

10037 og 10041

Høyintensitetstrening eller trening med moderat intensitet i behandlingen av koronarsykdom - en litteraturstudie

Bacheloroppgave i fysioterapi

Januar 2021

10037 og 10041

Høyintensitetstrening eller trening med moderat intensitet i behandlingen av koronarsykdom - en litteraturstudie

Bacheloroppgave i fysioterapi
Januar 2021

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for medisin og helsevitenskap
Institutt for nevromedisin og bevegelsesvitenskap



Kunnskap for en bedre verden



Kunnskap for en bedre verden

Høyintensitetstrening eller trening med moderat intensitet i behandlingen av koronarsykdom - en litteraturstudie

High intensity or moderate intensity aerobic exercise in patients with coronary artery disease – a literature review

Bacheloroppgave i fysioterapi

Norges teknisk-naturvitenskapelig universitet
2020

Fakultetet for medisin og helsevitenskap
Institutt for nevromedisin og bevegelsesvitenskap

Kull: FT18
Kandidatnummer: 10037 og 10041

Sammendrag

Tittel: Høyintensitetstrening eller trening med moderat intensitet i behandlingen av koronarsykdom – en litteraturstudie.

Hensikt: Å undersøke hvilken treningsintensitet som mest effektivt øker det maksimale oksygenopptaket (VO_{2maks}) hos personer med koronarsykdom, ved å sammenligne effekten av høyintensitets intervalltrening (HIIT) med kontinuerlig trening med moderat intensitet (MCT).

Metode: Litteraturstudie. Et systematisk litteratursøk ble gjennomført mellom uke 44-51 i 2020 i PubMed, AMED og SPORTDiscus etter relevante randomiserte kontrollerte studier (RCT), utgitt mellom år 2000- 2020/nåtid. Inkluderte studier sammenlignet HIIT og MCT, og definerte intervensjonene som trening med en intensitet tilsvarende henholdsvis 85-95% og <80% av maksimal hjertefrekvens.

Resultat: Litteratursøket resulterte i fire RCTer med en total av 283 deltakere (n=283). Samtlige fant større forbedring i VO_{2maks} ved HIIT, med henholdsvis 18-24% økning ved HIIT ($p<0.001$; $p\leq 0.001$; $p<0.02$; $p<0.05$) og 0-20% ved MCT ($p<0.001$; $p\leq 0.001$; $p<0.05$; NS). To studier rapporterte en statistisk signifikant forskjell mellom grupper ($p<0.05$; $p<0.02$).

Konklusjon: Det er indikasjoner på at HIIT mest effektivt øker VO_{2maks} , men resultatene i oppgaven er tvetydige og belyser en eksisterende usikkerhet. Det er behov for mer forskning for å kunne fastslå hvilken treningsintensitet som mest effektivt bedrer VO_{2maks} hos personer med koronarsykdom.

Abstract

Title: High intensity or moderate intensity aerobic exercise in patients with coronary artery disease – a literature review.

Aim: To assess which exercise intensity that most effectively conduct improvements in maximal oxygen uptake (VO_{2max}) in people with coronary artery disease (CAD), by comparing the effectiveness of high intensity interval training (HIIT) versus moderate continuous training (MCT).

Method: Literature review. PubMed, AMED and SPORTDiscus were searched during week 44-51 in 2020 for relevant randomized controlled trials (RCT) published between 2000-

2020/the present. Included studies compared HIIT and MCT, defined as aerobic exercise at respectively 85-95% and <80% of maximal heart rate.

Results: This review resulted in the inclusion of four RCT, with a total of 283 participants (n=283). All found a greater increase in VO_{2max} following HIIT, with an increase of 18-24% ($p<0.001$; $p\leq 0.001$; $p<0.02$; $p<0.05$) compared to 0-20% following MCT ($p<0.001$; $p\leq 0.001$; $p<0.05$; NS). Between-group differences were statistically significant in two out of four studies ($p<0.05$; $p<0.02$).

Conclusion: The results of this review indicate that HIIT is more effective in terms of improving VO_{2max} . However, the included results are inconclusive. Further research is needed to determine which exercise intensity that most effectively improve VO_{2max} in patients with CAD.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning.....	5
1.1	Problemstilling	7
2	Teori	7
2.1	Koronarsykdom.....	7
2.1.1	Angina pectoris.....	8
2.1.2	Akutt koronarsykdom.....	9
2.1.3	Risikofaktorer for koronarsykdom.....	9
2.2	Aerob utholdenhetstrening	10
2.2.1	Maksimalt oksygenopptak.....	12
2.2.2	Treningstilpasninger ved regelmessig utholdenhetstrening	14
2.2.3	Høyintensiv intervalltrening – trening som bedrer VO _{2maks}	15
2.2.4	Trening ved koronarsykdom	17
3	Metode.....	18
3.1	Søkestrategi og seleksjonsprosessen	18
3.1.1	Inklusjons- og eksklusjonskriterier	20
3.2	Metodekritikk	21
4	Resultater.....	21
4.1	Inkluderte studier.....	21
4.2	Studiedesign og metode.....	21
4.3	Gjennomført intensitet.....	22
4.4	Maksimalt oksygenopptak.....	22
5	Diskusjon.....	24
5.1	Hovedresultat.....	24
5.2	Andre forskningsresultater	24
5.3	Styrker og begrensninger.....	25
5.4	Resultatdiskusjon	27
6	Konklusjon	29
	Bibliografi	31
	Vedlegg	36

1 Innledning

«Hvert 40. minutt får en nordmann et hjerteinfarkt» (Norsk hjerteinfarktregister, 2020a). I 2019 utgjorde det hele 11 649 mennesker på landsbasis, som ble innlagt på norske sykehus i behov for livreddende hjelp (Norsk hjerteinfarktregister, 2020b). Et hjerteinfarkt rammer akutt, og avslører gjerne kjent eller ukjent underliggende sykdom, med tilsnevring av hjertets koronararterier (Norsk hjerteinfarktregister, 2020b).

Globalt er iskemisk hjertesykdom den sykdommen som tar aller flest liv (World Health Organization, 2018). Også i Norge er hjerte- og karsykdom et stort folkehelseproblem, og koronarsykdom har i en årrekke vært den viktigste enkeltårsaken til både totalt antall dødsfall og tapte leveår blant nordmenn (Folkehelseinstituttet, 2017, p. 6). Tallene for mortalitet ved hjerte- og karsykdom i Norge viser likevel en positiv utvikling, og det har de siste 15 årene vært en nedgang i antall dødsfall forårsaket av koronarsykdom (Folkehelseinstituttet, 2017). Det er i dag langt færre som rammes av et akutt hjerteinfarkt (Norsk hjerteinfarktregister, 2020b), og blant de som rammes er det færre som får store og livstruende infarkter (Folkehelseinstituttet, 2020). Dødeligheten ved hjerteinfarkt er mer enn halvert fra år 2000 og frem til i dag (Folkehelseinstituttet, 2020), og Norge er i verdenstoppen for overlevelse ved akutt hjerteinfarkt, med så mye som 92% overlevelse 30 dager etter et infarkt i 2018 (Norsk hjerteinfarktregister, 2020a). Trolig er det en kombinasjon av årsaker som forklarer den positive utviklingen, men i stor grad kan den synkende dødsraten forklares med en reduksjon i røyking blant befolkningen og fremskritt innen medisin, undersøkelsesmetoder og teknologi (Folkehelseinstituttet, 2020). Som et resultat lever stadig flere mennesker med iskemisk hjertesykdom, og har behov for hjelp til å takle sykdommen og bedre sin prognose (Anderson et al., 2016).

Å behandle koronarsykdom er en todelt prosess, bestående av både akutt behandling ved hendelser som hjerteinfarkt, og langvarig sekundærforebygging for å forhindre nye hendelser og redusere konsekvensene av sykdommen (Norsk hjerteinfarktregister, 2020b).

Hjerterehabilitering er en hjørnestein i den sekundærforebyggende behandlingen. Målet er å fordelaktig påvirke de underliggende årsakene til sykdommen, samt å oppnå en best mulig fysisk, psykisk og sosial tilstand (The British Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation, 2017). Gjennom hjerterehabilitering vil pasienten forhåpentligvis erverve ulike verktøy han eller hun trenger for å forsøke å reversere eller bremse utviklingen av

sykdommen og totalt sett fungere mest optimalt (The British Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation, 2017). Helt konkret er målet å hjelpe pasientene å leve et bedre og forhåpentligvis lengre liv (Mæland, 2006, p. 15).

Selve hjerterehabiliteringen omfatter gjerne en variasjon av intervensjoner, slik som pasientopplæring og -undervisning, kontroll av kardiovaskulære risikofaktorer som høyt blodtrykk og høyt kolesterol, samt fysisk aktivitet og trening (Ambrosetti et al., 2020; Dalal & Doherty, 2015; Mæland, 2006, p. 16). Det er veletablert at et helhetlig rehabiliteringsprogram kan gi betydelige helsegevinster, og at særlig trening bidrar til disse fordelene (Ambrosetti et al., 2020; Anderson et al., 2016). Et Cochrane-review fra 2016 viste at treningsbasert hjerterehabilitering resulterer i en reduksjon i kardiovaskulær dødelighet, sykehusinnleggelseser og økt helserelatert livskvalitet (Anderson et al., 2016).

Et lavt oksygenopptak er identifisert som en svært viktig risikofaktor for utvikling av kardiovaskulær sykdom og død (Letnes, Dalen, Vesterbekkmo, Wisløff, & Nes, 2018; Nauman et al., 2016; Ross et al., 2016; Wilson, Ellison, & Cable, 2015). Basert på tall fra HUNT-undersøkelsen fant Nauman et al. (2016) at en økning i det maksimale oksygenopptaket (VO_{2maks}) på kun 3.5 mL/kg/min (1-MET) førte til 18% nedgang i risiko for død grunnet hjerte- og karsykdom (Nauman et al., 2016). Personer som er i dårlig fysisk form, har mest å hente når det kommer til fysiske forbedringer (Jansson & Anderssen, 2008). For personer med koronarsykdom, som kan ha et oksygenopptak på så lite som 10 ml/kg/min (Wisløff & Hollekim-Strand, 2020), skal det dermed relativt lite til for å oppnå en bedring i VO_{2maks} (Jansson & Anderssen, 2008).

Fysisk trening og rådgivning om fysisk aktivitet representerer i dag to av syv kjernekomponenter i hjerterehabilitering (Ambrosetti et al., 2020), og utgjør dermed en stor del av det helhetlige rehabiliteringstilbudet. Det har skjedd et stort skifte i behandlingen av akutt koronarsykdom, og man har gått fra totalt sengeleie til å i økende grad anvende de samme treningsprinsippene som for den friske befolkningen (Mæland, 2006, p. 13). Stadig mer forskning indikerer at trening med høy intensitet muligens er det mest effektive for å forbedre maksimalt oksygenopptak hos personer med koronarsykdom (Hannan et al., 2018; Ross et al., 2016), og at denne treningsmetoden dermed i større grad reduserer risikoen for kardiovaskulær sykdom og død.

Med bakgrunn i at et lavt oksygenopptak øker risikoen for kardiovaskulær sykdom og død, bør man i hjerterehabilitering anbefale den treningen som i størst grad forbedrer VO_{2maks} for å best mulig bedre prognosen (Rognmo, Hetland, Helgerud, Hoff, & Slørdahl, 2004). Vi var interessert i å finne ut om det fantes randomiserte kontrollerte studier som undersøkte hvilken treningsintensitet som mest effektivt forbedret VO_{2maks} hos personer med koronarsykdom.

1.1 Problemstilling

Målet med denne bacheloroppgaven er å undersøke hvorvidt høyintensiv intervalltrening (HIIT) har større effekt på det maksimale oksygenopptaket enn kontinuerlig trening med moderat intensitet (MCT) for personer med koronarsykdom. I den sammenheng har vi kommet frem til følgende problemstilling:

«Utholdenhetstrening og koronarsykdom – hvilken treningsintensitet er mest effektiv for å øke det maksimale oksygenopptaket og dermed redusere risiko for hjerte- og karsykdom?»

