

IDR4000 MAPPEEKSAMEN

407

2023-11-17

Table of contents

Forord	3
1 Reliabilitet	4
1.1 Introduksjon	4
1.2 Metode	5
1.3 Resultater	5
2 Vitenskapsfilosofi	8
2.1 I følge 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.	8
2.2 Gi en kort beskrivelse og forklaring av falsifikasjonisme. Presenter så ett problem med denne teorien. Tror du problemet kan løses? Begrunn svaret ditt. . .	9
3 Labrapport	11
3.1 Introduksjon	11
3.2 Metode	12
3.3 Resultat	12
3.4 Diskusjon	13
3.5 Konklusjon	13
4 Studiedesign	14
5 Repeated measures	17
5.1 Introduksjon	17
5.2 Metode	18
5.2.1 Deltakere	18
5.2.2 Styrketrening	18
5.2.3 Tester	19
5.2.4 Data	19
5.3 Resultater	19
5.4 Diskusjon	20
Referanser	22

Forord

Dette er mappeeksamen i IDR4000.

Hver del er produsert av meg eller som gruppearbeid i undervisningssammenheng.

Link til repository på github <https://github.com/andrineblegen/idr4000-eksamen.git>

1 Reliabilitet

1.1 Introduksjon

Vi gjennomførte to testdager 26.09.2023 og 28.09.2023 i tiden 08:00-16:00. Hensikten med disse to dagene var å gjennomføre fysiologiske tester med høy grad av reliabilitet. Det er flere faktorer som påvirker både validitet og reliabilitet, og det er viktig å ta høyde for dette under fysiologisk testing. Vi gjennomførte testdag 1 og testdag 2 med kun én dag mellom for å sikre at deltakerne var på tilsvarende fysiologisk nivå ved begge testene. Vi tok derfor en rekke forhåndsregler for å sikre så like testforhold som mulig.

Reliabilitet refererer til reproduserbarheten til en f.eks. en fysiologisk test som gjennomføres flere ganger i en repetert studie, der bedre reliabilitet indikerer bedre presisjon og måling av endring over tid (Hopkins 2000). Innenfor reliabilitet er det en rekke relevante begreper. Standardavvik (SD) forteller hvor langt unna dataene er fra gjennomsnittet (Spiegelhalter 2020), typical error (TE) beskrives av Hopkins (2000) som variabiliteten hos hver enkelt verdi og tenkes å kunne visualisere feilmarginen av et estimat. For å få nøyaktige målinger som kna sammenliknes er det viktig med presise måleinstrumenter som kalibreres nøye. Det er også faktorer som læringseffekt, motivasjon, restitusjon og ernæringstilstand som kan påvirke resultatene, og det er viktig å ta høyde for dette ved fysiologisk testing. Hopkins (2000) hevder at det kreves om lag 50 deltakere og 3 repeterte målinger for å kunne estimere reliabiliteten. Dette er for å utelukke de overnevnte faktorerne.

Kroppens maksimale oksygenopptak (VO_{2maks}) gir informasjon om en persons maksimale aerobe kapasitet. Oksygenopptaket bestemmes av både sentrale- og perifere faktorer og kan illustreres ved Flick's likning:

$$VO_2 = (HR \times SV) \times (aO_2 - vO_2)$$

En VO_{2maks} -test går ut på at man måler hvor mange ml oksygen en person evner å ta opp og omsette per minutt. Oksygenkravet øker lineært med belastningen helt til personen når sin maksimale aerobe kapasitet, da vil kurven flate ut eller eventuelt synke. En persons maksimale oksygenopptak kan beskrives både i form av absolutte tall (ml/min) eller som relative tall i forhold til kroppsvekt (ml/kg/min).

1.2 Metode

VO_{2maks} testen gjennomføres som en trappetrinnstest der motstanden øker med 25W hvert minutt til utmattelse/når RPM < 60. VO₂målinger registreres hvert 30 sek. Deltakerne startet testen på enten 150W, 200W eller 250W avhengig av fysisk form og erfaring med sykkel. Hvert minutt øker watten med 25 helt til utmattelse. Etter endt test ble informasjon innhentet og plottet i ferdigstilt Excel-dokument.

Selv om en tydelig protokoll er essensielt for å sikre reliable tester på en fysiologilab, er det flere hensyn som må tas underveis. Vi begynte hver test med å kalibrere utstyret slik at det var oppdatert etter forholdene til hver deltaker hver klokke time, for å minimere risikoen for at utstyret skal måle feil (Tanner and Gore 2013). For å sikre lik grad av verbal motivasjon og formulering av instruks, valgte vi å bruke samme testleder på hver person (Halperin, Pyne, and Martin 2015). Vi ha også instruks om at kosthold og søvn skulle være likt før og på testdagen, samt ingen trening mellom testene da det er faktorer som kan påvirke metabolisme og prestasjon, dette ble dog ikke kontrollert (Tanner and Gore 2013).

1.3 Resultater

Etter testdag 1 (T1) fikk vi en oversikt hvilket fysiologisk nivå deltakerne i prosjektet var på. Vi valgte å undersøke variablene VO_{2max} (ml/min), VO_{2max} (ml/min/kg) og kroppsvekt.

Tabell 1.1: Oversikt over testresultater etter T1. Gjennomsnitt (Mean), laveste observasjon (Min), høyeste observasjon (Max), og standardavvik (SD)

Variable	Mean	Min	Max	SD
VO2max (ml/min)	3,990.12	2,504.00	5,893.00	999.95
VO2max (ml/min/kg)	49.83	31.74	77.54	15.28
Weight	81.75	66.40	105.90	12.32

Formålet med dette prosjektet var å teste reliabiliteten på utvalgte fysiologiske mål mellom T1 og T2. Tabell gir en oversikt over resultatet på T1 og T2 for hver ID. Oversikt over aktuelle reliabilitetstall finner man i Tabell 1.2.

Standardavvik (SD) kan forklares ved et mål på hvor stor spredningen er i forhold til datapunktens middelerdi/gjennomsnitt, og definerer hvert enkelt datapunkts avvik fra gjennomsnittet (Spiegelhalter 2020).

