

BACHELOROPPGAVE

Nevromuskulær funksjon under isometrisk utholdenhetsaktivitet

Er det et platå i perifer tretthet?

av

Henriette Sirevåg (18)

Kristine Samnøen (9)

Idrett og kroppsøving, Sogndal

ID3-323

Desember 2011



I. Forord

Denne oppgaven er skrevet som en del av bachelorgraden, Idrett og kroppsøving ved Høgskulen i Sogn og Fjordane, Sogndal.

Vi valgte å være med på et prosjekt om nevromuskulær funksjon sammen med Christian Frøyd, som skriver doktorgrad innen dette emnet. Det har vært utrolig lærerikt, samtidig som det har vært intenst og krevende.

Vi vil rette en stor takk til de frivillige forsøkspersonene som var med i Studien. Uten deres innsats og vilje hadde vi ikke klart å gjennomføre studien. I tillegg vil vi gjerne takke veilederen vår, Christian Frøyd for all tid han har lagt ned i forbindelse med testingen, og for god veiledning og hjelp underveis.

Sogndal

Desember 2011

Henriette Sirevåg

Kristine Samnøen

II. Sammendrag

I denne studien har vi valgt å se på hva som fører til nedgang i prestasjon i en utholdenhetsaktivitet. Hovedmålet med studien var å se om det er et platå eller kritisk nivå i perifer tretthet ved å utføre isometrisk kneekstensjon av høyre bein ved en bestemt intensitet.

10 fysisk aktive forsøkspersoner (FP), 5 gutter og 5 jenter, meldte seg frivillig til å være med i Studien. FPs alder var $23,8 \pm 4,0$ år, vekt $71,25 \pm 11,6$ kg, og høyde $176,2 \pm 9,3$ m. Studien bestod av tre tester, en tilvenningstest og to eksperimentelle tester i et Kin Com dynamometer, som måler kraft. I løpet av testingen hvilte det venstre beinet, mens høyre bein arbeidet isometrisk i henhold til protokollen. Kraften fra det høyre beinet ble målt gjennom dynamometeret ved alle testene. Målinger for nevro-muskulær funksjon (NMF), det vil si kraftresponsen til en maksimal voluntær kontraksjon (MVC) og elektrisk stimulering (ES) ble gjort underveis i testingen. Testingen foregikk i laboratoriet ved Høgskulen i Sogn og Fjordane, Sogndal.

Resultatene viser at det er signifikant forskjell ($p < 0,05$) i perifer tretthet ved de ulike testene. Det tilsier at det ikke er et platå eller kritisk nivå i perifer tretthet.

Innhold

I. Forord

II. Sammendrag

1.0 Innledning og problemstilling	5
1.2 Forkortelser	5
1.3 Begrepsavklaring	6
2.0 Teori	7
2.2 Tretthet	7
2.3 Sentral tretthet	7
2. 4 Perifer tretthet	7
2.5 Tidligere forskning	8
2.6 Årsaker til perifer tretthet	8
2. 7 Problemstilling og hypotese.....	10
3.0 Metode	11
3.1 Forsøkspersoner	11
3.2 Eksperimentell design.....	11
3.3 Elektrisk stimulering.....	12
3.4 Testprotokoll	12
3.5 Tester	13
3.5.1 Test 1	13
3.5.2 Test 2	14
3.6 Elektromyografi	15
3.7 Statistikk	15
4.0 Resultater	17
4.1 Tid og RPE ved task failure	17
4.2 Kraftrespons fra enkeltstimuli (SS)	18
4.3 MVC	20
4.3.1 MVC kraft (N).....	20
4.3.2 MVC submaksimal (N)	21
4.4 Målinger for EMG	22
4.4.1 MVC RMS for vastus lateralis og vastus medialis	22
4.4.2 EMG RMS av submaksimale MVC for VL og VM	23

5.0 Diskusjon	24
5.1 Hovedfunn	24
5.2 Responsen til ES tyder på at det ikke er et kritisk nivå innen perifer tretthet.....	24
5.3 Ved ytterligere arbeid etter TF øker den perifere trettheten	25
5.4 Ingen tegn på sentral tretthet.....	26
6.0 Konklusjon	28
7.0 Litteraturliste	29
Vedlegg	
1. Informasjonsskjema	
2. Samtykkeerklæring	
3. Helsekjema	

1.0 Innledning og problemstilling

Tretthet er et komplekst fenomen og kan skyldes alt fra psykologiske faktorer som mangel på motivasjon, til fysiologiske faktorer forårsaket av muskelarbeid eller sykdom. Edwards definerer tretthet som en reduksjon i den maksimale evnen til å utføre kraft (Williams & Ratel, 2009). Tretthet vil ikke nødvendigvis føre til nedsatt prestasjon. Eksempelvis kan perifer tretthet registreres som en reduksjon i muskulaturens respons til elektrisk stimulering, derfor behøver man ikke å være ”utmattet” for at tretthet kan registreres.

Dette kan skyldes tretthet i sentrale og perifere faktorer. Ifølge Amann (2011) er det et platå eller kritisk nivå i perifer tretthet, som kommer av feedbacksystemet fra de arbeidende musklene til sentralnervesystemet (SNS). SNS svarer med å regulere nervesignalene til de aktuelle musklene, for å forsikre seg om at det ikke forekommer tretthet som overskrider dette platået. Denne antakelsen er basert på målinger som er utført 2-4 minutter etter aktiviteten (Amann, 2011).

Vi er interessert i trening og har gjennom utdanningen vår lært mye om prestasjonsbestemmende faktorer innen styrke og utholdenhet. Men vi har verken lest eller hørt mye om begrepet nevro-muskulær funksjon, og de begrensningene dette har å si på prestasjonen. Vi ble derfor nysgjerrige på begrepet tretthet når Christian Frøyd fortalte om det på framlegging av forskningsprosjekter ved Høgskulen i Sogn og Fjordane, Sogndal, i august 2011. Vi tok kontakt med Christian Frøyd og når muligheten bød seg til å bli med på prosjektet, måtte vi gripe den.

Sammen med veileder fant vi ut at vi ønsket å undersøke om det er et platå eller kritisk nivå i perifer tretthet under samme type aktivitet, men med variasjon i tretthet før aktiviteten starter, på to ulike dager og med lik og ulik intensitet på aktiviteten.

Hypotesen ble at dersom det er et kritisk platå i nevro-muskulær funksjon (NMF) når FP ikke orker å fortsette aktiviteten på den bestemte intensiteten (TF), er det ikke sikkert at dette er en begrensende faktor, fordi NMF kan bli ytterligere redusert hvis aktiviteten blir gjentatt. Derfor tror vi ikke at det er en absolutt grense for NMF ved TF.

1.2 Forkortelser

MVC, maksimal voluntær kontraksjon; ES, elektrisk stimulering; SNS, sentralnervesystemet; NMF, nevro-muskulær funksjon; FP, forsøkspersoner; TF, task failure; SS enkeltstimuli;

PS10, dobbel stimuli på 10 Hz; PS100, dobbel stimuli på 100 Hz; TET, tetanisk stimulering; EMG, elektromyografi; RMS, Root mean square.

1.3 Begrepsavklaring

Vi vil bruke task failure (TF) gjennomgående i oppgaven, fordi oppgavefeil ikke er en god oversettelse. Med TF menes når forsøkspersonen ikke klarer å opprettholde den bestemte intensiteten i 5 sekunder. Vi bruker også begrepet root mean square (RMS), som er en vanlig måte å analysere elektromyografi (EMG) data. EMG vil si elektroder som blir festet på forsøkspersonene sine arbeidende muskler, og som måler overflate aktiveringen.

2.0 Teori

Siden begynnelsen av 1900-tallet har forskere forsøkt å forklare hvorfor tretthet i musklene oppstår. Fram til 1970 økte kunnskapen om muskeltretthet ved å analysere muskelbiopsi, som viser de metabolske endringene under trening hos menn (Edwards, 1981). Siden den tid har flere forskere som Hill, Merton og Edwards bidratt til å få en bredere forståelse for tretthet (Williams & Ratel, 2009). Selv om tretthet har blitt forsket på i flere tiår er det fortsatt et emne av stor interesse (Williams & Ratel, 2009).