2 Teori

I det følgende kapittelet vil teori omkring koronarsykdom, maksimalt oksygenopptak, utholdenhetstrening og langsiktige effekter av utholdenhetstrening presenteres.

2.1 Koronarsykdom

Hjertets egne blodårer, koronararteriene, forsyner hjertemuskelen med oksygenrikt blod (Sand, Sjaastad, & Haug, 2014, p. 439). De to koronararteriene sørger for at hjertets muskelceller får tilstrekkelig med oksygen og næringsstoffer, og er avgjørende for hjertets evne til å bringe oksygenrikt blod ut i resten av kroppen (Sand et al., 2014, pp. 438-439, 362). Koronararterienes akilleshæl er derimot at de ikke har, eller ikke har en tilstrekkelig mengde, forbindelser med andre arterier som kan overta jobben deres dersom en eller begge arteriene skulle gå tett (Arnesen, 2019c). Av nettopp denne grunn er hjertet ekstra sårbart for sykelige forandringer i koronararteriene, og delvis eller total innsnevring av arterienes hulrom vil ha langt større konsekvenser her enn det får i andre av kroppens arterier (Arnesen, 2019c).

Sykeligheten i arteriene knyttes i de aller fleste tilfeller til aterosklerose (Jacobsen, Kjeldsen, Buanes, Røise, & Berge, 2017, pp. 72-78). Aterosklerose er en kronisk betennelsesprosess på innsiden av åreveggen, hvor avleiringer av fett, kalk og betennesceller samler seg i det innerste laget av arterieveggen, intima (Jacobsen et al., 2017, pp. 72-78). Over tid blir arterieveggene gradvis tykkere, og reduserer arteriens hulrom (Sand et al., 2014, p. 291). Som resultat blir blodtilførselen redusert eller fullstendig blokkert, hvilket gjør at vevet arterien forsyner ikke får tilført en tilstrekkelig mengde blod (Ytrehus, 2020). Tilførselen av oksygen og næringsstoffer blir dermed redusert, og det oppstår lokal oksygenmangel (iskemi) i vevet (Arnesen, 2019b).

Når slike tilstander av iskemi oppstår i hjertemuskulaturen (myokard), kalles det iskemisk hjertesykdom, eller koronarsykdom. Sykdomsgruppen omfatter angina pectoris, hjerteinfarkt og enkelte arytmier (Jacobsen et al., 2017, p. 72), og er den hyppigst forekommende gruppen av hjerte- og karsykdommer (Mæland, 2006, p. 19).

2.1.1 Angina pectoris

Angina pectoris betyr «trangt bryst» (Jacobsen et al., 2017, p. 72) og er den vanligste formen for iskemisk hjertesykdom (Mæland, 2006, p. 26). Misforholdet mellom tilførsel og behov for oksygen i myokard gir symptomer i situasjoner med økte fysiske eller psykiske påkjenninger (Jacobsen et al., 2017, pp. 72-73). Når hjertets blod- og oksygenbehov øker, uten at de forsnævrede koronararteriene evner å tilføre en tilstrekkelig mengde blod, oppstår en smerteopplevelse i brystet (Jacobsen et al., 2017, p. 72). Smerten beskrives gjerne som en følelse av krampe og sammensnøring i brystet, og ledsages ofte av strålende smerter ut i armer, skuldre og kjeve (Arnesen, 2018; Jacobsen et al., 2017, pp. 72-73). I hvile er behovet for oksygenrikt blod til hjertet mindre, og blodtilførselen til myokard dermed normalt sett tilstrekkelig (Jacobsen et al., 2017, p. 72). Dette gjør at anginapasier vanligvis er smertefrie i hvile, og kan lindre smertene ved å redusere påkjenningene som ledet til iskemi (Jacobsen et al., 2017, p. 72).

En forverring i sykkeligheten i koronararteriene gjør at brystsmertene forekommer ved stadig lavere belastning (Mæland, 2006, p. 29). Hvor liten eller stor påkjenning som skal til for å fremkalle angina kan derfor anvendes som en pekepinn for alvorlighetsgraden av tilstanden (Jacobsen et al., 2017, p. 73).

2.1.2 Akutt koronarsykdom

Et hjerteinfarkt er en akutt tilstand av sterkt nedsatt eller opphørt blodtilførsel til hjertemuskulaturen, som fører til celledød i myokard (Arnesen, 2019a). Ustabil angina er patologisk vanskelig å skille fra et hjerteinfarkt (Jacobsen et al., 2017, p. 73), og de to tilstandene karakteriseres derfor under fellesbetegnelsen akutt koronarsykdom (Amundsen, Slørdahl, Ståhle, & Cider, 2017, p. 345; Jacobsen et al., 2017).

Akutt koronarsykdom skyldes i de aller fleste tilfeller ruptur eller skade i et område med aterosklerotisk plakk, som sekundært har ført til blodproppdannelse (trombe) i området (Jacobsen et al., 2017, pp. 77-78). Tromben resulterer i alvorlig nedsatt blodtilførsel til deler av hjertets muskelceller (Jacobsen et al., 2017, pp. 77-78). Ved vedvarende og alvorlig iskemi i myokard vil muskelvevet dø allerede etter kort tid, og medføre varig skade på hjertet (Mæland, 2006, p. 23).

Størrelsen og lokaliseringen til tromben er avgjørende for hvor stor skade den forårsaker (Mæland, 2006, p. 23). Hvorvidt blodtilførselen er helt eller delvis blokkert, samt om den blokkerer et stort eller lite område, har betydning for andelen muskelceller som står i fare for å gå tapt – og dermed hvor stor trussel tromben utgjør for tapt funksjon av hjertet (Arnesen, 2019a). Til tross for at bindevev vokser til for å erstatte dødt og ødelagt vev, vil ikke bindevevet bidra til å bevare hjertets pumpefunksjon (Mæland, 2006, p. 24), og hjertet taper dermed noe av sin slagkraft.

2.1.3 Risikofaktorer for koronarsykdom

En rekke forhold er identifisert som tradisjonelle risikofaktorer for koronarsykdom og omfatter blant annet røyking, diabetes, hyperkolesterolemi og hypertensjon (Malakar et al., 2019; Ross et al., 2016). Også alder, fysisk inaktivitet, overvekt/fedme, stress og familiær forekomst har vist seg å være knyttet til økt risiko for utvikling av koronarsykdom (Jacobsen et al., 2017, p. 36; Malakar et al., 2019; Mæland, 2006). Ved kartlegging av risiko, vil tilstedeværelsen av flere risikofaktorer samtidig utgjøre en større sannsynlighet for utviklingen av hjerte- og karsykdom (Piepoli et al., 2016).

Uavhengig av de tradisjonelle risikofaktorene, har kardiovaskulær utholdenhet, uttrykt gjennom VO_{2maks} , fått anerkjennelse som en viktig risikofaktor for kardiovaskulær sykdom

(Letnes et al., 2018; Nauman et al., 2016; Ross et al., 2016). Dette fordi et lavt oksygenopptak hos friske fører til høy risiko for utvikling av hjerte- og karsykdom og død (Letnes et al., 2018; Nauman et al., 2016; Ross et al., 2016). En økning i det maksimale oksygenopptaket på 3,5 ml/kg/min er vist å føre til en risikonedgang på 17% og 14% hos menn og kvinner (Letnes et al., 2018). I Nauman et al. (2016) representerte den samme økningen som nevnt en risikoreduksjon på 18% (Nauman et al., 2016). En uttalelse fra The American Heart Association argumenterer derfor for at måling av VO_{2maks} bør være en del av risikovurderingen i klinisk praksis, for å kunne optimalisere forebyggingen og forbedre muligheten til å redusere risikoen for kardiovaskulær sykdom (Ross et al., 2016).

2.2 Aerob utholdenhetstrening

Når kroppen er fysisk aktiv, vil en rekke av kroppens systemer påvirkes for å møte de økte kravene til oksygen og energi i kroppen (Sand et al., 2014, pp. 433-434). Man vil blant annet puste fortere, hjertet slå både raskere og hardere, og næringsrikt blod vil i større grad dirigeres til arbeidende skjelett- og hjertemusklatur (Sand et al., 2014, pp. 434-435). Ved tilstrekkelig trening vil kroppen respondere med å øke sin kapasitet, både på kort og lang sikt (McArdle, Katch, & Katch, 2016, p. 404). Styrketrening har vist seg å ha positiv påvirkning på utholdenheten, men det er utholdenhetstrening som vil påvirke hjerte- og karsystemet i størst grad (McArdle et al., 2016, p. 471). Utholdenhetstrening utfordrer grensene for hva kroppen klarer å overkomme, og fører til strukturelle og funksjonelle fysiologiske endringer i hjerte- og karsystemet og arbeidende skjelettmuskulatur (McArdle et al., 2016, pp. 408-413).

Utholdenhet er et begrep for *«kroppens evne til å arbeide på relativt høy intensitet over tid.»* (Wisløff & Hollekim-Strand, 2020, p. 157), og reflekterer den totale aerobe kapasiteten kroppen klarer å prestere på (Wisløff & Hollekim-Strand, 2020, p. 166). I følge McArdle et al. (2016) er hensikten med aerob utholdenhetstrening at kroppen skal øke eller vedlikeholde sin evne til å transportere oksygenrikt blod til musklene, og øke/vedlikeholde evnen til å nyttiggjøre seg det tilførte oksygenet under intens fysisk aktivitet (McArdle et al., 2016, p. 412). Dette er hensiktsmessig fordi man øker andelen energiomgjøring som skjer aerobt ved hardt fysisk arbeid, slik at man mestrer å arbeide med høy intensitet over en lengre periode (Wisløff & Hollekim-Strand, 2020, p. 162).

Aerob utholdenhetstrening kan gjennomføres med ulike intensiteter, altså med ulike anstrengelsesgrad. De ulike treningsintensitetene påvirker ulike fysiologiske mekanismer, og kan dermed anvendes for å nå ulike mål med treningen, slik som økt slagvolum (Hollekim-Strand, 2016, pp. 1-30). En tommelfingerregel er at aktiviteter som gjennomføres med moderat intensitet fører til at man blir moderat andpusten og mestrer å snakke i hele setninger, mens aktiviteter som gjennomføres med høy intensitet er svært anstrengende og man blir såpass andpusten at man ikke klarer å svare med annet enn et «ja» eller «nei» (Olympiatoppen, 2020).

Forskjellige mål anvendes for å overvåke treningsintensiteten, og et kjent og anvendbart mål er prosent av maksimal hjerterefrekvens (HF_{maks}) (McArdle et al., 2016, pp. 422,415). Hjerterefrekvensen gir inntrykk av hvor hardt hjertet jobber og hvor anstrengende treningen er, og kan dermed brukes for å sikte seg inn på ønsket intensitet. Basert på anbefalinger hovedsakelig fra forskningsgruppen CERG, har vi i denne oppgaven valgt å definere trening med høy intensitet som trening på 85-95% av HF_{maks} og trening med moderat intensitet som <80% av HF_{maks} (CERG, 18.05.2011, 2020; Taylor et al., 2019).

Utholdenheten påvirkes av det maksimale oksygenopptaket (VO_{2maks}), utnyttingsgrad, anaerob terskel og arbeidsøkonomi (Wisløff & Hollekim-Strand, 2020, p. 166).