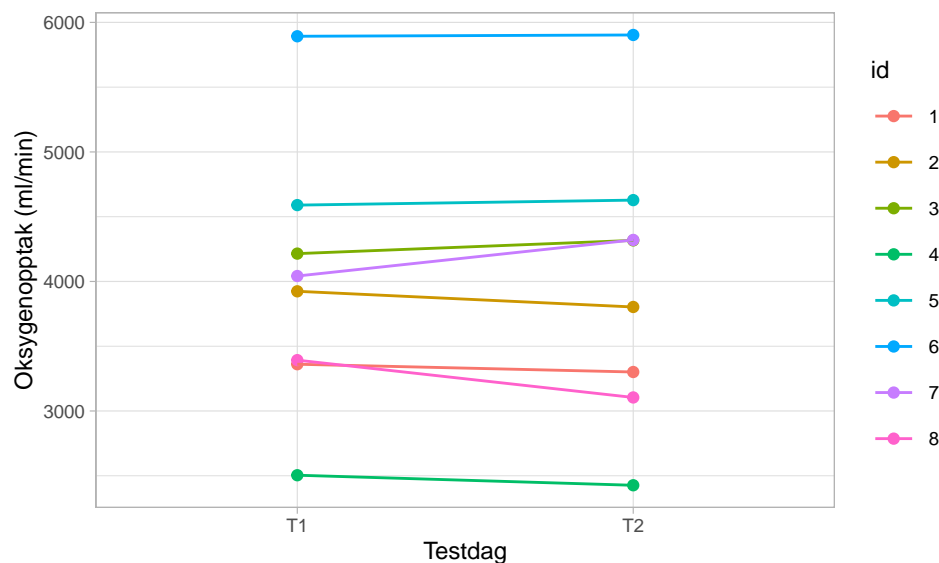
Variasjonskoeffisienten (CV) angir et spredningsmål for verdiene i et datasett. CV uttrykker ofte variasjon i forhold til gjennomsnittsverdien og angis i prosent (Spiegelhalter 2020).

Typical Error (TE) eller standardfeil er variabiliteten hos hver enkelt verdi og tenkes å kunne visualisere feilmarginen av et estimat. Eksempelvis vil en standardfeil kunne forklares gjennom biologiske prosesser som påvirker for eksempel kraftutvikling, som følge av mentale eller fysiske faktorer (Hopkins 2000).

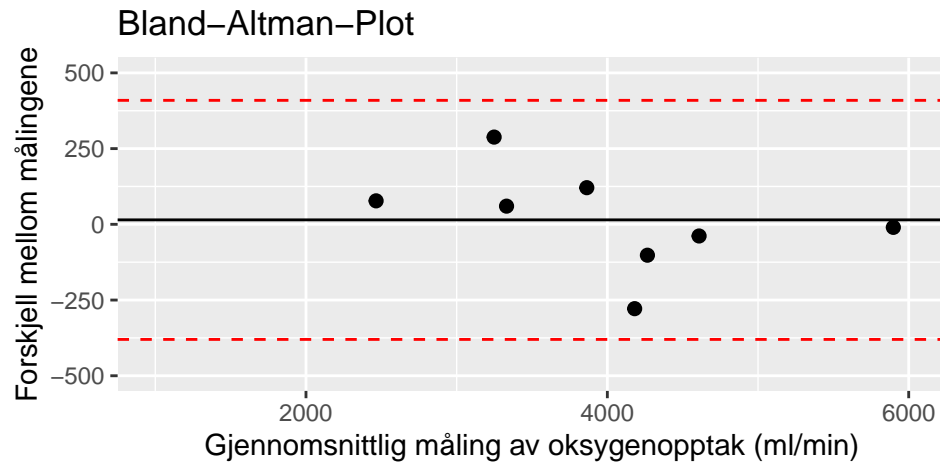
Limits of agreement (LoA) viser til 1,96 standardavvik fra den gjennomsnittlige differansen mellom T1 og T2. Dette er illustrert i Figur 1.2 med et Bland-Altman-Plot.

Tabell 1.2: Oversikt over reliabilitetstall for utvalgte tester. Tabellen viser gjennomsnitt av T1 og T2 (Mean), standardavvik (SD), typical error (TE), variasjonskoeffisient (CV), og limits of agreement (LoA)

Variable	Mean	SD	TE	CV	LoA
VO2max (ml/min)	3,982.78	166.91	118.02	2.96	394.68
VO2max (ml/min/kg)	49.50	2.48	1.75	3.54	5.87
Weight	82.07	1.73	1.22	1.49	4.09



Figur 1.1: Sammenligning av oksygenopptak målt i ml/min mellom testdag 1 og testdag 2 for hver forsøksperson



Figur 1.2: Bland-Altman-Plot for maksimalt oksygenopptak (ml/min). Stiplede linjer tilsvare øvre og nedre limits of agreement. Heltrukken linje tilsvare gjennomsnittet av differansen mellom T1 og T2

2 Vitenskapsfilosofi

2.1 I følge 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.

David Hume var en filosof som blant annet er kjent for sine meninger knyttet til bruken av induksjon. Ifølge han er det umulig å rasjonelt begrunne bruken av induksjon. Begrunnelsen for dette går tilbake til bruken av ulike argumenter og uniformitetsprinsippet. Et argument er satt sammen av premisser og en konklusjon. Et argument kan være deduktivt gyldig som betyr at dersom premissene er sanne er det helt sikkert at konklusjonen også er sann, også kan et argument være induktivt sterkt som betyr at dersom premissene er sanne kan vi anta at konklusjonen mest sannsynlig er sann. Det finnes også gode og dårlige argumenter. Et godt argument må være enten deduktivt gyldig eller induktivt korrekt. Det er tre alternativer for hva som er gode premisser i et godt argument. Det første er at hvert premiss i argumentet må være en idérelasjon, som er påstander om hvordan ulike idéer er relatert til hverandre. Det andre er at premissene må støttes av empirisk evidens eller et sterkt argument. Empirisk evidens er kunnskap vi har på bakgrunn av hva vi har observert eller erfart tidligere. Og det tredje alternativet er at argumentet være ikke-sirkulært, som betyr at argumentasjonen ikke kan gå i sirkel. Dette betyr at et godt argument kan være godt på én måte, men et dårlig argument kan være dårlig på tre ulike måter. Uniformitetsprinsippet inngår i Humes begrunnelse for hvorfor man ikke rasjonelt kan begrunne bruken av induksjon, og går ut på at man antar at fremtiden vil utarte seg likt som fortiden. Hume stilte spørsmålsteget ved hvilket grunnlag vi har for å bruke tidligere observasjoner som grunnlag for å generalisere fremtiden. Uniformitetsprinsippet er en faktapåstand som ikke kan undersøkes empirisk. Den eneste måten å argumentere for uniformitetsprinsippet er at det alltid har stemt tidligere, så da vil det mest sannsynlig også stemme i morgen. Problemet med denne argumentasjonen er at det er et induktivt argument, og for at et induktivt argument skal være gyldig må man legge uniformitetsprinsippet til grunn. Dette argumentet blir derfor et sirkulært argument, altså et ikke-sterkt eller dårlig argument. Det er altså ikke mulig å argumentere for uniformitetsprinsippet uten å legge uniformitetsprinsippet til grunn. Likevel kan man argumentere for uniformitetsprinsippet ved bruk av praktisk rasjonalitet. Denne formen for rasjonalitet begrunnes med at du skal tro på noe dersom det gir deg et bedre liv. Det å tro på uniformitetsprinsippet kan gi deg et bedre liv ved at det for eksempel gjør det lettere å planlegge hverdagen, studere, jobbe og drive vitenskap. Dersom man hele tiden skulle tatt høyde for at absolutt ingen dag er lik og at selv om en teori

er gyldig i dag vil den ikke nødvendigvis være gyldig i morgen, ville det gjort det vanskelig å leve, skapt mer stress i hverdagen og gjort det vanskelig å drive vitenskap. Vi er nødt til å ta utgangspunkt i uniformitetsprinsippet for å ha både et velfungerende samfunn og privatliv, samtidig som det er viktig å være åpen for nye teorier da verden, samfunnet og vitenskapen er i konstant utvikling og at med tiden kan eldre teorier bli erstattet av nyutviklede teorier som baserer seg på ny kunnskap. Karl Popper var ikke imot at vi skal bruke våre tidligere erfaringer til å predikere fremtiden når det kommer til det daglige livet, men han mente at det ikke kan rasjonelt begrunnes og ikke hører hjemme i vitenskapen