2.2 Tretthet

Det er ulike måter å definere tretthet på. Edwards definerer tretthet som en reduksjon i den maksimale evnen til å utføre kraft (Williams & Ratel, 2009). En annen definisjon er at tretthet representerer nedgangen i muskelens evne til å opprettholde spenning eller kraft ved gjentatt stimulering eller ved en gitt tidsperiode (McArdle, F. Katch & L. Katch, 2010). Det er viktig å bli enige om hvilken definisjon som skal brukes, slik at alle målinger og observasjoner blir utført på likt grunnlag. De ulike definisjonen kan forklares gjennom at tretthet kan oppstå og måles i ulike mekanismer, alt fra sentralnervesystemet (SNS) til muskelcellene (Williams & Ratel, 2009). Det har lenger vært usikkerhet rundt hva som forårsaker tretthet, men det er enighet om å dele faktorene inn i sentrale og perifere faktorer (MacIntosh, 2011).

2.3 Sentral tretthet

Sentral tretthet innebærer prosesser i SNS som fører til at aktiviseringen av nødvendige motoriske enheter blir redusert. Følenerver i musklene gir beskjed til SNS om at arbeidet har medført store endringer i muskulaturen og SNS vil dermed svare med å sende hemmende impulser til motonevronene (Gjerset, 1992). Dette skjer ved at det blir reduksjon i antall motoriske enheter som er aktivert, som igjen fører til en reduksjon av kraften. Muskelen når et punkt der den ikke lenger har mulighet til å skape den kraften som kreves for å gjennomføre arbeidet (MacIntosh, 2011).

2.4 Perifer tretthet

Perifer og muskulær tretthet brukes om hverandre, og kan oppstå i det perifere nervesystemet (fra motonevronene i ryggmargen til motorisk endeplate) og i muskulaturen (McArdle, F. Katch & L. Katch, 2010). Perifer tretthet kan defineres som en kraftrespons som er mindre enn det man forventer for en gitt stimulering (MacIntosh, 2011). Når en utøver utfører et fysisk arbeid og ikke lenger klarer å opprettholde en gitt intensitet (TF), kan årsaken være

svikt i SNS (sentral tretthet) eller innen muskelfibrene og de motoriske enhetene som er involvert (perifer tretthet). Dersom utøveren ikke klarer å opprettholde den gitte intensiteten på grunn av perifer tretthet, vil den kontraktile responsen ha sunket til et kritisk nivå der det ikke lenger er mulig å fortsette med den gitte intensiteten (MacIntosh, 2011).

Forskere har brukt elektrisk stimulering for å stadfeste perifer tretthet (Amann, 2008 & Martin, 2010). Hvis den elektriske stimuleringen ikke fører til en økning i produksjonen av kraft vil dette indikere en ren perifer årsak for tretthet (McArdle, F. Katch & L. Katch, 2010).

2.5 Tidligere forskning

Markus Amann har gjennom sine studier vist at det er et kritisk nivå i perifer tretthet under utholdenhetsarbeid. Ved å bruke syklistar har han vist at perifer tretthet er en nøye regulert variabel, som blir tilpasset av utøveren selv (Amann, 2008). Han mener at SNS analyserer de tilbakemeldingene man får fra den arbeidende muskelen og regulerer arbeidet ved å justere nervesignalene til de arbeidende musklene. Dette vil føre til en begrensning av perifer tretthet, der en økning av nervesignaler ikke lenger vil bli tolerert (Amann, 2011). Amann og Dempsey (2008) mener at etter man har nådd det kritiske nivået vil det kun være mulig å opprettholde arbeidet med den samme intensiteten i 20-30 sekund.

Ulempen ved å teste med bruk av sykkel er at du må flytte forskningspersonen fra sykkelen for å kunne gi stimulering. Det samme problemet hadde Martin (2010) som testet langdistanse løpere i et 24-timers løp på tredemølle. Derfor får verken Amann eller Martin muligheten til å gi stimulering før etter 2-4 minutter av avsluttet arbeid (Amann, 2006, 2008).

Frøyd (sendt til publisering) har gjennomført en studie der NMF har blitt testet 1 minutt etter en simulert konkurranse i kneekstensjon. Resultatene viste at det var stor restitusjon av de arbeidende musklene det første og andre minuttet. Dette tyder på at omfanget av perifer tretthet har vært signifikant undervurdert i Amann (2008, 2011) sine studier.

2.6 Årsaker til perifer tretthet

Amann (2011) mener at en av grunnene til at det er et kritisk nivå i perifer tretthet er at gruppe III og IV muskelafferenter virker hemmende på nervesignalene fra SNS. Gruppe III og gruppe IV muskelafferenter vil si tynne myolinerte og umyolinerte muskelfibre i skjelettmuskulaturen (Amann, 2011). Dette vil kunne påvirke forsøkspersonen til å "velge" og

stoppe den konstante bevegelsen eller til å redusere kraftutviklingen, noe som vil skje ved et kritisk nivå av perifer tretthet (Amann, 2011).

Andre grunner til at det oppstår perifer tretthet kan være tretthet i overgangen mellom motonevron og muskelfiber. På den motoriske endeplaten skiller motonevronet ut et kjemisk stoff, acetyl-cholin, som gjør at den elektriske impulsen begynner å bre seg ut i muskelfiberen gjennom transversale tubuli til sarkoplasmatiske retikulum (SR). SR frigjør kalsium (Ca^{+}) som igjen bidrar til at fiberen trekker seg sammen. Mengden acetyl-cholin som skilles ut kan gå ned. Dermed overføres færre impulser, og muskelkraften avtar (Gjerset, 1992). I tillegg kan det oppstå tretthet i selve kontraksjonsmekanismen. Færre impulser fører til at frigjøringen av Ca^{+} senkes i muskelfiberen som gjør at færre tverrbroer arbeider på et gitt tidspunkt. Dessuten reduseres effekten i glykogennedbrytingen, og fettnedbrytingen hemmes. På den måten blir gjenoppbyggingen av ATP dårligere og det blir mindre tilgjengelig energi. I tillegg vil sammensetningen av fibertyper i en muskel være med på å bestemme muskelens kontraktile egenskaper. Egenskapene som påvirkes av fibertypesammensetningen, er maksimal hastighet på kontraksjoner og muskelens motstand mot uttretting (utholdenhet) (Raastad, et. al. 2010).

Vi har designet en testprotokoll som gjør det mulig for forsøkspersonene (FP) å gjennomføre aktiviteten i Kin Com dynamometeret, slik at det blir mulig å stimulere allerede noen sekunder etter TF. Selv om Amann (2008) mener at det er et kritisk nivå innen NMF har han ikke publisert studier der NMF er testet underveis i aktivitet, og derfor er det usikkert om NMF kunne vært endret dersom aktiviteten vil fortsette.

Målet med Studien var å se om det virkelig er et kritisk plåttå innen NMF, og om denne grensen av tretthet kunne overskrides ved å repetere arbeidet etter få minutters hvile. Test 1A var en prestasjonstest og ble brukt som en kontrolltest for 1B. Hvis resultatene viser et plåttå i NMF under test 1A og 1B, kan vi konkludere at dette plåttået ikke vil begrense prestasjonen. Hvis NMF ble mer redusert i 1A enn i 1B, eller omvendt, vet vi at det ikke er endringene i NMF som er hovedgrunnen for TF. Derfor repeterte vi del 1A en annen dag (2A), for å måle om nedgangen i NMF var den samme som i del 1A og 1B. Deretter fortsatte FP arbeidet med maksimal innsats (2B) inntil den maksimale kraften ble redusert til under 30 % av MVC, slik at det ble mulig å se om NMF kunne bli ytterligere redusert. Ved dette punktet av TF ble det startet en maksimal kontraksjon som ble holdt helt til kraften falt under 15 % av MVC (2C).

Hvis NMF var lavere for del 2B og 2C enn del 1A, 1B og 2A, kan vi si at det ikke finnes et kritisk nivå for tretthet.

2. 7 Problemstilling og hypotese

Hovedproblemstillingen er om det er et absolutt nivå i perifer tretthet under samme type aktivitet, men med variasjon i tretthet før aktiviteten starter, på to ulike dager og med lik og ulik intensitet på aktiviteten.

Hypotesen vår er at dersom det er et platå i NMF før TF, vil ikke dette være et kritisk platå eller en begrensende faktor ettersom NMF kan bli redusert ytterligere ved å repetere aktiviteten. Det vil si at vi ikke tror at det er et absolutt nivå i NMF ved TF.

