



UiT Norges arktiske universitet

Det helsevitenskapelige fakultet

Fysisk aktivitet, maksimalt oksygenopptak og diabetes type 2

En tverrsnittstudie basert på Aktivitetsstudien – en del av Tromsøundersøkelsen

Einar Jøraholmen Hoel

Masteroppgave i Idrettsvitenskap, IDR 3901, Vår 2021

Innholdsfortegnelse

Forord	v
Sammendrag	vi
1 Innledning	1
1.1 Begrepsavklaring:.....	3
2 Teori	4
2.1 Diabetes type 2.....	4
2.1.1 Diagnostiske kriterier og markører for diabetes type 2.....	6
2.2 Fysisk aktivitet.....	7
2.2.1 Anbefalinger og helsefordeler.....	8
2.2.2 Ulike målemetoder for fysisk aktivitet.....	10
2.2.3 Akselerometer (ActiGraph).....	12
2.2.4 Fysisk aktivitet og diabetes.....	14
2.3 Fysisk form (VO_{2maks}).....	15
2.3.1 Måling av det maksimale oksygenopptaket.....	16
2.3.2 Fysisk form og diabetes.....	17
2.4 Problemstilling.....	19
3 Metode	20
3.1 Metodevalg og studiedesign.....	20
3.2 Vitenskapsteoretisk perspektiv.....	21
3.2.1 Positivism.....	21
3.3 Utvalg.....	22
3.3.1 Tromsøundersøkelsen og Aktivitetsstudien.....	22
3.4 Kliniske og antropometriske målinger, spørreskjema.....	24
3.5 Markører for diabetes.....	24

3.6	Måling av fysisk aktivitet.....	25
3.7	Måling av maksimalt oksygenopptak.....	26
3.8	Statistiske analyser	27
3.9	Etiske godkjenninger.....	28
4	Resultat.....	29
4.1	Deskriptiv statistikk.....	29
4.2	Fysisk aktivitet og diabetes type 2	35
4.3	Fysisk form og diabetes type 2.....	42
5	Diskusjon.....	45
5.1	Fysisk form og diabetes type 2.....	45
5.2	Fysisk aktivitet og diabetes type 2	47
5.3	Metodediskusjon	49
5.3.1	Utvalget	49
5.3.2	Markører for diabetes type 2	50
5.3.3	Maksimalt oksygenopptak (VO _{2maks})	51
5.3.4	Akselerometer (ActiGraph).....	53
5.3.5	Spørreskjema.....	54
5.3.6	Styrker og svakheter.....	55
5.4	Videre forskning.....	56
6	Konklusjon.....	57
	Referanseliste.....	58
	Vedlegg.....	67
	Vedlegg 1: NSD	68
	Vedlegg 2: REK	71
	Vedlegg 3: DPU	73

Figuroversikt:

Figur 1: Dose-respons forhold (Wen et al., 2011)	9
Figur 2: Gjennomførbarhet og validitet av målemetoder (Welk, Morrow Jr & Saint-Maurice, 2017).....	12
Figur 3: Oversikt over utvalgsprosessen	23
Figur 4: Gjennomsnittlig HbA1c (%) for de ulike MVPA gruppene.....	36
Figur 5: Gjennomsnittlig HbA1c (%) for de ulike steg per dag gruppene	37
Figur 6: Gjennomsnittlig HbA1c (%) for de ulike selvrapportert fysisk aktivitetsgruppene..	37
Figur 7: Gjennomsnittlig HbA1c (%) i de ulike fysisk form gruppene	43

Tabelloversikt:

Tabell 1: Begrepsavklaring	3
Tabell 2: Deskriptiv karakteristikk av utvalget.	29
Tabell 3: Spørsmål om helse og sykdommer, jobb og utdanning, fysisk aktivitet og alkohol- og tobakksbruk fra spørreskjema i Tromsø 6 (2007-08).....	31
Tabell 4: Gjennomsnittlig HbA1c fordelt på kvinner, menn og hele utvalget	33
Tabell 5: Selvrapportert diabetes fra spørreskjema i Tromsø 6 (2007-08)	34
Tabell 6: Fysisk aktivitetskategorier	35
Tabell 7: Sammenheng mellom MVPA, steg per dag og selvrapportert fysisk aktivitet og HbA1c (ujustert).....	38
Tabell 8: Sammenheng mellom MVPA, steg per dag og selvrapportert fysisk aktivitet og HbA1c (justert).....	39
Tabell 9: Sammenheng mellom selvrapportert fysisk aktivitet og HbA1c med hele utvalget fra Tromsø 6 (ujustert)	41
Tabell 10: Sammenheng mellom selvrapportert fysisk aktivitet og HbA1c med hele utvalget fra Tromsø 6 (justert)	41
Tabell 11: VO _{2maks} fordelt inn etter lav-, moderat- og høy fysisk form	42
Tabell 12: Sammenhengen mellom fysisk form og HbA1c (ujustert)	43
Tabell 13: Sammenhengen mellom fysisk form og HbA1c (justert).....	44

Forord

Siste året som masterstudent ved UiT Norges Arktiske Universitet fullføres med denne masteroppgaven. Det har vært et bemerkelsesverdig år med koronautbrudd som har gjort prosessen noe mer krevende. Undervisning og veiledningsmøter ble flyttet over på «teams», og arbeidet med oppgaven måtte gjøres hjemmefra. Selv om savnet etter sosial interaksjon med medstudenter og lærere over en kaffekopp på campus har vært stor, mener jeg vi klarte å gjennomføre dette året på en vellykket måte med de forutsetningen vi hadde. Det har vært en lang og lærerik prosess, men nå kan jeg se tilbake på en oppgave jeg er stolt av.

På grunn av koronautbruddet var det begrensende hva vi studenter kunne velge som tema og design i masteroppgaven. Design som krevde direkte kontakt med et utvalg deltakere ble mer eller mindre utelukket. Derfor måtte vi studenter være kreative på å finne andre løsninger. Fysisk aktivitet og folkehelse har vært en av mine interessefelt gjennom alle år som idrettsstudent, og derfor var valget enkelt når muligheten for å bruke data fra Tromsøundersøkelsen dukket opp. Jeg vil derfor takke de ansvarlig rundt Tromsøundersøkelsen og Aktivitetsstudien for tillatelse av lån av datamaterialet.

Jeg vil også rette en stor takk til min veileder Bente Morseth som har gitt god veiledning og tilbakemeldinger gjennom hele prosessen. Jeg vil også takke lærere og medstudenter som har bidratt til gode opplevelser gjennom hele denne perioden. Tusen takk.

Mai 2021, Tromsø

Einar Jøraholmen Hoel

Sammendrag

Bakgrunn: Prevalensen av diabetes type 2 er økende globalt. Det er kjent at fysisk aktivitet og fysisk form (VO_{2maks}) har en rekke positive helseeffekter, deriblant forhindre eller forsinke utviklingen av diabetes type 2. Det er imidlertid lite forskning på sammenhengen mellom objektivt målt fysisk aktivitetsnivå, fysisk form og risiko for å utvikle diabetes type 2 blant friske voksne mennesker.

Hensikt: Hensikten med dette prosjektet er å se på sammenhengen mellom fysisk aktivitetsnivå, fysisk form og diabetes type 2 blant friske personer i Tromsøs befolkning i alderen 40-44 år.

Metode: Totalt ble 313 voksne personer (155 menn og 158 kvinner) i alderen 40-44 år rekruttert til Aktivitetsstudien i etterkant av den sjette Tromsøundersøkelsen (2007- 08). Fysisk aktivitetsnivå ble målt med akselerometer (ActiGraph) gjennom én uke, mens selvrapportert fysisk aktivitetsnivå ble angitt ved hjelp av "Saltin Grimby Physical Activity Level Scale". Fysisk form (VO_{2maks}) ble målt på tredemølle med kriteriene 1) platå: <2.0 (ml/kg/min) økning i VO_2 etter ett minutt med økende belastning og 2) RER >1.05 . Markør for diabetes type 2 (HbA1c) ble målt ved hjelp av blodprøver i Tromsø 6. ANOVA og lineær- og multipl lineær regresjonsanalyse ble brukt for å finne sammenhenger mellom HbA1c og henholdsvis moderat til høyt aktivitetsnivå (MVPA), steg per dag, selvrapportert fysisk aktivitetsnivå (SGPALS) og fysisk form (VO_{2maks}). Analysene ble gjennomført i SPSS versjon 26 og med signifikansnivå $p<0,05$.

Resultat: Det ble funnet en signifikant sammenheng mellom fysisk form og HbA1c etter justering for alder og kjønn, men kun hos mannlige deltakere med lav fysisk form som hadde signifikant høyere HbA1c enn menn med høy fysisk form ($p=0,016$). Den signifikante sammenhengen forsvant ved justering for ytterligere konfunderende variabler. Resultatene viste ingen signifikante sammenhenger mellom fysisk aktivitetsnivå og HbA1c.

Konklusjon: Høy VO_{2maks} reduserer risiko for å utvikle diabetes type 2 blant menn, men ikke kvinner, i alderen 40-44 år. Det er usikkert hvilken rolle fysisk aktivitet spiller i denne sammenhengen.

1 Innledning

Overvekt og fysisk inaktivitet utgjør et stort folkehelseproblem i verden. Ifølge verdens helseorganisasjon er over 1,9 milliarder mennesker i verden overvektige (WHO, 2020b). Lite fysisk aktivitet og overvekt kan ha store helsemessige konsekvenser, blant annet forstyrrelser i kroppens metabolisme - som ofte blir betegnet som et metabolsk syndrom. Metabolsk syndrom er et samlebegrep som omfatter blant annet nedsatt toleranse for glukose (sukker) og økt insulinresistens (NHI, 2019b). Insulin er et hormon som regulerer sukkeromsetningen i kroppen, og har en metabolsk effekt i nesten alle vev i kroppen (M. E. Chen & Hannon, 2020). Insulinresistens og andre forstyrrelser i metabolismen er store risikofaktorer for å utvikle hjerte og karsykdommer og diabetes type 2 (Brown & Walker, 2016; Ford, Kohl III, Mokdad & Ajani, 2005).

Diabetes type 2 er en kronisk sykdom som skyldes nedsatt funksjon av hormonet insulin (NHI, 2020). Diabetes type 2 utgjør ca. 90 – 95% av alle diabetikerne (CDC, 2020). Globalt finnes det ca. 422 millioner mennesker med diabetes (WHO, 2020a). Rundt 1,6 millioner dør som en direkte årsak av diabetes, noe som gjør diabetes til den syvende mest dødelige sykdommen i verden (WHO, 2018). I Norge finnes det rundt 200 000 med diabetes type 2. Til sammen utgjør diabetikerne ca. 4% av Norges befolkning (Diabetesforbundet, 2019). Selv om årlige diagnostiserte tilfeller av diabetes type 2 har blitt redusert i Norge, er det fortsatt en økende prevalensen av personer med diabetes type 2 (Ruiz et al., 2018).

Det er godt dokumentert at fysisk aktivitet er assosiert med lavere forekomst av metabolske forstyrrelser (Myers, Kokkinos & Nyelin, 2019; Sassen et al., 2009; Velde et al., 2018). Fysisk aktivitet har mange fordelaktig helseeffekter og kan samtidig bidra til å forhindre eller forsinke utvikling av diabetes type 2 (Lynch et al., 1996). Helsedirektoratets nasjonale retningslinjer (2016b) anbefaler personer med diabetes type 2 å være fysisk aktive med moderat til høy intensitet i minimum 150 minutter per uke. En rapport fra USA viser at 38% prosent av alle diabetikere er beregnet som inaktive siden de ikke oppfyller anbefalingene om fysisk aktivitet (CDC, 2020). Dette tyder på at diabetikere har vanskeligheter med å være i tilstrekkelig fysisk aktivitet. Når regelmessig fysisk aktivitet kan forsinke og forhindre utvikling av diabetes er det essensielt å fremheve viktigheten av fysisk aktivitet for å bevare god helse.

