

Kandidatnummer: 10024, 10040, 10052

Effekter av HIT på fysiologiske aspekter assosiert med prestasjon i distanseløp

BEV2900 - VÅR 2021

Bacheloroppgave i bevegelsesvitenskap

Veileder: Knut Skovereng

Mai 2021

Kandidatnummer: 10024, 10040, 10052

Effekter av HIT på fysiologiske aspekter assosiert med prestasjon i distanseløp

BEV2900 - VÅR 2021

Antall ord i abstrakt: 349

Antall ord i oppgaven: 4725

Bacheloroppgave i bevegelsesvitenskap
Veileder: Knut Skovereng
Mai 2021

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



Kunnskap for en bedre verden

Abstrakt.

Formål: Denne litteraturstudien undersøker hvilken effekt HIT har på fysiologiske aspekter som er assosiert med prestasjon i distanseløp blant godt trente utøvere.

Metode: Aspektene som undersøkes er VO₂maks, LØ og LT, hvor 6 originalstudier har blitt inkludert for å undersøke effekten av HIT.

Resultat: Samtlige inkluderte studier viser at HIT kan gi positive effekter på prestasjon, hvor det samtidig er noe ulikhet i påvirkningsgrad i fysiologiske aspekter. Resultatene viser at VO₂maks ikke lar seg påvirke betydelig, antagelig grunnet kort intervensjon og treningsnivået utøverne har fra før. Samtidig viser resultatene god effekt på LT og LØ, og at disse er assosiert med økt prestasjon i distanseløp blant godt trente utøvere.

Konklusjon: Funnene i studien antyder at intensitet og varigheten på HIT er betydningsfull for å oppnå prestasjonsfremmende effekt, samtidig som det vil være andre aspekter som vil avgjøre den totale prestasjon. De langvarige effektene av HIT er usikre og anbefales undersøkt nærmere.

Nøkkelord: Distanseløpere, høyintensitetstrening, løpsøkonomi, maksimalt oksygenopptak, terskelfart.

Abstract.

Purpose: This study examines how HIT training affects physiological aspects related to performance in distance running among well trained athletes.

Method: Aspects that are examined are VO₂max, RE and LT. There have been included 6 original studies to examine the effects of HIT.

Results: All the studies show that HIT can ensure positive effects on performance among distance runners, where there at the same time are differences in degree of influence on the physiological aspects. The results show that VO₂max cannot be significantly influenced, probably due to short intervention and the training level the athletes already have. At the same time the results show a positive effect on RE and LT, and that these are associated with increased performance among well trained athletes.

Conclusion: The findings in this study indicates that intensity and duration on HIT is important to achieve a performance enhancing effect. At the same time it will be other aspects that will determine the overall performance. The long-term effects of HIT are still uncertain and are recommended to be further examined.

Keywords: Distance runners, high intensity training, maximal oxygen uptake, running economy, velocity at lactate threshold.

1. Innledning

Innenfor distanseløp er det flere disipliner, hvor det i mesterskap konkurreres i 1500 meter og helt opp til maratondistanser (1), i tillegg kan ultraløp beskrives som distanseløp.

Distanseløp har gjennom flere år vært en populær aktivitet som utøves både på mosjonistnivå gjennom ulike mosjonsløp, i tillegg til å bedrives på høyt internasjonalt nivå hvor utøverne kan beskrives som noen av verdens beste utholdenhetsutøvere (2). Aktiviteten har vært en konkurranseform helt siden 1800 tallet, hvor idretten har utviklet seg i en retning som over tid har ført til nytt og bedre utstyr, bedre treningsprogrammer og prestasjoner i verdensklasse. Prestasjonsmessig ser man at distansene stadig tilbakelegges på kortere tid, og at nye verdensrekorder noteres. Samtidig forsøker utøverne å utvikle et optimalisert treningsprogram som skal bidra til at nye rekorder kan jages, men allikevel finnes det ikke noe revolusjonerende treningsprogram noe man også ser i idrettens historie.

Treningsmetodikken tidlig på 70 tallet dreide seg i stor grad om et regime som inneholdt kontinuerlig langkjøring, hvor intervaller ble brukt som et verktøy for å oppnå superkompensasjon (2). Fra begynnelsen på 80 tallet og frem til idag har denne metodikken endret seg kraftig hvor treningen i større grad baserer seg på en kombinasjon av langkjøring og intervalltrening(2). Allikevel kan man fortsatt se forskjeller i treningsprogrammer hos utøvere, hvor noen trener med høy intensitet og lavt volum og noen motsatt. Utviklingen i distanseløp er ikke bare forårsaket av endring i treningsmetodikk, men også i form av økt kompetanse. Forskingen som har blitt gjort på trening har ført til bredere kunnskap rundt fysiologiske adaptasjoner, som har ført til mer individualiserte treningsprogrammer kombinert med økt mengde av fysiologisk kartlegging gjennom tester.