3.0 Metode

3.1 Forsøkspersoner

Ti fysisk aktive forsøkspersoner (FP), 5 gutter og 5 jenter, meldte seg frivillig til å være med i studien. FPs alder var $23,8 \pm 4,0$ år, vekt $71,25 \pm 11,6$ kg, og høyde $176,2 \pm 9,3$ m. Eneste krav til deltakelse var at alle måtte være skadefri i underekstremitetene, i tillegg kunne ikke FP drive hard trening eller drikke alkohol 24 timer før testene. FP måtte på forhånd skrive under en samtykkeerklæring (vedlegg 2) for å kunne bli med i studien. De måtte også fylle ut et skjema angående egen helse (vedlegg 3). FP ble nøye informert om protokollen, og muligheten til å trekke seg fra studien til enhver tid, uten å oppgi grunn. Mulighetene for å føle ubehag ved elektrisk stimulering (ES) ble nøye forklart, i tillegg til risikoen ved å være med i studien.

3.2 Eksperimentell design

FP gjennomførte en tilvenningstest og to eksperimentelle tester i september og oktober 2011. Testene ble arrangert på tre ulike testdager med 3-5 dagers mellomrom. Testingen foregikk i Kin Com dynamometer som måler kraft, i laboratoriet ved Høgskulen i Sogn og Fjordane, Sogndal. I løpet av testingen hvilte det venstre beinet, mens høyre bein arbeidet isometrisk i henhold til protokollen. Kraften fra det høyre beinet ble målt gjennom dynamometeret ved alle testene.

Elektroder for elektromyografi (EMG) ble plassert på huden over quadriceps muskulaturen (vastus lateralis, vastus medialis og rectus femoris) under testen. Huden ble barbert og vasket med alkohol før elektrodene ble plassert. Det ble også plassert en elektrode på kneet som referanseelektrode for EMG. En elektrode for elektrisk stimulering ble plassert på huden ved hofteleddet (femoris nerven) og like nedenfor rumpen. FPs hofte og overkropp ble deretter festet til dynamometeret for å unngå unødvendig frontal og lateral bevegelse. Dynamometeret ble justert etter den enkelte forsøkspersonen, og innstillingene var de samme under alle testene. Under hver test skulle FP holde hendene i samme posisjon, med armene i kors uten å holde i setebeltet. Underveis i testingen ble FP spurt om den opplevde anstrengelsen (RPE). RPE blir regnet ut i fra Borg skala, en tallskala som er utviklet for å forsøke å forklare den subjektive opplevelse av anstrengelse ved ulike grader av fysisk aktivitet. Skalaen går fra 6 til

20 hvor 6 indikerer at aktiviteten ikke er anstrengende og 20 at den er maksimalt anstrengende (Borg, 1974). Hjerterefrekvensen ble også målt med Polar pulsbeltet rundt brystet.

3.3 Elektrisk stimulering

Etter å ha lokalisert femoral nerven ble det gitt elektrisk stimuli via en 10 mm i diameter katode elektrode (Skintact, Østerrike), som ble presset manuelt ned i femoral nerven. Anoden, en 130 X 80 mm elektrode (Cefar-Compex Scandinavia AB, Sverige) ble plassert i gluteal folden.

Den optimale intensiteten for et singel stimuli ble bestemt ved og gradvis øke strømmen fra 10 mA til det oppsto et platå i kraft (25-45 mA). Strømmen ble deretter økt ytterligere med 30 % (35-60 mA), for å forsikre en supramaksimal stimulering. Intensiteten ble holdt konstant for den enkelte FP gjennom alle typer ES. FP ble oppfordret til å være fullstendig avslappet når ES ble gitt.

Som vist på figur 1A, bestod NMF målingene av en 5 sekunders MVC etterfulgt av en sekvens med stimulering. Det ble gitt fire ulike stimuli under testen: en singel stimuli på 1 Hz (SS), en dobbel stimuli på 10 Hz (PS10), en dobbel stimuli på 100 Hz (PS100) og til slutt en tetanisk stimulering (TET) på 100 Hz i 500 ms. SS, PS10 og PS100 (ES) ble gitt etter hver MVC, mens TET ble gitt en gang under oppvarming, ved TF og 1 minutt etter TF. FP ble instruert i å holde den maksimale kraften i 5 sekunder, mens de mottok sterk verbal oppmuntring av testledere.

3.4 Testprotokoll

FP gjennomførte testene i det isokinetiske dynamometeret ved å repetere isometriske kontraksjoner på 5 sekunder og påfølgende pause på 5 sekunder. FP gjennomførte serier på 10 kontraksjoner, der intensiteten på de 9 første kontraksjonene ble bestemt på forhånd. Intensiteten var på 50-60% av MVC, og ble bestemt i etterkant av tilvenningstesten for å forsikre at FP oppnådde TF innen 10-20 min. TF vil si når FP ikke klarte å opprettholde den bestemte intensiteten i 5 sekunder. FP hadde den samme absolutte intensiteten i kraft (Newton) gjennom alle testene. Hver tiende kontraksjon var maksimal kontraksjon med påfølgende ES (SS, PS10, PS100). ES ble gitt i løpet av pausen på 5 sekunder, før FP startet neste serie av kontraksjoner. Etter hver 8. kontraksjon i serien ble FP spurt om den subjektivt

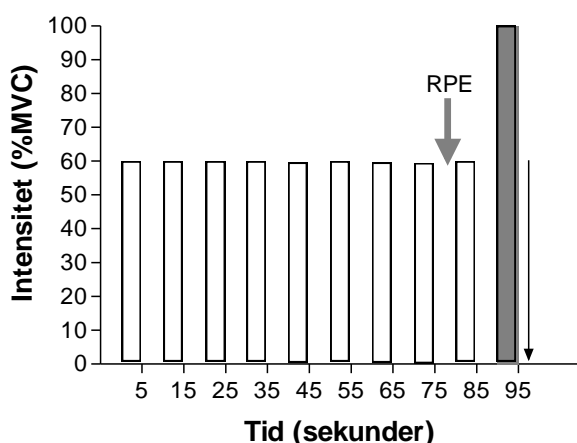
opplevde anstrengelsen (RPE), se figur 1A. Målinger for NMF (MVC + ES) ble også utført før test 1A i tillegg til 1, 2, 4 og 7 minutter etter TF, se figur 1A og 1B.

Før testen målte testleder grunnresponsen for elektrisk stimulering, ved å gi SS, PS10, PS100 X 3. Deretter varmet FP opp ved å gjennomføre 5 sekunders kontraksjoner av 5 X 25 %, 5 X 50 %, 2 X 75 % av MVC, etterfulgt av 3 MVC med påfølgende stimulering med 2 min pause før og mellom hver MVC. Etter den andre maksimale kontraksjonen ble FP stimulert etterfulgt av TET. Mellom hver kontraksjon var det 5 sekunder pause, og mellom hver måling av NMF var det 2 minutter pause.

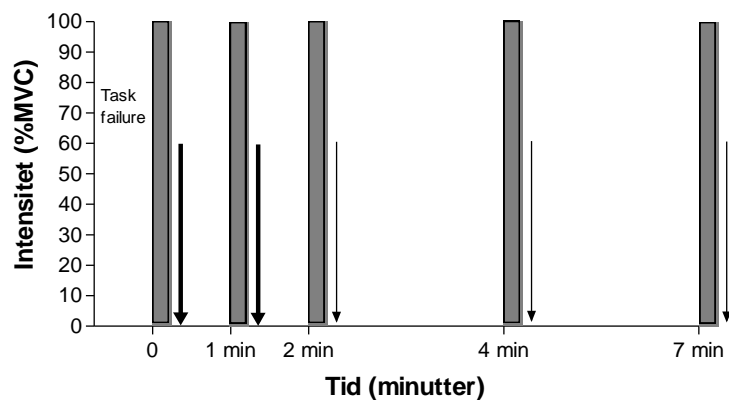
3.5 Tester

3.5.1 Test 1

Den første testen ble delt inn i test 1A og test 1B. FP gjennomførte serier med 10 kontraksjoner per serie ved en bestemt intensitet på 50-60% av MVC. Intensiteten til den enkelte FP var den samme under alle testene (test 1A, test 1B og test 2A). Test 1A var en gjennomføring av testprotokollen til TF (figur 1A), med påfølgende stimulering i pausen (figur 1B). Etter pausen ble test 1A repetert som test 1B, med 7 minutter hvile og NMF målinger etter TF. Under testen fikk FP kontinuerlig visuell feedback i tillegg til verbal feedback fra testledere.



