

IDR4000-Mappe eksamen

kandidat nummer

2023-11-14

Table of contents

Forord	4
1 Introduction	5
2 Reliabilitet	6
2.1 Introduksjon	6
2.2 Metode	6
2.2.1 Forsøkspersonene	6
2.2.2 Studiedesign	8
2.2.3 Kalibrering - klargjøring til test	8
2.2.4 Testprosedyre	8
2.2.5 Datainnsamling og -behandling	10
2.3 Resultater	10
2.4 Diskusjon	11
2.4.1 Diskusjon av resultater	11
2.4.2 Tiltak for å sikre god reliabilitet	11
3 Vitenskapsfilosofi	13
3.1 Oppgave 1: David Hume og Induksjonisme	13
3.2 Oppgave 2: Falsifikasjonisme	14
4 Labrapport	15
5 Studiedesign	16
5.1 Studienes spørsmål	16
5.2 Studiedesign	16
5.2.1 Statistikk	18
5.2.2 Forsøkspersoner	19
5.2.3 Testing	19
5.2.4 Resultat	20
5.3 Diskusjon	20
5.4 Referanser	21
6 Repeterte forsøk	22
6.1 Introduksjon	22

6.2	Metode	22
6.2.1	Deltakere	22
6.2.2	Trenings intervensjon	23
6.2.3	Tester	23
6.3	Resultat	24
6.4	Diskusjon	26
7	Summary	27
	References	28

Forord

quaMappe eksamen IDR 4

This is a Quarto book.

test

To learn more about Quarto books visit <https://quarto.org/docs/books>.

1 Introduction

Dette er eksamen i IDR4000 for kandidat

Git fil for denne innleveringen finner du her:

2 Reliabilitet

2.1 Introduksjon

Hensikten med denne studien er å finne ut hvor reproduserbar en VO_{2maks} -test på sykkel er. Dette er interessant fordi bedre reliabilitet betyr at vi kan stole enda mer på de resultatene vi får fra enkelttester. Da kan vi med stole enda mer på de resultatene vi får når enkelttester i en fysiologisk testlabb brukes for å måle endringer over tid (**hopkins2000?**).

Faktorer som påvirker reproduserbarheten av testen gjelder dagsvariasjoner hos forsøkspersonene, men også variasjoner i måleinstrumentene, samt hvordan vi instruerer underveis. Derfor var gjennomføringen av testene et sentralt fokus i gjennomføringen for å sikre et best mulig mål på reliabiliteten til testen. Basert på størrelsen på utvalget av testpersoner og vår erfaring med gjennomføring av fysiologisk tester så visste vi på forhånd at vi må være forsiktige med å trekke konklusjoner om målevariasjonen til oksygenanalysatoren som ble benyttet. Men vi får et svar på hvordan reproduserbarheten til testen er med de gitte premissene.

2.2 Metode

2.2.1 Forsøkspersonene

Syv mannlige deltaker ble rekruttert til prosjektet (alder = $25,7 \pm 7$ år, vekt = $75,7 \pm 10,8$ kg, høyde = $181,3 \pm 6,7$ cm). Alle deltakerne trener regelmessig, men erfaring med trening på sykkel varierte innad i gruppa. Ingen av dem hadde noe særlig erfaring med sykkeltestene vi gjennomførte.

```
library(tidyverse)
```

```
-- Attaching core tidyverse packages ----- tidyverse 2.0.0 --
v dplyr      1.1.3      v readr      2.1.4
v forcats    1.0.0      v stringr    1.5.0
v ggplot2    3.4.4      v tibble     3.2.1
v lubridate  1.9.3      v tidyr      1.3.0
v purrr      1.0.2
```

```
-- Conflicts ----- tidyverse_conflicts() --
x dplyr::filter() masks stats::filter()
x dplyr::lag() masks stats::lag()
i Use the conflicted package (<http://conflicted.r-lib.org/>) to force all conflicts to become
```

```
library(gt)
library(readxl)
reablitet2 <- read_excel("data/reablitet2.xls")
invisible(Sys.setlocale(category = "LC_ALL", locale = "en_US.UTF-8"))
```

```
reablitet2 |>
  filter(timepoint == "t1") |>
  select(timepoint, age:bodymass, vo2.rel.max, w.max) |>
  pivot_longer(cols = !timepoint,
               names_to = "variabler",
               values_to = "verdier") |>
  mutate(variabel = factor(variabler,
                           levels = c("age",
                                        "bodyheight",
                                        "bodymass",
                                        "vo2.rel.max",
                                        "w.max"),
                           labels = c("Alder (år)",
                                       "Høyde (cm)",
                                       "Vekt (kg)",
                                       "VO2maks",
                                       "Wmaks")))) |>

  summarise(m = mean(verdier),
            s = sd(verdier),
            .by = variabel) |>
  gt() |>
  fmt_number(decimals = 1) |>
  cols_merge(columns = c(m, s),
             pattern = "{1} \u00b1 {2}") |>
  cols_label(variabel = "") |>
  cols_label(m = "") |>

  tab_footnote(footnote = md("*Dataene er presentert som gjennomsnitt &plusmn; standardavv"))
  tab_header("Karakteristikker av forsøkspersonene basert på første test")
```

Karakteristikker av forsøkspersonene basert på første test

Alder (år)	25.7 ± 3.5
Høyde (cm)	181.3 ± 4.6
Vekt (kg)	75.7 ± 7.4
VO ₂ maks	66.2 ± 7.2
Wmaks	410.0 ± 58.9

Dataene er presentert som gjennomsnitt \pm standardavvik.

2.2.2 Studiedesign

Prosjektets testdager bestod av fire dager, der halvparten av gruppa ble testen hver dag. Testdag 1 og 2 ble gjennomført som test 1 (t1), mens testdag 3 og 4 ble gjennomført som test 2 (t2). «Hviledagen» til forsøkspersonene ble avholdt til rolig trening eller hvile. Grunnen var for å sikre at de var tilnærmet likt restituert før hver test. Det ble forsøkt å gjøre testdagene så identiske som mulig for alle deltakerne, i form av bruk av samme testleder på hver test (ett unntak pga. logistiske utfordringer for testleder), likt tidspunkt på døgnet \pm 2 timer, beskjed om likt måltid og til samme tid før test (**hopkins2000?**).

2.2.3 Kalibrering - klargjøring til test

Det ble gjennomført kalibrering av oxycon pro før test for hver forsøksperson. Det ble sørget for at luftfuktigheten og temperaturen i rommet stemte overens med oxycon sin estimering. Godkjenning av volum- og gass kalibrering ble satt til 1% for å minimere eventuelle feilmålinger. I tillegg ble Lode Excalibur-sykkelen likt innstilt for hver person på t1 og t2.

2.2.4 Testprosedyre

Deltakerne startet med en syv minutters lang oppvarming på ergometer sykkel, med en gradvis økning i intensitet. Intensiteten ble styrt etter Borgs 6-20 skala. De syklet 3 min tilsvarende opplevd anstrengelse på 11, 2 min på 13 og 2 min på 15/16 på Borgs 6-20 skala (**borg1998?**).

Del 1 styrketest: Etter oppvarming gjennomførte deltakerne en kort styrketest, i form av knebøy power test. Den bestod av tre løft med 20 kg, tre løft med henholdsvis 30-, 60- og 75 % av egen kroppsvekt. Målet var å gjennomføre løftet så hurtig som mulig, og kraftutviklingen ble målt med en muscle lab hastighetsmåler. Beste forsøk på hver belastning ble tellende. Vi går ikke noe mer inn på styrketesten, fordi det er på sykkeltesten vi har gjort analyser.

