

Bokmål

**INNLEVERING AV BACHELOROPPGAVEN VED****OsloMet – storbyuniversitetet****Fakultet for helsevitenskap**

<b>STUDIEPROGRAM:</b>	Bachelorstudium i fysioterapi – studieretning fysioterapi
<b>EMNEKODE OG EMNENAVN:</b>	FYSIO3900 Bacheloroppgave
<b>KULL/KLASSE:</b>	2018/B
<b>INNLEVERINGSDATO:</b>	17.03.2021
<b>VEILEDER:</b>	Sophie Steenstrup
<b>EMNEANSVARLIG:</b>	Therese Brovold og Kristi Heiberg
<b>NORSK TITTEL:</b>	Kryoterapi og skadeforebygging i fotball
<b>ENGELSK TITTEL:</b>	Cryotherapy and injury prevention in football
<b>KANDIDATNUMMER:</b>	709/755
<b>ANTALL SIDER INKLUDERT FORSIDE/ EVT.ANTALL ORD</b>	66 sider/9742 ord

## SAMMENDRAG

**Tittel:** Kryoterapi og skadeforebygging i fotball.

**Formål:** Å vurdere kryoterapiens effekt på skaderisiko og skadeforebygging for fotballspillere.

**Problemstilling:** *Kan bruken av kryoterapi virke som et effektivt skadeforebyggende tiltak for fotballspillere?*

**Metode:** Systematiske søk i PubMed, Cochrane Library, SPORTDiscus og Medline ble gjennomført. Vi søkte etter RCT-studier med skade som utfallsmål. Grunnet ingen relevante RCT-studier var det nødvendig å inkludere andre randomiserte design, og følgelig andre utfallsmål basert på subjektivt velvære og biomarkører. Det ble gjennomført en kvalitetsvurdering av studiene.

**Resultat:** Fem studier ble inkludert med totalt 79 deltagere. Det ble ikke identifisert studier med skade som utfallsmål. Individuelle studier viste bedre effekt av kryoterapi på myoglobin- og testosteronnivå. Tre av fem inkluderte studier viste resultater i favør kryoterapi for utfallsmålene opplevd muskelstølheth og kreatinkinase. Ingen inkluderte studier presenterte resultater med negativ effekt på inkluderte utfallsmål ved kryoterapibehandling.

**Konklusjon:** Ingen studier med skade som utfallsmål ble identifisert, og problemstillingen kan dermed ikke svares på. Resultatene i de inkluderte studiene indikerer ingen negative effekter ved bruken av kryoterapi på valgte utfallsmål. Samtidig som det er potensielle positive effekter ved tettere kampprogram, er disse utfordrende å konstatere. Ytterligere forskning er nødvendig for å konkludere med mindre usikkerhet.

**Nøkkelord:** Fotball, Kryoterapi, Restitusjon, Skadeforebygging

## ABSTRACT

**Title:** Cryotherapy and injury prevention in football.

**Intention:** To evaluate the effects of cryotherapy on injury prevention and risk in football players.

**Research question:** *Can the use of cryotherapy be an effective injury preventative measure for soccer players?*

**Method:** Systematic searches for RCT-studies with injury as an outcome measure in PubMed, Cochrane Library, SPORTDiscus and Medline were completed. No RCT-studies were identified. We included other randomized designs and outcome measures based on subjective wellness and biomarkers. Study quality was evaluated.

**Results:** Five studies were included with totally 79 participants. No studies with injury as an outcome measure were identified. Individual studies showed greater effect of cryotherapy on myoglobin and testosterone levels. Three of five included studies showed favorable results for cryotherapy considering perceived muscle soreness and creatine kinase. No results presented negative effects on selected outcome measures by cryotherapy treatment.

**Conclusion:** No studies with injury as outcome measure were identified, and the research question cannot be answered. The included studies show no negative effects on chosen outcome measures when using cryotherapy. Potential positive effects during a congested fixture schedule are challenging to determine. Further research is needed to conclude with less uncertainty.

**Key words:** Football, Cryotherapy, Recovery, Injury prevention

## BEGREPSAVKLARING

<b>Skadeforebygging, forebygging av idrettsskader</b>	Tiltak som har som mål å forebygge og redusere antall skader i idretten ved å påvirke risikofaktorene som ligger til grunn (Munk, 2020).
<b>Kryoterapi</b>	All behandling som inneholder kuldekomponenter (Hiis, 2019). Isbad (CWI) og kaldluft/nitrogen i kryokamre (WBC) er det som er vanligst innen idrettsmedisin (Furmanek, Slomka, & Juras, 2014).
<b>Perceived muscle soreness</b>	Subjektiv opplevelse av fysiologisk tilstand i musklene. Dette kan brukes til å advare en utøver om at fysiologiske mekanismer ikke er som de skal være, og krever derfor hvile (Burnett, Smith, Smeltzer, Young, & Burns, 2010).
<b>Kreatinkinase</b>	Et kreatinfosfatspaltende enzym som finnes i muskelvev. Finnes i lave konsentrasjoner i blodet, men dersom det forekommer muskelskade skilles det ut i blodet, noe som medfører at konsentrasjonen stiger (Kierulf, 2020)
<b>Myoglobin</b>	Et protein som tar opp oksygen fra hemoglobin i blodet og gir det til muskelceller i hjerte- og tverrstripet muskulatur ved muskelarbeid ("Myoglobin," 2019). Ved muskelskade kan myoglobin skilles ut i blodet på samme måte som kreatinkinase (Lee et al., 2017).
<b>Testosteron</b>	Det mannlige kjønnshormonet som har både androgene effekter som dannelsen av mannlig kjønnsorgan, men også anabole effekter som muskelvekst (Berg, 2021). Hormonet bidrar til proteinsyntese og reduserer proteinnedbrytning (Lee et al., 2017).

## FORKORTELSER

<b>CWI</b>	Cold water immersion
<b>WBC</b>	Whole body cryotherapy
<b>TWI</b>	Thermoneutral water immersion
<b>SS</b>	Static stretching
<b>AR</b>	Active recovery
<b>CK</b>	Kreatinkinase
<b>PMS</b>	Perceived muscle soreness
<b>DOMS</b>	Delayed Onset Muscle Soreness
<b>YIRT</b>	Yo-Yo Intermittent Recovery Test
<b>LIST</b>	Loughborough Intermittent Shuttle Test
<b>RPE</b>	Rating of perceived exertion

## FORORD

Vi ønsker å rette en stor takk til vår veileder Sophie Steenstrup som har vært en engasjert og dyktig veileder. Gjennom hele skriveprosessen har hun vært til stor hjelp og tilgjengelig når vi skulle trenge det.

Vi vil også benytte muligheten til å takke Kristoffer Vassbakk Ajer og Mathias Rasmussen for å få mulighet til å gjennomføre intervju. Dette ga oss et innblikk i deres hverdag og erfaring med bruken av kryoterapi i deres fotballkarrierer.

*Oslo, mars 2021.*

## Innholdsfortegnelse

<b>SAMMENDRAG</b> .....	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iii</b>
<b>BEGREPSAVKLARING</b> .....	<b>iv</b>
<b>FORKORTELSER</b> .....	<b>v</b>
<b>FORORD</b> .....	<b>vi</b>
<b>1. Innledning</b> .....	<b>1</b>
<i>1.1 Bakgrunn</i> .....	<i>1</i>
1.1.1 Intervju med to profesjonelle fotballspillere .....	1
1.1.2 Bakgrunn for valg av tema .....	2
<i>1.2 Problemstilling</i> .....	<i>3</i>
1.2.1 Presisering av problemstilling .....	3
1.2.2 Avgrensning .....	4
<i>1.3 Oppgavens disposisjon</i> .....	<i>4</i>
<b>2. Teori</b> .....	<b>5</b>
2.1 <i>Bakgrunn om idretten</i> .....	5
2.2 <i>Skader i fotball</i> .....	5
2.3 <i>Skadeforebygging</i> .....	6
2.4 <i>Kryoterapi</i> .....	6
2.5 <i>Sammenheng mellom restitusjon, prestasjon og skade</i> .....	8
2.5.1 <i>Komprimert restitusjonstid</i> .....	8
2.5.2 <i>Aktuelle biomarkører</i> .....	8
<b>3. Metode</b> .....	<b>10</b>
3.1 <i>Valg av metode</i> .....	<i>10</i>

3.2 Litteratursøk.....	10
3.2.1 PICO-skjema .....	11
3.2.2 Søkelogg.....	12
3.2.3 Flytskjema .....	17
3.3 Inklusjons-/eksklusjonskriterier.....	18
3.4 Utvelgelse av studier .....	18
3.4.1 Inkluderte studier.....	18
3.4.2 Ekskluderte studier .....	19
3.5 Kvalitetsvurdering av innsamlet datamateriale .....	20
3.6 Metoderefleksjon .....	23
<b>4. Resultat.....</b>	<b>24</b>
4.1 Ascensão et al. (2011).....	25
4.2 Rupp et al. (2012).....	28
4.3 Russell et al. (2017).....	32
4.4 Bouzid et al. (2018).....	36
4.5 Pooley et al. (2020) .....	39
<b>5. Diskusjon.....</b>	<b>43</b>
5.1 Metodediskusjon.....	43
5.1.1 Intern validitet .....	43
5.1.2 Ekstern validitet.....	45
5.2 Resultatdiskusjon.....	46
5.2.1 Utfallsmål inkludert i én studie .....	46
5.2.2 Utfallsmål inkludert i flere studier .....	47
<b>6. Konklusjon.....</b>	<b>52</b>
<b>7. Litteraturliste.....</b>	<b>53</b>



## 1. Innledning

### 1.1 Bakgrunn

#### 1.1.1 Intervju med to profesjonelle fotballspillere

Vi intervjuet to profesjonelle fotballspillere, som både har spilt i Norge og i utlandet, om deres tanker og erfaringer rundt bruken av kryoterapi innen fotball. Valget om å gjennomføre intervju ble gjort for å rette søkelyset mot målgruppen for denne oppgaven og fremheve tiltakets dagsaktuelle relevans i målgruppens kontekst.

*Kristoffer Vassbakk Ajer (22), forsvarsspiller for det norske herrelandslaget og Celtic FC.*

Kristoffer har både spilt på eliteserienivå nasjonalt, spiller nå i øverste divisjon i Skottland, i tillegg til å spille internasjonal fotball for Norge. Det fremkommer i intervjuet at han har benyttet seg av kryoterapi hyppig i løpet av sin karriere, noe han fortsatt gjør. I Norge spilte han for IK Start, hvor han benyttet seg av isbad. Etter overgangen til Celtic har han i tillegg til isbad brukt *kryo-kammer* og *kryo-tank*. Han forteller at han foretrekker kammer over isbad, ettersom hele kroppen blir nedkjølt, men bruker isbad hyppigst. Hans tøffe kampprogram kan ha en frekvens på opptil en kamp hver tredje dag, noe som krever mer effektive restitusjonstiltak. Fysioterapeutene i klubben hans legger stor vekt på kosthold og søvn, men har også forklart at bruken av kryoterapi kan forbedre restitusjonen på detaljnivå. Kristoffers vanlige bruk av isbad er 10 minutter dagen før kamp og etter kamp. Han forteller videre at han og de fleste andre på landslaget bruker isbad på samlinger, noe som kan tyde på at det er vanlig å benytte seg av kryoterapi på det øverste nivået internasjonalt.

Effektene Kristoffer opplever av kryoterapi er å føle seg mer klar for neste kamp og trening, både fysisk og mentalt. Han forteller han føler seg «freshere» og får en oppkvikkende effekt både i muskler og i hodet. Det å gjennomføre et slikt tiltak hyppig styrker også det mentale, mener han. Til tross for at han er klar over at det kan være en placebo-effekt, mener han fortsatt at effekten er reell, noe som motiverer ham til å fortsette med tiltaket.

*Mathias Rasmussen (23), midtbane-/angreps spiller for SK Brann.*

Mathias har tidligere spilt på eliteserienivå nasjonalt for IK Start, Superliganivå i Danmark for FC Nordsjælland, i tillegg til internasjonalt opp til det norske U21 landslaget. Han sier i sitt

intervju at han har benyttet seg av isbad, samt veksling mellom isbad og varmebad alle steder han har spilt, også i hans nåværende klubb SK Brann. Han forteller at da han spilte i FC Nordsjælland var det flere spillere, deriblant ham selv, som trente ekstra, og i tillegg fokuserte mer på bruken av kryoterapi ved isbad. Ifølge Mathias var det de spillerne som ble solgt videre til klubber i blant annet England og Spania som hyppigst benyttet seg av tiltaket. Han mener at disse spillerne spilte og trente mest, men var til tross for dette svært lite skadet.

Gjennomføringen av isbad/varmebad for Mathias er 4 vekslinger mellom de to ulike, hvor han sitter 3 minutter i hvert av dem. Hyppigheten på bruken er opptil 2 ganger i uken for Mathias ved tett kampprogram. Han benytter seg også av ordet «freshere» når han skal forklare hvordan han opplever effekten av tiltaket, i tillegg til at han føler seg oppkvikket mentalt og fysisk, særlig umiddelbart etterpå. Han får en god følelse i beina og kjenner at blodet sirkulerer bedre i etterkant. Mathias er også klar over at det kan være placebo-effekt, men syntes effekten er så reell at han foretrekker tiltaket. Tiltaket er mentalt krevende, noe som er grunnen til at han til tider syntes det er litt ubehagelig og krevende å gjennomføre.

### 1.1.2 Bakgrunn for valg av tema

Sammenlignes fotball med andre idretter når det kommer til skader, mener NHI at skadehyppigheten er høyere i førstnevnte. Det vises til tall som konstaterer høyere skaderisiko i kamp sammenlignet med trening. Tallene viser her at per 1000 timer med fotballspilling, er skadeforekomsten totalt sett på 10-35 skader for den individuelle spilleren uavhengig av kjønn (NHI, 2019). Det fremkommer i en artikkel av Hägglund et al. (2013) at lavere skadebyrde og høyere kamptilgjengelighet er assosiert med høyere plassering i ligaen, både i nasjonale ligaer, men også i europeiske turneringer som Champions League. Eksempelvis kan det vises til at et kjennetegn ved et fotballag som vant ligaen på høyt nivå i Europa sammenlignet med fire andre sesonger hvor de ikke vant, var at de nettopp hadde høyere tilgjengelighet på spillere grunnet lavere skadeforekomst (Carling, Le Gall, McCall, Nédélec, & Dupont, 2015). Basert på statistikk forventes det at et lag med 25 spillere vil få rundt 50 skader ilt en sesong (Ekstrand, Hägglund, & Waldén, 2011). Dette viser tydelig behovet for å redusere skadeforekomsten, og Hägglund et al. (2013) konkluderer også med at det er viktig med skadeforebygging for å øke et fotballag sine vinnere sjanser.

Det fremkommer i en oversikt laget av MARSH at det i Engelsk Premier League i 2018/2019-sesongen totalt forekom 764 skader som kostet klubbene 221 millioner pund (Batten, 2019). Ifølge Ekstrand (2013) er kostnadene av en skadet spiller i én måned på en eliteklubb i Europa på 500.000 euro. Dette viser det potensielt store økonomiske aspektet, i tillegg til konkurranseaspektet, og idrettens egenverdi for spillerne.