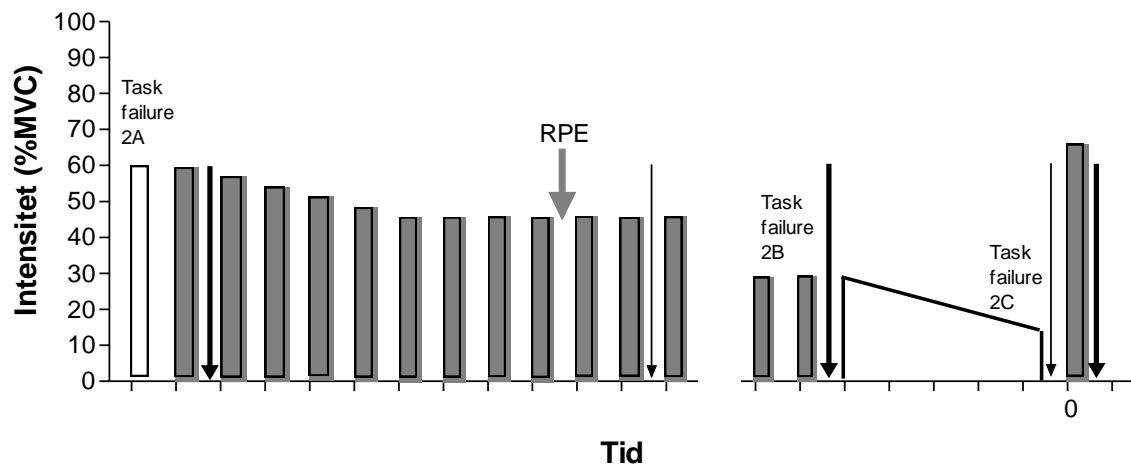
Figur 1A. Serie på 10 kontraksjoner av 5 sekunder og 5 sekunder pause. Rapportering av RPE etter hver 8.kontraksjon. NMF målinger hver 10.kontraksjon (MVC+ES).



Figur 1B. NMF målinger ved TF, og etter 1, 2, 4 og 7 minutter pause. ES+TET ved TF og etter 1 minutt hvile.

3.5.2 Test 2

Test 2A ble innledet ved å repetere protokollen for test 1A, men ved TF fortsatte FP å kontrahere maksimalt frem til intensiteten var lavere enn 30% av MVC (task failure 2B). Ved TF2B ble ES etterfulgt av TET gjennomført. Like etter NMF målingene måtte FP holde konstant maksimal isometrisk kontraksjon inntil kraften var redusert til 15% av MVC, med påfølgende ES. Deretter gjennomførte FP en MVC på 5 sekunder med ES inkludert TET. Til slutt hadde FP en hvileperiode på 7 minutter, der det ble gjort NMF målinger slik som i test 1A og 1B (figur 2). FP fikk under testen kontinuerlig visuell og verbal feedback fra testledere slik at intensiteten var korrekt ved de ni første submaksimale kontraksjonene og maksimal ved den tiende kontraksjonen (MVC).



Figur 2. Test 1A blir repetert. Fortsetter å arbeide maksimalt til kraften når en grense på 30% av MVC (task failure 2B), etterfulgt av NMF målinger. Maksimal isometrisk kontraksjon til kraften når en grense på 15% (task failure 2C) med påfølgende NMF måling + TET ved TF 2B og 2C. Hvile periode på 7 minutter som i test 1A og 1B.

3.6 Elektromyografi

Elektroden til EMG-målingene ble plassert i muskelfiberretningen på vastus lateralis (VL), vastus medialis (VM) og rectus femoris (RF) og ble målt ved hjelp av DE-2.1 singel differensielle overflatesensorer med 10 mm avstand (Delsys Inc., Boston, MA, USA). Elektroden ble flyttet på inntil en oppnådde en maksimal M-wave (bølge) som respons til ES. Huden der elektrodene ble plassert ble barbert og vasket med alkohol for å unngå støy og for å oppnå optimale målinger. Posisjonen til EMG-elektrodene ble markert under tilvenningstesten for å forsikre at disse ble plassert samme sted ved hver test. Referanseelektroden ble plassert på kneskålen. EMG signalene ble tatt opp ved 2000 Hz og forsterket ved å bruke Bagnoli-8 (Delsys Inc). EMG signalene ble flyttet over til Power Lab (ADInstruments) og filtrert ved hjelp av en båndbredde på 15-500 Hz i Lab Chart Pro software (ADInstruments).

3.7 Statistikk

Statistica 10.0 (Stat Soft. Inc., Tulsa, OK, USA) og Microsoft Excel ble brukt til analyse av dataene. Prism 3.00 (GraphPad, Software, La Jolla, CA, USA) og Microsoft Excel ble brukt for å lage figurer. Alle resultat er presentert som gjennomsnitt \pm SD. Signifikant nivået ble satt til $p < 0.05$.

Testene gir et stort datamateriale for å svare på problemstillingen. Ettersom dette er en bacheloroppgave har vi begrenset oss til å se på responsen fra enkeltstimuli (SS), den

maksimale voluntære kontraksjonen (MVC), EMG RMS fra VL og VM, tid til TF og rapporteringen av RPE. Vi vil ikke bruke RMS fra RF, ettersom vi hadde problemer med å få nøyaktige målinger fra denne muskelen. Vi har valgt og ikke presentere resultatene fra M-wave, PS10, PS100 og TET.

4.0 Resultater

4.1 Tid og RPE ved task failure

Tiden til TF var signifikant ($p < 0,001$) kortere ved test 1B enn ved 1A, men tid til TF var lik ($p > 0,05$) ved 1A og 2A. RPE er identisk ved TF på test 1A, 1B og 2A. Signifikant ($p < 0,05$) forskjell i RPE mellom 2B og 2A (tabell 1).

	Tester				
	1A	1B	2A	2B	2C
Tid (min.sek)	12.56 ± 5.29	5.59 ± 1.50*	15.41 ± 5.45	25.22 ± 7.55	27.08 ± 8.37
RPE	18.6 ± 1.3	18.2 ± 1.5	18.7 ± 1.5	19.7 ± 0.4#	

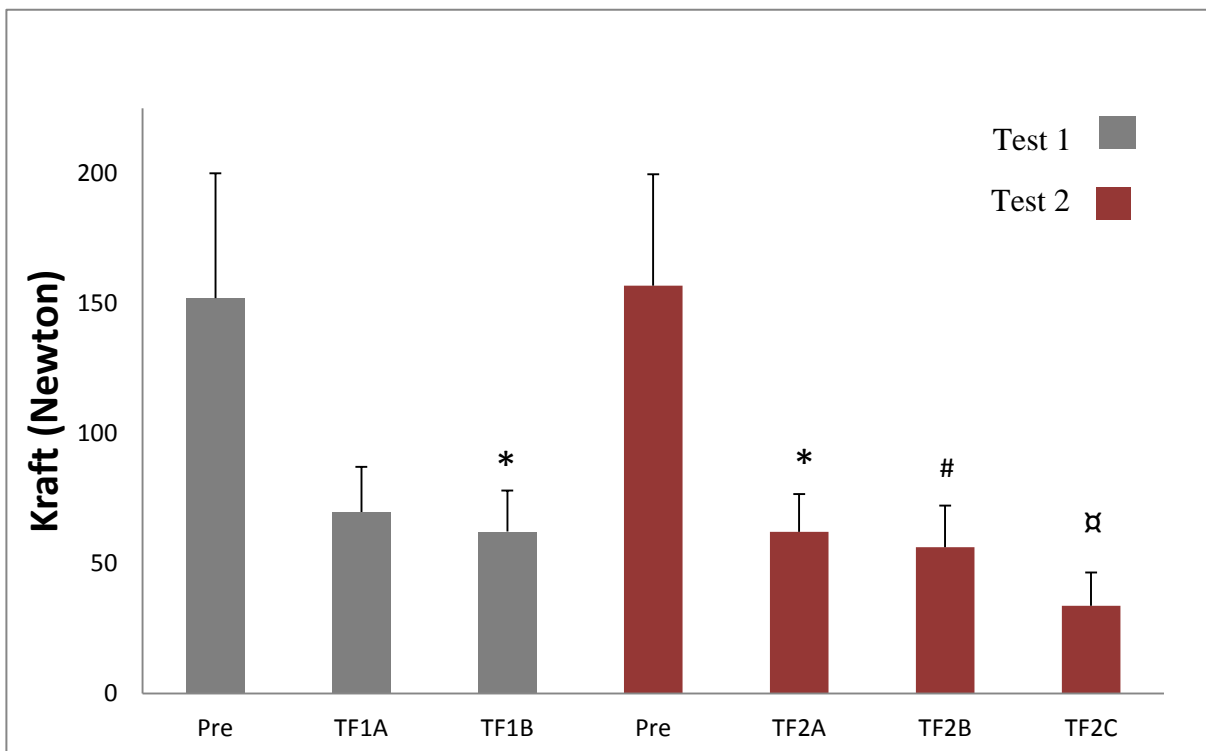
Tabell 1. Tiden til task failure (TF) og den opplevde anstrengelsen vist gjennom Borg skala (RPE) ved TF. Tiden ved 2B og 2C er regnet fra starten av test 2, og kan dermed ikke sammenlignes med 1A, 1B og 2A.

