

BACHELOROPPGAVE

Betydningen av perifer tretthet på prestasjonen i en utholdenhetsaktivitet

Av

Frederick Gjethammer (130)

Runar Barstad Solberg (112)

Idrett, fysisk aktivitet og Helse

ID3-302

Desember 2013



Innhold

Forord.....	2
Sammendrag.....	3
Teori.....	4
Metode.....	8
Valg av metode.....	8
Forberedelser.....	8
Innstilling av dynamometer og påføring av utstyr.....	8
Testprotokoll.....	9
Baselinemålinger.....	9
Gjennomføring.....	10
Kraftregistrering.....	11
Statistikk.....	11
Resultat.....	12
Diskusjon.....	16
Svakheter ved studien og veien videre.....	18
Konklusjon.....	19
Litteraturliste.....	20
Vedlegg 1.....	24
Vedlegg 2.....	27

Forord

Denne oppgaven ble skrevet i samarbeid mellom de to undertegnende. Vi går på bachelorprogrammet idrett, fysisk aktivitet og helse ved Høgskulen i Sogn og Fjordane, Avdeling for Lærerutdanning og Idrett i Sogndal. Studien ble gjennomført høsten 2013.

Vi vil rette en stor takk til Christian Frøyd for god veiledning. Han har vært til hjelp med konstruktive tilbakemeldinger under datainnsamlingen og skriveprosessen. Takk til Høgskulen i Sogn og Fjordane for disponering av utstyr og lokale. Vi setter pris på bibliotekarene som har bistått med litteratursøk til vår bacheloroppgave. Takk til studentene ved Høgskulen i Sogn og Fjordane som var forsøkspersoner i studien. Uten dem kunne vi ikke gjennomført datainnsamlingen til vår oppgave.

Runar Barstad Solberg

Frederick Gjethammer

Høgskulen i Sogn og Fjordane
Avdeling for Lærerutdanning og Idrett
Idrett, Fysisk aktivitet og Helse
Sogndal 2013.

Sammendrag

Bakgrunn for studien

Hensikten med studien var å undersøke betydningen av perifer tretthet i en utholdenhets aktivitet.

Metode

6 friske forsøkspersoner (FP) (alder $22 \pm 1,09$ år), (vekt $79 \pm 10,5$ kg), (høyde $177,5 \pm 3,79$ cm) gjennomførte 5 tester totalt hvorav en tilvenning til utstyr, en tilvenningstest og 3 prestasjonstester. Prestasjon og tilvenningstest ble gjennomført med kneekstensjon av høyre ben i et KinCom dynamometer. Gjennomføringen bestod av 64 serier av 15 repetisjoner.

Resultat

Utholdenhetsprestasjonen målt som kraftutvikling (N) var signifikant bedre ($P < 0,05$) ved prestasjonstestene enn ved tilvenningstesten, men det var ikke signifikant forskjell i RPE ($P = 0,21$) mellom prestasjon og tilvenningstesten. Perifer tretthet uttrykt som kraftrespons (N) ved singelstimuli (SS) ($P < 0,32$) og doble stimuli 100 Hz (PS100) ($P < 0,08$) umiddelbart (10 sek) etter prestasjonstestene var ikke signifikant forskjellig mellom tilvenningstest og prestasjonstestene. Kraftrespons ved SS og PS100 sank fra serie 1-64, noe som viser økt perifer tretthet under både tilvenningstest og prestasjonstestene.

Konklusjon

Resultatene fra denne studien indikerer at hjernen som sentral styringsmekanisme kan ha større betydning enn perifer og sentral tretthet, på frivillig kraftutvikling (N) under denne type aktivitet. Det kan antydes at perifer tretthet ikke er en avgjørende faktor for prestasjonsevnen i utholdenhetsaktiviteter. Årsaken til denne påstanden er at resultatene viser økt perifer tretthet mot slutten av prestasjonstestene til tross for økt kraftutvikling (N) mot slutten av aktiviteten. I tillegg viser resultatene økt gjennomsnittskraft (N) fra tilvenningstest til prestasjonstesten. Derfor kan faktorer som reduserer opplevd anstrengelse relateres til bedre prestasjon i utholdenhetsaktiviteter. Resultatet fra studien indikerer at utholdenhetsprestasjon er mer relatert til mekanismer i sentralnervesystemet som forventning, feed-forward, feed-back og motivasjon enn muskulære forhold.

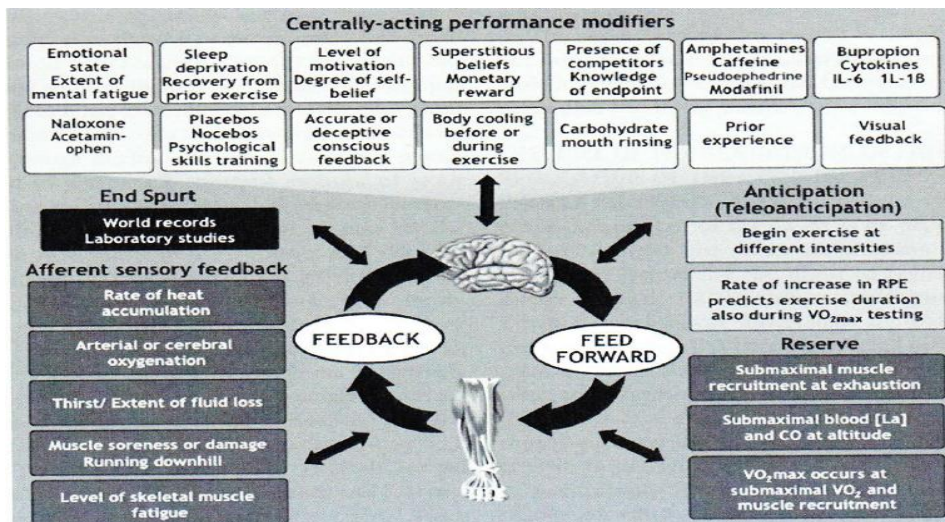
Teori

Hvordan ulike faktorer påvirker utholdenhetsprestasjonen har interessert forskere og vitenskapsmenn gjennom flere hundre år. Allerede i 1891 ble betydningen av hjernen fremhevet av den italienske fysiologen Angelo Mosso. Mosso (1915) konkluderte at tretthet er en følelse som opptrer ved kompleks regulering mellom hjernen, sentralnervesystemet (SNS) og arbeidende muskulatur. Mosso skrev "*at first sight might appear an imperfection of our body, is on the contrary one of its most marvelous perfection*" (Mosso, 1915). Mosso sine ideer ble ikke akseptert i det idrettsvitenskapelige miljøet, og da A.V Hill (1923) presenterte en annen forklaring i 1923 ble Mosso sin teori fortrenget.

Hill mente at oksygenbehovet til arbeidende muskulatur overstiger hjertets minuttvolum ved maksimalt arbeid. I 1925 konkluderte Hill med at melkesyre kun produseres ved anaerobe muskulære forhold, og at perifer tretthet er et resultat av økt melkesyrekonsentrasjon. Senere konkluderte Hill med at inhalering av mer oksygen økte utholdenhetsprestasjonen (Noakes, 2012). Utholdenhetsprestasjonen ble ansett å være bestemt av oksygentilførselen til arbeidende muskulatur (Hill et al, 1924), og ikke en kompleks regulering mellom hjernen, SNS og skjelettmuskulaturens funksjon. Oksygenopptakets betydning for utholdenhetsprestasjon har senere blitt utfordret av blant annet Noakes (2012).

I tiår har forskere søkt etter en variabel som alene forklarer forskjeller i utholdenhetsprestasjon (Noakes, 2012), og vanligvis har en begrenset søket rundt hjertet og sirkulasjonssystemet (Basset Jr, & Howley 2000, Levine 2008). I 1943 skrev Bean og Eichna at: «...*physical fitness cannot be defined nor can differences be detected by means of a few simple physiological measurements...*» (Noakes, 2012, Bean & Eichna, 1943). Flere mener derfor at modeller som alene begrunner utholdenhetsprestasjon med forandringer i arbeidende muskulatur, ikke er tilfredsstillende. I ettertid har A.V. Hill sin modell blitt utfordret, da den utelukker psykologiske faktorer sin påvirkning på menneskelig prestasjonsevne. Om evnen til å prestere i konkurranse defineres av hjertets minuttvolum, spiller ikke motivasjonen til utøverne noen rolle (Noakes, 2012). Personer innenfor det idrettsvitenskapelige miljøet som støtter Hill sin teori, erkjenner at motivasjon er en vesentlig del av det å prestere maksimalt (Levine, 2008). En av modellene som prøver å forklare utholdenhetsprestasjon med flere mekanismer er Central Governor Model (CGM) (Noakes, 2012). I CGM er hjernen sentral i prosessen som begrenser prestasjonsevnen. Aktiviteten starter med en feedforward mekanisme som rekrutterer antall motoriske enheter nødvendig for arbeidet (fig 1). Denne rekrutteringen bestemmes av flere faktorer som utøverens biologiske tilstand, mental

utmattelse, søvnmangel, motivasjon og tidligere erfaring. Aktiviteten begynner på en intensitet hjernen har bestemt kan opprettholdes over forventet distanse. Nyere studier viser at tradisjonell måling av VO₂maks gir submaksimale verdier for oksygenopptak, noe som utfordrer fundamentet Hill baserte sin modell på (Noakes, 2012)



Figur 1. Central Governor Model foreslår at hjernen er den sentrale styringsmekanismen som regulerer utholdenhetsprestasjon. Samspillet mellom feedforward, feedback, ubevisste og bevisste regulerede prosesser styrer antall motoriske enheter som rekrutteres i arbeidende muskulatur. Målet med reguleringen er å sikre homeostase ved alltid å ha kapasitet i reserve. Hjernen bruker de ubehagelige, men illusoriske følelsene av tretthet for å sikre at intensiteten holdes innenfor utøverens kapasitet.

