

IDR4000 Mappedexamen

Kandidat 408

2023-11-17

Table of contents

Forord	4
1 Reliabilitet	5
1.1 Introduksjon	5
1.2 Metode	5
1.3 Resultat	6
1.4 Diskusjon og reliabilitet	7
1.5 Diskusjon av våre resultater	8
1.6 Konklusjon	9
2 Vitenskapsfilosofi	10
2.1 Oppgave 1 - Hume og induksjonsteorien	10
2.2 Oppgave 2 - Falsifikasjonisme	11
3 RNA ekstraksjon og analyse	13
3.1 Introduksjon	13
3.2 Metode	13
3.3 Resultater	15
3.4 Diskusjon	16
3.5 Konklusjon	17
4 Studydesign	18
4.1 Innledning	18
4.2 Metode	18
4.3 Logikk	19
4.4 Diskusjon	19
4.5 Konklusjon	21
5 Analyse av repeterte forsøk	22
5.1 Introduksjon	22
5.2 Metode	22
5.3 Resultat	24
5.3.1 Endringer i muskelmasse	24
5.3.2 Endringer i muskelstyrke	25
5.4 Diskusjon	25
5.5 Konklusjon	26

Forord

Denne boken er besvarelsen i mappeeksamen i emnet IDR4000 - Kvantitativ metode og statistikk. Filene denne boken er bygget opp av og tilhørende kode finnes i linken <https://github.com/HeddaWaller/idr4000-eksamen.git>.

1 Reliabilitet

1.1 Introduksjon

Maximal Accumulated Oxygen Deficit, heretter MAOD, er en test som måler utøverens anaerobe kapasitet (Tanner, Gore, and Australian Institute of Sport 2013). Testen kan utføres med flere ulike bevegelsesformer, men vanligst er løping og sykling. Til tross for at testen regnes som det beste praktiske målet på anaerob kapasitet, er det en rekke metodiske utfordringer knyttet til testen. Det er derfor ingen universell protokoll for måling av MAOD. Anaerob trening er trening uten nok oksygentilførsel til musklene. Dersom man opprettholder dette over lengre tid vil muskulaturen ikke klare å kvitte seg med avfallsstoffer, og det dannes melkesyre i muskulaturen. Ved å måle MAOD måles den anaerobe frigjøringen av oksygen i kroppen (Tanner, Gore, and Australian Institute of Sport 2013). Det er likevel viktig å trekke fra kroppens naturlige oksygenlager på 9%, for å finne den absolutte anaerobe energifrigjøringen (Tanner, Gore, and Australian Institute of Sport 2013).

Hensikten med denne oppgaven er å presentere målinger av reliabiliteten for data hentet inn på fysiologisk laboratorium. Dataen er hentet fra to ulike testdager, der blant annet MAOD-testen ble gjennomført på Lode ergometersykkel. Flere tiltak ble gjort for å sikre god reliabilitet

1.2 Metode

Testprosedyre forberedelser:

I forkant av testen ble ingen retningslinjer gitt til utøveren. På testdagen ble utøveren veid, og det ble følgelig gjennomført fire tester. Den første testen var en knebøy-test, der kraft/hastighet ble målt. Her ble tre repetisjoner gjennomført med maksimal innsats med henholdsvis 30%, 60% og 90% av utøverens kroppsvekt. Videre gjennomførte utøveren to submaksimale drag på sykkel. Hvert drag var på 4 minutter, der VO₂-målinger ble gjort hvert 30. sekund fra 2 minutter. På de samme tidspunktene ble tråkkfrekvensen notert ned. Her ble det benyttet en wattbelastning på 100W og 150W. Etter en to minutters pause gjennomførte utøveren en VO₂max.

Testprosedyre MAOD:

Utøveren gjennomførte MAOD-testen som siste test av fire tester. Dermed var utøveren ferdig oppvarmet til test, og det krevdes ingen ytterligere oppvarming. Hele testen gjennomføres med

neseckle og munnstykke, og det måles oksygenopptak hvert 30 sekund. Før testens start informeres utøveren om at tråkkfrekvensen optimalt skal ligge på gjennomsnittlig tråkkfrekvens fra tidligere gjennomførte submaksimale drag, og utøveren kan begynne å tråkke uten motstand på sykkelen. En forhåndsbestemt wattbelastning settes i starten av en 30 sekunders måleperiode. Testen foregår til utmattelse, som antas å være når tråkkfrekvensen er < 60 RPM. Ved utmattelse stoppes tiden, og utøveren kan ta av nesecklen og munnstykket.

1.3 Resultat

Gjennomsnitt av deltakerne

Kjønn	Age	Vekt (kg)	Høyde (cm)	Deltakere
M	24 (2.00)	76 (4.90)	181 (6.09)	6

Tabell 1 viser utvalget av deltakerne, samt deres kjønn, alder, høyde og vekt.

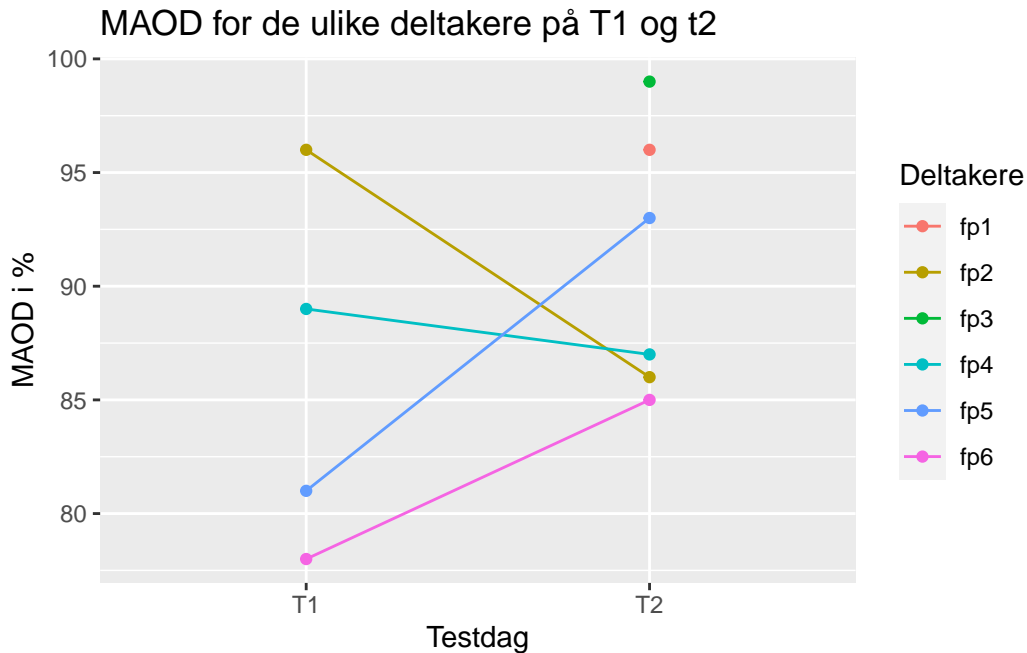
Gjennomsnitt av oksygenopptak under MAOD-test

MAOD T1	MAOD T2	Differanse	Deltakere
85.86 (8.20)	90.92 (5.88)	5.06	6

Tallene i tabell 2 viser hvor stor prosentandel av oksygenopptaket som var dekket av anaerobe energiprosesser under MAOD-testen. Differansen viser forskjellen mellom testdag 1 og testdag 2.

MAOD for de uike deltakerne på T1 og T2

Gjennomsnittelig anaerobt arbeid for deltakerne var 89%, med et standardavvik på 6,9. Dette resulterte i en variasjonskoeffesient (cv) på 7,75.



Figuren presenterer reliabiliteten mellom T1 og T2.

1.4 Diskusjon og reliabilitet

Tre måter å måle reliabilitet

Med reliabilitet mener vi reproduserbarheten til en test, analyse eller annen måling i gjentatte forsøk på de samme individene (Hopkins 2000). Hopkins (2000) viser til tre måter å måle reliabilitet på «within-subject random variation», «systematic change in the mean» og «retest correlation».