For å redusere antall skader vil det derfor være sentralt å drive med tiltak som gjennomføres før skaden finner sted, med andre ord forebyggende tiltak. Slike tiltak kan være styrketrening, bevegighetstrening og stabilitets-/balansetrening (Munk, 2020). Ifølge Olympiatoppen er restitusjon sentralt for å avgjøre i hvilken grad man er skadeutsatt, og at tilstanden man befinner seg i før start av trening/konkurranse avgjør dette. De viser videre til at faktorer som blant annet søvn, stress, ernæringsstatus og dehydrering er med på å forsterke virkningene av den fysiske belastningen (Norum et al., 2003).

Mange ulike restitusjonstiltak blir tatt i bruk for å kompensere for og redusere skadebyrdene. Et av disse tiltakene, som har vokst mye i popularitet, er kryoterapi. Kryoterapi defineres som all behandling som inneholder kuldekomponenter (Hiis, 2019). De vanligste formene er isposer, isbad, kald luft og nitrogen i kryokamre, og de to sistnevnte har blitt spesielt populære innen idrettsmedisin (Furmanek et al., 2014). Derimot er ikke forskningen entydig når det kommer til potensielle fordeler og risikoen ved bruken av kryoterapi. På tross av denne mangelen på sikker kunnskap anbefaler mange trenere og fysioterapeuter at deres atleter benytter seg hyppig av kryoterapi før, under og etter fysisk aktivitet (Furmanek et al., 2014).

## 1.2 Problemstilling

*Kan bruken av kryoterapi virke som et effektivt skadeforebyggende tiltak for fotballspillere?*

### 1.2.1 Presisering av problemstilling

Større trenings- og kampbelastning for fotballspillere vil kreve mer av restitusjonen for å få en fremgang i prestasjoner, samt hindre skader (Reilly & Ekblom, 2005). I fotball er det vist en økt sannsynlighet for muskelskader når restitusjonstiden mellom to kamper er på mindre enn 5 dager (Waldén, Hägglund, Bengtsson, & Ekstrand, 2018). Foreligger det en forstyrrelse med lavere restitusjon i belastnings- og restitusjonsprosessen enn det som kreves, kan det ende

med uønsket tilpasning eller skade (McGuff & Little, 2009). Vi ønsket dermed å finne ut av om det burde anbefales kryoterapi til fotballspillere basert på at det kan være et effektivt skadeforebyggende tiltak.

### 1.2.2 Avgrensning

For å vurdere om kryoterapi er et effektivt tiltak, måtte vi se på noen utfallsmål som relaterer seg til restitusjon. McCall, Dupont, & Ekstrand (2016) hevder at det nest beste monitoreringsverktøyet som brukes i eliteklubber i UEFA-systemet, etter arbeidsbelastning, er subjektivt velvære. Dette oppgis i opplevd fatigue, opplevd persepsjon av restitusjon, grad av opplevd anstrengelse og opplevd muskelstølheth. Lee et al. (2017) mener at det er sentralt å se på biomarkører som blant annet kreatinkinase, myoglobin, testosteron og kortisol når det kommer til skaderisiko og muskelstatus. Vi har valgt å avgrense problemstillingen til å inkludere disse anbefalte utfallsmålene, mens utfallsmål som prestasjon, styrke- og krafttester ikke er inkludert.

### 1.3 Oppgavens disposisjon

Denne oppgaven innledes med intervju av to profesjonelle fotballspillere og bakgrunn for valg av tema, for å rette søkelyset mot bruken av kryoterapi i fotballverden. Det går så videre til teori for å legge grunnlaget for å forstå mer av dybden om de ulike komponentene i problemstillingen. Metodekapittelet følger deretter og tar for seg litteraturgjennomgangens fremgangsmåte og vurdering av studienes kvalitet. Så kommer resultatkapittelet som gjennomgår studienes resultater før diskusjon av metode og resultater følger. Konklusjonen presenteres til slutt.

## 2. Teori

### 2.1 Bakgrunn om idretten

Med mer enn 3,5 milliarder seere under VM i 2018 (FIFA, 2018) kan det konstateres at fotball er en svært populær idrett. Idretten spilles med en varighet på 2 x 45 minutter på en bane som omtrent er 105 meter x 70 meter (Holm, 2020). Kamper kan spilles med høy frekvens, og det er ikke utenkelig at en fotballspiller på elitenivå spiller 50 kamper i løpet av en sesong tatt nasjonal liga og turnering, samt internasjonale turneringer, i betraktning (Strudwick, 2012). For fotballspillere på elitenivå vil 90 minutters løping på denne banen ligge på mellom 9 og 14 km, og det gjennomføres 1330 aktiviteter underveis, hvor 220 er endringer ved høy hastighet (Sarmiento et al., 2014). Spillere på de mest suksessfulle lagene løper lengre med ball og løpingen deres er svært høyintensiv (Sarmiento et al., 2014), noe som vil si at jo bedre man vil være og jo høyere nivået er, jo bedre fysisk rustet må man være.

### 2.2 Skader i fotball

Fotball er en mangesidig og kompleks idrett som er preget av uforutsigbare situasjoner og prestasjoner, som særlig påvirkes av samspillet mellom spiller og motstander (Mackenzie & Cushion, 2013). Skadeforekomsten varierer fra 2,5 til 8,7 per 1000 timer for profesjonelle mannlige fotballspillere og 12,5 til 30,3 per 1000 timer for kvinnelige (Owoeye, VanderWey, & Pike, 2020). Mellom 60-90% av fotballskader oppstår i underekstremitetene, særlig ankel, kne og lår, hvor det vanligste er hamstringstrekk. Ankelskader står for 20% av alle skadene, hvor den dominerende av disse (77%) er ikke-kontraktile vevsskader. Blant de mest alvorlige skadene, som medfører sykehusbesøk, er ACL-skader å finne (Owoeye et al., 2020). Til tross for at fotball er en kontaktsport hvor mange skader kommer ved fysisk kontakt, er det hele 26-58% av alle skader som forekommer uten kontakt. Det vanligste ved skader i kamp er at de finner sted i de første eller siste 15 minuttene av kampen, noe som konstaterer viktigheten av henholdsvis oppvarming og spillernes utvikling og effekt av påkjennelsesrelatert fatigue (Owoeye et al., 2020).

Det finnes mange risikofaktorer som avgjør hvor skadeutsatt man er, og mange av disse er komplekse. Ikke-modifiserbare risikofaktorer kan være posisjon på banen, tidligere skade, alder, genetik eller benlengde. Modifiserbare risikofaktorer er derimot sentrale å påvirke i så stor grad som mulig. Arbeidsbelastning er noe som kan påvirkes, og det er vist sterk sammenheng mellom belastning og skadesannsynlighet. Forskningen sier at det å for

eksempel unngå en stor plutselig økning i belastning er assosiert med færre fotballskader (Owoeye et al., 2020). Nevromuskulære faktorer er også sentralt å se på, ettersom det for eksempel er større sannsynlighet for hamstringstrekk og/eller ligamentskade i kneet dersom det er ubalanse i styrkeforholdet mellom quadriceps og hamstrings. Styrkeasymmetri er også vist å være en prediktor for fremtidig skade. Ved dynamiske bevegelser som retningsforandring eller landing vil endret nevromuskulær firing, som for eksempel ved økt utmattelse, være en økning av skaderisiko (Owoeye et al., 2020).

### 2.3 Skadeforebygging

Skadeforebyggende arbeid for å redusere alle former for fotballskader, som nevromuskulær trening under oppvarming, er både klinisk- og kostnadseffektivt (Owoeye et al., 2020). Det er mange forskjellige skadeforebyggingsstrategier å velge mellom, men de mest vanlige for fotballspillere er ifølge Zech & Wellmann (2017) tøyning, spesifikke oppvarmingsøvelser, styrketrening, teiping, bruk av skosåler og støttebandasjer/ortoser. En strategi som har opplevd økt popularitet blant mange idretter er kryoterapi, som tar sikte på å effektivisere restitusjon og dermed virke skadeforebyggende (Patel, Bakshi, Freehill, & Awan, 2019).

### 2.4 Kryoterapi

Ordet «kryo» er nok ukjent for mange, men kommer av det greske ordet *kryos* og betyr «iskaldt» eller «frost» (Cryo, 2021). Det vil si at denne formen for behandling inneholder ulike komponenter med varierende grad av kulde. De mest benyttede tiltakene har vært bruk av isposer for å stoppe hevelser og isbad for økt restitusjon, men bruk av flytende nitrogen i gassform for å nå temperaturer ned under  $-100^{\circ}\text{C}$  i kryokamre har blitt mer populært de siste årene (Furmanek et al., 2014). I denne oppgaven er fokuset rettet mot kaldtvanns-nedsenkning (cold water immersion – CWI) og helkropps-kryoterapi (whole body cryotherapy – WBC).

Den første registrerte forskning på CWI dateres tilbake til så tidlig som 1790, og er et tiltak som har vært i bruk i århundrer. Årsaken bak bruken har derimot variert gjennom tidene, fra å forlenge levetid under vann og forlenge treningsmengde i høye temperaturer til å forhindre inflammasjon og behandle inflammasjonsrelaterte tilstander (Tipton, Collier, Massey, Corbett, & Harper, 2017). Bruken av CWI i idrettsverden stammer hovedsakelig fra troen på at det forbedrer aspekter ved restitusjon og tilheling som igjen fører til fordelaktig prestasjon og trening (Tipton et al., 2017).

Noen av de fysiologiske forandringene under CWI er blant annet økt hjertefrekvens, blodtrykk, respiratorisk minuttvolum og metabolisme. Man fant også redusert cerebral blodgjennomstrømning i tillegg til økt perifer katekolaminkonsentrasjon og oksidativt stress (Bleakley & Davison, 2010). Wilcock, Cronin, & Hing (2006) nevner at redusert vevstemperatur kan redusere acetylkolinproduksjonen, senke nerveledningshastigheten og fyringsfrekvensen i muskelspindler, samt at disse forandringene kan redusere muskelspasmer og gi en smertestillende effekt. Derimot vet man ikke nok om hvordan de fysiologiske mekanismene bak CWI etter trening påvirker restitusjon til å kunne gi klare svar (White & Wells, 2013). Det er også et psykologisk aspekt ved dette tiltaket som ikke har undergått mye forskning, men Bleakley et al. (2012) beskriver potensielle psykologiske fordeler som for eksempel kan redusere selvrapportert DOMS etter trening.

WBC er et vesentlig nyere tiltak og hadde sin begynnelse i 1981 i Japan ved professor Yamauchi som merket bedring hos sine pasienter med revmatoid artritt etter de hadde vært på skiferie. Han lurte dermed på om det var en sammenheng mellom kulden, den fysiske aktiviteten og den følgende bedringen og startet arbeidet med å introdusere tiltaket til klinisk praksis (Lombardi, Ziemann, & Banfi, 2017). Det har blitt veldig populært, innenfor sportsmedisin, å benytte seg av en kort økt med WBC med temperaturer under  $-110^{\circ}\text{C}$  for å forbedre tilheling etter skader og for å forhindre inflammatoriske symptomer som kommer av overbelastning eller patologi (Furmanek et al., 2014).

Nøyaktig hvordan WBC påvirker fysiologiske parametre, er enda uvisst (Lombardi et al., 2017). Man kan dog si noe om mulige effekter. Ifølge Costello et al. (2015) kan mulige forandringer være reduksjon i muskel- og hudtemperatur som følgelig kan stimulere cutane reseptorer og adrenerge fibre til konstriksjon av lokale arterioler og venoler. WBC kan også redusere stølhet gjennom redusert muskelmetabolisme, mikrosirkulasjon i huden, reseptorsensitivitet og nerveledningshastighet. Andre forhold som reduksjon i kreatinkinase (Wozniak, Wozniak, Drewa, Mila-Kierzenkowska, & Rakowski, 2007) og økning i anti-inflammatoriske cytokiner (Lubkowska, Szyguła, Chlubek, & Banfi, 2011) er også oppgitt.

## 2.5 Sammenheng mellom restitusjon, prestasjon og skade

### 2.5.1 Komprimert restitusjonstid

Akkumulert fatigue kan forekomme når kamper og treninger foregår i et tett tidsrom, for eksempel når spillere har trening hver dag og spiller kamper med rundt to-tre dagers mellomrom. Restitusjonsprosessen i en situasjon som dette vil være kort og ikke optimal når det kommer til prestasjon og å forhindre skader. Det er vist en 6,2 ganger så høy skadeforekomst blant spillere som spiller to kamper i uken, sammenlignet med én, og 76% av disse skadene var overbelastningsrelaterte (Dupont et al., 2010). Akkumulert fatigue er assosiert med underprestasjon og/eller økt skaderisiko (Nédélec et al., 2012). Det er vist redusert sprintprestasjon, økt muskelstølhet, muskelnedbrytning, oksidativt stress og endrede inflammatoriske markører for spillere som har spilt tre kamper i løpet av en uke (Mohr et al., 2016).

### 2.5.2 Aktuelle biomarkører

I en artikkel av Lee et al. (2017) fremkommer det at å analysere biokjemisk og hematologisk informasjon kan være sentralt når det skal vurderes balanse mellom trening og restitusjon. De mener at det ikke er nok for å fullstendig kunne diagnostisere fysiologisk restitusjon hos en idrettsutøver, men at en analyse av ulike nivåer av biomarkører kan være en indikator på helse og prestasjon.

Biomarkører som er sentrale for muskelstatus er blant annet testosteron og kortisol, som omhandler den henholdsvis anabole/katabole balansen. Testosteron bidrar til proteinsyntesen, produksjon av røde blodceller, påfyll av glykogen og reduisering av proteinnedbrytning. Lave verdier av testosteron kan indikere for høyt treningsvolum. Kortisol kan sies å være antagonisten til testosteron ved at den blokkerer anabole signaler, og dermed har inhiberende virkning på proteinsyntesen. Høye verdier av kortisol er assosiert med vanskeligheter for å bygge eller vedlikeholde muskelmasse, samt restitusjon etter fysisk aktivitet. Lee et al. (2017) forklarer også at ratioen mellom testosteron og kortisol sammen kan gi et mer presist bilde som et uttrykk for den anabole/katabole balansen.

Veksthormon (GH) og insulinliknende vekstfaktorer (IGF-1) er andre biomarkører som gjelder muskelmasseregulering og oppbygging. GH bidrar til anabolisme ved å stimulere



proteinsyntese og inhibere proteinnedbrytning, og øker samtidig nivået av sirkulerende IGF-1, som også er involvert i anabole prosesser (Lee et al., 2017).

Kreatinkinase (CK) skilles ut i blodet fra musklene ved muskelnedbrytning. Det er vanlig å ha forhøyede verdier under aktivitet, som særlig når toppen omtrent 24 timer etter tung fysisk påkjenning, og kan forbli forhøyede i opptil 7 dager. Forhøyede verdier av CK kan gi en indikasjon på utilstrekkelig restitusjon. Myoglobin og «urea nitrogen» henger tett sammen med CK, og analyse av disse tre markørene kan være verdifullt for å vurdere muskelstatus og restitusjon (Lee et al., 2017).