Tabell 1: Avgjørende faktorer for utholdenhet

Begrep	Betydning
Maksimalt oksygenopptak (VO_{2maks})	« <i>det høyeste oksygenopptaket en kan oppnå ved dynamisk bruk av store muskelgrupper (gange, løp, roing, sykling, osv.)</i> » (Wisløff & Hollekim-Strand, 2020, p. 166)
Utnyttingsgrad	« <i>gjenspeiler hvor høy prosentandel av maksimalt oksygenopptak en utøver evner å nyttiggjøre seg under arbeid av en gitt varighet eller distanse.</i> » (Wisløff & Hollekim-Strand, 2020, p. 172)
Anaerob terskel	« <i>den høyeste arbeidsbelastningen (ved dynamisk bruk av store muskelgrupper) hvor produksjon og eliminasjon av laktat (et biprodukt av melkesyre) er tilnærmet lik.</i> » (Wisløff & Hollekim-Strand, 2020, p. 172)
Arbeidsøkonomi	« <i>oksygenkostnad på en gitt arbeidsbelastning.</i> » (Wisløff & Hollekim-Strand, 2020, p. 173)

2.2.1 Maksimalt oksygenopptak

Som vist i Tabell 1, er maksimalt oksygenopptak et uttrykk for det høyeste oksygenopptaket man kan oppnå når en bruker store deler av kroppens totale muskelmasse (Fletcher et al., 2013; Wisløff & Hollekim-Strand, 2020, p. 166). Totalt sett sier VO_{2maks} noe om kroppens evne til å effektivt både ta opp og nyttiggjøre seg oksygen – helt fra det tas opp i lungene til det anvendes i muskelcellene (Wisløff & Hollekim-Strand, 2020, p. 166). VO_{2maks} avhenger av effektiviteten og samarbeidet mellom respirasjonssystemet, sirkulasjonssystemet og skjelettmuskulaturen (Fletcher et al., 2013; Wisløff & Hollekim-Strand, 2020, pp. 166-167). Normalt oppgis VO_{2maks} i milliliter oksygen per kilo kroppsvekt per minutt (ml/kg/min) (Wisløff & Hollekim-Strand, 2020, p. 166), og ifølge HUNT-undersøkelsen har en gjennomsnittlig mann og kvinne et oksygenopptak på henholdsvis 44 og 36 ml/kg/min (Letnes et al., 2018; Nauman et al., 2016; Ross et al., 2016). VO_{2maks} blir sett på som det beste målet på en persons utholdenhetskapasitet og kardiovaskulære helse (McArdle, Katch & Katch, 2007, sitert i Fletcher et al., 2013) og anvendes ofte som et mål for fysisk form (McArdle et al., 2016, p. 179).

VO_{2maks} kan måles direkte eller estimeres gjennom den maksimale belastningen oppnådd under en fysisk treningstest, eller ved bruk av algoritmer som ikke krever fysisk anstrengelse (Ross et al., 2016). Nauman et al. (2016) brukte i sin studie en algoritme som anvendte kjønn, alder, vekt, fysisk aktivitet og hvilepuls for å estimere individers maksimale oksygenopptak (Nauman et al., 2016). Dersom VO_{2maks} måles eller estimeres gjennom en belastningstest, er hensikten at testpersonen skal arbeide til maksimal fysisk anstrengelse. Dette fordi det maksimale oksygenopptaket oppnås noe før maksimal anstrengelse, og ikke øker ytterligere til tross for økt arbeidsmengde (Balady et al., 2010; Bassett JR. & Howley, 2000). Arbeidsbelastningen vil økes progressivt under testen slik at testpersonens maksimale treningskapasitet oppnås i løpet av 6-12 minutter (Fletcher et al., 2013).

Det eksisterer ulike protokoller for å gjennomføre en slik belastningstest, som normalt gjennomføres på tredemølle eller ergometersykkel (Fletcher et al., 2013). Ved bruk av tredemølle vil farten gradvis økes til et forhåndsbestemt nivå for den aktuelle testpersonen, før man videre øker stigningen på båndet for å øke arbeidsbelastningen ytterligere. Stigningen økes progressivt, enten kontinuerlig eller i intervaller (Fletcher et al., 2013). Dersom testen gjennomføres på sykkel, vil arbeidsbelastningen økes gjennom en progressiv økning i watt (W) (Fletcher et al., 2013). Normalt starter testen med en arbeidsbelastning på 10 eller 25 W, og økes deretter med en bestemt mengde, ofte 25 W, hvert andre eller tredje minutt til testpersonen når maksimal kapasitet (Fletcher et al., 2013).

Direkte måling av VO_{2maks} kan gjøres gjennom en analyse av den ventilatoriske gassutvekslingen under belastningstesten, og gir det mest nøyaktige målet på det fysiologiske maksimale oksygenopptaket (Ross et al., 2016). Ulike forhold som mangel på motivasjon, muskeltretthet, anginasmerter eller arbeidsøkonomi kan likevel gjøre at testpersonen ikke når sitt fysiologiske platå (Fletcher et al., 2013). Det er derfor vanlig å referere til det høyeste oksygenopptaket oppnådd funksjonelt under treningstesten (VO_{2peak}), som det maksimale oksygenopptaket (VO_{2maks}) (Fletcher et al., 2013; Østerås & Stensdotter, 2020, p. 75). Videre i denne oppgaven vil disse begrepene anses å være likeverdige, og henvises til som VO_{2maks} .

Det er etablert at hjertets pumpekapasitet (minuttvolumet) normalt er den mest begrensende faktoren for det maksimale oksygenopptaket (Wisløff & Hollekim-Strand, 2020, p. 169; Østerås & Stensdotter, 2020, p. 71). Minuttvolumet er et produkt av hvor fort hjertet slår (hjerterefrekvensen) og hvor mye blod hvert slag pumper ut under en kontraksjon av

ventriklene (slagvolum) (Sand et al., 2014, p. 394). Slagvolumet avgjøres av forholdet mellom det endediastoliske volumet (EDV) og det endesystoliske volumet (ESV) (Sand et al., 2014, pp. 394, 397). Maksimal hjertefrekvens er en medfødt egenskap, som i liten eller ingen grad påvirkes av trening (Helgerud et al., 2007; Wisløff & Hollekim-Strand, 2020, p. 169). For å øke hjertets minuttvolum, og dermed øke det maksimale oksygenopptaket, er det slagvolumet som må påvirkes gjennom utholdenhetstrening (Helgerud et al., 2007; Wisløff & Hollekim-Strand, 2020, p. 169).

2.2.2 Treningstilpasninger ved regelmessig utholdenhetstrening

De akutte endringene i det kardiovaskulære systemet ved fysisk aktivitet vil over lengre tid og med gjentakende utholdenhetstrening føre til fysiologiske forandringer i hjerte- og karsystemet og arbeidende skjelettmuskulatur (McArdle et al., 2016, pp. 408-413). Det skilles ofte mellom sentral og perifer utholdenhet (Østerås & Stensdotter, 2020, p. 70). Den sentrale utholdenheten tilsvarer den kardiorespiratoriske, som avgjøres av hjertet og lungenes evne til å ta opp og distribuere oksygenrikt blod til resten av kroppen, mens den perifere utholdenheten avgjøres av forhold i arbeidende skjelettmuskulatur (Østerås & Stensdotter, 2020, p. 71).

En av langtidseffektene ved aerob utholdenhetstrening er at hjertet øker i både størrelse og volum (McArdle et al., 2016, p. 409). Dette kommer av at det venstre ventrikulære volumet og det endediastoliske volumet (EDV) øker (McArdle et al., 2016, p. 410). Det vil si at ventrikkelen med mer blod. EDV øker som et resultat av økt venøs tilbakestrømning ved fysisk aktivitet, grunnet blant annet økt bruk av muskel-vene-pumpene og større sugeseffekt i ventriklene (Sand et al., 2014, p. 435). Økt volum i ventriklene gjør at muskelfibrene i myokard i større grad settes på strekk før de kontraherer (Sand et al., 2014, p. 398). På generell basis er dette strekket hensiktsmessig, ettersom muskelfibrene i myokard i større grad oppnår optimal lengde for kraftutvikling (Sand et al., 2014, p. 398). Økt EDV vil her, på samme måte som ved annen styrketrening, utgjøre økt krav til muskelkraft og over tid stimulere til hypertrofi (McArdle et al., 2016, pp. 409-410; Pluim, Zwinderman, Van der Laarse, & Van der Wall, 2000; Wilson et al., 2015). Den totale muskelmassen i hjertet vil derfor øke, og hjertet vil kontrahere mer effektivt per slag (Wilson et al., 2015). Totalt sett fører disse endringene til økt slagvolum og vil ha vesentlig betydning for en persons utholdenhetskapasitet.

Økt slagvolum gir også en reduksjon av hjerterefrekvens i hvile, ettersom behovet for oksygenrikt blod blir oppfylt med færre slag (Hollekim-Strand, 2016, pp. 1-23; McArdle et al., 2016, p. 411). En hvilepuls på <70 slag per minutt er fordelaktig i den forstand at en høyere hvilepuls enn dette ses i sammenheng med et lavt oksygenopptak, og dermed økt risiko for utvikling av hjerte- og karsykdommer (Nauman et al., 2012). En annen sentral tilpasning er at koronararteriene og andre store blodårer i kroppen reduserer sin stivhet (Guimarães et al., 2010; McArdle et al., 2016, p. 410; Tordi, Mourot, Colin, & Regnard, 2010).

Den perifere utholdenheten tilsvarer på den andre siden muskulaturens utholdenhetsevne, som avgjøres av lokale forhold i arbeidende skjelettmuskulatur, slik som størrelsen på og antall mitokondrier i muskelfibrene (Østerås & Stensdotter, 2020). Ved utholdenhetstrening vil disse forholdene øke og evnen til å nyttiggjøre seg O₂ bedres (Sand et al., 2014, p. 248; Østerås & Stensdotter, 2020, p. 71). Det vil også dannes et større nett av kapillærer rundt skjelettmuskulaturen, som gir økt diffusjonsareal for oksygen (Østerås & Stensdotter, 2020, p. 71). Disse forandringene øker muskelfibrenes evne til oksidativ fosforylering (aerob energiomgjøring), og dermed bedres kapasiteten til å opprettholde fysisk aktivitet over en lenger periode (Sand et al., 2014, p. 248).

2.2.3 Høyintensiv intervalltrening – trening som bedrer VO_{2maks}

Høyintensiv intervalltrening er trening hvor man skifter mellom arbeid med høy intensitet over anaerob terskel og aktive pauser, slik at man evner å ligge i høy intensitetszone (85-95% av HF_{maks}) (Bækkerud et al., 2015; McArdle et al., 2016, p. 186). Intervalltrening gir gjennom arbeids- og hvileperioder en variasjon i hvilke energisystemer som brukes i muskulaturen for å skape energi (McArdle et al., 2016, p. 186). Hvordan intervalltreningen gjennomføres avhenger av hensikten, og kan varieres gjennom ulik intensitet, varighet av intervallet og den aktive pausen, samt antall repetisjoner av intervallene (McArdle et al., 2016, p. 425).

Med bakgrunn i varigheten av intervallene, kan HIIT deles inn i lav-volum og høy-volum (Hollekim-Strand, 2016, pp. 1-27). Lav-volum HIIT kjennetegnes av korte arbeidsperioder, slik som 10x1 minutt eller intervaller med enda kortere varighet (Bækkerud et al., 2015).

Høy-volum HIIT karakteriseres derimot av lenger arbeidsperioder, slik som 4x4 minutter intervaller (Weston, Wisløff, & Coombes, 2014).

Flere studier er gjennomført med hensikt om å finne ut hvilken treningsintensitet og -protokoll som fører til de største forbedringene i VO_{2maks} (Bækkerud et al., 2015; Weston et al., 2014; Wisløff et al., 2007). Bækkerud et al. (2015) sammenlignet høy-volum HIIT (4x4 minutt), lav-volum HIIT (10x1 minutt) og MCT (45 minutter kontinuerlig trening) hos overvektige og fant at gruppen som gjennomførte 4x4 hadde størst bedring i VO_{2maks} (4HIIT 10%, $p<0.01$; 1HIIT 3.3%, $p=0.4$; MCT 3.1%, $p=0.03$) (Bækkerud et al., 2015). Denne forskjellen i forbedring var et resultat av at deltakerne som trente høy-volum HIIT hadde fått en stor økning i slagvolum (14%), mens slagvolumet i de andre gruppene ikke hadde noen signifikant økning (Bækkerud et al., 2015).