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

Falsifikasjonisme stammer fra Karl Popper og hans synspunkt på hva som skille vitenskap fra pseudovitenskap. Han var opptatt av å skille disse to og mente at en hypotese kun er vitenskapelig dersom den kan falsifiseres, hvis ikke er det pseudovitenskap. For at en påstand skal kunne falsifiseres må den kunne deduktivt utlede en prediksjon som kan empirisk sjekkes. Dette betyr ikke at alle falsifiserbare påstander er sanne, tvert imot kan falsifiserbare påstander også være usanne. Popper mente at en god falsifiserbar teori inneholdt presise og gjerne flere prediksjoner. Ifølge Popper kunne enten prediksjonene avkrefte teorien og dermed forkaste den, eller så kan prediksjonene gi grunnlag for å tro at teorien muligens er sann, men vi kan aldri være sikre. Å forkaste en teori basert på én undersøkelse kan virke som en veldig svart-hvit tankegang som kan by på utfordringer da verden ikke er svart-hvit. Det er også vanskelig å bedømme om det der prediksjonene som er feil, om teorien er feil, om det er feil i utførelsen av prosjektet, om det er målefeil, om det kan ha vært andre faktorer som har påvirket uten at man er klar over det, og mye mer. I et forsøk på å løse denne utfordringen kan man undersøke hvorvidt det er noe med argumentene som er årsaken til at teorien er falsifisert. Dette betyr at argumentene må bekreftes, hvilket ifølge falsifikasjonisme ikke er mulig da vi kun kan avkrefte. I tillegg krever bekreftelse induksjon noe Hume argumenterer sterkt for at ikke er mulig da man ifølge han ikke kan begrunne induksjon rasjonelt. En form for løsning på dette problemet kan være å inkludere signifikanstester eller p-verdier i forskning. I praksis betyr dette at p-verdien til en hypotese representerer sannsynligheten for at du vil observere det du observerte eller noe mer ekstremt gitt hypotesen. På denne måten kan man implementere en form for sannsynlighetsregning i en svart-hvit falsifikasjons-tankegang, og man vil kunne gi et svar på problemstillingen. Ikke nødvendigvis et svar med to streker under, men et svar. Til tross for dette får man aldri bekreftet noe dersom man gjør slik Popper mente. Resultatene vil kun avkrefte men aldri bekrefte, og man kan i følge Popper aldri være sikker på om en teori stemmer. Det man sitter igjen med er en teori som enten er falsifisert eller ikke. Dersom en teori overlever mange undersøkelser eller tester, er den korroborert. Det finnes ingen løsning på induksjonsproblemet, men det betyr ikke at man ikke skal ta i bruk disse teoriene heller. Det man kan gjøre er å etterstrebe gode argumenter samtidig som man er åpen for at det ikke

alltid finnes et ja- eller nei svar. Verden er kompleks og i mange tilfeller er det ikke to streker under svaret, men et samspill av mange faktorer og en sannsynlighet for at et utfall vil finne sted.

3 Labrapport

3.1 Introduksjon

Analyser av genuttrykk gjennom fluoresens-basert sanntids kvantitativ polymerase kjedereaksjon (qPCR) er fast praksis i mange medisinske treningsstudier (Kuang et al. 2018). qPCR benyttes til å måle uttrykket av et målgen i prøver fra blant annet blod og muskelvev. Et vanlig bruksområde innenfor treningsfysiologi er for eksempel å måle treningsinduserte endringer i genuttrykk for ulike muskelfibertyper. Selv om denne typen analyse er svært utbredt, finnes det mange ulike protokoller og måter å gjennomføre analysen på. Reproduserbarheten og reliabiliteten til dataen avhenger i stor grad av hvordan eksperimentene gjennomføres og tolkes. For å sikre så reliable tester som mulig, er det viktig med en detaljert og nøye protokoll (Kuang et al. 2018).

Prinsippet bak en qPCR-analyse er å følge PCR i sanntid. For å gjennomføre PCR må vi først ekstrahere RNA fra en biologisk celleprøve. Deretter blir RNAet gjort om til cDNA i en prosess kalt reversert transkripsjon. Med PCR blir dette cDNAet deretter amplifisert opp til milliarder av kopier (Kuang et al. 2018). Hver syklus i en PCR består av tre steg for å kopiere opp det aktuelle DNAet. I første steg (denaturering) blir DNAet utsatt for høy temperatur for å dele DNAet fra dobbeltrådet til enkelttrådet. I det andre steget (annealing) blir temperaturen senket og primere fester seg til templat-trådene. I det siste steget (elongering) øker temperaturen igjen og DNA-polymeraser fester seg til primerne og syntetiserer et nytt dobbeltrådet DNA, likt det vi startet med (Kuang et al. 2018). Deretter vil denne syklusen repetere seg, slik at DNAet dobles eksponentielt for hver syklus. I en qPCR som benytter SYBR green-metoden blir det aktuelle DNAet bundet til fluoresens under hver syklus slik at man kan følge PCR-prosessen i sanntid, ved å ta et bilde som detekterer fluorescensen etter hver syklus (Kuang et al. 2018). Mengden cDNA og fluorescens dobles etter hver syklus, og signalet av fluorescens øker dermed eksponentielt. Hvor raskt signalet av fluorescens når en satt grense kalt syklisk terskel (CT), bedømmer hvor stort uttrykk av et gen vi har. Jo færre sykluser som må gjennomføres for å nå CT, jo større uttrykk av målgenet hadde vi i celleprøven vår (Livak and Schmittgen 2001).

