sääre ümbermõõtu (turse hindamiseks), registreeriti VAS skaalal jalgade valulikkus ja üldise väsimuse aisting ning üleshüppe kõrgus. Samad näidud võeti ka koheselt peale mängu, va üleshüpe. Enne ja peale turniiri mõõdeti üleshüppe kõrgus, 20 m sprint, *basketball line-drill*, spetsiifilise kiirusliku liikuvuse testi aeg ja *sit-and-reach* test (Montgomery et al. 2008).

Line-drill ja 20 m sprindi aeg, üleshüpe oli kõige vähem muutunud külmagrupil. Leiti, et korvpallis, kus treenerid eeldavad, et peale kolme järjestikust mängupäeva on *line-drillide* võimekus langenud 0,5 s (juhul kui taastumisviise pole rakendatud), siis kasutades külmaravi, on võimekus langenud ainult 0,15–0,5 s. Kiiruslikus liikuvus erinevusi gruppide vahel ei leitud. *Sit and reach* testi tulemused olid ülekaalukalt kõige paremad külmagrupil. Külmagrupil oli langus 4,1 cm, venitusgrupil 5,4 cm ja kompressioongrupil 6,9 cm. Lihavalulikkus ja üldine väsimus olid sarnased nii külma, kui kompressiooni puhul, venitusgrupil oli tulemus kõrgem. Turses olid erinevused minimaalsed. Uuringust selgus, et kõige efektiivsem oli külmaravi, seejärel kompressioonriided ja venitused. Lisaks selgus, et kasutades taastumismeetodeid võib reie ümbermõõt (turse näol) suurenda kolme päevaga ligi 1 cm, jalgade valulikkus VAS skaalal viie pallini ja *sit and reach* test tulemused halveneda ~5 cm (Montgomery et al., 2008). Antud uuring näitab, kuivõrd oluline on eelkõige intensiivse treeningperioodi või turniiritingimustes efektiivsete taastumismeetodite kasutamine

Muanjai & Namsawang (2015) võrdlesid venituste, külmaravi ning mõlema kombinatsiooni mõju plüomeetriliste harjutuste järgselt. Mõõdeti lihavalulikkust lihaskontraktsiooni ajal, põlveliigese liigesliikuvust, reie nelipealihase isomeetrilist jõudu ning üleshüppe kõrgust enne treeningut, peale treeningut, peale protseduuri ning 24, 48, 72 ja 96 h peale treeningut. Venituste grupp sooritas 2x5 30 sekundilist reie nelipealihase staatilist venitust. Külmagrupp oli 20 min 15°C vees niudeluuni. Kombineeritud grupp sooritas 5x30 s sama staatilist venitust, millele järgnes 20 min külmavanni (Muanjai & Namsawang, 2015).

Suuri statistilisi erinevusi gruppide vahel ei leitud. Järeldati, et nii venitamine kui külmaravi on efektiivsed meetodid plüomeetrilise treeningu järgses taastumises, kuid nende kombineerimine mingit lisaefekti kaasa ei too (Muanjai & Namsawang, 2015). Käesoleva töö autori arvates võib põhjus olla selles, et mõlemad aplikatsioonid tõstavad valuläve ning närvi ülekande kiirus enam ei lange, mistõttu ei toimu ka suuremat valutundlikkuse langust.

Delextrat et al. (2012) võrdles spordimassaaži ja külmavanni mõju korvpalli mängu järgselt. Vaatluse all olid 30 m sprindiaeg, jalgade valulikkus ja üldine väsimus ning üleshüppe kõrgus enne ja peale protseduuri ning 24 h hiljem. Massaažigrupile sooritati koheselt peale mängu 30 minutiline massaaž reie eesmisele ja tagumisele osale ning säärtel. Külmavanni grupp oli niudeluuni 11°C vees 5x2 min, iga vette mineku vahel oli paus 2 min. Kontrollgrupp istus 30 min toatemperatuuril (Delextrat et al., 2012).