I helseundersøkelser benyttes det ofte objektive målinger som gir en indikasjon på en persons fysiske form som et resultat av fysisk aktivitet. Det som oftest måles er det maksimale oksygenopptaket (VO_{2maks}). VO_{2maks} kan defineres som et mål på kroppens maksimale evne til å ta opp og forbruke oksygen ved tilnærmet maksimale anstrengelser (Bassett & Howley, 2000). I likhet med et lavt fysisk aktivitetsnivå er et lavt VO_{2maks} en uavhengig risikofaktor for metabolsk syndrom og hjerte og karsykdommer (Knaeps et al., 2016). En ny metaanalyse viser at personer med diabetes type 2 har redusert VO_{2maks} sammenlignet med friske personer (Tadic, Grassi & Cuspidi, 2020). I tillegg er nedgang i VO_{2maks} en prediktor for insulinresistens og diabetes type 2 (Leite, Monk, Upham & Bergenstal, 2009). Personer i risikogrupper bør derfor ta del i trening som øker VO_{2maks} for å forhindre insulinresistens og diabetes type 2.

Når vi vet at fysisk aktivitet har positive helseeffekter, og at VO_{2maks} er ofte et resultat av fysisk aktivitet, vil det være interessant å undersøke forholdet mellom disse faktorene opp mot diabetes type 2. Hensikten med dette prosjektet vil derfor være å se på sammenhengen mellom fysisk aktivitet, VO_{2maks} og diabetes type 2 blant friske voksne menn og kvinner i Tromsøs befolkning. Denne forskningen kan bidra til å gi forbedret kunnskap om hvilke helseforebyggende tiltak som er gunstig for å redusere forekomsten av diabetes type 2 i befolkningen.

1.1 Begrepsavklaring:

Tabell 1: Begrepsavklaring

Begreper	Forklaring
Hyperglykemi	Høyt blodsukkernivå
Glukose	Blodsukker
HbA1c	(Langtidsblodsukker). Brukes som diagnostikum for diabetes
VO ₂ maks	Kroppens maksimale evne til å frakte og forbruke oksygen. Brukes i denne oppgaven synonymt med maksimalt oksygenopptak og fysisk form
MVPA	Moderat til høyt aktivitetsnivå
METs	Beskriver energiforbruket ved fysisk aktivitet som et multiplum av hvilestoffskiftet. 1 MET tilsvarer et oksygenopptak på 3.5 ml/kg/min i sittende hvilestilling.
BMI	Body mass index eller kroppsmasseindeks. Beregnes ut fra høyde og vekt for å vurdere normal/unormal mengder kroppsfett.

2 Teori

2.1 Diabetes type 2

Diabetes type 2 er en kronisk metabolsk sykdom som karakteriseres av høy blodsukkernivå, sviktende insulinproduksjon og nedsatt insulinfølsomhet i vevene (Ried-Larsen & Anderssen, 2018, s. 169). Diabetes type 2 forårsakes av mangelfull eller nedsatt funksjon av hormonet insulin. Insulin produseres i bukspyttkjertelen og har en sentral rolle i reguleringen av sukkeromsetningen i kroppen (NHI, 2020). Konsekvensen av insulinmangel er at sukkeret i blodet (glukose) ikke absorberes av cellene slik at glukosen forblir i blodbanen og gir en høy glukosekonsentrasjon - også kalt hyperglykemi.

Forekomst av diabetes type 2 er ofte forbundet med uheldige levevaner som dårlig kosthold og fysisk inaktivitet. Disse risikofaktorene leder ofte til overvekt og dårlig fysisk form, som også er sterke risikofaktorer for diabetes (Sheard, 2003). Motsatt kan risikoen for å utvikle diabetes reduseres og forsinkes ved et forbedret kosthold og økt fysisk aktivitet (X.-R. Pan et al., 1997). Forekomst av diabetes type 2 er også forbundet med økende alder, genetisk disposisjon og etnisitet (Helsedirektoratet, 2016b). En studie viser en sterk sammenheng mellom økende alder og diabetes, samtidig som også flere yngre (<30 år) blir rammet (Stene et al., 2004). Personer med diabetikere i nærmeste familie, har større disposisjon for å utvikle diabetes selv. Dersom en av foreldrene har diabetes er livstidsrisikoen for å utvikle diabetes type 2 ca. 40%, selv om livsstilsforhold vil være avgjørende for om sykdommen utvikles (NHI, 2020). I tillegg er personer med etnisk bakgrunn fra Afrika eller Asia spesielt utsatt for å utvikle diabetes type 2 i ung alder. Årsaken er en sannsynligvis en kombinasjon av levevaner, sosioøkonomiske forhold, genetikk og andre miljøfaktorer (Diabetesforbundet, 2021b).

Diabetes type 2 utvikler seg langsomt, og personer kan gå udiagnostisert over flere år uten å vise tegn til symptomer. I startfasen vil kroppen øke insulinproduksjonen for å kompensere for redusert insulinfølsomhet slik at normalt blodglukosenivå opprettholdes. Over tid vil insulinproduksjonen hemmes slik at kroppen ikke klarer å opprettholde et normalt blodglukosenivå, med hyperglykemi og diabetes type 2 som resultat (Ried-Larsen & Anderssen, 2018). Ved hyperglykemi er det viktig å bli diagnostisert slik at man kan starte behandlingen tidlig. Typiske symptomer på diabetes er hyppig vannlatning, tørste, sløvhet,

trøtthet og sult og vekttap (Diabetesforbundet, 2020). I tillegg kan langvarige symptomer på diabetes type 2 være soppinfeksjoner, svekket syn og hyppige infeksjoner.

Forverring i blodglukosekontrollen (hyperglykemi) er ifølge Ried-Larsen og Anderssen (2018) én av mekanismene som er relatert til senkomplikasjoner med diabetes type 2.

Senkomplikasjoner som følge av diabetes kan omfatte skader på nyrene, øynene, føtter, nerver, hjerne, hjertet og kar (Yki-Järvinen, 1998). Den vanligste komplikasjonen blant personer med diabetes er nevropati. Nevropati rammer det perifere nervesystemet og kan blant annet gi smerter og nedsatt følelse i føttene (Diabetesforbundet, 2021a).

Mikrovaskulære komplikasjoner oppstår som følge av forsnevninger i små blodkar, og kan skade blant annet øyne og nyrer. Makrovaskulære komplikasjoner oppstår som følge av åreforkalkning i de store blodkarene (aterosklerose), og kan føre til hjerteinfarkt og hjerneslag. Mikrovaskulære komplikasjoner opptrer vanligvis tidlig i sykdomsforløpet (10 – 15 år etter diagnose av diabetes type 2), mens makrovaskulære sykdommer opptrer vanligvis 15 – 20 år etter diagnosen (Diabetesforbundet, 2021a; Ried-Larsen & Anderssen, 2018).

Ifølge Verdens Helseorganisasjon var diabetes type 2 en direkte årsaksfaktor for 1,6 millioner dødsfall i verden i 2016 (WHO, 2020a). Ytterligere 2,2 millioner dødsfall var knyttet til høye konsentrasjoner av blodglukose. Forekomsten av diabetes type 2 er økende, og vil med samme økende grad affisere rundt 700 millioner mennesker innen 2025 (NCDRF, 2016). Med andre ord vil diabetes type 2 utgjøre et stort helseproblem i verden i årene fremover. Behandling av sykdommen er en stor økonomisk påkjenning for samfunnet, og derfor vil forebyggende tiltak komme samfunnet til gode.

Målet med behandling av diabetes type 2 er å gjøre pasienten symptomfri og øke livskvaliteten. Langsiktige mål er å forhindre senkomplikasjoner og tidlig død.

Grunnleggende behandlingstiltak for diabetes type 2 er vektreduksjon gjennom økt fysisk aktivitet og forbedret kosthold (NHI, 2020). Ofte er disse tiltakene ikke tilstrekkelig for å øke insulinfølsomheten, og mange blir nødt til å bruke medikamenter eller insulin for å senke blodglukosen. Det finnes en rekke typer blodsenkende medikamenter, og den mest brukte medisinen for type 2 diabetikere er metformin (Nathan et al., 2009). Metformin er et anbefalt medikament fordi det viser god effekt på langtidsblodsukkeret (HbA1c) og har samtidig lav risiko for hypoglykemi (Diabetesforbundet, 2019). Likevel har bruk av medikamenter diverse bivirkninger, og derfor bør livsstilsendringer prioriteres. Eksempelvis er vekttap sterkt

assosiert med redusert behov for bruk av medisiner (Redmon et al., 2010). I tillegg viser enkelte studier tegn på at strukturert trening kan ha en lignende effekt på langtidsblodsukkeret (HbA1c) som metformin (UKPDS, 1998; Umpierre et al., 2011). Derimot påpeker Ried-Larsen og Anderssen (2018) at det finnes for lite etablert kunnskap om i hvilken grad trening/fysisk aktivitet kan erstatte medikamenter på alle forhold i behandlingen av diabetes type 2.

2.1.1 Diagnostiske kriterier og markører for diabetes type 2

I Norge har ca. 200 000 personer diabetes type 2 (Diabetesforbundet, 2019). Ifølge Ried-Larsen og Anderssen (2018) er det sannsynlig at forekomsten av personer med uoppdaget diabetes er like høy, noe som vil si at ca. 8% av Norges befolkning kan ha diabetes type 2. Derimot viser en fersk studie med utgangspunkt i Tromsøundersøkelsen at andelen personer med udiagnostisert diabetes har gått ned i perioden 1994 – 2016, selv om det fortsatt er en økende prevalens av diabetes i samme periode (Langholz, Wilsgaard, Njølstad, Jorde & Hopstock, 2021).

Siden utvikling av diabetes type 2 er langvarig er det ofte få symptomer på diabetes tidlig i sykdomsforløpet. Det er derfor viktig med gode prosedyrer for utbredelse av diabetes type 2 for å kunne diagnostisere befolkningen tidlig i sykdomsforløpet. Dersom det er mistanke om diabetes eller symptomer på diabetes bør det utføres en helsekontroll for å stille en diagnose. De diagnostiske kriteriene for diabetes type 2 i Norge er:

- HbA1c \geq 48 mmol/mol (6,5 %), eller
- fastende plasma-glukose \geq 7,0 mmol/L, eller
- plasma-glukose \geq 11,1 mmol/L to timer etter en oral glukosetoleransetest.

(Helsedirektoratet, 2016b).

Langtidsblodsukkeret HbA1c bør ifølge Helsedirektoratet brukes som primært diagnostikum for diabetes. HbA1c viser mengden røde blodceller som er bundet til glukose (glykolisert hemoglobin) de siste to-tre månedene og beregnes som gjennomsnittlig blodglukosenivå under denne perioden (Diabetesforbundet, 2019; NHI, 2019a). Dersom testen overstiger

referanseverdiene (≥ 48 mmol/mol (6,5 %)) må verdiene bekreftes i en ny test før diagnosen kan stilles (Helsedirektoratet, 2016b).

Når HbA1c ikke kan brukes som diagnostikum er måling av fastende glukose en annen metode for å påvise diabetes. Diagnostikken baserer seg på blodprøvemåling av plasma- eller serum-konsentrasjonen av fastende glukose (Helsedirektoratet, 2016b). Fastende innebærer null inntak av næring bortsett fra vann i minst åtte timer før blodprøven tas. Røyking er heller ikke tillatt. Diagnosen kan stilles dersom verdien på glukosen overstiger 7 mmol/L.

En oral glukosetoleransetest er en tredje analysemetoden for å diagnostisere diabetes. Pasienten skal være i vanlig fysisk aktivitet og ha et normalt kosthold de siste tre dagene før glukosebelastningen. De siste 8-14 timene før belastningen må pasienten faste. I starten av undersøkelsen tas en blodprøve for å forsikre seg om at testen kan utføres og at den er nødvendig. Deretter drikker pasienten en glukoseoppløsning. Etter to timer tas en ny blodprøve. Dersom glukoseverdiene overstiger 11,1 mmol/L, og pasienten har symptomer på diabetes, kan diagnosen stilles uten behov for ny prøve (Helsedirektoratet, 2016b).

Alle disse tre analysemetodene kan utføres på en og samme person, men ofte kan samme personen være over diagnostisk grense på en av analysene, og under grensen på en av de andre analysene. Dermed er det kun den analysen som er over diagnostisk grense som skal kontrolleres i en ny test på et senere tidspunkt (Helsedirektoratet, 2016b). Helsedirektoratet anbefaler HbA1c som primært diagnostikum for diabetes, selv om den er mer kostbar enn måling av glukose. Derimot stiller det større krav til pasienten ved analyse av glukose ettersom glukosetoleransetesten har en varighet på to timer og pasienten må faste flere timer i forveien. I dette prosjektet vil kun HbA1c benyttes i analysen.