3.2 Metode

I forkant av forsøket hadde labansvarlig forberedt cDNA. qPCR-analyse ble gjort ved bruk av cDNA og en Master mix. Master mixen besto av 5 l Cybr-green, 1 l primer mix (MCH1, MHC2a, MCH2x eller MCHb2m) og 2 l H₂O. På en plate med brønner ble det tilført 8 l Master mix i brønnene sammen med 2 l cDNA. I tillegg til dette lagde vi en fortynningsserie for å teste primerne. Fortynningene vi brukte var 1/1, 1/10, 1/100, 1/1000, 1/10000, 1/100000 og 1/1000000. I 1/1 prøven var det 2 l cDNA og 8 l cmc. Fortynningsserien tok utgangspunkt i denne prøven og ble fortynnet med H₂O. Platen ble så dekket med plast og sentrifugert på 1200rpm i 1 minutt. PCR-prøvene ble analysert ved sanntids PCR (Applied Biosystems 7500 fast Real-TimePCR Systems, Life Technologies AS) og ved bruk av Quant Studio programvare (Applied Biosystems, Waltham, MA USA). PCR-prosessen besto av tre deler, en “Hold stage” en “PCR stage” og en “Melt curve stage”. Det første steget gikk ut på at temperaturen økte med 1,99°C/s opp til 50°C hvor temperaturen forble konstant i 2 min. Videre Økte temperaturen med 1,99°C/s opp til 95°C hvor temperaturen forble konstant i 2 min. Deretter startet selve PCR-prosessen som besto av 40 sykluser. Én syklus besto av 1 sek på 95°C før temperaturen sank med 1,77°C/s ned til 60°C hvor temperaturen ble holdt konstant i 30 sek. Etter hver syklus ble det tatt bilde av brønnenes fluorescens. Avslutningsvis økte temperaturen med 1,99°C/s opp til 95°C hvor temperaturen holdes konstant i 15 sek. Deretter synker temperaturen med 1,77°C/s ned til 60°C hvor temperaturen holdes konstant i 1 min. Temperaturen økte deretter med 0,15°C/s opp til 95°C hvor temperaturen ble holdt konstant i 15 sek. Etter PCR-prosessen var ferdig kunne vi hente ut resultatene i form av CT-verdier.

3.3 Resultat

Vi ser at mengden genuttrykk for de ulike muskelfibertypene har endret seg fra uke 0 til uke 2. Genuttrykket for Muskelfibertype 1 (MCH1) har sunket fra 35-27%, muskelfibertype 2a (MHC2a) har økt fra 0,6-72% og muskelfibertype 2x (MCH2x) har sunket fra 63-4%.

Tabell 3.1: Prosentvis fordeling av genuttrykk etter uke 0 og uke 2

Gentype	Uke 0	Uke 2
MCH1	35.43	27.33
MHC-2a	0.61	72.21
MHC-2x	63.96	4.61

Antall sykluser for å nå syklisk terksel (CT) har endret seg fra uke 0 til uke 2. Antall sykluser har sunket for MCH1 fra 22-17 sykluser. For MHC2a har antall sykluser sunket 27-15 sykluser, og for MCH2x har antall sykluser til CT økt fra 21-23 sykluser. Lavere antall sykluser viser til større genuttrykk.

Tabell 3.2: CT-verdier

Gentype	Uke 0	Uke 2
MHC1	22.04	17.29
MHC-2a	27.91	15.89
MHC-2x	21.19	23.19

Tallene er antall sykluser før syklisk terskel er nådd

3.4 Diskusjon

Ved bruk av fluoresens-basert sanntids kvantitativ polymerase kjedereaksjon (qPCR) er det essensielt med både egnede gener og en detaljert protokoll. Målet med undersøkelsen var å kunne vurdere, presentere og tolke genuttrykk. I denne oppgaven valgte vi å undersøke endringen i mengden genuttrykk av MHC1, MHC2a og MHC2x før trening og etter 2 uker med styrketrening.

Vi har undersøkt antall sykluser som trengs for å nå CT for de bestemte genene, der færre sykluser indikerer et større genuttrykk. Genuttrykket for MCH2x var det som trengte flest sykluser for å nå CT ved uke 2, mens for både MCH1 Og MCH2a har antall sykluser til CT sunket. Dette tyder på at genuttrykket til MCH1 og MHC2a har økt mens MHC2x har sunket.

Den reduserte mengden genuttrykk for MCH1 og MHC2x og den økte mengden genuttrykk av MHC2a virker å være fornuftige. Tabell 1 i Terzis et al. (2008) viser blant annet at etter 14 uker med styrketrening har prosentandelen av muskelfibertype 2a økt. Andersen and Aagaard (2000) viser også at styretrening reduserer muskelfibertype MCH2x og øker MHC2a. Dette ser ut til å stemme over ens med våre resultater som vises i tabell 1.

Endringen i genuttrykk av MHC2a og MHC2x er stor. Dette kan tyde på at vi analyserte en prøve fra en veldig utrent person. Siden vi på forhånd ikke fikk noe informasjon om forsøkspersonen vi analyserte prøven fra, blir dette likevel vanskelig å fastslå. I Andersen and Aagaard (2000) beskrives det at ved å øke muskelaktiviteten, enten gjennom styrke- eller utholdenhetstrening, slås MHC2x-genet av noe som resulterer i en forhøyet andel MHC2a-gen. Dette stemmer godt med våre observasjoner. Ved inaktivitet reverseres denne prosessen, noe som gjør forekomsten av MHC2x mer vanlig hos inaktive mennesker.

3.5 Konklusjon

Denne analysen av genuttrykk for ulike myosin tungkjeder indikerer at styrketrening bidrar til endringer som et forhøyet uttrykk av MHC2a i forhold til MHC1 og MHC2x.

4 Studiedesign

Jeg har valgt å ta for meg et tema som omhandler intervalltrening og det maksimale oksygenopptaket ($\text{VO}_{2\text{maks}}$). $\text{VO}_{2\text{maks}}$ kan defineres som kroppens maksimale evne til å ta opp og omsette oksygen, altså den maksimale hastigheten på den aerobe energiomsetningen. Flick's likning illustrerer de bestemmede faktorene for $\text{VO}_{2\text{maks}}$ som er minuttvolum (MV), arteriell oksygen (aO_2) og venøs oksygen (vO_2).

$\text{VO}_{2\text{maks}}$ er assosiert med både helse og prestasjon, og det er derfor et interessant tema som i større eller mindre grad angår alle. Kunnskap knyttet til trening for å forbedre $\text{VO}_{2\text{maks}}$ er relevant både når det kommer til mange former for toppidrett og prestasjon, men også for generell helse blant befolkningen. Intervalltrening er i mange tilfeller en mer tidseffektiv treningsform som for mange kan være lettere å sette av tid til i en hektisk hverdag. Dersom intervalltrening har like gode eller bedre effekt på helsen enn en mer langvarig form for trening, vil det være positivt for folkehelsen da flere har tid til det. Samtidig har vi også en mindre del av befolkningen som er opptatt av prestasjon, og i deres tilfelle er det nyttig å vite hvilken treningsform som belaster kroppen minst og krever minst restitusjon samtidig som man får størst treningseffekt. I en toppidrettshverdag handler det om å optimalisere alle faktorer i hverdagen for best mulig prestasjon og restitusjon. Da er denne formen for kunnskap nyttig da den kan bidra til å strukturere hverdagen og treningen på best mulig måte slik at hver enkelt på best mulig måte kan legge opp treningen etter sine egne behov.