Jalgade valulikkus ja üldine väsimus oli vähenenud koheselt peale aplikatsioone. Võrreldi eraldi naisi ja mehi ning leiti, et külmaravi mõjus efektiivsemalt naistele kui meestele, eelkõige üldise väsimuse seisukohast. Jalgade valulikkus oli madalam mõlemal külmaravi järgselt. Üleshüppe kõrguses ning sprindiaegades erinevusi ei leitud, küll oli tulemused paremad kontrollgrupiga võrreldes. Järeldati, et mõlemad teraapiameetodid on efektiivsed, kuid külmaravil on rohkem eeliseid. Lisaks toodi külmaravi plussina välja selle lihtsus, kiirus ning professionaali kohaloleku mitte olulisus (Delextrat et al., 2012).

Elias et al. (2012) võrdlesid külmavanni ja kontrastvee mõju austraalia jalgpallurite seas. Hinnati sprindivõimekust, hüppevõimet, üldist väsimust ja valulikkust 45 min enne ja pärast treeningut, 24 ja 48 h peale treeningut. Koheselt peale treeningut sooritati teraapiat. Külmavann sisaldas 14 min istumist 12°C vees. Kontrastvee grupp käis seitse korda vaheldumisi vees 1 min 38°C ja 1 min 12°C (Elias et al., 2012).

Lihavalulikkus oli mõlemal grupil langenud 1 h peale ravi, kuid külmagrupil oli eelis. Külmagrupil oli valutase langenud kaks palli, kontrastvee grupil üks pall. 24 h möödudes oli külmagrupil valutase minimaalselt tõusnud, siis kontrastvee grupil oli valutase treeningujärgsel tasemel (Elias et al., 2012). Sama efekti näitasid ka Montgomery et al. (2008), et koheselt peale külmaravi on valutundlikkus väiksem, kui 12–24 h möödudes. 48 h möödudes oli külmagrupp saavutanud algtaseme, kuid teine grupp mitte. Üldine väsimus oli ravi järgselt mõlemal grupil võrdselt langenud. Külmagrupil langus jätkus ning 48 h pärast oli saavutatud esialgne tase. Kontrastvee grupil jäi tase 1 h peale ravi püsima. Hüppevõime taastumises gruppide vahel erinevusi ei leitud. Sprinditulemused taastusid külmagrupil 24 h jooksul, kontrastvee grupil jõudsid tulemused peaaegu esialgsele tasemele 48 h möödudes. Seega järeldati, et mõlemad veeteraapia meetodid on efektiivsed võrreldes passiivse taastumisega, kuid omavahelises võrdluses on külmaravil rohkem eeliseid (Elias et al., 2012).

5. KOKKUVÕTE

Tuginedes teaduskirjandusele ja teadusuuringute tulemustele, ollakse külmaravi kui taastumismeetodi kasutamise efektiivsuse suhtes erinevatel arvamusel. Külmaravi langetab aplikatsiooni alal temperatuuri ning vähendab lihasvalu- ja väsimust, kuid verenäitajate, lihasjõu ja hüppevõime mõjutamise suhtes ollakse erinevatel arvamustel. Sellegipoolest on külmaravi üha rohkem populaarsust ja kasutamist leidev ravivõimalus.

Külmaravi positiivne mõju avaldub läbi mitmete tegurite – külm mõjutab nahapinna ja lihastemperatuuri langust, mis omakorda mõjutab närviimpulsside ülekandekiiruse vähenemist. See toob kaasa veresoonte vasokonstriksiooni ja läbilaskvuse vähenemise ning ainevahetuse lühiaegse aeglustumise. Lõpptulemuseks on valu ja väsimuse vähenemine, põletikuliste protsesside aeglustumine ning taastumise kiirenemine.

Teraapia läbiviimiseks on erinevaid aplikatsioone ning valida tuleks meetod vastavalt soovitud tulemusele. Kui eesmärgiks on kiire temperatuuri langetamine ja lokaalse tugeva valu vähendamine, tuleks eelistada külmakotte ja jääd. Kui tahetakse pikema ajalist temperatuuri langust, madala temperatuuri hoidmist ning suurema piirkonna valu vähendamist, võiks kasutada külmavanne ja ülikülmravi. Mõlemad on efektiivsed lühiajaliste taastumisperiodide maksimaalseks ärakasutamiseks, sest efekt on kohene ja mõningate aspektide puhul lühiaegne.