2.2 Fysisk aktivitet

Det finnes mange ulike definisjoner på fysisk aktivitet. Felles for alle er at fysisk aktivitet brukes som et overordnet begrep om alle former for fysisk utfoldelse, som f.eks. trening, trim, mosjon, idrett, kroppsøving, fysisk fostring og friluftsliv (Bahr, 2020). Den klassiske definisjonen på fysisk aktivitet er: «enhver fysisk bevegelse produsert av skjelettmuskler som resulterer i økt energiforbruk» (Caspersen, Powell & Christenson, 1985). Denne definisjonen inkluderer ikke et krav om økt energiforbruk *utover* hvilemetabolismen. Ved fysisk aktivitet

øker energiforbruket med økende intensitet, og uttrykkes ofte som et multiplum av hvilestoffskiftet (Jetté, Sidney & Blümchen, 1990). Nyere definisjoner har derfor tatt høyde for at aktiviteten forbruker vesentlig mer energi enn i en hviletilstand for å bli karakterisert som fysisk aktivitet, for eksempel gjennom definisjonen «alle kroppsbevegelser som er produsert av skjelettmuskulaturen, og som resulterer i at forbruket av energi øker vesentlig utover hvilenivå» (Gjerset et al., 2015, s. 586).

Treningseffekt av fysisk aktivitet bestemmes som oftest av tre sentrale faktorer: frekvens, varighet og intensitet (Bahr, 2009). Frekvens handler om hvor ofte man er aktiv i en tidsperiode, varighet handler om hvor lenge aktiviteten foregår, mens intensitet handler om hvor hard/intensiv økten er. Normalt benyttes enheten MET (metabolsk ekvivalent) for å beskrive intensiteten på en aktivitet. MET er et fysiologisk konsept som beskriver energiforbruket ved fysisk aktivitet som et multiplum av hvilestoffskiftet (Jetté et al., 1990), med andre ord beskriver MET forholdet mellom stoffskiftet under fysisk aktivitet og hvilestoffskiftet (Hansen et al., 2015). 1 MET tilsvarer et oksygenopptak på 3.5 ml/kg/min i sittende hvilestilling. Aktiviteter med lav intensitet krever 1.5 – 3 ganger så mye energi enn ved hvile, aktiviteter med moderat intensitet krever 3 – 6 ganger så mye energi, mens aktiviteter med hard intensitet krever >6 ganger så mye energi enn ved hvile (Jetté et al., 1990). Frekvens, varighet og intensitet utgjør til sammen den totale treningsdosen. Økes treningsdosen, økes også effekten av aktiviteten (Bahr, 2009).

2.2.1 Anbefalinger og helsefordeler

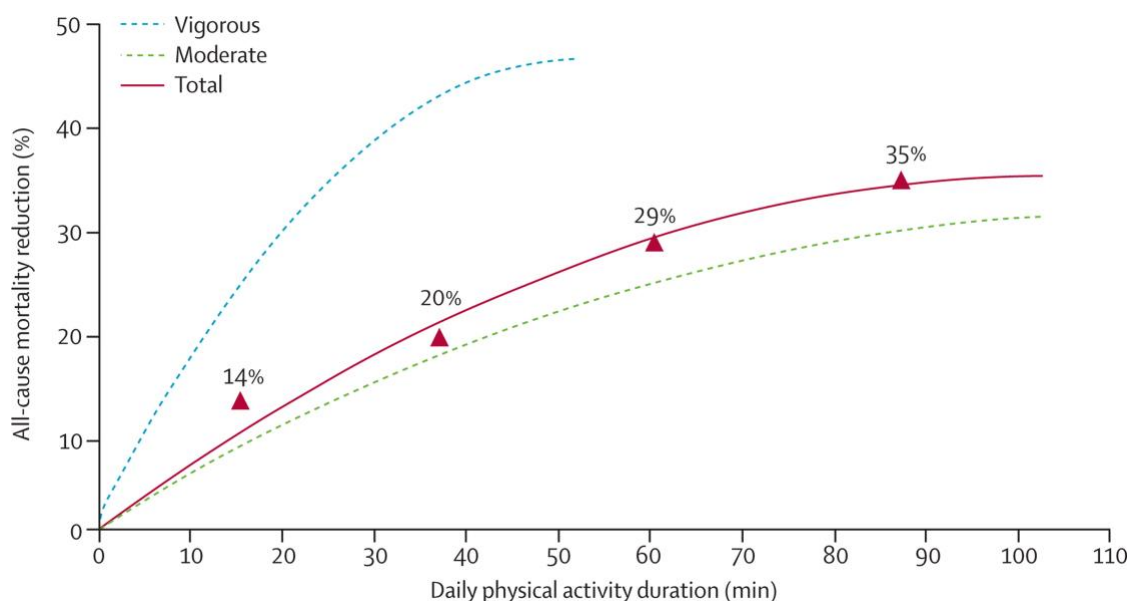
Helsedirektoratet anbefaler at barn og unge bør være i fysisk aktivitet i minst 60 minutter hver dag, mens voksne og eldre bør være i fysisk aktivitet med moderat intensitet i minimum 150 minutter per uke eller i høy intensitet i 75 minutter per uke, eller en kombinasjon av begge (Helsedirektoratet, 2019a). I tillegg anbefales flere økter med styrketrening og koordinasjonstrening i uken og samtidig redusere antall timer med stillesitting.

Fra 2014 til 2015 ble det gjennomført en stor undersøkelse av Helsedirektoratet hvor hensikten var å kartlegge det fysiske aktivitetsnivået i den Norske befolkningen. I et utvalg på over 3000 voksne/eldre viser resultatene fra undersøkelsen at 32% tilfredsstillende anbefalingene på enten 150 minutter med aktivitet av moderat intensitet eller 75 minutter med aktivitet av høy intensitet i løpet av en uke (Hansen et al., 2015). Resultatene viser også at det er

signifikant flere kvinner (34%) enn menn (29%) som oppfyller anbefalingene. I den aldersgruppen som ligger nærmest aldersgruppen i dette prosjektet viser resultatene at 31% av kvinner og menn i en alder mellom 35 og 49 år oppfyller anbefalingene.

Det er veldokumentert at fysisk aktivitet har en sterk forebyggende effekt på hjerte- og karsykdommer, diabetes, metabolsk syndrom, overvekt og fedme og andre dødelige sykdommer (Barengo et al., 2005; Boulé, Haddad, Kenny, Wells & Sigal, 2001; Greer, Sui, Maslow, Greer & Blair, 2015; Nocon et al., 2008). I Norge oppfyller ca. en tredjedel av befolkningen de nasjonale anbefalingene for fysisk aktivitet (Hansen et al., 2015). Det betyr ikke at resten av befolkningen er inaktive, men de er ikke i tilstrekkelig nok aktivitet til å oppnå sterke helseeffekter for hva som er anbefalt etter forskning.

Wen et al. (2011) rapporterte om 14% redusert risiko for tidlig død med bare 15 minutter aktivitet hver dag sammenlignet med inaktive personer. Med andre ord er litt aktivitet bedre enn ingen aktivitet. Derimot reduseres risikoen for tidlig død med 4% for hvert 15 minutt man er ekstra aktiv hver dag. Dette kan forklares gjennom dose-respons-forholdet mellom fysisk aktivitet og helse (se Figur 1). Figuren illustrerer en positiv korrelasjon mellom økt daglig fysisk aktivitet og redusert forekomst av dødelige sykdommer. I tillegg er aktiviteter med høy intensitet mer effektiv enn aktiviteter med moderat intensitet. Dose-respons-forholdet forteller oss med andre ord at større mengder med fysisk aktivitet gir flere helsefordeler (Warburton, Charlesworth, Ivey, Nettlefold & Bredin, 2010)



Figur 1: Dose-respons forhold (Wen et al., 2011)

2.2.2 Ulike målemetoder for fysisk aktivitet

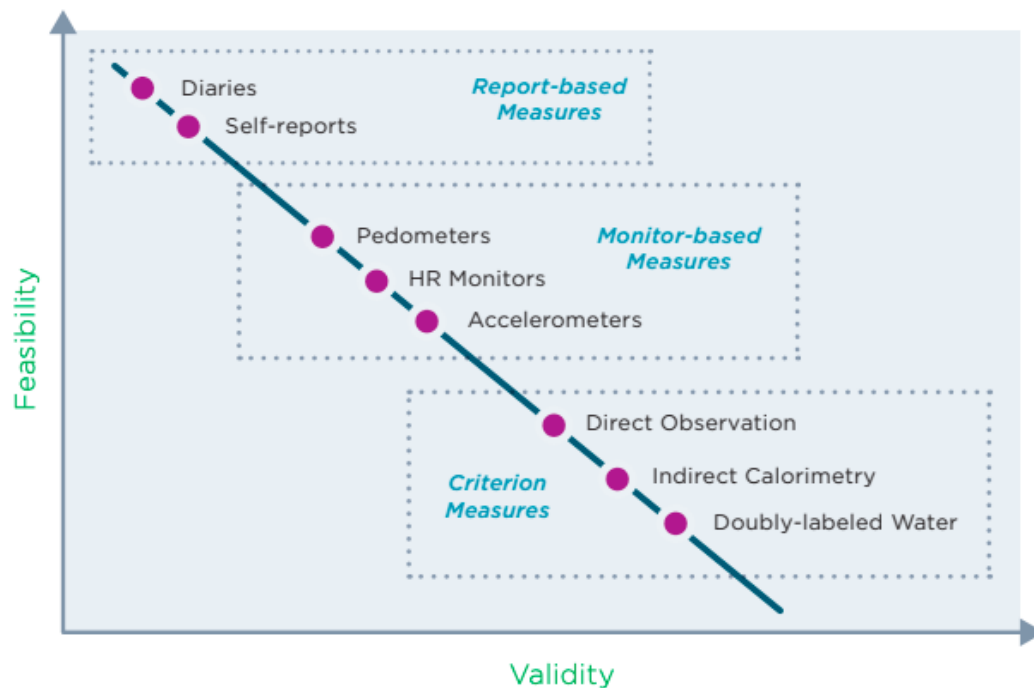
Gjennom forskningshistorien har det blitt utført utallige populasjonsstudier med en hensikt om å måle aktivitetsnivået til et utvalg av befolkningen. Med dette har det blitt utviklet flere ulike metoder for måling av fysisk aktivitet. Hvilke målemetode som benyttes avhenger av flere faktorer, blant annet: studiedesign, utvalg, tilgjengelighet og ressurser. Målemetodene kan deles inn i subjektive og objektive metoder. Subjektive målemetoder avhenger av forsøkspersonen hukommelse, ettersom rapportering av fysisk aktivitet foregår ofte retrospektivt, mens objektive målemetoder gir en direkte måling av energiforbruket under selve aktiviteten (Strath et al., 2013).

De to vanligste subjektive målemetodene er spørreskjema og dagbok/logg. Av subjektive målemetoder er spørreskjema den mest brukte metoden for å måle fysisk aktivitet i epidemiologiske studier (Sallis & Saelens, 2000). Spørreskjema brukes for å identifisere alle dimensjoner av fysisk aktivitet gjennom selvrappotering eller intervju (Strath et al., 2013). Spørreskjemaer varierer i omfang og design, men den mest utbredte globalt sett er den *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ). Denne ble utviklet som et globalt spørreskjema for å sammenligne fysiske aktivitetsmønstre på tvers av land (Bauman et al., 2009).

Det finnes flere ulike objektive målemetoder for fysisk aktivitet. Ifølge Strath et al. (2013) kan målemetodene sorteres inn i følgende kategorier: 1) målinger av energiforbruk, 2) fysiologiske målinger, 3) bevegelsessensorer og 4) metoder som kombinerer flere typer målinger. Indirekte kalorimetri og dobbelmerket vann (DLW) er begge metoder som måler energiforbruket. Indirekte kalorimetri regnes som referansemetoden ettersom den måler det totale oksygenopptaket og karbondioksidproduksjonen under kontrollerte forhold (i laboratorium). DLW blir derimot regnet som gullstandarden under frie omstendigheter (utenfor laboratorium) (Plasqui & Westerterp, 2007). DLW-metoden måler energiforbruket ved at forsøkspersoner drikker vann som inneholder en kjent mengde av oksygenisotoper og hydrogenisotoper, der eliminasjonsraten mellom isotopene beregner energiforbruket (Westerterp, 2009).