Del 2 sykkeltester: Deltakerne gikk direkte fra styrketesten til sykkeltestene. Her gjennomførte de en tredelt test, som først bestod av to submaksimale drag, deretter en $\text{VO}_{2\text{maks}}$ -test og til slutt en Maximal Accumulated Oxygen Deficit (MAOD)-test. Grunnen til at vi kjørte de submaksimale dragene var for å estimere oksygenkrav på wattbelasting som ble syklet under MAOD-testen.

Under hele sykkeltesten prøvde vi å kjøre mest mulig lik tilbakemelding og engasjement hver gang. Det var lite tilbakemeldinger under de submaksimale dragene, og mye engasjement og kun nødvendig informasjon under $\text{VO}_{2\text{maks}}$ -testen, spesielt mot slutten. Vi ga ingen opplysninger om oksygenopptak (VO_2) underveis, men de fikk vite wattbelastning. I tillegg til at de hele tiden kunne se tråkkfrekvensen under alle testene. Vi fikk O_2 -målinger hvert 30.sek som vi noterte ned (både på $\text{VO}_{2\text{maks}}$ -testen og MAOD-testen), i tillegg til at vi noterte ned watt, tråkkfrekvens, puls og lengden på de to siste testene.

2.2.4.1 Submaksimale drag

Den submaksimale testen bestod av to drag på fire minutter. For seks av deltakerne ble første belastning på testen gjennomført med en effekt (W) på 100 W og andre belastning på 150 W, mens én deltaker syklet på 75 W og 125 W. Tilpasningene ble gjort for å få en mer optimal test. Forsøkspersonene syklet med neseclipse og munnstykket i de siste to minuttene av hvert drag (begynte å ta i da det hadde gått 1,5 min). Deltakerne skulle holde en tråkkfrekvens på 90-100 rpm. Hver belastning ble gjennomført på samme måte, og gikk direkte over i hverandre. Vi spurte om Borgs-skala etter hvert drag. Etter dragene var det to minutter pause der deltakerne satt helt i ro. Tråkkfrekvensen til en bestemt deltaker ble reproduisert på alle andre submaksimale drag og under MAOD-testen så lenge de klarte.

2.2.4.2 $\text{VO}_{2\text{maks}}$ -test

$\text{VO}_{2\text{maks}}$ -testen startet for de fleste på 200 W, og økte med 25 W hvert minutt helt til utmattelse. For deltakeren som hadde litt lavere effekt på de submaksimale dragene startet $\text{VO}_{2\text{maks}}$ -testen på 150 W. Testen var ferdig da tråkkfrekvens var < 60 rpm. Det var fri tråkkfrekvens og vi målte oksygenopptaket under hele testen. Vi spurte om Borgs-skala rett etter $\text{VO}_{2\text{maks}}$ -testen. Etter avsluttet test fikk forsøkspersonen fem minutter pause. Det første minuttet etter avsluttet test satt personen helt i ro, mens de neste fire minuttene ble gjennomført som rolig sykling på 50 W. Valgfri tråkkfrekvens, men den skulle være lik under pausen på t2.

2.2.4.3 MAOD-test

MAOD-testens starteffekt baserte seg på $\text{VO}_{2\text{maks}}$ -testen. Effekten de startet på var den siste belastningen deltakeren syklet 30.sek eller mer på under $\text{VO}_{2\text{maks}}$ -testen. Den belastningen

som ble brukt under t1 ble også brukt på t2 uavhengig av hvordan de presterte på VO_{2maks} -test ved t2. Deltakerne syklet med nese-klype og munnstykke under hele testen, og startet med “flying start” fra 50 W. Belastningen ble satt klart på maskinen, slik at den var klar når testleder ga beskjed om at testen skulle starte. Deltakerne syklet så lenge som mulig, og testen var over når tråkkfrekvensen var < 60 . Vi spurte om Borgs-skala rett etter avsluttet test.

2.2.5 Datainnsamling og -behandling

Etter å ha gjennomført testene samlet vi inn dataene vi skulle bruke for å gjøre statistiske analyser. Vi noterte ned VO_2 på de submaksimale dragene, og regnet ut $VO_{2rel.max}$ og VO_{2max} på VO_{2maks} -testen i excel. Samtidig noterte vi ned andre verdifulle variabler etter test, slik som $hr.max$, $W.max$, $rer.max$, $bf.max$, $VE.max$, hvor lenge personen syklet, og hvilken watt personen avsluttet på, samt opplevd anstrengelse [borg1998].

Etter MAOD-testen regnet vi ut VO_{2max} , oksygenkravet ved belastning under MAOD-test (L/min), det totale oksygenkravet som måtte dekkes (L), akkumulert oksygenopptak på testene (L), akkumulert oksyngjeld og prosent av arbeidet som ble dekket anaerobt (%). Samtidig noterte vi ned hvor lenge personen syklet (i sekunder), makspuls og opplevd anstrengelse [borg1998].

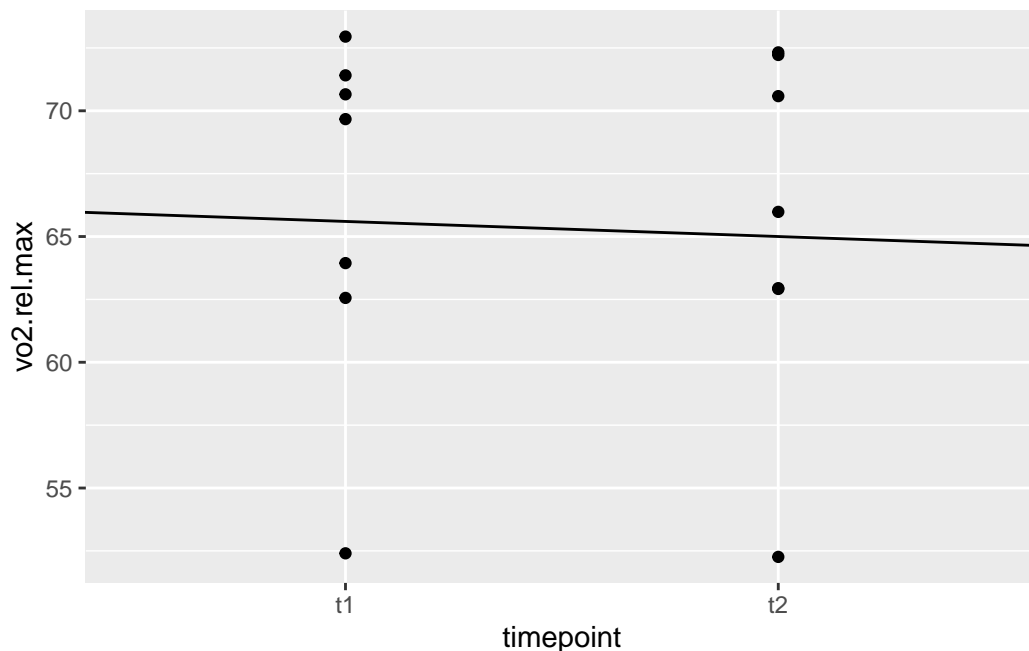
Alle data i resultatkapittelet er presentert som gjennomsnitt \pm standardavvik.

2.3 Resultater

For relativ VO_{2maks} var differansen mellom testene $0.62 \pm 2.41 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. Med en typisk målefeil på 1.7, og en variasjonskoeffisient (cv) på 2.6. I prosent var det $0.94 \pm 3.65 \%$ forskjell.

For W_{maks} og ventilasjonen er differansen mellom testene henholdsvis $5.71 \pm 13.80 \text{ W}$ og $2.21 \pm 11.42 \text{ l/min}$. Den typiske målefeilen var hhv. 9.8 og 8.1, mens cv var 2.4 og 4.