*=Signifikant forskjell mellom 1B og 1A ($p < 0,001$).

#=Signifikant forskjell mellom 2B og 2A ($p < 0,05$).

4.2 Kraftrespons fra enkeltstimuli (SS)

Kraftresponsen (N) fra enkeltstimuli var signifikant ($p < 0,05$) lavere ved TF1B og TF2A enn ved TF1A, men det var lik kraftrespons ($p > 0,05$) ved TF1B og TF2A. Signifikant lavere kraftrespons fra enkeltstimuli ($p < 0,05$) ved TF2B enn ved TF2A, og signifikant forskjell ($p < 0,001$) ved TF2C og TF2B (figur 3 og figur 4).



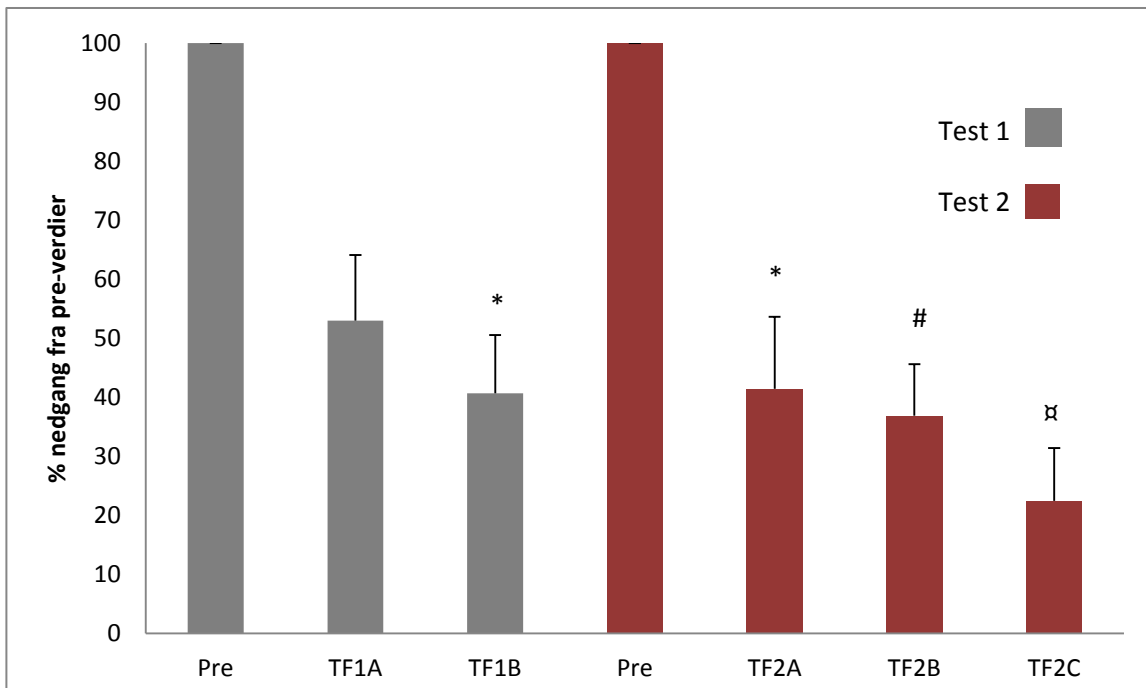
Figur 3. Kraftrespons (N) fra enkeltstimuli før aktiviteten starter (Pre) og ved TF. Pre verdiene vil si potensierte verdier.

*= Signifikant forskjell mellom TF1B og TF2A ($p < 0,05$) og TF1A.

= Signifikant forskjell mellom TF2B ($p < 0,05$) og TF2A.

α = Signifikant forskjell mellom TF2C ($p < 0,001$) og TF2B.

Det var ingen signifikant forskjell mellom TF1B og TF2A.



Figur 4. Prosentvis endring i kraftresponsen fra enkeltstimuli før aktiviteten starter (Pre) og ved TF ved de ulike testene.

*= Signifikant forskjell mellom TF1B og TF2A ($p < 0,05$) og TF1A.

#= Signifikant forskjell mellom TF2B og TF2A ($p < 0,05$).

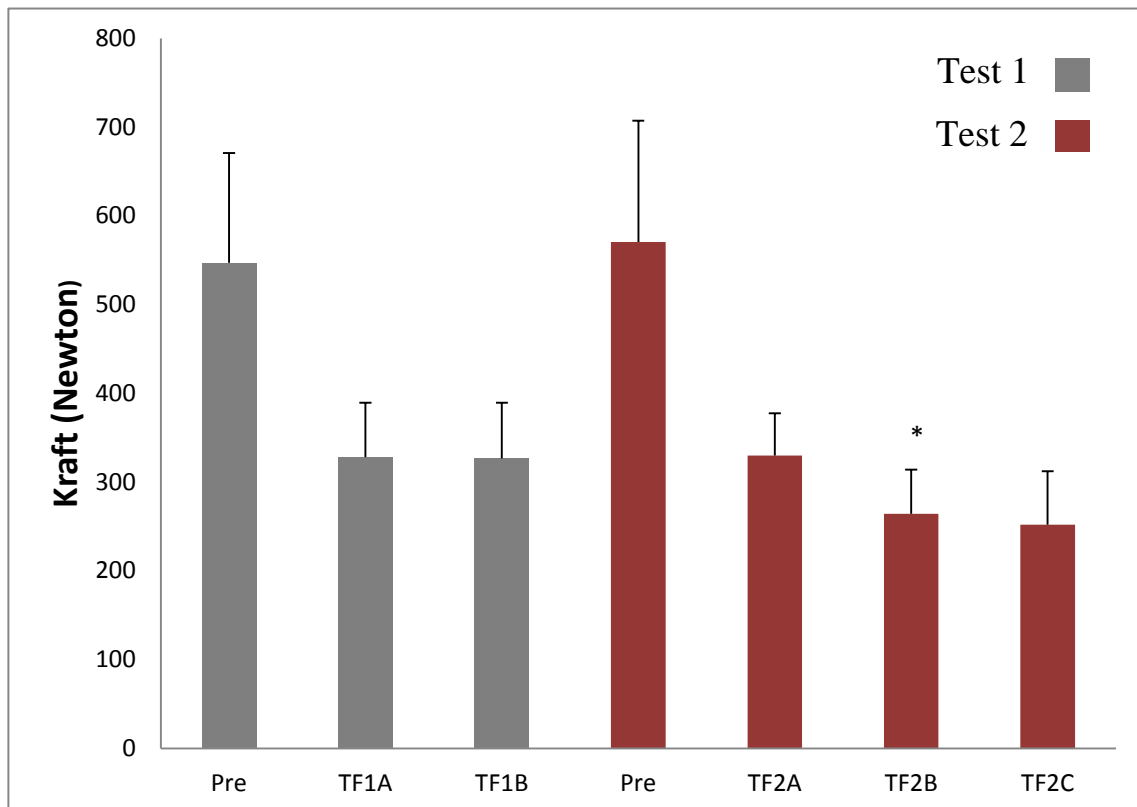
α = Signifikant forskjell mellom TF2C og TF2B ($p < 0,001$).

Det var ingen signifikant forskjell fra TF1B og TF2A.

4.3 MVC

4.3.1 MVC kraft (N)

MVC kraft (N) ved TF var identisk ved test 1A, 1B og 2A, men signifikant lavere ($p < 0,001$) ved TF2B enn ved TF2A. Ingen forskjell i MVC kraft ($p > 0,05$) ved TF mellom 2B og 2C (figur 5).



Figur 5. MVC kraft (N) før aktiviteten (Pre) og ved TF.

*= Signifikant forskjell mellom TF2B og TF2A ($p < 0,001$).