(Hopkins 2000) forklarer at «within-subject variation» er den viktigste reliabilitetsmålingen. «Within-subject variation» kan ses på som tilfeldig variasjon i målinger når et enkelt individ blir testet flere ganger (Hopkins 2000). Variasjonen i målingene hos det enkelte individet kan vises som standardavvik. Ved å dele standardavviket på kvadratroten av to finner man det (Hopkins 2000) refererer til som «typical error». Det finnes flere kilder til «typical error» i en måling, som for eksempel endringer i fysisk eller mental tilstand mellom de to testene.

Endringer i gjennomsnittet kan være tilfeldige eller systematiske. «Systematic change in the mean» kan oppstå fordi testpersonene får bedre kjennskap til testen eller økt motivasjon. Systematiske endringer i gjennomsnittet kan påvirke enkelt individers resultater som igjen kan påvirke typical error (Hopkins 2000). (Hopkins 2000) foreslår å gjennomføre testen mange nok ganger før intervensjonen slik at man minimerer denne læringseffekten.

Den siste målingen for reliabilitet (Hopkins 2000) presenterer er «retest correlation». Her kontrollerer man forskjellen mellom de ulike testene hos hvert enkelt individ. Dersom hvert individ har identiske målinger på test og retest har korrelasjonskoeffisienten en verdi på 1. Lages det en graf av de to forsøkene vil de to punktene danne en vannrett linje. Dersom målingene er ulike mellom test og retest, vil dette gjøre utslag på korrelasjonskoeffisienten, og grafen vil ikke lenger være vannrett. Ved tilfeldig feil i målingene vil dataen vise en tilfeldig spredning av punkter og korrelasjonskoeffisienten vil være nærmere 0 (Hopkins 2000). En korrelasjonskoeffisient nærmere null viser til lite reliable målinger.

I denne oppgaven har vi valgt å regne ut variasjonskoeffisienten for å måle reliabiliteten på testene våre. Variasjonskoeffisienten forteller oss hvor mye tallene i dataen prosentvis viker fra estimatet og er ofte et uttrykk for standardfeilen (SE). Standardfeilen er et mål på usikkerheten rundt en estimert parameter, som i dette tilfellet er estimatet. Grunnen til at man bruker variasjonskoeffisienten er at sammenlikningen blir mer nøyaktig ettersom standardfeilen ofte øker når målingsverdiene blir større, mens prosentverdiene er ganske like (Hopkins 2000). En høyere variasjonskoeffisient betyr stor spredning i dataen. Dersom variasjonskoeffisienten er lav er målingene likere, og vi kan anta at reliabiliteten er høyere enn om variasjonskoeffisienten er høy.

1.5 Diskusjon av våre resultater

Resultatene viser at det ikke er en stor reliabilitet i dataene som ble samlet inn. Dette grunnet en cv-verdi på 7.75. Den optimale cv-verdien ville ligget nærmere 1. Med andre ord vil cv-verdier lenger unna 1 være en indikator på lav reliabilitet. Hvorfor cv-verdien ble 7.75 kan skyldes flere feilkilder og utfordringer underveis i tetsingen. En av feilkildene som kan ha påvirket var at vi ikke fikk samlet inn data på to av forsøkspersonene under testdag 1. Dette påvirket dataen vår slik at vi ikke kunne regne ut deres MAOD-verdi på testdag 1. En annen feilkilde er at slangen skled av munnstykket under den ene testen og førte til at vi mistet viktige tall på slutten av denne testen. Vi kan tenke oss at målingene som ble tatt før slangen skled av vil være lite reliable i og med at slangen sannsynligvis har hatt en lekkasje som følge av at den ikke satt godt nok på munnstykket. Det er også mulig at forsøkspersonene har hatt et læringsutbytte fra testdag 1 til testdag 2. Dette kan ses i tabell 2 hvor forsøkspersonene har en gjennomsnittlig forbedring på 5,06%. Denne feilkilden kunne potensielt ha vært redusert ved å gjøre forsøkspersonene bedre kjent med testen før den skulle gjennomføres. De kunne for eksempel ha observert andre forsøkspersoner utføre testen først eller ha gjennomført en generalprøve selv. Fem av seks forsøkspersoner er idrettsstudenter, og det er sannsynlig at flere av personene var kjent med testene som ble utført. Det er dermed ikke sikkert at observasjon eller generalprøve ville bidratt til å dempe et eventuelt læringsutbytte. En generalprøve kunne derimot bidratt til å redusere feilkilder utført av testlederne. For tre av fire testledere var dette første gangen de utførte slike tester, og det er dermed lett å gjøre feil som påvirker testresultatene.

1.6 Konklusjon

For å konkludere viser testresultatene lite reliable svar. Det er flere feilkilder som etter all sannsynlighet har påvirket testene, og den høye cv-verdien er et resultat av dette.

2 Vitenskapsfilosofi

2.1 Oppgave 1 - Hume og induksjonsteorien

- Ifølge Hume er det umulig å rasjonelt begrunne bruken av induksjon. Hva er argumentet for denne konklusjonen? Er det mulig å unngå Humes konklusjon? Begrunn svaret ditt.

På midten av 1700-tallet presenterte den skotske filosofen David Hume induksjonsproblemet gjennom sine to hovedverk (Rækstad 2012). Selv om lignende diskusjoner allerede fant sted allerede på midten av 1600-tallet, er det Hume som gjorde problemet særlig kjent. Problemet grunner i at induktive slutninger og argumenter ikke er logisk bindende, men heller en antakelse basert på sannsynlighet (Rækstad 2012). Induktive slutninger kan defineres som «en type resonnement eller slutning hvor premisenes sannhet ikke garanterer for konklusjonens sannhet» (Rækstad 2012). Alle sannsynlighetsdommer vil være basert på antagelsen om at fremtiden ligner fortiden. Rasjonalitet bygger på fornuft og logikk. Hume, som mener at det er umulig å rasjonelt begrunne bruken av induksjon, peker på bristen som etter hvert vil oppstå mellom sannsynlige antakelser og fornuft og logikk. Et kjent eksempel er at vi antar at solen vi komme opp på himmelen i morgen. Antakelsen baserer vi på den erfaringen av at solen har stått opp hver dag så lenge vi kan huske. Vi finner denne antakelsen også igjen i uniformitetsprinsippet, som baserer seg på at «fremtiden vil være som fortiden» (Vassend, O. B., personlig kommunikasjon, 9. oktober, 2023). Ifølge Hume forutsetter alle induktive argumenter uniformitetsprinsippet. Det betyr at argumentene baserer seg på at siden det har skjedd tidligere, vil det mest sannsynlig skje igjen. Det Hume blant annet belyser er tanken om at det nødvendigvis ikke trenger å skje igjen, gjennom strengt rasjonell begrunnelse (Rækstad 2012). Han mente at selv om vi har observert et fenomen flere ganger, betyr ikke det at det konsekvent vil skje i fremtiden. Dermed stiller Hume spørsmål til den universelle generaliseringen og uniformitetsprinsippet. Siden uniformitetsprinsippet står uten rasjonell begrunnelse, vil ikke heller de induktive argumentene ha en rasjonell begrunnelse. Med andre ord kan ikke rasjonaliteten støtte opp under tanken om at fremtiden vil være som fortiden, ettersom fornuften og logikken tilsier at det på et tidspunkt ikke lenger kan stemme. Hume mener derfor at de induktive slutningene ikke er en pålitelig kilde til kunnskap, siden vi ikke vet om slutningen kan være gyldig til evig tid (Hempel 1966).

Innenfor filosofien har denne problemstillingen vært sentral siden Hume gjorde den kjent på midten av 1800-tallet. Hume sitt svar på hvorfor vi velger å betro oss til disse argumentene er vår psykologiske sammenheng (Vassend, O. B., personlig kommunikasjon, 9. oktober, 2023).