Felles for alle studiene jeg har valgt ut er at de ønsker å undersøke hvilken effekt intervallpreget trening har på $\text{VO}_{2\text{maks}}$ sammenliknet med kontinuerlig arbeid. Studien har litt ulike tilnærminger til temaet med noe varierende hypoteser eller problemstillinger. Daussin et al. (2007) undersøkte hypotesen om at kontinuerlig trening og intervalltrening påvirker hhv. perifere og/eller sentrale faktorer. Astorino et al. (2013) og Helgerud et al. (2007) ønsket å sammenlikne endringer i det maksimale oksygenopptaket som respons på ulike treningsregimer. Nybo et al. (2010) hadde fokus på effektivitet i treningen og hadde som hensikt å undersøke effekten av høyintensiv intervalltrening sammenliknet med kontinuerlig arbeid og styrketrening på en rekke helseparametere, deriblandt det maksimale oksygenopptaket. Matsuo et al. (2014) hadde på lik linje med Nybo fokus på effektivitet og hadde som hensikt å der han sammenliknet tidseffektiv høyintensiv intervalltrening og kontinuerlig arbeid. I tillegg til dette er samtlige studier, med unntak av Helgerud et al. gjort på utrente. Studien initierer at de tror intervalltrening utført med høy intensitet vil gi bedre adaptasjoner enn kontinuerlig trening, men de ønsker å undersøke hvor stor den eventuelle forskjellen er samt diskutere årsaksforklaringer.

Flere av studiene har mange likhetstrekk i valg av metode, men det er noen ulikheter. Alle studiene er intervensjonsstudier over en periode på 8-12 (28) uker med pre- og post-tester. Daussin et al. (2007) har også en detreningsperiode på etterfulgt av en ny intervensjon der gruppene bytter treningsform, og er den eneste av disse fem studiene som har en randomisert crossover design. Astorino et al. (2013) og Nybo et al. (2010) har begge en randomisert kontrollert between group design. Helgerud et al. (2007) og Matsuo et al. (2014) hadde en randomisert between group design, altså uten en kontrollgruppe. Det er verdt å nevne at i studien til Matsuo et al. (2014) er gruppene kun delvis randomisert da gruppene er basert på deltakernes alder og VO_{2maks} pre-intervensjon. Hensikten med dette er å øke studiens pålitelighet ved å gjøre gruppene så like som mulig for å sikre at eventuelle effekter av en intervensjon ikke kan tilskrives forskjeller mellom gruppene.

I en crossover studie trenger man ikke like mange deltakere som i de andre studiedesignene fordi hver deltaker gjennomfører begge intervensjonene samtidig som de fungerer som sin egen kontroll. Ulemper ved denne studiedesignen er at den varer over dobbelt så lenge som mange andre intervensjonsstudier, som kan påvirke rekruttering av deltakere og deltakernes motivasjon underveis. Det er også tenkelig at deltakerne kan ha en “carryover” effekt av de første intervensjonen som de tar med seg inn i den andre til tross for en detreningsperiode (Hulley 2013). I studien til Daussin et al. (2007) er denne perioden satt til 12 uker og man tenker at deltakerne vil komme tilbake til baseline i løpet av denne perioden slik at de begynner med den andre intervensjonen med “blanke ark”. I de andre studiene trengs det et større utvalg fra populasjonen som videre deles inn i to eller flere grupper der hver gruppe gjennomfører ulik trening. Noen studier har også grupper som er kontrollgrupper som ikke gjennomfører noen for trening, men som gjennomfører testene. På grunn av måten disse studiene utføres trengs det flere deltakere, hvilket kan være utfordrende å få tak i. Fordelene med en kontrollgruppe er at man kan kontrollere for at det ikke er andre faktorer som kan ha påvirket resultatet. To av de randomiserte between group design studiene har en kontrollgruppe og to har ikke det.

Det er noe varierende utvalg i studiene. Daussin et al. (2007) har et utvalg på 10 (5 kvinner og 5 menn) i sin crossover studie med en gjennomsnittsalder på 47 år, mens de resterende fire har et utvalg som varierer fra 20-42 med gjennomsnittsalder som varierer fra 23-31 år. Det er kun studien til Matsuo et al. (2014) som nevner hvordan deltakerne ble rekruttert, resten av studiene nevner ikke dette. I denne studien ble deltakerne rekruttert via lokal markedsføring på universitetet og i lokalavis. Fordelen med å inkludere hvordan deltakerne ble rekruttert er blant annet at det gir et mer helhetlig bilde hos leseren om hvordan utvalget ser ut og om de selv har oppsøkt prosjektet eller om en leder av prosjektet har oppsøkt deltakerne. Alle studiene foruten studien til Helgerud et al. (2007) som har moderat trente personer, har friske men utrente deltakere. Det er også noe variasjon i kjønnsfordelingen. Daussin et al. (2007) hadde både kvinnelige og mannlige deltakere (5 + 5), Nybo et al. (2010), Matsuo et al. (2014) og Helgerud et al. (2007) hadde kun menn, mens Astorino et al. (2013) kun hadde kvinnelige deltakere. Det er en kjent sak at det gjøres mer forskning på menn enn på kvinner, og det er derfor fint at noen studier også kan representere kvinner. Hvorvidt utvalget representerer den generelle befolkningen kan diskuteres, men utvalget representerer i det minste den gruppen av befolkningen med de deltakerkarakteristikkene utvalget har.

Hver av studiene har valgt seg ut en rekke tester de utførte både pre og post-intervensjonen. Felles for alle er at de gjennomflører VO_{2maks} -tester både pre og post intervensjon. I tillegg til dette har flere av studiene en rekke andre tester som f.eks. laktattørskel, maks watt, maksimal arteriovenøs differanse og kardiovaskulære tester som blodtrykk og hjerterefrekvens i hvile. Astorino et al. (2013) er den eneste av disse studiene som gjennomførte tester underveis i intervensjonen. Dette ble gjort hver tredje uke for å regne ut hvilken intensitet deltakerne skulle trene på.

Til slutt samler studiene resultatene etter intervensjonen er gjennomført. Astorino et al. (2013) brukte en two way analysis of variance with repeated measures for å undersøke forskjeller i variablene som respons på trening. De resterende studiene har brukt en two way ANOVA with repeated measures for å undersøke forskjellene mellom gruppene og resultatene deres. Matsuo et al. (2014) har også gjort en power test for å undersøke hvor stor sample size de må ha for å øke den statistiske styrken i studien sin ved at sannsynligheten for at de resultatene de får er overførbare til dresten av befolkningen. De brukte en priori power test med en alpha error rate på 0.017 og en statistisk power test med en power på 80% kom de frem til at de måtte ha minst 11 deltakere i hver gruppe. De rekrutterte derfor litt flere enn dette da de tok høyde for at noen muligens ville droppe ut underveis. Astorino et al. (2013) brukte en one way ANOVA til å undersøke forskjeller i deltakerkarakteristikker ved baseline mellom gruppene for å ha tatt høyde for dette når resultatene skal analyseres.