Muligheten til å opprettholde kraftutviklingen er sentral for prestasjonsevnen i utholdenhetsaktiviteter (Blanchfield et al, 2013). Varigheten en gitt kraft kan opprettholde under aktivitet begrenses av evnen til å motstå, og tåle tretthet (MacIntosh et al, 2011). Muskulær tretthet er avhengig av minst to separate prosesser, 1) de som opptrer i arbeidende muskulatur, ofte referert til som perifer tretthet, og 2) nedgang av overføring av elektrisk aktivitet fra de motoriske nervecellene som initierer kontraksjoner i muskulaturen, ofte referert til som sentral tretthet (Froyd, 2013). Konsekvensene av disse to prosessene ses normalt som nedgang i prestasjonsevnen. Utviklingen av perifer tretthet er avhengig av varigheten og intensiteten på aktiviteten. Sentral tretthet er prosesser i SNS som gjør aktivering av nødvendig antall motoriske enheter vanskeligere. Dette kan resultere i mindre kraftutvikling og dårligere prestasjonsevne. Det kan bli oppfattet som ufrivillig nedgang til å opprettholde aktiviteten med ønsket kraftutvikling, selv om muskulaturen har kapasitet til å

fortsette. I CGM er forslaget at tretthet er følelser (St Clair Gibson et al, 2003) sendt fra hjernen for å regulere utholdenhetsprestasjonen et nøkkelpunkt. (Tucker, 2009).

Forståelse av en perifer styringsmekanisme er første steg for å forstå en kompleks regulering av menneskelig utholdenhetsprestasjon (MacIntosh, 2011). Oppfatningen om at muskulær tretthet er perifert regulert, er i kontrast til den tradisjonelle forklaringen (Hill, 1924). En perifer styringsmekanisme opererer flere mekanismer samtidig, som membran stimulasjon ved aktivering av K-ATP og Cl⁻ kanaler og reduksjon av Ca²⁺ frigjort av depolariseringen i sarkoplasmatiske retikulum. Disse, og lignende prosesser, kaller MacIntosh for perifere styringsmekanismer som er delaktige i reguleringen av utholdenhetsprestasjon. Samtidig påpeker MacIntosh viktigheten av en sentral styringsmekanisme som beholder integriteten ved å hemme eller fremme motoriske enheter. Ideen om at muskler selv kan regulere egen aktivering utelukker ikke viktigheten av sentrale styringsmekanismer (MacIntosh, 2011). Sentrale styringsmekanismer kan påvirke pacing strategien under utholdenhetsaktiviteter ved hjelp av konstant feed-back fra ulike system (MacIntosh, 2011). Pacing strategi er en strategi som utøveren setter opp i forkant av en utholdenhetsaktivitet, hvor intensiteten blir planlagt for å prestere optimalt. Amann (2009) foreslår en sentral styringsmekanisme som antyder at SNS overvåker perifer skjelettmuskulatur via sensorisk feed-back og bruker denne informasjonen for styre muskelaktivering via SNS. Hensikten med denne reguleringen er å hindre at alle tilgjengelige motoriske enheter aktiveres under aktivitet. Siden det alltid er motoriske enheter i reserve, argumenterer Amann (2009), for at samtlige former for utholdenhets trening er submaksimal (Amann et al, 2009).

Det er flere fenomen relatert til prestasjonsevnen i utholdenhetsidretter som ikke samsvarer med A.V. Hill sin modell. Om Hills forklaring var veiledende for prestasjonsevnen, vil utøverne ha samme pacing strategi for hver konkurranse og hver trening uavhengig av distanse (Noakes, 2011). Ved kortere distanser vil utøvere i virkeligheten starte med høyere intensitet enn på lengre distanser (Noakes, 2011). I følge CGM vil konstante forandringer i pacing strategien under aktivitet, skyldes forandringer av rekrutterte motoriske enheter i skjelettmuskulaturen (Noakes, 2012). I utholdenhetskonkurranser vil utøverne øke hastigheten mot slutten av distansen, også kalt sluttspurt (Noakes, 2012). Dette står i kontrast til økt perifer tretthet mot slutten av distansen. Med utgangspunkt i Hills modell vil ikke utøverne ha mulighet til å sette inn sluttspurt mot avslutningen på en distanse, da de teoretisk sett skulle vært mest slitne (Tucker et al, 2006). Med konstant feedback fra forskjellige kroppslige system argumenterer CGM for at hjernen bestandig regulerer intensiteten ved

antall motoriske enheter aktivert i arbeidende muskulatur. En studie har vist at sluttspurten til FP var forbundet med økt EMG signal i arbeidende skjelettmuskulatur (Tucker et al, 2004). Det bekrefter at sluttspurten forekommer ved økning av rekrutterte motoriske enheter. En sluttspurt er forbundet med både økt skrittlengde og frekvens, som bare kan kontrolleres fra SNS (Enomoto et al, 2008). Derfor utfordrer sluttspurt-fenomenet den tradisjonelle forståelsen av tretthet, som avgrenses til manglende opprettholdt kraftutvikling. Denne analysen av et hverdagslig fenomen kan ikke fortrenses, selv om det ikke passer med Hill sin teori.

Oppsummert forklarer Hills modell menneskelig prestasjonsevne ut fra størrelse på hjerte, lunge og evnen til å transportere og forbruke oksygen. Hele kapasiteten til skjelettmuskulaturen vil, uavhengig av intensitet og varighet, være 100 % aktivert (St Clair Gibson og Noakes, 2004). Derfor vil en utøver ha samme pacing strategi for samtlige distanser, det vil være umulig å gjennomføre en sluttspurt, og muskulær tretthet vil forekomme som en konsekvens av tapt homeostase. Om en går ut i fra CGM, vil en utøver ha ulik pacing strategi med utgangspunkt i aktivitetens varighet og intensitet. Fenomener som sluttspurt vil være mulig da man går ut fra at aktiveringen av skjelettmuskulaturen aldri er 100 % aktivert (Noakes, 2011). Tretthet oppstår ikke som en følge av tapt homeostase, derimot som en følelse regulert av hjernen via feedback for forskjellige organsystemer. CGM forklarer at prestasjonen under aktivitet styres av komplekse system med hensikt å sikre at hele organismen er i likevekt. Menneskelig prestasjonsevne blir derfor bestemt ut fra hvem som klarer å styre de illusoriske symptomene som forekommer under aktivitet på best hensiktsmessig måte (Noakes, 2012).

Undertegnede fant de ulike synspunktene på årsaken og betydningen av perifer tretthet i utholdenhetsprestasjon interessant. For å undersøke dette nærmere ønsket vi å gjennomføre en studie. Forsøket hadde som formål å undersøke betydningen av perifer tretthet på prestasjonen i en utholdenhetsaktivitet. Perifer tretthet og utholdenhetsprestasjon ble målt ved 1 tilvenning test og 3 prestasjonstester.

Metode

Valg av metode

Studien er gjennomført med kvantitativ empirisk within subject studiedesign (Befring, 2007). Utvalget bestod av strategisk valgte forsøkspersoner (FP). Testprotokollen inneholdt en tilvenning til bruk av utstyr, en tilvenningstest og 3 prestasjonstester med dynamisk muskelarbeid for hver FP. Det ble gjennomført 64 serier bestående av 15 repetisjoner med dynamisk kneekstensjon på høyre ben i et KinCom dynamometer.

Forberedelser

FP ble rekruttert til studien og bestod av 6 mannlige studenter (alder $22 \pm 1,09$ år), (vekt $79 \pm 10,5$ kg), (høyde $177,5 \pm 3,79$ cm) ved Høgskulen i Sogn og Fjordane. Inklusjonskriteriene var at FP måtte trene regelmessig minst 3 ganger per uke, og være skadefri i høyre ben. Ubehag i forbindelse med elektrisk stimulering (ES) eller kneekstensjon var eksklusjonskriterier.

Ved første oppmøte skrev FP under samtykkeerklæringen (vedlegg 1). De ble informert muntlig og skriftlig om testprotokoll, antall tester, tidsomfanget av studien og at de kunne trekke seg fra studien uten å oppgi grunn. De ble også opplyst om at alkohol ikke skulle inntas siste 48 timer før forsøkene. Tung styrke og utholdenhetstrening på underekstremitetene skulle ikke gjennomføres de siste 48 timene før prestasjonstestene. Forsøket samsvarte med de etiske retningslinjene ved Høgskulen i Sogn og Fjordane.

Innstilling av dynamometer og påføring av utstyr

FP møtte totalt 5 ganger i laboratoriet i løpet av testperioden. Ved første oppmøte ble FP gjort kjent med KinCom dynamometeret (Kinematic Communicator, Chattecx Corp., Chattanooga, TE). En 10 mm diameter katode elektrode (Skintact, Østerrike) ble festet på huden over femoral nerven. En 130 x 80 mm anode elektrode (Cefar – Compex Svandinavia AB, Sweden), ble plassert på huden ved m.gluteus medius. EMG elektrodene (DE – 2.1 singel differensial, Delsys, Boston, MA), ble plassert på m.vastus lateralis og m.vastus medialis på høyre lår. Posisjonen og innstilling av dynamometeret ble individuelt tilpasset FP sin kropp og var lik ved hver test. Sete og ryggstøtte ble korrekt innstilt i forhold til FP sin høyde og kroppsform. Setet var 10° tilbaketilt i forhold til horisontal linje. Ved utgangsposisjonen for dynamisk arbeid var knevinkelen 90° , og dynamometer-armen festet til ankelen. Sluttvinkelen for kneet var ved dynamisk arbeid 160° . Rotasjonspunktet i høyre kne skulle være parallell

med omdreiningspunktet til dynamometeret. FP ble festet til dynamometeret med bryst og hoftebeltet for å hindre lateral og frontal bevegelse. Armene var i kryss foran på kroppen.