On leitud, et külm ei mõjuta liigete proprioretseptiooni, seega võib peale ravi naasta tegevuste juurde. Samas on leitud, et kohene sportlik tegevus peale teraapiat kiirendab närviülekanne kiiruse taastumist, mis omakorda võib mõjutada teraapia efektiivsust. Külmaravi puhul on oluline teada ka raviga kaasnevat ohte teraapia järgsel treeningul. Regulaarne külmaravi võib vähendada jõutreeningu efektiivsust ja pärssida lihashüpertroofia teket. Samuti on peale külmaravi iseloomulik lihase omaduste muutumine, mis vähendab lihase kiiruslike näitajaid, võimsust ja jõu genereerimisvõimet. Seega koheselt peale ravi võib olla lühiajaliselt suurenenud vigastuste risk ning esineda madalamad sooritustulemused.

Teaduskirjandust analüüsid selgus, et vähe on uuritud külma mõju turse alandamisel. Edaspidi tuleks uurida, milline on külma ja kompressiooni mõju eraldi ning milline koos, et selgitada välja, kumb faktor mängib suuremat rolli turse alandamisel. Samuti võrrelda külmavanni ja ülikülm ravi taastumise kiirendamisel, kuid kasutades mõlema meetodi korral optimaalseid ravi kestvusi. Lisaks tuleks uurida rohkem ka jääkoti ja jäämassaaži mõju taastumisel füsioloogilistest aspektidest lähtudes, et oleks võimalik neid võrrelda külmavanni ja ülikülmraviga.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Adamczyk JG, Krasowska I, Boguszewski D, Reaburn P. The use of thermal imaging to assess the effectiveness of ice massage and cold-water immersion as methods for supporting post-exercise recovery. *Journal of Thermal Biology* 2016; 60:20-5.
2. Algafly AA, George KP. The effect of cryotherapy on nerve conduction velocity, pain threshold and pain tolerance. *British Journal of Sports Medicine* 2007; 41(6):365-9.
3. Almeida Lins CA, deBrito Macedo L, Silveira RA, Borges DT, Brasileiro JS. influence of cryotherapy on balance and joint position sense in healthy subjects: randomized clinical trial. *Manual Therapy, Posturology & Rehabilitation Journal= Revista Manual Therapy* 2015; 13.
4. Ascensão A, Leite M, Rebelo AN, Magalhães S, Magalhães J. Effects of cold water immersion on the recovery of physical performance and muscle damage following a one-off soccer match. *Journal of Sports Sciences* 2011; 29(3):217-25.
5. Bailey DM, Erith SJ, Griffin PJ, Dowson A, Brewer DS, et al. Influence of cold-water immersion on indices of muscle damage following prolonged intermittent shuttle running. *Journal of Sports Sciences* 2007; 25(11):1163-70.
6. Bijur PE, Latimer CT, Gallagher EJ. Validation of a verbally administered numerical rating scale of acute pain for use in the emergency department. *Academic Emergency Medicine* 2003; 10(4):390-2.
7. Bugaj R. The cooling, analgesic, and rewarming effects of ice massage on localized skin. *Physical Therapy* 1975; 55(1):11-9.
8. Chesterton LS, Foster NE, Ross L. Skin temperature response to cryotherapy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2002; 83(4):543-9.
9. Cleak MJ, Eston RG. Muscle soreness, swelling, stiffness and strength loss after intense eccentric exercise. *British Journal of Sports Medicine* 1992; 26(4):267-72.
10. Costello JT, Culligan K, Selfe J, Donnelly AE. Muscle, skin and core temperature after -110C cold air and 8C water treatment. *PLOS ONE* 2012; 7(11):e48190.
11. Delextrat A, Calleja-González J, Hippocrate A, Clarke ND. Effects of sports massage and intermittent cold-water immersion on recovery from matches by basketball players. *Journal of Sports Sciences* 2013; 31(1):11-9.
12. De Nardi M, La Torre A, Benis R, Sarabon N, Fonda B. Acute effects of whole-body cryotherapy on sit-and-reach amplitude in women and men. *Cryobiology* 2015; 71(3):511-3.