Av fysiologiske målinger er bruken av pulsmåler (hjerterefrekvens) ofte brukt. Hjerterefrekvens kan brukes til estimerer energiforbruket ved fysisk aktivitet på bakgrunn av den lineære fysiologiske sammenhengen mellom hjerterefrekvens og oksygenopptak (Strath et al., 2013). Måling av hjerterefrekvens er vanlig i epidemiologiske studier, men brukes sjeldent alene som et estimat for energiforbruk. Slike studier bruker vanligvis også bevegelsessensorer for et mer helhetlig bilde på aktivitetsløpet til forsøkspersonene. De to mest brukte bevegelsessensorene er skritteller (pedometer) og akselerometer. Skritteller registrerer fysisk aktivitet gjennom antall skritt i løpet av en tidsperiode, mens akselerometer registrerer fysisk aktivitet gjennom kroppslige akselerasjonene i en eller flere plan (mer om dette i kapittel 2.2.3). Det har også blitt utviklet egne instrumenter som kombinerer måling av hjerterefrekvens og akselerasjon samtidig (Avons, Garthwaite, Davies, Murgatroyd & James, 1988). Kombinasjon av disse parameterne har vist seg å være en valid målemetode for å estimere energiforbruket (Assah et al., 2011).

Selvrapporing av fysisk aktivitet med bruk av spørreskjema har tradisjonelt sett blitt benyttet i store populasjonsstudier fordi det er billig og enkel i bruk, men ifølge Dyrstad, Anderssen, Edvardsen og Hansen (2016) har bruk av akselerometer blitt mer vanlig også i populasjonsstudier fordi de er utviklet til å bli mer presis og mindre kostbar. Tilgang til ressurser er en viktig faktor for valg av målemetode. De målemetodene som er mest valid og presis er også de som er mest kostbar, tidskrevende og komplekse. Subjektive målemetoder er mindre ressurskrevende, men har derimot større potensial for feilkilder. **Figur 2** illustrerer sammenhengen mellom gjennomførbarheten og validiteten i de enkelte målemetodene. Grunnen til at det kan være gunstig å bruke en objektiv måling av fysisk aktivitet er fordi selvrapporing ofte kan føre til under- eller overrapportering av fysisk aktivitet (Lee, Macfarlane, Lam & Stewart, 2011). Selv om det viser seg at spørreskjema er en valid målemetode for fysisk aktivitet (Emaus et al., 2010), er en objektiv måling av fysisk aktivitet å foretrekke for å begrense feilkilder og feilrapportering. Gjennomførbarhet og validitet av målemetoder (Welk, Morrow Jr & Saint-Maurice, 2017).



Figur 2: Gjennomførbarhet og validitet av målemetoder (Welk, Morrow Jr & Saint-Maurice, 2017).

2.2.3 Akselerometer (ActiGraph)

På grunn av begrensningene med subjektive målemetoder og objektive målemetoder som er ressurskrevende og vanskelig å gjennomføre (som indirekte kalorimetri og DLW) har akselerometer blitt den mest populære målemetode for fysisk aktivitet i epidemiologiske studier (Robusto & Trost, 2012). Fordelen med å bruke akselerometer er at den gir en detaljert og mer objektiv oversikt over i hvor stor grad forsøkspersonene er fysisk aktive (Strath et al., 2013) Akselerasjonen av kroppsbevegelsene blir normalt sett målt i antall tellinger per tidsenhet (telling per minutt). Antall tellinger under en aktivitet gir et estimat på aktivitetsnivået og energiforbruket. Dvs. dersom en person har et lavt antall tellinger er det gjennomsnittlige aktivitetsnivået lavt, mens en person som har et høyt antall tellinger/min har et høyt gjennomsnittlig aktivitetsnivå (Hansen et al., 2015). Akselerometer er et praktisk og nyttig instrument som gir et godt bilde på aktivitetsmønsteret til forsøkspersoner. I tillegg til å være funksjonell er akselerometrene relativt billig og anvendelig. Derfor egner akselerometer seg også i større undersøkelser med store utvalg.

Det finnes flere typer akselerometer-baserte bevegelsessensorer: f.eks. GENEActive, Actiheart, Axivity, activPAL. ActiGraph (ActiGraph, LLC, Pensacola, FL, USA) er derimot

den mest brukte og valide akselerometeret på markedet (Plasqui & Westerterp, 2007). ActiGraph har utviklet flere modeller opp gjennom årene, fra CSA 7164 modellen i 1993 til den nyeste versjonen GT3X+ i 2010 (Logan, Duncan, Harris, Hinckson & Schofield, 2016). Den største forskjellen mellom de nye modellene sammenlignet med de gamle modellene er større lagringskapasitet og funksjonalitet i form av akselerasjonsmåling i flere plan. I dette prosjektet ble ActiGraph modellen GT1M fra 2004 brukt. Den er liten av størrelse (3,8 x 3,7 x 1,8 cm, 27 gram) (Emaus et al., 2010).

Akselerometer registrerer kroppsbevegelser i form av akselerasjon i en eller flere plan. GT1M ActiGraph modellen som ble brukt i dette prosjektet registrerte akselerasjon kun i det vertikale planet (Emaus et al., 2010). De nyeste ActiGraph modellene GT3X og GT3X+ er utviklet slik at de registrerer akselerasjon i tre plan: vertikalt, medio-lateralt og anterior-posterior. Alle disse modellene er mye brukt i epidemiologiske studier, og noen ganger om hverandre i samme studie. Derfor er det viktig at modellene gir stabile og like målinger. Robusto og Trost (2012) sammenlignet reliabiliteten til tre generasjoner ActiGraph modeller (GT1M, GT3X og GT3X+). Studien viser at det er ingen forskjell i antall tellinger og estimert tid i MVPA (moderate-to-vigorous physical activity) mellom de ulike modellene. Dette samsvarer med tidligere studier som sammenligner modellene i det vertikale planet (Sasaki, John & Freedson, 2011). Måling av fysisk aktivitet under frie omstendighet er likevel kompleks. Logan et al. (2016) beskriver hvordan det kan oppstå variasjoner i datamaterialet dersom ulike epoke lengder og måling i ulike plan sammenlignes. Med tanke på det metodologiske er det nødvendig at slike variabler standardiseres for å kunne være sammenlignbart mellom ulike studier.

Avhengig av type akselerometer kan den bli plassert på flere plasser på kroppen; oftest rundt håndleddet, ankelen eller hoften. Normalt sett blir akselerometeret plassert i hofteregionen slik at akselerometeret har kort avstand til kroppens tyngdepunkt (K. Y. Chen & Basset, 2005). Ulempen med å plassere akselerometeret ved hoften er at instrumentet registrerer dårlig aktiviteter som har en lav akselerasjonsgrad fra hoften. Sykling, trappegang og overkroppsbevegelser er aktiviteter med lav akselerasjon i hofteregionen som gir dårlig utslag på akselerometeret i form av antall tellinger. Konsekvensen av dette er at det reelle energiforbruket til en person som utøver disse aktivitetene blir underestimert (Hansen et al., 2014; Strath et al., 2013).

2.2.4 Fysisk aktivitet og diabetes

Det er godt dokumentert at regelmessig fysisk aktivitet er fordelaktig for blodsukkeret og insulinvirksomhet som kan forsinke komplikasjoner for personer med diabetes type 2 (Colberg et al., 2010). Ifølge Boulé et al. (2001) kan fysisk aktivitet redusere HbA1c (glykolisert hemoglobin) med opptil 0.66%. I tillegg til vanlig former for fysisk aktivitet er styrketrening i seg selv (og kombinert med utholdenhetstrening) assosiert med forbedret blodsukkerkontroll blant type 2 diabetikere (Umpierre et al., 2011).

Store mengder fettmasse er en av de største risikofaktorene for metabolske forstyrrelser. Thomas, Elliott og Naughton (2006) rapporterte om signifikant reduksjon i fettmasse i ulike treningsintervensjonsstudier, men ikke i total kroppsvekt. Det samme rapporterte Boulé et al. (2001). Årsaken til ingen reduksjon i kroppsmasse reflekterer sannsynligvis en økning i fettfrimasse eller muskelmasse. Når fysisk aktivitet viser forbedring i blodsukkerkontroll selv uten vekttap bør fysisk aktivitet ses på som fordelaktig uavhengig av lite til ingen vektnedgang.

Helsedirektoratets nasjonale anbefalinger om fysisk aktivitet skiller seg ikke nevneverdig utover anbefalingene til diabetikere. Styrketrening fremheves som fordelaktig, og bør komme i tillegg til minimumsdosen på 150 minutter moderat fysisk aktivitet i uken (Helsedirektoratet, 2019b). Metaanalysen til Umpierre et al. (2011) viste at slike anbefalinger om fysisk aktivitet i kombinasjon med kostråd gav en signifikant reduksjon i HbA1c (0.43%) sammenlignet med ingen råd om fysisk aktivitet. Metaanalysen viste dessuten at strukturert trening har større effekt på blodsukkeret enn anbefalinger om fysisk aktivitet. Strukturert utholdenhetstrening, styrketrening eller en kombinasjon av begge er assosiert med en reduksjon i HbA1c på 0.67%. Analysene viste også at strukturert trening på mer enn 150 minutter per uke er assosiert med bedre effekt på HbA1c (-0.89%) enn strukturert trening på mindre enn 150 minutter per uke (-0.36%).

Metaanalysen til Smith, Crippa, Woodcock og Brage (2016) viste lignende resultater. De rapporterte om en redusert risiko for diabetes type 2 på 26% for de som oppfyller anbefalingene om 150 minutter moderat til høy intensitet fysisk aktivitet i uken sammenlignet med personer som er stillesittende. Samtidig viste resultatene en ytterligere redusert risiko for diabetes type 2 med økende aktivitetsnivå. Disse resultatene indikerer at det finnes en dose-

respons-forhold mellom økt aktivitetsnivå og helsefordeler blant type 2 diabetikere (Helsedirektoratet, 2019b). Anbefalingene om fysisk aktivitet samt strukturert utholdenhetstrening og -styrketrening viser seg å være effektiv for å redusere insidens av diabetes type 2. Effekten av strukturert utholdenhetstrening kombinert med strukturert styrketrening bekreftes også i nyere metaanalyser (B. Pan et al., 2018; Schwingshackl, Missbach, Dias, König & Hoffmann, 2014).

Det er kjent at høy intensitets intervalltrening er svært effektivt sammenlignet med sammenhengende trening med moderat intensitet hos personer med kardiometabolske sykdommer (Weston, Wisløff & Coombes, 2014). I metaanalysen til Liubaoerjijin, Terada, Fletcher og Boulé (2016) sammenlignet de høy-, moderat- og lav intensitets trening og hvilken effekt det hadde på HbA1c blant personer med type 2 diabetes. Analysen viste at fysisk aktivitet med høy intensitet gav større reduksjon på HbA1c enn aktiviteter med moderat og lav intensitet. Det var uvisst om høy intensitets intervall trening eller høy intensitets sammenhengende trening hadde størst effekt, men høy intensitets trening er uansett til å anbefale for personer med diabetes type 2 – både med tanke på tidsbruk og den tiden det tar å nå samme total energiforbruk sammenlignet med moderat intensitets trening (Liubaoerjijin et al., 2016)

2.3 Fysisk form (VO_{2maks})

Maksimalt oksygenopptak (VO_{2maks}) kan defineres som et mål på kroppens maksimale evne til å ta opp og forbruke oksygen ved tilnærmet maksimale anstrengelser (Bassett & Howley, 2000). VO_{2maks} sier noe om det kardiovaskulære systemets evne til å frakte oksygen til aktive muskler. Måling av VO_{2maks} gir en indikasjon på en persons aerobe kapasitet ("cardiorespiratory fitness") og er nært assosiert med – og i stor grad et resultat av – aktivitetsnivå (Bhammar, Stickford, Bernhardt & Babb, 2017). Derfor er måling av VO_{2maks} ønskelig å benytte som et mål på fysisk form. Selv om måling av VO_{2maks} er oftest assosiert med intervensjonsstudier som vurderer effekten av ulike treningsformer (McManus, Armstrong & Williams, 1997), er det også mye brukt i kliniske undersøkelser som et objektivt mål for å vurdere personers fysiske form (Wood, Hills, Hunter, King & Byrne, 2010).

2.3.1 Måling av det maksimale oksygenopptaket

Hill, Long og Lupton (1924) var de første til å introdusere og definere konseptet «maksimalt oksygenopptak» (VO_{2maks}). Deres forskning har blitt validert og akseptert slik at det er i dag en allmenn enighet om at det finnes en fysiologisk øvre grense for kroppens evne til å konsumere oksygen (Bassett & Howley, 2000). På bakgrunn av deres forskning har det blitt utviklet flere metoder og protokoller for måling av oksygenopptaket, og objektiv måling av VO_{2maks} anses fortsatt å være gullstandarden for måling av fysisk form (Stickland, Butcher, Marciniuk & Bhutani, 2012).