Ved første tilvenning ble EMG plasseringen merket med vannfast penn, slik at elektroden ble plassert likt hver test. Merket posisjon for katode og EMG elektroder ble pusset med engangsbarberhøvel og vasket med anti bakteriell klut. Deretter ble katoden, anoden og elektrodene festet godt til huden. Før baselinemålinger ble det kontrollert at plasseringen var riktig ved hjelp av singel stimuli(SS). For å finne individuell intensitet for elektrisk stimulering ble FP stimulert med gradvis økende intensitet (5mA økning av gangen) inntil kraftresponsen ikke økte lenger. Deretter ble intensiteten økt med 30 % for å sikre optimal kraftrespons. Det ble stimulert med SS, doble stimuli 100Hz (PS100) og doble stimuli 10Hz (PS10). Deretter gjennomførte FP 3 maksimal isometriske kontraksjoner med varighet på 4 sekund (figur 2b). FP ble instruert til å nå maksimal kraft, og deretter utvikle stabil kraft i 4 sekund. Videre gjennomførte FP 4 serier med 15 repetisjoner som tilvenning til prestasjonstestene. Pausen mellom hvert sett var 30 sekund.

Ved ankomst første tilvenningstest ble FP plassert i dynamometeret med lik innstilling som tilvenning. Tilvenningstesten ble gjennomført med samme testprotokoll som prestasjonstestene.

Testprotokoll

Før hver prestasjonstest ble antall timer søvn og trening siden forrige test notert for å sikre at forberedelsene til hver prestasjonstest var omtrent lik. FP leste gjennom skjemaet som forklarer RPE (Borg, 1998) (vedlegg 2). Testleder (TL) repeterte hensikten med forsøket og minnet FP om å gjennomføre testen med maksimal kraftutvikling fordelt over hele prestasjonstesten. FP fikk visuell tilbakemelding om kraftutviklingen under prestasjonstestene på en PC-skjerm stående foran FP. SS, PS100 og PS10 ble brukt som baselinemålinger og målinger etter endt prestasjonstest. Under gjennomføring av prestasjonstestene ble det kun stimulert med SS og PS100.

Baselinemålinger

Før prestasjonstestene ble upotensierte målinger(UP) gjort med SS, PS100 og PS10(fig 2a), FP ble instruert til å slappe helt av ved ES. Deretter varmet FP opp ved å gjennomføre 4 sett med 15 repetisjoner fulgt av 30 sekund pause (fig 2a). Videre oppvarming bestod av 4 isometriske kontraksjoner, hvorav 2 på 50 % og 2 på 70 % av maksimal voluntær kraft (MVC). Etter 1 minutt pause fulgte 5 maksimale dynamiske knekontraksjoner (fig 2a).

Umiddelbart etter ble det gjort potensierte målinger (PRE CON) med SS, PS100 og PS10 (fig 2a). Til slutt utførte FP 3 MVC med 1 minutt pause mellom hver. I pausen ble potensierte målinger (PRE ISO) gitt med SS, PS100 og PS10 (fig 2b).

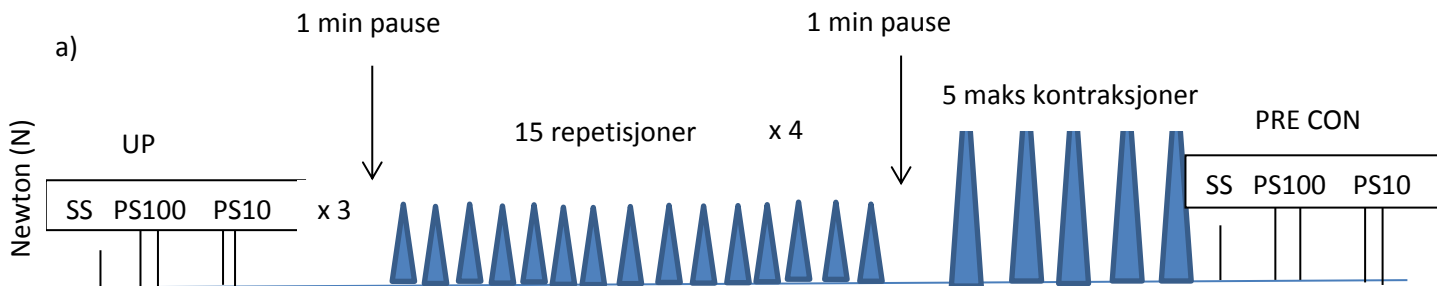


Fig2 a. Skjematisk fremstilling av baseline målinger. Upoteniserte målinger (UP) med SS + PS100+PS10 ble gjort 3 ganger (x3). Etter 1 minutt pause gjennomførte FP 4 serier (x4) på 30 % av maksimal frivillig kraft(MVC), bestående av 15 repetisjoner med 30 sekund pause. Videre fulgte 1 minutt pause før FP utførte 5 maksimal kontraksjoner etterfulgt av potensierte målinger (PRE CON) med SS+PS100+PS10.

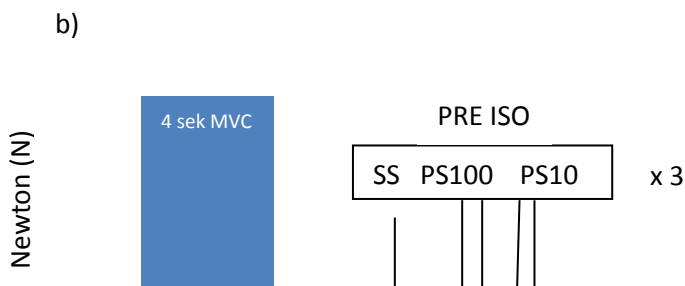


Fig2 b. Skjematisk fremstilling av baseline målinger. Etter 1 min pause utførte FP 3 maksimale isometriske kontraksjoner etterfulgt av potensierte målinger (PRE ISO) med SS+PS100+PS10.

Gjennomføring

2 minutt etter endt baselinemålinger, startet prestasjonstesten som bestod av 64 serier av 15 repetisjoner. Mellom hver serie var det 5 sek pause. På serie 1,2,3,4,6,8,16,24,32,40,48,56,60,62,63 og 64 ble FP spurt om RPE mellom repetisjon 6-9 (fig 3). FP ble i forkant minnet på når siste repetisjon skulle gjennomføres med maksimal kraftutvikling. I pausen ble det gitt SS og PS100. På de øvrige seriene skulle FP gjennomføre 15 vanlige dynamiske kneekstensjoner uten rapportering av RPE, maksimal kontraksjon eller stimuli.

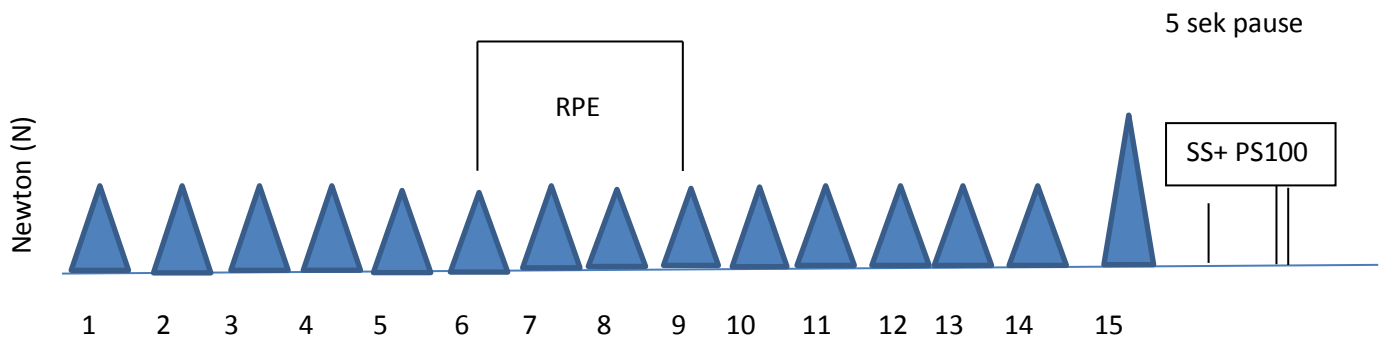
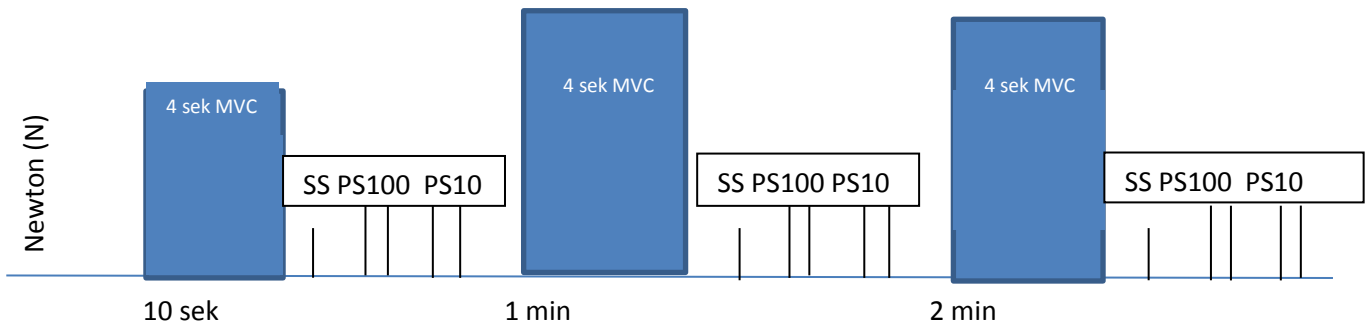


Fig3. Skjematisk fremstilling av serie fra prestasjonstesten med stimuli. FP utførte 15 kontraksjoner hvor siste var maksimal. Deretter ble FP stimulert med SS+PS100. FP ble spurt om RPE mellom 6-9 repetisjon.

Maksimal isometrisk kontraksjon ble utført 10 sek, 1 og 2 minutt etter endt prestasjonstest. Etter hver kontraksjon ble FP stimulert med SS, PS100 og PS10 (Fig 4).



Figur 4. Skjematisk fremstilling av maksimal isometrisk kontraksjon etter endt prestasjonstest. FP utførte maksimal isometrisk kontraksjon 10 sekund, 1 og 2 minutt etter endt test. FP ble stimulert med SS, PS100 og PS10 etter hver maksimal isometrisk kontraksjon.