Disse resultatene tyder på at den sammenhengende tiden tilbragt med en hjerterefrekvens på $\sim 90\%$ av HF_{maks} er av betydning for å oppnå en økning i slagvolum (Bækkerud et al., 2015). Vanligvis tar det ett til to minutter å komme opp i høy intensitetszone (CERG, 18.05.2011; Wisløff & Hollekim-Strand, 2020, p. 170). Dette betyr at hjerterefrekvensen enten er stigende eller synkende under intervallet ved lav-volum HIIT, grunnet de hyppige byttene mellom intervall og aktiv pause (Hollekim-Strand, 2016, pp. 1-30). Sammenhengende tid i høy intensitetszone vil dermed være svært liten sammenlignet med høy-volum HIIT. Dette kan være en av grunnene til at lav- og høy-volum HIIT gir forskjellig utslag på VO_{2maks} (Hollekim-Strand, 2016, pp. 1-30).

Likevel virker det som det ikke bare er varigheten på intervallet, men også intensiteten som avgjør treningens effekt på VO_{2maks} (Bækkerud et al., 2015). Moholdt et al. (2014) fant at intensiteten man ligger på innenfor høy intensitetszone kan gi utslag på bedringen i VO_{2maks} (Moholdt, Madssen, Rognmo, & Aamot, 2014). Dette fordi gruppen som gjennomførte trening med $>92\%$ av HF_{maks} hadde større forbedringer i VO_{2maks} enn de andre gruppene (5.2 mL ved $>92\%$ HF_{maks} ; 3.1 mL ved $<88\%$ HF_{maks} ; 3.6 mL ved 88-92% HF_{maks}) (Moholdt et al., 2014).

Lav-volum HIIT også gir bedring i VO_{2maks} , til tross for at slagvolumet i størst grad påvirkes ved høy-volum, dette tyder på at forbedringene ved lav-volum HIIT er et resultat av bedret funksjon i mitokondriene og da den muskulære utholdenheten (Bækkerud et al., 2015). En

studie av Gibala et al. (2006) fant at de korte arbeidsperiodene ved lav-volum HIIT ikke førte til de helsegunstige sentrale tilpasningene som høy-volum HIIT (Gibala et al., 2006). Selv om høy-volum HIIT virker å være den beste måten å bedre VO_{2maks} på, er lav-volum HIIT likevel et godt tidseffektivt alternativ til kontinuerlig utholdenhetstrening (Weston et al., 2014). Dette fordi lav-volum HIIT har vist å gi lignende forbedringer i VO_{2maks} som MCT, men da med færre minutter brukt på trening (Gibala et al., 2006).

Samlet tyder dette på at dersom hensikten med intervalltreningen er å påvirke slagvolumet og VO_{2maks} i størst mulig grad, bør man anvende høy-volum HIIT (Weston et al., 2014).

2.2.4 Trening ved koronarsykdom

European Society of Cardiology (ESC) sine retningslinjer om fysisk aktivitet for personer med koronarsykdom er i all hovedsak tilsvarende anbefalingene for den øvrige befolkningen (Helsedirektoratet, 2019; Piepoli et al., 2016). Som en minimumsanbefaling bør alle være fysisk aktive i minimum 150 minutter med moderat intensitet i uken, eller 75 minutter med høy intensitet (Helsedirektoratet, 2019; Piepoli et al., 2016). I motsetning til hva Helsedirektoratet gjør for den øvrige, friske befolkningen, vil ikke retningslinjene til ESC direkte anbefale høyintensiv intervalltrening (Helsedirektoratet, 2019; Piepoli et al., 2016). Dette fordi de mener at grunnlaget for å si noe om sikkerheten og effekten av slik trening ikke er tilstrekkelig (Piepoli et al., 2016).

At hjertepasienter skal trene med høy intensitet kan anses kontroversielt, men risikoen for at det skal oppstå kardiovaskulære hendelser som hjertestans eller akutt hjerteinfarkt er vist å være svært lav (Rognmo et al., 2012). En studie publisert i 2012 undersøkte risikoen for kardiovaskulære hendelser under trening med høy og moderat intensitet (Rognmo et al., 2012). I løpet av hele 175 820 treningstimer oppstod kun én fatal hendelse under trening ved moderat intensitet, og to ikke-fatale hendelser ved høyintensiv trening (Rognmo et al., 2012). Studien konkluderte dermed at HIIT utgjorde liten risiko for kardiovaskulære hendelser, og derfor trygt og med stor fordel kan benyttes ved hjerterehabilitering (Rognmo et al., 2012).

Et lavt oksygenopptak er som nevnt en særdeles viktig risikofaktor for kardiovaskulær sykdom og død (Nauman et al., 2016). Det bør derfor være av høy prioritet å identifisere den treningen som mest effektivt bedrer VO_{2maks} (Weston et al., 2014), slik at man i

sekundærforebyggingen av koronarsykdom kan gjennomføre den treningsformen som mest effektivt bedrer pasientenes helse og prognose (Wilson et al., 2015).

Fysioterapeuter har en viktig rolle i helsefremmende og forebyggende arbeid, ofte som en del av det tverrfaglige teamet i hjerterehabiliteringen av personer med koronarsykdom (Nilsson, Lunde, & Holm, 2017; St. Olavs Hospital, 2020). Det er derfor viktig at vi som fagutøvere med trygghet kan foreskrive den treningen som gir best effekt, og legge til rette for at pasienter kan ta velinformerte valg for å best mulig ta vare på egen helse. For å gjøre dette trenger vi visshet om hvilken treningsintensitet og treningsform som fører til bedre helse hos personer med koronarsykdom.

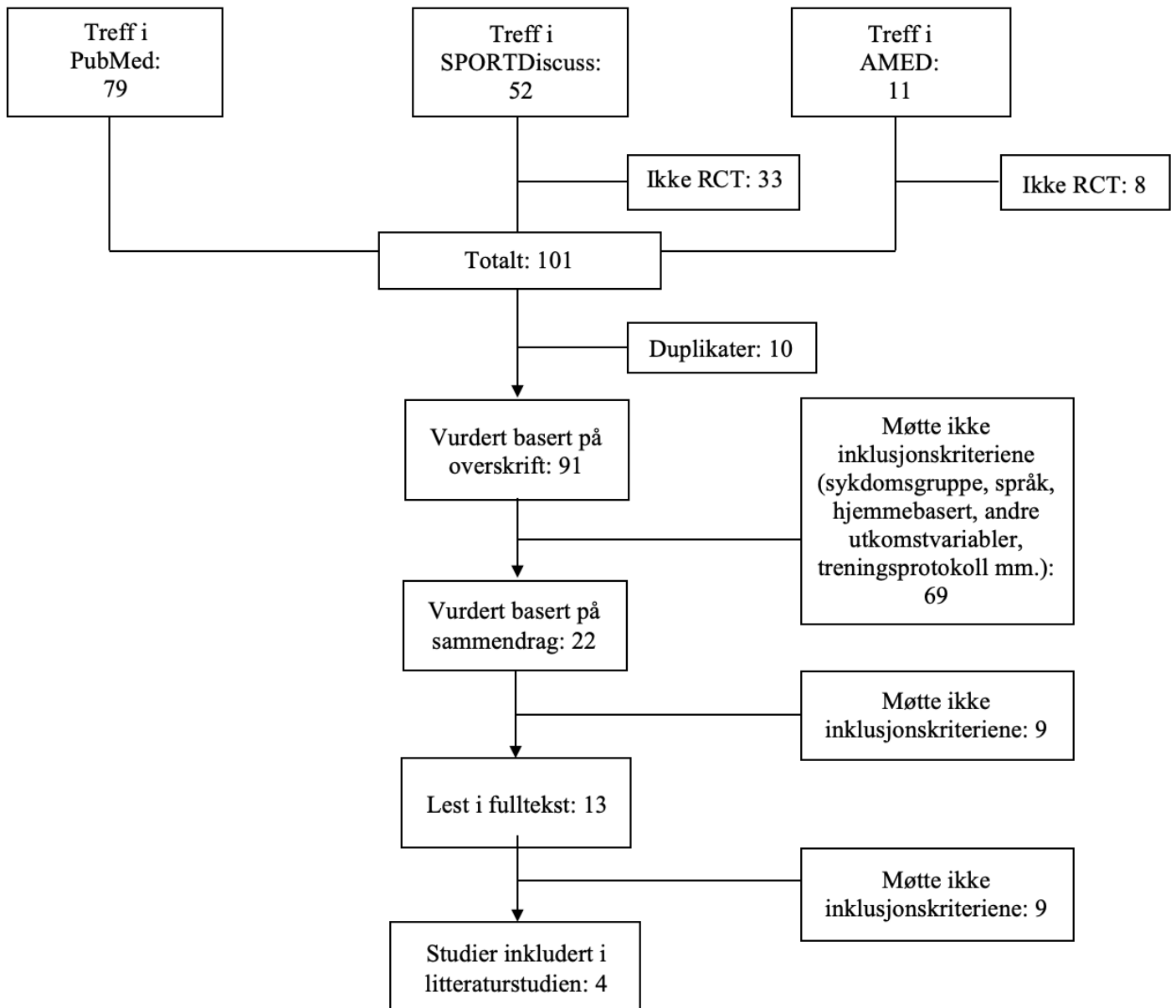
3 Metode

3.1 Søkestrategi og seleksjonsprosessen

Vi har valgt å bruke litteraturstudie som forskningsdesign for denne oppgaven. For å undersøke hva oppdatert forskning sier om nevnt problemstilling, ble det gjennomført et systematiske litteratursøk mellom uke 44-51 i PubMed, AMED og SPORTDiscus.

Det ble gjennomført et søk med søkeord rettet spesifikt inn mot delkomponentene i problemstillingen. Søkeordene som ble anvendt var: 1) coronary artery disease, 2) coronary heart disease, 3) cardiac rehabilitation, 4) physical exercise, 5) exercise training, 6) aerobic exercise, 7) high intensity interval training, 8) cardiorespiratory fitness og 9) oxygen uptake. Søkeordene ble kombinert og lagt sammen i et felles søk, og deretter avgrenset til RCTer utgitt mellom 2000 og 2020/nåtid. Søket ga totalt 142 treff, hvorav 79 treff var fra PubMed, 52 fra SPORTDiscus og 11 fra AMED. Da det ikke var mulig å avgrense til RCT i AMED og SPORTDiscus, ble treffene sortert manuelt. Etter å ha slettet duplikater og grovsortert på bakgrunn av overskrift og sammendrag, ble 13 artikler funnet relevante.

Figur 1: Flytskjema



3.1.1 Inklusjons- og eksklusjonskriterier

Følgende kriterier er brukt for å avgrense inkludert litteratur:

Tabell 2: Inklusjons- og eksklusjonskriterier

Inklusjonskriterier	Eksklusjonskriterier
<ul style="list-style-type: none">- Deltakere i studiene har iskemisk hjertesykdom/koronarsykdom.- Randomiserte kontrollerte studier med VO_{2maks} som endepunkt.- Studiene må ha randomiserte grupper hvor man sammenligner HIIT og MCT, alene eller i kombinasjon med en tredje kontrollgruppe som ikke gjør annet enn å følge dagens retningslinjer for fysisk aktivitet.- Den høyintensive intervalltreningen er planlagt gjennomført med en intensitet tilsvarende 85-95% av maksimal hjerterefrekvens.- Den moderate, kontinuerlige treningen er planlagt gjennomført med en intensitet tilsvarende <80% av maksimal hjerterefrekvens.- Treningsintervensjonene kan gjennomføres på tredemølle eller ergometersyssel.- Majoriteten av treningsintervensjonene må være utført under oppsyn.	<ul style="list-style-type: none">- Artikler skrevet på andre språk enn engelsk.- Artikler med utgivelsesår før 2000.- Artikler som ikke treffer inklusjonskriteriene.