På bakgrunn av dette ønsket vi å undersøke om det var noen positive effekter på de nevnte utfallsmålene hos fotballspillere ved bruk av kryoterapi, sammenlignet med andre tiltak eller ingen tiltak.

## 3. Metode

### 3.1 Valg av metode

Denne oppgaven er en litteraturgjennomgang av allerede eksisterende studier, med mål om å svare på den aktuelle problemstillingen. En slik litteraturstudie har som mål å besvare problemstillingen ved å identifisere og kritisk vurdere relevant forskning, i tillegg til å samle og analysere data fra de aktuelle studiene. Forskningen må passe de forhåndsbestemte inklusjons- og eksklusjonskriteriene for å kunne forsøke å komme frem til en forsvarlig konklusjon (Snyder, 2019).

Problemstillingen gjelder hvorvidt et tiltak kan sies å ha en skadeforebyggende effekt. I vår søkeprosess kom det ikke opp noen resultater som fulgte fotballspillere over lengre tid enn 72 timer, og tok heller ikke for seg skadeforekomst som et utfallsmål. Dermed har vi som nevnt i kapittel 1 og 2 benyttet oss av forsvarlige restitusjonsparametre som kan gi et uttrykk for mulig skadeforekomst. Det er tydelig at det ikke er en absolutt sammenheng mellom skadeforekomst og våre valg av utfallsmål, men basert på teori i kapittel 2 mener vi at disse utfallsmålene kan gi en indikasjon på potensielle risikofaktorer for skade. I første omgang var det ønskelig å finne RCT-studier, ettersom dette er gullstandarden for effektstudier (Mills, Kelly, Wu, & Guyatt, 2007). Søket resulterte i få fullgode RCT-studier, tatt RCT-kravene i betraktning (Helsebiblioteket, 2016b), og måtte derfor utvides til å omfatte andre studiedesign som imøtekommer inklusjonskriteriene. Til tross for dette er det gjort grundig vurdering av studienes metodiske kvalitet basert på RCT-sjekklisten fra helsebiblioteket (Helsebiblioteket, 2016b), som fremkommer i tabell 9.

### 3.2 Litteratursøk

Litteratursøk ble gjennomført i fire ulike databaser med utgangspunkt i den formulerte problemstillingen, samt PICO-skjema (tabell 1.) som et hjelpende verktøy for å konkretisere og forberede søkeprosessen (Helsebiblioteket, 2016a). Søkeordene som ble benyttet for å få gjennomført et fullstendig søk var en forlengelse av og konstruert på bakgrunn av PICO-skjemaet, i tillegg til at eventuelle MeSH-termer og nøkkelord ble tatt høyde for. De aktuelle databasene var PubMed, Medline, SPORTDiscus og Cochrane Library. Beskrivelsen av hvordan utvelgelsen av studier foregikk er beskrevet i selseksjonsskjemaene i kapittel 3.2.3.

## 3.2.1 PICO-skjema

Tabell 1.: PICO-skjema

<b>P</b>	<b>I</b>	<b>C</b>	<b>O</b>
Fotballspillere	Kryoterapi		Skade Biomarkører for restitusjon
Football/soccer players	Cryotherapy		Injury Recovery biomarkers

### 3.2.2 Søkelogg

#### **Medline (via Ovid)**

Søket i Medline ga 53 treff, hvorav fem studier ble vurdert i fulltekst og tatt videre til kvalitetsvurdering.

#### **SPORTDiscus**

Søket i SPORTDiscus ga 31 resultater, hvor 26 ble ekskludert basert på tittel og abstrakt. Én av disse studiene var duplikat av én som ble tatt med til vurdering i fulltekst. Videre ble én ekskludert basert på inklusjonskriteriet angående minimum «academy» eller «collegiate» nivå, jf. kapittel 3.3. Fire studier ble tatt videre til kvalitetsvurdering, hvor alle var duplikater fra søk i andre databaser.

#### **PubMed**

22 studier ble identifisert i søket gjort i PubMed. 15 ble ekskludert på bakgrunn av tittel og abstrakt, og to av de syv som ble vurdert i fulltekst, ble ekskludert ettersom de ikke møtte inklusjonskriteriene om hhv. språk og tilgjengelighet i fulltekst. Fem ble tatt videre til kvalitetsvurdering, og alle var duplikater fra søk i andre databaser.

#### **Cochrane Library**

Søket i Cochrane Library resulterte i 21 artikler, hvor fem var reviews og 16 var trials. Fem reviews og 11 trials ble ekskludert basert på tittel og abstrakt. Tre av de ekskluderte var allerede duplikater av de fem som ble vurdert i fulltekst. En annen som ble ekskludert var duplikat fra tidligere søk som ble vurdert i fulltekst. De resterende fem som gikk til kvalitetsvurdering, var også duplikater fra tidligere søk.

Tabell 2.: Søkelogg Medline

#	Søk	Resultater
1	exp Football/ or football players.mp.	8,101
2	exp Soccer/ or soccer players.mp.	9,619
3	1 or 2	16,446
4	Cryotherapy.mp. or exp Cryotherapy/	31,210
5	Whole body cryotherapy.mp.	154
6	Wbc.mp.	17,735
7	Partial body cryotherapy.mp.	13
8	Pbc.mp.	5,481
9	Cold water immersion.mp.	762
10	Cwi.mp.	628
11	4 or 5 or 6 or 7 or 8 or 9 or 10	55,317
12	Injury.mp.	758,117
13	Creatine kinase.mp. or exp Creatine Kinase/	38,294
14	Biomarker.mp. or Biomarkers/	393,002
15	Testosterone.mp. or Testosterone/	103,248
16	Cortisol.mp.	63,191
17	T:C ratio.mp	205
18	Growth hormone.mp. or exp Growth Hormone/	74,719
19	GH.mp.	40,407
20	Insulin growth factor 1.mp.	576
21	IGF-1.mp. or Insulin-Like Growth Factor I/	41,639
22	Myoglobin.mp. or Myoglobin/	15,623
23	Urea nitrogen.mp.	24,421
24	Delayed onset muscle soreness.mp.	797
25	DOMS.mp.	804
26	Fatigue/ or fatigue.mp.	112,653
27	12 or 13 or 14 or 15 or 16 or 17 or 18 or 19 or 20 or 21 or 22 or 23 or 24 or 25 or 26	1,541,653
28	3 AND 11 AND 27	53

Tabell 3.: Søkelogg SPORTDiscus

#	Søk	Resultater
1	«football players»	52,966
2	«soccer players»	16,655
3	S1 OR S2	68,772
4	Cryotherapy	1,074
5	«whole body cryotherapy»	61
6	WBC	706
7	«partial body cryotherapy»	10
8	PBC	173
9	«ice bath»	68
10	«cold water immersion»	504
11	CWI	195
12	S4 OR S5 OR S6 OR S7 OR S8 OR S9 OR S10 OR S11	2,381
13	Biomarker	10,124
14	«creatine kinase»	2,663
15	Testosterone	4,087
16	Cortisol	3,916
17	«T:C ratio»	76
18	«T/C ratio»	76
19	«growth hormone»	2,718
20	«insulin growth factor 1»	7
21	«IGF-1»	678
22	Myoglobin	631
23	«urea nitrogen»	242
24	«delayed onset muscle soreness»	1,022
25	«DOMS»	1,235
26	Fatigue	22,086
27	Injury	154,181
28	S13 OR S14 OR S15 OR S16 OR S17 OR S18 OR S19 OR S20 OR S21 OR S22-28	194,597
29	3 AND 12 AND 28	31

Tabell 4.: Søkelogg PubMed

#	Søk	Resultater
1	«Football players»	3,011
2	«Soccer players»	4,832
3	OR/1-2	7,683
4	«Cryotherapy»	10,602
5	«Whole body cryotherapy»	151
6	«WBC»	17,821
7	«Partial body cryotherapy»	13
8	«PBC»	5,663
9	«Ice bath»	310
10	«Cold water immersion»	760
11	OR/4-10	34,907
12	«Injury»	778,822
13	«Biomarker»	149,036
14	«Creatine kinase»	38,278
15	«Testosterone»	103,208
16	«Cortisol»	63,133
17	«T:C ratio»	193
18	«T/C ratio»	193
19	«Growth hormone»	73,938
20	«GH»	53,469
21	«Insulin growth factor 1»	574
22	«IGF-1»	16,961
23	«Myoglobin»	15,617
24	«Urea nitrogen»	24,398
25	«Delayed onset muscle soreness»	799
26	«DOMS»	1,100
27	«Fatigue»	112,737
28	OR/12-27	1,343,179
29	3 AND 11 AND 28	22

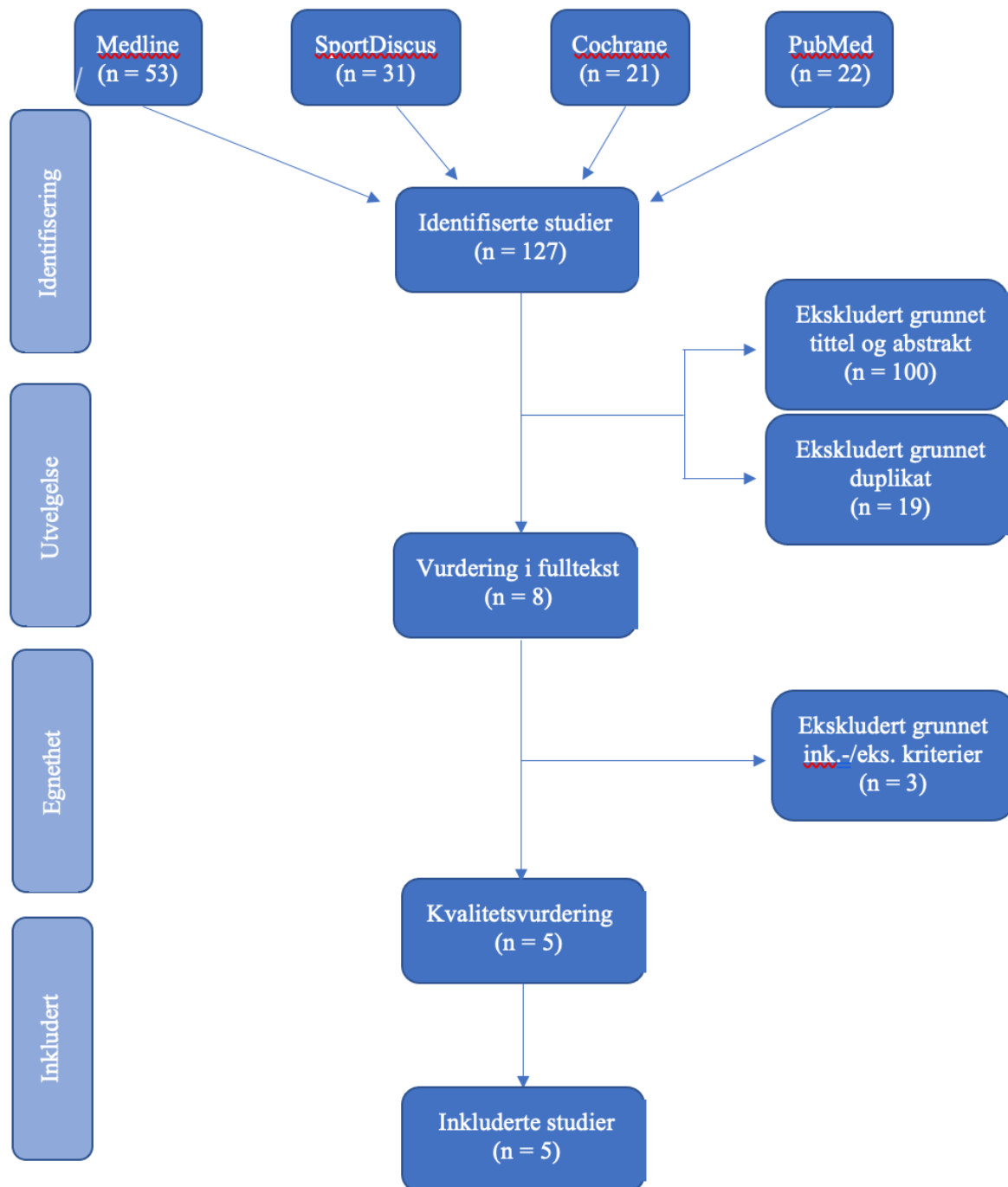
Tabell 5.: Søkelogg Cochrane

#	Søk	Resultater
1	«football players»	347
2	«soccer players»	906
3	OR/1-2	1,216
4	Cryotherapy	2,324
5	«whole body cryotherapy»	66
6	WBC	4,310
7	«partial body cryotherapy»	13
8	PBC	1,243
9	«ice bath»	17
10	«cold water immersion»	260
11	CWI	177
12	OR/4-11	8,077
13	Biomarker	11,581
14	«creatine kinase»	4,589
15	Testosterone	7,735
16	Cortisol	11,489
17	«T:C ratio»	25
18	«T/C ratio»	4,118
19	«growth hormone»	6,186
20	«GH»	9,246
21	«insulin growth factor 1»	48
22	«IGF-1»	1,688
23	Myoglobin	595
24	«urea nitrogen»	2,947
25	«delayed onset muscle soreness»	473
26	«DOMS»	368
27	Fatigue	35,760
28	Injury	50,888
29	OR/13-28	130,728
30	3 AND 12 AND 29	21



## 3.2.3 Flytskjema

Figur 1.: Flytskjema



### 3.3 Inklusjons-/eksklusjonskriterier

Tabell 6.: Inklusjons-/eksklusjonskriterier

Inklusjonskriterier	Begrunnelse
Studien må gjelde fotballspillere med minimum «academy»/«collegiate» nivå	Relevans til problemstilling
Studien må inneholde randomisering og gruppering av flere intervensjoner eller kontrollgruppe	Sikre mer pålitelige svar og lavere forekomst av tilfeldigheter
Artiklene er publiserte og tilgjengelige i fulltekst	For å kunne vurdere studiens kvalitet og se alle variabler, for å så kunne vurdere og analysere effekt av tiltak
Intervensjonen må være enten WBC, PBC eller CWI	Dette er de hyppigst brukte tiltakene, samt det gir bedre oversikt over deres individuelle effekt
Tiltakets varighet, frekvens og intensitet er beskrevet	For å kunne gjøre en mer kvalitetssikret effektvurdering av studienes tiltak
Eksklusjonskriterier	
Studier publisert på andre språk enn engelsk og norsk	Sikre kvalitet i analysen og unngå språkforvirringer

### 3.4 Utvalgelse av studier

#### 3.4.1 Inkluderte studier

Basert på inklusjons-/eksklusjonskriteriene ble fem studier valgt ut: Ascensão, Leite, Rebelo, Magalhães, & Magalhães (2011), Rupp et al. (2012), Russell et al. (2017), Bouzid et al. (2018) og Pooley, Spendiff, Allen & Moir (2020). Alle fem studier ble funnet ved søk i PubMed, Medline og Cochrane Library, mens Bouzid et al. (2018) ikke var i søkeresultatene i SPORTDiscus. Alle studiene inneholdt kryoterapeutisk intervensjon, enten det var CWI eller WBC, samtidig som de ble sammenlignet med en gruppe som gjennomførte et annet tiltak (eks.: TWI) eller som ikke gjennomførte tiltak i det hele tatt. Sentralt for inklusjon var at tiltakets varighet, intensitet og frekvens ble beskrevet. Studiene omhandlet fotballspillere med minimum «academy» eller «collegiate» nivå, for å sikre relevans til målgruppen.