Ettersom idretten har utviklet seg markant de siste årene, har også arbeidskravene i distanseløp økt betraktelig. Noen av de mest fremtredende fysiologiske aspektene knyttet til prestasjon i et distanseløp er det maksimale oksygenopptaket (VO_{2max}), løpsøkonomi (LØ) og laktatterskel (LT) (3). I et distanseløp vil det være den utøveren med høyest snittfart som vinner, hvor de fysiologiske aspektene vil være viktige samtidig som blant annet taktiske evner og spurtegenskaper kan påvirke den totale prestasjonen (3). Utøverens prestasjonsevne kan forbedres med å frigjøre mer energi per tidsenhet, gjennom en forbedring av aerob eller anaerob kapasitet eller gjennom forbedret LØ. Utøverens aerobe kapasitet er avhengig av utøverens VO_{2max} og evnen til å utnytte dette under konkurranse. I prinsippet kan en forbedring av den aerobe kapasiteten skje gjennom en høyere VO_{2max} , eller gjennom en bedre utnyttning av VO_{2max} . VO_{2max} er et mål på å forbruke og ta opp oksygen per

tidsenhet og blir ofte brukt som indikator på utholdenhetsnivået (3). Hastigheten ved slutten av VO₂maks testen blir definert som utøverens V_{maks}, og brukes som mål til å styre utøverens treningsintensitet. Varigheten utøveren klarer å opprettholde V_{maks} defineres som utøverens T_{maks}, og kan brukes til å tilpasse varighet på intervaller. I store grupper med varierende prestasjonsnivå har det vist seg å være god sammenheng mellom VO₂maks og prestasjon i utholdenhetsidretter. Ser man derimot på mer homogene grupper er sammenhengen svakere. Dette kan indikere at VO₂maks ikke nødvendigvis er avgjørende for prestasjon men at aspekter som LØ og LT kan påvirke prestasjonen (3). En forbedring av LØ vil føre til at utøveren kan arbeide på en gitt hastighet og bruke mindre energi enn hva mindre økonomiske løpere vil gjøre (3). I litteraturgjennomgangen av prestasjonsbestemmende faktorer har det vist seg at utøverens aerobe kapasitet og LØ er spesielt viktig i utholdenhetsidretter som har en varighet utover to til fire minutter (3). Her vil alle løpsdistanser over 1500 m falle inn under. I idretter som har en varighet over ti minutter kan man nesten se bort fra betydningen av utøverens anaerobe kapasitet. Begrepet LT referer til det høyeste intensitetsområdet hvor produksjonen og elimineringen av laktat er i likevekt. Øker utøveren farten utover dette må anaerobe energiprosesser bidra mer for å dekke energibehovet. Terskelfarten har i løp over 1500 m/over 2-4 min vist seg å være den enkeltstående faktoren som har mest å si for prestasjonen. Dette skyldes i stor grad at dette bestemmes av utøverens VO₂maks, LT, og LØ. Det er likevel flere faktorer som er med på å bestemme prestasjonen (4).

Tidligere forskning har ofte fokusert på treningsmetoder med moderat intensitet, men har den siste tiden rettet mer fokus mot høyintensitetstrening (HIT). HIT kan defineres som utholdenhetsstrening og kjennetegnes av at arbeidsperiodene er korte og gjennomføres ofte i et 2:1 i forhold av arbeidsperioden (5). Treningen utføres som regel i form av intervaller på en intensitet over LT, tilsvarende intensitetszone fire og oppover i Olympiatoppens intensitetsskala (6). Hensikten med treningen er å påføre et fysiologisk stress på kroppens systemer som er mye høyere enn hva aktiviteten egentlig krever (5), og har gjennom forskning vist god effekt på viktige utholdenhets aspekt som VO₂maks, lungekapasitet og slagvolum (5). Treningsmetoden har blitt brukt blant mosjonister og eliteutøvere, så vel som i rehabilitering av hjertepasienter gjennom den godt dokumenterte 4x4 intervall.

Formålet med denne litteraturstudien er å undersøke hvordan *HIT påvirker de fysiologiske aspektene VO₂maks, LØ og LT relatert til prestasjon i distanseløp blant godt trente utøvere.*

2. Metode.

2.1 Databaser og søkeord

Litteratursøket ble gjennomført gjennom tilgang til ulike databaser via biblioteket ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Trondheim. Det ble brukt tre databaser: Google scholar, Pubmed og SportDiscus. Søkeordene som ble benyttet i litteratursøket var *high intensity training*, *high intensity interval training*, *runners*, *VO2maks*, *running economy*, *lactate*. Søkeordene ble videre kombinert på forskjellige måter med hensikt i å finne de originalartiklene som ble ansett å være mest treffende for problemstillingen. I denne studien ble det inkludert totalt 6 originalstudier (7-12), i tillegg til støttelitteratur.

2.2 Inkluderings- og eksklusjonskriterier

Det finnes en del forskning på området, men mye av forskningen baserer seg på subjekter som kan klassifiseres som mosjonister eller ikke aktive. Det var derfor fordelaktig å ta i bruk inkluderings- og eksklusjonskriterier for å sikre et godt utvalg i henhold til problemstillingen. Inkluderingskriteriene i denne studien er; 1) Høyintensiv trening, 2) originale artikler, 3) konkurranseaktive løpere eller eliteutøvere, 4) tid på 10 km under 40 minutter.