Figuren under viser relativ VO_{2maks} ved de to testene. Og linjen går fra gjennomsnittet ved t1 (66.2 ± 7.2) til gjennomsnittet ved t2 (65.6 ± 7.1).



2.4 Diskusjon

2.4.1 Diskusjon av resultater

8 forsøkspersoner er et lite utvalg når vi skal måle reliabiliteten til en test [hopkins2000]. Dette gjør at det er mer tilfeldigheter som kan påvirke resultatene våre. Ved første test var VO_{2maks} på $66,2 \pm 7,2$ ml/kg/min, noe som gjør at de kan defineres som godt trente. Godt trente utøvere vil også produsere høyere wattverdier. Når både oksygenopptak og wattverdier er høyere vil det være desto mer beskrivende å se på variasjonskoeffisienten som er prosentvis av gjennomsnittet. Den var på 2.6 og 2.4 for henholdsvis VO_{2maks} og W_{maks} . Med et lite utvalg blir det vanskelig å konkludere noe om reliabiliteten til testen, men det ser ut som vi har gjennomført testene godt med de feilkildene som nevnes i neste delkapittel.

2.4.2 Tiltak for å sikre god reliabilitet

For å oppnå en størst mulig grad av validitet og reliabilitet er det nødvendig å ta stilling til ytre variabler som kan påvirke resultatet. Ved å ta hensyn til potensielle forstyrrende variabler reduseres risikoen for feilmålinger, og gjør funnene mer pålitelige (**halperin2015?**).

For å sikre en god reliabilitet på de fysiologiske testene gjorde vi flere tiltak for å redusere risikoen for forstyrrende variabler som kan påvirke resultatene. For det første ble begge testene

kjørt på så nøyaktig lik måte som mulig, med en standardisert protokoll. Testene for hver forsøksperson ble avholdt på omtrent samme tidspunkt (± 2 timer). Vi ga også beskjed om at de bare kunne trene rolig dagen før t1, og dagen i mellom testene. På den måten sikret vi at ingen var treningspåvirket og forhåpentligvis likt restituert før hver test. Deltakerne fikk også beskjed om at siste måltid før begge testene skulle være like, og til omtrent samme tidspunkt.

Vi kjørte også samme tråkkfrekvensen ved første submaksimale belastningstrinn og ved MAOD-testen, og dette ble kopiert ved t2. Det var lik belastning og lengde på pause før hver MAOD-test begge dager uansett utfall på VO_{2maks} -testen. I tillegg ble hele sykkeltesten gjennomført sittende.

Vi valgte også å ha samme testleder for hver enkelt forsøksperson ved både t1 og t2. Den muntlige oppmuntringen og tilbakemeldingene underveis på testene var lik, og vi sørget for å gi like instruksjoner om utførelsen av testene og målet med hver test. Det ble også kjørt kalibrering av oxycon pro før hver test, og vi satte godkjent kalibrering på volum til ± 1 %, og godkjent kalibrering av gass med en differanse på maksimalt ± 1.0 %. I vårt utvalg av forsøkspersoner, hadde alle gjennomført testing på et fysiologisk testlaboratorie før. Så dei var kjent med å puste gjennom slage, men det var liten eller ingen erfaring ved slik testing på sykkel. Dermed ble t1 mye læring for mange av personene, så for å sikre endå bedre realbilitet hadde det vert viktig å lett forsøkspersone bli kjent med det å gjennomføre en sykkeltest på forhånd. Et punkt på dette som var usikkert for flere var hvordan de ulike belastningene føltes noe som kunne vert et enkelt tiltak å gjennomføre.

Studiens testledere hadde også en noe ulik erfaring ved å være testledere. No som ført til noen feil i gjennomføringen av protokollen. Dette var feil som forsøkspersonene ikke oppfattet underveis i deres tester, men som kan ha hatt innvirkning på testresultatet. Vi ser at ved senere studier vil det være hensiktsmessig for reabiliteten til testene, at vi gjennomfører pilottesting, for å bli bedre kjent med gjennomføring. Dette vil i stor grad være det som i litteraturen blir referert til som tilfeldig forandring.

3 Vitenskapsfilosofi

3.1 Oppgåve 1: David Hume og Induksjonisme

Innanfor den vitenskaplege metoden finner ein to motsetningar, dette dei to metodane induksjon og deduksjon. Induksjon som ein vitenskapleg metode som tar utgangspunkt i enkelte individuelle utsegn og erfaringar. Med bakgrunn i dette ynskjer å komme fram til meir omfattande lovar og utsegn (Tranøy, 2021). Sjølv om induksjon er ein anerkjent metode innanfor vitenskapleg metode og filosofi så stilles det spørsmål med denne metoden. Ein av dei som har fleire meiningar rundt dette, er den skotske filosofen David Hume. Sentralt i hans arbeid er induksjon, og spørsmålet rundt bruken av induksjon i vitenskap (Alnes, 2022)

Humes skepsis til induksjon har sitt utspring i tanken om det å kunne skape ein generell oppfatning av det som me allereie veit eller endå ikkje veit heilt sikker. For det er slik at den generelle oppfatninga har blitt slik på grunn at det ikkje er blitt oppservert ein motsetning til denne oppfatninga. Så inntil me observere ein slik oppfatning, vil dette være den oppfatninga som står sterkast. Hume tenkjer at det ikkje er rasjonelt å argumentere for noko, viss me ikkje er sikker på at me ein gang kan observere noko anna. Altså viss me ikkje er sikker på at me skal kunne observere noko anna, så skal me likevel meine dette (Holmen, 2023). Det er dette som blir beskrive som uniformitetsprinsippet, som me enkelt kan beskrive ut i frå at framtida vil være lik fortida. I litteraturen blir dyr brukt i fleire eksempel for å vise Humes tankegang. For kan me sei at det er ein spesiell farge som gjelder for det dyre, berre på bakgrunn av observasjonane me har gjort og dermed gjere dette til den meir generelle haldninga for dette? Hume meiner i dette tilfellet at det er sannsynligheten som slår inn, for viss me ikkje har gjort andre observasjonar så vill sannsynligheten være liten for at me finner noko anna. Dermed har me skapt kjernen av induksjonsproblemet, for korleis skal me kunne sei noko om dette uten av referere til korleis det har vert før og uniformitetsprinsippet? Men då er me tilbake til at me generalisere igjen, for då vill me sei at det generelt har gått fint tidlegare. Dermed har me argument som går rundt og rundt i ein sirkel. Det er her Hume finner problem med induksjon som metode. Sjølv om Humes argument kan angå veldig mykje vitenskap, sidan mykje av det som me tar for oss går på det med observasjonar (Holmen, 2023).

Me har fleire ulike former for vitenskap, ein av desse er formalvitenskap som er eit felt der det er svært vanskeleg å motbevisa Hume sitt uniformitetsprinsipp. Denne tar for seg blant anna matematikken dreier det seg ikkje i like stor grad om observasjonar. Det er ikkje meir enn et svar på $1+1=2$, sidan me her har med konstante variablar som ikkje er mogeleg å endre. I

motsetting til eksempla som er gitt tidlegare med dyrs farge. Der me veit at det finnes ein stor grad av påverking, som igjen er vanskeleg å ha ein sikker observasjon av.