4.3.2 MVC submaksimal (N)

MVC submaksimal når FP ikke klarte å opprettholde den bestemte intensiteten (TF).

Intensiteten var den samme under 1A, 1B og 2A, og dermed er MVC submaksimal identisk ($p > 0,05$) ved TF i disse testene. Signifikant forskjell ($p < 0,001$) i MVC submaksimal mellom 2B og 2C, som kom av at forsøkspersonene arbeidet maksimalt hver kontraksjon til de nådde en grense på 30% av MVC.

	Tester			
	1A	1B	2A	2B
MVC submaks (N)	311.0 ± 48.8	307.6 ± 46.8	309.4 ± 48.6	254.3 ± 39.0*

Tabell 2. MVC submaksimal (N) ved TF.

*= Signifikant forskjell i MVC submaksimal (N) fra test 2A til 2B ($p < 0,001$).

4.4 Målinger for EMG

4.4.1 MVC RMS for vastus lateralis og vastus medialis

Identisk MVC RMS for VL og VM ($p > 0,05$) ved test 1A, 1B og 2A. Men var signifikant lavere ($p < 0,05$) ved 2B enn ved 2A.

Tabell 3. MVC RMS for vastus lateralis (VL) og vastus medialis (VM) (mV) ved TF.

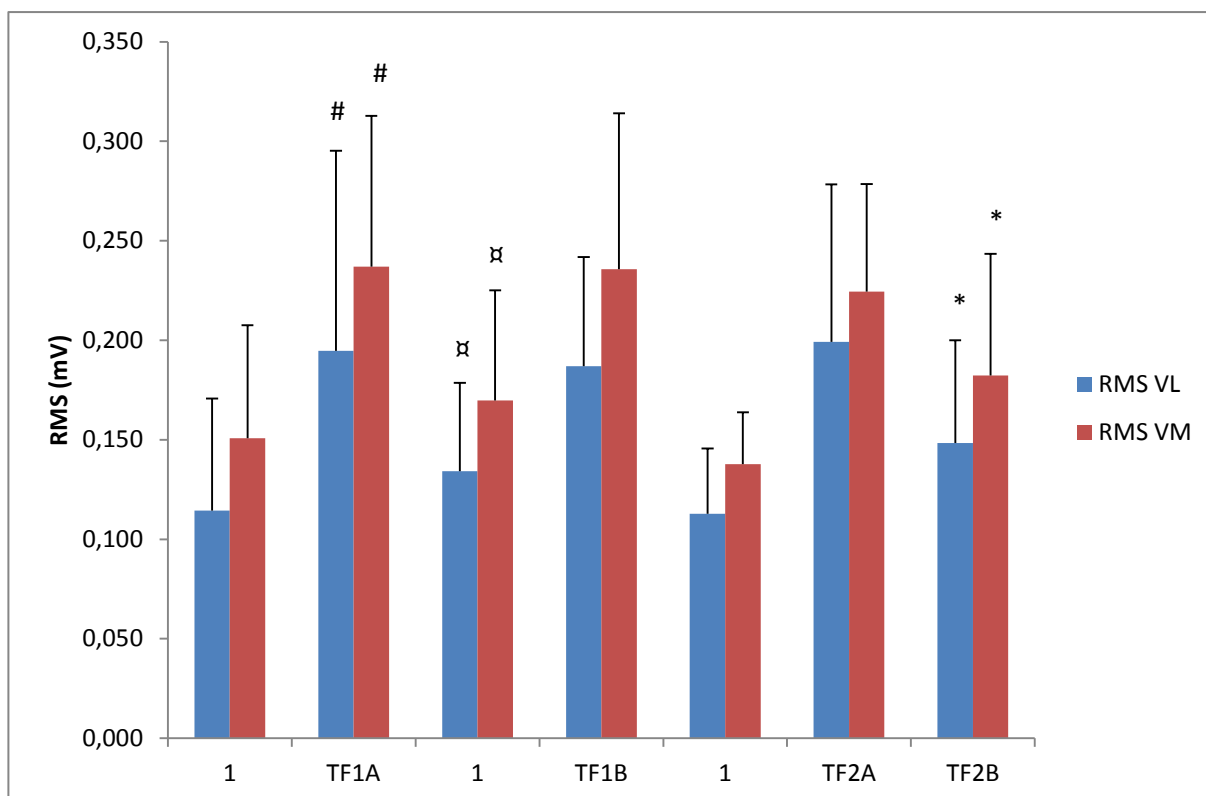
	Tester					
	Pre	1A	1B	2A	2B	2C
RMS VL MVC (mV)	0.213 ± 0.079	0.220 ± 0.103	0.237 ± 0.076	0.216 ± 0.092	0.157 ± 0.052*	0.169 ± 0.057
RMS VM MVC (mV)	0.273 ± 0.066	0.263 ± 0.088	0.297 ± 0.131	0.243 ± 0.070	0.194 ± 0.073*	0.216 ± 0.079

Tabell 3. MVC RMS for vastus lateralis (VL) og vastus medialis (VM) (mV) ved TF.

*= Signifikant forskjell mellom 2B og 2A ($p < 0,05$) i RMS for VL og VM.

4.4.2 EMG RMS av submaksimale MVC for VL og VM

RMS for VL og VM viser at det var signifikant forskjell ($p < 0,001$) i RMS for første serie av submaksimale MVC ved test 1A og 1B, men identisk ($p > 0,05$) ved første serie av submaksimale MVC ved test 1A og 2A. Signifikant høyere ($p < 0,001$) RMS ved TF1A, TF1B og TF2A enn ved første serie av submaks MVC ved test 1A, 1B og 2A. Signifikant lavere RMS ($p < 0,05$) ved TF2B enn ved TF2A.



Figur 6: EMG RMS for VL og VM ved første serie av submaksimale MVC (markert med 1) og ved TF.

#= Signifikant forskjell fra første serie av submaks MVC RMS ved test 1 og ved TF1A ($p < 0,001$).

α= Signifikant forskjell fra første serie av submaks MVC RMS ved test 1 og ved første serie av submaks MVC RMS ved test 2 ($p < 0,001$).

*= Signifikant forskjell mellom submaks MVC RMS ved TF2A og TF2B ($p < 0,05$).

5.0 Diskusjon

5.1 Hovedfunn

Hovedfunnene i denne studien var at (1) responsen fra enkeltstimuli (SS) var signifikant forskjellig på TF under tre like tester (1A, 1B og 2A) med samme testprotokoll og intensitet, se figur 3. Dette tyder på at det ikke kan være et platå eller kritisk nivå i perifer tretthet. Det vil si at perifer tretthet ikke kan være en avgjørende faktor når det kommer til sentral regulering av impulser og evnen til å fortsette aktiviteten med ønsket intensitet. Resultatene viser også at (2) ved ytterligere arbeid med samme eller økt intensitet etter TF (test 2B og 2C) kan den perifere trettheten reduseres ytterligere, se figur 3.

5.2 Responsen til ES tyder på at det ikke er et kritisk nivå innen perifer tretthet

Amann (2011) hevder at perifer (muskel) tretthet blir regulert i SNS med feedback fra de arbeidende musklene. Ifølge Amann (2011) vil perifer tretthet etter høyintensiv utholdenhetsaktivitet aldri overskride et visst nivå. Denne teorien er basert på målinger 4 min etter avsluttet arbeid, og ingen målinger under aktiviteten. Derfor er vi kritiske til at han argumenterer for at perifer tretthet utvikler seg til et kritisk nivå som er unikt for hvert enkelt individ. Dette nivået blir bestemt av at utøveren selv reduserer intensiteten, eller ved at kroppen reagerer med å redusere signalene fra SNS til musklene (eller når det metabolske miljøet i muskelcellen endres) (Amann, 2011).

Resultatene våre derimot, viser en signifikant forskjell i kraftresponsen i enkeltstimuli (perifer tretthet) fra test 1A til test 1B, og fra 1A til 2A, se figur 3. Test 1A fungerte som en kontrolltest for 1B, og ettersom kraftresponsen fra SS reduseres i test 1B, viser resultatene at det ikke er et platå i perifer tretthet. Under test 1B vil det være en forekomst av tretthet før arbeidet starter, fordi utøveren ikke er fullt restituert fra test 1A. Selv om det er vist at det skjer en stor restitusjon i de arbeidende musklene under de første minuttene av pause (Froyd, sendt til publisering), har Vøllestad (1997) vist at etter 27 minutters hvile har ikke musklene blitt fullt restituert. Dette viser målingene som er gjort 7 min etter 1A, og dermed 1 min før start 1B. Sammenlignet med Amann (2008) og Martin (2010) sine studier måler vi den perifere trettheten like etter TF. Våre resultater indikerer dermed at det ikke er et platå i perifer tretthet. Det var som forventet ingen forskjell i tid til TF mellom 1A og 2A, ettersom protokollen var lik. Men tiden til TF var kortere ved 1B enn 1A og 2A. Dette skyldes at FP allerede hadde utført et arbeid (1A) som hadde ført til ”tretthet” og økt RPE (tabell 1). Selv

om tiden til TF var signifikant lavere i test 1B, viser resultatene at den perifere trettheten økte (figur 3).