Studiene som ble inkludert har blitt nøye vurdert og analysert, med den hensikt å sikre at studiene er relevante til forskningsspørsmålet. Årsaken til inkluderingskriteriene 3 og 4 er for å sikre at litteraturstudien undersøker effekt på godt trente utøvere men allikevel med noe forskjell i treningsnivå. Gjennom søkeprosessen ble det ekskludert studier som ikke undersøkte konkurranseaktive løpere og som heller ikke hadde gjennomført fysiologiske tester på de aspektene som skal undersøkes. En tidligere studie har kommet frem til at man ikke kan se noen forskjeller i effekt av HIT blant aldersgrupper, og i denne oppgaven er det lite trolig at resultatene har blitt påvirket av alder, men heller tidligere treningsstatus (13). Distanseløp er i denne oppgaven definert som løp fra 1500 meter og opp til 10 000 meter. Begrepet ventilatorisk terskel og LT er slått sammen til en kategori, da det er liten forskjell mellom disse. Som mål på endring i LT er det brukt hastigheten på denne terskelen og kan videre i studien forstås som terskelfart.

3. Resultat

Subjektene i intervensjonsgruppene er distanseløpere på noe ulikt nivå, hvor lengden på intervensjonene varierte fra 4 til 10 uker. Subjektene har gjennomført ulike HIT treningsprogram, og hovedfunnene er presentert i tabell 1. Tabell 2 viser prosentvise endringer VO₂maks, LT og LØ, samt om resultatene er signifikante eller ikke. Silva har kun sett på signifikansnivå mellom HIT gruppen og kontrollgruppen, og signifikansnivå innad i HIT gruppen kan ikke fastslås. Tabell 3 viser endringer i prestasjon på 3000m og 5000m.

Tabell. 1. Studier som undersøker effekt av ulik HIT opp mot prestasjonsfaktorer innenfor distanseløp.

Studie	Mål	Metode	Resultat
Silva et al. 2017 (7)	Effekt av 4 ukers HIT på bla. VO2maks, LØ, LT og tid på 5000m..	16 mannlige langdistanseløpere (35±6 år), tid 5000m 19.53 min, VO2maks: 54.5±8.1, ble randomisert i en HIT gruppe, og en kontrollgruppe. Kontrollgruppen fortsatte å trene som tidligere, HIT gruppen gjennomførte HIT 2 ganger pr. uke.	Ingen signifikant endring mellom gruppene for endring i VO2maks, LT og LØ. HIT gruppen: <ul style="list-style-type: none"> • VO2maks: gj. +2.6 ml/kg/min (54.8±8.1 vs. 57.1±6.4) • LT: gj. +0.9 km/t (14.1±2.3 vs. 15.0±2.4) • LØ (12 km/t): gj. -2.7 ml/kg/min (43.1±3.5 vs. 40.7±4.3) • 5000m: gj. -28 sek.
Enoksen et al. 2011 (8)	Effekten av høy vs. lav intensitet på aerob kapasitet på godt trente mellomdistanseløpere.	26 mannlige utøvere deltok i studien. (19.9±6.1 år, snitt PR: 3000 m: 9 min, 6 sek) Randomisert i en en LIHV gruppe (70 km pr. uke) og en HILV gruppe (50 km pr. uke). Intervensjonsperioden var 10 uker. Fordeling av totalt treningsvolum: HILV 33% på 82-92% av HRmaks.	HILV gruppen: Ikke signifikant forbedring i VO2maks. Signifikant forbedring i LT og LØ. <ul style="list-style-type: none"> • VO2maks: gj. +1.2 ml/kg/min (70.2±2.7 vs. 71.4±2.4) • LT: gj. +0.7 ml (14.6±1.0 vs. 15.2±0.8) • LØ (13 km/t): gj. -2.4 ml/kg/min (51.1±3.8 vs. 48.7±3.0) • Løpt distanse: +301 m (2546±623 vs. 2848±114) • Tmaks: gj. +1.0 min (8.4±2.2 vs. 9.4±3.9)
Bickham, Rossignol, 2004 (9)	Effekt av 6-ukers HIT (sprint treningsprogram).	7 mannlige løpere (27.0±6.9 år, VO2maks: 60.1±3.2 ml/kg/min). 3 sprint treningsprogram pr. uke. 4 sett med nær maksimal innsats (90-100%). Drag ble progressivt økt gjennom perioden, fra 14 til 30 mot slutten. Lengden på drag ble også økt, fra 40-80 m i starten, til 80-100 meter. Forholdet mellom arbeidsperiode og hvile ble redusert fra 1:5 til 1:3.	Ingen signifikante endringer i VO2maks eller LT. Utmattelsestest (110% Vmaks) viste signifikant forbedring i tid til utmattelse og løpt distanse. <ul style="list-style-type: none"> • VO2maks: gj. +0.2 ml/kg/min (60.1±3.2 vs. 60.3±5.3) • LT: gj. +0.1 km/t (15.4±1.4 vs. 15.5±1.5) • Tid til utmattelse: +24.6 s (135.7±13.6 vs. 160.3±10.5) = +15.3% • Løpt distanse: +143 m (721.3±62.2 vs. 864.3±55.7) = +16.6%
Smith et al. 2003 (10)	Sammenligner effekt av to ulike HIT program, opp mot prestasjon på 3000- og 5000 meter.	27 aktive løpere (25.2±1.3 år). (VO2maks: 61.4±1.0 ml/kg/min, gj. 3000m: 10 min, 23 sek, gj. 5000m: 18 min, 12 sek) randomisert i tre grupper. 60% Tmaks, 70% Tmaks og kontrollgruppe. 60%Tmaks og 70%Tmaks gjennomførte et 4-ukers intervall program, bestående av to økter i uka med HIT tilsvarende 100% av Vmaks.	Ingen signifikant økning i VO2maks eller LØ for noen av gruppene. 60%Tmaks gruppen hadde en signifikant forbedring på LT. Detaljerte data fra LT og LØ er ikke tilgjengelig, men prosentvis endring er vist. <ul style="list-style-type: none"> • VO2maks: 60%Tmaks: +3.6ml/kg/min (60.5±1.9 vs. 64.1±1.7). 70%Tmaks: +2.5 ml/kg/min (60.1±0.6 vs. 62.6±1.1) • LT: 60%Tmaks: +6.8%. 70%Tmaks: +1.7% • LØ: 60%Tmaks: +3.3%. 70%Tmaks: +0.8% • 3000m: 60%Tmaks: -17.6s (10.40±12.9 vs. 10.23±12.3) 70%Tmaks: -6.4s (10.21±10.2 vs. 10.15±11.6) • 5000m: 60%Tmaks: -25.8s (18.39±30.1 vs. 18.14±22.5) 70%Tmaks: -3.7s (18.06±23.9 vs. 18.02±21.4)