3.2 Oppgåve 2: Falsifikasjonisme

Me kan beskrive falsifikasjonisme som «en påvising av at en teori/hypotese eller påstand» er gal eller uholdbare. Denne teorien har sitt utspring frå mange av de store teorien på tideleg 1900 talet, som kunne finne svar på sin teori uansett korleis ein vridde og vente på de(Popper, 1985). Falsifikasjonisme er då det motsette av verifikasjon, som er den vanlegaste måten å jobbe på i dagens vitenskap. Der ein ynskjer å finne fram til om ein hypotese er (Verifikasjon, 2021). Men kva vill dette faktisk sei? Den anerkjente filosofen Karl Popper har lenge vert ein av dei viktigaste personane innanfor dette feltet. Han meiner at det ligger en viktig skilnad mellom falsifikasjonisme og verifikasjon, når me skal svare på ein hypotese om generelle utsegn eller det som blir beskrive som naturlover. Dette til tross for at ein kan finne ein logisk forklaring på at dette ikkje stemmer. Men kva er så hensiktene til falsifikasjonisme? For deira del blir det då viktig å auke den generelle graden av falsefiserbare hypotesar. Dette vil då sei at ein skal jobbe fram hypotesar som, uansett korleis du vri og vender på det kan motbevises(Alnes,2021).

Så kva er då ein hypotese som, Popper og hans falsifikasjonisme ville kunne stille eit spørsmål med? Etter å ha jobba mange år som skitrenar og no som masterstudent innanfor treningsfysiologi, tenkjer eg at falsifikasjonsme er noko ein skal være svært oppmerksom på. Me kan ta utgangspunkt i min idrett som er langrenn, dette er ein relativt teknisk uthaldsidrett. Der en stor teknisk forbedring kan være med på å skape framskritt og bedre prestasjonen til ein utøver, noko som gjer dette til ein svært viktig del av idretten og noko det jobbes svært mykje med. Men kva har dette med falsifikasjonisme og gjere? Jo, for til tross at dette er eit svært viktig felt, så blir dette gjort på ein måte som falsifikasjonismen kan rive i sund veldig fort. For det er slik at i store deler av treninga så blir teknikk trening gjort ut i frå korleis ein trener synes det du gjer ser ut, og korleis utøveren synes dette kjennes ut. Gjer ein endringer, så kjem det bare på bakgrunn av at en synes det kan se bedre ut og dermed håper ein at dette kan føles betre ut for utøveren.

For å skape framdrift er det klart at det ligger nokon grunnleggende fysikk prinsipper bak, men ein veit ikkje om dei justeringer ein har gjort i feltet vill være med å skape ein større kraft. Det er heller ingen som går 110 prosent likt , noko som gjer muligheita for å motbevise ein teknikk endå større. Historien forteller oss at det er eit problem som heile tida er i utvikling. For alle seier at me skal gjere som det blei gjort i går, heilt til ein kjem å gjer noko anna som vill gå fortare. Dermed ser me at det er ein stor utvikling på korleis ein går på ski i dag og for 50 år siden.

4 Labrapport

5 Studiedesign

I dette arbeidskravet skal vi se på hvordan ulike studier har blitt designet og hvordan de har gjennomført sitt studiedesign og hva statistiske analyser de har gjennomført. Jeg har valgt å ta utgangspunkt i fem studier som omhandler blokk periodisering av utholdenhetstrening. Studiene er B.R. Rønnestad et al. (2012), Rønnestad, Hansen, and Ellefsen (2014), Fabio A. Breil et al. (2010), García-Pallarés et al. (2010), Guro Strøm Solli, Espen Tønnessen, and Øyvind Sandbakk (2019)

Fellestrekket for disse studiene er at alle er gjort på en gruppe utøvere som holder svært høyt nivå innenfor sine idretter. García-Pallarés et al. (2010) og Guro Strøm Solli, Espen Tønnessen, and Øyvind Sandbakk (2019) bruker utøvere som er i den absolutte verdenstoppen innen for sine idretter. Men hva er blokk periodisering av utholdenhetstrening? Vi kan definert som en type modell for trening, der en dele det opp i kortere perioder (1-4 uker). I disse kortere periodene vill en ha fokus på å forbedre en spesifikk egenskap, som for eksempel VO_{2maks} . Før en da kan i neste periode ha et større fokus på en annen faktor som er med på påvirker prestasjonen i den gitte idretten (B.R. Rønnestad et al. 2012).

5.1 Studienes spørsmål

Dette er 5 studier som tar for det samme treningsprinsippet, men som har blitt gjennomført på forskjellig måte. Alle studiene har til felles at de ønsker å se på om det har vert eller en kan skape en forbedring ved å organisere trening som en blokk periodisering en det som en kan kategorisere som normal måte å gjennomføre utholdenhetstrening. I B.R. Rønnestad et al. (2012) og Rønnestad, Hansen, and Ellefsen (2014) blir denne tradisjonelle formen (TRAD) for utholdenhets trening beskrevet som to høy intensive økter i løpet av en trenings uke. Utover dette fyller en gjerne på med rolig trening. Alle studiene har som vi skal se på i denne oppgaven stiller sei spørsmålet om en BP kan forbedre faktorer som er avgjørende for prestasjonen i utholdenhetsidrett.

5.2 Studiedesign

Innen for forskingen på idrett og de ulike variablene som skal til for å prestere i idrett. Så er det en type studie som er det vanligste typen å bruke, dette er det som blir referert til som *case-kontroll studier*. Dette er studier som er bygd opp med en case gruppe, som i idrettstudier

skal gjennomføre en ny form for trening. Disse trenings dataene blir sammenlignet opp mot kontroll gruppen, som i dette tilfellet har fortsatt med sin vanlige tradisjonelle trening. Så vill disse to gruppene målt opp mot hverandre, for å sjå om det er en bedre framgang i enten case gruppa eller i kontroll gruppa(**browner2023?**). I vårt utvalg av studier har vi i stor grad studier som blir gjennomført på denne måten, der du har en case gruppe, som i dette tilfellet vil være en blok periodisering gruppe(BP). Mens en vill ha en kontroll gruppe, som i disse tilfellene forsetter med tradisjonell utholdenhetstrening(TRAD). B.R. Rønnestad et al. (2012) og Rønnestad, Hansen, and Ellefsen (2014) er studier satt opp etter denne formen for studiedesign. Fabio A. Breil et al. (2010) har det samme oppsettet, men den skiller seg like vell fra B.R. Rønnestad et al. (2012) og Rønnestad, Hansen, and Ellefsen (2014). I B.R. Rønnestad et al. (2012) og Rønnestad, Hansen, and Ellefsen (2014) så er det et oppsett der en skal ha et like stort trenings volum i TRAD og BP. Dette vill si at når en teller opp skal en ha like mange høy intensive økter(HIT) i både TRAD og BP. Den eneste forskjellen er hvordan en plassere disse øktene i forhold til hverandre. Mens Fabio A. Breil et al. (2010) er der en gruppe gjennomfører en BP. Men i motsetning til B.R. Rønnestad et al. (2012) og så er det stor forskjell til TRAD gruppen. Da denne gruppen forsette å trene som normalt, gjør dette at det sammenhengende treningtingstimuli blir veldig forskjellig.