3.2 Metodekritikk

Den aktuelle oppgaven er utført over en relativt kort tidsperiode, hvilket satte begrensninger for omfanget i oppgaven. Litteratursøket ble derfor avgrenset av de nevnte inklusjons- og eksklusjonskriteriene, i et forsøk på å innhente aktuell og spesifikk forskning. Totalt sett kan kriteriene ha resultert i at vår oppgave kan gi et noe unyansert bilde av dagens eksisterende kunnskap på feltet.

I søkeprosessen ble utvalgte fagbegrep plukket ut for å belyse den aktuelle problemstillingen. Ulik terminologi anvendes for å beskrive den samme treningsformen (Weston et al., 2014), og HIIT er synonymt med AIT («aerobic interval training») og HIIE ("high intensity interval exercise»). Valg av søkeord kan dermed ha ekskludert relevante studier. På grunn av kompliserte metoder for intensitetsstyring, eller mangelfulle treningsprotokoller og/eller statistiske analyser, kan enkelte studier ha blitt forkastet til tross for at treningen var planlagt gjennomført i intensitetssonene tilsvarende våre inklusjonskriterier. Det er også en viss risiko for at det er gjort feil i seleksjonsprosessen, og at relevante studier er glippet gjennom.

4 Resultater

4.1 Inkluderte studier

Litteratursøket resulterte som vist i Figur 1, i 13 aktuelle forskningsartikler totalt. Disse ble lest og fortløpende inkludert eller ekskludert på bakgrunn av inklusjonskriteriene. Etter en vurderingsprosess ble fire randomiserte kontrollerte studier anvendt i denne oppgaven. En oversikt over studienes karakteristika er illustrert i Tabell 3.

4.2 Studiedesign og metode

Tre studier sammenlignet HIIT og MCT (Conraads et al., 2015; Currie, Dubberley, McKelvie, & Macdonald, 2013; Rognmo et al., 2004). Cardozo et al. (2015) sammenlignet HIIT og MCT med en kontrollgruppe (CG) som ikke utførte noen regelmessig trening/aktiviteter under ukene studien pågikk (Cardozo, Oliveira, & Farinatti, 2015). Intervensjonene i HIIT-gruppene varierte mellom ett til fire minutters intervaller. Intervensjonene i MCT-gruppene varierte mellom 30-50 minutter kontinuerlig arbeid. Tidsperioden for intervensjonene spenner fra ti til 16 uker. Antall økter varierte fra 30-48. I Currie et al. (2013) innebar

treningsprotokollen to treningsøkter under oppsyn, samt minst en økt utført på egenhånd, som skulle ha lignende varighet og intensitet som øktene de utførte med sin respektive HIIT- eller MCT-gruppe (Currie et al., 2013). Øvrige hadde tre økter i uken under oppsyn (Cardozo et al., 2015; Conraads et al., 2015; Rognmo et al., 2004). Treningsprotokollene inneholdt totalt mellom 360-768 minutter på høy intensitet og 1230-1440 minutter på moderat intensitet, ekskludert oppvarming og nedtrapping. Treningsprotokollen i Cardozo et al. (2015) ble gjennomført på tredemølle (Cardozo et al., 2015), øvrige ble gjennomført på ergometersykel (Conraads et al., 2015; Currie et al., 2013; Rognmo et al., 2004). Samtlige gjennomførte pre- og posttest på apparatet de gjennomførte treningen på. Cardozo et al. (2015) og Conraads et al. (2015) baserte intensiteten i sine treningsprotokoller på prosent av HF_{maks} , Currie et al. (2013) brukte prosent av peak power output (PPO) og Rognmo et al. (2004) brukte prosent av VO_{2maks} . Conraads et al. (2015) og Rognmo et al. (2004) hadde VO_{2maks} som primær utkomstvariabel, øvrige hadde VO_{2maks} som sekundær utkomstvariabel (Cardozo et al., 2015; Conraads et al., 2015; Currie et al., 2013; Rognmo et al., 2004).

4.3 Gjennomført intensitet

Conraads et al. (2015) rapporterte at HIIT i snitt ble gjennomført på en intensitet tilsvarende 88% av HF_{maks} , og at MCT i snitt ble gjennomført på 80% av HF_{maks} (Conraads et al., 2015). Currie et al. (2013) rapporterte at HIIT-gruppen i snitt gjennomførte treningsintervensjonene med en intensitet tilsvarende 73% av den aldersbestemte HF_{maks} , og at MCT-gruppen i snitt gjennomførte med en intensitet tilsvarende 65% av aldersbestemt HF_{maks} (Currie et al., 2013).

4.4 Maksimalt oksygenopptak

Cardozo et al. (2015) (n=71) fant en 18% forbedring i VO_{2maks} ved HIIT ($p<0.05$), ingen endring ved MCT (NS) og nedgang ved CG ($p<0.05$). HIIT vs. MCT (NS), HIIT vs. CG ($p<0.05$), MCT vs. CG (NS) (Cardozo et al., 2015). Conraads et al. (2015) (n=174) fant en 22% forbedring i VO_{2maks} ved HIIT ($p<0.001$) mot en 20% forbedring ved MCT ($p<0.001$), HIIT vs. MCT ($p<0.05$) (Conraads et al., 2015). Currie et al. (2013) (n=21) fant en 24% forbedring i VO_{2maks} ved HIIT og 19% forbedring ved MCT ($p \leq 0.001$). HIIT vs. MCT (NS) (Currie et al., 2013). Rognmo et al. (2004) (n=17) fant en 18% forbedring i VO_{2maks} ved HIIT ($p<0.02$) og 8% forbedring ved MCT ($p<0.05$). HIIT vs. MCT ($p<0.02$) (Rognmo et al., 2004).

Tabell 3: Karakteristika av inkluderte studier

Publikasjon	Antall deltakere	Intervensjon	Modus	Treningsprotokoll	Volum moderat-/høyintensitet	Endepunkt	Resultat VO2maks, oppgitt i ml/kg/min
Cardozo et al. 2015	n= 71	HIIT (n= 23) vs. MCT (n= 24) vs. CG (n= 24)	Tredemølle	HIIT: 8x2 min. intervall @90% HRmax, 2 min. aktiv pause. MCT: 30 min. kontinuerlig arbeid @60% HRmax. CG: ingen treningsprotokoll eller regelmessig aktivitet	16 uker. 48 økter. 16 min. HI per økt. 30 min. MI per økt. Totalt 768 minutter HI. Totalt 1440 minutter MI.	VO2peak, VE/VCO2, OUES, O2P	HIIT 20.6±5 - 24.4±5 (p< 0.05); MCT 21.8±6 - 21.9±6 (NS); CG 21.9±6 - 18.6±6 (p< 0.05); HIIT vs. MCT (NS); HIIT vs. CG (p< 0.05); MCT vs. CG (NS)
Conraads et al. 2015	n= 174	HIIT (n= 85) vs. MCT (n= 89)	Ergometersykkel	HIIT: 4x4 intervaller @90-95% HRmax, 3 min. aktiv pause. MCT: 37 min. kontinuerlig arbeid @65-75% av HRmax.	12 uker. 36 økter. 16 min. HI per økt. 37 min. MI per økt. Totalt 576 minutter HI. Totalt 1332 minutter MI.	VO2peak, peripheral endothelial function, cardiovascular risk factors, QoL, safety	HIIT 23.5±5.7 - 28.6±6.9 (p< 0.001); MCT 22.4±5.6 - 26.8±6.7 (p< 0.001); HIIT vs. MCT (p< 0.05)
Currie et al. 2013	n= 21	HIIT (n=11) vs. MCT (n=10)	Ergometersykkel	HIIT: 10x1 min. intervall @87-92% HRmax, 1 min. aktiv pause. MCT: 30-50 min. @60-72% av HRmax	12 uker. 36 økter. 10 min. HI per økt. 30-50 min. MI per økt. Totalt 360 minutter HI. Totalt 1440 minutter MI.	VO2peak, FMD	HIIT 19.8±3.7 - 24.5±4.5 (p≤ 0.001); MCT 18.7±5.7 - 22.3±6.1 (p≤ 0.001); HIIT vs. MCT (NS)
Rognmo et al. 2004	n= 17	HIIT (n=8) vs. MCT (n=9)	Tredemølle	HIIT: 4x4 min. intervall @85-95% HRmax, 3 min. aktiv pause. MCT: 41 min @65-75% HRmax	10 uker. 30 økter. 16 min. HI per økt. 41 min. MI per økt. Totalt 480 minutter HI. Totalt 1230 minutter MI.	VO2peak	HIIT 31.8±9.3 - 37.8±12.4 (p< 0.02); MCT 32.1±5.3 - 34.8±5.7 (p< 0.05); HIIT vs. MCT (p< 0.02)

VO2peak: Peak oxygen uptake, HI: High intensity, MI: Moderat intensity, HRmax: Maximal heart rate, VE/VCO2: The relationship between ventilation and carbon dioxide production, OUES: Oxygen uptake efficiency slope, O2P: Oxygen pulse, QoL: Quality of life, FMD: Brachial artery flow-mediated dilation

(Cardozo et al., 2015; Conraads et al., 2015; Currie et al., 2013; Rognmo et al., 2004)

5 Diskusjon

5.1 Hovedresultat

I samtlige studier resulterte HIIT i større forbedringer enn MCT, og samlet sett viser de en bedring i VO_{2maks} mellom 18-24% ved HIIT og mellom 0-20% ved MCT (Cardozo et al., 2015; Conraads et al., 2015; Currie et al., 2013; Rognmo et al., 2004). Disse resultatene reflekterer en gjennomsnittlig økning på 5 ml/kg/min (HIIT) og 2.5 ml/kg/min (MCT). Rognmo et al. (2004) viser i likhet med Cardozo et al. (2015) relativt store forbedringer i VO_{2maks} ved HIIT sammenlignet med MCT (Cardozo et al., 2015; Rognmo et al., 2004), mens Conraads et al. (2015) og Currie et al. (2013) derimot fant nokså like endringer mellom gruppene (Conraads et al., 2015; Currie et al., 2013).

Til tross for at samtlige studier viser større forbedringer ved HIIT, rapporterer kun Conraads et al. (2015) og Rognmo et al. (2004) at disse endringene er av statistisk signifikans (Cardozo et al., 2015; Conraads et al., 2015; Currie et al., 2013; Rognmo et al., 2004). Dette innebærer at endringene Cardozo et al. (2015) og Currie et al. (2013) finner i sine studier ikke med sikkerhet skyldes treningsintervensjonene (Cardozo et al., 2015; Currie et al., 2013). Den inkluderte forskningen gir dermed sprikende svar på hvilken treningsintensitet som mest effektivt forbedrer VO_{2maks} for personer med koronarsykdom.

Resultatene inkludert i denne oppgaven gir derfor ikke grunnlag for å avgjøre hvorvidt HIIT eller MCT er mest effektivt for å forbedre VO_{2maks} hos personer med koronarsykdom.

5.2 Andre forskningsresultater

En omfattende andel annen forskning peker imidlertid mot at HIIT har en større effekt på VO_{2maks} enn MCT. To metaanalyser som totalt inkluderte 18 RCTer konkluderte med at HIIT ga en større forbedring i VO_{2maks} enn MCT hos koronarpasienter (Elliott, Rajopadhyaya, Bentley, Beltrame, & Aromataris, 2015; Hannan et al., 2018). Moholdt et al. (2012) undersøkte blant annet effekten av HIIT på VO_{2maks} sammenlignet med den standardiserte gruppetreningen som ble gjennomført i de aktuelle rehabiliteringsprogrammene (Moholdt et al., 2012). Studien konkluderte med at økningene i VO_{2maks} ved HIIT overgikk effekten av det eksisterende rehabiliteringsprogrammet (18% vs. 7.5%, $p < 0.05$) (Moholdt et al., 2012). Lignende resultater ble også funnet av Keteyian et al. (2014), hvor resultatene viste større forbedringer i VO_{2maks} ved HIIT enn MCT (16% vs. 8%, $p \leq 0.05$) (Keteyian et al., 2014).

Den overlegne effekten av HIIT er også funnet i studier på andre pasientgrupper, som diabetes type 2 og andre livsstilssykdommer, samt hjertesvikt (Hollekim-Strand, 2016; Wisløff et al., 2007).