Denadai et al. 2006 (11)	Sammenligne to ulike HIT opp mot utvalgte aerobe fysiologiske indekser og løpsprestasjon hos godt trente 1500- og 5000 meter løpere.	17 løpere(27.4±4.4 år) på 1500 og 5000 meter tilfeldig fordelt mellom to HIT programmer (Gj. pre intervensjon: 1500m: 4 min, 30 sek., 5000m: 16 min, 37 sek, VO2maks: 59.5 ml/kg/min). Programmet inkluderte to HIT intervaller i uken i en 4-ukers periode. Gruppene trente på 95% og 100% av Vmaks.	Ingen signifikante forskjeller på Vo2maks i 95% og 100% Vmaks. Begge gruppene hadde signifikant økning i LT, mens kun 100%Vmaks opplevde signifikant fremgang i LØ. Signifikant forbedring på 5000 m for begge gruppene. <ul style="list-style-type: none"> • VO2maks: 95%Vmaks: gj. -0.08 ml/kg/min (59.05±6.0 vs. 58.97±5.7). 100%Vmaks: gj: -1.63 ml/kg/min (59.98±6.0 vs. 58.35±5.4) • LT: 95%Vmaks: gj: +0.7 km/t (17.3±1.3 vs. 18.0±1.0). 100%Vmaks: +0.8 km/t (17.3±0.8 vs. 18.1±0.6) • LØ: 95%Vmaks: gj. -0.95 ml/kg /min (37.25±2.2 vs. 36.30±1.7). 100%Vmaks: gj. -2.39 ml/kg/min (37.66±3.9 vs. 35.37±3.7) • 5000m: 95%Vmaks: gj. +56.9s (16.41±61.8 vs. 16.26±56.9). 100%Vmaks: gj. +39.6s (16.34±44.8 vs. 16.21±39.6)
Smith et al. 1999 (12)	Effekt på 4 ukers trening ved å bruke utøvernes Vmaks/Tmaks på VO2maks og prestasjon hos løpere.	5 mellomdistanseløpere, (22.8±4.5 år) (VO2maks: 61.5 ml/kg/min, 3000m: 10 min, 16 sek). Intervensjon var 4 uker. Alle gjennomførte 2 intervalløkter pr. uke; Varighet på intervallene ble tilpasset ved å estimere 60 - 75% av Tmaks, intensitet tilsvarende 100% Vmaks.	Signifikant forbedring på VO2maks og 3000 m. <ul style="list-style-type: none"> • VO2maks: gj. +2.99 ml/kg/min (62.46±2.95 vs. 64.45±2.2) • 3000m: gj. +17s (10.16±26.7 vs. 9.59±21.1) • Vmaks: gj. +1 km/t (20.6±0.92 vs. 21.6±0.92). • Tmaks: gj. + 70s (248±17,5 vs. 319±36.9).

Gj= gjennomsnitt, HILV=Høy intensitet-Lavt volum, LIHV=Lav intensitet - Høyt volum.

Tabell 2. Prosentvise endringer i VO2maks, LT og LØ i alle studiene fra tabell 1.

VERDIER	Silva et al. (7)	Enoksen et al. (8)	Bickham, Rossignol (9)	Smith et al. (10)	Denadai et al. (11)	Smith et al. (12)
VO2maks	4,8%	1,7%	0,3%	60%Tmaks=6% 70%Tmaks=4,2%	95%vmaks=-0,1% 100%vmaks=-2,7%	4,9%
LT	6,4%	4,1%	0,4%	60%Tmaks=6,8%* 70%Tmaks=1,7%	95%Vmaks=4% 100%Vmaks=4,6%	IT
LØ	-5,6%	-4,7%	IT	60%Tmaks=-3,3% 70%Tmaks=-0,8%	95%vmaks=-2,6% 100%vmaks=-6,3%*	IT

Rød=ingen signifikant forskjell, grønn=signifikant forskjell, oransje=endring, men signifikansnivå ikke undersøkt. IT=data ikke tilgjengelig, *statistisk signifikant.