13. De Oliveira Ottone V, de Castro Magalhães F, de Paula F, Avelar NC, Aguiar PF, et al. The effect of different water immersion temperatures on post-exercise parasympathetic reactivation. *PLOS ONE* 2014; 9(12):e113730.
14. Douglas M, Bivens S, Pesterfield J, Clemson N, Castle W, et al. Immediate effects of cryotherapy on static and dynamic balance. *International Journal of Sports Physical Therapy* 2013; 8(1).
15. Elias GP, Varley MC, Wyckelsma VL, McKenna MJ, Minahan CL, et al. Effects of water immersion on posttraining recovery in Australian footballers. *International Journal Sports Physiology and Performance* 2012; 7(4):357-66.
16. Enwemeka CS, Allen CH, Avila PA, Bina JA, Konrade JA, et al. Soft tissue thermodynamics before, during, and after cold pack therapy. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2002; 34(1):45-50.
17. Eston R, Peters D. Effects of cold water immersion on the symptoms of exercise-induced muscle damage. *Journal of Sports Sciences* 1999; 17(3):231-8.
18. Halson SL, Bartram J, West N, Stephens J, Argus CK, et al. Does hydrotherapy help or hinder adaptation to training in competitive cyclists. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2014; 46(8):1631
19. Hausswirth C, Louis J, Bieuzen F, Pournot H, Fournier J, et al. Effects of whole-body cryotherapy vs. far-infrared vs. passive modalities on recovery from exercise-induced muscle damage in highly-trained runners. *PLOS ONE* 2011; 6(12):e27749.
20. Hausswirth C, Schaal K, Le Meur Y, Bieuzen F, Filliard JR, et al. Parasympathetic activity and blood catecholamine responses following a single partial-body cryostimulation and a whole-body cryostimulation. *PLOS ONE* 2013; 8(8):e72658.
21. Herrera E, Sandoval MC, Camargo DM, Salvini TF. Motor and sensory nerve conduction are affected differently by ice pack, ice massage, and cold water immersion. *Physical Therapy* 2010; 90(4):581-91.
22. Herrera E, Sandoval MC, Camargo DM, Salvini TF. Effect of walking and resting after three cryotherapy modalities on the recovery of sensory and motor nerve conduction velocity in healthy subjects. *Brazilian Journal of Physical Therapy* 2011; 15(3):233-40.
23. Holwerda SW, Trowbridge CA, Womochel KS, Keller DM. Effects of cold modality application with static and intermittent pneumatic compression on tissue temperature and systemic cardiovascular responses. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach* 2013; 5(1):27-33.