Kraftregistrering

En elektrisk stimulator (DS7AH, Digitimer, Hertfordshire, UK) med høy spenning (maks 400 V) ble brukt til å levere stimuli med 1 ms varighet. Programvare (ADInstrument, Bella Vista, Australia) ble brukt til å vise kraftutviklingen på PC-skjerm. Ved gjennomføring av tilvenning, tilvenningstest og prestasjonstestene ble intensiteten individuelt justert for å sikre optimal elektrisk stimulering. Stimuli intensiteten var lik hver test gjennom hele forsøksperioden for hver FP. TL presset elektroden ned mot femoralnerven ved stimulering.

Statistikk

Alt av presentert data er uttrykt i gjennomsnitt \pm SD. Verdiene i figurene er gjennomsnitt for alle tre prestasjonstestene. Signifikant verdi = $P < 0,05$. *=signifikant forskjell i forhold til tilvenning.

Resultat

Tabell 1. Baselinemålinger før prestasjonstestene (\pm SD) (n=6), rangert fra tilvenning til beste test etter størst gjennomsnittskraft(N).

	Tilvenningstest	Dårligst	Middels	Best
SS (N)				
UP (N)	137,7 \pm 9,0	127,2 \pm 18,6	149,0 \pm 39,1	128,2 \pm 20,0
PreCON (N)	190,4 \pm 11,7	184,6 \pm 22,6	194,5 \pm 43,9	187,9 \pm 23,6
Pre ISO (N)	211,2 \pm 11,5	195,4 \pm 42,5	202,7 \pm 30,1	199,8 \pm 19,4
PS100 (N)				
UP (N)	208,7 \pm 48,3	236,9 \pm 39,0	237,5 \pm 42,4	229,5 \pm 37,4
PreCON (N)	260,3 \pm 48,0	281,1 \pm 42,0	283,9 \pm 60,1	274,2 \pm 26,0
Pre ISO (N)	293,1 \pm 53,3	299,8 \pm 65,9	301,6 \pm 65,3	288,1 \pm 57,1

Verdier er presentert som gjennomsnitt av alle FP \pm SD. Upotensiert måling (UP), målinger etter 5 maksimale dynamiske kontraksjoner (PRE CON) og etter 3 maksimal isometriske kontraksjoner (PRE ISO) ble gjort ved SS (N) + PS100 (N).

Tabell 2. Resultater for alle prestasjonstester (\pm SD)(n = 6), rangert fra tilvenning til beste test etter størst gjennomsnittskraft(N).

	Tilvenningstest	Dårligst	Middels	Best
SS (N)	137,0 \pm 22,3	132,0 \pm 22,8	128,2 \pm 19,7	126,0 \pm 26,1
PS100 (N)	230,5 \pm 20,3	239,5 \pm 30,5	236,8 \pm 22,6	235,7 \pm 24 ,0
Kraft (N)	242,0 \pm 76,1	250,0 \pm 73,0*	260,0 \pm 62,9*	272,0 \pm 80,4*
RPE	14 \pm 2,7	13 \pm 4	13 \pm 4	13 \pm 3,7
HF	125 \pm 13,1	124 \pm 42,38	122 \pm 35,81	131 \pm 16,6

Verdier er presentert som gjennomsnitt av alle FP \pm SD. Data for SS (N), PS100 (N) og frivillig kraftutvikling (Kraft (N)) er gjennomsnittsverdier fra prestasjonstester + 10 sek etter prestasjonstest. Gjennomsnittsverdiene for HF; hjertefrekvens, og RPE; Rates of Percieved exertion, er fra serie 1-64 i prestasjonstestene. *=signifikant forskjell i forhold til tilvenning.

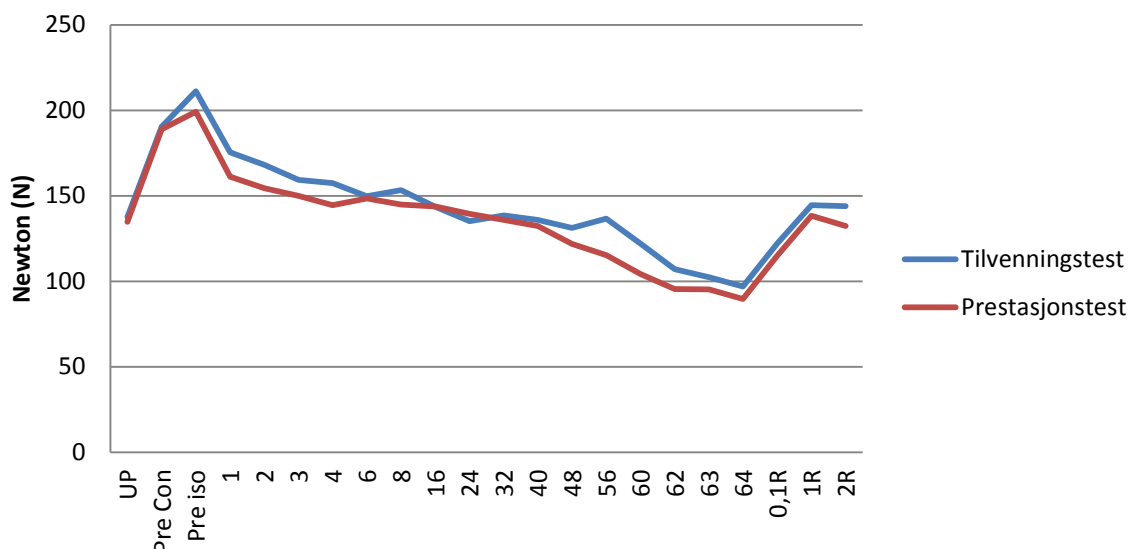


Fig 5a. Baselinemålinger (N) før tilvenningstest og prestasjonstest. Deretter kraftresponss(N) for singel stimuli(SS) i tilvenningstest og prestasjonstest + kraftresponss (N) 10 sekund, 1 og 2 minutt etter endt tilvenningstest og prestasjonstest.

Det ble ikke funnet signifikant forskjell ($P < 0,3$) i kraftresponss (N) ved SS fra tilvenningstest til prestasjonstestene målt fra serie 1-64 + 10 sek (fig 5a).

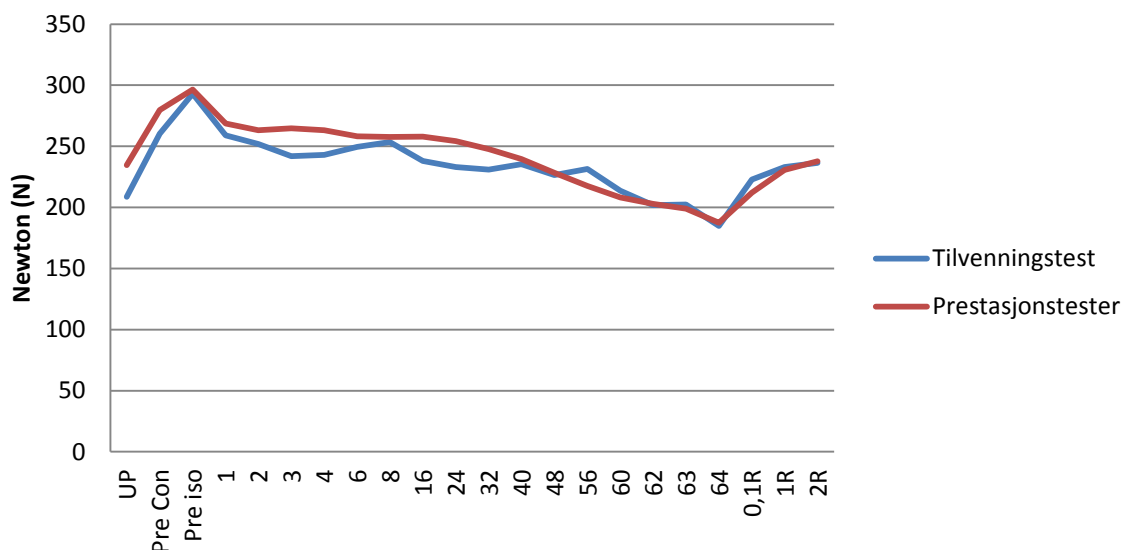


Fig 5b. Baselinemålinger (N) før tilvenningstest og prestasjonstest. Deretter kraftresponss(N) for sammenkoblede stimuli 100Hz (PS100) i tilvenningstest og prestasjonstest + kraftresponss (N) 10 sekund, 1 og 2 minutt etter endt tilvenningstest og prestasjonstest.

I kraftresponss (N) ved PS100 ble det ikke funnet signifikant forskjell ($P < 0,08$) fra tilvenningstest til prestasjonstestene målt fra serie 1-64 + 10 sek (figur 5b).

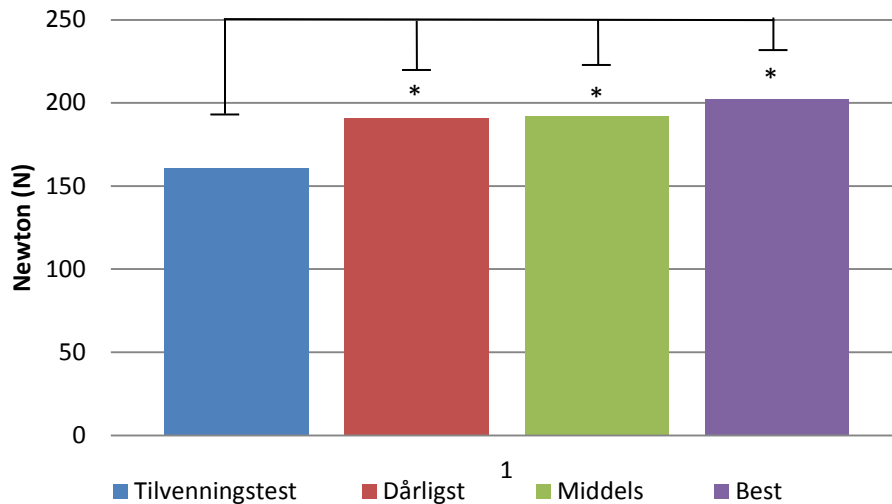


Fig 5c. Gjennomsnittlig frivillig kraftutvikling(N) fra serie 1-64, rangert fra tilvenning test til beste prestasjonstest. *=signifikant forskjell i forhold til tilvenning.