Tabell 3. Prosentvis endring i prestasjon på 5000m og 3000m.

Prestasjon	Silva et al. (7)	Enoksen et al. (8)	Bickham, Rossignol (9)	Smith et al. (10)	Denadai et al. (11)	Smith et al. (12)
5000m	2,3%	IT	IT	60%Tmaks=2,3% 70%Tmaks=0,3%	95%vmaks=1,5% 100%vmaks=1,3%	IT
3000m		IT	IT	60%Tmaks=2,7% 70%Tmaks=1,1%	IT	2,8%

IT= Data ikke tilgjengelig

3.1 Hovedfunn i studiene

Samtlige studier undersøker sammenheng mellom HIT og VO₂maks, hvor kun Smith (12) fant en signifikant forskjell. Fire av de øvrige studiene ser en ikke signifikant positiv sammenheng (7-10), mens Denadai (11) ser en svak negativ, ikke signifikant sammenheng mellom variablene. Fem av studiene undersøker endring i LT; Enoksen (8), Smith (10) og Denadai (11) fant en signifikant forbedring. Fire av seks studier undersøkte LØ; Kun Enoksen og Denadai fant en signifikant forbedring (8,11). Selv om ikke signifikansnivået kan anslås i Silvas studie, sees en markant forbedring på alle aspektene (7).

4. Diskusjon

Denne studien representerer en analyse av hvordan HIT påvirker de fysiologiske aspektene assosiert med prestasjon i distanseløp. Hovedfunnene i studien viser at ulike HIT programmer kan gi økt prestasjon i et distanseløp, gjennom en forbedring av de fysiologiske aspektene. Dette viser sammenhengen mellom resultatene i tabell 1 og 2, og prestasjonen på utøverne etter intervensjonsperioden i tabell 3.

4.1 VO₂maks

Resultatene viser at HIT alene ikke nødvendigvis er nok til å stimulere VO₂maks i tilstrekkelig grad hos godt trente utøvere. Denne fysiologiske faktoren vil i stor grad påvirkes av hjertets slagvolum, hvor eliteutøvere ofte har et bedre slagvolum enn hva en mosjonist har, samtidig som treningsnivå vil være en faktor hvor man ser at jo høyere nivå man er på desto mer skal til for å øke den ytterligere (14). Dette kan forklare hvorfor Silva (7) ser en markant forbedring i VO₂maks, da utøverne i denne studien har en lavere treningsstatus sammenlignet med de andre inkluderte studiene og at dette kan ha vært med på å stimulere til økning i VO₂maks. Tidligere studier gjort på området viser at intensiteten på treningen til godt trente utøvere er viktig for om man klarer å stimulere VO₂maks tilstrekkelig, hvor intensiteten bør ligge på 95-100% av VO₂maks (15). I Enoksens studie (8) ser man at fremgangen på VO₂maks er liten og ikke signifikant. HIT i denne studien foregikk på 82-92% av HRmaks noe som tilsvarer trening i sone 3 og 4 i henhold til olympiatoppens intensitetsskala, som vil tilsvare opptil 90% av VO₂maks (6). Det kan tenkes at treningen kan ha foregått på for lav intensitet til å kunne påvirke VO₂maks, noe også forfatter peker på kan ha vært en påvirkende faktor til at man ikke kan se stor fremgang. I tillegg kan varigheten på studien ha vært for kort til å kunne oppnå effekt på VO₂maks, noe som kan indikere at godt trente utøvere trenger en lengre intervensjon enn det inneværende studie hadde.

Smith sine studier viser signifikant forbedring av VO₂maks i 1999 (12), og markante forbedringer på 6% for 60% Tmaks gruppen og 4,2% for 70% Tmaks gruppen i 2003 undersøkelsen (10). Med bakgrunn i disse resultatene så kan tid over 95% av VO₂maks være en viktig faktor for å oppnå effekt på VO₂maks blant godt trente løpere, hvor denne intensiteten kan gi økt blodvolum og øke det maksimale slagvolumet som er viktige variabler for utholdenhetsprestasjon (16). Derimot kan for lang varighet på en slik intensitet gi svakere effekt på VO₂maks, noe man ser i Smith sin studie der 70%Tmaks viser en mindre fremgang på dette aspektet. Det kan tenkes at 70% Tmaks er for lang varighet å trene HIT, ved at de fysiologiske forutsetningene blir for høye slik at det påvirker utøverens evne til å fullføre. Dette kan resultere i at man ikke klarer å eliminere laktat for å kunne fortsette med intervallene.