24. Janwantanakul P. Different rate of cooling time and magnitude of cooling temperature during ice bag treatment with and without damp towel wrap. *Physical Therapy in Sport* 2004; 5(3):156-61.
25. Janwantanakul P. Cold pack/skin interface temperature during ice treatment with various levels of compression. *Physiotherapy* 2006; 92(4):254-9.
26. Kanlayanaphotporn R, Janwantanakul P. Comparison of skin surface temperature during the application of various cryotherapy modalities. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2005; 86(7):1411-5.
27. Love HN, Pritchard KA, Hart JM, Saliba SA. Cryotherapy Effects, Part 1: Comparison of skin temperatures and patient-reported sensations for different modes of administration. *International Journal of Athletic Therapy & Training* 2013; 18(5).
28. Lubkowska A, Szyguła Z, Chlubek D, Banfi G. The effect of prolonged whole-body cryostimulation treatment with different amounts of sessions on chosen pro-and anti-inflammatory cytokines levels in healthy men. *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation* 2011; 71(5):419-25.
29. Macedo CD, Vicente RC, Cesário MD, Guirro RR. Cold-water immersion alters muscle recruitment and balance of basketball players during vertical jump landing. *Journal of Sports Sciences* 2016; 34(4):348-57.
30. Merrick MA, Knight KL, Ingersoll CD, Potteiger JA. The effects of ice and compression wraps on intramuscular temperatures at various depths. *Journal of Athletic Training* 1993; 28(3):236.
31. Merrick MA, Jutte LS, Smith ME. Cold modalities with different thermodynamic properties produce different surface and intramuscular temperatures. *Journal of Athletic Training* 2003; 38(1):28.
32. Montgomery PG, Pyne DB, Hopkins WG, Dorman JC, Cook K, et al. The effect of recovery strategies on physical performance and cumulative fatigue in competitive basketball. *Journal of Sports Sciences* 2008; 26(11):1135-45.
33. Muanjai P, Namsawang J. Effects of stretching and cold-water immersion on functional signs of muscle soreness following plyometric training. *Journal of Physical Education and Sport* 2015; 15(1):128.
34. Myrer JW, Myrer KA, Measom GJ, Fellingham GW, Evers SL. Muscle temperature is affected by overlying adipose when cryotherapy is administered. *Journal of Athletic Training* 2001; 36(1):32.
35. Oakley ET, Pardeiro RB, Powell JW, Millar AL. The effects of multiple daily applications of ice to the hamstrings on biochemical measures, signs, and symptoms

- associated with exercise-induced muscle damage. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2013; 27(10):2743-51.
36. Patterson SM, Udermann BE, Doberstein ST, Reineke DM. The effects of cold whirlpool on power, speed, agility, and range of motion. *Journal of Sports Science and Medicine* 2008; 7:387-94
 37. Pournot H, Bieuzen F, Duffield R, Lepretre PM, Cozzolino C, et al. Short term effects of various water immersions on recovery from exhaustive intermittent exercise. *European Journal of Applied Physiology* 2011a; 111(7):1287-95.
 38. Pournot H, Bieuzen F, Louis J, Fillard JR, Barbiche E, et al. Time-course of changes in inflammatory response after whole-body cryotherapy multi exposures following severe exercise. *PLOS ONE* 2011b; 6(7):e22748.
 39. Roberts LA, Raastad T, Markworth JF, Figueiredo VC, Egner IM, et al. Post-exercise cold water immersion attenuates acute anabolic signalling and long-term adaptations in muscle to strength training. *The Journal of Physiology* 2015; 593(18):4285-301.
 40. Rowsell GJ, Coutts AJ, Reaburn P, Hill-Haas S. Effects of cold-water immersion on physical performance between successive matches in high-performance junior male soccer players. *Journal of Sports Sciences* 2009; 27(6):565-73
 41. Sánchez-Ureña B, Martínez-Guardado I, Crespo C, Timón R, Calleja-González J, et al. The use of continuous vs. intermittent cold water immersion as a recovery method in basketball players after training: A randomized controlled trial. *The Physician and Sportsmedicine* 2017.
 42. Tomchuk D, Rubley MD, Holcomb WR, Guadagnoli M, Tarno JM. The magnitude of tissue cooling during cryotherapy with varied types of compression. *Journal of Athletic Training* 2010; 45(3):230-7.
 43. Vaile J, Halson S, Gill N, Dawson B. Effect of hydrotherapy on the signs and symptoms of delayed onset muscle soreness. *European Journal of Applied Physiology* 2008; 102(4):447-55.
 44. Wilcock IM, Cronin JB, Hing WA. Physiological response to water immersion. *Sports Medicine* 2006; 36(9):747-65.
 45. Yanagisawa O, Niitsu M, Yoshioka H, Goto K, Kudo H, *et al.* The use of magnetic resonance imaging to evaluate the effects of cooling on skeletal muscle after strenuous exercise. *European Journal of Applied Physiology* 2003; 89(1):53-62.