Resultatene viser at det er signifikant nedgang fra 1A til 2A i kraftresponsen fra SS. Årsaken til dette kan vi spekulere i, men ettersom SS kraftrespons er lavere ved 2A enn ved 1A, er det sannsynligvis ikke perifer tretthet som er det viktigste signalet til SNS for å regulere intensiteten.

5.3 Ved ytterligere arbeid etter TF øker den perifere trettheten

Amann & Dempsey (2008) hevder at det ikke er mulig å overskride det kritiske nivået i perifer tretthet i lengre tid enn 20-30 sek. De tror derfor ikke at det kritiske nivået blir nådd før en eventuell sluttspurt, selv om de ikke måler den perifere trettheten før etter TF.

Resultatene i denne studien viser en betraktelig nedgang i responsen til SS ved ytterligere maksimalt arbeid (2B og 2C), se figur 3. Dette viser at hvis du fortsetter arbeidet etter task failure kan du presse platået ned ytterligere. I den maksimale isometriske kontraksjonen som ble gjennomført i test 2C, kan blodtilførselen ha vært en begrensning for prestasjonen (Millet, et al. 2009). Under en isometrisk fase av et arbeid blir det større press på blodårene som omfavner muskelfibrene inne i den arbeidende muskelen (intramuskulære kapillærer). Desto høyere trykk på blodårene, desto mindre blod vil muskelfibrene få og kraften vil minke. Muskelens blodtilførsel vil synke parallelt med at muskelens kraft vil øke (McArdle, Katch. F. & Katch. L 2010).

Under en tidligere studie av Amann et al (2008) fikk han en prosentvis nedgang til SS på 35-36 % etter 5 km sykling (7-8 minutter). Martin et al (2010) fikk 25 % nedgang i responsen etter en test av 24 timers løping. Ved å la FP fortsette å arbeide etter task failure ble det en prosentvis nedgang i responsen på 43,7 % (TF2B) og under TF2C ble det en nedgang på hele 66,3 %, se figur 4. Dette betyr at perifer tretthet kan øke ytterligere etter TF dersom arbeidet fortsetter. Siden vi ikke kjenner til andre studier som har fortsatt arbeidet etter at TF er oppnådd, er det begrenset viten om dette. Vår studie er således unik ettersom den (etter vår viten) er den første med et isometrisk muskelarbeid der arbeidet fortsetter etter TF og der NMF måles. Tidligere studier har vist at det kan være forskjell i perifer tretthet ved ulik intensitet til TF (Vøllestad 1997), men hva som skjer med NMF etter TF har hittil vært ukjent.

5.4 Ingen tegn på sentral tretthet

Endringene i kraftrespons til SS er et mål på den perifere delen av den helhetlige trettheten som måles med MVC kraft. Om det er sentral tretthet ved TF kan ikke kraftresponsen fra SS si noe sikkert om. Men ettersom kraftresponsen fra SS og MVC kraft reduseres omtrent i samme grad, er det ingen direkte tegn på sentral tretthet.

Submaksimal MVC kraft er like ved 1A, 1B og 2A, men reduseres signifikant ved 2B (tabell 2), noe som er naturlig ettersom TF ved 60% er passert. FP arbeider maksimalt ved hver kontraksjon, samtidig som responsen fra SS blir lavere, noe som igjen indikerer at NMF ikke har en absolutt grense.

I tillegg viser EMG RMS fra MVC ved 1A, 1B og 2A at det ikke er en nedgang ved TF kontra den første MVC i testen (tabell 3). Opprettholdt RMS og minsket kraft ved MVC tyder på at det ikke er sentral tretthet ved TF. Minskede MVC kraft ved TF 1A, 1B og 2A er derfor sannsynligvis forårsaket av muskulære faktorer og ikke endringer i SNS. Dette er et viktig og betydelig funn. At RMS MVC ved 2B og 2C er redusert kan være forårsaket av sentral tretthet, og det er mulig at dette er forårsaket av feedback fra muskulaturen til SNS slik at rekrutteringen av muskelfibrene har minsket. Hvordan man måler sentral tretthet er gjenstand for debatt, og det finnes ingen gullstandard (Taylor, 2009).

RMS for VL og VM viser at det ikke var noen forskjell i RMS for første serie med submaksimale MVC ved test 1A og 2A, men det er signifikant forskjell i RMS for første serie med submaksimale MVC ved test 1A og 1B. Årsaken til dette er sannsynligvis at FP har utviklet muskulær tretthet fram til TF ved 1A. 1 minutt før start på test 1B (etter 7 minutters restitusjon fra 1A) var MVC kraft og responsen fra SS fortsatt signifikant redusert fra utgangsnivået før start på 1A. Det er derfor sannsynlig at FP må kompensere for muskulær tretthet ved å rekruttere flere muskelfibre ettersom de arbeidende muskelfibrene utvikler mindre kraft. Resultatene viser en interessant sammenheng mellom nervesignal fra SNS og muskulær tretthet. Derimot var RMS økt signifikant ved TF (TF1A, TF1B og TF2A), se figur 6. Årsaken til denne økningen i RMS er sannsynligvis at det har oppstått perifer tretthet, som det kompenseres for ved å øke antallet signaler fra SNS til muskulaturen ettersom kraften ved de submaksimale MVC er lik. Nedgangen i RMS ved TF2B kan skyldes at det har oppstått noe sentral tretthet, men årsaken kan være perifer tretthet ettersom kraften ved de

submaksimale MVC er redusert til ca 254 N ved TF2B kontra ca 310 N ved TF1A, TF1B og TF2A.

6.0 Konklusjon

I denne studien ble det påvist signifikant forskjell i kraftresponsen fra SS ved de ulike testene, noe som tilsier at det ikke er et platå i perifer tretthet. I tillegg kan den perifere trettheten økes ytterligere ved å fortsette arbeidet etter TF. Dette har vi har vist ved å gjennomføre den elektriske stimuleringen sekunder etter TF, i motsetning til Amann, som gjennomførte stimuleringen 2-4 minutter etter avsluttet arbeid. Resultatene strider derfor imot Amann sin teori om at det er en absolutt grense i NMF.

7.0 Litteraturliste

Amann, M. (2011) *Central and peripheral fatigue: interaction during cycling exercise in humans*. Official journal of the American college of sports medicine, 2039-2045.

Amann, M. & Dempsey, J.A. (2008a) *Locomotor muscle fatigue modifies central motor drive in healthy humans and imposes a limitation to exercise performance*. J Physiol 586, 161-173.

Amann, M. & Dempsey, J.A. (2008) *The concept of peripheral locomotor muscle fatigue as a regulated variable*. J Physiol 586, 2029-2030.

Amann, M. & Dempsey, J.A. (2008) *The concept of peripheral locomotor muscle fatigue as a regulated variable, Reply Amann & Dempsey 2008*. J Physiol 586.7, 2029–2030.

Amann, M., Blain, G.M., Proctor L.T., Sebranek, J.J., Pegelow, D.F. & Dempsey, J.A. (2011) *Implications of group 3 and 4 afferents for high – intensity endurance exercise performance in human*. J Physiol 589.21, 5299-5309.

Amann, M., Eldridge M.W., Lovering, A.T., Stickland, M.K., Pegelow, D.F. & Dempsey, J.A. (2006a). *Arterial oxygenation influences central motor output and exercise performance via effects on peripheral locomotor muscle fatigue in humans*. J Physiol 575, 937-952.

Borg, G.A. (1974). *Perceived exertion*. Exerc Sport Sci Rev 2, 131 – 153.

Edwards, R.H.T. (red) (1981) *Human muscle function and fatigue*. I: Ciba Foundation symposium red. Human muscle fatigue: physiological mechanisms. London, Piman Medical Ltd. S. 1-16.