En VO_{2maks} test utføres normalt sett i et laboratorium på tredemølle eller ergometersyssel. Den klassiske metoden for å måle VO_{2maks} er å benytte indirekte respiratorisk kalorimetri, der energiforbruket bestemmes ved å analysere sammensetningen av innåndings- og utåndingsluften (Steene-Johannessen, Grydeland & Hansen, 2018, s. 79). Det finnes en rekke typer prosedyrer for å gjennomføre en slik test, der de fleste utføres med progressiv økende belastning til tilnærmet utmattelse med en varighet på ca. 5 – 15 minutter.

Valg av ergometer kan ha stor betydning når testresultater skal sammenlignes med andre lignende undersøkelser. Det viser seg at en VO_{2maks} test på ergometersyssel kan gi 10-12 % lavere O_2 verdier sammenlignet med en tilsvarende test på tredemølle (Miyamura & Honda, 1972). Prinsippet om spesifisitet inntreffer her. For et utvalg utrente personer vil en maksimal test på sykkelergometer gi lavere verdier på grunn av raskere utmattelse i de sentrale musklene (Rivera-Brown & Frontera, 1998). En syklist vil derimot kunne få høyere VO_{2maks} verdier på en sykkelergometer, men for den generelle befolkningen vil en test på tredemølle være mer hensiktsmessig på grunn av spesifisitetsprinsippet. Derfor er valg av ergometer viktig for å kunne sammenligne testresultat med andre helseundersøkelser.

Dersom en VO_{2maks} test skal bli godkjent er det ofte én eller flere kriterier som må oppfylles. Tradisjonelt sett har et platå i oksygenopptaket vært hovedkriteriet for oppfylt VO_{2maks} . Et platå kan beskrives som en utflating i VO_2 eller et punkt hvor økningen VO_2 er betydelig mindre enn forventet etter økt belastning (Wood et al., 2010). Platåkriteriet er omstridt i litteraturen på grunn av gjentatte undersøkelser som rapporterer om lav andel som oppnår kriteriet (Donnelly, Jakicic, Roscoe, Jacobsen & Israel, 1990; Rivera-Brown, Rivera & Frontera, 1992). Derfor har det i senere tid blitt mer vanlig å bruke sekundær kriterier for å

bekreftede at $VO_{2\text{maks}}$ er oppnådd (eks: respiratory exchange ratio (RER), maksimal hjertefrekvens, laktatkonsentrasjon og Borgs skala). Likevel viser nyere studier at sekundære kriterier har lav validitet for å bekrefte at $VO_{2\text{maks}}$ er oppnådd (Sansum et al., 2019). Derimot viser studiene at en to-test protokoll med en avsluttende supramaksimal verifiseringstest er den beste metoden for å bekrefte at et ekte $VO_{2\text{maks}}$ er oppnådd (Barker, Williams, Jones & Armstrong, 2011; Bhammar et al., 2017; Sansum et al., 2019).

Få eller ingen studier har undersøkt kriterieoppnåelse direkte på personer med diabetes, men Wood et al. (2010) rapporterer om ingen forskjeller i kriterieoppnåelse mellom overvektige og normalvektige personer. Overvektige ser ikke ut til å ha noen fysiologiske hindringer i å yte maksimalt, som dermed vil kunne oppnå valide testresultater av en $VO_{2\text{maks}}$ test. Likevel kan noen sykdomsgrupper ha vanskeligheter for å anstrenge seg maksimalt. Derfor kan en submaksimal test være fordelaktig i disse tilfellene. Submaksimale tester er ofte ligningsbaserte tester som estimerer $VO_{2\text{maks}}$ på en relativt lav belastning. Denne metoden har vist seg å være en valid metode for å estimere $VO_{2\text{maks}}$ (Strom et al., 2018).

2.3.2 Fysisk form og diabetes

Det er veldokumentert at lav fysisk form er en sterk uavhengig risikofaktor for tidlig død og hjerte og karsykdommer (Blair et al., 1995; Myers et al., 2002). Lav fysisk form er også en sterk uavhengig risikofaktor for tidlig død blant personer med diabetes (Lyerly et al., 2009).

En prospektiv studie undersøkte sammenhengen mellom fysisk form, nedsatt fastende glukose og type 2 diabetes blant 8633 friske menn over en 6-års periode. Mennene i gruppen med lavest oksygenopptak hadde 1.9 ganger større risiko for nedsatt fastende glukose, og 3,7 ganger større risiko for diabetes sammenlignet med gruppen med høyest oksygenopptak (Wei et al., 1999). Sui et al. (2008) undersøkte sammenhengen mellom fysisk form og BMI og forekomst av diabetes type 2 hos 6249 kvinner over en 17-års periode. Lav fysisk form og høy BMI var uavhengig assosiert med forekomst av diabetes type 2. Selv om høy fysisk form hadde en beskyttende effekt for deltakerne med høy BMI, kunne ikke fysisk form eliminere en økt risiko i disse gruppene.

Wei et al. (1999) rapporterer også at risikoen for diabetes øker med alder og med høyere kroppsvekt, blodtrykk og triglyseridnivå. Høy kroppsvekt, -blodtrykk og -triglyseridnivå er

sammen med andre faktorer forbundet med samlebegrepet «metabolsk syndrom». Metabolsk syndrom er som kjent en risikofaktor for diabetes type 2 (Eckel, Grundy & Zimmet, 2005). Flere studier har undersøkt sammenhengen mellom metabolsk syndrom og fysisk form. Ifølge Knaeps et al. (2016) er lav fysisk form en større uavhengig risikofaktor for metabolsk syndrom sammenlignet med stillesitting og lav MVPA (moderate-to-vigorous physical activity). Dette samsvarer med lignende studier (Ekblom-Bak, Hellénus, Ekblom, Engström & Ekblom, 2010; Sassen et al., 2009). Andre studier viser derimot at både fysisk form og MVPA er signifikant og uavhengige risikofaktorer for metabolsk syndrom (Edwards & Loprinzi, 2018; Greer, Sui, Maslow, Greer, Blair, et al., 2015; Lakka et al., 2003). Dette viser at både fysisk aktivitet og trening som forbedrer oksygenopptaket er fordelaktig for å minimere risiko for metabolsk syndrom og senere utvikling av diabetes.

Når forskning viser at trening forbedrer fysisk form og kan forskyve eller eliminere utvikling av diabetes er det viktig å vite hvilke treningsmetoder som er mest effektiv. Weston et al. (2014) rapporterte i deres meta-analyse at høyintensitets intervall trening har nesten dobbelt effekt på fysisk form sammenlignet med sammenhengende trening med moderat intensitet (19.4% mot 10.3%). I tillegg viser studier at høy intensitet intervall trening forbedrer markører for diabetes (insulin resistens og Hb1Ac) som potensielt vil gi bedre glykemisk kontroll sammenlignet med sammenhengende trening (Jelleyman et al., 2015). Selv om mange av disse intervensjonsstudiene har få deltakere, og er relativt kortvarig, er effekten av høy intensitet trening tydelig. Likevel er det et behov for flere studier med større utvalg og varighet for å se langtidseffekt av høy intensitets trening for personer med diabetes (Francois & Little, 2015).

Det har også blitt diskutert om trening med høy intensitet er farlig for personer med hjerteproblemer. I en retrospektiv studie ble det kun observert to ikke-dødelige hjerteinfarkter etter 46 364 timer med høy intensitets intervalltrening blant 4846 pasienter med hjerte og karsykdommer (Rognmo et al., 2012). Selv om det er få studier som har direkte undersøkt sikkerheten med høy intensitetstrening for personer med diabetes type 2, er det antagelig lite risiko involvert for denne pasientgruppen (Francois & Little, 2015). Det ble blant annet ikke rapporterte om noen problemer med høy intensitetstrening for personer med diabetes type 2 i studien til Støa et al. (2017). Resultatet fra studien viser at høy intensitetstrening har bedre effekt på VO_{2maks} og HbA1c sammenlignet med moderat intensitetstrening.

Høy intensitetstrening ser ut til å være gunstig som et forebyggende tiltak og innenfor rehabilitering. Når høy intensitetstrening er effektiv for å øke en persons fysisk form, og i tillegg er svært tidseffektiv, kan man med sikkerhet anbefale denne treningsmetode. Når vi ser at personer med diabetes type 2 opplever høyere helse relatert livskvalitet ved å forbedre fysisk form sammenlignet med å gå ned i vekt (Bennett, Ouyang, Wu, Barone & Stewart, 2008), er dette gode argumentasjoner for å anbefale og motivere diabetikere til å være fysisk aktive og forbedre den fysiske formen.

2.4 Problemstilling

På bakgrunn av kunnskapsgrunnlaget er følgende problemstilling formulert:

Er det sammenheng mellom akselerometermålt fysisk aktivitetsnivå, selvrapportert fysisk aktivitet, maksimalt oksygenopptak (VO_{2maks}) og HbA1c (langtidsblodsukker) blant friske voksne kvinner og menn i alderen 40-44 år?

3 Metode

3.1 Metodevalg og studiedesign

Denne oppgaven er en epidemiologisk tverrsnittstudie med et kvantitativt design. Kvantitativt design er valgt basert på problemstillingen som søker å forklare en sammenheng, og for å kunne trekke slutninger om en populasjon basert på et utvalg. I dette prosjektet vil det bli benyttet et tverrsnittdesign. Tverrsnittsundersøkelser innhenter data kun én gang eller på ett bestemt tidspunkt for hver enkel enhet. En slik type undersøkelse sier bare noe om øyeblikksbilde. Dermed kan dette designet ikke brukes for si noe om trender eller årsakssammenhenger (Ringdal, 2018). Designet i dette prosjektet er basert på tilgjengelige data fra Aktivitetsstudien og Tromsø 6, hvor oppfølgingsdata enda ikke er tilgjengelig og dermed begrenser muligheten for et longitudinelt design.

Kvantitativ forskningsmetode handler om å undersøke fenomener ved hjelp av et stort utvalg enheter, hvor det er ønskelig med en distanse mellom forsker og deltaker. Kvantitative undersøkelser benytter ofte statistiske analyser som gir grunnlag for generalisering basert på et utvalg (Thagaard, 2018). En annen kjennetegn med kvantitativ forskningsstrategi er at den er ofte teoristyr, eller deduktiv. Deduktiv tilnærming handler om å ta utgangspunkt i ett eller flere teoretiske perspektiver og stille spørsmål eller avleder hypoteser for å bekrefte eller avkrefte antagelser om det fenomenet som skal studeres (Ringdal, 2018), altså ønsker forskeren å teste teorier opp mot virkeligheten (teori til empiri).

Et viktig begrep i kvantitativ forskning er operasjonalisering. Operasjonalisering handler om hvordan man kan knytte målbare indikatorer til teoretiske begreper. Slik kan man se sammenhengen mellom teori og virkeligheten ved å gjøre teori testbar i empiriske undersøkelser (Ringdal, 2018). En tydelig operasjonalisering av teoretiske begreper er viktig for å oppnå høy reliabilitet og høy begrepsvaliditet (Dahlum, 2016; Ringdal, 2018). Operasjonalisering av de viktigste begrepene i dette prosjektet; fysisk aktivitet, fysisk form, og diabetes, er betinget av hvordan disse er målt siden dette prosjektet benytter allerede innsamlede data. Dette blir nærmere beskrevet senere i dette kapittelet.

3.2 Vitenskapsteoretisk perspektiv

Valg av metode kan også begrunnes av vitenskapsteoretiske perspektiver. Ulike vitenskapsteorier har ulike ontologiske (forståelsen av virkeligheten) og epistemologiske (læren om viten og erkjennelse) forutsetninger. Ontologi, epistemologi og metodologi er sentrale begreper når en forsker skal reflektere over sitt vitenskapsteoretiske perspektiv. Thomas Kuhns paradigme begrep kan brukes for å forklare en forskers ontologiske, epistemologiske og metodologiske posisjon i forskningstradisjonen (Sohlberg & Sohlberg, 2013). De som havner under samme paradigme har med andre ord det samme vitenskapssynet og har de samme ontologiske, epistemologiske og metodologiske forutsetningene og tilnærmingene. Når det er sagt, så er Kuhns paradigme begrepet veldig bredt og abstrakt. Derfor vil jeg bruke ordet «vitenskapssyn» for å forklare de ulike vitenskapsteoretiske perspektivene.