SUMMARY: Effects of Cryotherapy on Posttraining Recovery

Based on current literature, it appears that evidence regarding the efficiency of cryotherapy to speed recovery remains equivocal. Outcomes that indicate positive results to cold therapy are: reduction of skin and muscle temperature, muscle soreness and general fatigue. However, there is still inconclusive evidence about blood markers and various performance parameters. Regardless, cryotherapy is frequently used and widespread recovery modality.

Cold therapy generates a series of physiological changes. Cold has shown to reduce skin and muscle temperature, which in turn accelerates nerve conduction velocity. It is followed by vasoconstriction, decreased blood vessels permeability and local slowing of tissue metabolism. As a result, reduction of soreness and fatigue occurs, minimizing the inflammatory process and thereby speeding up recovery.

There are different cooling applications and the choice should be made in accordance with the final goal. If the goal is quick temperature decrease and decreasing local pain perception cold packs and ice should be preferred. If the goal is long-term temperature decrease and decreasing pain in larger area, cold water immersion and whole/partial – body cryotherapy should be favoured. Both methods are considered effective in producing maximal effects during short-term recovery period - results are seen simultaneously and have a limited carry-on period due to co-existing factors.

Additionally, it is highly important to know the negative effects of cryotherapy. There are evidence that regular cold water immersion may result smaller improvements in muscle strength and hypertrophy during regular strength training. Changes in muscle characteristics also reduce muscle's power, speed and agility. Because there is a higher risk of injuries and reduced functional performance, the consequences should be carefully considered before allowing athletes to return to their activities.

There is limited evidence in the current literature to analyse how cold affects swelling alone. Future research should compare the effects of cold and compression as standalone methods, as well as mixed method of practice, to produce evidence that indicates which method is of higher benefit to reducing swelling. Also it could be of benefit to compare cold water immersion and whole body cryotherapy in relation to the speed of recovery, using the optimal therapy time. Lastly, further research is needed in relation to ice bag and ice massage effects in patient recovery, with the main parameter as physiology. Research findings should be presented in comparison to cold water immersion and whole/partial – body cryotherapy.

LISAD

Lisa 1. Antud bakalaureusetöös kasutatud uuringud, mis võrdlesid külmaravi kasutamist treeningjärgses taastumises

Autor	Meetod	Uuritavad	Tulemus
Adamczyk et al. (2016)	Külmavann 3 min, 8°C Jäämassaaž 3 min	36 kehaliselt aktiivset meest 1 min kükist üleshüpped	*Laktaadi taseme kiirem langus *Lihaskiire vähenemine
Ascensão et al. (2011)	Külmavann 10 min, 10°C	20 mees noorjalgpallurit. Jalgpallimatš	*CK, LDH, müoglobiini tase minimaalselt madalam *Üleshüppe langus väiksem *Sprindivõimekust ei mõjutanud *MVC 24 h jooksul kõrgem *Vähenenud lihaskiire
Bailey et al. (2007)	Külmavann 10 min, 10°C	20 kehaliselt aktiivset meest. <i>Loughborough Intermittent Shuttle Test, 90 min</i>	*Vähenes üldine väsimus *MVC väiksem langus *Üleshüppe taastumist ei mõjutanud *CK taset ei mõjutanud *Kiirem müoglobiini langus
Delextrat et al. (2013)	Külmavann 5x2 min, 11°C	8 mees- ja 8 naiskorvpallurit. Korvpallimäng	*Vähenenud väsimus * Üleshüppe langus väiksem * Sprindivõimekust ei mõjutanud
De Oliveira Ottone et al. (2014)	Külmavann 15 min, 15°C	8 kehaliselt aktiivset meest 90 min treeningut (jõud + aeroobne)	*Lühiajaline kiirem HRV kiirem taastumine
Elias et al. (2012)	Külmavann 14 min, 12°C	14 austraalia jalgpallurit Jalgpallimatš	*Sprindivõimekuse kiirem taastumine *Lihaskiire, üldine väsimus väiksem
Eston & Peters, 1999	Külmavann 15 min, 15°C	15 naist. Ravi peale küünarliigese ekstsentriliste harjutuste sooritamist.	*Suurem liigesliikuvus ulatus *Turses erinevusi ei leitud *CK madalam 72 h hiljem *Ei olnud efekti jõunäitajatele
Hauswirth et al. (2012)	WBC 3 min, -110°C	9 treenitud jooksjat.	*MVC taastus ühe sessiooni järgselt *Valu ja üldise heaolu taastumine