Fra tilvenningstest til dårligst ($P < 0,004$), middels ($P < 0,009$) og best ($P < 0,006$) prestasjonstest ble det funnet signifikant forskjell i kraftutvikling (N), målt fra serie 1-64. Fra dårligst til middels test var det ikke signifikant forskjell ($P < 0,27$), mens det fra middels til beste test var signifikant forskjell ($P < 0,004$) (fig 5c).

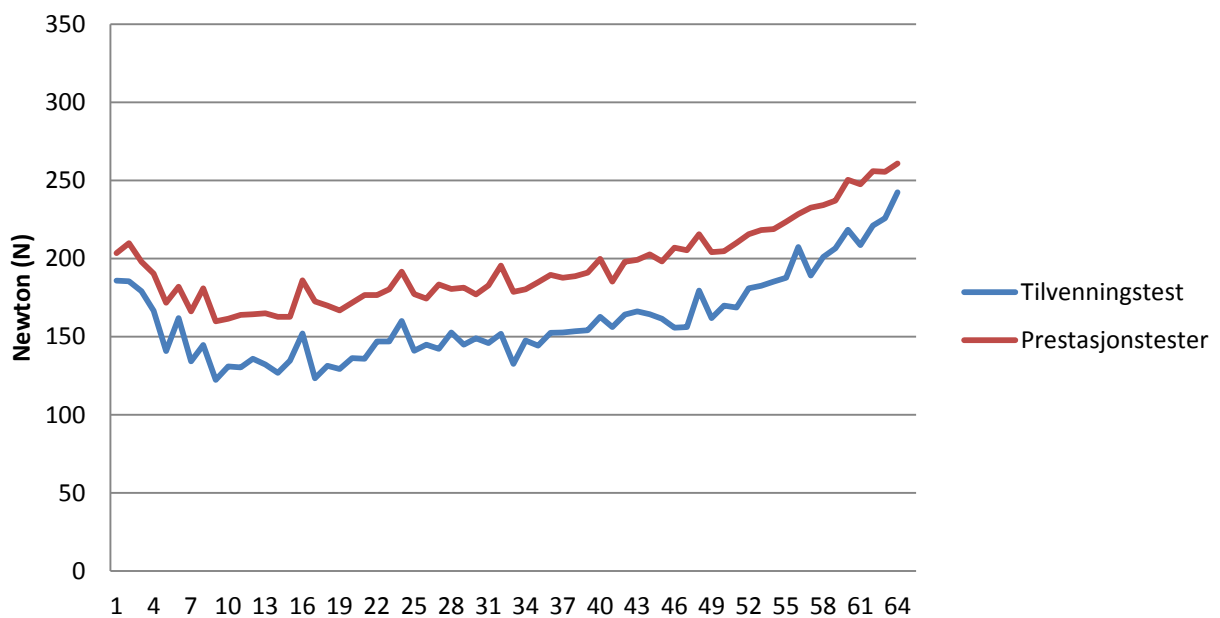


Fig 5d. Gjennomsnittlig frivillig kraftutvikling (N) fra serie 1-64 for tilvenning test og prestasjonstestene.

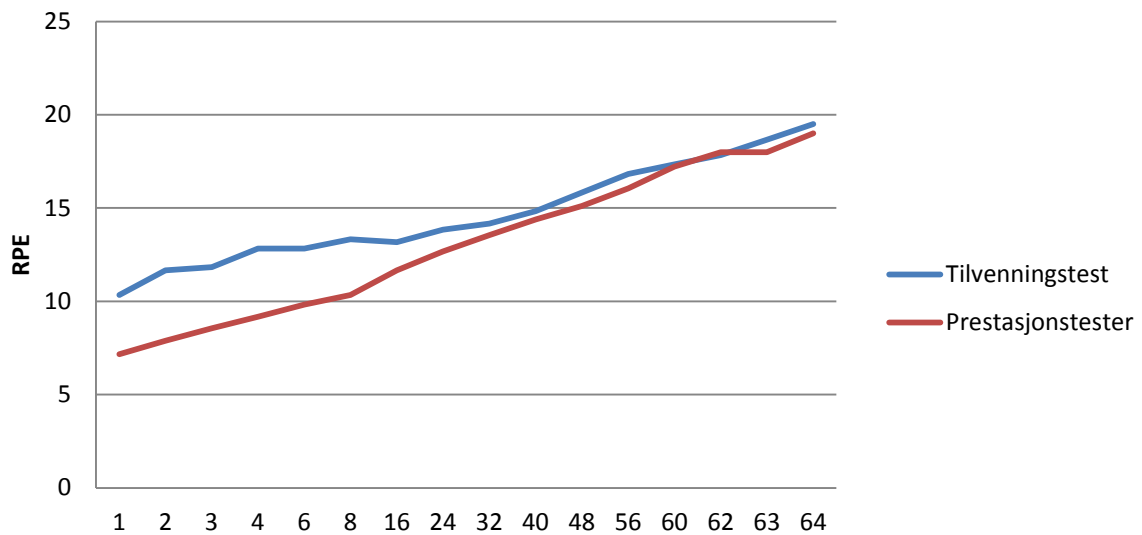


Fig 5e. Gjennomsnittlig rapportert RPE for tilvenningstest og prestasjonstest.

Rapportert RPE økte gradvis fra første til siste serie (figur 5e). Det ble ikke funnet signifikant forskjell i rapportering av RPE ($P < 0,2$) fra tilvenning til prestasjonstestene.

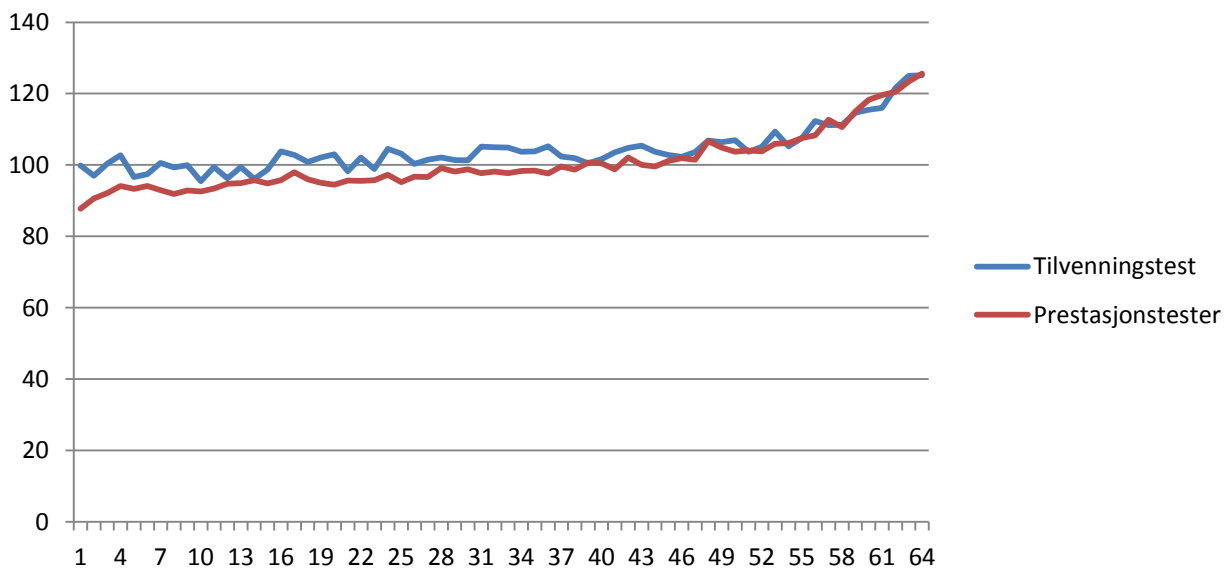


Fig 5f. Gjennomsnittlig hjertefrekvens (HF) fra tilvenningstest til prestasjonstest.

HF steg gradvis fra første til siste serie (figur 5f). Det ble ikke funnet signifikant forskjell ($P < 0,2$) mellom tilvenningstest og prestasjonstestene.

Diskusjon

Formålet med denne studien var å undersøke betydningen av perifer tretthet på prestasjon i en utholdenhetsaktivitet. Det ble gjennomført 4 prestasjonstester i KinCom dynamometer (Kinematic Communicator, Chattecx Corp., Chattanooga, TE). FP møtte totalt 5 ganger i laboratoriet, hvorav 1 tilvenning til utstyr, en tilvenningstest og 3 prestasjonstester. Data for perifer tretthet (uttrykt som kraftrespons (N) ved SS + PS100), HF, RPE og frivillig kraftutvikling (N) fra serie 1-64 + 10 sek, 1 og 2 minutt etter aktivitet ble samlet inn. Tidligere studier har ikke vist forbedret restitusjon (kraftrespons (N) ved SS + PS100) på senere enn 2 minutt etter endt aktivitet (Froyd et al, 2013). Derfor målte vi endring i perifer tretthet kun 1 og 2 minutt etter endt prestasjonstest.

Resultatene fra vår studie viser at kraftresponsen (N) ved SS og PS100 synker mot slutten, både under tilvenningstest og prestasjonstestene (figur 5a). Dette bekrefter teorien om at økt perifer tretthet forekommer mot slutten av en distanse. Resultatene viser økt frivillig kraftutvikling (N) mot slutten av tilvenningstest og prestasjonstestene, noe som indikerer en sluttspurt initiert av FP (fig 5d). Vi fant ikke signifikant forskjell ($P=0,4$) i perifer tretthet umiddelbart etter endt prestasjonstest (10 sek), mellom tilvenning og prestasjonstestene. Dette til tross for signifikant større forskjell i frivillig kraftutvikling (N) på prestasjonstestene. Derfor antyder resultatene at varigheten kan påvirke restitusjonstiden i større grad enn kraftutviklingen utviklet under distansen.