Selv om García-Pallarés et al. (2010) også er en "case-kontroll studie", så skiller deg sei fra de andre med at den bruke de samme 10 utøvere både i som case-gruppe men også som kontroll gruppe. Der (**rønnestad2014?**), (**b.r.rønnestad2012?**) og (**fabioa.breil2010?**) bruker forskjellige utøvere i case gruppen og i kontroll bruker. Noe som vi kan se på som både en styrke og en svakhet, for med å bruke de samme personene til å teste ut to forskjellige treningsformer vill en få et godt svar på hva metode fungere best for de ulike personene. Men den foregår også over to år, noe som ikke sikrer oss for om det ene treningsåret ikke har innvirkning på den andre treningsåret. Men dette er en studie som virkelig er spesiell i sammenligning med andre studier. Den gjennomføres over 2 år, også i forbindelse med oppkjøringen til flere internasjonale mesterskap. Der en har utøvere har utøvere av høy internasjonal klasse, som skal være med å kjempe helt i toppen i disse konkurnasene. Noe som gjør denne studien unikt etter min mening, at en klarer å endre såpass mye på treningen til disse utøverne. Guro Strøm Solli, Espen Tønnessen, and Øyvind Sandbakk (2019) gjennomfører en case studie av den mest vinnende langrennsløper, med et utgangspunkt i et systematisk gjennomgang av hennes treningdagbøker. Studien bruker to trenings år som utgangspunkt. Et som ble gjennomført med TRAD og et som blei gjennomført med BP. **Eventuelt finne ein referanse på case studie**

Selv om det er litt forskjell i disse studiene så har alle en trenings intervensjon i studiene sine, men trenings intervensjonen er også gjort på en svært forskjellig måte. Rønnestad, Hansen, and Ellefsen (2014) og B.R. Rønnestad et al. (2012) inneholder trenings intervensjonen et like stort volum, men det en vesentlig forskjell i organiseringen. No som gir oss et godt utgangspunkt for å sjå på forskjellene. Fabio A. Breil et al. (2010) er som tidligere beskrevet også enn RBT studie som Rønnestad, Hansen, and Ellefsen (2014) og B.R. Rønnestad et al. (2012) . Men de skiller sei litt fra B.R. Rønnestad et al. (2012) og Rønnestad, Hansen, and Ellefsen (2014) , med at det er en stor forskjell i trening til kontrollgruppen. I Fabio A. Breil et al. (2010) så

har en ikke lagt like stor vekt på å ha et likt trenings volum i de to gruppene. Det er også en stor forskjell i type trening som ble gjort i de to studiene, noe som er en relativ stor feilkilde. Men på bakgrunn av at Guro Strøm Solli, Espen Tønnessen, and Øyvind Sandbakk (2019) har en case studie, så vill deres trenings intervensjon være svært forskjellig fra de andre studiene. Det er også det som er det store spørsmålet ved denne studien, er at det er 10 år mellom de to treningsåra som blir sammenlignet. For med 10 år kommer det også en stor andel annen trening inn i bildet. En vanlig treningsmengde for en langrennsløper vill være i område av 750 til 800 timer med utholdenhetstrening[Guro Strøm Solli, Espen Tønnessen, and Øyvind Sandbakk (2019)] . Når vi da ser at det er 10 år mellom disse to treningsårene, utgjør dette en vesentlig stor treningsmengde som vill ha påvirkning på utøverens fysiske form. García-Pallarés et al. (2010) gjennomfører treningen over en tidsperiode på to år. Denne perioden starta med et år med et år med TRAD, for så å gjennomføre BP i et år. I motsetning til B.R. Rønnestad et al. (2012) og Rønnestad, Hansen, and Ellefsen (2014) så ble det i denne studien en forskjell i mengden trening i året en gjennomført TRAD og BP. En viktig punkt i treninga i denne studien er at i en overgang mellom de to sesongene ble det en periode på 5 uker der en hadde “overgangsmetrening” som var mer fritt og ikke skulle påvirke i den ene eller andre retningen.

5.2.1 Statistikk

Det statistiske arbeidet både før, under og etter studiene er gjort på samme måte. De blei ikke i noen av studiene gjort en kalkulering av statistisk power på forhånd. Alle studiene brukte et signifikant nivå på 0,05, for å kunne avgjøre forskjellene mellom de to gruppene som gjennomførte TRAD og BP. **I Rønnestad, Hansen, and Ellefsen (2014) og B.R. Rønnestad et al. (2012)** gjort kalkulering av “Cohen´s d” å kalkulere. Dette er et mål på effektstørrelsen i utvalget som er tatt ut av populasjonen. Ved utrekning av “Cohen´s d” vill en få et resultat som ligger innenfor de følgende områdene triviell 0.0 til 0.2, liten 0.2 til 0.6, moderat 0.6 til 1.2, stor 1.2 til 2.0 og veldig stor >2.0 (Hopkins et al. 2009).

Dette vart også gjort på bakgrunn i de allerede små gruppe størrelsene og godt trente utøvere. Der det er unaturlig å forvente de aller største forbedringene. Med et testbatteri i flere av studiene som inkluderte flere variabler, er det ikke alle vi ser en signifikant forbedring på alle variabler. Studiene er her flink til å påpeke at det er ulike faktorer for prestasjon som ikke vill bli forbedret, men det er andres som vil bli forbedret. Dette blir brukt også i studienes konklusjon, da dette er viktige faktorer som vil ha noe å si for hvordan en anvender en slik studie i trenings planen til en utøver. Som det blir understreket i Fabio A. Breil et al. (2010) sin konklusjon, som er den studien med et av de største testbatteriene. De finner en klar effekt av det å BP utholdenhetstreningen, men siden dette går på bekostning av andre viktige faktorer SMJ og CJ så krever det veldig god planlegging for at en skal kunne opprettholde alle de viktige prestasjons variablene. García-Pallarés et al. (2010) bruker to andre statistiske tester enn hva som blir gjort i de andre. Dette er *The Shapiro-Wilk test* og *Mann - Whitney U* i sine analyser, som to tester som ser på normaliteten i de to gruppene. En Shapiro-Wilk test,

er en statistisk test som skiller seg fra den normale t-testen, da denne ikke tar utgangspunkt i at det er en normalfordeling på observasjonene i et utvalg. Altså er dette en test som passer når en forventer at observasjonen ikke vil fordele seg etter en normalkurve(r.dudley2012?) Som i tilfellet til García-Pallarés et al. (2010), der en har forsøkspersoner som er blant de absolutte beste i verden på det de driver med og dermed ikke passer innenfor normalfordelingen. *Mann - Whitney U* som er den andre testen som blir brukt til å sammenligne om det er forskjell i den avhengige variabelen for BP gruppen og for TRAD gruppen. Den ser på om fordelingen av denne avhengige variabelen er lik for begge gruppe og kan derfor komme fra samme populasjon(KARADIMITRIOU, Sofia Maria, MARSHALL, Ellen, and KNOX, Chris 2018).

5.2.2 Forsøkspersoner

Dette er fem studier som alle har det tilfelles at det er gjort på godt trente personer eller bedre. García-Pallarés et al. (2010) og Guro Strøm Solli, Espen Tønnessen, and Øyvind Sandbakk (2019) er studier som å gjort på utøvere som har prestert på topp internasjonalt nivå.

Alle studiene ble gjort på en treningsgruppe, som er tilknyttet enten en skole eller landslag. Det ble ikke gått ut å gjort en bredd rekruttering i den brede befolkningen. I Rønnestad, Hansen, and Ellefsen (2014) og B.R. Rønnestad et al. (2012) blir de referert til studien av Jeukendrup, Craig, and Hawley (2000) for å kategorisere nivået til syklistene. Ut i fra hans karakteristikker så er det ikke så mange personer som kan passe disse kategoriene viss enn ønsker å gjennomføre forskning for å finne nye måter å forbedre prestasjonen til utøvere som skal prestere på topp nivå. Dermed kan vi betrakte at dette er studier som er gjort på små populasjoner og en dertil mindre utvalg fra denne populasjonen. Vi kan dermed si at dette skaper en del statistiske svakheter i forhold til antallet forsøkspersoner.