4.2 LT

Tallene fra denne undersøkelsen viser at HIT kan gi effekt på LT. I et distanseløp er det hovedsakelig utøverens evne til å arbeide i aerob energifrigjøring over lengre tid som er en prestasjonsbestemmende faktor. De ulike arbeidskravene i et løp vil avhenge mye av hvilken distanse som løpes, hvor kravet til anaerob energifrigjøring eksempelvis er større på en 1500 meter enn hva det vil være på en 10 000 meter. Treningsprogrammet til Bickham (9) inneholdt sprinter på 5-15s, og resulterte i en svak økning i LT (0,4%). Denne treningen ble gjennomført på en intensitet som tilsvarer maksimal innsats, hvor det er anaerobe energiprosesser som blir stimulert og man vil oppleve et underskudd av oksygen til arbeidende muskulatur. Når tilgangen på oksygen til muskulatur blir for liten vil man ikke klare å danne nok ATP for å dekke energibehovet og dersom intensiteten ikke reduseres resulterer det i en opphopning av laktat og redusert prestasjonsevne. Selv om man arbeider i anaerob energifrigjøring, er pausene mellom drag og serie forholdsvis lange slik at man klarer å restituere seg mellom dragene, og klarer å eliminere noe av laktatkonsentrasjonen som er akkumulert (17). Dette kan forklare hvorfor Bickham's studie ikke ser noen fremgang i LT (9). Tradisjonelt sett er trening på en intensitet som tilsvarer LT best for å forbedre terskelen (18). Resultatene til Enoksen (8) viser en signifikant fremgang på LT, hvor mye av treningen har foregått på en intensitet som er nært opp til eller litt over den tradisjonelle terskeltreningen. Ettersom at det ikke var noen fremgang i VO₂maks (tabell 2), så kan fremgangen på LT heller forklares med andre fysiologiske aspekter. Denadai (11) sine resultater viste at det ikke var noen stor forskjell mellom de to undersøkte gruppene, men en

signifikant økning på begge gruppene. Dette samsvarer godt med resultatene til Smith (10) som også fant en signifikant forbedring på LT blant 60% Tmaks (6,8%) og 70% Tmaks ikke signifikant fremgang (1,7%). I Smith`s studie gjennomførte 60% Tmaks gruppen 96% av planlagt trening og 70% Tmaks gruppen 86% av planlagt trening. Med bakgrunn i disse funnene kan man si at en varighet på 60% av Tmaks kan være en ideell varighet på HIT. En tidligere studie av Billat viste ingen forbedring i LT (VO₂maks 71.1±4.8 ml/kg/min) etter 4 uker med 3 HIT-økter i uken på 100%Vmaks (19). Også i dette aspektet er det viktig å erkjenne at nivået på utøvere har noe å si på hvordan resultatene blir etter endt treningsperiode, noe som kan forklare hvorfor våre studier ser større fremgang enn studier med utøvere på høyere nivå.

4.3 LØ

Litteratur som finnes på området indikerer at påvirkningen av LØ kan være vanskelig å stimulere gjennom en kort intervensjon, da LØ ofte påvirkes av faktorer som blant annet løpsteknikk og muskulære adaptasjoner som kan ta lengre tid å stimulere (8,10). Likevel viser våre resultater at LØ kan bli signifikant forbedret i løpet av en treningsperiode på 4-10 uker. Denadai (11) oppnådde en signifikant forbedring på LØ blant 100%Vmaks (-6,3%) og en ikke signifikant endring blant 95% Vmaks. Tidligere litteratur indikerer at treningsintensiteten kan være en viktig faktor i utviklingen av LØ, da den høye intensiteten krever økt nevromuskulær aktivitet i form av rekruttering av motoriske enheter (20). Med dette grunnlaget kan fremgangen hos 100%Vmaks gruppen til Denadai (11) ligge i at deltakerne opplever økt rekruttering og muskulær adaptasjon. Når man ser Enoksen (8) sin studie så har deltakerne også fremgang i LØ, men med noe lavere verdier enn Denadai (11) da intensiteten på de to treningsprogrammene er forskjellig. Dette kan bety at intensiteten treningen foregår på er en viktig faktor dersom LØ skal bli stimulert, og studier indikerer at en intensitet på 80-100% VO₂maks påvirker LØ bedre enn trening på lavere intensitet (20). I tillegg til forskjeller i intensitet kommer også varighet på treningen inn som en faktor. Det kan tenkes at en lengre varighet på treningen som man ser i Enoksen (8) også kan gi effekt på LØ. Forklaringen på dette kan være at trening på lavere intensitet medfører at man kan trene lengre uten å oppnå utmattelse, samtidig som man arbeider på høy fart. I Smith (10) ser man at utviklingen av LØ ikke er signifikant hos noen av gruppene, men at 60% Tmaks har en større fremgang enn hva 70% Tmaks har. Noe av årsaken til dette kan være at den totale tiden deltakerne har arbeidet på Vmaks kan være en optimal faktor i forbedring av LØ. Samtidig

kan det tenkes at utøvere over tid vil utvikle sitt eget bevegelsesmønster med hensikt i å redusere energiforbruket, og at HIT trening kan fremskynde denne effekten er ikke utenkelig.