Den rasjonelle begrunnelsen baserer seg på fornuft og logikk, og man skulle tro at logikken og fornuften skulle tilsi at det som tidligere har skjedd ville skje igjen. Likevel sier Humes strenge tolkning av rasjonalitet mot dette. Siden induksjonsproblemet har utfordret induktive slutninger, har det åpnet for andre tilnærminger innenfor vitenskapelig metode. Både sannsynlighetsteori innenfor Bayesianisme, HD-teorien og falsifikasjonisme er alle teorier som tilnærmer seg induktive slutninger, med ulik grad av rasjonell begrunnelse (Vassend, O. B., personlig kommunikasjon, 9. oktober, 2023). Med disse tilnærmingene vil vi kunne angripe argumenter på en mer deduktiv måte. Logikken og logiske prinsipper vil i større grad bidra til å kunne trekke slutninger. På denne måten kan man til en viss grad unngå Humes konklusjon. Det er likevel vanskelig å si om den alltid vil være totalt fraværende, eller om den alltid kan brukes til å stille spørsmål ved induktive slutninger.

2.2 Oppgave 2 - Falsifikasjonisme

- Gi en kort beskrivelse og forklaring av falsifikasjonisme. Presenter så et problem med denne teorien. Tror du problemet kan løses? Begrunn svaret ditt.

Falsifikasjonisme er innenfor vitenskapsfilosofien et begrep som baserer seg på at man påviser om en teori er usann eller uholdbar (Alnes 2023). Begrepet ble særlig kjent gjennom Karl Popper, en østerriksk-britisk filosof som levde på 1900-tallet. Falsifikasjonisme viser hvordan en hypotese eller et utsagn må være formulert slik at det kan bli bevist feil gjennom eksperimenter eller observasjoner. (Popper 1969) legger også dette til grunn når han skiller mellom vitenskapelige og uvitenskapelige teorier. Han mente at mye ble allment akseptert på bakgrunn av sin empiriske metode, som i stor grad var induktiv basert på observasjon eller eksperiment. Dette var noe han motsatte seg, da han ofte søkte etter å skille mellom genuint empirisk metode, ikke-empiriske metode og pseudo-empirisk metode (Popper 1969). Det han da sto igjen med var en metode som ikke oppfylte de vitenskapelige standarder han mente var essensielle for god vitenskap (Popper 1969). Dermed utfordret han de induktive antagelsene basert på observasjon eller eksperiment, ettersom at hypoteser og antagelser måtte fremlegges på en slik måte at de kan bli falsifisert. Han mente videre at dersom en teori motbevises, må den endres eller forkastes (Popper 1969). For å eksemplifisere dette kan vi se til hvordan det er allment akseptert hvordan alle ravner er sorte. Denne påstanden blir falsifisert dersom vi finner en ravn som ikke er sort (Alnes 2023). Dersom noen skulle observere en sort ravn er påstanden falsifisert, og den må bli revidert eller forkastet. På denne måten er påstanden falsifiserbar, og dermed vitenskapelig i følge Popper selv. (Popper 1969) mente på sin side at det er gjennom falsifikasjon at kunnskapen utviklet seg.

Denne tilnærmingen byr på flere problemer. Et av problemene er at tilnærminger er såpass bastant at den sier «en påstand er vitenskapelig hvis, og bare hvis den er falsifiserbar» (Vassend, O. B., personlig kommunikasjon, 10. oktober, 2023). Dette byr på utfordringer, ettersom at blant annet enkelte sannsynlighetspåstander ikke er falsifiserbare. Dette bunner i deres formulering og kontekst. Dersom påstanden bygger på det generelle og ikke er knyttet til

spesifikk empiri eller observasjon, kan påstanden være vanskelig å falsifisere. Et eksempel her kan være påstanden om at «det er sannsynlig at det vil snø i morgen». Dette er vanskelig å falsifisere ettersom det er basert på en sannsynlighet, og ikke en observasjon. Ser vi derimot på spesifikke sannsynlighetsutsagn der utsagnet er knyttet til en bestemt hendelse eller observasjon kan den lettere være falsifiserbar.

Problematikken rundt falsifisering skiller seg i stor grad fra blant annet den bayesianske tilnærmingen, som tar hensyn til usikkerhet og graden av pålitelighet basert på observasjoner og eksperimenter (Godfrey-Smith 2003). En måte å «løse» problemet på er å kombinere falsifikasjonisme og bayesianiske sannsynlighetsberegningen. På denne måten kan man få en mer balansert tilnærming, ettersom som at man både kan teste teorien på en streng måte og vurdere sannsynligheten av om den er sann eller ikke.

3 RNA ekstraksjon og analyse

3.1 Introduksjon

RNA, ribonucleic acid, finnes i alle celler og har viktige oppgaver når det kommer til både produksjon av proteiner og genregulering (Kukurba and Montgomery 2015). RNA skiller seg fra DNA på flere områder, men en karakteristisk forskjell er RNA-ets utseende og oppbygning. Der DNA består av to tråder i en dobbelheliks, er RNA en tråd med en annen oppbygning. RNA er bygget opp av nukleotider, som videre består av blant annet en nitrogenbase. Disse basene danner basepar AU og GC, og skiller seg fra DNA som danner AT og GC (Haugen 2023). Gjennom en prosess kalt transkripsjon skapes en RNA-sekvens som er en kopi av et bestemt gen i DNA-et. Denne RNA-sekvensen kalles mRNA, og inneholder oppskriften for å lage et bestemt protein (Kukurba and Montgomery 2015). Det er rekkefølgen på nitrogenbasene som avgjør proteinet og dets funksjon. Siden mRNA gir oss et genuttrykk, kan molekylet gi mye informasjon om proteiner og gener i kroppen vår. Det kan blant annet fortelle oss hvilke fibertyper vi finner i skjelettmuskulatur, basert på deres uttrykk for en av de tre MHC-isoformene. Gjennom ulike prosesser kan man kvantifisere mRNA ved bruk av DNA-baserte metoder, som f.eks qPCR og RNA sequencing.

3.2 Metode

qPCR

qPCR er en metode som brukes til å kvantitativt bestemme mengden av et gen i en prøve (Taylor et al. 2019). For å kunne gjennomføre metoden kreves cDNA (complementary DNA), noe vi kan omdanne RNA til gjennom reversert transkripsjon. Dermed blir cDNA en kopi av RNA-uttrykket, og man får muligheten til å kvantifisere mengden av et bestemt gen. I vårt forsøk var det uttrykket av myosin heavy chain I (MHC I), myosin heavy chain IIa (MHC IIa) og myosin heavychain IIx (MHC IIx) før og etter en to ukers treningsperiode som var aktuell å se på. I qPCR reaksjonen lages det kopier av disse genuttrykkene, og det blir bruk en fluorescens for å finne ut hvor mange sykluser som trengs for å nå terskelen for en eksponentiell økning i fluorescensen. Ut ifra terskelen kan man derfor beregne konsentrasjonen av målgenet (Livak and Schmittgen 2001). Antall sykluser som er nødvendig kalles Ct-verdi. Lav Ct-verdi er videre et resultat av høy konsentrasjon av RNA i prøven, og vice versa. For å hente ut disse Ct-verdiene brukte vi Delta-Delta-Ct-metoden, og vi kan dermed analysere

endringen i MHC-uttrykket fra prøvene før og etter treningsperioden (Livak and Schmittgen 2001).

Det som trengs for denne protokollen er en real-time PCR-maskin, QuantStudio 5 og en qPCR reaksjonsplate. For å utføre eksperimentet trenger du også ultrarent vann, pipeteringsutstyr og SYBR-green Master mix. For å klargjøre til en qPCR-reaksjon måtte vi sette sammen master-mixen, som inneholder 5 μ l av Sybr-green 2X master-mix per reaksjon, 1 μ l av primermix for både Forward og Reverse (5 μ M hver), og 2 μ l H₂O. Denne master-mixen er viktig for å forberede reaksjonen.

Deretter tilsatte vi 8 μ l av master-mixen vi lagde i 30 ulike brønner på qPCR-platen, før vi tilsatte 2 μ l av cDNA i hver av de samme brønnene. Det er viktig å merke seg at mengden her kan justeres etter behov, men at 10 μ l er et godt utgangspunkt. Det er også en fotnote som påpeker at konsentrasjonen av primere kan kreve ytterligere optimalisering. Dette er en viktig del av protokollen for å sikre nøyaktige og pålitelige resultater. Etter at brønnene er fylt settes platen inn i real-time qPCR maskinen, QuantStudio 5 fra Applied Biosystems. Her utsettes platen for en rekke temperatursykluser, og maskinen analyserer kontinuerlig data om fluorescensen.