5.2.3 Testing

De fleste studier har en pre test og en post test i av disse utvalgte studiene. Selv om de gjør denne testingen på ulike måter. Det skilles litt i hva andre variabler som blir brukt, men det er laktatprofil og VO_{2maks} er en viktig variabel for å måle forskjellen mellom BP og TRAD. Enkelte studier som Fabio A. Breil et al. (2010) og García-Pallarés et al. (2010) har også valgt å inkludere andre spesifikke tester for den spesifikke idretten i sitt testbatteri. I Fabio A. Breil et al. (2010) er dette tester som for eksempel counter-movement jump(CMJ) og squat jumps(SJ) på kraft plattform. Dette er variabler som er viktig for prestasjonen i alpint. Siden Guro Strøm Solli, Espen Tønnessen, and Øyvind Sandbakk (2019) er en case studie som er gjort lenge etter at disse sesongene ble gjennomført, så gjennomfører disse ikke noe testing. No som gjør at vi ikke ser noe utvikling i de variablene som er viktig for prestasjon, og som vil kunne være viktig for å sjå på hva effekt de ulike treningsformene ga på denne utøveren.

5.2.4 Resultat

Så hva seier resultatene i disse fem studiene, som alle tar for seg BP vs. TRAD? Til tross for noe ulikhet i gjennomføringen av disse studiene, kan vi se at de er et samsvar med resultatene som fra alle fire av studiene. I Rønnestad, Hansen, and Ellefsen (2014), B.R. Rønnestad et al. (2012), Fabio A. Breil et al. (2010) og García-Pallarés et al. (2010) ser en at BP gir en bedre eller som en mer effektiv øke i viktige parameter som skal til for å prestere på et høyt nivå i utholdenhetsidretter. I resultat delen skiller Guro Strøm Solli, Espen Tønnessen, and Øyvind Sandbakk (2019) seg fra de andre studiene da denne ikke har gjennomført en testing i samme grad, og heller bruker talle fra utøveren treningsdagbok som resultat. For å se var som fungerte best, brukes også rangering ut i fra konkurranser blir brukt resultat av de to ulike årene. Dette kan stilles spørsmål med da dette ikke viser noe forbedring i en prestasjons variabel men det samla resultatet av flere. Vi også at fokuset på BP av utholdenhets variabel gir et god forbedring for denne variabel en ønsker å forbedre, men vi ser at det ikke er like positivt for andre variabler. For eksempel var det en signifikant reduksjon i maksimal kraft i CMJ og SJ (Fabio A. Breil et al. 2010)

5.3 Diskusjon

Så med utgangspunkt i disse fem studiene, hva skal vi konkludere med? Det er alle studier som gir oss et godt utgangspunkt for å kunne vurdere forskjellen mellom en TRAD gruppe eller BP. Selv om både Guro Strøm Solli, Espen Tønnessen, and Øyvind Sandbakk (2019) og García-Pallarés et al. (2010) bruker samme utøvere som referanse punkt på begge metoder, og har i den form god svar på hvordan de ulike typene for trening fungere. Guro Strøm Solli, Espen Tønnessen, and Øyvind Sandbakk (2019) bruker to trenings år som er 10 år mellom og det som er en stor dose med trening. Vi kan ut fra studien sine beskrivelser tenke oss at denne forsøkspersonen trente mellom 750 til 850 timer i sesongen. Over 10 år tilsvare det de mellom 7500 og 8500 timer med trening. Når en har en slik dose med trening i mellom de to åra en sammenligner er det ganske klart det vill ha en form for innvirkning på den fysiske formen til forsøkspersonen i denne case studien. Mens García-Pallarés et al. (2010) bruker 2 år etter hverandre, men her er det veldig forskjell i mengden trening som blir lagt ned i de to åra. Med at (**garcía-pallarés_performance_2010?**) gjennomføre sin studie med påfølgende år etter hverandre er det ikke like stor forskjell i antall timer trening som er lagt ned. No som gjør at denne studien har mindre svakheter enn (**gurostrømsolli2019?**), når det kommer til den trening forsøkspersonene har lagt ned og hva resultat som kommer ut av de. Rønnestad, Hansen, and Ellefsen (2014) og B.R. Rønnestad et al. (2012) er veldig tydelig på det like trenings volumet i sine studier, gir dette oss et bedre resultat på hvordan en skal organisere trening er usikkert. Men de veier opp for at de ikke bruker de samme personene i både TRAD og BP gruppen. Dette er også to studier som har en gjennomføring av trenings delen som er mer standardisert, i form av at alle HIT økter blir gjennomført på egen sykkel på rulle. Noe som gjør at en får en veldig god gjennomføring av alle HIT øktene, med tanke

på intensitetstyring. Fabio A. Breil et al. (2010) har i motsetning til Rønnestad, Hansen, and Ellefsen (2014) og B.R. Rønnestad et al. (2012) en kontroll gruppe som trener veldig forskjellig fra BP gruppen, som gjør at vi kan stille spørsmålet ved kontroll gruppen. Mens BP gruppen gjennomfører har et ensidig fokus på utholdenhetstrening. Så har kontrollgruppen en trening som består av utholdenhet, styrke og andre grunnleggende elementer i barmarkstrening for alpinister. Når innholdet blir så forskjellig i tillegg til mengden trening i BP og TRAD gruppa, vill en få en klar effekt på utholdenhet for BP gruppa. Men vi ser at denne effekten er positivt for utholdenhets faktorer men ikke for styrkefaktor.

Alle studiene har sine styrke og svakheter sett opp mot hverandre, men de har til felles at de har relativt få forsøkspersoner. No som gir alle studiene en viss svakhet når det kommer til statistisk styrke. Men ut i fra studiene må vi i dette tilfelle akseptere en lavere statistisk styrke for at vi skal kunne gjennomføre studier med forsøkspersoner som har de egenskapene vi er ut etter(Browner 2023).

5.4 Referanser

6 Repeterte forsøk

6.1 Introduksjon

Målet med denne studien var å se på effekten av enkle og flere sett trenings protokoller sin effekt på styrke, muskel hypertrofi og fibertype sammensetning. Vi vill også se hvordan disse faktorene vill påvirke kropp sammensetningen til forsøkspersonene, når de går fra å trene lite til mer jevnlig styrketrening. Dette vill alle gi oss en bedre forståelse i for utviklingen i det å trene enkle og flere sett trening.

I denne studien skal vi se på hvordan ulike treningvolum påvirker styrke og muskelvekst. Det er gjort en del tidligere forskning på hvordan en skal bygge opp sine styrke økter. Før vi kan diskutere om det er forskjell mellom ulike sett, så er det viktig å understreke hva vi er ute etter. Vi ønsker å se om hva som kan skape den største framgangen. Når en har sett på dette tidligere, så er det flere studier som har funne at 3 sett gir en større framgang enn hva 1 sett gir (Kramer et al. 1997; Kelly et al. 2007; Radaelli et al. 2015) . Vi ser også at det er studier som har sett på enkle vs. flere sett der forsøkspersonen består i sin helhet av kvinner. I den ene studien viste ikke en like klar framgang som studien med mannlige forsøkspersoner. Studien viste framgang i 1RM for begge gruppen som både enkle sett og flere sett. Men vi må i denne studien stille spørsmål om det er forskjell mellom kvinner og menn. Men denne rapporten inneholder en svak statistisk del, som gjør at det er usikker med å trekke konklusjoner ut fra denne rapporten (Kraemer et al. 1995). Men ser vi på studier med kvinner som er gjort med en erfaring innenfor styrke. Finner vi noe av de samme resultatene som vi ser hos menn. I et hel kropps program så en at fikk en overlegen styrke forbedring hos de som trente 3 sett i sammenligning med 1 sett (Schlumberger, Stec, and Schmidtbleicher 2001).