Tabell 7.: Inkluderte studier

Forfattere	Pooley et al.	Bouzid et al.	Russell et al.	Rupp et al.	Ascensao et al.
Årstall	2020	2018	2017	2012	2011
Studiens navn	Comparative efficacy of active recovery and cold water immersion as post-match recovery interventions in elite youth soccer	Faster physical performance recovery with cold water immersion is not related to lower muscle damage level in professional soccer players	The Effects of a Single Whole-Body Cryotherapy Exposure on Physiological, Performance, and Perceptual Responses of Professional Soccer Players After Repeated Sprint Exercise	The effect of cold water immersion on 48-hour performance testing in collegiate soccer players	Effects of cold water immersion on the recovery of physical performance and muscle damage following a one-off soccer match
Studiedesign	Randomized trial	Randomized trial	RCT – crossover	RCT	Randomized trial

### 3.4.2 Ekskluderte studier

Totalt ble åtte studier vurdert i fulltekst. Tre av disse ble ekskludert på bakgrunn av inklusjons-/eksklusjonskriteriene. Én ble ekskludert på bakgrunn av at den var skrevet på polsk (Korzonek-Szlacheta et al., 2007), en annen hadde ikke oppgitt nivået til fotballspillerne inkludert i studien (Razeghi & Nouri, 2015), mens den siste var duplikat fra 2018, og dermed var studiens fulltekst trukket tilbake (Pesenti, Alexandre da Silva, Alves da Silva, Frisseli, & de Souza Guerino Macedo, 2020). Det var heller ikke mulig å finne duplikatets original fra 2018, mens abstraktet fortsatt lå ute på Cochrane Library.

Tabell 8.: Ekskluderte studier

Forfattere	Korzonek-Szlacheta et al.	Razeghi & Nouri	Pesenti et al.
Årstall	2007	2015	2020
Studiens navn	Effect of whole body cryotherapy on the levels of some hormones in professional soccer players	Comparison of the Effects of Massage and Cryotherapy on the Knee Extensor Muscles Fatigue and Isokinetic Parameters in Soccer Players	Cold water immersion effects on doms, muscle recruitment, dynamic postural control and sleep quality in soccer players: A randomized and blinded study
Studiedesign	Uklart	RCT	RCT
Bakgrunn for eksklusjon	Publisert på polsk	Nivået på fotballspillerne er ikke oppgitt	Studien er trukket tilbake grunnet duplikat. Den originale fra 2018 er også trukket tilbake.

### 3.5 Kvalitetsvurdering av innsamlet datamateriale

Det er sentralt å vite om studienes eventuelle svakheter for å kunne finne ut av i hvilken grad resultatene er til å stole på. Dermed er det svært viktig å vurdere forskningen kritisk (Jamtvedt, Hagen, & Bjørndal, 2015). Det er blitt benyttet sjekkliste for RCT-studier (Helsebiblioteket, 2016b) for å vurdere og finne eventuelle svakheter, til tross for at ikke alle studiene er RCT. Dette vil gi et overblikk over studienes metodiske egenskaper, og hvorvidt resultatene er valide.

Tabell 9.: Kvalitetsvurdering

Forfattere	Pooley et al., 2020	Bouzid et al., 2018	Russell et al., 2017	Rupp et al., 2012	Ascensão et al., 2011
Er forsknings- spørsmålet klart og tydelig?	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Ble deltagerne tilfeldig fordelt (randomisert) på en tilfredsstillende måte?	Ja, men alle utførte «static stretching» på bortekamper og randomisert «cold water immersion» eller «active recovery» på hjemmekamper	Ja, men står ikke noe om hvordan random- iseringen foregikk	Ja, men står ikke noe om hvordan random- iseringen foregikk	Ja, via forseglet konvolutt	Ja, men står ikke noe om hvordan random- iseringen foregikk
Ble alle inkluderte deltagere gjort rede for ved slutten av studien?	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Ble deltagerne blindet med hensyn til hvilket tiltak de fikk?	Nei, gjennomførte tiltaket selv	Nei, gjennomførte tiltaket selv	Nei, gjennomførte tiltaket selv	Nei, gjennomførte tiltaket selv	Nei, gjennomførte tiltaket selv
Ble den som gav tiltaket blindet med hensyn til hvilken gruppe	Ikke oppgitt	Ikke oppgitt	Ikke oppgitt	Ja	Ikke oppgitt

<b>deltagerne var i?</b>					
<b>Ble den som målte og/eller analyserte utfallene blindet?</b>	Ikke oppgitt	Ikke oppgitt	Ikke oppgitt	Ja	Ikke oppgitt
<b>Var gruppene like ved starten av studien?</b>	Ja, alle «pre-match markers» hadde ingen signifikante forskjeller	Ja, ingen signifikante forskjeller observert på noen av variablene	Uklart. Står ikke noe om de to ulike gruppene, men kun om de totalt 14 deltagerne	Uklart. Står ingenting om de to forskjellige gruppene bortsett fra antall	Ja, ingen signifikant forskjell mellom de to gruppene
<b>Ble gruppene behandlet likt bortsett fra tiltaket som ble evaluert?</b>	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
<b>Er effektene av tiltakene omfattende rapportert?</b>	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
<b>Er presisjon rundt effektestimater rapportert?</b>	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja?
	Gjennomsnitt (SD), CI og p-verdi	Gjennomsnitt (SD), CI og p-verdi	Gjennomsnitt (SD) og p-verdi	Gjennomsnitt (SD) og p-verdi	Gjennomsnitt (SD) og p-verdi
<b>Veier fordelene ved tiltaket opp for</b>	Uklart	Uklart	Uklart	Uklart	Uklart

<b>bivirkninger og kostnader?</b>					
<b>Kan resultatene overføres til din praksis?</b>	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
<b>Er tiltaket i studien bedre enn dagens praksis?</b>	Uklart	Uklart	Uklart	Uklart	Uklart

### 3.6 Metoderefleksjon

Ettersom dette er en litteraturstudie, og vår erfaring med søk i databaser er begrenset, vil dette muligens være en svakhet når det kommer til søk, analyse og tolkning av resultater. Til tross for begrenset erfaring, kan det vises til søknadsprosessen hvor RCT først var inkludert i søkene og inklusjonskriteriene. Etter få fullgode RCT-resultater ble søket tilpasset til å ikke inneholde et spesifikt studiedesign. En styrke i denne prosessen er at resultatene fortsatt ble begrenset til å inneholde randomisering og gruppefordeling, selv om de ikke trengte å inneholde en kontrollgruppe uten tiltak. De fem studiene som ble inkludert er dermed vurdert på samme måte som en RCT med tilhørende sjekklister, men endte naturligvis opp med noe lavere kvalitet. Noe som kan være en svakhet for oppgaven er at det som nevnt i kapittel 3.1 ikke var mulig å finne studier som hadde skadeforekomst som utfallsmål, hvilket gjør det vanskeligere å vurdere den faktiske graden av skadeforebygging som potensielt kommer av kryoterapi.

Analysing av statistikk og resultater har også vært noe utfordrende ettersom alle artiklene er skrevet på engelsk med egen fagterminologi og forkortelser som skal forstås for å kunne gjøre en tolkning. Det er også verdt å nevne at det oppleves lite utfordrende for oss å forstå det allmenne engelskspråket og dets formuleringer, og med utgangspunkt i dette er det på lik linje med det norske språket tatt med i inklusjonskriteriene. På bakgrunn av dette er det blitt benyttet ordbøker og synonymordbøker underveis i arbeidet for å kunne danne et så riktig bilde av artiklene og deres resultater som mulig.

## 4. Resultat

Under presenteres de fem studiene kort i form av hensikt, deltagere, metode, resultater og konklusjon. Alle har utfallsmål som er bygget opp rundt effekten av kryoterapi sammenlignet med et annet tiltak eller kontrollgruppe. For å svare på problemstillingen skal det som nevnt over vises til effekt med hensyn til subjektive opplevelser eller biomarkører, jf. søkelogg (bl.a. tabell 4.: PubMed søk 12-27). Noen av studiene har også med utfallsmål rundt prestasjon og styrke-/krafttester, men ettersom oppgaven er avgrenset til søkene, vil ikke disse utfallsmålene bli vektlagt i kapittel 5. Forskjeller i verdier hvor  $p > 0.05$  vil ikke merkes i tabeller slik som statistisk signifikante forskjeller med  $p < 0.05$ , og dermed ikke tillegges vekt.



#### 4.1 Ascensão et al. (2011)

##### Hensikt

Vurdere effektene av én enkelt økt med CWI eller TWI etter en kamp, med tanke på muskelskade og -dysfunksjon hos fotballspillere. Måling av effekt skjer innen 30 minutter, 24 timer og 48 timer etter kampslutt, med baselineverdier målt før kamp.

##### Inklusjonskriterier

Ingen klare inklusjonskriterier utover at deltagerne skal være mannlige fotballspillere.

##### Eksklusjonskriterier

Målvaktene ble ekskludert fra studien.

##### Metodisk oversikt

Tabell 10.: Utvalg Ascensão et al. (2011)

<b>Avklaringer</b>	Varighet: 16 dager Statistisk signifikant forskjell: $p < 0.05$ Gjennomføring: én fotballkamp
<b>Deltagere</b>	Antall: 20 menn fra 16-19 år Nivå: juniorspillere fra to klubber i portugisisk «Primeira Liga»
<b>Intervensjon</b>	10 minutters intervensjon rett etter kamp med vann opp til hoftekammen CWI: 10 °C (med isbiter) TWI: 35 °C
<b>Randomisering</b>	Uklart hvordan randomiseringen foregikk. Ingen signifikant forskjell mellom gruppene.
<b>Blinding</b>	Ikke beskrevet
<b>Frafall</b>	Ingen

##### Utfallsmål

Det ble gjort målinger av subjektive opplevelser, biomarkører og fysiske tester før kampen, 30 minutter, 24 og 48 timer etter intervensjonen. DOMS-spørreskjema med 0-10 skala fra «fravær av stølhets» til «veldig intens stølhets». Blodprøver med måling av myoglobin, kreatinkinase (CK) og C-reaktivt protein (CRP). Prestasjonstestene som ble gjennomført var

ordinære knebøy-hopp (SJ) og «counter movement jump» (CMJ) målt på Bosco-matte, 20 meter sprint målt med fotoceller, samt maksimal isometrisk kraft av quadriceps (IVC) med knær flektert til 90 grader. Utover dette ble deltagerne veiet før og etter kamp for å måle væsketap via svette, i tillegg til at væskeinntak ble notert.

## Resultater

Resultatene presenteres i gjennomsnitt, standardavvik og standardfeil i studien. Det er blitt gjort analyse av varians (ANOVA) for å måle forskjeller mellom tiltakene over tid.

Resultatene i studien er gitt i figurer uten presis informasjon om verdier. Dette gjør det vanskelig å gjengi ulike verdier i et presist og oversiktlig format. Derfor anses det nødvendig med en kort gjengivelse i tekstformat, begrenset til kun statistisk signifikante funn hvor  $p < 0.05$ .

CK økte ved 30 minutter, 24 og 48 timer etter kampslutt for begge grupper. Økningen var større for TWI-gruppen ved 24 og 48 timer sammenlignet med CWI-gruppen.

Myoglobinnivået økte også i begge grupper ved 30 minutter etter kampslutt, med større økning i TWI-gruppen. CRP konsentrasjonen økte for begge grupper ved 30 minutter og 24 timer etter kampslutt, hvor TWI-gruppen økte mer enn CWI-gruppen ved begge tidspunkt.

Det ble observert en statistisk signifikant forskjell i «squat jump» ved 24 timer for TWI-gruppen. «Countermovement jump» ble redusert ved 24 og 48 timer i TWI-gruppen, men kun ved 24 timer i CWI-gruppen. Signifikante reduksjoner i maksimal voluntær kontraksjon av quadriceps ble observert i TWI-gruppen ved 24 og 48 timer, og i CWI-gruppen ved 48 timer. Det ble observert signifikant større styrke i quadriceps ved 24 timer for CWI-gruppen sammenlignet med TWI-gruppen.

Økninger i «delayed onset muscle soreness» skjedde ved 30 minutter, og igjen ved 24 timer, for quadriceps, hamstrings og leggmusklene. CWI-gruppen hadde kun en signifikant reduksjon sammenlignet med TWI-gruppen i quadriceps og leggmuskler ved 24 timer, og i adduktormuskulatur ved 30 minutter.

**Konklusjon**

Denne studien mener at videre forskning trengs for å teste fordeler og ulemper av kjølingseffekt etter trening, spesielt rettet mot molekylære mekanismer relatert til muskeltilheling. Den konkluderer med at resultatene antyder at kryoterapi utført som én økt med CWI etter en fotballkamp er effektivt for å redusere noen biokjemiske, funksjonelle og persepsjonelle markører av muskelskade.

## 4.2 Rupp et al. (2012)

### Hensikt

Undersøke bruken av CWI som en restitusjonsmetode på prestasjonsestimater som vanligvis brukes på elitefotballspillere, samt effekten på opplevd fatigue i bena.

### Inklusjonskriterier

Fotballspillere som aktivt trente og konkurrerte med laget mens testingen foregikk.

### Eksklusjonskriterier

Skader i underekstremitetene som har hindret full deltagelse ila. de siste seks ukene, historikk med kuldesensitivitet eller redusert sensibilitet i hud, eller åpne sår på underekstremitetene.

### Metodisk oversikt

Tabell 11.: Utvalg Rupp et al. (2012)

<b>Avklaringer</b>	Varighet: 48 timer Statistisk signifikant forskjell: $p < 0.05$ Gjennomføring: YIRT før og 48 timer etter første intervensjon
<b>Deltagere</b>	Antall: 13 menn og 9 kvinner fra 18-20 år. Alle blir blandet og kjønnsforskjeller tillegges ingen vekt. Nivå: førstedivisjon i «collegiate soccer»
<b>Intervensjon</b>	Én intervensjon etter første testing av YIRT, RPE, CMVJ og PF, for så en ny intervensjon 24 timer etter den første. CWI (n=12): 15 minutter med 12 °C vann opp til umbilicus Kontroll (n=10): 15 minutter i romtemperatur
<b>Randomisering</b>	Randomisert via forseglet konvolutt. Ingen signifikante forskjeller mellom gruppene.
<b>Blinding</b>	Deltagere ikke blindet, men forskere som gjennomførte alle tester var blindet.
<b>Frafall</b>	Ingen

### Utfallsmål

Målingene som ble gjort var delt i prestasjonsmål og opplevd fatigue (PF). «Yo-yo intermittent recovery test» (YIRT) og countermovement vertical jump (CMVJ) målte prestasjon. PF i bena ble målt ved bruk av visuell analog skala (VAS), og var en 10 cm horisontal linje med venstre ende som «ikke sliten i det hele tatt» og høyre ende som «veldig sliten». «Rating of perceived exertion» (RPE) ble også notert ved bruk av Borgs skala. Testing av PF og CMVJ ble gjort før første intervensjon, etter 24 timer og 48 timer. YIRT ble kun gjennomført før første intervensjon og etter 48 timer, og RPE ble målt like etter begge gjennomføringene av YIRT.