Alle studiene har kommet fram til at trening med høyere intensitet er bedre for å øke VO_{2maks} enn trening med lavere intensitet. Gruppene som har trent med lavere intensitet har i de fleste tilfellene også økt sitt maksimale oksygenopptak, men gruppene med høyere intensitet har økt signifikant mer. Det betyr ikke nødvendigvis at den høyeste intensiteten er best. I studien til Matsuo et al. (2014) fikk gruppen som trente <90% VO_{2maks} (HIAT) en større forbedring enn gruppen som trente på 120% VO_{2maks} (SIT). Arbeidstiden til HIAT gruppen var 13 min mens den i SIT-gruppen kun var 5 min, hvilket kan ha spilt en rolle i resultatet. Det er nok lettere å opprettholde intensiteten HIAT-gruppen hadde over lengre tid, som er essensielt for å oppnå de adaptasjonene som er assosiert med et økt maksimalt oksygenopptak. De resterende studiene er enige i at intervalltrening med høy intensitet er å foretrekke fremfor både kontinuerlig trening og intervaller med lavere intensitet for å forbedre VO_{2maks} både hos friske utrente menn og kvinner, og hos moderat trente menn som har de samme fysiske trekkene som gruppene som har utført nettopp disse studiene.

5 Repeated measures

5.1 Introduksjon

Styrketrening er trening som har som hensikt å vedlikeholde eller øke muskelmasse eller -styrke. Treningsformen består av repetisjoner og sett som sammen med treningsfrekvens utgjør det totale treningsvolumet. I tillegg til dette har vi intensiteten på treningen som i styrketrening ofte styres av prosent av en repetisjon maksimum (%RM) eller repetisjoner i reserve (RIR). Et resultat av styrketrening er at den aktuelle muskelgruppen blir både større og sterkere. Forklaringne bak dette ligger i at muskelfibrene øker i tverrsnitt (hypertrofi) som et resultat av fysiologiske adaptasjoner knyttet til styrketrening. Hos utrente mennesker kan man typisk se en økning i muskelfibertverrsnitt på ~0,1-0,5% per treningsøkt og en økning i muskelstyrke på ~1% per treningsøkt i de første 8-12 ukene (Wernbom, Augustsson, and Thomeé 2007).

Hvilket treningsvolum og hvilken intensitet som er mest optimalt for å øke muskelstyrke og muskelmasse er et interessant tema. På lik linje med andre former for trening er hva som er mest optimalt avhengig av den enkeltes utgangspunkt og hva som er målet med treningen. Mange opplever å ha travle hverdager med minimalt med tid til trening. Dette i kombinasjon med stillesittende arbeidsdager er ikke positivt for helsen. Fysisk aktivitet bør i større grad prioriteres. I en travel hverdag kan det være avgjørende å finne en form for trening som tar minst mulig tid, men som samtidig gir en god effekt. Studier viser at muskelstyrke og -masse reduseres betraktelig fra 50 årene (Deschenes 2004; Janssen et al. 2000), og dersom denne aldersrelaterte prosessen får gå sin gang vil det kunne utvikles til sarkopeni. Sarkopeni er aldersrelatert tap av muskelmasse, som reduserer funksjonsevnen og livskvaliteten, samt øker risiko for sykdom og tidlig død (Beaudart et al. 2017; Deschenes 2004). Styrketrening har vist seg å ha en positiv effekt på muskelmasse hos både menn og kvinner (Roth et al. 2001). Dersom man kunne utviklet et tidseffektiv styrketreningsprogram vil det muligens kunne hjelpe mennesker i en travel hverdag med å gjennomføre styrketrening. Det vil isåfall ha en positiv effekt både for folkehelsen men ikke minst for hvert enkelt individ som vil oppleve å ha en bedre helse og større grad av livskvalitet og selvstendighet i de senere årene.

Det er flere studier som har undersøkt forskjellen mellom ett og tre sett. I Rhea et al. (2002) sin metaanalyse kommer det frem at at styrketrening med tre sett ga signifikant større økning i styrke sammenliknet med ett sett. Rønnestad et al. (2007) sin studie ga tilsvarende resultater, i tillegg til å kunne konkludere med at tre sett resulterte i større grad av hypertrofi enn ett sett.

Med denne kunnskapen er hensikten med dette studiet å undersøke hvorvidt det er en forskjell og hvor stor den eventuelle forskjellen er mellom styrketrening gjennomført med ett og tre sett på muskelstyrke og -masse i beina hos voksne kvinner og menn.

5.2 Metode

5.2.1 Deltakere

Det ble rekruttert 41 kvinner og menn i alderen 18-40 år til å delta i studien. For å kunne delta i studien måtte deltakerne ikke røyke, ikke ha trent mer enn 1 økt per uke de siste 12 månedene, ikke være allergisk mot bedøvelse, ikke ha fysiske skader som forhindrer dem i å gjennomføre treningen og heller ikke bruke medisiner som kunne påvirket treningsadaptasjoner. Med begrunnelse i at deltakerne ikke hadde gjennomført mer enn 85% av treningsøktene av ulike årsaker, ble syv deltakere ekskludert fra dataanalysene.

Tabell 5.1: Deltakere

	Kvinner		Menn	
	Inkludert	Ekskludert	Inkludert	Ekskludert
Antall	18	4	16	3
Alder	22 (1.3)	22.9 (1.6)	23.6 (4.1)	24.3 (1.5)
Vekt (kg)	64.4 (10)	64.6 (9.7)	75.8 (11)	88.2 (22)
Høyde (cm)	168 (6.9)	166 (7.6)	183 (5.9)	189 (4.6)

Verdiene er presentert som gjennomsnitt og standardavvik

5.2.2 Styrketrening

Intervensjonen besto av 12 uker med styrketrening for hele kroppen med en belastning på 7-10RM. Øvelser på udnerekstremitetene ble gjennomført unilateralt for å kunne gjøre within subject differensiering på treningsvolum. Det ble tilfeldig betsemt hvilket bein som skulle ha lavt- (ett sett) og moderat volum (tre sett) hos alle deltakerne. Muskelstyrke ble målt ved baseline, ved uke 3, 5 og 9, og ved intervensjonens slutt. Kroppssammensetning ble målt pre og post.