3.2.1 Positivism

Ifølge Brottveit (2018) finnes det tre vitenskapsteoretiske hovedretninger: positivisme, hermeneutikk og poststrukturalisme. Et positivistisk vitenskapssyn tilsier at man kun kan oppnå erkjennelse og viten gjennom sanseerfaringer og empiriske observasjoner. Det er kun det som kan bevises som kan kalles vitenskapelig. Positivistisk vitenskap blir ofte omtalt som *forklarende vitenskap* og har som mål å avdekke årsakssammenhenger og finne frem til allmenne lover, som f.eks. naturlover. Positivismen ligger derfor til grunn for naturvitenskapen - som er en fellesbetegnelse for empiriske vitenskaper. Et av de viktigste kravene i positivismen er at innhenting av data skal skje gjennom sansing eller observasjon, uten påvirkning av forskerens subjektive fortolkninger. Andre faktorer som er viktig i positivismen er at dataene skal være kvantifiserbar (målbar) og reproduserbar (Brottveit, 2018).

Disse kjennetegnene på et positivistisk vitenskapssyn danner grunnlaget for det vitenskapsteoretiske perspektivet i dette prosjektet, hvor formålet er å *forklare* årsakssammenhenger mellom fysisk aktivitet, VO_{2maks} og diabetes type 2 gjennom empiriske observasjoner (datamålinger av disse variablene). Ved hjelp av en hypotetisk-deduktiv metode kan man undersøke årsakssammenhengen ved å utprøve hypotesen, som er basert på teorier, opp mot de empiriske observasjonene som er gjort i studiene, hvor målet er å bekrefte

eller avkrefte hypotesen (Brottveit, 2018). Hypotesen er bygget opp av antakelser av hva som kan forventes som resultat, men i et positivistisk vitenskapssyn kan man aldri sikkert bekrefte at hypotesen er sann (Gilje & Grimen, 1993). Semmelweis' forskning på årsaker til at kvinner døde av barsel-feber er et eksempel på hvordan testing av hypoteser foregår ved hjelp av hypotetisk-deduktiv metode. Semmelweis utviklet flere hypoteser om hvorfor kvinnene på fødselsavdelingen døde av barsel-feber, og testet hypotesene opp mot empirisk observasjoner. Når hypotesen ikke stemte overens med observasjonen, ble hypotesen falsifisert. Til slutt slo en av hypotesene til, og dødeligheten av barsel-feber gikk ned. Men selv om observasjoner stemmer med hypotesen, så kan ikke hypotesen regnes som en endelig sannhet (Gilje & Grimen, 1993). En hypotese som derimot er blitt utprøvd flere ganger med samme resultat, kan regnes som «delvis gyldig». Med andre ord kan man si at testing av hypotesens holdbarhet kan bidra til å styrke, nyansere eller avkrefte teorien (Brottveit, 2018).

3.3 Utvalg

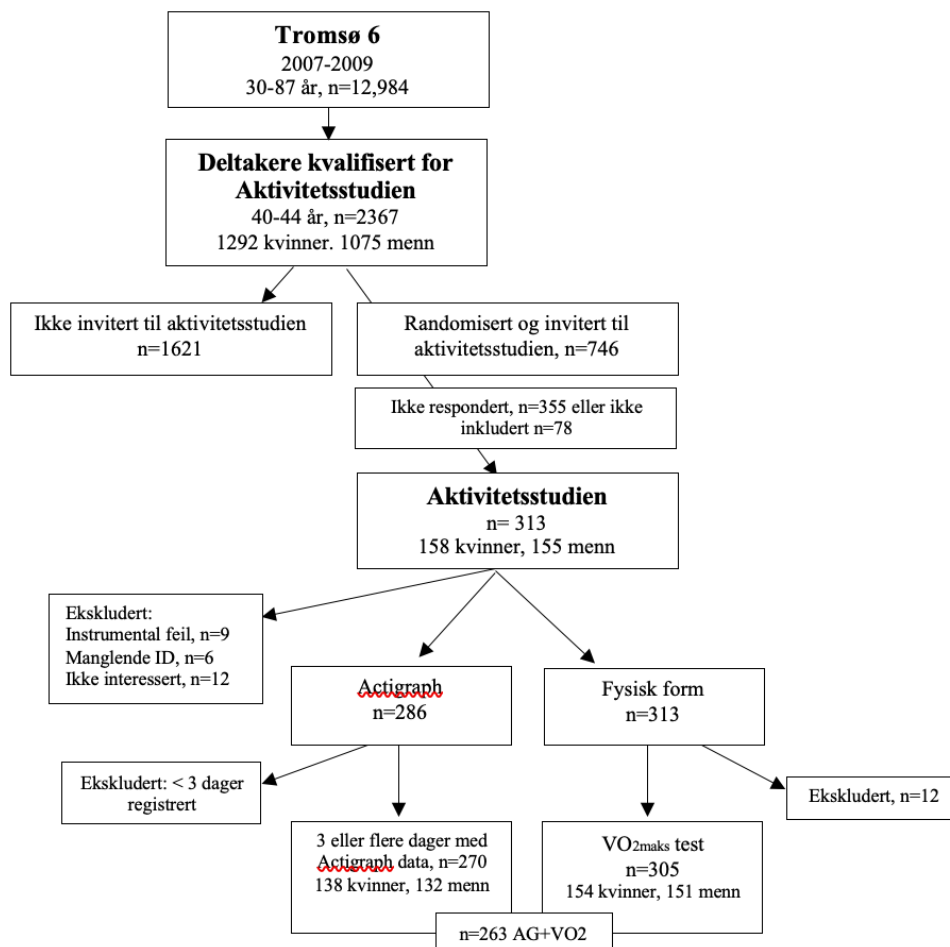
3.3.1 Tromsøundersøkelsen og Aktivitetsstudien

Dette masterprosjektet benytter data fra Tromsøundersøkelsen og den påfølgende Aktivitetsstudien. Tromsøundersøkelsen er en omfattende befolkningsundersøkelse som bidrar til forskning på de store folkehelseutfordringer som hjerte- og karsykdommer, kreft, diabetes, psykisk helse m.m. Det har totalt vært gjennomført syv undersøkelser siden 1974 med til sammen over 45 000 deltakere. Dette masterprosjektet benytter data fra den sjette utgaven av Tromsøundersøkelsen (Tromsø 6) som ble gjennomført i 2007-2008. I etterkant av Tromsø 6 ble Aktivitetsstudien gjennomført som en delstudie, der personer som deltok i den siste delen av Tromsø 6 ble invitert til å delta.

Utvalget til dette prosjektet er hentet fra Aktivitetsstudien. Totalt ble et utvalg på 746 randomiserte friske menn og kvinner i en alder av 40 – 44 år som deltok i Tromsø 6 invitert til å delta i Aktivitetsstudien. 391 personer (52%) responderte på invitasjonen, og 313 personer ble inkludert i studien. Utvalgsprosessen vises i Figur 3. Totalt var det 263 personer som hadde valide målinger på både akselerometer og maksimal oksygenopptakstest (VO_{2maks}).

Aktivitetsstudien ble ledet av en forskningsgruppe med tilknytning til ISM, UiT Norges arktiske universitet. Formålet til Aktivitetsstudien var blant annet å undersøke sammenhengen mellom fysisk aktivitet og metabolsk profil samt fysisk aktivitet og ulike krefttyper. I Aktivitetsstudien ble det gjennomført fysisk aktivitetsmåling med akselerometer og måling av VO_{2maks}. Data om selvrapporert fysisk aktivitet, antropometriske målinger og markører for diabetes ble innhentet fra den kliniske undersøkelsen i Tromsø 6. Dette beskrives nærmere senere i kapittelet.

Siden dette masterprosjektet benytter innsamlede data, ble det nødvendig å bruke tidligere studier for å beskrive metoden bak datamaterialet. Derfor vil dette metodekapittelet bruke studiene til Emaus et al. (2010) og Emaus, Wilsgaard, Furberg og Thune (2011) for å beskrive hvordan gjennomføringen av Aktivitetsstudien ble utført. Disse artiklene beskriver de metodiske utførelsene av fysisk aktivitetsmåling og VO_{2maks} måling, mens Hutchinson et al. (2012) beskriver hvordan måling av Hb1Ac ble gjennomført.



Figur 3: Oversikt over utvalgsprosessen

3.4 Kliniske og antropometriske målinger, spørreskjema

Antropometriske målinger ble gjennomført i Tromsø 6. Høyde ble målt til nærmeste 0,5 cm og vekt ble målt til nærmeste 0,1 kg på en Jenix DS 102 digital elektronisk vekt.

Kroppsmasseindeks (BMI) måles ut ifra forholdet mellom vekt og høyde (kg/m^2).

Midjeomkretsen ble målt i en horisontal linje 2,5 cm over navlen, hofteomkretsen ble målt ved den største omkretsen rundt hoften. Både midje- og hofteomkrets ble målt til nærmeste 0,5 cm. I tillegg ble det estimert et midje–hofte–ratio (WHR) (Emaus et al., 2011).

Blodtrykket ble målt ved hjelp av standardiserte prosedyrer.

Deltakerne i Tromsø 6 ble i forkant av de kliniske undersøkelsene bedt om å fylle ut et spørreskjema. Spørreskjemaet inneholder kategorier om helse og sykdommer, jobb og utdanning, fysisk aktivitet og alkohol- og tobakksbruk. Spørsmålene som er benyttet i dette prosjektet og svaralternativene vises i Tabell 3. Disse variablene ble inkludert som konfunderende variabler i analysen.

3.5 Markører for diabetes

Deltakerne i Tromsø 6 fikk også spørsmål om diabetes i spørreskjemaet: ‘Har du, eller har du hatt diabetes?’, ‘Tar du, eller har du tatt tabletter for diabetes?’, ‘Bruker du, eller har du brukt insulin?’ og ‘Har du, eller har du hatt høy blodglukose?’ (Hutchinson, Figenschau, Njølstad, Schirmer & Jorde, 2011).

Deltakerne fikk ikke beskjed om å møte opp fastende til den kliniske undersøkelsen. Under den kliniske undersøkelsen ble deltakerne først spurt om antall timer siden siste måltid. Deretter ble det utført blodsuktermåling av ikke-fastende HbA1c (langtidsblodsukkeret). HbA1c ble bestemt utfra væskechromatografi (high performance liquid chromatography) ved å bruke en automatisk analysator (Variant II, Bio-Rad Laboratories Inc., Hercules, CA, USA) (Hutchinson et al., 2012). De diagnostiske kriteriene for diabetes type 2 er satt til HbA1c ≥ 48 mmol/mol (6,5 %).

3.6 Måling av fysisk aktivitet

Objektive målinger av deltakernes fysiske aktivitetsnivå ble gjennomført i Aktivitetsstudien ved hjelp av akselerometeret GT1M-Activity Monitor (Actigraph LLC, Pensacola, Florida).

Dette er en elektronisk bevegelsessensor som består av en uniaksialt akselerometer.

Akselerometeret er liten i størrelse (3,8 x 3,7 x 1,8 cm) og veier kun 27 gram.

Akselerometeret ble festet til et elastisk belte og plassert på høyre hofte. Deltakerne fikk utdelt akselerometeret under et møte med studieveilederne. Der ble de informert om at akselerometeret skulle brukes 7 dager i strekk gjennom hele dagen utenom i sovende tilstand.

Akselerometeret ble programmert til å starte målingen 07:00 dagen etter de ble utdelt (Emaus et al., 2010).

Måling med Actigraph (akselerometer) gjør det mulig å få en detaljert oversikt over aktivitetsmønstret til deltakerne. Bevegelser som akselerometeret måler i vertikalplanet (loddrett plan) registreres som en kombinert funksjon av bevegelsens frekvens og intensitet. Akselerasjonen kan uttrykkes som antall tellinger («counts») per tidsenhet. Det gjøres et gjennomsnitt av antall tellinger over et spesifikt tidsintervall. I dette prosjektet var akselerometeret programmert til å måle et tidsintervall på 15 sekunder. Summen av antall tellinger under et tidsintervall blir et mål på aktivitetens intensitet, og kan kategoriseres innenfor ulike intensiteter (stillesittende, lett, moderat og hard). «Cut-offs» for disse intensitetene er som følge: stillesittende = 0 tellinger/min, lett intensitet = 1–2000 tellinger/min, moderat og hard intensitet (MVPA) = >2000 tellinger/min og hard intensitet >6000 tellinger/min. Data fra akselerometeret ble lastet ned til en datamaskin og hentet ut ved hjelp av programvaren CSA Analyzer (csa.svenssonsport.dk) (Emaus et al., 2010).