6.2 Metode

6.2.1 Deltakere

For denne studien ble det rekruttert 41 menn og kvinner. Det var enkle kriterier for å kunne passe inn i i utvalget av forsøkspersoner. For å delta måtte en være ikke røykende og mellom 18 og 40 år. En måtte også sette av tid for å kunne gjennomføre 12 uker med trening og tilhørende tester. Det var noen kriterier som ville ekskludere personer fra studien. Personer som ikke tålte bedøvelse, hadde hatt mer enn 1 styrke økt i uka de siste 12 månedene eller

hadde muskelskader eller fra tidligere fikk ikke mulighet til å delta. I forbindelse med data analysen ble sju personer utelatt på grunn av en manglende gjennomføring av de 12 ukene med trening.

Table 6.1: Forsøkspersoner

FP karakteristikk

sex	Alder(år)	Høgde(cm)	Vekt(kg)
female	22.20	167.27	64.41
male	23.73	183.87	77.71

Verdier er i gjennomsnitt

6.2.2 Trenings intervensjon

For alle 41 forsøkspersonene besto trening av et 12 ukers styrketrenings program for hele kroppen. Alle deltakerne gjennomførte treningen mellom september og november. Treningsøktene ble gjennomført med standardisert oppvarming på 5 min. Før en gjennomførte 10 repetisjoner med armhevinger, sit-ups og rygg heving i maskin og knebøy. Oppvarmingen ble avsluttet med avsluttet et sett med 10 repetisjoner på 50 prosent av 1 RM for hver styrke øvelse. For bein øvelsene ble de gjennomført slik at beina tilfeldig ble tildelt trenings volum, slik at en bruker det en som kontroll for det andre benet. Bein øvelsene som ble gjennomført var en fots beinpress, bein curl, kne extension, en gjorde samme øvelse på begge bein. For foten som hadde fått tildelt 1 sett, ble dette gjort mellom 2 og 3 sett. Utover disse bein øvelsene ble det gjort øvelser for overkropp, dette var bilateral benkpress, ned trekk, så kunne en velge mellom skulder press eller sittende roing. Av disse overkropps øvelsene, ble det gjort 2 sett hver.

6.2.3 Tester

For prosjektet ble det gjort tester innenfor flere områder som hadde relevans for prosjektet. Det blei gjort tester innenfor styrke, tverrsnitt av muskel, kropps sammensetning, hormonelle målinger, biopsi av muskel vev.

6.2.3.1 Muskelstyrke

For å teste den ensidige isokinetiske og isometriske muskelstyrken ble det brukt dynamometer. Den iskinetic torken ble målt med tre vinkel hastigheter på 60 grader, 120 og 140 grader. For at forsøksperson skal vite hva de går til, så fikk de prøve tre maksimale forsøk før selve testen.

Den maksimale muskelstyrken ble testet ved at hvert av beina ble testet separat i beinpress maskin. Det ble også gjort 1 RM kne ekstensjons maskin. Her ble det også gjort tre oppvarmingsett på submaksimale belastninger. Det var den maksimale verdien for kvar av testene som ble brukt i analysene til slutt. For at de siste øktene ikke skulle påvirke for mye, ble testene ikke gjort før 48 timer etter siste treningsøkt.

6.2.3.2 Muskel tverrsnitt og kroppsamesetning

En var i denne studien heldig å fikk bruke MRI til å undersøker tverrsnittet av kneekstensorene. En så i dette tilfellet på vastus lateralis, medjalis, intermedius og rectus femoris. Dette ble gjort både før og etter trenings intervensjonen. En fikk analysert analyse av personenes kropp sammensetning ved bruk av DXA. Før både DXA og MRI ble forsøkspersonen bedt å faste for 2 timer og ingen hard fysisk aktivitet 48 timer før testene.

6.2.3.3 Muskel biopsi

Biopis ble tatt bilateralt fra vastus lateralis. Dette ble gjort under bedøvelse, der en brukt et fjær ladet biopsi instrument(Bård Magnum, Bård, Rud, Norway). Det ble gjort tiltak for å sikre en best mulig rehabilitere, med prøver på samme tidspunkt og at en hadde standardisert måltid på forhånd. Prøvene ble raskt fryst ned, for lagring fram til analysene ble gjort

6.2.3.4 Dataanalyse og statistikk

Forsøkspersoner som ikke gjennomførte helle treningsperioden, ble ikke inkludert fra den statistiske analysen i etterkant av treningsperioden. Vi ønsker i dette tilfellet å se på utviklingen av fettfri masse i beina, mellom 1 og 3 sett. I kombinasjonen med dette ser vi også på hvilket ben som har en størst utvikling i forhold til kor mange sett den trener. Disse tallene er presentert som gjennomsnitt med standardavvik. Vi bruker en tosidig t-test for å se om det er en signifikant forskjell mellom de to beina, for den fettfrie massen.

6.3 Resultat

Som vi ser ut i fra Figure 6.1 så er det en økning for både for beinet som trente 1 sett og beine som trente flere sett. Vi får en signifikant forskjell mellom et sett og flere sett med en p verdi på 0,0359.

I Figure 6.2 ser vi 1 RM verdier i kne ekstensjon der en har gjort tester ved pre test, økt 1, i trenings uke 2, 5 og 9 og ved post test. Vi ser at det er liten forskjell i starten av trenings intervensjonen, før en ser at de som har trent flere sett har en større økning. T -test bør inn her

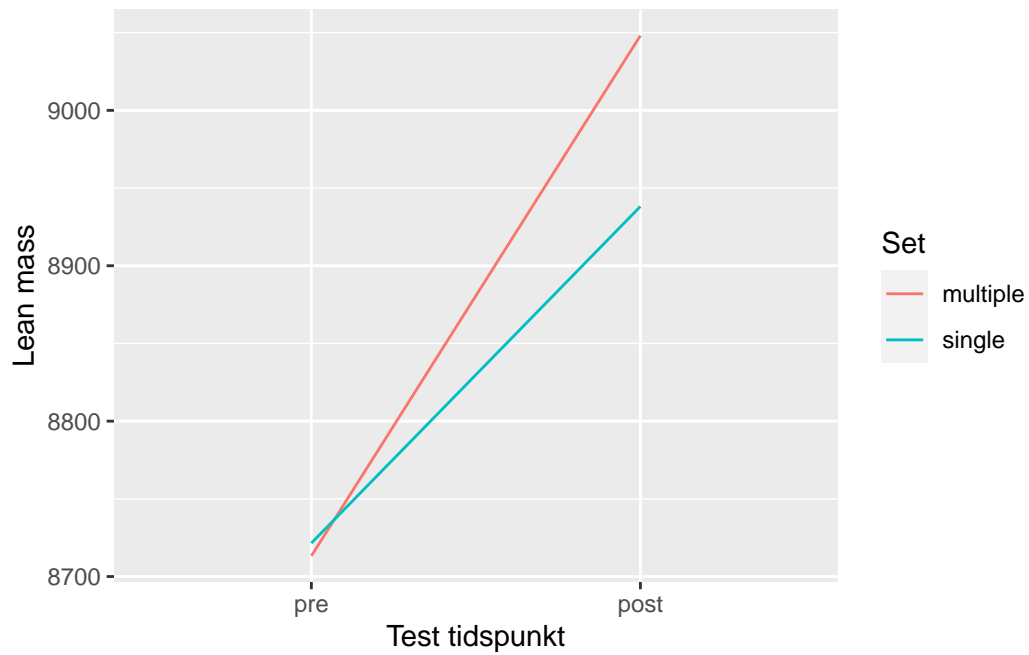


Figure 6.1: ?(caption)