Det første stedet i temperatursyklus er en økning på 1.99 grader/sek til temperaturen nådde 50 grader, der den holdt varmen konstant i 2 min. Etter de to minuttene økte temperaturen med 1.99 grader/sek til den nådde 95 grader som ble holdt i 2 min. Etter de to minuttene startet det en syklus som ble repetert 40 ganger. Syklusen består av et sekund på 95 grader, før den synger med 1.77 grader/sek til 60 grader. 60 grader ble holdt konstant i 30 sekunder før det ble tatt et bilde av brønnens fluorescens. Etter det økte temperaturen med 1.99 grader/sek til 95 grader, der den ble holdt konstant i 15 sekunder. Syklusen ble deretter repetert. Deretter sank temperaturen med 1.77 grader/sek til 60 grader og ble holdt i 1 minutt. Etter det økte temperaturen med 0.15 grader/sek opp til 95 grader, der den ble holdt konstant i 15 sekunder. Etter denne temperatur syklusen ble resultatene presentert som Ct-verdier, og vi kan lese og analysere konsentrasjonen av de ulike genuttrykkene fra brønnene.

RNA-ekstraksjon

RNA-ekstraksjon er en metode som brukes for å undersøke kvantiteten og sekvensene i RNA. Første steg i metoden er å senke RNA i TRIzol. Dette gjøres for å hemme RNA-spesifikke nedbrytende enzymer og forstyrrende cellulære komponenter. Deretter ble det lagt til kloroform. Blandingen ble deretter sentrifugert (kloroform og sentrifugering blir til løselig RNA). Etter sentrifugeringen ble den vandige fasen fjernet. Denne inneholder RNA. For å utfelle RNA fra løsningen la vi til isopropanol. Etter dette ble blandingen sentrifugert og vi fikk en pellet som inneholdt RNA. For å fjerne kjemikalier fra tidligere steg ble RNA-pelleten vasket med etanol. RNA-pelleten er ustabil og ble oppbevart i fryser for å opprettholde egenskapene dens. Til slutt kunne vi kvantifisere og sjekke kvaliteten på RNA.

Fortynningsrekke

Prøvene ble fortynnet sammen med ultrarent vann. Fortynningen ble doblet for hver gang. Det vil si at i “brønn” nummer en var det lik fordeling mellom ultrarent vann og prøve. I “brønn” nummer to var det halvparten så mye prøve som i “brønn” nummer 1. Dette fortsetter i seks rekker (1, 0,5, 0,25, 0,125, 0,0625 og 0,03125). Ut fra qPCR-fortynningsrekken vil vi kunne lese hvor valide resultatene er. Resultatene kan ses som en lineær modell i figur 1.

3.3 Resultater

Resultat fra qPCR er vist i Tabell 1. Fortynningsrekke 1, 1/10 og 1/1000 hadde lite varians mellom Ct1, Ct2 og Ct3 med en variasjonskoeffisient (CV) på 1%. Fortynningsrekke 1/100 viste også lite variasjon mellom Ct1, Ct2 og Ct3 med CV på 2%. I fortynningsrekke 1/10000 ser vi derimot at Ct3 skilte seg betydelig fra Ct1 og Ct2 (34,927 vs 30,0 og 30,2). Dette resulterte i en relativt høy CV på 9%. Resultatene fra Tabell 1 ga en primereffektivitet på 86,54% og R^2 på 0,91.

Tabell 1: Resultat fra qPCR

Fortynningsrekke	Ct1	Ct2	Ct3	Ct_gj_snitt	Log_sample_quant	SD	CV_prosent
1	26.09	25.68	25.86	25.88	0.00	0.21	1.00
1/10	27.16	27.76	27.27	27.40	-0.30	0.32	1.00
1/100	28.42	28.95	27.64	28.34	-0.60	0.65	2.00
1/1000	28.85	29.36	29.16	29.13	-0.90	0.25	1.00
1/10000	30.00	30.22	34.92	31.71	-1.20	2.78	9.00
1/100000	30.87	30.68	31.19	30.91	-1.50	0.25	1.00

Tabell 2: Genuttrykk			
Tidspunkt	MHC_I	MHC_Ia	MHC_Ix
W0	18.16	57.84	24.01
W2	45.54	85.77	3.53

Prosentvis andel MHC I, -Ia og -Ix før og etter de fem treningsøktene er vist i Tabell 2. Genuttrykket for MHC I gikk opp fra 18,16% før treningsintervensjonen til 45,54% etter treningsintervensjonen, og fra 57,84% til 85,77% for MHC Ia. Genuttrykket for MHC Ix gikk derimot ned, fra 24,01% til 3,53%.

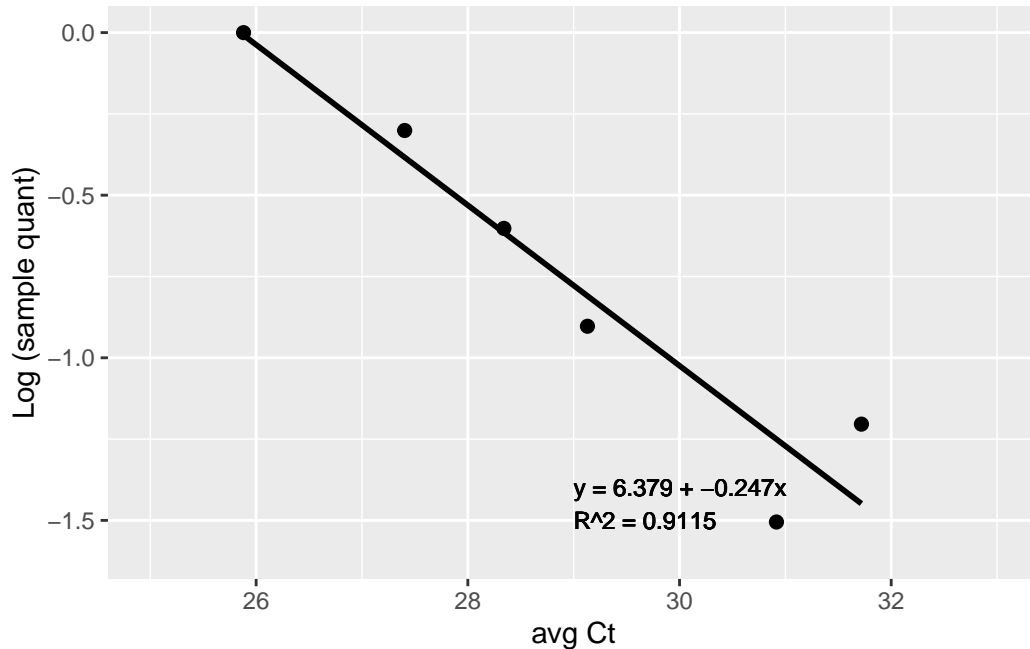


Figure 3.1: Figur 1: qPCR modellen viser sammenhengen mellom gjennomsnittlig Ct og log-transformasjonen av mengdemålingen (sample quant).

3.4 Diskusjon

Resultatene fra qPCR'en viste relativt lav CV for de fleste fortynningrekker. Unntaket var fortynningsrekke 1/1000, med en CV på 9%. Dette skyldes at verdien ved Ct3 var betydelig høyere enn verdiene for Ct1 og Ct2. Denne utliggeren kan for eksempel skyldes feil eller unøyaktighet ved pippetring, eller kontaminering av prøven. Outlieren førte i sin tur til en noe lav R^2 på 0,91, sammenlignet med gjeldende anbefalinger på $>0,98$ (Taylor et al. 2019). Utliggeren kan også ha påvirket primereffektiviteten vår på 86,54%, noe som også er lavere enn det aksepterte intervallet på 90-110% (Hays et al., 2022). Det kan tenkes at dersom denne utliggeren lå nærmere de to andre verdiene i fortynningrekken, ville primereffektiviteten og R^2 havnet innenfor anbefalingene. Dersom vi fjerner denne utliggeren, får vi en mye lavere CV på 1%. Samtidig endres R^2 til 0,99 og primereffektivitet til 103,71, hvorav begge disse verdiene er innenfor deres respektive anbefalinger.