### Resultater

Resultatene presenteres i gjennomsnitt og standardavvik i studien, samt noen steder konfidensintervall. Det er blitt gjort analyse av varians (ANOVA) og analyse av data ved bruk av SPSS. Resultatene presenteres i tabell under for en mer oversiktlig gjennomgang.

Tabell 12.: Resultater Rupp et al. (2012)

Utfallsmål	Oppstart		Like etter første YIRT		24 timer		48 timer	
	CWI	Kont.	CWI	Kont.	CWI	Kont.	CWI	Kont.
<b>CMVJ (cm):</b>								
Gjennomsnitt±	64.7	64.4	65.5	67.4	63.7	63.0	63.7	62.4
SD	±11.7	±10.7	±10.0 <sup>(a)</sup>	±12.3 <sup>(a)</sup>	±9.8 <sup>(b)</sup>	±10.4 <sup>(b)</sup>	±8.8 <sup>(b)</sup>	±10.4 <sup>(b)</sup>
<b>YIRT (m):</b>								
Gjennomsnitt±	5173	4904	-	-	-	-	5288	4900
SD	±857	±887					±1000	±884
CI	-0.54 til 1.15	-0.54 til 1.15	-	-	-	-	-0.44 til 1.26	-0.44 til 1.26
<b>RPE:</b>								
Gjennomsnitt±	-	-	19.7	19.7	-	-	19.9	19.9
SD			±0.77	±0.77			±0.43	±0.43
CI	-	-	-0.54 til 1.14	-0.54 til 1.14	-	-	-1.24 til 0.46	-1.24 til 0.46
<b>PF (cm):</b>								
Gjennomsnitt±	-	-	4.9	5.6	4.4	5.6	9.3	9.4
SD			±2.3	±1.9	±1.9	±2.8	±0.61	±0.51
CI	-	-	-0.52 til 1.17	-0.52 til 1.17	-0.34 til 1.36	-0.34 til 1.36	-0.66 til 1.02	-0.66 til 1.02

**CMVJ:** svikthopp, **YIRT:** yo-yo intermittent recovery test, **RPE:** grad av opplevd anstrengelse, **PF:** opplevd utmattelse.

<sup>(a)</sup> $p < 0,05$  = signifikant forskjell fra Oppstart, <sup>(b)</sup> $p < 0,05$  = signifikant forskjell fra «Like etter første YIRT», <sup>(c)</sup> $p < 0,05$  = signifikant forskjell fra 24 timer

<sup>(\*)</sup> $p < 0,05$  = signifikant forskjell fra kontrollgruppe

**Konklusjon**

Studien konkluderer med at CWI umiddelbart og 24 timer etter påført fatigue for fotballspillere på collegenivå ikke påvirker påfølgende fysiske prestasjonsestimater. Forfatterne skriver at dataene som fremkommer i studien tyder på at dersom det er mulig med 48 timer restitusjon mellom konkurranser så ser det ut som CWI ikke bedrer følgende prestasjon. Det konkluderes videre med at bruk av CWI over en hel sesong ikke er mulig å adressere utfra denne studien grunnet studiens varighet på 48 timer og to intervensjoner med CWI.

### 4.3 Russell et al. (2017)

#### Hensikt

Undersøke fysiologiske, prestasjons- og perseptuelle effekter over 24 timer etter en gjennomføring av «Whole Body Cryotherapy» (WBC) like etter en treningsøkt med repetert sprint for profesjonelle fotballspillere. Studien har randomisert kontrollert «crossover» design.

#### Inklusjonskriterier

Ingen inklusjonskriterier er oppgitt utover at spillerne var fra det utvalgte fotballaget.

#### Eksklusjonskriterier

Ingen eksklusjonskriterier er oppgitt.

#### Metodisk oversikt

Tabell 13.: Utvalg Russell et al. (2017)

<b>Avklaringer</b>	Varighet: 24 timer x 2 med 7 dagers mellomrom Statistisk signifikant forskjell: $p \leq 0.05$ Gjennomføring: 15 x 30 meter sprint
<b>Deltagere</b>	Antall: 14 menn fra 17-21 år Nivå: akademi i en Engelsk Premier League klubb
<b>Intervensjon</b>	WBC 10 minutter: skulle gjennomføres innen 20 minutter etter sprintene. Påkledd med sokker, shorts, sko, hansker, maske og lue. 30 sekunder i -60 °C, 120 sekunder i -135 °C. Sitte ca. 95 minutter i samme rom som kontrollgruppe. Kontroll: Ca. 110 minutter i ca. 25 °C.
<b>Randomisering</b>	Randomisert, men står ikke noe om prosedyre. Står heller ikke karakteristika om deltagerne i de to forskjellige gruppene.
<b>Blinding</b>	Ikke beskrevet
<b>Frafall</b>	Ingen



### Utfallsmål

Det ble gjennomført kapillær blodprøve og spyttprøve, «percieved muscle soreness» (PMS) og persepsjon av restitusjon ble undersøkt, i tillegg til at CMJ også ble testet. Dette ble gjennomført ved oppmøte til trening, umiddelbart etter, to timer etter og 24 timer etter sprintene. Det ble sett på verdier av laktat, CK, testosteron og kortisol. PMS av underekstremitetene ble vurdert på en 7-poengs Likert-skala, mens persepsjon av restitusjon ble vurdert på en 10-poengs Likert-skala. CMJ ble målt ved «peak power output» (PPO).

### Resultater

Resultatene presenteres i gjennomsnitt og standardavvik. Analysene ble gjennomført ved bruk av SPSS, *t*-tester ble gjennomført samt analyse av varians (ANOVA). Verdier for kortisol og testosteron, og ratioen mellom disse er ikke oppgitt, men kun vist i figurer. Dermed presenteres de statistisk signifikante endringene hvor  $p \leq 0.05$  av disse i tekstformat, mens øvrige resultater presenteres i tabell under for mer oversikt. Statistisk signifikante endringer i tabellen er merket.

Testosteronkonsentrasjonen økte mer ved 2 ( $+32.5 \pm 32.3 \text{ pg}\cdot\text{ml}^{-1}$ ,  $+21 \pm 21\%$ ) og 24 ( $+50.4 \pm 48.9 \text{ pg}\cdot\text{ml}^{-1}$ ,  $+28 \pm 34\%$ ) timer for kryoterapigruppen sammenlignet med kontrollgruppen. Kortisolkonsentrasjonen ble redusert i begge grupper ved 2 timer etter trening.

Tabell 14.: Resultater Russell et al. (2017)

Utfallsmål	Før trening		Umiddelbart etter		2 timer		24 timer	
	Cryo	Kont.	Cryo	Kont.	Cryo	Kont.	Cryo	Kont.
<b>CMJ (PPO, W):</b>								
Gjennomsnitt±	4092	4151	3971	4004	4009	4055	4127	4089
SD	±466	±494	±482 <sup>(a)</sup>	±443 <sup>(a)</sup>	±406	±489	±468	±459
<b>Laktat (mmol·L<sup>-1</sup>):</b>								
Gjennomsnitt±	1.06	1.21	3.15	3.49	1.22	1.06	1.33	1.29
SD	±0.39	±0.40	±1.14 <sup>(a)</sup>	±1.29 <sup>(a)</sup>	±0.38	±0.31	±0.36	±0.46
<b>CK (μ·L<sup>-1</sup>):</b>								
Gjennomsnitt±	232	232	269	261	303	291	799	785
SD	±49	±44	±63 <sup>(a)</sup>	±53 <sup>(a)</sup>	±65 <sup>(a)</sup> (b)	±59 <sup>(a)</sup> (b)	±141 <sup>(a)</sup> ) (b) (c)	±129 <sup>(a)</sup> ) (b) (c)
<b>PMS (Likert-7):</b>								
Gjennomsnitt±	1 ±1	1 ±1	3 ±2 <sup>(a)</sup>	3 ±2 <sup>(a)</sup>	1 ±1	2 ±1	2 ±2	2 ±2
SD								
<b>Restitusjon (Likert-10):</b>								
Gjennomsnitt±	7 ±2	6 ±2	4 ±2 <sup>(a)</sup>	3 ±2 <sup>(a)</sup>	7 ±2	6 ±2	6 ±3	6 ±2
SD								

**CMJ:** svikthopp, **PPO:** makskraft, **CK:** kreatinkinase, **PMS:** opplevd muskelstølhet.

<sup>(a)</sup> $p < 0,05$  = signifikant forskjell fra «Før trening», <sup>(b)</sup> $p < 0,05$  = signifikant forskjell fra «Umiddelbart etter», <sup>(c)</sup> $p < 0,05$  = signifikant forskjell fra «2 timer», <sup>(\*)</sup> $p < 0,05$  = signifikant forskjell fra kontrollgruppe

**Konklusjon**

Én WBC-behandling medførte høyere testosteronnivåer 24 timer etter sprinttrening sammenlignet med passiv restitusjon. Dette kan kobles til svekket inflammasjonsrespons ved trening, bedret søvnkvalitet de følgende 24 timene etter kuldeeksponering og muligens ha implikasjoner for påfølgende treningsmotivasjon, men dette er uklart. Forfatterne mener at WBC-behandling kan være en ergogen strategi for fotballspillere involvert i stor trenings- og kampbelastning. Et annet funn ved denne studien var at fotballspillerne som gjennomførte repetert sprinttrening som angitt over fikk en kortsiktig (opptil to timer) forbigående reduksjon i muskelfunksjon etter trening og forstyrrelser i sirkulerende CK-konsentrasjoner som krevde mer enn 24 timer for å returnere til baseline.

#### 4.4 Bouzid et al. (2018)

##### Hensikt

Formålet er å vurdere effektene av CWI etter en intermitterende test, i tillegg til hvordan det påvirker restitusjonskinetikk av fysiske prestasjoner, muskelskade og opplevd muskelstøhet hos profesjonelle fotballspillere.

##### Inklusjonskriterier

Forsvarere, midtbanespillere og angripere som var en del av det tunisiske seniorlaget som spiller i første divisjon av den tunisiske nasjonale seniorligaen.

##### Eksklusjonskriterier

Målvakter ble ekskludert.

##### Metodisk oversikt

Tabell 15.: Utvalg Bouzid et al. (2018)

<b>Avklaringer</b>	Varighet: 14 dager Statistisk signifikant forskjell: $p < 0.05$ Gjennomføring: Loughborough Intermittent Shuttle Test (LIST)
<b>Deltagere</b>	Antall: 8 menn fra 18-20 år Nivå: førstedivisjon i Tunisia
<b>Intervensjon</b>	Deltagerne gjennomførte LIST og benyttet seg deretter av CWI eller TWI. CWI: 10 minutter, 10 °C TWI: 10 minutter, 28 °C
<b>Randomisering</b>	Uklart hvordan randomiseringen foregikk. Ingen signifikant forskjell mellom gruppene.
<b>Blinding</b>	Ikke beskrevet
<b>Frafall</b>	Ingen

## Utfallsmål

Utfallsmålene i denne studien omfatter fysiske, biologiske og persepsjonelle parametere med testing ved baseline, 0, 24, 48 og 72 timer etter intervensjon. Fysiske er SJ (squat jump), CMJ (counter movement jump), MVC (maximal voluntary contraction of quadriceps) og 20 meter sprint. CK (kreatinkinase) ble målt gjennom blodprøver, mens det ved opplevd stølhet (percieved soreness) ble tatt i bruk en skala fra 0-10 hvor 0 representerer «fravær av stølhet» og 10 representerer «veldig intens stølhet»

## Resultater

Resultatene presenteres i gjennomsnitt og standardavvik i studien. ANOVA, Shapiro-wilk, og Levene test ble utført for å analysere varians av biokjemiske, fysiske og persepsjonelle data. Resultatene i studien er gitt i figurer uten fullstendig informasjon om verdier. Dette gjør det vanskelig å gjengi verdiene i en fullstendig tabell. Derfor ses det nødvendig med en kort gjengivelse i tekstformat, begrenset til kun statistisk signifikante funn hvor  $p < 0.05$ .

Reduksjon i «squat jump» for TWI-gruppen ble observert ved 0, 24, 48, og 72 timer, mens det for CWI-gruppen kun ble observert reduksjon ved 0 timer. «Squat jump» verdiene var kun lavere ved 0 timer for CWI-gruppen sammelignet med TWI-gruppen. «Countermovement jump» var redusert ved 24, 48 og 72 timer for TWI-gruppen, mens det ikke var noen endringer i «countermovement jump» for CWI-gruppen.

Maksimal voluntær kontraksjon av quadriceps var redusert ved 0 og 24 timer for begge grupper, mens TWI-gruppen også hadde reduserte verdier ved 48 timer. CWI-gruppen hadde en høyere verdi ved 24 og 48 timer, sammenlignet med TWI-gruppen.

Begge grupper hadde en økning i sprinttid ved 24 timer, mens TWI-gruppen også hadde en økning ved 48 timer.

Kreatinkinase-aktivitet økte ved 24 timer for begge grupper, og ved 0 og 48 timer for TWI-gruppen i tillegg. Det ble observert lavere verdier for CWI-gruppen sammenlignet med TWI-gruppen ved 0 og 24 timer. Opplevd stølhet hadde en økning for begge grupper ved 0 og 48 timer, mens TWI-gruppen også hadde en økning ved 24 timer. CWI-gruppen hadde lavere verdier ved 0, 24 og 48 timer sammenlignet med TWI-gruppen.

**Konklusjon**

Funnene fra denne studien støtter bruken av CWI for å forbedre restitusjonsprosessen hos profesjonelle fotballspillere. CWI-protokollen var fordelaktig i å hindre økning i muskelstørlhet og plasmaaktiviteten til CK, og i tillegg effektiviserte den restitusjonen av muskelfunksjonen sammenlignet med TWI over en 48-timers periode. Det er derimot sannsynlig at disse fordelaktige effektene på restitusjonen av fysisk prestasjon ikke relaterer seg til mindre muskelskade påført av CWI. Videre forskning som spisser seg inn mot molekylære mekanismer forbundet med muskelreparasjon trengs for å bedre kunne avklare mekanismene forbundet med denne mulige fordelene.

#### 4.5 Pooley et al. (2020)

##### Hensikt

Studien sammenligner CWI, active recovery (AR) og static stretching (SS) når det kommer til muskulær restitusjon etter fotballkamper hos unge elitespillere.