5.3 Styrker og begrensninger

En begrensning ved denne oppgaven er at litteratursøket resulterte i et lavt kvantum inkludert forskning. Dette er trolig et resultat av de valgte inklusjonskriteriene. Å velge strenge inklusjonskriterier vedrørende intensitetsvariabler, sykdomsgruppe og studiedesign, har resultert i en betydelig andel forkastede studier. Likevel anser vi disse valgene nødvendige og relevante for å oppnå et konkret svar på vår problemstilling.

En gjennomgående svakhet ved den eksisterende forskningen er at få studier benytter seg av de samme måleparameterne for treningsintensitet. Blant annet anvendes prosent av maksimal hjertefrekvens (% HR_{max}), prosent av «peak power output» (%PPO), prosent av «heart rate reserve» (% HRR), og prosent av watt (% W) (Cardozo et al., 2015; Currie et al., 2013; Keteyian et al., 2014; Villelabeitia-Jaureguizar et al., 2017). Denne variasjonen gjør det vanskelig å sammenligne resultater på tvers av studier, og er sannsynligvis en viktig årsak til at det fremdeles er usikkerhet knyttet til hvilken treningsintensitet som mest effektivt forbedrer VO_{2maks} ved koronarsykdom. Gjennom de presenterte inklusjonskriteriene belyser derfor denne oppgaven at det til tross for relativt mye forskning på effekten av høy og moderat treningsintensitet, fremdeles eksisterer en usikkerhet vedrørende hvilken intensitet som mest effektivt bedrer VO_{2maks} i sekundærforebyggingen av koronarpasienter.

Blant de fire inkluderte studiene i denne oppgaven anvendes tre ulike intensitetsparametere, herunder prosent av maksimal hjertefrekvens (% HF_{maks}), prosent av maksimalt oksygenopptak (% VO_{2maks}) og prosent av «peak power output» (% PPO) (Cardozo et al., 2015; Conraads et al., 2015; Currie et al., 2013; Rognmo et al., 2004). 100% PPO ble ansett å være likeverdig 100% av VO_{2maks}, da PPO gir uttrykk for maksimal treningsbelastning oppnådd. Vi valgte å gjøre om de ulike intensitetsvariablene til en felles målevariabel: prosent av HF_{maks}. Til tross for fordelene dette har, kan det også ha utgjort en begrensning for resultatet. Dette fordi vi har vært nødt til å forkaste aktuelle studier da de oppgitte intensitetsvariablene ikke lot seg gjøre om til prosent av HF_{maks}, eller at omgjort intensitet utgjorde et spenn av HF_{maks} og dermed ikke med sikkerhet lå innenfor de fastsatte intensitetsgrensene i inklusjonskriteriene.

Vi har i denne oppgaven omtalt det funksjonelle oksygenopptaket målt under testing (VO_{2peak}) som VO_{2maks} . Dersom deltakerne oppnådde VO_{2peak} under pretest, og under posttest i større grad nådde VO_{2maks} , vil endringene mellom pre- og posttest reflektere en større endring enn det i realiteten kanskje var. Som forklart vil ulike aspekter som arbeidsøkonomi, påvirke evnen til å nå det fysiologiske maksimale oksygenopptaket. Det at deltagerne har fått øvd seg på testformatet gjennom den planlagte treningen i studiene, vil mest sannsynlig ha forbedret arbeidsøkonomien og andre eventuelle begrensende faktorer. Dette kan ha spilt inn på resultatet til posttesten og her også reflektere en større endring enn egentlig oppnådd. Videre kan det å anse VO_{2peak} som VO_{2maks} også utgjøre en feilkalkulering med tanke på ønsket treningsintensitet. Dersom det funksjonelle opptaket oppnådd under testen er nokså langt fra den maksimale verdien, vil dette utgjøre en svakhet om treningsintensiteten er basert på % VO_{2peak} , ved at deltakerne har trent på en lavere intensitet enn ønsket.

Den inkluderte forskningen har dessverre også enkelte begrensninger. Blant studiene som rapporterte statistisk signifikante økninger mellom HIIT og MCT har Rognmo et al. (2004) en relativt liten deltakergruppe ($n=17$), mens deltakerne i begge treningsintervensjonene i Conraads et al. (2015) ($n=174$) ikke trente på den ønskede intensiteten (Conraads et al., 2015; Rognmo et al., 2004). En annen gjennomgående svakhet med den inkluderte forskningen er at den inkluderer få kvinner, eldre og høyrisiko koronarpatienter (Cardozo et al., 2015; Conraads et al., 2015; Currie et al., 2013; Rognmo et al., 2004). Dette fører til at resultatet i studiene ikke i like stor grad kan overføres til den heterogene pasientgruppen som eksisterer for koronarsykdom.

To av de inkluderte studiene har videre uklare statistiske analyser (Cardozo et al., 2015; Conraads et al., 2015). Til tross for at forskjellen i endring er liten, viser den presenterte statistikken slik vi forstår den at forskjellen mellom gruppene er statistisk signifikant ($p<0.05$) (Conraads et al., 2015). Etter mislykkede forsøk på å oppnå kontakt med korresponderende forfattere, ble det tatt et valg om å inkludere studiene og anvende statistikken slik vi forstår den, med forbehold om at dette kan spille inn på det endelige resultatet av oppgaven. I Cardozo et al. (2015) er det ikke presisert om forskjellen innad i MCT-gruppen er analysert, eller om forskjellen mellom HIIT- og MCT-gruppene er analysert (Cardozo et al., 2015). Etersom ingen spesifisering var oppgitt, ble endringen i MCT, og forskjellen i endring mellom HIIT og MCT, ansett å være ikke statistisk signifikant (Cardozo et al., 2015). Conraads et al. (2015) fant at HIIT og MCT resulterte i lignende forbedringer i VO_{2maks} (HIIT: 22%, MCT: 20%) (Conraads et al., 2015). Likevel er de upresise på om HIIT var overlegent for MCT (Conraads et al., 2015). Til tross for at forskjellen i endring er liten, viser den presenterte

statistikken slik vi forstår den at forskjellen mellom gruppene er statistisk signifikant ($p < 0.05$) (Conraads et al., 2015).

5.4 Resultatdiskusjon

Den betydelig større forbedringen ved HIIT i Rognmo et al. (2004) (18%) bygger opp under tidligere teori om forskjeller mellom lav- og høy-volum HIIT (Rognmo et al., 2004). Denne studien anvendte høy-volum HIIT (4x4 min.), hvilket innebærer at deltakerne tilbragte mer sammenhengende tid i høy intensitetszone (Rognmo et al., 2004), og den store forbedringen i VO_{2maks} kan derfor komme av dannelsen av et større slagvolum (Bækkerud et al., 2015). Den totale arbeidsmengden ved de to intervensjonene var i dette tilfellet likestilt, ettersom varigheten av MCT-øktene ble fastsatt basert på arbeidsmengden ved en HIIT-økt (Rognmo et al., 2004). Innsatsen var dermed lik, som gjorde det mulig å undersøke om treningsintensiteten og treningsprotokollen var avgjørende for endringer i VO_{2maks} , noe resultatene understreker at det var (Rognmo et al., 2004).

Den betydelig større forbedringen ved HIIT i Rognmo et al. (2004) (18%) bygger opp under tidligere teori om forskjeller mellom lav- og høy-volum HIIT (Rognmo et al., 2004). Denne studien anvendte høy-volum HIIT (4x4 min.), hvilket innebærer at deltakerne tilbragte mer sammenhengende tid i høy intensitetszone (Rognmo et al., 2004), og den store forbedringen i VO_{2maks} kan derfor komme av dannelsen av et større slagvolum (Bækkerud et al., 2015). Den totale arbeidsmengden ved de to intervensjonene var i dette tilfellet likestilt, ettersom varigheten av MCT-øktene ble fastsatt basert på arbeidsmengden ved en HIIT-økt (Rognmo et al., 2004). Innsatsen var dermed lik, som gjorde det mulig å undersøke om treningsintensiteten og treningsprotokollen var avgjørende for endringer i VO_{2maks} , noe resultatene understreker at det var (Rognmo et al., 2004).

Individets treningsstatus fra start vil også påvirke hva slags effekt treningen får på oksygenopptaket (Jansson & Anderssen, 2008). Deltakergruppen i Rognmo et al. (2004) hadde fra start et langt høyere VO_{2maks} enn de øvrige deltakergruppene, med et snitt på 32 ± 9 mL/kg/min og 32 ± 5 mL/kg/min i henholdsvis HIIT- og MCT-gruppen (Rognmo et al., 2004). Dette viser at deltakerne ved studiens start relativt sett var i bedre form enn deltakerne i de andre studiene. Til sammenligning hadde de andre studiene på det meste et maksimalt oksygenopptak ved start på 24 ± 6 mL/kg/min (HIIT) og 22 ± 6 mL/kg/min (MCT) (Cardozo et al., 2015; Conraads et al., 2015; Currie et al., 2013). Den største helsegevinsten og risikoreduksjonen oppnås blant de som er i dårligst fysisk form og har en inaktiv livsstil (Jansson & Anderssen, 2008, pp. 38-39). Dette gjør den store forbedringen i Rognmo et al. (2004) på 18% imponerende, de allerede høye opptakene tatt i betraktning (Rognmo et al., 2004).

Basert på deres fysiske form ved start, er det mulig at deltakerne i Rognmo et al. (2004) hadde mer treningserfaring, og dermed hadde lettere for å presse seg selv og fullføre intervallene med tilstrekkelig høy intensitet (Rognmo et al., 2004). Dette kan være en del av forklaringen på hvorfor deltakerne i denne studien ikke hadde problemer med å gjennomføre intervallene på riktig intensitet, mens Conraads et al. (2015) hevder de i enkelte tilfeller var nødt til å redusere treningsintensiteten for å unngå hyperventilering eller at deltakerne skulle gi seg underveis (Conraads et al., 2015).

Conraads et al. (2015) anvendte også høy-volum HIIT, som gjør at man kan forvente lignende forskjeller mellom HIIT og MCT her som i Rognmo et al. (2004) (Conraads et al., 2015; Rognmo et al., 2004). Likevel ga de to treningsintervensjonene i Conraads et al. (2015) nokså lignende resultater (22% vs. 20%) (Conraads et al., 2015). Trolig skyldes dette at MCT-gruppen i snitt trente med en høyere intensitet enn planlagt (80% av HF_{maks}), mens HIIT-gruppen trente med lavere intensitet (88% av HF_{maks}) (Conraads et al., 2015). Å ligge i nedre del av høy intensitetszone ga altså lignende resultater som å ligge i øvre del av moderat intensitetszone. Dette underbygger igjen at det ikke bare er varigheten av arbeidsperioden i høy-volum HIIT som er avgjørende, men også intensiteten man ligger på innenfor høy intensitetszone (Moholdt et al., 2014).

I likhet med tidligere funn av Gibala et al. (2006), resulterte lav-volum HIIT i Currie et al. (2013) i lignende forbedringer som funnet ved MCT (24% vs. 19%) (Currie et al., 2013; Gibala et al., 2006). Antageligvis skyldes dette at denne intervallformen har mindre sammenhengende tid med høy intensitet (Bækkerud et al., 2015). De lignende resultatene kan også være et resultat av at gruppene gjennomførte treningsintervensjonene utenfor den planlagte intensiteten, ettersom treningsintervensjonene ble gjennomført med 73% (HIIT) og 65% (MCT) av aldersbestemt HF_{maks} (Currie et al., 2013). Deltakerne i Currie et al. (2013) hadde i motsetning til deltakerne i Rognmo et al. (2004) fra start de laveste oksygenopptakene i begge grupper (Currie et al., 2013; Rognmo et al., 2004). Med henholdsvis 20 ± 4 mL/kg/min og 19 ± 6 mL/kg/min i HIIT- og MCT-gruppen hadde de en betydelig reduksjon i risiko å vinne på treningen (Currie et al., 2013; Letnes et al., 2018). Dette kan muligens forklare hvorfor endringene i VO_{2maks} var så store (HIIT: 24%, MCT: 19%) (Currie et al., 2013).