I tabell 2 kan vi se en økning i MHCIIA, hvor prosentandelen gikk fra 57,84% til 85,77%. Samtidig ser vi en reduksjon av MHCIIX, som gikk fra en prosentandel på 24,01% til 3,53%. Dette er i tråd med observasjonene til (Andersen and Aagaard 2000), som undersøkte forandringer i muskelfibertype etter tre måneder med tung styrketrening. Vi kan også observere en stor økning i MHCI, som gikk fra en prosentandel på 18,16% til 45,54%. (Widrick et al. 2002) fant hverken økning eller redusering av MHC I etter styrketrening i sin 12-ukers studie, så

det er dermed usikkert hva grunnen til denne store økningen er. Grunnet disse store forskjellene i muskelfibersammensetning etter kun fem treningsøkter kan man anta at testpersonen er utrent, og at en trent person ville hatt betraktelig mindre endringer i sammensetning.

Den store økningen i MHC I uttrykk fra W0 til W2 kan også skyldes feil i pipettering. MHC I for W2 hadde en CV på 23,52 som viser til store variasjoner mellom de tre målingene. Det er ikke notert avvik knyttet til pipettering i rapporten, noe som gjør det vanskelig å forklare eksakt hva som er årsaken til variasjonen.

3.5 Konklusjon

Det ser ut som at en to ukers treningsperiode øker genuttrykket for MHC IIa og reduserer uttrykket for MHC IIx. Dette er i tråd med tidligere forskning (Andersen and Aagaard 2000). Det ser også ut som at uttrykket for MHC I øker etter en treningsperiode, men dette er noe usikkert ettersom denne økningen kan ha vært et resultat av målefeil. Det er også viktig å tolke resultatene med forsiktighet ettersom det kun er undersøkt en person.

4 Studydesign

4.1 Innledning

I de fem valgte artiklene er det kvinner og menstruasjonssyklus som er i fokus. Menstruasjionssyklusen er en biologisk rytme alle eumenorrheiske kvinner har som påvirker den kvinnelige kroppen på flere ulike måter. Syklusen deles vanligvis inn i tre ulike faser. Fasene inndeles etter nivået av ulike hormoner i kroppen, der østrogen og progesteron er de mest fremtredende. Mye av forskning innenfor idrett har tidligere vært gjort på mannlige idrettsutøvere. Den senere tiden har kvinnehelse blitt satt mer i fokus, og det er gjort flere prosjekter som omhandler kvinnelige idrettsutøvere. I de fem studiene som inkluderes i denne oppgaven er det gjennomgående spørsmålet om menstruasjonssyklusen påvirker idrettslig prestasjon, nærmere bestemt deres evne til maksimal kraftutvikling. Videre i oppgaven vil de ulike studiene sammenlignes basert på deres metode, resultater og statistiske analyser.

4.2 Metode

I de fem studiene er det overordnede temaet hvordan menstruasjonssyklus påvirker evnen til maksimal kraftutvikling hos kvinner. I studien til (Romero-Moraleda et al. 2019) er hensikten med studien å undersøke svingninger i muskelytelsen i Smith-maskin gjennom tre ulike faser av syklusen. En lignende hensikt finner vi i (Bambaeichi et al. 2004) der de ønsket å se på menstruasjonssyklusens innvirkning på muskelstyrke. I (De Jonge et al. 2001) var hensikten å se på fasenes påvirkning på skjelettmuskulaturens kontraktile egenskaper, mens det i (Fridén, Hirschberg, and Saartok 2003) ble sett på både muskelstyrke og utholdenhet. I siste artikkel var hensikten å se på syklusen påvirkning på fire ulike indekser for idrettsprestasjon, der av muskelstyrke (Lebrun et al. 1995). Ettersom hensiktene varierer litt fra hverandre, vil besvarelsen av disse spørsmålene få frem ulike nyanser som alle likevel ligger under det overordnede spørsmålet angående evnen til kraftutvikling i de ulike fasene av syklusen.

I flere av oppgavene settes det retningslinjer som veileder forskningen ved hjelp av en hensikt eller et mål. Det er kun i (Fridén, Hirschberg, and Saartok 2003) at det presenteres en klar hypotese om at «Muscle Strength and Endurance Do Not Significantly Vary Across 3 Phases of the Menstrual Cycle in Moderately Active Premenopausal Women». I de resterende artiklene er det spesifikke spørsmålet formulert gjennom en hensikt eller et spørsmål. I dette tilfellet kan man anta at det er flere alternative forklaringer som gjør at (Fridén, Hirschberg, and Saartok

2003) formulerer hypotesen slik de her har gjort. I forskning er det ofte flere faktorer som spiller inn på resultatet. Når det kommer til forskning på kvinner og deres menstruasjonssyklus er det store individuelle forskjeller som skal tas i betraktning. Det samme skal også valg av protokoll, metode for innsamling av data og store metodiske utfordringer knyttet til feltet. At (Fridén, Hirschberg, and Saartok 2003) utformer hypotesen slik kan blant annet også skyldes tidligere forskning gjort på området og temaets teoretiske bakgrunn. Det er likevel viktig å huske at dersom resultatene ikke støtter opp under hypotesen, betyr ikke det nødvendigvis at hypotesen er feil, men at det kan være forhold eller andre variabler som påvirker resultatene.

4.3 Logikk

Hva som leder opp til studienes hypotese eller spørsmål varierer fra studie til studie. Deres logikklinje, som er et uttrykk for hvordan forfatterne bygger opp under deres hypotese eller spørsmål, er viktig for å påse at det som skal undersøkes bygger på allerede eksisterende kunnskap. Der (Romero-Moraleda et al. 2019) i sin innledning presenterer teori og hva tidligere forskning sier om temaet, legger (Bambaeichi et al. 2004) større vekt på teori og mindre på tidligere forskning. Her kan det diskuteres hvor mye relevant forskning forfatterne kunne henvise til på dette tidspunktet. I (De Jonge et al. 2001) får de metodiske utfordringene knyttet til feltet stor plass i innledningen, dette på bekostning av den teoretiske bakgrunnen. Her pekes det heller på tidligere forskning, og utfordringene knyttet til deres metode. Dette er videre noe som får stor plass i studiens diskusjon (De Jonge et al. 2001). Innledningen presenterer både hva vi vet, og hva vi ikke vet. Slik formulerer innledningen «retningslinjer», som peker i retningen studien skal bevege seg i. På denne måten ser vi hvordan «linjen av logikk» kan være bygget opp på flere måter, men likevel presentere en hypotese, hensikt eller retningslinjer som naturlig viderefører det vi allerede vet om temaet.

Table 4.1: Tabell 1: Sammenfatning av de

Studie	Subjekt (n)	Alder		Studiedesign
Romero-Moraleda et al. (2019)	13	31.1	5.5	eumenorrheiske triatleter
Bambaeichi et al. (2004)	8	30.0	5.0	stillesittende eumenorrheiske kvinner
Janse de Jonge et al. (2001)	15	29.9	8.0	eumenorrheiske kvinner
Fridén et al. (2003)	10	25.3	3.7	eumenorrheiske kvinner
LeBrun et al. (1995)	16	27.6	3.8	eumenorrheiske kvinner med VO2max 50 ml · kg ⁻¹ · min ⁻¹

4.4 Diskusjon

Totalt inkluderer de fem studiene 62 kvinner. Alle studiene inkluderer enkeltvis et lite utvalg som er inkludert basert på ulike inklusjons- og eksklusjonskriterier. Selv om alle studiene

inkluderer eumenorrheiske kvinner, må resultatene likevel tolkes med forsiktighet. Dette grunnet i at utvalgene er såpass små og varierende, at det er vanskelig å konkludere med noe som kan gjelde alle. Her spiller også temaets store individuelle forskjeller og kompleksitet inn. Hadde utvalgene vært større kan vi anta at studiene hadde hatt større statistisk kraft. Jo høyere denne kraften er, jo høyere er sannsynligheten for å oppdage en effekt dersom den eksisterer. Større utvalg minimerer sannsynligheten for at resultatene vi får er tilfeldige.