5.2.3 Tester

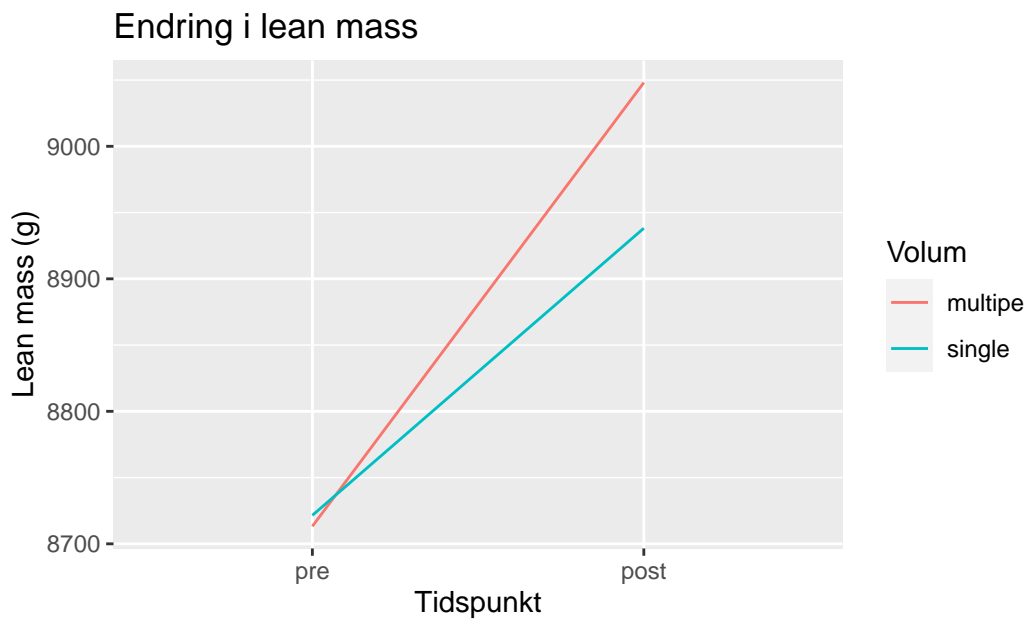
Maksimal styrke ble målt som en repetisjon maksimum (1RM) i en unilateral beinpress. Testen besto av en standardisert oppvarming på 50, 75 og 85% av (estimert) 1RM. Deretter ble motstanden økt gradvis til deltakeren ikke lenger klarte å gjennomføre en repetisjon (4-6 forsøk). Den høyeste vekta deltakeren klarte ble notert som 1RM.

Kroppssammensetning ble målt ved Dual Energy x-ray Absorptiometry (DXA) etter en standardisert protokoll. Deltakerne fastet i minimum 2t og hadde ikke gjort noen form for anstrengende trening de siste 48t.

5.2.4 Data

Det ble gjort en paired t-test på differansen mellom ett og tre sett på lean mass i beina og på differansen mellom ett og tre sett på 1 RM unilateral beinpress. Figurene illustrerer den gjennomsnittlige endringen fra pre til post for ett og tre sett for både lean mass og 1 RM unilateral beinpress i absolutte tall. All data er analysert ved bruk av RStudio 2023.06.1.

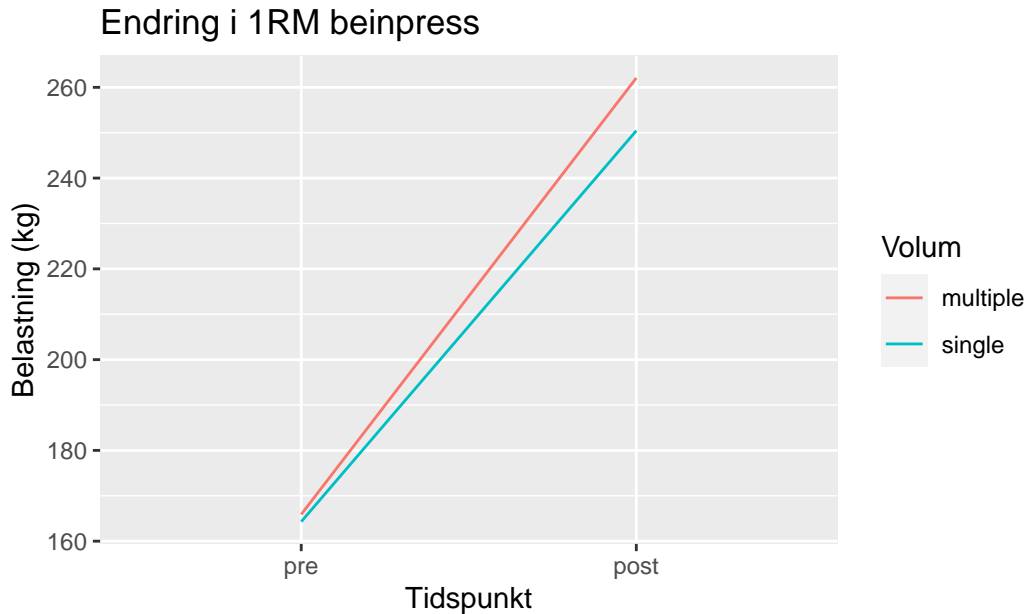
5.3 Resultater



Figuren viser gjennomsnittlig endring i lean mass i beina fra pre til post

Resultatene fra den parrede t-testen viser at det er en signifikant forskjell mellom ett og tre sett på lean mass i beina med en p-verdi på 0.036. Som figuren viser, hadde begge beina et

tilnærmet likt utgangspunkt ved pre-test. Begge beina har økt mengde lean mass fra pre til post, men det beinet som har trent tre sett har økt ytterligere.



Figuren viser gjennomsnittlig endring i 1RM unilateral beinpress fra pre til post

Resultatene fra den parrede t-testen viser at det er en signifikant forskjell mellom ett og tre sett på ending i 1 RM unilateral beinpress med p-verdi på 0.025. Som figuren viser, hadde begge beina et tilnærmet likt utgangspunkt ved pre-test. Begge beina har økt sin maksimale styrke fra pre til post, men det beinet som har trent tre sett har økt noe mer.

5.4 Diskusjon

I denne studien ble spørsmålet om hvorvidt det er en forskjell, og hvor stor den eventuelle forskjellen er, mellom styrketrening gjennomført med ett og tre sett på muskelstyrke og -masse i beina hos 34 voksne kvinner og menn, besvart med at tre sett ga en større økning i muskelstyrke og -masse hos voksne menn og kvinner.

Resultatene viste at det beinet som trente med tre sett hadde en signifikant større endring i både lean mass og 1RM unilateral beinpress sammenliknet med det beinet som kun trente ett sett. Resultatene stemmer over ens med resultatene i Krieger (2009) og Krieger (2010), der det ble konkludert med at styrketrening moderat volum ga en bedre effekt på muskelstyrke og -masse enn lavt volum. De fysiologiske prosessene som skjer når en trener styrke kan se ut til å ikke bare påvirkes av det å trene styrke, men også av treningsvolumet, der et høyere volum er å foretrekke fremfor et lavere volum (Schoenfeld, Ogborn, and Krieger 2016).

Til tross for dette hadde også det beinet som kun trente ett sett også en stor endring i både muskelstyrke og -masse. Det betyr at det absolutt ikke er bortkastet å kun trene ett, men det er bedre å trene tre sett enn å trene ett sett.