Samlet viser den inkluderte forskningen at HIIT er en tidseffektiv metode for å øke VO_{2maks} , da det tar vesentlig mer tid å oppnå større eller lignende forbedringene når man gjennomfører MCT enn HIIT (360-768 min. HI vs. 1230-1440 min. MI) (Cardozo et al., 2015; Conraads et al., 2015; Currie

et al., 2013; Rognmo et al., 2004). Dersom målet er å raskest mulig oppnå en risikoreduksjon gjennom å øke VO_{2maks} , vil altså HIIT oppnå dette på kortere tid enn MCT.

Dette er i overensstemmelse med lignende funn hos andre (Currie et al., 2013; Gibala et al., 2006; Weston et al., 2014).

Mangel på tid er for mange en av barrierene for å opprettholde en aktiv livsstil (Currie et al., 2013). Det faktum at HIIT er tidseffektivt gjør dermed denne treningsformen til et godt alternativ til annen utholdenhetstrening. Videre kan HIIT ofte oppleves mer lystbetont og motiverende enn kontinuerlig trening med moderat intensitet (Bartlett et al., 2011), da enkelte opplever MCT som langtekkelig og lite engasjerende (Wisløff et al., 2007). For at studiedeltagerne skal opprettholde bedringen i VO_{2maks} er det essensielt at de fortsetter med utholdenhetstrening, fordi det å redusere treningsmengden vil reverseres de funksjonelle og strukturelle endringene på hjerte- og karsystemet (McArdle et al., 2016, p. 405). At man finner treningen lystbetont er dermed avgjørende for å oppnå langvarige resultater med treningen (Weston et al., 2014).

6 Konklusjon

Denne oppgaven gir ikke et klart svar på hvilken treningsintensitet som mest effektivt bedrer VO_{2maks} hos personer med koronarsykdom. Til tross for at det samlet sett er nokså sterke indikasjoner for at HIIT mer effektivt bedrer VO_{2maks} enn MCT, er det altså et behov for mer forskning for å kunne si noe med sikkerhet. Det er behov for flere og større studier, med mer standardiserte treningsprotokoller med tanke på treningsintensitet, måleparametere og intervallform. Studiene bør inkludere flere kvinner, eldre og koronarpatienter med ulik grad av risiko, for å sikre at resultatene i større grad kan overføres til den befolkningen som lever med koronarsykdom. Forhåpentligvis vil fremtidig forskning dekke disse behovene og gjøre det lettere å fastslå om HIIT i dette tilfellet er mer effektivt på VO_{2maks} enn MCT.

Erfaringsmessig er teorigrunnlaget omkring fysiologien bak treningstilpasninger og deres helsegevinster i for liten grad vektlagt under studieforløpet til fysioterapiutdanningen. Det bør være av høyere prioritet at fysioterapeuter skal inneha slik kompetanse, slik at vi med trygghet kan møte denne store pasientgruppen med evidensbasert kunnskap. Opprettelsen av *Nasjonal kompetansetjeneste Trening som medisin* er et tegn på at det er behov for denne kunnskapen i klinisk praksis. Kompetansetjenesten arbeider for å øke og spre kunnskap omkring trening som medisin for sykdommer som koronarsykdom, hjertesvikt og kols, og jobber aktivt mot sitt mål: at trening skal bli en like naturlig del av behandlingen av disse sykdommene som medikamenter

(Nasjonal kompetansetjeneste Trening som medisin, 2020). Trening som medisin synliggjør hva vi vet og hva vi trenger å vite mer om, og gjør denne kunnskapen mer tilgjengelig for oss som helsepersonell.

Med ny og mer sammenlignbar forskning, kan man trolig få et etterlengt klart svar på hvilken treningsintensitet man bør anbefale koronarpasienter. For selv om all trening er bra trening, er kun det beste egentlig bra nok for våre pasienter.

Bibliografi

- Ambrosetti, M., Abreu, A., Corrà, U., Davos, C. H., Hansen, D., Frederix, I., . . . Piepoli, M. F. (2020). Secondary prevention through comprehensive cardiovascular rehabilitation: From knowledge to implementation. 2020 update. A position paper from the Secondary Prevention and Rehabilitation Section of the European Association of Preventive Cardiology. *European Journal of Preventive Cardiology*, 1-42. doi:10.1177/2047487320913379
- Amundsen, B. H., Slørdahl, S., Ståhle, A., & Cider, Å. (2017). Koronarsykdom. In R. Bahr (Ed.), *Aktivitetshåndboken: Fysisk aktivitet i forebygging og behandling* (3. utgave ed., pp. 343-358). Bergen: Fagbokforlaget.
- Anderson, L., Thompson, D. R., Oldridge, N., Zwisler, A.-D., Rees, K., Martin, N., & Taylor, R. S. (2016). Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease (Review). *The Cochrane database of systematic reviews*. doi:10.1002/14651858.CD001800.pub3
- Arnesen, H. (2018). *hjertekrampe* i *Store medisinske leksikon*. Retrieved from <https://sml.sn.no/hjertekrampe>
- Arnesen, H. (2019a). *hjerterinfarkt* i *Store medisinske leksikon*. Retrieved from <https://sml.sn.no/hjerterinfarkt>
- Arnesen, H. (2019b). *iskemi* i *Store medisinske leksikon*. Retrieved from <https://sml.sn.no/iskemi>
- Arnesen, H. (2019c). *koronararterier* i *Store medisinske leksikon*. Retrieved from <https://sml.sn.no/koronararterier>
- Balady, G. J., Arena, R., Sietsema, K., Myers, J., Coke, L., Fletcher, G. F., . . . Milani, R. V. (2010). Clinician's Guide to cardiopulmonary exercise testing in adults: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 122(2), 191-225. doi:10.1161/CIR.0b013e3181e52e69
- Bartlett, J. D., Close, G. L., MacLaren, D. P. M., Gregson, W., Drust, B., & Morton, J. P. (2011). High-intensity interval running is perceived to be more enjoyable than moderate-intensity continuous exercise: Implications for exercise adherence. *Journal of Sports Sciences*, 29(6), 547-553. doi:10.1080/02640414.2010.545427
- Bassett JR., D. R., & Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 32, 70-84. doi:10.1097/00005768-200001000-00012
- Bækkerud, F. H., Solberg, F., Leinan, I. M., Wisløff, U., Karlsen, T., & Rognmo, Ø. (2015). Comparison of Three Popular Exercise Modalities on VO₂max in Overweight and Obese. *Medicine and science in sports and exercise*, 48(3), 491-498. doi:10.1249/mss.0000000000000777
- Cardozo, G. G., Oliveira, R. B., & Farinatti, P. T. V. (2015). Effects of high intensity interval versus moderate continuous training on markers of ventilatory and cardiac efficiency in coronary heart disease patients. *The Scientific World Journal*, 2015, 1-8. doi:10.1155/2015/192479
- CERG (Producer). (18.05.2011). 4x4 Intervalltrening. [Video] Retrieved from <https://www.ntnu.no/cerg/treningsrad>
- CERG. (2020). Treningsråd og -programmer fra CERG. Retrieved from <https://www.ntnu.no/cerg/treningsrad>
- Conraads, V. M., Pattyn, N., De Maeyer, C., Beckers, P. J., Coeckelberghs, E., Cornelissen, V. A., . . . Vanhees, L. (2015). Aerobic interval training and continuous training equally improve aerobic exercise capacity in patients with coronary artery disease: the

- SAINTEX-CAD study. *International Journal of Cardiology*, 179, 203-210.
doi:10.1016/j.ijcard.2014.10.155
- Currie, K. D., Dubberley, J. B., McKelvie, R. S., & Macdonald, M. J. (2013). Low-Volume, High-Intensity Interval Training in Patients with CAD. *Medicine and science in sports and exercise*, 45(8), 1436-1442. doi:10.1249/MSS.0b013e31828bbbd4
- Dalal, H. M., & Doherty, P. (2015). Cardiac rehabilitation. *BMJ: British medical journal*, Vol. 351, 8. doi:10.1136/bmj.h5000
- Elliott, A. D., Rajopadhyaya, K., Bentley, D. J., Beltrame, J. F., & Aromataris, E. C. (2015). Interval training versus continuous exercise in patients with coronary artery disease: a meta-analysis. *Heart, Lung and Circulation*, 24(2), 149-157.
doi:10.1016/j.hlc.2014.09.001
- Fletcher, G. F., Ades, P. A., Kligfield, P., Arena, R., Balady, G. J., Bittner, V. A., . . . Williams, M. A. (2013). Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 128(8), 873-934.
doi:10.1161/CIR.0b013e31829b5b44
- Folkehelseinstituttet. (2017). *Sykdomsbyrde i Norge 2015. Resultater fra Global Burden of Diseases, Injuries, and Risk Factors Study 2015 (GBD 2015)*. (1). Retrieved from https://www.fhi.no/globalassets/dokumenterfiler/rapporter/2015/sykdomsbyrde_i_norge_2015.pdf
- Folkehelseinstituttet. (2020). *Hjerte- og karsykdommer i Norge. I: Folkehelse rapporten - Helsetilstanden i Norge*. Retrieved from <https://www.fhi.no/nettpub/hin/ikke-smittsomme/Hjerte-kar/?term=&h=1>
- Gibala, M. J., Little, J. P., Van Essen, M., Wilkin, G. P., Burgomaster, K. A., Safdar, A., . . . Tarnopolsky, M. A. (2006). Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *The Journal of physiology*, 575(3), 901-911.
doi:10.1113/jphysiol.2006.112094
- Guimarães, G. V., Ciolac, E. G., Carvalho, V. O., D'Avila, V. M., Bortolotto, L. A., & Bocchi, E. A. (2010). Effects of continuous vs. interval exercise training on blood pressure and arterial stiffness in treated hypertension. *Hypertension research: official journal of the Japanese Society of Hypertension*, 33(6), 627-632.
doi:10.1038/hr.2010.42
- Hannan, A. L., Hing, W., Simas, V., Climstein, M., Coombes, J. S., Jayasinghe, R., . . . Furness, J. (2018). High-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training within cardiac rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 9, 1-17.
doi:10.2147/OAJSM.S150596
- Helgerud, J., Høydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., . . . Hoff, J. (2007). Aerobic High-Intensity Intervals Improve VO₂max More Than Moderate Training. *Medicine and science in sports and exercise*, 39(4), 665-671.
doi:10.1249/mss.0b013e3180304570
- Helsedirektoratet. (2019). Fysisk aktivitet for barn, unge, voksne, eldre og gravide: Nasjonale faglige råd. Retrieved from <https://www.helsedirektoratet.no/faglige-rad/fysisk-aktivitet-for-barn-unge-voksne-eldre-og-gravide>
- Hollekim-Strand, S. M. (2016). *Effects of exercise training on cardiac function and cardiometabolic risk factors in type 2 diabetes*. (Thesis for the Degree of Philosophiae Doctor). Norwegian University of Science and Technology, Trondheim.
- Jacobsen, D., Kjeldsen, S. E., Buanes, T., Røise, O., & Berge, E. (2017). Hjerte- og karsykdommer. In *Sykdomslære: indremedisin, kirurgi og anestesi* (3. utgave ed., pp. 37-123). Oslo: Gyldendal Akademisk.