I de ulike studiene er det benyttet ulike protokoller for de fysiske testene og for verifisering av tidspunkt i syklus. Dette skaper usikkerhet rundt de variablene (østrogen- og progesteronnivåene) som skal måles, og sammenligning på tvers av studier blir vanskeligere. Det er derfor lettere å se på studiene enkeltvis. Det er likevel viktig å igjen trekke frem at dette er studier med lav statistisk kraft sett ut fra utvalgsstørrelsen, og at de i liten grad kan brukes til å generalisere et svar overfor kvinner generelt.

I (Fridén, Hirschberg, and Saartok 2003) er prøvestørrelsen 10. Signifikansnivået (alfa) er her satt til 0.05. Artikkelen oppgir at de med one-way ANOVA testing vil ha 97% kraft til å oppdage en forskjell på 10%. Denne statistiske metoden sammenligner styrken i tre forskjellige grupper, og ser etter signifikante forskjeller (<0.05). I denne testen sammenlignes gjennomsnittene fra de forskjellige gruppene. (Romero-Moraleda et al. 2019) oppgir i sin artikkel at de brukte en Shapiro-Wilk-test for å teste dataens normalitet. Den statistiske terskelen ble satt til $p < 0.05$, og det ble brukt enveis variansanalyse av gjentatte mål (ANOVA). Studien viser ikke til noen signifikante funn. Effektstørrelsen (ES) ble også beregnet for å tillate en størrelsesbasert slutningstilnærming. Spesifikt ble effektstørrelsesstatistikken ± 90 % konfidensintervall (CI) brukt på log-transformerte data. Ettersom at dette resulterer i et bredere utvalg enn f.eks ± 95 % CI, kan dette gi mer konservative vurderinger. Log-transformasjon er et tiltak (Romero-Moraleda et al. 2019) har brukt for å håndtere skjevhetene i dataen. Transformasjonen bidrar til å gjøre fordelingen av dataen mer symmetrisk. Den minste signifikante standardiserte effektterskelen ble satt til 0,2. Dermed ønsket forskerne å identifisere effekter større enn < 0.2 for å kunne anse de som signifikante. For å se på sannsynligheten for å overskride terskelen på 0.2 ble det brukt en kvalitativ diskriptor. Dette kan være en måte å kvalitativt vurdere om sannsynligheten for at effekten er etydingsfull.

I (Bambaeichi et al. 2004) ble Tukey HSD post-hoc analyse brukt i forbindelse med two-way ANOVA analysen. Two-way ANOVA-analysen brukes når man ønsker å analysere effekten av to uavhengige variabler opp mot den avhengige variabelen samtidig. Metoden er ofte brukt ved komplekse forskningsdesign. Tukey HSD post-hoc analysen brukes på sin side for å lokalisere spesifikke forskjeller mellom gruppene etter at signifikante forskjeller er funnet (gjennom two-way ANOVA). Også i denne studien ble statistisk signifikansnivå satt til 0.05. Bruk av post-hoc analyser gir spesifikke p-verdier for hver parvise sammenligning, og det gjør det lettere å identifisere forskjeller mellom grupper. Post-hoc-analyser tar også hensyn til risikoen for type 1-feil, som ofte øker når man utfører flere parvise sammenligninger. Type 1-feil er på sin side å forkaste en sann nullhypotese. I (De Jonge et al. 2001) ble test-retest-repeterbarheten til styrkeparameterne som ble målt gjennomført. En slik type test måler påliteligheten av

styrkemålingene. Ved denne analysen kan man blant annet kontrollere endring over tid, redusere effekten av tilfeldige feil, identifisere systematiske feil. Dermed er denne testen godt egnet for denne typen studiedesign (longitudinelle studier), der man ønsker å se på pålitelighet/stabilitet av en variabel over tid. Påliteligheten ble demonstrert med en intra-klasse korrelasjonskoeffisient (ICC), som brukes til å måle konsistensen mellom målingene i test-retesten. I dette tilfellet ble ICC-verdiene målt til mellom 0.88 til 0.96, noe som viser til høy grad av konsistens (1 = høy grad av konsistens). Dette er en god indikasjon på at resultatene gjenspeiler de virkelige styrkenivåer. I (Lebrun et al. 1995) ble power målt ved bruk av gjennomsnitt og standardavvik for hver test. Signifikansnivået ble satt til 0.05, og poweren ble satt til 90%. Data fra testene ble analysert ved bruk av en student's t-test, som er en statistisk test som sammenligner gjennomsnittene i to relaterte datasett. I dette tilfellet er data fra testene i follikulær- og luteal fase sammenlignet. Testen brukes til å fastslå om det er en signifikant forskjell mellom gjennomsnittene til de to datasettene.

4.5 Konklusjon

Som vi leser av resultatene, har studiene benyttet seg av ulike statistiske analyser for å se på resultatenes pålitelighet og statistiske kraft. Ingen av studiene viser til at det er forskjell i evnen til maksimal kraftutvikling i de ulike fasene av menstruasjonssyklus, noe som gjør at blant annet (Fridén, Hirschberg, and Saartok 2003) får bekreftet sin hypotese. Likevel viser de ulike studiene til temaområdets kompleksitet og individuelle variasjoner. Dette gjør at studiene konkluderer med at det er et tema som må forskes mer på, samt at metodiske utfordringer er nødt til å løses for å få til mer pålitelig forskning på området.

5 Analyse av repeterte forsøk

5.1 Introduksjon

Det er stor enighet om at styrketrening er en effektiv metode for å blant annet øke muskelmasse og muskelstyrke (Aube et al. 2022; Brad J. Schoenfeld et al. 2019). I tillegg er det vist at styrketrening har positiv innvirkning på flere helsemessige aspekter, som blant annet hjertekar-sykdommer, vektkontroll og bentetthet (Krieger 2009).

Treningsvolum sier noe om hvor mye man trener (Aube et al. 2022). Ofte regnes det ut ifra antallet effektive sett, og deres vekt og repetisjoner (Brad J. Schoenfeld et al. 2019). Volum ses gjerne på som veiledende utifra hva som er målet med treningen, om det er maksimalstyrke eller utholdende styrke (Ratamess et al. 2009; Carpinelli and Otto 1998). Høyt treningsvolum forbindes med vekst i muskelmasse, mens lavere volum ofte forbindes med økning i muskelstyrke (Baz-Valle et al. 2022). Der muskelmasse sier noe om mengden skjellett-muskulatur i kroppen, dreier muskelstyrke seg om muskelens evne til å generere kraft (Ratamess et al. 2009). Hvordan kroppen tilpasser seg styrketrening bestemmes av flere faktorer. Her kan blant annet søvn, kosthold, alder, kjønn og tidligere erfaring med styrketrening være påvirkende (Hughes, Ellefsen, and Baar 2018).

Formålet med denne studien er å evaluere effekten av enkeltsett og flersett treningsprotokoller på muskelmasse og muskelstyrke.

5.2 Metode

Deltakere

Deltakerne i studien bestod av 41 røykfrie kvinner og menn i alderen 18-40 år. Studien stilte ulike krav til deltakerne, og de ble rekruttert utifra bestemte eksklusjonskriterier. Disse kriteriene var hhv intoleranse mot lokalbedøvelse, treningshistorikk med mer enn 1 ukentlig styrketreningsøkt i løpet av de siste 12 månedene før intervensjonen, nedsatt muskelstyrke grunnet tidligere eller nåværende skade og inntak av reseptbelagte medisikamenter som kunne forstyrre intervensjonen og treningstilpasningen. I dataanalysen ble syv deltakere ekskludert da de ikke gjennomførte 85% av de planlagte treningsøktene. Her ble grunner som smerter og vanskeligheter med å overholde protokollen trukket frem. Alle deltakerne kunne rapportere tidligere erfaring med sportsaktiviteter, og 20 av de oppga at de var engasjert i fysisk aktivitet ved

påmeldingstidspunktet. Av disse utførte 10 stykker sporadisk styrketrening med én eller færre økter i uken.