Referanser

- 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).
- Astorino, Todd A., Matthew M. Schubert, Elyse Palumbo, Douglas Stirling, David W. McMillan, Christina Cooper, Jackie Godinez, Donovan Martinez, and Rachael Gallant. 2013. "Magnitude and Time Course of Changes in Maximal Oxygen Uptake in Response to Distinct Regimens of Chronic Interval Training in Sedentary Women." *European Journal of Applied Physiology* 113 (9): 2361–69. <https://doi.org/10.1007/s00421-013-2672-1>.
- Beaudart, Charlotte, Myriam Zaaria, Françoise Pasleau, Jean-Yves Reginster, and Olivier Bruyère. 2017. "Health Outcomes of Sarcopenia: A Systematic Review and Meta-Analysis." *PLOS ONE* 12 (1): e0169548. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169548>.
- Daussin, Frédéric N., Elodie Ponsot, Stéphane P. Dufour, Evelyne Lonsdorfer-Wolf, Stéphane Doutreleau, Bernard Geny, François Piquard, and Ruddy Richard. 2007. "Improvement of V_Omax by Cardiac Output and Oxygen Extraction Adaptation During Intermittent Versus Continuous Endurance Training." *European Journal of Applied Physiology* 101 (3): 377–83. <https://doi.org/10.1007/s00421-007-0499-3>.
- Deschenes, Michael R. 2004. "Effects of aging on muscle fibre type and size." *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)* 34 (12): 809–24. <https://doi.org/10.2165/00007256-200434120-00002>.
- Halperin, Israel, David B. Pyne, and David T. Martin. 2015. "Threats to Internal Validity in Exercise Science: A Review of Overlooked Confounding Variables." *International Journal of Sports Physiology and Performance* 10 (7): 823–29. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0566>.
- Helgerud, Jan, Kjetill Høydal, Eivind Wang, Trine Karlsen, Pål Berg, Marius Bjerkaas, Thomas Simonsen, et al. 2007. "Aerobic High-Intensity Intervals Improve v · O₂max More Than Moderate Training." *Medicine & Science in Sports & Exercise* 39 (4): 665. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3180304570>.
- Hopkins, W. G. 2000. "Measures of reliability in sports medicine and science." *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)* 30 (1): 1–15. <https://doi.org/10.2165/00007256-200030010-00001>.
- Hulley, Stephen B., ed. 2013. *Designing Clinical Research*. 4th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins.
- Janssen, Ian, Steven B. Heymsfield, ZiMian Wang, and Robert Ross. 2000. "Skeletal Muscle Mass and Distribution in 468 Men and Women Aged 18–88 Yr." *Journal of Applied Physiology* 89 (1): 81–88. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.89.1.81>.
- Krieger, James W. 2009. "Single Versus Multiple Sets of Resistance Exercise: A Meta-Regression." *The Journal of Strength & Conditioning Research* 23 (6): 1890. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181600000>.

- [//doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b370be](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b370be).
- . 2010. “Single vs. multiple sets of resistance exercise for muscle hypertrophy: a meta-analysis.” *Journal of Strength and Conditioning Research* 24 (4): 1150–59. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d4d436>.
- Kuang, Jujiao, Xu Yan, Amanda J. Genders, Cesare Granata, and David J. Bishop. 2018. “An overview of technical considerations when using quantitative real-time PCR analysis of gene expression in human exercise research.” *PloS One* 13 (5): e0196438. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196438>.
- Livak, K. J., and T. D. Schmittgen. 2001. “Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the 2(-Delta Delta C(T)) Method.” *Methods (San Diego, Calif.)* 25 (4): 402–8. <https://doi.org/10.1006/meth.2001.1262>.
- Matsuo, Tomoaki, Kousaku Saotome, Satoshi Seino, Nobutake Shimojo, Akira Matsushita, Motoyuki Iemitsu, Hiroshi Ohshima, Kiyoji Tanaka, and Chiaki Mukai. 2014. “Effects of a Low-Volume Aerobic-Type Interval Exercise on $\dot{V}O_{2\max}$ and Cardiac Mass.” *Medicine & Science in Sports & Exercise* 46 (1): 42. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182a38da8>.
- Nybo, Lars, Emil Sundstrup, Markus D. Jakobsen, Magni Mohr, Therese Hornstrup, Lene Simonsen, Jens Bülow, et al. 2010. “High-Intensity Training Versus Traditional Exercise Interventions for Promoting Health.” *Medicine & Science in Sports & Exercise* 42 (10): 1951. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181d99203>.
- Rhea, Matthew R., Brent A. Alvar, Stephen D. Ball, and Lee N. Burkett. 2002. “Three Sets of Weight Training Superior to 1 Set With Equal Intensity for Eliciting Strength.” *Journal of Strength and Conditioning Research* 16 (4): 525–29. <https://doi.org/10.1519/00124278-200211000-00006>.
- Rønnestad, Bent R., Wilhelm Egeland, Nils H. Kvamme, Per E. Refsnes, Fawzi Kadi, and Truls Raastad. 2007. “DISSIMILAR EFFECTS OF ONE- AND THREE-SET STRENGTH TRAINING ON STRENGTH AND MUSCLE MASS GAINS IN UPPER AND LOWER BODY IN UNTRAINED SUBJECTS.” *The Journal of Strength & Conditioning Research* 21 (1): 157. https://journals.lww.com/nsca-jscr/abstract/2007/02000/dissimilar_effects_of_one_and_three_set_strength.28.aspx.
- Roth, Stephen M., Fred M. Ivey, Greg F. Martel, Jeff T. Lemmer, Diane E. Hurlbut, Eliot L. Siegel, E. Jeffrey Metter, et al. 2001. “Muscle Size Responses to Strength Training in Young and Older Men and Women.” *Journal of the American Geriatrics Society* 49 (11): 1428–33. <https://doi.org/10.1046/j.1532-5415.2001.4911233.x>.
- Schoenfeld, Brad J., Dan Ogborn, and James W. Krieger. 2016. “Effects of Resistance Training Frequency on Measures of Muscle Hypertrophy: A Systematic Review and Meta-Analysis.” *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)* 46 (11): 1689–97. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0543-8>.
- Spiegelhalter, David J. 2020. *The art of statistics: learning from data*. Published in paperback. A Pelican book. UK USA Canada Ireland Australia India New Zealand South Africa: Pelican, an imprint of Penguin Books.
- Tanner, Rebecca, and Christopher Gore. 2013. *Physiological Tests for Elite Athletes*. Champaign, UNITED STATES: Human Kinetics. <http://ebookcentral.proquest.com/lib/hillhmr->

[ebooks/detail.action?docID=3011947](#).

- Terzis, Gerasimos, Giorgos Georgiadis, Grigoris Stratakis, Ioannis Vogiatzis, Stavros Kavouras, Panagiota Manta, Henrik Mascher, and Eva Blomstrand. 2008. “Resistance Exercise-Induced Increase in Muscle Mass Correlates with p70S6 Kinase Phosphorylation in Human Subjects.” *European Journal of Applied Physiology* 102 (2): 145–52. <https://doi.org/10.1007/s00421-007-0564-y>.
- Wernbom, Mathias, Jesper Augustsson, and Roland Thomeé. 2007. “The Influence of Frequency, Intensity, Volume and Mode of Strength Training on Whole Muscle Cross-Sectional Area in Humans.” *Sports Medicine* 37 (3): 225–64. <https://doi.org/10.2165/00007256-200737030-00004>.