Det har blitt foreslått at aktiveringen av skjelettmuskulaturen fra SNS reduseres ved afferent feedback til hjernen for å sikre at en ikke når terskelverdien for perifer tretthet (Amann, 2011). Det er også antydning at skjelettmuskulaturen har et perifert system som sørger for likevekt ved å redusere tilgjengeligheten av Ca^{2+} , som direkte påvirker spalten av ATP (MacIntosh, 2011). Siden vi observerte ulik perifer tretthet på prestasjonstester med signifikant økning i frivillig kraftutvikling (N), er det sannsynlig at perifer tretthet i skjelettmuskulaturen er relatert i større grad til feedback fra arbeidende muskulatur (Amann, 2011) enn en perifer styringsmekanisme (MacIntosh, 2011). Resultatene fra vår studie tyder på at perifer tretthet ikke er den viktigste faktoren som påvirker utholdenhetsprestasjonen. På bakgrunn av våre funn med økt frivillig kraftutvikling over serie 1-64 (fig 5d) til tross for økt perifer tretthet antyder vi at perifer tretthet påvirkes av FP sin individuelle strategi, ikke omvendt. Dette gir FP mulighet til å aktivere en større del av skjelettmuskulaturen mot slutten av distansen (Swart et al, 2009). Resultatene våre støtter denne antydningen med økt frivillig kraftutvikling (N) mot slutten av prestasjonstestene, til tross for økt perifer tretthet. Av den

grunn kan bevisste eller ubevisste prosesser i hjernen være viktigere faktorer enn afferente tilbakemeldinger for gjennomføring av sluttsprint. Evnen til å øke den frivillige kraften mot slutten av distansen støtter vår antydning om at hjernen, som sentral styringsmekanisme, påvirker utholdenhetsprestasjonen i større grad enn muskulære forhold. Dette støtter også studien til Blanchfield (2013), som viste at ved å motivere seg selv verbalt, forbedret utøverne utholdenhetsprestasjon i en tid-til-utmattelsestest på sykkel (Blanchfield et al, 2013). RPE rapportering ble redusert signifikant i forhold til kontroll gruppen (Blanchfield et al, 2013). Noakes et al (2011) oppdaget i et forsøk at RPE var høyere på starten av aktiviteter i varmere miljø enn kaldere (Noakes et al, 2011). Hjernen kalkulerte den forventede varmelagringen under ulike miljøforhold, og hadde planlagt en pacing strategi som trygt kunne opprettholdes uten utvikling av heteslag (Noakes et al, 2011). Dette støtter vår og Amann (2011) sin antydning om at perifer tretthet er relatert til feedback fra arbeidende muskulatur.

Vi kan observere høyere RPE hos FP i begynnelsen av tilvenningstest enn prestasjonstestene (Fig 5 d). FP kan ha følt usikkerhet til distansen under gjennomføringen av tilvenningstesten. Det kan være en av flere faktorer som påvirker endringene i RPE. Erfaring fra tilvenningstest kan gi FP en forventning til oppgaven. Dette kan ha gitt sikkerhet relatert til lengde og intensitet. FP har da mulighet til å sette opp en optimal pacing strategi for å prestere optimalt hele prestasjonstest. Dette bekrefter teorien til Baden et al (2005) hvor FP fikk opplyst arbeidets lengde og intensitet, og rapporterte lavere RPE. Når FP ble informert om lengre varighet enn forventet distanse ble det rapportert høyere RPE (Baden et al, 2005). Siden det ikke er signifikant forskjell fra tilvenning test til prestasjonstest, antyder vi at erfaring, kjennskap og sikkerhet til prestasjonstestene kan påvirke rapporteringen av RPE.

I vår studie ble det registrert HF igjennom alle testene. HF stiger gradvis igjennom prestasjonstesten, både på tilvenningstest og prestasjonstestene. Vi observerte høyere HF i starten av prestasjonstesten ved tilvenningstest enn ved prestasjonstestene (fig 5e). Siden tilvenningstesten var første gjennomgang av prestasjonstesten antyder vi at usikkerheten til gjennomføringen førte til høyere HF i starten av distansen. Det kan derfor antydes at høyere HF skyldes større kraftutvikling enn FP sin forventede evne til å opprettholde kraften. Det ble ikke funnet noen signifikant forskjell i HF fra tilvenning test til prestasjonstestene.

Vi antyder at hjernen, som sentral styringsmekanisme, kan ha større betydning enn perifer og sentral tretthet, på frivillig kraftutvikling (N) under denne type aktivitet. Funnene våre støtter dermed Noakes (2012) sin påstand om at menneskelig prestasjonsevne bestemmes av hvem

som klarer å styre de illusoriske symptomene, oppfattet som perifer tretthet under aktivitet, på best hensiktsmessig måte.

Svakheter ved studien og veien videre

Prestasjonstesten ble i denne studien gjennomført i et dynamometer, stående i et laboratorium. Derfor kan ikke resultatene direkte relateres til utholdenhetsprestasjoner i aktiviteter som sykling og løping. Bevegelsesbanen i dynamometeret blir gjennomført kun på høyre ben, og kan derfor ikke direkte overføres til bevegelsesbanen ved et løpesteget eller tråkkbevegelsen under sykling. For å undersøke og relatere nevro-muskulær funksjon til resultatene, bør EMG måles. Grunnet TL sin manglende erfaring ved måling av EMG, ble datainnsamlingen ukorrekt, og derfor ekskludert. Antall FP (N=6) kunne med fordel vært større, og bestående av begge kjønn for generalisere resultatene til en større del av populasjonen. Med mer tid til datainnsamling, kunne datamaterialet vært større i omfang og flere antall FP (N=6) vært rekruttert. Med bedre tid ville TL også fått mer erfaring og bedre data fra EMG. Vi valgte i denne studien en metode bestående av en time trial over 64 serier med 15 frivillige kontraksjoner. Andre metoder kunne vært bedre egnet for å måle utholdenhetsprestasjon, eksempelvis tid til utmattelse test (TTU) eller open ended (usikker distanse). Vi har valgt denne metoden fordi at den var mest hensiktsmessig for vårt forsøk.

FP var ukjent med dynamometeret før tilvenningstesten. Siden vi finner signifikante forskjeller i frivillig kraftutvikling (N) fra tilvenning til prestasjonstestene antyder vi en læringseffekt til aktiviteten. For å undersøke læringseffekten nærmere, bør fremtidige studier ha lengre og flere tester. På grunn av tidsmangel var det ikke gjennomførbart i vår studie.

Bevegelsesbanen i dynamometeret er lite reliabelt mot et funksjonelt bevegelsesmønster. Fremtidige studier bør derfor undersøke kraftutvikling (N), muskulær tretthet og pacing strategier med metoder som involverer funksjonelt bevegelsesmønster som sykling eller løping. Da vil datainnsamling være mer reliabel for å forstå den komplekse reguleringen mellom sentrale og perifere styringsmekanismer som mulig kontrollerer utholdenhetsprestasjonen. Andre interessante testprotokoller kan undersøke hvordan tilvenning, motivasjon og placeboeffekten kan påvirke muskelaktivering, kraftutvikling (N) og perifer tretthet under ulike former for utholdenhetsaktiviteter. Datainnsamlingen bør foregå over en lengre periode, og inneholde flere tester enn vår studie, for å kunne undersøke læringseffekten nærmere.

Konklusjon

Data presentert i denne studien viser perifer tretthet(kraftrespons (N) ved SS + PS100), frivillig kraftutvikling (N), RPE og HF samlet inn over 1 tilvennings test og 3 prestasjonstester. Resultatene viser ulik perifer tretthet på slutten av alle testene, til tross for signifikant økt frivillig kraftutvikling (N) på prestasjonstestene. Det var ingen signifikante forskjeller i rapportering av RPE fra tilvenning test til prestasjonstestene. Dette tyder på en læringseffekt ved gjentatte gjennomføringer.

Resultatene fra denne studien indikerer at hjernen som sentral styringsmekanisme kan ha større betydning enn perifer og sentral tretthet, på frivillig kraftutvikling (N) under denne type aktivitet. Det kan antydes at perifer tretthet ikke er en avgjørende faktor for prestasjonsevnen i utholdenhetsaktiviteter. Årsaken til denne påstanden er at resultatene viser økt perifer tretthet mot slutten av prestasjonstestene til tross for økt kraftutvikling (N) mot slutten av aktiviteten. I tillegg viser resultatene økt gjennomsnittskraft (N) fra tilvenningstest til prestasjonstesten. Derfor kan faktorer som reduserer opplevd anstrengelse relateres til bedre prestasjon i utholdenhetsaktiviteter. Resultatet fra studien indikerer at utholdenhetsprestasjon er mer relatert til mekanismer i sentralnervesystemet som forventning, feed-forward, feed-back og motivasjon enn muskulære forhold.

Litteraturliste

Amann, M., og Dempsey, J.A. (2007) *Locomotor muscle fatigue modifies central motor drive in healthy humans and imposes a limitation to exercise performance*. Journal of physiological society. 581.1:191-173. DOI: 10.1113/jphysiol.2007.14.1838.

Amann, M., Proctor, L.T., Sebranek, J.J., Pegelow, D.F., Dempsey, J.A. (2009) *Opioid-mediated muscle afferents inhibit central motor drive and limit peripheral muscle fatigue development in humans*. J physiol: 587:271-283. DOI: 10.1113/jphysiol.2008.163303.

Amann, M. og Secher, N.H (2010). *Point: Counterpoint: Afferent feedback from fatigued locomotor muscle is/is not an important determinant of endurance exercise performance*. J. Apply Physiology 108: 452 – 457. DOI: 10.1152/jappphysiol.00976.2009.