		15 min mägi jooksu jooksulindil.	*CK muutusi ei esinenud
Montgomery et al. (2008)	Külmavann 5x1 min, 11°C	29 mees korvpallurit. Korvpallimäng	*Sprindivõimekuse väiksem langus *Üleshüppe langus väiksem *Lihaselastsuse parem säilimine *Madalam lihasvalu ja väsimus *Turses erinevusi ei leitud
Oakley et al. (2013)	Jääkott 3x20 min, 72 h	36 uuritavat <i>Hamstring</i> -grupi ekstsentrilisi harjutusi	*Valu tase madalam *Lihaselastsuse, CK näitajates erinevusi ei leitud
Pournot et al. (2011a)	Külmavann 15 min, 11°C	41 professionaalset pallimängude sportlast. 20 min üleshüppeid + sõudmine	*MVC väiksem langus *Üleshüppe langus väiksem *CK tase madalam *LDH muutusteta *Lihavalus erinevusi ei leitud
Pournot et al. (2011b)	WBC, 4x	11 treenitud sportlast. 48 min jooksu.	*Põletikuvastase tsütokiinide tõus, põletikusoodustavate langus
Rowsell et al. (2009)	Külmavann 5x1 min, 11°C	20 noorjalgpallurit. Jalgpalli matš	*Üldine väsimus ja jalgade valulikkus madalam *CK, LDH muutusi ei esinenud *Üleshüppele, sprindivõimekusele mõju ei leitud
Sánchez- Ureña et al. (2017)	Külmavann 12 min ja 4x2 min, 12°C	10 korvpallurit. 90 min treeningut	*Lihavalu vähenes *Üleshüppe väiksem langus ja kiirem taastumine *Tursele mõju ei avalda
Vaile et al. (2008)	Külmavann 14 min, 15°C	38 treenitud meest. 7x10 <i>leg press</i>	*Turse väiksem *CK langus kiirem *Lihavalule mõju ei avaldanud *Üleshüppe jõud vähem langenud
Yanagisawa et al. (2003)	Külmavann 15 min, 5°C	28 meest 5x20 varvastele tõusu	*Lihavalu madalam *CK, LDH ei mõjuta *Suurem liigesliikuvus ulatus

Lisa 2. Erinevate külmaaplikatsioonide võrdlus

Autor	Jääkott	Geelikott	Jää- massaaz	Külmutatud hersed	Jäevann	WBC	PBC
Nahatemp. °C							
Herrera et al. (2010)	6.68 ± 3.4		3.98 ± 1.15		13.32 ± 1.33		
Kanlayanaphotporn et al. (2005)	10.2 ± 3.5	13.9 ± 4.1		14.4 ± 3.0			
Chesterton et al. (2002)		14.4 ± 2.53		10.8 ± 2.28			
Love et al. (2013)	15.7 ± 5.1		6.5 ± 2.0		14.4 ± 1.5		
Costello et al. (2012)					21.2	17.9	
Hauswirth et al. (2013)						16.5	22
Lihasetemp. °C							
Costello et al. (2012)					1 cm 32 2 cm 33.6 3 cm 34	1 cm 32.4 2 cm 34 3 cm 34.5	
Taastumine 20 min hiljem							
Costello et al. (2012)					26.5	27	28.5
Hauswirth et al. (2013)						28.5	

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Tiina Teder,

(sünnikuupäev: 20.10.1995)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

„Külmaravi kasutamine treeningjärgses taastumises“,

mille juhendaja on Mati Arend,

1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil,

sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

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

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

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

Tartus, 28.04.2017