4.4 Prestasjon

I et prestasjonsperspektiv viser resultatene fra henholdsvis VO₂maks, LT og LØ at disse gjennom HIT kan påvirke prestasjonen positivt i distanseløp (tabell 3). Tradisjonelt sett er alle nevnte aspekter viktige for den totale prestasjonen i et distanseløp, men samtidig vil det være forskjeller i hvor fremtredende disse vil være når det kommer til ulike distanser da prestasjonen er sammensatt av flere aspekter enn de nevnte. VO₂maks blir ofte løftet frem som et av de viktigste prestasjonsaspektene til en distanseløper, men som nevnt i teoridel i innledning så er ikke korrelasjonen mellom VO₂maks og prestasjonen nødvendigvis alene forklarende for forbedret prestasjon. Dette viser også resultatene fra tabell 2 og 3. Likevel har prestasjonen økt både på 3000 og 5000m, hvor man kan anta at forbedringen ikke er grunnet økning i VO₂maks, men heller gjennom andre aspekter. En tidligere studie viser kun en svak og ikke signifikant sammenheng mellom VO₂maks og prestasjon på eliteutøvere (21). Samme studie forklarer at i mindre homogene grupper er sammenhengen mellom VO₂maks og prestasjon større. Med grunnlag i dette kan ikke VO₂maks sies å være uviktig, men det blir mindre forklarende desto mer homogent utvalget er.

LT bestemmes som nevnt av utøverens VO₂maks og LØ. Dette gjør at tidligere studier har konkludert med at LT er den enkeltstående faktoren for å forutsi prestasjon (3). I resultatene til Smith (10) har gruppen med størst fremgang i LT også størst forbedring i testene på henholdsvis 3000 og 5000 meter, noe som indikerer at aspektet LT har en betydelig påvirkning på den totale prestasjonen. Det kan tenkes at studiene som har trent på en intensitet tilsvarende 100% Vmaks har fått god fremgang på 3000 meter da treningsintensiteten er tilnærmet lik konkurranseintensiteten på denne distansen (22). Noe av det samme kan sees i Denadai (11) sin studie hvor begge gruppene har signifikant fremgang på LT, og gir grunnlag til å si at dette aspektet også har hatt påvirkning på prestasjonen i 5000 meter. Noen studier har ikke målt løpsprestasjon på en spesifikk distanse, men Enoksen (8) har signifikant forbedring i både LT, løpt distanse og Tmaks. Dette kan påvirke prestasjonen på en gitt distanse da utøverne kan løpe raskere og lengre på denne hastigheten. I en konkurranse er det ikke nødvendigvis slik at den med størst aerob kapasitet som vinner, dette kan skyldes at løp ofte avgjøres på siste runde, og anaerobe energiprosesser blir mer avgjørende. Derfor kan det være hensiktsmessig for distanseløpere å ha trent på en intensitet

tilsvarende det Bickham (9) har i sin studie, hvor utøverne gjennom sprinttrening arbeider i anaerob sone som kan gi en fordel i avslutningen av et løp. I et prestasjonsperspektiv viser Bickham`s (9) resultater at utmattelsestest tilsvarende 110% av Vmaks som er den intensiteten en 1500 meter foregår på (22), gir en signifikant fremgang på løpt distanse og tid til utmattelse (16.6% og 15.3%).

I et prestasjonsperspektiv vil LØ være en viktig faktor da den relative intensiteten (% av VO2maks) vil være lavere for en økonomisk løper enn en uøkonomisk løper. Dette vil påvirke prestasjonen nevneverdig da en økonomisk løper vil bruke mindre energi på en gitt hastighet noe som er med på å avgjøre prestasjonen. Resultatene i denne undersøkelsen som også underbygges av tidligere forskning på området viser at HIT kan påvirke LØ i større grad enn tradisjonell trening, og man kan anta at den høye intensiteten tvinger utøverne til å fokusere mer på teknikk slik at energikostnaden ikke blir for høy og akkumulering av laktat blir for stor (21). Man kan også anta at LØ blir mer fremtredende på lengre distanser enn på 3000 og 5000 meter, da konkurransetiden på de distansene er betydelig mindre enn for eksempel en 10 000 meter.

4.5 Metodekritikk

Det er viktig å erkjenne svakheten til denne undersøkelsen, og begrensningene til inkluderte studier. For det første kan faktorer som ulikhet i nivå og treningsstatus ha påvirket resultatene man ser i tabell 2 og 3, hvor det kan se ut som at nivå og treningsstatus er viktig for hvilken fysiologisk påvirkning HIT har. For det andre kan det være en svakhet at Enoksen (8) har brukt HRmaks som intensitetsmål, som kan gjøre sammenligning med andre studier mindre presis. Det er også viktig å presisere betydningen av lengden på treningsprogrammet på deltagende studier, hvor det kun er Enoksen (8) som har en varighet på ti uker, og resten fire til seks uker. En kort intervensjon kan ha vært med å påvirke resultatene i studiene, og det kan tenkes at en lengre intervensjon kunne gitt en bedre indikator på om HIT er en effektiv treningsmetode for godt trente distanseløpere. Det er heller ingen av studiene som undersøker de langvarige effektene av HIT, da det bare er gjennomført en post-test etter intervensjonsperiode.

5. Konklusjon

Med bakgrunn i endringene i VO₂maks, LT og LØ kommer denne undersøkelsen frem til at HIT kan påvirke prestasjonen til distanseløpere positivt. Resultatene viser at HIT gir bedre effekt på aspektene LT og LØ, enn i VO₂maks. Dersom HIT skal gi effekt på prestasjon blant godt trente distanseløpere, indikerer studien at intensiteten må være på et nivå opp i mot 95%-100% av Vmaks, og gjennomføres med en varighet på rundt 60% av Tmaks. Det vises også at lavere treningsnivå på utøvere lettere gir resultater på de fysiologiske aspektene. Selv om prestasjonen øker etter en periode med HIT, kan man ikke si noe om de langvarige effektene. Fremtidig forskning på området bør undersøke de langvarige effektene, slik at evidensbasert kunnskap kommer tilsyne og undersøker om effektene er vedvarende eller om HIT har fungert som en superkompensasjon.