Baden, D.A., Mclean, T.L., Noakes, T.D., St Clair Gibson, A. (2005) *Effect of anticipation during unknown or unexpected exercise duration on rating of perceived exertion, affect and physical function*. British journal of sports medicine. 39:742-746. DOI: 10.1136/bjism.2004.01.16980.

Befrig, E (2010). *Forskningsmetoder med etikk og statistikk*. Fagernes, Det Norske Samlaget.

Beltrami, F.G., Froyd, C., Mauger, A.R., Metcalfe, A.J., Marino, F og Noakes, T.D (2012). *Conventional testing methods producing submaximal values of maximum oxygen consumption*. British Journal of Sports Medicine 45: 23 – 29. DOI: 10.1136/bjsports – 2011 – 090306.

Enomoto, Y., Kadono, H., Suzuki, Y., Chiba, T., og Koyama, K. (2008) *10, 000 metres at the 2007 World Championships in Athletics*. New Stud. Athlet. 24(4):61-66.

Hill, A,V., Long, C, H, N., og Lupton, H. (1924a). *Muskular exercise, lactid acid and the supply and utilisation of oxygen.* Parts VII-VIII. Proc.R.Soc. London. B . Biol. Sci 97:155-176.

Hill, A, V., Long, C,H,N og Lupton, H. (1924b). *Muskular exercise, lactid acid, and the supply and utilisation of oskygen.* Parts: I-III. Proc.R.Soc.Lond.B.Biol.Sci:96:438-475.

Hill, A, V., Long, C,H,N., og Lupton, H. (1924c). *Muskular exercise, lactid acid, and the supply utilisation of oxygen.* Parts: IV-VI. Proc.R.Soc. LOnd.B.Biol.Sci: 97:84-138.

Johannessen, A., Tufte, P. A og Kristoffersen L(2006). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode* Oslo, Abstrakt Forlag.

Noakes, T.D(2012) *.Fatigue is a brain-derived emotion that regulates the exercise behavior to ensure the protection of the whole homestasis.* Frontiers in physiologi. 04/2012/vol 3/article 82. DOI: 10.3389/fphys.2012.00082

Noakes, T.D (2011). *Time to move beyond a brainless exercise physiology: the evidence for complex regulation of human exercise performance.* Physiol. Nutr. Metab. 36: 23 – 25. DOI: 10.1139/H10 – 082.

MacIntosh, Brian, R og Shahi, S.M.R (2011). *A peripheral governor regulates muscle contraction.* Physiol. Nutr. Metab. 36: 1 – 11. DOI: 10.1139/H10 - 073.

Mosso, A. (1915) *Fatigue.* London:Allen & Unwin Ltd.

Froyd, C., Millet, G.Y og Noakes, T.D (2013). *The development of peripheral fatigue and short – term recovery during self – paced high – intensity exercise.* The Journal of Physiology. DOI: 10.1113/jphysiol.2012.245316.

Tucker, R., Rauch,L., Harley, X.Y., Houston, M.E. (2004) *Impaired exercise performance in the heat is associated with anticipatory reduction in skeletal muscle recruitment.* Pflugers Arch. 448:422-430. DOI: 10.1007/s00424-004-1267-4.

Tucker, R., Lambert, M.I., og Noakes, T.D. (2006). *An analysis of pacing strategies during men’s world-record performances in track athletics.* Int J sports physiol perform. 1(3): 233-245. PMID: 19116437.

Tucker,R.(2009) *the anticipatory regulation of performance: the physiological basis for pacing strategies and the development of a perception-based model for exercise performance.* British journal of sports medicine. 43:392-400. DOI: 10.1136/bjism.2008.050799.

St Clair Gibson, A., Baden, D,A., Lambert, M, I., Lambert, E,v., Harley, Y, X., Hampson, D., Russel,V, A., og Noakes, T,D. (2003). *The conscious perception of the sensation of fatigue.* Sports medicine. 33:167-176. DOI: 10.2165/00007256-200333030-00001.

St Clair, A., and Noakes, T,D. (2004) *Evidence for complex system integration and dynamic neural regulation of skeletal muscle recruitment during exercise un humans.* British journal of sports medicine. 38:797-806.

Swart, J., Lamberts, R.P., Lambert, M.I., Lambert, E.V., Woolrich, R.W., Johnston, S., og Noakes, T.D. (2009) *Exercising with reserve: exercise regulation by perceived exertion in relation to duration of exercise and knowledge of endpoint.* British journal of sports medicine.43: 775-781. DOI: 10.1136/bjism.2008.056036.

Levine, B.D (2008) *V02 maks: whats do we know, snd what do we still need to know*). Journal of pshysiology.586:25.34. DOI: 10.1113/jphysiol.2007.147629.

Winchester, R., Turner, L.A., Thomas, K., Ansley, L. (2012). *Observer effects on the rating of percieved exertion and affect during exercise in recreationally active males*. Perseptual & motor skills: motor skills & ergonomics. DOI: 10.2466/25.07.05.PMS.115.4.213-227

Vedlegg 1

Forespørsel om deltakelse i forskningsprosjekt

"Betydning av perifer tretthet på prestasjons i en utholdenhetsaktivitet"

Bakgrunn og hensikt

I studien skal du møte ved HISF ved 5 anledninger. Ved de 4 siste gangene i laboratoriet gjennomføres prestasjonstestene. Du skal sitte i et dynamometer og utføre kneekstensjon. Før, underveis og etter aktivitet utføres elektrisk stimulering av femoralnerven mens du slapper av. Tiden det tar å gjennomføre hvert besøk i laboratoriet er ca 1 time. Du velger selv om du vil delta i studien.

Du kan ikke utføre høyintensitetstrening tidligere på testdagen eller dagen før de 4 prestasjonstestene. Du får ikke innta koffein siste 12 timer, eller alkohol de siste 24 timer før prestasjonstestene. Du bør spise et lett måltid 2-4 timer før du ankommer laboratoriet. Du bør ha på den en løpeshorts eller tilsvarende under test. Etter tilvenning til utstyr, tilvenningstest og 3 prestasjonstestene er gjennomført noe som tar ca 3-4 uker, er studien avsluttet for din del.

Mulige fordeler og ulemper

fordelen for deg som idrettsutøver er at du vil kunne få mer kunnskap om idrett og utholdenhetsprestasjon. Det er ingen ulemper med å delta i prosjektet utover den tid det medfører å delta, og at du må ta hensyn til annen idrettsaktivitet mens du deltar. Elektrisk stimulering (ES) kan medføre ubehag de millisekundene stimuleringen foregår. ES har imidlertid ikke ført til ubehag eller skade i etterkant av gjennomført testing tidligere studier. Dersom ubehaget er større enn det du ønsker, skal du trekke deg fra studien.

Hva skjer med prøvene og informasjonen om deg?

informasjonen som registreres om deg skal kun brukes slik som beskrevet med hensikten med studien. Alle opplysninger og prøvene vil bli behandlet uten navn eller fødselsnummer eller andre direkte gjenkjennende opplysningen. En kode knytter deg til dine resultater.

Det er kun autorisert personell knyttet til prosjektet som har adgang til navneliste og som kan finne tilbake til deg. Det vil ikke være mulig å identifisere deg i resultatene av studiene visst disse publiseres.

Frivillig deltakelse

Det er frivillig å delta i studien. Du kan når som helst og uten å oppgi grunn trekke ditt samtykke til å delta i studien. Dersom du ønsker å delta, undertegner du samtykke erklæringen på siste side. Om du nå sier ja til å delta, kan du senere trekke tilbake ditt samtykke. Dersom du senere ønsker å trekke deg eller har spørsmål til studien kontakt Frederick på 99543173 eller Runar 90979648.

Ytterligere informasjon om studien finnes i kapittel A –utdypende forklaring av hva studien innebærer.

Ytterligere informasjon om biobank, personvern og forsikring finnes i kapittel B – Personvern, biobank, økonomi og forsikring.

Samtykkeerklæring følger etter kapittel B.

Kapittel A – Utdypende forklaring av hva studien innebærer

- Kriterier for deltakelse : Trene regelmessig 3 ganger i uken og skadefri i høyre ben.
- Studien har hensikt å undersøke betydningen av perifer tretthet på prestasjon i en utholdenhetsaktivitet.
- Ved første dag av studien registreres din høyde og vekt.
- Du skal møte totalt 5 ganger, med 2-4 dager mellom de 4 siste testene.
- Fordelene er at du vil få innsikt i idrett og utholdenhetsprestasjon.
- Det er ingen bivirkninger med studien.
- Du kan oppleve noe ubehag i de millisekundene du får elektrisk stimulering. I tillegg vil du oppleve at det er anstrengende å produsere maksimal kraft og å produsere så stor kraft som mulig løpet av utholdenhetsaktiviteten.
- Studiedeltageren er ansvarlig for å møte forberedt til testing i forhold til restriksjoner som er gitt innen koffein og trening.
- Du vil bli opplyst så rask som mulig dersom ny informasjon blir tilgjengelig som kan påvirke pasientens/forsøkspersonenes/deltakerens villighet til å delta i studien.
- Du vil bli opplyst om mulige beslutninger/situasjoner som gjør at din deltakelse i studien kan bli avsluttet tidligere enn planlagt.
- Du får ingen dekning av utgifter til reise eller kompensasjon for deltakelse i studien. Dersom det skjer studierelaterte skader vil du være forsikret igjennom Norsk pasientskadeerstatning.

Kapittel B- Personvern, biobank, økonomi og forsikring

Personvern

Opplysninger som registreres som deg er kun navn. Det er ingen koblinger mot noe registre. Representanter fra sponsor og kontrollmyndigheter i inn- og utland kan få utlevert studieopplysninger og gis innsyn i relevante deler av din journal. Formålet er å kontrollere at studieopplysningene stemmer overens med tilsvarende opplysninger i din journal. Alle som får innsyn har taushetsplikt.

Rett til innsyn og sletting av opplysninger om deg og sletting av prøver

Hvis du sier ja til å delta i studien, har du rett til å få innsyn i hvilke opplysninger som er registrert om deg. Du har videre rett til å få korrigert eventuelle feil i de opplysningene vi har registrert. Dersom du trekker deg fra studien, kan du kreve å få slettet innsamlede prøver og opplysninger, med mindre opplysningene allerede er inngått i analyser eller brukt i vitenskapelige publikasjoner.