##### Inklusjonskriterier

Forsvarere, midtbanespillere og angripere som var en del av akademiet til den aktuelle «Premier League»-klubben.

##### Eksklusjonskriterier

Målvakter ble ekskludert. I tillegg ble spillernes intensitetsnivå målt og grensen for å bli inkludert i studien var minimum 80%. Opprinnelig var 24 deltagere aktuelle, men 2 var målvakter og 7 nådde ikke 80% intensitetsnivå.

##### Metodisk oversikt

Tabell 16.: Utvalg Pooley et al. (2020)

<b>Avklaringer</b>	Varighet: 3 x 80 minutter fotballkamper over ukjent tidsrom. Statistisk signifikant forskjell: $p < 0.05$ Gjennomføring: Tre fotballkamper á 80 minutter.
<b>Deltagere</b>	Antall: 15 gutter fra 15-17 år Nivå: Akademi i Engelsk Premier League
<b>Intervensjon</b>	Deltagerne gjennomførte 3 x 80 min fotballkamper og benyttet seg deretter av CWI, AR eller SS. CWI: 10 min nedsenkning til hoftekammen i $14 \pm 0,8$ °C AR: 10 min lavintensitetstrening på ergometersykkel med 80-100rpm SS: 2 x 15 sek tøyning av gastrocnemius, hamstrings, quadriceps, glutes, hoftefleksorer, adduktorer og abduktorer.
<b>Randomisering</b>	Uklart hvordan randomiseringen foregikk. Ingen signifikant forskjell mellom gruppene.
<b>Blinding</b>	Ikke beskrevet
<b>Frafall</b>	Ingen

**Utfallsmål**

PMS (percieved muscle soreness) eller opplevd muskelstølhet ble vurdert gjennom å bruke en skala fra 0,5 til 5 med streker på hver halve verdi. En biologisk faktor som CK ble óg tatt høyde for og målt ved blodprøve. De mer funksjonelle/fysiske parameterne omfattet CMJA og måling av omkrets av muskelødem tre forskjellige plasser på underekstremitetene (se under tabell 17.). Målingene ble gjort før, etter og 48 timer etter intervensjonen.

**Resultater**

Resultatene presenteres i gjennomsnitt og standardavvik i studien. Det er blitt gjort analyse av varians (ANOVA) og analyse av data ved bruk av SPSS. Tabellen under viser en oversiktlig sammenfatning av data.



Tabell 17.: Resultater Pooley et al (2020)

	Pre	Post	48 timer
<b>PMS (0,5-5)</b>			
SS	1,2 ± 0,2	4,1 ± 0,3 <sup>(a)</sup>	3,0 ± 0,3 <sup>(a) (b)</sup>
AR	1,6 ± 0,5	4,1 ± 0,2 <sup>(a)</sup>	2,3 ± 0,3 <sup>(a) (b) (*)</sup>
CWI	1,7 ± 0,5	4,0 ± 0,5 <sup>(a)</sup>	2,1 ± 0,4 <sup>(a) (b) (*)</sup>
<b>CK (ng/mL)</b>			
SS	2,8 ± 1,7	7,4 ± 2,2 <sup>(a)</sup>	5,5 ± 2,4 <sup>(a) (b)</sup>
AR	3,0 ± 1,0	7,5 ± 1,3 <sup>(a)</sup>	3,8 ± 1,0 <sup>(a) (b) (*)</sup>
CWI	3,2 ± 1,2	7,4 ± 2,9 <sup>(a)</sup>	3,2 ± 1,2 <sup>(b) (*)</sup>
<b>CMJA (cm)</b>			
SS	46,6 ± 6,4	40,7 ± 8,0 <sup>(a)</sup>	43,4 ± 7,2 <sup>(a) (b)</sup>
AR	44,8 ± 5,0	41,1 ± 4,1 <sup>(a)</sup>	44,4 ± 4,1 <sup>(b)</sup>
CWI	44,2 ± 5,3	40,2 ± 4,7 <sup>(a)</sup>	44,4 ± 5,2 <sup>(b)</sup>
<b>Oedema G1 (cm)</b>			
SS	26,2 ± 2,6	26,5 ± 2,6	26,9 ± 2,7
AR	25,2 ± 1,5	25,7 ± 1,4	25,6 ± 1,5
CWI	25,0 ± 1,7	25,6 ± 1,5	25,9 ± 2,0
<b>Oedema G2 (cm)</b>			
SS	35,7 ± 2,1	35,5 ± 2,0	35,6 ± 1,9
AR	34,7 ± 1,9	35,2 ± 1,9	34,9 ± 2,0
CWI	34,6 ± 2,0	35,0 ± 1,7	34,3 ± 1,8
<b>Oedema Q (cm)</b>			
SS	49,2 ± 4,0	50,1 ± 4,1	49,9 ± 4,0
AR	49,7 ± 2,6	50,3 ± 2,7	50,0 ± 2,8
CWI	49,3 ± 2,9	50,3 ± 3,0	49,6 ± 2,7

**PMS:** Opplevd muskelstøhet, **SS:** Statisk tøying, **AR:** Aktiv restitusjon, **CWI:** Kaldtvannsnedsenkning, **CK:** Kreatinkinase, **CMJA:** Svikthopp med armsving, **Oedema G1:** 1/3 av leggens lengde kalkulert med distansen fra den mediale tibiakondylen til Calcaneus, **Oedema G2:** 2/3 av leggens lengde kalkulert med distansen fra den mediale tibiakondylen til Calcaneus, **Oedema Q:** Området på øvre del av benet ble definert gjennom midtpunktet til avstanden mellom patella og spina iliaca anterior superior.

<sup>(a)</sup>p<0,05= signifikant forskjell fra Pre, <sup>(b)</sup>p<0,05= signifikant forskjell fra Post

<sup>(\*)</sup>p<0,05= signifikant forskjell fra SS, <sup>(#)</sup>p<0,05= signifikant forskjell fra AR

## **Konklusjon**

Resultatene fra denne studien viser at CWI og AR signifikant reduserer markører for muskelskade over en 48-timers periode, sammenlignet med konvensjonell SS. Funnene kan også tyde på at AR og CWI betraktelig forbedrer indikatorer for muskelskade etter konkurransepregede kamper. Verdiene av CK og CMJA 48 timer etter kamp kan indikere at CWI er en restitusjonsintervensjon som er å foretrekke over AR, men at det trengs mer forskning på dette. Det praktiske aspektet av CWI gjør at det kan være å foretrekke over AR-protokollen benyttet i denne studien når fotballag skal gjennomføre en restitusjonsintervensjon, i tillegg til å ta hensyn til de signifikante bedre funnene når man skal velge intervensjon.

## 5. Diskusjon

Hovedfunnet i vår oppgave er at det ikke var mulig å identifisere noen studier som tok for seg skader som utfallsmål. Et annet funn er at det ikke er vist noen negative effekter av kryoterapi sammenlignet med øvrige tiltak og kontrollgrupper når det kommer til de inkluderte utfallsmålene som omhandler potensielle risikofaktorer for skade. De inkluderte studiene sammenlignet enten CWI eller WBC opp mot en kontrollgruppe eller en gruppe utsatt for et annet tiltak som SS, AR eller TWI. Alle studiene inkluderte en form for måling av subjektivt velvære, enten det var opplevd stølhet, restitusjon eller fatigue. Fire studier inkluderte måling av biomarkører, mens Rupp et al. (2012) ikke vektla dette. Den potensielt fordelaktige effekten er derimot vanskelig å fastslå basert på de inkluderte studienes resultater, grunnet metodisk usikkerhet. Dette kapittelet tar for seg diskusjon av studienes metodiske kvalitet, samt en diskusjon av resultatene.

### 5.1 Metodediskusjon

Vurdering av validiteten, henholdsvis den interne og eksterne, kan si noe om studienes metodiske kvalitet. Den interne validiteten omhandler hvorvidt resultatene i studien er til å stole på, mens den eksterne validiteten omhandler overførbarheten av resultatene til den aktuelle populasjonen (Jamtvedt et al., 2015).

#### 5.1.1 Intern validitet

For å vurdere den interne validiteten er det sentralt å se på design, randomisering, blinding og frafall. Vurderingen svarer på hvorvidt utfall baserer seg på en årsakssammenheng eller om det er tilfeldigheter som avgjør, og det er ønskelig med førstnevnte for å sikre troverdighet (Johannessen, Tufte, & Christoffersen, 2016).

#### **Design**

Randomisering til intervensjons- og kontrollgruppe er det som ifølge Jamtvedt et al. (2015) beskytter best mot systematiske feil, og sikrer at de observerte effektene skyldes en intervensjon og ikke andre forhold. Alle studiene ble vurdert opp mot helsebibliotekets sjekkliste for RCT (Helsebiblioteket, 2016b) for å få en kvalitetssikret vurdering. Selv om RCT gjelder som gullstandard for effektstudier (Mills et al., 2007), er det kun to av studiene (Rupp et al., 2012; Russell et al., 2017) som kan tenkes å falle inn under studiedesignet RCT. De øvrige tre studiene inneholdt ikke kontrollgruppe, noe som er sentralt for RCT-studier,

men sammenlignet heller ulike tiltak med hverandre. Til tross for dette er det viktig å fremheve at det er vanlig praksis med hyppig bruk av ulike restitusjonstiltak (Zech & Wellmann, 2017). Vi ser dermed ikke på det å sammenligne ulike tiltak uten å ha kontrollgruppe som en stor svakhet, selv om kontrollgruppe er det som beskytter best mot systematiske feil.

### **Randomisering**

Randomisering øker sjansen for at gruppene som sammenlignes er tilsvarende like. Dermed burde gruppene være randomiserte, samtidig som det er ønskelig at de er like basert på blant annet kjønn, alder og baseline-score for å unngå systematiske forskjeller (Jamtvedt et al., 2015). I tråd med oppgavens oppgitte inklusjonskriterier inneholder samtlige studier randomisering, men Bouzid et al. (2018), Russell et al. (2017) og Ascensao, Leite, Rebelo, Magalhaes, & Magalhaes (2011) har ikke beskrevet randomiseringsprosessen. Pooley, Spendiff, Allen, & Moir (2020) randomiserte mellom CWI og AR på hjemmekamper, mens alle spillere gjennomførte SS på bortekamper. I studien til Rupp et al. (2012) ble randomiseringsprosessen beskrevet til å foregå ved forseglede konvolutter. Når det gjelder hvorvidt gruppene var like basert på karakteristika står det ikke noe informasjon om de ulike gruppene i Russell et al. (2017) og Rupp et al. (2012), mens de øvrige tre studiene viser til at det ikke foreligger signifikante forskjeller mellom dem ved baseline.

### **Blinding**

Blinding av personer i studier kan gjelde deltagerne, de som gir tiltaket og de som analyserer data (Jamtvedt et al., 2015). Dette antyder at om det ikke foreligger blinding kan data bli påvirket enten av rapportering, gjennomføring eller analysering. Ingen av studiene har klart å blinde deltagerne for tiltaket de gjennomfører. Studienes utfallsmål gjelder blant annet subjektive opplevelser, noe som kan bli påvirket av personenes tanker og følelser.

Tilstedeværelsen av en placebo-effekt er ikke utenkelig når deltagerne gjennomfører ulike tiltak uten blinding, noe som kan påvirke rapporteringen (Jamtvedt et al., 2015). Det er viktig å fremheve at et restitusjonstiltak som CWI eller WBC er utfordrende å gjennomføre samtidig som blinding av deltagerne ivaretas. Av alle studiene er det kun Rupp et al. (2012) som har oppgitt at den som ga tiltaket og den som analyserte data ble blindet, mens de øvrige ikke har nevnt noe om dette, hvilket ikke er optimalt.

## Frafall

Ingen av studiene har oppgitt frafall. Det kan tenkes at dette kommer av lavt deltagerantall, kort intervensjonsperiode og at samtlige deltagere er med på intervensjonen, ettersom fotballaget de spiller på er blitt utvalgt, noe som kan gi økt motivasjon og obligering til å fullføre intervensjonsperioden.

### 5.1.2 Ekstern validitet

Overførbarheten av resultatene til andre utvalg og situasjoner er med på å avgjøre den metodiske kvaliteten, og er kalt ekstern validitet (Jamtvedt et al., 2015). Dette omhandler at det aktuelle utvalget må være representativt for den øvrige populasjonen, som i denne oppgaven er profesjonelle fotballspillere.

Jo flere deltagere som er med i en studie, jo større er overførbarheten (Thomas, 2017), noe som kan være en begrensende faktor når det kommer til denne oppgaven, ettersom deltagerantallet i de inkluderte studiene varierer fra kun 8 (Bouزيد et al., 2018) til 22 (Rupp et al., 2012). Problemstillingen er heller ikke spisset inn mot kjønn, men de inkluderte studiene inneholder totalt 79 deltagere, hvorav kun én inneholder både kvinner og menn (Rupp et al., 2012), med totalt 9 kvinner. Denne studien rapporterte ikke resultatene separat for hvert kjønn, noe som gjør det vanskeligere å generalisere resultatene til fotballspillere med tanke på kjønn.

Alderen på de inkluderte deltagerne varierer fra 15 år (Pooley et al., 2020) til 21 år (Russell et al., 2017). Siden det ikke er uvanlig at fotballspillere er profesjonelle fra 15 årsalderen, anses det ikke som en svakhet med denne nedre alderen. Det hadde derimot vært foretrukket at den øvre alderen hadde vært noe høyere, ettersom det er mange som spiller profesjonelt godt inn i 30-årene.

Studiens eksklusjonskriterier er varierende, hvor tre av dem (Ascensao et al., 2011; Bouزيد et al., 2018; Pooley et al., 2020) ekskluderte målvaktene, én (Rupp et al., 2012) ekskluderte spillere med hensyn til skade, kuldesensitivitet, hudsensitivitet eller sår på underekstremitetene, og én (Russell et al., 2017) ikke har oppgitt eksklusjonskriterier. I tillegg ekskluderte Pooley et al. (2020) spillere med lavere intensitet enn 80% basert på tid spilt i løpet av de tre kampene. Disse varierende eksklusjonskriteriene gjør det noe usikkert rundt deltagerens tilstand og homogenitet, som videre kan svekke overførbarheten. De utformede

inklusions-/eksklusionskriteriene vi har i denne oppgaven, sikrer dog noe overførbarhet til den aktuelle populasjonen relatert til problemstillingen, særlig inklusionskriteriet om minimum «academy» eller «collegiate» nivå.

## 5.2 Resultatdiskusjon

De inkluderte utfallsmålene som er fastsatt basert på teorien i kapittel 2, som også er å finne i studiene, gjennomgås én etter én. Noen av utfallsmålene er inkludert i flere studier, noen er kun å finne i enkelte av dem, mens noen ikke er inkludert i studiene. Utfallsmålene vi har valgt å inkludere er opplevd fatigue, opplevd persepsjon av restitusjon, grad av opplevd anstrengelse (RPE), opplevd muskelstølheth (PMS), myoglobin, kreatinkinase, testosteron og kortisol. Utfallsmål rundt prestasjon og styrke/kraft er avgrenset til å ikke være inkludert i oppgaven.