Referanser:

1. Bryhn R. løping – idrett. I: Store norske leksikon [Internett]. 2020 [sitert 14. mai 2021]. Tilgjengelig på: http://snl.no/l%C3%B8ping_-_idrett
2. Tjelta LI. The training of international level distance runners. *International Journal of Sports Science & Coaching*. 1. februar 2016;11(1):122–34.
3. Prestasjonsbestemmende faktorer [Internett]. [sitert 14. mai 2021]. Tilgjengelig på: <https://www.olympiatoppen.no/fagstoff/utholdenhet/prestasjonsbestemmedefaktorer/page593.html>
4. Bassett DR, Howley ET. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med Sci Sports Exerc*. januar 2000;32(1):70–84.
5. Laursen PB, Jenkins DG. The scientific basis for high-intensity interval training: optimising training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes. *Sports Med*. 2002;32(1):53–73.
6. Olympiatoppens nye intensitetsskala [Internett]. [sitert 14. mai 2021]. Tilgjengelig på: https://www.olympiatoppen.no/om_olympiatoppen/aktuelt/page10156.html
7. Silva R, Damasceno M, Cruz R, Silva-Cavalcante MD, Lima-Silva AE, Bishop DJ, mfl. Effects of a 4-week high-intensity interval training on pacing during 5-km running trial. *Braz J Med Biol Res*. 19. oktober 2017;50(12):e6335.
8. Enoksen E, Shalfawi SAI, Tønnessen E. The Effect of High- vs. Low-Intensity Training on Aerobic Capacity in Well-Trained Male Middle-Distance Runners. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. mars 2011;25(3):812–8.
9. Bickham DC, Rossignol L. Effects of high-intensity interval training on the accumulated oxygen deficit of endurance-trained runners. 1. april 2004;7.
10. Smith T, Coombes J, Geraghty D. Optimising high-intensity treadmill training using the running speed at maximal $\dot{V}O_2$ uptake and the time for which this can be maintained. *European journal of applied physiology*. 1. juni 2003;89:337–43.
11. Denadai B, Ortiz M, Greco C, De Mello M. Interval training at 95% and 100% of the velocity at $\dot{V}O_2$ max: Effects on aerobic physiological indexes and running performance. *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquée, nutrition et métabolisme*. 1. januar 2007;31:737–43.

12. Smith TP, McNaughton LR, Marshall KJ. Effects of 4-wk training using Vmax/Tmax on VO₂max and performance in athletes. *Med Sci Sports Exerc.* juni 1999;31(6):892–6.
13. Støren Ø, Helgerud J, Sæbø M, Støa EM, Bratland-Sanda S, Unhjem RJ, mfl. The Effect of Age on the V_O2max Response to High-Intensity Interval Training. *Med Sci Sports Exerc.* januar 2017;49(1):78–85.
14. Saltin B, Strange S. Maximal oxygen uptake: «old» and «new» arguments for a cardiovascular limitation. *Med Sci Sports Exerc.* januar 1992;24(1):30–7.
15. Midgley AW, McNaughton LR, Wilkinson M. Is there an optimal training intensity for enhancing the maximal oxygen uptake of distance runners?: empirical research findings, current opinions, physiological rationale and practical recommendations. *Sports Med.* 2006;36(2):117–32.
16. Billat LV. Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Special recommendations for middle- and long-distance running. Part I: aerobic interval training. *Sports Med.* 2001;31(1):13–31.
17. Hauge A. arbeid – fysiologi. I: Store medisinske leksikon [Internett]. 2019 [sitert 14. mai 2021]. Tilgjengelig på: http://sml.snl.no/arbeid_-_fysiologi
18. Billat VL, Lepretre P-M, Heugas A-M, Laurence M-H, Salim D, Koralsztejn JP. Training and bioenergetic characteristics in elite male and female Kenyan runners. *Med Sci Sports Exerc.* februar 2003;35(2):297–304; discussion 305-306.
19. Billat VL, Flechet B, Petit B, Muriaux G, Koralsztejn JP. Interval training at VO₂max: effects on aerobic performance and overtraining markers. *Med Sci Sports Exerc.* januar 1999;31(1):156–63.
20. Chen TC, Nosaka K, Lin M-J, Chen H-L, Wu C-J. Changes in running economy at different intensities following downhill running. *Journal of Sports Sciences.* 1. september 2009;27(11):1137–44.
21. Conley D, Krahenbuhl G. Running economy and distance running performance of highly trained athletes. *Medicine and science in sports and exercise.* 1. januar 1980;12:357–60.
22. Molinari CA, Edwards J, Billat V. Maximal Time Spent at VO₂max from Sprint to the Marathon. *Int J Environ Res Public Health* [Internett]. desember 2020 [sitert 19. mai 2021];17(24).