Studieoversikt

Intervensjonen bestod av 12 uker fullkroppstrening. For å skille mellom treningsvolumet hos hver enkelt deltaker ble øvelsene beinpress, legcurl og kneekstensjon utført unilateralt i den gitte rekkefølgen. Det ble randomisert hvilket ben hos deltakerne som skulle ta ett og hvilket som skulle ta tre sett. På denne måten fikk deltakerne utført protokollen for begge sett. Muskelstyrkene til deltakerne ble målt ved oppstart, i uke 3, uke 5, uke 9 og ved endt intervensjon. Kroppssammensetningen ble målt både før og etter intervensjonen med DXA-skanning.

Protokoll

For alle treningsøktene ble det gjennomført en standardisert oppvarmingsrutiner bestående av 5 minutter sykkel (RPE på 12-14), 10 repetisjoner av push-ups, sit-ups, rygghev og knebøy med kroppsvekt og avsluttende ett sett med 10 repetisjoner av øvelsene gitt i protokollen (belastning 50% av 1RM). Styrkeøvelsene ble gjennomført som enten ett sett eller tre sett per øvelse, avhengig av hva delakeren har fått tildelt. Enkle serier ble utført mellom det 2. og 3. settet i protokollen. Etter benøvelsene utførte deltakerne to sett av bilateral benkpress, nedtrekk og enten skulderpress eller sittende roing. Pausen mellom settene lå gjennomgående på 90-180 sekunder.

Intensiteten på treningen hadde en gradvis økning med 10RM de første to ukene, deretter 8RM de neste tre og 7RM de siste syv ukene. For å tilpasse treningsprogrammet til deltakerne selv ble noen økter gjennomført uten tilsyn. 91% av øktene ble derimot gjennomført med tilsyn. Fra den niende økten ble én av de tre ukentlige øktene gjort med redusert belastning (tilsvarende 90% av forrige økt med samme antall repetisjoner). For å bidra til rask restitusjon ble deltakerne en standardisert drikke etter hver økt, bestående av 0.15 g protein, 11.2 g karbohydrat og 0.5 g fett per kg kroppsvekt.

Maksimal styrke ble vurdert som 1RM (repetisjonmaksimum) i unilateralt benpress og kneekstensjon. Testen begynte med en spesifikk oppvarming før hver øvelse som besto av 10, 6 og 3 repetisjoner ved en belastning på 50, 75 og 85% av estimert 1RM. Deretter ble reell 1RM funnet ved å øke motstanden gradvis til deltakerne ikke lenger klarte å gjennomføre hele bevegelsesmønsteret. Den tyngste vellykkede belastningen ble definert som 1RM.

1RM ble ved oppstart vurdert to ganger som isokinetisk og isometrisk styrke, separert med minst fire dager. Den høyeste verdien oppnådd ble brukt i senere analyser. Styrketestene ble gjennomført etter minst 48 timer fra sist treningsøkt. En samlet måling av muselstyrke ble beergnet som et gjennomsnitt av alle tester, der alle testene ble vektlagt likt.

Dataanalyse og statistikk

Dataanalyse ble gjort i RStudio. Endringer i muskelmasse og muskelstyrke i øvelsen benpress (1RM) fra pre- til post-test ble regnet på, før det ble gjennomført en "paired t-test". På denne måten sammenligner vi resultatene fra pre-test og post-test med ett sett og tre sett, og vi får

en indikasjon på om det er en signifikant forskjell mellom testene. Signifikansnivået ble satt til $p < 0.05$.

5.3 Resultat

Av paired t-test-analysen fremkommer det at det er signifikant forskjell i økning i både muskelmasse og muskelstyrke i underekstremitetene ved styrketrening med ett sett og tre sett fra pre-test til post-test ettersom $t(33) = 2.1875$ og $p = 0.033$. Ved $t(30) = 2.344$ og $p = 0.025$, og viser dermed til signifikant endring. For muskelmasse ble gjennomsnittsforskjellen mellom pre- og post 122.79 gram. Gjennomsnittsforskjellen for muskelstyrke ble på sin side 7.21 kg.

5.3.1 Endringer i muskelmasse

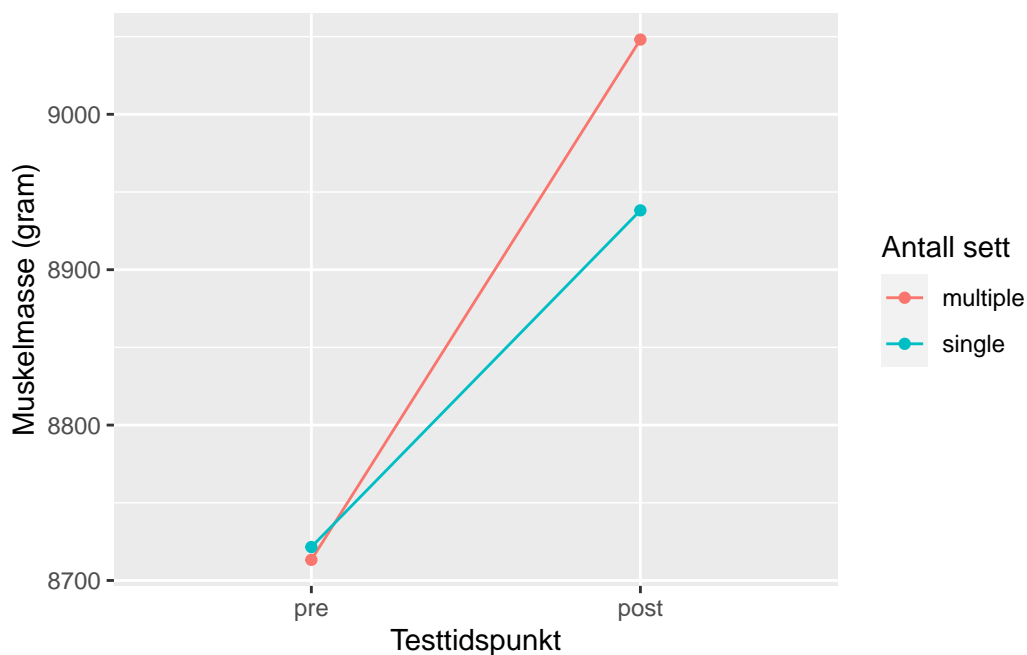


Figure 5.1: Gjennomsnittlig endring i muskelmasse fra pre- og posttest for single og multiple sett.

Figure 5.1 viser en gjennomsnittlig større økning i muskelmasse for benet som trente tre sett, sammenlignet med benet som trente med ett sett.



Figure 5.2: Gjennomsnittlig endring i muskelstyrke ved 1RM beinpress fra pre- og posttest for single og multiple sett.

5.3.2 Endringer i muskelstyrke

Figure 5.2 viser hvordan styrke målt ved 1RM i øvelsen benpress økte mer i benet som tok tre sett, kontra benet som tok ett sett.

5.4 Diskusjon

Resultatene viser til større økning i både muskelstyrke og muskelmasse ved trening med tre sett sammenlignet med ett sett. Dette samsvarer med resultater i allerede eksisterende litteratur på området (Krieger 2009; Brad J. Schoenfeld et al. 2019). I (Brad J. Schoenfeld et al. 2019) trekkes det spesifikt frem hvordan muskelstyrken hadde større økning med flere enn ett sett. Likevel synes ikke forskjellen på ett og flere sett å være signifikant i disse studiene. Det finnes og litteratur som viser at det ikke er forskjell i reusltatene for trening med ett og tre sett (Carpinelli and Otto 1998).

Hvordan styrke påvirker kroppen er individuelt. I (Aube et al. 2022) og (Brad J. Schoenfeld et al. 2019) er det forsket på trente individer. Tidligere forskning viser hvordan individer som har tidligere erfaring med styrketrening fortore kan øke i muskelmasse og/eller muskelstyrke (Ratamess et al. 2009). I vårt tilfelle hadde alle deltakerne erfaring med sportsaktiviteter fra

tidligere, men kun 10 stykker utførte sporadisk styrketrening med en eller færre økter i uken. Ettersom alle forsøkspersonene utførte protokoll i henhold til både ett og tre sett kan vi anta at dette ikke påvirket resultatene i stor grad, men det må likevel tas i betraktning.