### 5.2.1 Utfallsmål inkludert i én studie

Opplevd fatigue (PF) er kun nevnt i studien til Rupp et al. (2012). Det observeres at verdiene for begge grupper (CWI og kontroll) oppgitt i tabellen, øker særlig fra 24 timer til 48 timer, men denne endringen er ikke statistisk signifikant. Disse resultatene kan dermed ikke tillegges vekt.

Grad av opplevd anstrengelse (RPE) er også bare nevnt i Rupp et al. (2012). Her er det ingen stor endring mellom de to tidspunktene RPE er vurdert, like etter første YIRT og 48 timer etter første, og endringene er heller ikke statistisk signifikante. Igjen kan ikke resultatene til Rupp et al. (2012) vektlegges.

Persepsjon av restitusjon er nevnt i Russell et al. (2017). Det er oppgitt en statistisk signifikant endring for begge grupper (WBC og kontroll) umiddelbart etter trening sammenlignet med verdiene før trening. Her observeres det en reduksjon av opplevd restitusjon umiddelbart etter trening, noe som kan virke naturlig ettersom det har blitt gjennomført en tung treningsøkt med repetert sprint. Verdiene går så tilbake til baselineverdier for begge grupper, men ingen av endringene her er oppgitt som statistisk signifikante. Vurdering av en eventuell fordelaktig effekt av kryoterapi på dette utfallsmålet er ikke mulig å konstatere ettersom det ikke er noen gruppeforskjeller, og det er heller ikke nevnt i andre studier enn Russell et al. (2017).

Verdier av myoglobin er kun blitt nevnt av Ascensao et al. (2011). I resultatene av denne studien kommer det frem at begge grupper (CWI og TWI) har økning av myoglobinnivået 30 minutter etter kamp, hvor intervensjonen også er blitt gjennomført. Deltagerne som gjennomførte TWI hadde større økning i myoglobinnivået sammenlignet med de som gjennomførte CWI. Disse verdiene er statistisk signifikante og trekker dermed i favør CWI når det kommer til myoglobinnivå 30 minutter etter aktivitet. Dette fordi lavere myoglobinnivå er assosiert med bedre restitusjon og muskelstatus ifølge Lee et al. (2017). Det er dog ingen andre av de inkluderte studiene som nevner dette utfallsmålet, noe som gjør det vanskelig å sammenligne og tillegge dette resultatet stor vekt da deltagerantallet også er lavt ( $n = 20$ ).

Utfallsmålet som omhandler testosteronnivå er kun oppgitt av Russell et al. (2017). Her kommer det frem i resultatene at det er statistisk signifikant forskjell mellom gruppene (WBC og kontroll) ved to og 24 timer etter trening. Gjennomsnittene og standardavvikene oppgitt for kryoterapigruppen indikerer en økning på samtlige deltagere på minimum  $0.2 \text{ pg} \cdot \text{ml}^{-1}$  og  $1.5 \text{ pg} \cdot \text{ml}^{-1}$  ved to og 24 timers målinger. I henhold til det Lee et al. (2017) hevder vil dette være tegn i favør proteinsyntese og redusert proteinnedbrytning. Til tross for statistisk signifikante endringer som støtter kryoterapi ved to og 24 timer, er det kun denne studien som har vurdert testosteron, samtidig som deltagerantallet er relativt lavt ( $n = 14$ ). Vi ser det derfor vanskelig å trekke noen konklusjoner rundt testosteron basert på ovennevnte resultater.

Testosteronets «antagonist», kortisol, er nevnt i én studie (Russell et al., 2017). Verdiene av kortisol ble redusert i begge grupper (WBC og kontroll) to timer etter trening, hvor disse endringene var statistisk signifikante. Det er derimot ingen gruppeforskjell mellom kryoterapi- og kontrollgruppe med tanke på kortisolnivå to timer etter trening, hvilket gjør at det utfordrende å konkludere med noe bedre effekt av tiltaket på kortisolnivåer.

### 5.2.2 Utfallsmål inkludert i flere studier

Fire av de inkluderte studiene (Ascensao et al., 2011; Bouzid et al., 2018; Pooley et al., 2020; Russell et al., 2017) tar for seg utfallsmålene opplevd stølhet (PMS) og kreatinkinase (CK). To av disse (Ascensao et al., 2011; Bouzid et al., 2018) sammenligner CWI og TWI, én (Russell et al., 2017) sammenligner WBC med en kontrollgruppe og én (Pooley et al., 2020) ser på forskjellene mellom statisk tøying, aktiv restitusjon og CWI. Denne graden av varians av tiltak benyttet i studiene, hvor kun to av dem er like (Ascensao et al., 2011; Bouzid et al.,

2018) og bare én inneholder en kontrollgruppe (Russell et al., 2017), gjør det vanskelig å komme frem til et legitimt svar basert på diskusjonen rundt dette. Vi har likevel forsøkt å sammenfatte funnene på en systematisk og oversiktlig måte, og diskutert rundt de ulike faktorene som har påvirket resultatene.

Ascensao et al. (2011) kom frem til en statistisk signifikant økning i CK for begge grupper ved alle målinger, mens økningen var større for TWI-gruppen ved 24 og 48 timer sammenlignet med CWI-gruppen. Dette støttes av Bouzid et al. (2018) som så statistisk signifikant endring for begge grupper ved 24 timer, men hvor TWI-gruppen hadde en økning ved 0 og 48 timer også. Verdiene for CWI-gruppen var statistisk signifikant lavere enn TWI-gruppen ved 0 og 24 timer. Dette trekker i samme retning, særlig ved 24 timer, selv om resultatene ikke er identiske når det sees på henholdsvis 0 timer, 30 minutter og 48 timer etter aktivitet. Prosedyrene var noe forskjellig ettersom deltagerne i studien til Ascensao et al. (2011) spilte én fotballkamp og gjennomgikk CWI opp til hoftekammen i 10 °C eller TWI i 35 °C i 10 minutter. Prosedyrene til Bouzid et al. (2018) var å gjennomføre løpetesten LIST for så å gjennomføre CWI eller TWI i 10 °C eller 28 °C i 10 minutter. Her observeres det forskjeller både i intervensjonsprosedyrene med 28 °C i TWI sammenlignet med 35 °C, samt aktiviteten som gjennomføres pre-intervensjon. Dette bidrar til en viss usikkerhet til sammenlignbarheten mellom studiene, selv om resultatene peker i noenlunde samme retning.

Tiltaket som blir vurdert i Russell et al. (2017) er WBC. Dette blir sammenlignet opp mot en kontrollgruppe, noe som ikke er å se i de andre tre studiene som har inkludert CK. Det er ikke observert noen statistisk signifikante forskjeller mellom gruppene, men det er observert statistisk signifikante endringer basert på tid for begge gruppene, noe som kan indikere at det ikke er noen fordeler med WBC sammenlignet med kontrollgruppen på CK-verdier i denne studien. Til forskjell fra de to ovennevnte studiene ble deltagerne i denne studien utsatt for vesentlig lavere temperaturer (ned til -135 °C), men dog via luft, i tillegg til at kontrollgruppen ikke fikk noe tiltak og satt i ro. Prosedyrene for aktiviteten før intervensjonen er også annerledes ettersom det var 15 x repetert sprint á 30 meter. Studiens resultater er dermed mer utfordrende å sammenligne med de andre studiene.

Pooley et al. (2020) har sett på tre forskjellige intervensjoner; SS, AR og CWI, hvor sistnevnte er den eneste som er kjent fra noen av de andre studiene. Til tross for at resultatene tilsier statistisk signifikante fordelaktige verdier av CK for AR og CWI ved 48 timer etter



aktivitet sammenlignet med SS, er det vanskelig å sammenligne disse verdiene med de andre studienes resultater. Alle gruppene viste dog statistisk signifikante endringer i CK-verdier fra pre- til post- og 48 timer etter aktivitet, bortsett fra CWI-gruppen som ved 48 timer ikke viste noen statistisk signifikante endringer fra pre-målingene, noe SS- og AR-gruppen viste. Denne observasjonen gir noe styrke til argumentasjonen for CWI sammenlignet med SS og AR. Argumentene i denne studien begrenses til å omhandle CWI sammenlignet med SS og AR, og ikke sammenlignet med TWI eller kontroll. Denne studien har også ulikheter når det kommer til prosedyrene, ettersom det ble gjennomført kamper av 80 minutter som aktivitet før hver intervensjon, tre ganger. CWI-intervensjonen er noe annerledes enn i de øvrige studiene som omhandler CWI siden deltagerne blir utsatt for noe varmere vann, henholdsvis  $14 \pm 0,8$  °C sammenliknet med 10 °C i Ascensao et al. (2011) og Bouzid et al. (2018).

Alle disse fire studiene (Ascensao et al., 2011; Bouzid et al., 2018; Pooley et al., 2020; Russell et al., 2017) viser en økning i CK over tid for alle grupper sammenlignet med måling før aktivitet, noe som kan anses naturlig ettersom påkjennende aktivitet vil føre til muskelnedbrytning og dermed utskillelse av CK i blodet (Lee et al., 2017). Selv om alle de fire studiene inneholder forskjellige tiltak og prosedyrer, som gjør det vanskelig å trekke konkrete slutninger mellom dem, har ikke kryoterapi i de respektive studiene vist seg å være mindre fordelaktig enn de øvrige tiltakene. I tre av studiene (Ascensao et al., 2011; Bouzid et al., 2018; Pooley et al., 2020) hadde kryoterapigruppene lavere verdier av CK enn gruppene utsatt for andre tiltak ved ulike tidspunkt, henholdsvis 0, 24 og 48 timer etter aktivitet. Inkonsistente resultater i tid gjør det noe vanskelig å konkludere med hvilke tidspunkt CK reduseres ved, men basert på nevnte resultater mener vi at kryoterapi ikke har negativ virkning på CK sammenlignet med de øvrige tiltakene nevnt i studiene. Dette kan indikere at restitusjonen ikke blir redusert ved bruk av kryoterapi, om mulig det motsatte, ettersom høyere verdier av CK assosieres med redusert restitusjon eller overtrening (Lee et al., 2017). En systematisk oversikt av Dupuy, Douzi, Theurot, Bosquet, & Dugué (2018) støtter disse resultatene ved å fremheve at kryoterapi har reduserende effekt på CK-nivåer ved bruk av CWI, mens det ved bruk av WBC er uklare effekter. Det menes derimot i denne systematiske oversikten at det ved flere gjentatte WBC-behandlinger i serie kan foreligge bedre effekt, men det er ikke gjort nok forskning på dette.

Ascensao et al. (2011) kom frem til resultater som viste at PMS økte ved 30 minutter og 24 timer etter aktivitet for quadriceps, hamstrings og leggmuskulatur for begge grupper. Det var

dog statistisk signifikant reduksjon hos CWI-gruppen sammenlignet med TWI-gruppen for quadriceps og leggmuskulatur ved 24 timer, og for adduktormuskulatur ved 30 minutter, hvilket trekker noe i favør CWI-gruppen. Bouzid et al. (2018) kom derimot frem til at TWI-gruppen hadde en økning i PMS ved alle målinger, mens CWI-gruppen kun hadde økning ved 0 og 48 timer. CWI-gruppen hadde statistisk signifikante lavere verdier enn TWI-gruppen ved 0, 24 og 48 timer etter aktivitet. Positivt for sammenligningsgrunnlaget mellom disse studiene er at begge målingene er basert på 0-10 skalaer.

Resultatene for PMS i Russell et al. (2017) viser ingen statistisk signifikante forskjeller mellom WBC- og kontrollgruppen, mens begge grupper viser en statistisk signifikant endring fra baseline til umiddelbart etter aktivitet som eneste endring i PMS-målinger. Skalaen benyttet i denne studien er 7-poengs Likert-skala, noe som ikke er blitt benyttet i de øvrige studiene. Sammenligningsgrunnlaget for endringer i PMS mellom gruppene vil ikke være særlig påvirket av denne andre formen for målingsskala ettersom det ikke er noen statistisk signifikante endringer mellom WBC og kontroll i denne studien.

Pooley et al. (2020) har vist like endringer av PMS for AR og CWI ved alle målinger. AR og CWI har vist å ha statistisk signifikante lavere verdier ved 48 timer sammenlignet med SS. Alle gruppene viser statistisk signifikante endringer fra pre- til post-trening, og fra post- til 48 timer etter trening. Målingene er gjennomført med en 10 punkts-skala med verdier fra 0,5 til 5. Denne anses, til tross forskjellig utforming, som noe sammenlignbar til den mer tradisjonelle 0-10 skalaen benyttet i Ascensao et al. (2011) og Bouzid et al. (2018).

Delayed onset muscle soreness (DOMS) kan oversettes til forsinket start av muskelstølheth. Vurderingen av graden av muskelstølheth er subjektiv, noe som opplevd muskelstølheth (PMS) kan sies å være. Slike målinger som gjelder subjektivt velvære er ifølge McCall et al. (2016) det nest beste monitoreringsverktøyet for skaderisiko. Godt subjektivt velvære, altså lavere opplevd muskelstølheth, er dermed ønskelig for å se lavere skadeforekomst. Resultatene rundt dette er ikke entydige, verken i lys av endring over tid eller hvilket tidspunkt de statistisk signifikante endringene mellom gruppene finner sted. Ascensao et al. (2011) og Bouzid et al. (2018) har begge vist reduksjon i PMS for kryoterapigruppene ved umiddelbart etter og 24 timer etter intervensjon, mens Bouzid et al. (2018) også har, i tillegg til Pooley et al. (2020), vist reduksjon ved 48 timer sammenlignet med de øvrige gruppene med TWI, AR eller SS. Det er vanskelig å konstatere noe rundt kryoterapi og PMS når det kommer til restitusjonstid

sammenlignet med sammenligningsgruppene. En styrke for sammenligningen av studienes resultater er derimot at dersom det er statistisk signifikante endringer av PMS-verdier, trekker disse i favør kryoterapi. Dette viser at kryoterapi ikke har en negativ innvirkning på opplevd stølheth etter aktivitet når det tas utgangspunkt i de nevnte studienes resultater. Tatt Dupont et al. (2010) og Mohr et al. (2016) i betraktning er dette gode resultater i favør kryoterapi med tanke på muskelstølheth når det sees på risiko for skadeforekomst, ettersom det ifølge dem er en sammenheng mellom økt muskelstølheth, tett kampprogram og påfølgende risiko for skade. Det er blitt vist i en systematisk oversikt (Machado et al., 2016), dog med usikker metodisk kvalitet av inkluderte studier, at CWI har bedre effekt på DOMS enn passiv behandling. I denne systematiske oversikten konkluderes det også med at 11-15 minutter i 11-15 °C er det mest optimale, noe som også kan antas å støtte funnene i denne oppgaven.