Økonomi og HISFs rolle

Studien har ingen utgifter annet enn forbruksmateriell i laboratoriet, noe som finansieres av HSF.

Forsikring

Du er forsikret igjennom Norsk pasientskadeerstatning.

Informasjon om utfallet av studien

Du vil få informasjon og rapport om dine testresultater, og en generell informasjon om resultatet av studien.

Samtykke til deltakelse i studien

Jeg er villig til å delta i studien

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Jeg bekrefter å ha gitt informasjon om studien

(Signert, rolle i studien, dato)

Vedlegg 2

Vurdering og styring av intensitet

Ved anbefaling av fysisk aktivitet er det forholdsvis uproblematisk å gi og ta instruksjoner om den fysiske aktivitetens frekvens (hvor ofte) og varighet (hvor lenge). Når det gjelder intensitet er det ikke like enkelt. Det er, som nevnt tidligere i kapitlet, utarbeidet en rekke metoder for å vurdere hvor intensivt et utført arbeid er, og utformet mange anbefalinger om hvor intensiv den fysiske aktiviteten bør være for å ha helseeffekt. Det snakkes for eksempel om at den aerobe aktiviteten bør utføres minst på et *moderat nivå*, med en *intensitet som fører til at man blir lett andupusten og svett*, alternativt være *middels intensiv* eller på et nivå som *tillater samtale*. En fysiolog vil ofte uttrykke intensiteten i *prosent av maksimalt oksygenopptak* (50-65 %) eller i *prosent av maksipuls* (60-75 %), alternativt aldersbestemt maksimal (ABM). For styrkefremmende aktiviteter angis ofte den anbefalte intensiteten i forhold til maksimal styrke (1RM) og i prosent, for eksempel 80 prosent av 1RM ved styrketrening og 50 prosent av 1 RM ved muskulær utholdenhetstrening.

Disse måtene å beskrive intensitet på kan i praksis være vanskelig å forklare (for den som foreskriver den fysiske aktiviteten) og følge (for pasienten). Fra et pedagogisk synspunkt er det derfor svært nyttig med en metode som er lett å forklare og lett å forstå. En metode som har vist seg å fungere godt både fra et forskningsperspektiv og også i praksis er vurderingsskalaene som den svenske psykologen Gunnar Borg har utarbeidet. Ved vurdering av opplevd anstrengelse er det vanlig å bruke Borgs RPE-skala (Rating of Perceived Exertion), mens styrke fortrinnsvis vurderes ved hjelp av CR10-skalaen (Category Ratio). Begge skalaene bygger på språklig uttrykk som er forankret i en numerisk skala, henholdsvis mellom 6 og 20 (RPE skalaen) og 0 og 10 (CR10-skalaen). Fordelen med å bruke vurderingsskalaer er at svarene gjenspeiler en kombinasjon av signaler fra mange forskjellige deler av kroppen.

En rekke forskjellige fysiologiske reaksjoner, for eksempel hjerterefrekvens, pustefrekvens, svette og smerte fra ledd og arbeidende muskler, bidrar til den totale opplevelsen av anstrengelse. Det er ikke kjent nøyaktig hvordan disse fysiologiske reaksjonene samvarierer og bidrar til opplevelsen av anstrengelse, men vi kan anta at enkelte reaksjoner er mer alminnelse (for eksempel puls), mens andre er mer personrelatert (for eksempel signaler fra eldd og muskler). Det er imidlertid kjent at vurderinger på RPE-skalaen øker lineært med belastningsøkningen både ved ergometersykling og løping på tredemølle, på nøyaktig samme måte som hjerterefrekvens og oksygenopptak øker når belastningen blir større. Det er også

påvist en korrelasjonskoeffisient mellom 0,85 og 0,99, både når det gjelder belastning og opplevelseshøking og de subjektive opplevelsene samt hjertefrekvens og oksygenforbruk (37).

Vurderingen av anstrengelse påvirkes også av en rekke faktorer som alder, treningsstatus og personlighet. Selv om veksten i forhold til belastningen holder seg lineær fra lav til høy intensitet uavhengig av alder, endres det absolutte forholdet mellom hjertefrekvens og RPE-vurdering. RPE-skalaens siffervariasjon mellom 6 og 20 tilsvarer for en ung person omtrent en hjertefrekvensvariasjon mellom 60 og 200 slag/minutt (på grunnlag av at den maksimale hjertefrekvensen tilsvarer omtrent 220 minus alderen for menn og 225 minus alderen for kvinner). Ved at den maksimale hjertefrekvensen reduseres når alderen øker, vil forholdet til vurderingen på RPE-skalaen endres. Mens en vurdering på 15 grovt sett tilvarer en puls på 150 slag/minutt for en ung person ved ergometersykling, vil samme vurdering for en middelaldrende person tilsvare omtrent 130 slag/minutt og for en eldre person 110 slag/minutt. Fordelen med vurderinger av anstrengelsesgraden er dermed åpenbar ettersom variasjonen opprettholdes i betydelig større grad enn det som er tilfellet med hjertefrekvensen ved økt alder.

Samtidig er det et faktum at veltrente personer ofte undervurderer anstrengelsesgraden sin, mens utrente personer overvurderer den (38). Også den enkeltes personlighet har vist seg å påvirke vurderingen av anstrengelse. For eksempel har personer med utpreget type A-atferd (som anses å øke risikoen for hjerte-karsykdom) vist seg å undervurdere anstrengelsen sin sammenlignet med personer som har mindre av dette atferdsmønsteret (39). Et annet personlighetstrekk som ser ut til å påvirke opplevelsen av anstrengelse, er personens kontroll-lokus, ved at personer med internt kontroll-lokus har mer riktig vurderingsatferd enn personer med eksternt kontroll-lokus (40,41). I den helsepsykologiske forskningen er det velkent at personer med internt kontroll-lokus (42). Ingenting av dette reduserer imidlertid RPE-skalaens pålitelighet, men på samme måte som en måling av hjertefrekvens må ses i forhold til personens treningsgrad og alder, må vurderingen av anstrengelse bedømmes med hensyn til sannsynlighet og troverdighet. Dersom skalaen brukes til å sammenligne vurderingsverdier for samme person ved forskjellige testtilfeller (intraindividuell sammenligning), spiller påvirkningen fra vedkommendes personlighet mindre rolle enn om sammenligningen foretas mellom personer (interindividuell sammenligning). Dette gjelder naturligvis også hjertefrekvens og oksygenforbruk, ettersom vi forutsetter at hjertefrekvensen, oksygenopptaket og

personligheten er relativ konstante over tid (med forbehold for den uunngåelige aldersendringen når det gjelder makspuls og eventuell treningseffekt).

I avsnittet nedenfor beskrives både RPE-skalaen og CR10-skalaen samt hvordan de kan brukes til vurdering i forbindelse med et fysisk arbeid og for å styre intensiteten. Sistnevnte er spesielt nyttig når fysisk aktivitet skrives ut på resept, og pasienten må vite hvor intensiv den aktuelle aktiviteten bør være.

6	Ingen anstrengelse
7	Ekstremt lett
8	
9	Meget lett
10	
11	Lett
12	
13	Noe anstrengende
14	
15	Anstrengende
16	
17	Meget anstrengede
18	
19	Ekstremt anstrengende
20	Maksimal anstrengelse

Figur 8.3 Borgs RPE-skala
@Gunnar Borg, 1970,1985,1994,1998,2000,2006

- 1 Personens opplevelse av om det er mulig eller umulig å påvirke og kontrollere egne prestasjoner. Idrettsutøvere med høy indre kontroll opplever at en god prestasjon som oftes avhenger av deres egne evner, for eksempel gode forberedelser og solid trening, det vil si faktorer som det er mulig å påvirke. Personer med høy ytre kontroll (ekstern kontroll-lokus) opplever i stedet i større grad at en god prestasjon avhenger av tilfeldigheter, hell eller flaks.

For at vurderingen skal ha en høy grad av pålitelighet kreves det detaljerte instruksjon slik at pasienten vurderer sin egen grad av anstrengelse og ingenting annet. En muntlig instruksjon kan lyde som følger (34):

«Mens arbeidet pågår vil vi at du vurderer følelsen av anstrengelse, hvor tungt og anstrengende det er og hvor sliten du føler deg. Opplevelsen av anstrengelse arter seg hovedsakelig som tretthet i musklene og som andpustenhet eller eventuell verking i brystet. Alt arbeid krever en viss anstrengelse, selv om den kan være minimal. Det gjelder også om du beveger deg rolig, for eksempel går sakte.

Bruk denne skalaen fra 6, «*ingen anstrengelse*», til 20, «*maksimal anstrengelse*».

6 - «*ingen anstrengelse*» betyr at du ikke merker noen anstrengelse i det hele tatt, for eksempel ingen muskeltretthet, ingen andpusthet eller pustplager.

9 – «*svært lett*». Som å gå en kort tur i sitt eget tempo.

13 – «*litt anstrengende*». Du kan fortsette uten større problemer.

15 – Det er «*anstrengende*» og tungt. Du er sliten, men kan likevell fortsette.

17 – «*svært anstrenden*». En veldig stor påkjenning. Du kan fortsette, men må ta i veldig hardt og føler deg svært sliten.

19 – Et «*ekstremt*» høyt nivå. For de fleste mennesker tilsvarer dette den aller største anstrengelsen de noensinne har opplevd.

Forsøk å være så opprikt og spontan som mulig, og tenk ikke så nøye over hva belastningen egentlig er. Forsøk verken å undervurdere eller overvurdere. Det viktigste er din egen følelse av anstrengelse og ikke hva du trru andre mener. Se på skalaen og ta utgangspunkt i ordene, men velg så et tall. Velg hvilke tall du vil på skalaen, ikke abre de rett foran uttrykkene. Noen spørsmål?».