Som nevnt innledningsvis påvirkes adaptasjonen til trening av flere sosiale og psykologiske faktorer (Hughes, Ellefsen, and Baar 2018). Søvn, ernæring og tilstrekkelig restitusjon er påvirkende på hvordan kroppen tilegner seg treningen. I denne studien ble det ikke gjort noen kontroll på blant annet næringsinntak. Siden tilstrekkelig med næring i stor grad påvirker muskelmasse, kan dette ses på som en begrensning for studiedesignet (Stark et al. 2012). Resultatene må derfor tolkes med dette tatt i betraktning.

5.5 Konklusjon

Resultatene viser til signifikant forskjell i både muskelmasse og muskelstyrke (benpress) ved trening med ett og tre sett i en 12 ukers intervensjon. Det er et høyere treningsvolum med tre sett som her favoriseres. Funnet støttes av allerede eksisterende litteratur på området (Krieger 2009; Brad J. Schoenfeld et al. 2019; Aube et al. 2022).

Referanseliste

- Alnes, Jan Harald. 2023. “falsifikasjon – vitenskapsteori.” https://snl.no/falsifikasjon_-_vitenskapsteori.
- Andersen, Jesper L., and Per Aagaard. 2000. “Myosin Heavy Chain IIX Overshoot in Human Skeletal Muscle.” *Muscle & Nerve* 23 (7): 1095–1104. [https://doi.org/10.1002/1097-4598\(200007\)23:7%3C1095::AID-MUS13%3E3.0.CO;2-O](https://doi.org/10.1002/1097-4598(200007)23:7%3C1095::AID-MUS13%3E3.0.CO;2-O).
- Aube, Daniel, Tanuj Wadhi, Jacob Rauch, Ashmeet Anand, Christopher Barakat, Jeremy Pearson, Joshua Bradshaw, Jazzo Spencer, Carlos Ugrinowitsch, and Eduardo O. De Souza. 2022. “Progressive Resistance Training Volume: Effects on Muscle Thickness, Mass, and Strength Adaptations in Resistance-Trained Individuals.” *Journal of Strength and Conditioning Research* 36 (3): 600–607. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003524>.
- Bambaeichi, E., T. Reilly, N. T. Cable, and M. Giacomoni. 2004. “The Isolated and Combined Effects of Menstrual Cycle Phase and Time-of-Day on Muscle Strength of Eumenorrheic Females.” *Chronobiology International* 21 (4-5): 645–60. <https://doi.org/10.1081/CBI-120039206>.
- Baz-Valle, Eneko, Carlos Balsalobre-Fernández, Carlos Alix-Fages, and Jordan Santos-Concejero. 2022. “A Systematic Review of the Effects of Different Resistance Training Volumes on Muscle Hypertrophy.” *J Hum Kinet* 81: 199–210. <https://doi.org/10.2478/hukin-2022-0017>.
- Brad J. Schoenfeld, Contreras Brett, James Krieger, Jozo Grgic, Kenneth Delcastillo, Ramon Belliard, and Andrew Alto. 2019. “Resistance Training Volume Enhances Muscle Hypertrophy but Not Strength in Trained Men.” *Med Sci Sport Exerc* 51 (1): 94–103. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001764>.
- Carpinelli, Ralph N., and Robert M. Otto. 1998. “Strength Training.” *Sports Medicine* 26 (2): 73–84. <https://doi.org/10.2165/00007256-199826020-00002>.
- De Jonge, X. A. K. Janse, C. R. L. Boot, J. M. Thom, P. A. Ruell, and M. W. Thompson. 2001. “The Influence of Menstrual Cycle Phase on Skeletal Muscle Contractile Characteristics in Humans.” *The Journal of Physiology* 530 (1): 161–66. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.2001.0161m.x>.
- Fridén, Cecilia, Angelica Lindén Hirschberg, and Tönu Saartok. 2003. “Muscle Strength and Endurance Do Not Significantly Vary Across 3 Phases of the Menstrual Cycle in Moderately Active Premenopausal Women.” *Clinical Journal of Sport Medicine* 13 (4): 238–41. <https://doi.org/10.1097/00042752-200307000-00007>.
- Godfrey-Smith, P. 2003. *Theory and Reality: An Introduction to the Philosophy of Science*. University of Chicago Press.
- Haugen, Marianne Nilsen. 2023. “baseparing.” <https://sml.snl.no/baseparing>.

- Hempel, Carl G. 1966. *Philosophy of natural science*. Prentice-Hall foundations of philosophy series. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Hopkins, Will G. 2000. "Measures of Reliability in Sports Medicine and Science." *Sports Medicine* 30 (1): 1–15. <https://doi.org/10.2165/00007256-200030010-00001>.
- Hughes, David C., Stian Ellefsen, and Keith Baar. 2018. "Adaptations to Endurance and Strength Training." *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine* 8 (6): a029769. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a029769>.
- Krieger, James W. 2009. "Single Versus Multiple Sets of Resistance Exercise: A Meta-Regression." *Journal of Strength and Conditioning Research* 23 (6): 1890–1901. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b370be>.
- Kukurba, Kimberly R., and Stephen B. Montgomery. 2015. "RNA Sequencing and Analysis." *Cold Spring Harbor Protocols* 2015 (11): 951–69. <https://doi.org/10.1101/pdb.top084970>.
- Lebrun, C. M., D. C. McKenzie, J. C. Prior, and J. E. Taunton. 1995. "Effects of menstrual cycle phase on athletic performance." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 27 (3): 437–44.
- Livak, Kenneth J., and Thomas D. Schmittgen. 2001. "Analysis of Relative Gene Expression Data Using Real-Time Quantitative PCR and the 2- $\Delta\Delta$ CT Method." *Methods* 25 (4): 402–8. <https://doi.org/10.1006/meth.2001.1262>.
- Popper, Karl R. 1969. *Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge*. 3rd ed. (revised). London: Routledge & K. Paul.
- Rækstad, Paul. 2012. "David Hume og psykologien bak kausal induksjon." *Norsk filosofisk tidsskrift* 46 (4): 262–76. <https://doi.org/10.18261/ISSN1504-2901-2011-04-03>.
- Ratamess, Nicholas, Brent A. Alvar, Terry K. Evetoch, Terry J. Housh, B. Kibler, William J. Kreamer, and N. T. Triplett. 2009. "Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults." *Medicine & Science in Sports & Exercise* 41 (3): 687–708. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181915670>.
- Romero-Moraleda, Blanca, Juan Del Coso, Jorge Gutiérrez-Hellín, Carlos Ruiz-Moreno, Jozo Grgic, and Beatriz Lara. 2019. "The Influence of the Menstrual Cycle on Muscle Strength and Power Performance." *Journal of Human Kinetics* 68 (1): 123–33. <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0061>.
- Stark, Matthew, Judith Lukaszuk, Aimee Prawitz, and Amanda Salacinski. 2012. "Protein Timing and Its Effects on Muscular Hypertrophy and Strength in Individuals Engaged in Weight-Training." *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 9 (1): 54. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-9-54>.
- Tanner, Rebecca K., Christopher John Gore, and Australian Institute of Sport, eds. 2013. *Physiological Tests for Elite Athletes*. 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Taylor, Sean C., Katia Nadeau, Meysam Abbasi, Claude Lachance, Marie Nguyen, and Joshua Fenrich. 2019. "The Ultimate qPCR Experiment: Producing Publication Quality, Reproducible Data the First Time." *Trends in Biotechnology* 37 (7): 761–74. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2018.12.002>.
- Widrick, Jeffrey J., Julian E. Stelzer, Todd C. Shoepe, and Dena P. Garner. 2002. "Functional properties of human muscle fibers after short-term resistance exercise training." *American*

Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology 283 (2): R408–416. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00120.2002>.