Målingene i studiene kan også sammenlignes ettersom de benyttede skalaene der det er statistisk signifikante endringer (Ascensao et al., 2011; Bouzid et al., 2018; Pooley et al., 2020) er 10-punktskala eller 0-10 skalaer. Som ovennevnt er det sentralt å presisere variansen av prosedyrer mellom de fire ulike studiene (Ascensao et al., 2011; Bouzid et al., 2018; Pooley et al., 2020; Russell et al., 2017), noe som kan påvirke resultatenes troverdighet, særlig når de sammenlignes.

## 6. Konklusjon

Hensikten med denne litteraturstudien var å vurdere den skadeforebyggende effekten hos fotballspillere ved bruken av kryoterapi. Det var ikke mulig å identifisere noen studier som tok for seg skader som utfallsmål, hvilket gjør at vi ikke kan svare presist på problemstillingen vedrørende skadeforebyggende effekt. De inkluderte studiene tok for seg mange forskjellige utfallsmål, hvor kun to av våre inkluderte utfallsmål ble gjentatt i flere av dem. Studiedesignene og tiltakene som ble vurdert tilsvarte heller ikke hverandre, noe som ga utfordringer med å sammenligne resultatene fra de forskjellige studiene. Totalt sett var det få deltagere inkludert, i tillegg til at kvinner kun var inkludert i én av studiene (Rupp et al., 2012). I denne studien ble resultatene formulert uavhengig av kjønn. Disse observasjonene tyder på svakheter og varierende grad av metodiske kvaliteter og egenskaper. Vi ønsker dermed å se ytterligere forskning på feltet med større antall deltagere, som inkluderer like mange kvinner som menn, og som følger deltagerne over tid, samt ha et RCT-design med skade som hovedutfallsmål.

For å forsøke å svare på om bruken av kryoterapi kan virke som et effektivt skadeforebyggende tiltak for fotballspillere, kan det med bakgrunn i studienes resultater konkluderes med at det ikke er noen negative effekter av kryoterapi på de inkluderte utfallsmålene sammenlignet med andre tiltak eller kontrollgrupper. Det er utfordrende å konkludere med hensyn til utfallsmålene som ikke er nevnt i flere studier, ettersom det ikke er tilgjengelige resultater i de øvrige studiene for å kunne sammenligne med de aktuelle resultatene nevnt i én studie. Diskusjonen rundt de ulike studienes resultater av både PMS og CK trekker i retning av å vise positiv effekt for reduksjon potensielle risikofaktorer for skade, sammenlignet med øvrige tiltak og kontrollgrupper. Tiltakets mulige effekt indikerer at det potensielt sett er mer effektivt jo tettere kampprogrammet er, med følgende kortere restitusjonstid. Det er dog svært utfordrende å kunne konkludere med en fordelaktig effekt av kryoterapi, tatt nevnte metodiske svakheter i betraktning.

## 7. Litteraturliste

- Ascensao, A., Leite, M., Rebelo, A. N., Magalhaes, S., & Magalhaes, J. (2011). Effects of cold water immersion on the recovery of physical performance and muscle damage following a one-off soccer match. *J Sports Sci*, 29(3), 217-225.  
doi:10.1080/02640414.2010.526132
- Batten, L. (2019). Football Injury Index English Premier League 2018-19 Review. In *MARSH*.
- Bleakley, C., McDonough, S., Gardner, E., Baxter, G. D., Hopkins, J. T., & Davison, G. W. (2012). Cold-water immersion (cryotherapy) for preventing and treating muscle soreness after exercise. *Cochrane Database of Systematic Reviews*(2).
- Bleakley, C. M., & Davison, G. W. (2010). What is the biochemical and physiological rationale for using cold-water immersion in sports recovery? A systematic review. *Br J Sports Med*, 44(3), 179-187. doi:10.1136/bjsm.2009.065565
- Bouزيد, M. A., Ghattassi, K., Daab, W., Zarzissi, S., Bouchiba, M., Masmoudi, L., & Chtourou, H. (2018). Faster physical performance recovery with cold water immersion is not related to lower muscle damage level in professional soccer players. *J Therm Biol*, 78, 184-191. doi:10.1016/j.jtherbio.2018.10.001
- Carling, C., Le Gall, F., McCall, A., Nédélec, M., & Dupont, G. (2015). Squad management, injury and match performance in a professional soccer team over a championship-winning season. *European Journal of Sport Science*, 15(7), 573-582.  
doi:10.1080/17461391.2014.955885
- Costello, J. T., Baker, P. R. A., Minett, G. M., Bieuzen, F., Stewart, I. B., & Bleakley, C. (2015). Whole-body cryotherapy (extreme cold air exposure) for preventing and treating muscle soreness after exercise in adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews*(9). doi:10.1002/14651858.CD010789.pub2
- Cryo. (2021). In W. Collins (Ed.), *Dictionary*: HARPERCOLLINS PUBLISHERS.

- Dupont, G., Nedelec, M., McCall, A., McCormack, D., Berthoin, S., & Wisløff, U. (2010). Effect of 2 soccer matches in a week on physical performance and injury rate. *Am J Sports Med*, 38(9), 1752-1758. doi:10.1177/0363546510361236
- Ekstrand, J. (2013). Keeping your top players on the pitch: the key to football medicine at a professional level. *British Journal of Sports Medicine*, 47(12), 723-724. doi:10.1136/bjsports-2013-092771
- Ekstrand, J., Hägglund, M., & Waldén, M. (2011). Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. *British Journal of Sports Medicine*, 45(7), 553-558. doi:10.1136/bjism.2009.060582
- FIFA. (2018, 21.12.). More than half the world watched record-breaking 2018 World Cup. Retrieved from <https://www.fifa.com/worldcup/news/more-than-half-the-world-watched-record-breaking-2018-world-cup>
- Furmanek, M. P., Slomka, K., & Juras, G. (2014). The effects of cryotherapy on proprioception system. *Biomed Res Int*, 2014, 696397. doi:10.1155/2014/696397
- Helsebiblioteket. (2016a, 03.06). PICO. Retrieved from <https://www.helsebiblioteket.no/kunnskapsbasert-praksis/sporsmalsformulering/pico>
- Helsebiblioteket. (2016b, 07.06). Randomisert kontrollert undersøkelse - RCT. Retrieved from <https://www.helsebiblioteket.no/kunnskapsbasert-praksis/kritisk-vurdering/rct>
- Hiis, H. (2019). Kryoterapi. In *Store Medisinke Leksikon*.
- Holm, J. (2020). fotball. In *Store norske leksikon*.
- Hägglund, M., Waldén, M., Magnusson, H., Kristenson, K., Bengtsson, H., & Ekstrand, J. (2013). Injuries affect team performance negatively in professional football: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *British Journal of Sports Medicine*, 47(12), 738-742. doi:10.1136/bjsports-2013-092215
- Jamtvedt, G., Hagen, K. B., & Bjørndal, A. (2015). *Kunnskapsbasert fysioterapi - metoder og arbeidsmåter* (2 ed.). Oslo: Gyldendal akademisk.

- Johannessen, A., Tufte, P. A., & Christoffersen, L. (2016). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode*. Oslo: Abstrakt.
- Korzonek-Szlacheta, I., Wielkoszynski, T., Stanek, A., Swietochowska, E., Karpe, J., & Sieron, A. (2007). [Effect of whole body cryotherapy on the levels of some hormones in professional soccer players]. *Endokrynol Pol*, 58(1), 27-32. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17354202>
- Lee, E. C., Fragala, M. S., Kavouras, S. A., Queen, R. M., Pryor, J. L., & Casa, D. J. (2017). Biomarkers in Sports and Exercise: Tracking Health, Performance, and Recovery in Athletes. *J Strength Cond Res*, 31(10), 2920-2937.  
doi:10.1519/jsc.0000000000002122
- Lombardi, G., Ziemann, E., & Banfi, G. (2017). Whole-Body Cryotherapy in Athletes: From Therapy to Stimulation. An Updated Review of the Literature. *Frontiers in physiology*, 8, 258-258. doi:10.3389/fphys.2017.00258
- Lubkowska, A., Szyguła, Z., Chlubek, D., & Banfi, G. (2011). 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*, 71(5), 419-425.
- Mackenzie, R., & Cushion, C. (2013). Performance analysis in football: A critical review and implications for future research. *Journal of Sports Sciences*, 31:6, 639-676.  
doi:10.1080/02640414.2012.746720
- McCall, A., Dupont, G., & Ekstrand, J. (2016). Injury prevention strategies, coach compliance and player adherence of 33 of the UEFA Elite Club Injury Study teams: a survey of teams' head medical officers. *British Journal of Sports Medicine*, 50(12), 725-730.  
doi:10.1136/bjsports-2015-095259
- McGuff, D., & Little, J. (2009). *Body by science: a research-based program for strength training, body building, and complete fitness in 12 minutes a week*. USA: McGraw-Hill.

- Mills, E. J., Kelly, S., Wu, P., & Guyatt, G. H. (2007). Epidemiology and reporting of randomized trials employing re-randomization of patient groups: a systematic survey. *Contemp Clin Trials*, 28(3), 268-275. doi:10.1016/j.cct.2006.09.002
- Mohr, M., Draganidis, D., Chatzinikolaou, A., Barbero-Álvarez, J. C., Castagna, C., Douroudos, I., . . . Fatouros, I. G. (2016). Muscle damage, inflammatory, immune and performance responses to three football games in 1 week in competitive male players. *Eur J Appl Physiol*, 116(1), 179-193. doi:10.1007/s00421-015-3245-2
- Munk, R. (2020). Forebygging av idrettsskader. *Store Norske Leksikon*. Retrieved from [https://sml.snl.no/forebygging\\_av\\_idrettsskader](https://sml.snl.no/forebygging_av_idrettsskader)
- Nédélec, M., McCall, A., Carling, C., Legall, F., Berthoin, S., & Dupont, G. (2012). Recovery in soccer: part I - post-match fatigue and time course of recovery. *Sports Med*, 42(12), 997-1015. doi:10.2165/11635270-000000000-00000
- NHI. (2019). Idrettsskader - Fotball. *Norsk Helseinformatikk*. Retrieved from <https://nhi.no/trening/aktivitet-og-helse/idrettsskader/fotball-skader/>
- Norum, K. R., Helle, C., Bjerkan, K., Drøpping, O. F., Rønsen, O., Hemmersbach, P., . . . Tomten, H. (2003). *MAT OG PRESTASJON - Kostholdsanbefalinger for idrettsutøvere*. (IS-1132). Retrieved from [https://www.matportalen.no/fysisk\\_aktivitet/tema/Trening\\_og\\_kosthold/article9473.ec/e/BINARY/Helsedirektoratet%20-%20Mat%20og%20prestasjon%20\(brosjyre\)](https://www.matportalen.no/fysisk_aktivitet/tema/Trening_og_kosthold/article9473.ec/e/BINARY/Helsedirektoratet%20-%20Mat%20og%20prestasjon%20(brosjyre))
- Owoeye, O. B. A., VanderWey, M. J., & Pike, I. (2020). Reducing Injuries in Soccer (Football): an Umbrella Review of Best Evidence Across the Epidemiological Framework for Prevention. *Sports Medicine - Open*, 6(1), 46. doi:10.1186/s40798-020-00274-7
- Patel, K., Bakshi, N., Freehill, M. T., & Awan, T. M. (2019). Whole-Body Cryotherapy in Sports Medicine. *Curr Sports Med Rep*, 18(4), 136-140. doi:10.1249/jsr.0000000000000584
- Pesenti, F. B., Alexandre da Silva, R., Alves da Silva, L., Frisseli, A., & de Souza Guerino Macedo, C. (2020). Cold water immersion effects on doms, muscle recruitment,



- dynamic postural control and sleep quality in soccer players: A randomized and blinded study. *Phys Ther Sport*, 45, e4. doi:10.1016/j.pts.2020.04.017
- Pooley, S., Spendiff, O., Allen, M., & Moir, H. J. (2020). Comparative efficacy of active recovery and cold water immersion as post-match recovery interventions in elite youth soccer. *J Sports Sci*, 38(11-12), 1423-1431. doi:10.1080/02640414.2019.1660448
- Razeghi, M., & Nouri, H. (2015). Comparison of the Effects of Massage and Cryotherapy on the Knee Extensor Muscles Fatigue and Isokinetic Parameters in Soccer Players. *Journal of Rehabilitation Sciences & Research*, 2(1), 1-7. doi:10.30476/jrsr.2015.41064
- Reilly, T., & Ekblom, B. (2005). The use of recovery methods post-exercise. *J Sports Sci*, 23(6), 619-627. doi:10.1080/02640410400021302
- Rupp, K. A., Selkow, N. M., Parente, W. R., Ingersoll, C. D., Weltman, A. L., & Saliba, S. A. (2012). The effect of cold water immersion on 48-hour performance testing in collegiate soccer players. *J Strength Cond Res*, 26(8), 2043-2050. doi:10.1519/JSC.0b013e318239c3a1
- Russell, M., Birch, J., Love, T., Cook, C. J., Bracken, R. M., Taylor, T., . . . Kilduff, L. P. (2017). The Effects of a Single Whole-Body Cryotherapy Exposure on Physiological, Performance, and Perceptual Responses of Professional Academy Soccer Players After Repeated Sprint Exercise. *J Strength Cond Res*, 31(2), 415-421. doi:10.1519/JSC.0000000000001505
- Sarmiento, H., Marcelino, R., Anguera, M. T., Campaniço, J., Matos, N., & Leitão, J. C. (2014). Match analysis in football: a systematic review. *Journal of Sports Sciences*. doi:10.1080/02640414.2014.898852
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333-339. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- Strudwick, T. (2012). *Science and soccer: developing elite performers* (3 ed.). London: Routledge.

- Thomas, G. (2017). *How to do your research project - a guide for students* (3 ed.). Los Angeles: SAGE Publications Ltd.
- Tipton, M. J., Collier, N., Massey, H., Corbett, J., & Harper, M. (2017). Cold water immersion: kill or cure? *Experimental Physiology*, *102*(11), 1335-1355.  
doi:<https://doi.org/10.1113/EP086283>
- Waldén, M., Hägglund, M., Bengtsson, H., & Ekstrand, J. (2018). Perspectives in football medicine. *Unfallchirurg*, *121*(6), 470-474. doi:10.1007/s00113-018-0496-5
- White, G. E., & Wells, G. D. (2013). Cold-water immersion and other forms of cryotherapy: physiological changes potentially affecting recovery from high-intensity exercise. *Extrem Physiol Med*, *2*(1), 26. doi:10.1186/2046-7648-2-26
- Wilcock, I. M., Cronin, J. B., & Hing, W. A. (2006). Physiological response to water immersion: a method for sport recovery? *Sports Med*, *36*(9), 747-765.  
doi:10.2165/00007256-200636090-00003
- Wozniak, A., Wozniak, B., Drewa, G., Mila-Kierzenkowska, C., & Rakowski, A. (2007). The effect of whole-body cryostimulation on lysosomal enzyme activity in kayakers during training. *European journal of applied physiology*, *100*(2), 137-142.
- Zech, A., & Wellmann, K. (2017). Perceptions of football players regarding injury risk factors and prevention strategies. *PloS one*, *12*(5), e0176829-e0176829.  
doi:10.1371/journal.pone.0176829