Frøyd, C. (sendt til publisering). *The development of peripheral fatigue and short-term recovery during self-paced high-intensity exercise*.

Gjerset, A. red. (1992) *Idrettens treningslære*. Oslo, Universitetsforlaget.

MacIntosh, B.R. & Shahi, M.R. (2011) *A peripheral governor regulates muscle contraction*. Appl Physiol Nutr Metab 36, 1-11.

Martin, V., Kerhervè, H., Messonnier, L.A., Banfi, J., Geysant, A., Bonnefoy, R., Fèasson, L. & Millet, G.Y. (2010) *Central and peripheral contributions to neuromuscular fatigue induced by a 24-h treadmill run*. J Appl Physiol 108, 1224-1233.

Millet, G.Y., Aubert, D., Favier, F.B., Busso, T., Benoit, H. (2009) *Effect of acute hypoxia on central fatigue during repeated isometric leg contractions*. Scand J Med Sci Sports 19: 695–702.

Raastad, T., Paulsen, G., Refsnes, P.E., Rønnestad, B.R. & Wisnes, A.R. (2010) *Styrketrening- i teori og praksis*. Oslo, Gyldendal Undervisning.

Taylor, J. L. (2008) *The interpolated twitch does/does not provide a valid measure of the voluntary activation of muscle*. J Appl Physiol 107,354-355.

Vøllestad, N.K., Sejersted, I. & Saugen, A.E. (1997) *Mechanical behavior of skeletal muscle during intermittent voluntary isometric contractions in humans*. The American Physiological Society.

William, D., McArdle, Frank, I., Katch & Victor L. Katch. (2010) *Exercise Physiology*. 7.utg. Baltimore, Wolters Kluwer: Lippincott Williams & Wilkins.

Williams, G. & Ratel, S. red. (2009) *Human muscle fatigue*. London & New York, Routledge.

Vedlegg

1. Informasjonsskjema.
2. Samtykkeerklæring
3. Isometrisk MVC eksperiment.

Muskeltretthet under utholdenhetsaktivitet (Vedlegg 1)

Informasjon til Forsøkspersonene

Hensikten med Studien er å måle tretthetsutvikling under utholdenhetsaktivitet, og i hvilken grad et plata i perifer tretthet begrenser intensiteten under aktiviteten.

Testingen vil foregå i et Kin Com dynamometer, som sørger for måling av beinaktivitet, ved Høgskulen i Sogn og Fjordane, Sogndal, Norge. I løpet av testingen hviler det venstre beinet, mens høyre bein arbeider i henhold til protokollen.

Studien består av en tilvenningstester og to eksperimentelle tester med ulik varighet, det vil si ulikt antall repetisjoner før testene er avsluttet. Du skal forsøke å produsere så stor kraft som mulig i løpet av testens varighet. Varigheten på hver test er fra 10 min til 30 minutter, men du må beregne 30-60 minutter i laboratoriet for hvert testtilfelle. Hvert testtilfelle består også av maksimal isometrisk kneekstensjon (statisk forsøk på utstrekking i kneleddet) i fem sekunder, etterfulgt av elektrisk stimulering (et stimulus som får muskulaturen til å kontrahere).

Elektroder for elektromyografi (EMG) plasseres på huden over quatriceps (kneestrekker) muskulaturen (vastus lateralis, vastus medialis og rectus femoris) under testen. Huden vil bli barbert og vasket med alkohol før elektroden plasseres. Elektroder vil også bli plassert på kneet og like nedenfor rumpa. En elektrode for elektrisk stimulering blir også plassert på huden ved hoftelddet. Elektrisk stimulering kan være noe ukomfortabelt for noen personer. Umiddelbart etter stimulering er det derimot ingen følelse av at man har blitt stimulert, og stimuleringen fører ikke til skade av noen slag.

Underveis i testingen blir du spurt om din opplevde anstrengelse (RPE). Hjerterfrekvens (HF) blir målt med pulsbelte rundt brystet.

Du kan ikke utføre høyintensitetstrening på testdagen eller dagen før testing. Du får ikke innta alkohol siste 24 timer før testing. Du bør spise et lett måltid 2-4 timer før du ankommer laboratoriet. Du bør ha på deg en løpeshorts eller tilsvarende under testingen.

Vi vil gjøre vårt ytterste for din sikkerhet i Studien. Ingen studier som bruker elektrisk stimulering har rapportert noen ulykker eller skader.

Du kan ikke delta dersom du

- Knesmerter eller noen form for skade i underekstremitetene.

Det er frivillig å delta og du kan trekke deg fra studien når som helst og uten å oppgi grunn for det. Navn og personlig informasjon vil være konfidensielt.

Dersom du har spørsmål kan du ringe oss på telefon..., eller sende e-post til....

Med vennlig hilsen

...

Muskeltretthet under utholdenhetsaktivitet (Vedlegg 2)

Samtykkeerklæring

Jeg, _____, har mottatt skriftlig og muntlig informasjon om Studien og sier meg villig til å delta.

Forsøksperson; _____ Dato: _____

Testleder: _____ Dato: _____

Helseskjema (Vedlegg 3)

Physical Activity Readiness
Questionnaire - PAR-Q
(revised 2002)

PAR-Q & YOU

(A Questionnaire for People Aged 15 to 69)

Regular physical activity is fun and healthy, and increasingly more people are starting to become more active every day. Being more active is very safe for most people. However, some people should check with their doctor before they start becoming much more physically active.

If you are planning to become much more physically active than you are now, start by answering the seven questions in the box below. If you are between the ages of 15 and 69, the PAR-Q will tell you if you should check with your doctor before you start. If you are over 69 years of age, and you are not used to being very active, check with your doctor.

Common sense is your best guide when you answer these questions. Please read the questions carefully and answer each one honestly: check YES or NO.

YES	NO	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1. Has your doctor ever said that you have a heart condition <u>and</u> that you should only do physical activity recommended by a doctor?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2. Do you feel pain in your chest when you do physical activity?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3. In the past month, have you had chest pain when you were not doing physical activity?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4. Do you lose your balance because of dizziness or do you ever lose consciousness?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5. Do you have a bone or joint problem (for example, back, knee or hip) that could be made worse by a change in your physical activity?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6. Is your doctor currently prescribing drugs (for example, water pills) for your blood pressure or heart condition?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7. Do you know of <u>any other reason</u> why you should not do physical activity?

If
you
answered

YES to one or more questions

Talk with your doctor by phone or in person BEFORE you start becoming much more physically active or BEFORE you have a fitness appraisal. Tell your doctor about the PAR-Q and which questions you answered YES.

- You may be able to do any activity you want — as long as you start slowly and build up gradually. Or, you may need to restrict your activities to those which are safe for you. Talk with your doctor about the kinds of activities you wish to participate in and follow his/her advice.
- Find out which community programs are safe and helpful for you.

NO to all questions

If you answered NO honestly to all PAR-Q questions, you can be reasonably sure that you can:

- start becoming much more physically active — begin slowly and build up gradually. This is the safest and easiest way to go.
- take part in a fitness appraisal — this is an excellent way to determine your basic fitness so that you can plan the best way for you to live actively. It is also highly recommended that you have your blood pressure evaluated. If your reading is over 144/94, talk with your doctor before you start becoming much more physically active.

DELAY BECOMING MUCH MORE ACTIVE:

- if you are not feeling well because of a temporary illness such as a cold or a fever — wait until you feel better; or
- if you are or may be pregnant — talk to your doctor before you start becoming more active.

PLEASE NOTE: If your health changes so that you then answer YES to any of the above questions, tell your fitness or health professional. Ask whether you should change your physical activity plan.

Informed Use of the PAR-Q: The Canadian Society for Exercise Physiology, Health Canada, and their agents assume no liability for persons who undertake physical activity, and if in doubt after completing this questionnaire, consult your doctor prior to physical activity.

No changes permitted. You are encouraged to photocopy the PAR-Q but only if you use the entire form.

NOTE: If the PAR-Q is being given to a person before he or she participates in a physical activity program or a fitness appraisal, this section may be used for legal or administrative purposes.

"I have read, understood and completed this questionnaire. Any questions I had were answered to my full satisfaction."

NAME _____

SIGNATURE _____

DATE _____

SIGNATURE OF PARENT _____
or GUARDIAN (for participants under the age of majority)

WITNESS _____

Note: This physical activity clearance is valid for a maximum of 12 months from the date it is completed and becomes invalid if your condition changes so that you would answer YES to any of the seven questions.