Sekvenser på >10 minutter hvor akselerometeret ikke fanget opp noen tellinger (indikasjon på at akselerometeret ikke ble brukt) ble ekskludert fra målingene. Målinger mellom 00:00 – 06:00 ble også ekskludert. Deltakerne måtte være i aktivitet i minst 10 timer per dag for å bli inkludert i analysen. For å vurdere potensielle forskjeller i aktivitetsnivå mellom individer med forskjellige antall fullførte dager, ble fysisk aktivitetsnivå kalkulert separat for individer med 3, 4 og 5 dager med valide aktivitetsmålinger. Når det ikke ble funnet noen forskjeller, ble derfor alle deltakere med minimum 3 dager og 10 timer registrert aktivitet per dag inkludert i analysen (Emaus et al., 2010).

Av alle 313 deltakere hadde 286 valide målinger fra akselerometer. Av disse ble 16 ekskludert fra analysen på grunn av at de glemte å bruke akselerometeret (n=15), instrumentfeil (n=6) og/eller manglende identitets nummer (n=6). Til slutt oppnådde 270 deltakere minimumskravet på 3 aktive dager og alle disse ble inkludert i analysedelen (Emaus et al., 2010).

Akselerometerdataen som ble benyttet i analysedelen er antall minutter i moderat til høyt intensitetsnivå (MVPA) og antall steg per dag. Analysen inkluderte også selvrapportert fysisk aktivitetsnivå på fritiden ved bruk av «Saltin-Grimsby physical activity level scale» (SGPALS) (Grimby et al., 2015). Deltakerne utfylte et spørreskjema i forkant av Tromsø 6, der de fikk spørsmål om deres fysiske aktivitetsnivå (SGPALS-instrumentet) (Tabell 3).

Den kontinuerlige variabelen MVPA ble fordelt på tre kategorier basert på antall minutter MVPA per dag. Gruppe 1 (<30 minutter MVPA per dag) representerer de med færrest antall minutter i MVPA mens gruppe 3 (≥60 minutter MVPA per dag) representerer de med flest minutter i MVPA. Steg per dag ble også delt inn i tre kategorier. Gruppe 1 (<7000 steg per dag) representerer de med færrest antall steg per dag mens gruppe 3 (≥10 000 steg per dag) representerer de med flest antall steg per dag. Selvrapportert fysisk aktivitetsnivå fordeles etter de fire svarkategoriene i SGPALS, det vil si at gruppe 1 representerer de som oftest er stillesittende, mens gruppe 4 representerer de som ofte trener hardt flere ganger i uken.

3.7 Måling av maksimalt oksygenopptak

Det ble gjennomført en objektiv måling av VO_{2maks} på deltakerne i Aktivitetsstudien. Deltakerne utførte en gradert trappetest på tredemølle til tilnærmet utmattelse. Testen ble gjennomført av to kvalifiserte studieveiledere (Emaus et al., 2010). Det ble benyttet individuell starthastighet for å fremkalle en hjertefrekvens på ca. 145 slag i minuttet hos alle deltakerne. På grunn av ulik løpsteknikk fikk deltakerne bestemme selv om de ville ha økning i hastighet, stigning eller en kombinasjon av begge hvert minutt for en progressiv økning i belastning. Etter hvert minutt økte derfor hastigheten med 1 km/t eller stigningsgrad med 2%. Mot slutten av testen ble belastningen økt individuelt for å motivere deltakerne til å pushe seg selv helt til utmattelse.

Hjertefrekvensen ble målt med hjelp av en Polar S 610 I (Finland) pulsklokke. Utåndingen (ekspirasjon) ble analysert kontinuerlig for oksygen (O₂) og karbondioksid (CO₂) av en oksygenanalysator fra Erich Jaguar Oxycon Pro (Jaeger – Viasys, Healthcare, Hoechberg, Tyskland). Analysatoren ble kalibrert med standardiserte gasser før hver test.

Forsøkspersonene pustet gjennom en Hans Rudolph-ventil (2700-serien) med registrering av ventilasjon, VO₂, CO₂ og *respiratory exchange ratio* (RER) i gjennomsnitt hvert 30. sekund (Emaus et al., 2010; Emaus et al., 2011).

For at resultatet av tredemølletesten skulle bli inkludert i analysen måtte deltakerne oppnå minst én av følgende to kriterier: 1) oppnå et VO₂ platå (definert som <2.0 (ml/kg/min) økning i VO₂ etter ett minutt med økende belastning) og 2) *respiratory exchange ratio* (RER) >1.05. I tillegg vurderte testlederne at maksimal anstrengelse var oppnådd når deltakerne uttrykte muntlig eller kroppslig at han/hun var helt utmattet, eller når testpersonen ikke kunne fortsette å løpe ordentlig og var i fare for å falle på grunn av utmattelse. Det høyeste oksygenopptaket som ble målt (30 sekunder i gjennomsnitt) ble registrert som VO_{2maks}.

I de statistiske analysene ble utvalget delt inn i tertiler med lav-, moderat- og høy fysisk form basert på VO_{2maks} fra tredemølletesten. Fordelingen er forskjellig for kvinner og menn. For kvinner er lav fysisk form <32,4 ml/kg/min, moderat fysisk form 32,4 – 37,5 ml/kg/min og høy fysisk form >37,5. For menn er lav fysisk form <39,6 ml/kg/min, moderat fysisk form 39,6 – 46,5 ml/kg/min og høy fysisk form >46,5.

3.8 Statistiske analyser

De statistiske analysene ble gjennomført i statistikkprogrammet SPSS versjon 26. Deskriptiv statistikk ble benyttet for å beskrive utvalget. Utvalgets verdier ble uttrykt som gjennomsnitt, standardavvik, og lavest og høyeste verdi.

For å undersøke sammenhengen mellom valgte eksponering og utfallsmål, ble generelle lineære modeller benyttet. På grunn av kategoriske eksponeringsvariabler, ble ANOVA/ANCOVA valgt. I modellen for ujusterte analyser var HbA1c avhengig variabel, og henholdsvis MVPA (moderat til høyt aktivitetsnivå) og VO_{2maks} (ml/kg/min) uavhengige variabler. I tillegg ble det kjørt analyser med selvrapportert fysisk aktivitetsnivå og steg per

dag som uavhengige variabler i hver sin modell. ANCOVA ble benyttet for å undersøke om resultatene ble påvirket av konfunderende variabler: alder, kjønn, utdanningsnivå og alkohol- og røykinntak. Resultatet av analysene ble vurdert som statistisk signifikante med p-verdi $<0,05$.

Det ble valgt å kjøre en sensitivitetsanalyse for å sammenligne utvalget i Aktivitetsstudien og hele utvalget i Tromsø 6, for å teste om utvalget i dette prosjektet er representativt. Kun selvrapporert fysisk aktivitet er målt på hele utvalget i Tromsø 6, og kun denne variabelen ble inkludert i sensitivitetsanalysen.

3.9 Etske godkjenninger

Prosjektbeskrivelsen ble sendt til Regionale komiteer for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk (REK) for forskningsetisk vurdering og Norsk senter for forskningsdata (NSD) for behandling av personvernsopplysninger. Det ble ikke innhentet eget samtykke fra utvalget ettersom deres deltakelse i Tromsøundersøkelsen allerede har samtykket til at opplysningene deres kan benyttes i nye forskningsprosjekter til formål som er i tråd med formålene i Tromsøundersøkelsen. På bakgrunn av dette vurderte både REK og NSD at samtykket er dekkende for bruk i dette prosjektet. Godkjennelsen fra NSD og REK ble sendt til Tromsøundersøkelsens publiseringsutvalg (DPU). DPU godkjente prosjektets formål og datasettet fra Tromsø 6 og Aktivitetsstudien ble utlevert 3. mars 2021.

4 Resultat

4.1 Deskriptiv statistikk

Utvalget består av totalt 313 deltakere (155 menn og 158 kvinner) i alderen 40-44 år med en gjennomsnittsalder på henholdsvis 42,1 og 42,3 år. Utvalgets antropometri, fysisk form og fysisk aktivitet beskrives i Tabell 2. Av kliniske målinger har menn høyere gjennomsnittsverdier enn kvinner. Det er en statistisk signifikant forskjell i gjennomsnittlig BMI verdier på 27.1 kg/m² for menn og 25.1 kg/m² for kvinner. Det er også statistisk signifikant forskjell på gjennomsnittlig VO_{2maks} mellom kvinner (35,47 (ml/kg/min)) og menn (43,19 (ml/kg/min)) ($p < 0.05$). Det er ingen store forskjeller i fysisk aktivitetsnivå mellom kjønn. Gjennomsnittlig totalt aktivitetsnivå for kvinner er 401,0 tellinger per minutt og 411,4 tellinger per minutt for menn. Kvinner har høyere gjennomsnittlig antall steg per dag enn menn (8667 vs 8007) ($p < 0.05$).

Tabell 2: Deskriptiv karakteristikk av utvalget.

Totalt					
Variabel	N	Gj.snitt	SD	Min	Maks
Alder (år)	313	42,2	1,4	40	44
Kliniske målinger					
Vekt (kg)	313	77,9	15,5	49	118
Høyde (cm)	313	172,4	9,5	148	197
BMI (kg/m ²)	313	26,1	3,9	17,7	37,2
Midjemål (cm)	291	91,1	11,5	64	122
Hofteomkrets (cm)	291	102,4	7,3	83	125
Systolisk blodtrykk (mmHg)	312	119,8	14,2	89	170
Diastolisk blodtrykk (mmHg)	312	73,8	9,3	45	102
Fysisk form					
VO _{2maks} (ml/kg/min)	313	39,29	8,05	22	60
VO _{2maks} (L/min)	313	3,41	0,94	1,19	5,96
RER	313	1,14	0,06	0,91	1,31
TTE (min)	313	5,57	1,38	3	11
Fysisk aktivitet					
Stillesitting (min/dag)	286	234,0	51,4	27	355
Lett (min/dag)	286	512,8	89,1	313	859
Moderat/hard (min/dag)	286	53,6	27,7	4	140
Hard (min/dag)	286	2,8	6,4	0	51
Totalt aktivitetsnivå (cpm)	286	406,0	143,8	101	1018
Steg per dag	264	8344	2766	1901	18347

Kvinner					
Variabel	N	Gj.snitt	SD	Min	Maks
Alder (år)	158	42,3	1,4	40	44
Kliniske målinger					
Vekt (kg)	158	68,6	10,7	49	112
Høyde (cm)	158	165,4	6,0	148	180
BMI (kg/m ²)	158	25,1	3,8	18	37
Midjemål (cm)	146	86,4	10,7	64	122
Hofteomkrets (cm)	146	100,6	7,4	83	125
Systolisk blodtrykk (mmHg)	158	115,5	13,4	89	155
Diastolisk blodtrykk (mmHg)	158	71,2	8,9	45	94
Fysisk form					
VO _{2maks} (ml/kg/min)	158	35,47	6,45	22	56
VO _{2maks} (L/min)	158	2,35	0,36	1,20	3,42
RER	158	1,13	0,06	0,91	1,30
TTE (min)	158	5,37	1,38	3	11
Fysisk aktivitet					
Stillesitting (min/dag)	147	234,6	47,5	27	328
Lett (min/dag)	147	516,0	84,4	339	824
Moderat/hard (min/dag)	147	52,2	26,6	4	139
Hard (min/dag)	147	2,6	5,8	0	51
Totalt aktivitetsnivå (cpm)	147	401,0	139,1	101	1018
Steg per dag	135	8667	2677	1901	18347
Menn					
Variabel	N	Gj.snitt	SD	Min	Maks
Alder (år)	155	42,0	1,4	40	44
Kliniske målinger					
Vekt (kg)	155	87,3	13,8	65	118
Høyde (cm)	155	179,5	6,8	162	197
BMI (kg/m ²)	155	27,0	3,7	21	36
Midjemål (cm)	145	95,8	10,4	72	121
Hofteomkrets (cm)	145	104,1	6,7	88	123
Systolisk blodtrykk (mmHg)	154	124,2	13,6	100	170
Diastolisk blodtrykk (mmHg)	154	76,5	8,9	56	102
Fysisk form					
VO _{2maks} (ml/kg/min)	155	43,19	7,66	25	60
VO _{2maks} (L/min)	155	3,66	0,56	2,50	5,18
RER	155	1,15	0,06	0,98	1,31
TTE (min)	155	5,79	1,35	3	10
Fysisk aktivitet					
Stillesitting (min/dag)	139	233,4	55,4	41	355
Lett (min/dag)	139	509,5	94,0	313	859

Moderat/hard (min/dag)	139	55,0	28,8	7	140
Hard (min/dag)	139	3,0	6,9	0	36
Totalt aktivitetsnivå (cpm)	139	411,4	149,0	162	966
Steg per dag	129	8007	2827	3363	14923

Verdiene er oppgitt som antall deltakere (N), gjennomsnitt, standardavvik (SD) og høyeste og laveste verdi (min-maks). BMI=body mass index, mmHg=milliliter kvikksølv, VO_{2maks} =maksimalt oksygenopptak, RER=respiratory exchange ratio, TTE= time to exhaustion, cpm= tellinger per minutt.