- Jansson, E., & Anderssen, S. A. (2008). Generelle anbefalinger om fysisk aktivitet. In R. Bahr (Ed.), *Aktivitetshåndboken: Fysisk aktivitet i forebygging og behandling* (pp. 37-44). Oslo: Helsedirektoratet.
- Keteyian, S. J., Hibner, B. A., Bronsteen, K., Kerrigan, D., Aldred, H. A., Reasons, L. M., . . . Ehrman, J. K. (2014). Greater improvement in cardiorespiratory fitness using higher-intensity interval training in the standard cardiac rehabilitation setting. *Journal of cardiopulmonary rehabilitation and prevention, 34*(2), 98-105. doi:10.1097/hcr.0000000000000049
- Letnes, J. M., Dalen, H., Vesterbekkmo, E. K., Wisløff, U., & Nes, B. M. (2018). Peak oxygen uptake and incident coronary heart disease in a healthy population: the HUNT Fitness Study. *European heart journal, 40*(20), 1633-1639. doi:10.1093/eurheartj/ehy708
- Malakar, A. K., Choudhury, D., Halder, B., Paul, P., Uddin, A., & Chakraborty, S. (2019). A review on coronary heart disease, its risk factors, and therapeutics. *Journal of Cellular Physiology, 234*(10), 16812-16823. doi:10.1002/jcp.28350
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2016). *Essentials of exercise physiology* (fifth edition ed.). Philadelphia: Wolters Kluwer.
- Moholdt, T., Madssen, E., Rognmo, Ø., & Aamot, I. L. (2014). The higher the better? Interval training intensity in coronary heart disease. *Journal of science and medicine in sport, 17*(5), 506-510. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=s3h&AN=97602772&site=ehost-live>
- Moholdt, T., Aamot, I.-L., Granøien, I., Gjerde, L., Myklebust, G., Walderhaug, L., . . . Slørdahl, S. A. (2012). Aerobic interval training increases peak oxygen uptake more than usual care exercise training in myocardial infarction patients: a randomized controlled study. *Clinical Rehabilitation, 26*, 33-44. doi:10.1177/0269215511405229
- Mæland, J. G. (2006). *Helhetlig hjerterehabilitering*. Kristiansand: Høyskoleforlaget.
- Nasjonal kompetansetjeneste Trening som medisin. (2020). Nasjonal kompetansetjeneste Trening som medisin. Retrieved from <https://stolav.no/fag-og-forskning/kompetansetjenester-og-sentre/nasjonal-kompetansetjeneste-trening-som-medisin>
- Nauman, J., Aspenes, S. T., Nilsen, T. I. L., Vatten, L. J., Wisløff, U., & Kiechl, S. (2012). A prospective population study of resting heart rate and peak oxygen uptake (the HUNT Study, Norway). *PLoS One, 7*(9), e45021-e45021. doi:10.1371/journal.pone.0045021
- Nauman, J., Nes, B. M., Lavie, C. J., Jacobsen, A. S., Sui, X., Coombes, J. S., . . . Wisløff, U. (2016). Prediction of Cardiovascular Mortality by Estimated Cardiorespiratory Fitness Independent of Traditional Risk Factors: The HUNT Study. *Mayo Clinic proceedings, 92*(2), 218-227. doi:10.1016/j.mayocp.2016.10.007
- Nilsson, B. B., Lunde, P., & Holm, I. (2017). Implementation and evaluation of the Norwegian Ullevaal model as a cardiac rehabilitation model in primary care. *Disability and rehabilitation, 41*(4), 481-488. doi:10.1080/09638288.2017.1397776
- Norsk hjerteinfarktregister. (2020a). Nøkkeltall om hjerteinfarkt i Norge 2019. *Nasjonalt servicemiljø for medisinske kvalitetsregistre*. Retrieved from <https://www.kvalitetsregistre.no/registers/476/resultater>
- Norsk hjerteinfarktregister. (2020b). *Årsrapport 2019*. Retrieved from https://stolav.no/seksjon/Hjerteinfarktregisteret/Documents/Årsrapporter/Årsrapport%202019/2020-10-01%20Norsk%20hjerteinfarktregister%20-%20Årsrapport%202019_%20Innlevert_2.pdf
- Piepoli, M. F., Hoes, A. W., Agewall, S., Albus, C., Brotons, C., Catapano, A. L., . . . ESC Scientific Document Group. (2016). 2016 European Guidelines on cardiovascular

- disease prevention in clinical practice: The Sixth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (constituted by representatives of 10 societies and by invited experts) Developed with the special contribution of the European Association for Cardiovascular Prevention & Rehabilitation (EACPR). *European Heart Journal: the journal of the European Society of Cardiology*, 37(29), 2315–2381. doi:10.1093/eurheartj/ehw106
- Pluim, B. M., Zwinderman, A. H., Van der Laarse, A., & Van der Wall, E. E. (2000). The athlete's heart. A meta-analysis of cardiac structure and function. *Circulation*, 101(3), 336-244. doi:10.1161/01.CIR.101.3.336
- Rognmo, Ø., Hetland, E., Helgerud, J., Hoff, J., & Slørdahl, S. A. (2004). High intensity aerobic interval exercise is superior to moderate intensity exercise for increasing aerobic capacity in patients with coronary artery disease. *European journal of cardiovascular prevention and rehabilitation*, 11(3), 216-222. doi:10.1097/01.hjr.0000131677.96762.0c
- Rognmo, Ø., Moholdt, T., Bakken, H., Hole, T., Mølstad, P., Myhr, N. E., . . . Wisløff, U. (2012). Cardiovascular Risk of High- Versus Moderate-Intensity Aerobic Exercise in Coronary Heart Disease Patients. *Journal of the American Heart Association*, Vol.126(12), 1436-1440. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.112.123117
- Ross, R., Blair, S. N., Arena, R., Church, T. S., Després, J.-P., Franklin, B. A., . . . Wisløff, U. (2016). Importance of Assessing Cardiorespiratory Fitness in Clinical Practice: A Case for Fitness as a Clinical Vital Sign: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*, Vol.134 (24), 653-699. doi:10.1161/CIR.0000000000000461
- Sand, O., Sjaastad, Ø. V., & Haug, E. (2014). *Menneskets fysiologi* (2. utgave ed.). Oslo: Gyldendal Norsk Forlag.
- St. Olavs Hospital. (2020). Hjertetreningssgruppe. Retrieved from <https://stolav.no/behandlinger/hjertetreningssgruppe>
- Taylor, J. L., Holland, D. J., Spathis, J. G., Beetham, K. S., Wisløff, U., Keating, S. E., & Coombes, J. S. (2019). Guidelines for the delivery and monitoring of high intensity interval training in clinical populations. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 62(2), 140-146. doi:10.1016/j.pcad.2019.01.004
- The British Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. (2017). *The BACPR Standards and Core Components for Cardiovascular Disease Prevention and Rehabilitation 2017*. Retrieved from http://www.bacpr.com/resources/6A7_BACR_Standards_and_Core_Components_2017.pdf
- Tordi, N., Mourout, L., Colin, E., & Regnard, J. (2010). Intermittent versus constant aerobic exercise: effects on arterial stiffness. *European Journal of Applied Physiology*, 108(4), 801-809. doi:10.1007/s00421-009-1285-1
- Villelaiteia-Jaureguizar, K., Vicente-Campos, D., Senen, A. B., Jiménez, V. H., Garrido-Lestache, M. E. B., & Chicharro, J. L. (2017). Effects of high-intensity interval versus continuous exercise training on post-exercise heart rate recovery in coronary heart-disease patients. *Int J Cardiol*, 244, 17-23. doi:10.1016/j.ijcard.2017.06.067
- Weston, K. S., Wisløff, U., & Coombes, J. S. (2014). High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 48(16), 1227-1234. doi:10.1136/bjsports-2013-092576

- Wilson, M. G., Ellison, G. M., & Cable, N. T. (2015). Basic science behind the cardiovascular benefits of exercise. *Heart (British Cardiac Society)*, *101*(10), 758-765.
doi:10.1136/heartjnl-2014-306596
- Wisløff, U., & Hollekim-Strand, S. M. (2020). Utholdenhet for idretts- og hverdagsprestasjon: Prinsipper og grunntanker. In I. Eitzen, S. M. Hollekim-Strand, & H. Markussen (Eds.), *Idrettsfysioterapeuten: breddeidrett - toppidrett - aktivitetsmedisin* (pp. 157-191). Oslo: Cappelen Damm Akademisk.
- Wisløff, U., Støylen, A., Loennechen, J. P., Brunvold, M., Rognmo, Ø., Haram, P. M., . . . Skjaerpe, T. (2007). Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study. *Circulation*, *115*(24), 3086-3094. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.106.675041
- World Health Organization. (2018). The top 10 causes of death. Retrieved from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>
- Ytrehus, K. (2020). *aterosklerose* i *Store medisinske leksikon*. Retrieved from <https://sml.snl.no/aterosklerose>
- Østerås, H., & Stensdotter, A.-K. (2020). *Medisinsk treningslære* (3.utgave ed.). Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.

Vedlegg

Vedlegg 1: Karakteristika av inkluderte studier (Tabell 3)

Publikasjon	Antall deltakere	Intervensjon	Modus	Treningsprotokoll	Volum moderat-/høyintensitet	Endepunkt	Resultat VO2maks, oppgitt i ml/kg/min
Cardozo et al. 2015	n= 71	HIIT (n= 23) vs. MCT (n= 24) vs. CG (n= 24)	Tredemølle	HIIT: 8x2 min. intervall @90% HRmax, 2 min. aktiv pause. MCT: 30 min. kontinuerlig arbeid @60% HRmax. CG: ingen treningsprotokoll eller regelmessig aktivitet	16 uker. 48 økter. 16 min. HI per økt. 30 min. MI per økt. Totalt 768 minutter HI. Totalt 1440 minutter MI.	VO2peak, VE/VCO2, OUES, O2P	HIIT 20.6±5 - 24.4±5 (p< 0.05); MCT 21.8±6 - 21.9±6 (NS); CG 21.9±6 - 18.6±6 (p< 0.05); HIIT vs. MCT (NS); HIIT vs. CG (p< 0.05); MCT vs. CG (NS)
Conraads et al. 2015	n= 174	HIIT (n= 85) vs. MCT (n= 89)	Ergometersykkel	HIIT: 4x4 intervaller @90-95% HRmax, 3 min. aktiv pause. MCT: 37 min. kontinuerlig arbeid @65-75% av HRmax.	12 uker. 36 økter. 16 min. HI per økt. 37 min. MI per økt. Totalt 576 minutter HI. Totalt 1332 minutter MI.	VO2peak, peripheral endothelial function, cardiovascular risk factors, QoL, safety	HIIT 23.5±5.7 - 28.6±6.9 (p< 0.001); MCT 22.4±5.6 - 26.8±6.7 (p< 0.001); HIIT vs. MCT (p< 0.05)
Currie et al. 2013	n= 21	HIIT (n=11) vs. MCT (n=10)	Ergometersykkel	HIIT: 10x1 min. intervall @87-92% HRmax, 1 min. aktiv pause. MCT: 30-50 min. @60-72% av HRmax	12 uker. 36 økter. 10 min. HI per økt. 30-50 min. MI per økt. Totalt 360 minutter HI. Totalt 1440 minutter MI.	VO2peak, FMD	HIIT 19.8±3.7 - 24.5±4.5 (p≤ 0.001); MCT 18.7±5.7 - 22.3±6.1 (p≤ 0.001); HIIT vs. MCT (NS)
Rognmo et al. 2004	n= 17	HIIT (n=8) vs. MCT (n=9)	Tredemølle	HIIT: 4x4 min. intervall @85-95% HRmax, 3 min. aktiv pause. MCT: 41 min @65-75% HRmax	10 uker. 30 økter. 16 min. HI per økt. 41 min. MI per økt. Totalt 480 minutter HI. Totalt 1230 minutter MI.	VO2peak	HIIT 31.8±9.3 - 37.8±12.4 (p< 0.02); MCT 32.1±5.3 - 34.8±5.7 (p< 0.05); HIIT vs. MCT (p< 0.02)
VO2peak: Peak oxygen uptake, HI: High intensity, MI: Moderat intensity, HRmax: Maximal heart rate, VE/VCO2: The relationship between ventilation and carbon dioxide production, OUES: Oxygen uptake efficiency slope, O2P: Oxygen pulse, QoL: Quality of life, FMD: Brachial artery flow-mediated dilation							

(Cardozo et al., 2015; Conraads et al., 2015; Currie et al., 2013; Rognmo et al., 2004)