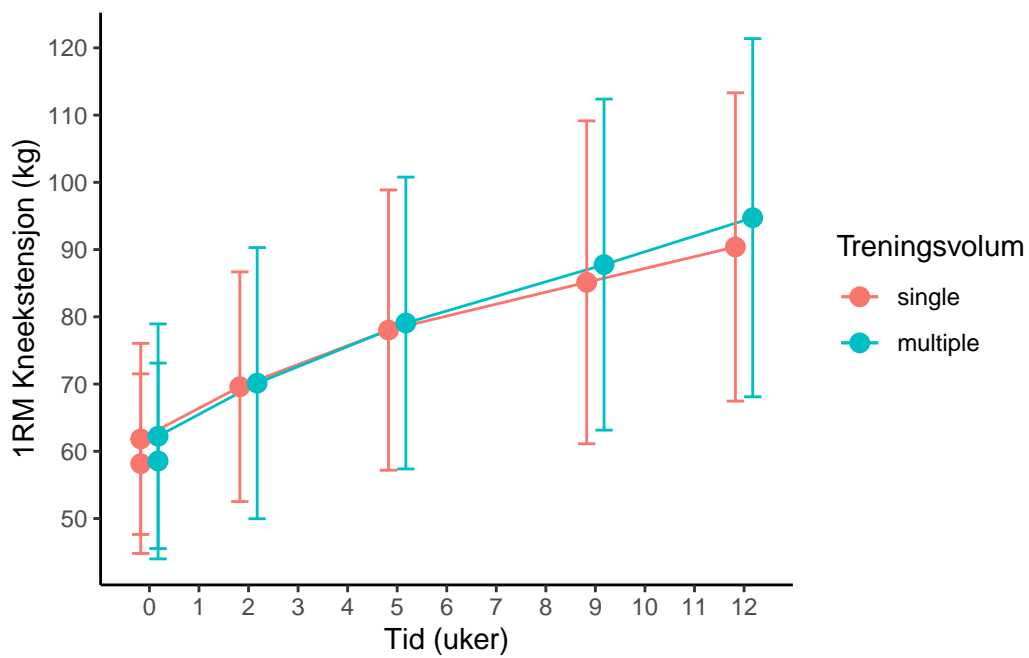


Figure 6.2: ?(caption)

6.4 Diskusjon

Utgangspunktet for denne studien var å se på forskjellen mellom enkle og flere sett, og hvordan de ville påvirke flere forskjellige faktorer. Gjennom vår 12 uker lange periode med styrketrening, har vi sett at 3 sett gir signifikant større framgang enn 1 sett i fett fri masse. Vi har også sett at 3 sett gir en større framgang i 1 RM kne ekstensjon, men at dette ikke er noe signifikant forskjell mellom 1 og 3 sett. Noe som samsvarer med resultatene vi finner i tidligere studier. Der alle har sett at det et større trenings volum vil være med på å skape en større framgang enn mindre trenings volum(Kraemer et al. 1995; Schlumberger, Stec, and Schmidtbleicher 2001; **kelly2007?**). Selv om vi i vår studie inkluderte beintreningen i et fullkropppprogram, så ble det ikke trent forskjellige repetisjoner for armene. Det ble heller ikke gjort testing av muskel styrken, slik at vi ikke vet om dette er noe som kan bekreftes for overkropp.

7 Summary

In summary, this book has no content whatsoever.

References

- B.R. Rønnestad, S. Ellefsen, H. Nygaard, E. E. Zacharoff, O. Vikmoen, J. Hansen, and J. Hallen. 2012. “Effects of 12 Weeks of Block Periodization on Performance and Performance Indices in Well-Trained Cyclists.” *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, no. 24: 327–35. <https://doi.org/doi: 10.1111/sms.12016>.
- Browner, Warren S. 2023. *Designing Clinical Research*. 5th edition. Philadelphia: Wolters Kluwer Health.
- Fabio A. Breil, Simone N. Weber, Stefan Koller, Stefan Koller, Hans Hoppeler, and Michael Vogt. 2010. “Block Training Periodization in Alpine Skiing: eVects of 11-Day HIT on VO2max and Performance,” no. 109: 1077–86. <https://doi.org/DOI 10.1007/s00421-010-1455-1>.
- García-Pallarés, Jesús, Miguel García-Fernández, Luis Sánchez-Medina, and Mikel Izquierdo. 2010. “Performance Changes in World-Class Kayakers Following Two Different Training Periodization Models.” *European Journal of Applied Physiology* 110 (1): 99–107. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1484-9>.
- Guro Strøm Solli, Espen Tønnessen, and Øyvind Sandbakk. 2019. “Block Vs. Traditional Periodization of HIT: Two Different Paths to Success for the World’s Best Cross-Country Skier.” *Frontiers in Physiology* 10 (375): 11. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00375>.
- Hopkins, William G., Stephen W. Marshall, Alan M. Batterham, and Juri Hanin. 2009. “Progressive Statistics for Studies in Sports Medicine and Exercise Science.” *Medicine & Science in Sports & Exercise* 41 (1): 3–12. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31818cb278>.
- Jeukendrup, Asker E, Neil P Craig, and John A Hawley. 2000. “The Bioenergetics of World Class Cycling.” *Journal of Science and Medicine in Sport* 3 (4): 414–33. [https://doi.org/10.1016/S1440-2440\(00\)80008-0](https://doi.org/10.1016/S1440-2440(00)80008-0).
- KARADIMITRIOU, Sofia Maria, MARSHALL, Ellen, and KNOX, Chris. 2018. “Mann-Whitney u Test.” Sheffield: Sheffield Hallam University.
- Kelly, Stephen B., Lee E. Brown, Jared W. Coburn, Steven M. Zinder, Lisa M. Gardner, and Diamond Nguyen. 2007. “THE EFFECT OF SINGLE VERSUS MULTIPLE SETS ON STRENGTH:” *Journal of Strength and Conditioning Research* 21 (4): 1003–6. <https://doi.org/10.1519/00124278-200711000-00003>.
- Kraemer, William J., R. U. Newton, J. Bush, J. Volek, N. T. Triplett, and L. P. Koziris. 1995. “VARIED MULTIPLE SET RESISTANCE TRAINING PROGRAM PRODUCES GREATER GAINS THAN SINGLE SET PROGRAM: 1096.” *Medicine & Science in Sports & Exercise* 27 (Supplement): S195. <https://doi.org/10.1249/00005768-199505001-01096>.
- Kramer, James B., Michael H. Stone, Harold S. O’Bryant, Michael S. Conley, Robert L. John-

- son, David C. Nieman, Darren R. Honeycutt, and Thomas P. Hoke. 1997. "Effects of Single Vs. Multiple Sets of Weight Training: Impact of Volume, Intensity, and Variation." *The Journal of Strength and Conditioning Research* 11 (3): 143. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(1997\)011%3C0143:EOSVMS%3E2.3.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(1997)011%3C0143:EOSVMS%3E2.3.CO;2).
- Radaelli, Regis, Steven J. Fleck, Thalita Leite, Richard D. Leite, Ronei S. Pinto, Liliam Fernandes, and Roberto Simão. 2015. "Dose-Response of 1, 3, and 5 Sets of Resistance Exercise on Strength, Local Muscular Endurance, and Hypertrophy." *Journal of Strength and Conditioning Research* 29 (5): 1349–58. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000758>.
- Rønnestad, B. R., J. Hansen, and S. Ellefsen. 2014. "Block Periodization of High-intensity Aerobic Intervals Provides Superior Training Effects in Trained Cyclists." *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 24 (1): 34–42. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2012.01485.x>.
- Schlumberger, A., J. Stec, and D. Schmidtbleicher. 2001. "Single- Vs. Multiple-Set Strength Training in Women." *Journal of Strength and Conditioning Research* 15 (3): 284–89.