Utvalgets svar på spørreskjemaet fra Tromsøundersøkelsen vises i Tabell 3. Spørsmål som er tatt med i denne analysen omhandler selvrapportert helse og sykdommer, jobb og utdanning, fysisk aktivitet og alkohol- og tobakksbruk. Det er så å si ingen som rapporterer om tidligere sykdommer forbundet med hjerte og kar (n=5). 59,3 % av utvalget har høyere utdanning fra høyskole eller universitet. 51,1 % av utvalget drikker alkohol 2-4 ganger hver måned og 48,9% av utvalget røyker eller har røykt tidligere.

Tabell 3: Spørsmål om helse og sykdommer, jobb og utdanning, fysisk aktivitet og alkohol- og tobakksbruk fra spørreskjema i Tromsø 6 (2007-08)

	Kvinner		Menn		Totalt	
	n	(%)	n	(%)	n	(%)
Helse og sykdommer:						
<i>Har du eller har du hatt hjerteinfarkt?</i>						
Nei	156	100,0	154	99,4	310	99,7
Ja	0	0	1	0,6	1	0,3
Totalt:	156	100,0	155	100,0	311	100,0
<i>Har du eller har du hatt hjertekrampe?</i>						
Nei	156	100,0	153	98,7	309	99,4
Ja	0	0	2	1,3	2	0,6
Totalt:	156	100,0	155	100,0	311	100,0
<i>Har du eller har du hatt hjerneslag/hjerneblødning?</i>						
Nei	155	99,4	153	99,4	308	99,4
Ja	1	0,6	1	0,6	2	0,6
Totalt:	156	100,0	154	100,0	310	100,0
Jobb og utdanning:						
<i>Hva er din høyeste fullførte utdanning?</i>						
Grunnskole, framhaldsskole eller folkehøyskole	6	3,8	18	11,6	24	7,7
Yrkesfaglig videregående, yrkesskole eller realskole	32	20,4	38	24,5	70	22,4

Allmennfaglig videregående skole eller gymnas	19	12,1	14	9,0	33	10,6
Høyskole eller universitet, mindre enn 4 år	38	24,2	37	23,9	75	24,0
Høyskole eller universitet, 4 år eller mer	62	39,5	48	31,0	110	35,3
Totalt:	157	100,0	155	100,0	312	100,0
<i>Hvis du er i lønnet eller ulønnet arbeid, hvordan vil du beskrive arbeidet ditt?</i>						
For det meste stillesittende arbeid	79	53,4	83	58,9	162	56,1
Arbeid som krever at du går mye	43	29,1	27	19,1	70	24,2
Arbeid der du går og løfter mye	25	16,9	29	20,6	54	18,7
Tungt kroppsarbeid	1	0,7	2	1,4	3	1,0
Totalt:	148	100,0	141	100,0	289	100,0
Fysisk aktivitet						
<i>Angi bevegelse og kroppslig anstrengelse i din fritid.</i>						
Leser, ser på fjernsyn eller annen stillesittende beskjeftigelse	21	13,5	24	15,6	45	14,5
Spaserer, sykler eller beveger deg på annen måte minst 4 timer i uken	95	60,9	55	35,7	150	48,4
Driver mosjonsidrett, tyngre hagearbeid, snømåking e.l	35	22,4	67	43,5	102	32,9
Trener hardt eller driver konkurranseidrett regelmessig og flere ganger i uka	5	3,2	8	5,2	13	4,2
Totalt:	156	100,0	154	100,0	310	100,0
<i>Hvor ofte driver du mosjon?</i>						
Aldri	2	1,3	3	1,9	5	1,6
Sjeldnere enn en gang i uken	23	14,6	29	18,7	52	16,6
En gang i uken	28	17,7	31	20,0	59	18,8
2-3 ganger i uken	68	43,0	68	43,9	136	43,5
Omtrent hver dag	37	23,4	24	15,5	61	19,5
Totalt:	158	100,0	155	100,0	313	100,0
<i>Hvor hardt mosjonerer du da i gjennomsnitt?</i>						
Tar det rolig uten å bli andpusten eller svett	33	21,4	39	25,8	72	23,6
Tar det så hardt at jeg blir andpusten og svett	109	70,8	91	60,3	200	65,6
Tar meg nesten helt ut	12	7,8	21	13,9	33	10,8
Totalt:	154	100,0	151	100,0	305	100,0
<i>Hvor lenge holder du på hver gang i gjennomsnitt?</i>						
Mindre enn 15 minutter	2	1,3	3	2,1	5	1,7
15-29 minutter	8	5,2	11	7,5	19	6,3
30 minutter – 1 time	101	65,2	72	49,3	173	57,5
Mer enn 1 time	44	28,4	60	41,1	104	34,6
Totalt:	155	100,0	146	100,0	301	100,0
Alkohol og tobakk						
<i>Hvor ofte drikker du alkohol?</i>						
Aldri	7	4,4	8	5,2	15	4,8
Månedlig eller sjeldnere	39	24,7	35	22,6	74	23,6

2-4 ganger hver måned	82	51,9	78	50,3	160	51,1
2-3 ganger pr. uke	26	16,5	31	20,0	57	18,2
4 eller flere ganger pr. uke	4	2,5	3	1,9	7	2,2
Totalt:	158	100,0	155	100,0	313	100,0
<i>Hvor mange enheter alkohol tar du vanligvis når du drikker?</i>						
1-2	101	67,3	66	45,2	167	56,4
3-4	40	26,7	45	30,8	85	28,7
5-6	8	5,3	29	19,9	37	12,5
7-9	0	0	6	4,1	6	2,0
10 eller flere	1	0,7	0	0	1	0,3
Totalt:	150	100,0	146	100,0	296	100,0
<i>Har du røykt/røyker du daglig?</i>						
Ja, nå	26	16,7	25	16,1	51	16,4
Ja, tidligere	55	35,3	46	29,7	101	32,5
Aldri	75	48,1	84	54,2	159	51,1
Totalt:	156	100,0	155	100,0	311	100,0

Tabellen er fordelt på kjønn og det totale utvalget

Resultatet fra blodprøvetakingen som ble gjennomført under den kliniske undersøkelsen i Tromsø 6 viser at gjennomsnittlig HbA1c for hele utvalget var 5,37 % (SD 0,46). Det er liten forskjell i gjennomsnittsverdier mellom kjønn på henholdsvis 5,29% (SD 0,43) for kvinner og 5,45% (SD 0,48) for menn (Tabell 4). I spørreskjemaet fikk utvalget spørsmål om diabetes. Kun 4 personer fra et utvalg på 313 personer rapporterer om at de har/har hatt diabetes. Det er noen få som rapporterer om bruk av insulin eller diabetesmedisin (Tabell 5).

Tabell 4: Gjennomsnittlig HbA1c fordelt på kvinner, menn og hele utvalget

	N	Gj.snitt	SD	Min	Maks
Kvinner					
HbA1c (%)	156	5,29	0,43	4,60	9,40
Menn					
HbA1c (%)	154	5,45	0,48	3,30	9,10
Totalt					
HbA1c (%)	310	5,37	0,46	3,30	9,40

Verdiene er oppgitt som antall deltakere (N), gjennomsnitt, standardavvik (SD) og laveste og høyeste verdi (min- maks).

Tabell 5: Selvrapportert diabetes fra spørreskjema i Tromsø 6 (2007-08)

	Kvinner		Menn		Totalt	
	n	(%)	n	(%)	n	(%)
Har du, eller har du hatt diabetes?						
Nei	154	98,7	153	98,7	307	98,7
Ja	2	1,3	2	1,3	4	1,3
Totalt	156	100,0	155	100,0	311	100,0
Har du, eller har du hatt høy blodglukose?						
Nei	135	86,5	150	97,4	285	91,9
Ja	17	10,9	4	2,6	21	6,8
Vet ikke	4	2,6	0	0,0	4	1,3
Totalt	156	100,0	154	100,0	310	100,0
Bruker du, eller har du brukt insulin?						
Nå	1	0,6	1	0,7	2	0,6
Før	2	1,3	0	0,0	2	0,6
Aldri brukt	154	98,1	152	99,3	306	98,7
Totalt	157	100,0	153	100,0	310	100,0
Bruker du, eller har du brukt diabetesmedisin?						
Nå	0	0,0	1	0,6	1	0,3
Før	1	0,6	0	0,0	1	0,3
Aldri brukt	155	99,4	154	99,4	309	99,4
Totalt	156	100,0	155	100,0	311	100,0
Timer siden siste måltid						
< 1 time	10	6,4	3	1,9	13	4,2
1-1.59 timer	33	21,0	31	20,0	64	20,5
2-2.59 timer	45	28,7	40	25,8	85	27,2
3-3.59 timer	37	23,6	29	18,7	66	21,2
4-4.59 timer	17	10,8	19	12,3	36	11,5
5-5.59 timer	5	3,2	14	9,0	19	6,1
6-6.59 timer	4	2,5	6	3,9	10	3,2
7-7.59 timer	1	0,6	2	1,3	3	1,0
8-8.59 timer	1	0,6	0	0,0	1	0,3
9+ timer	4	2,5	11	7,1	15	4,8
Totalt	157	100,0	155	100,0	312	100,0

Tabellen er fordelt på kjønn og det totale utvalget

4.2 Fysisk aktivitet og diabetes type 2

Utvalgets fysiske aktivitetsnivå er presentert i Tabell 6, totalt og stratifisert på kjønn.

Akselerometermålt fysisk aktivitet angir moderat til høyt aktivitetsnivå (MVPA) og steg per dag, mens selvrapportert fysisk aktivitet angis ved hjelp av SGPALS.

Tabell 6: Fysisk aktivitetskategorier

MVPA	N (%)	Steg per dag	N (%)	Selvrapportert FA	N (%)
Kvinner		Kvinner		Kvinner	
0 - 30 min	30 (20,4)	0 - 7000	35 (26,7)	Nivå 1	21 (13,6)
30 - 60 min	71 (48,3)	7000 - 10 000	64 (47,4)	Nivå 2	93 (60,4)
> 60 min	46 (31,3)	> 10 000	34 (25,9)	Nivå 3	35 (22,7)
				Nivå 4	5 (3,2)
Totalt:	147 (100,0)	Totalt:	133 (100,0)	Totalt:	154 (100,0)
Menn		Menn		Menn	
0 - 30 min	33 (23,7)	0 - 7000	58 (45,0)	Nivå 1	24 (15,7)
30 - 60 min	54 (38,8)	7000 - 10 000	43 (33,3)	Nivå 2	54 (35,3)
> 60 min	52 (37,4)	> 10 000	28 (21,7)	Nivå 3	67 (43,8)
				Nivå 4	8 (5,2)
Totalt:	139 (100,0)	Totalt:	129 (100,0)	Totalt:	153 (100,0)
Hele utvalget		Hele utvalget		Hele utvalget	
0 - 30 min	63 (22,0)	0 - 7000	93 (35,4)	Nivå 1	45 (14,7)
30 - 60 min	125 (43,7)	7000 - 10 000	107 (40,8)	Nivå 2	147 (47,9)
> 60 min	98 (34,2)	> 10 000	62 (23,6)	Nivå 3	102 (33,2)
				Nivå 4	13 (4,2)
Totalt:	286 (100,0)	Totalt:	262 (100,0)	Totalt:	307 (100,0)

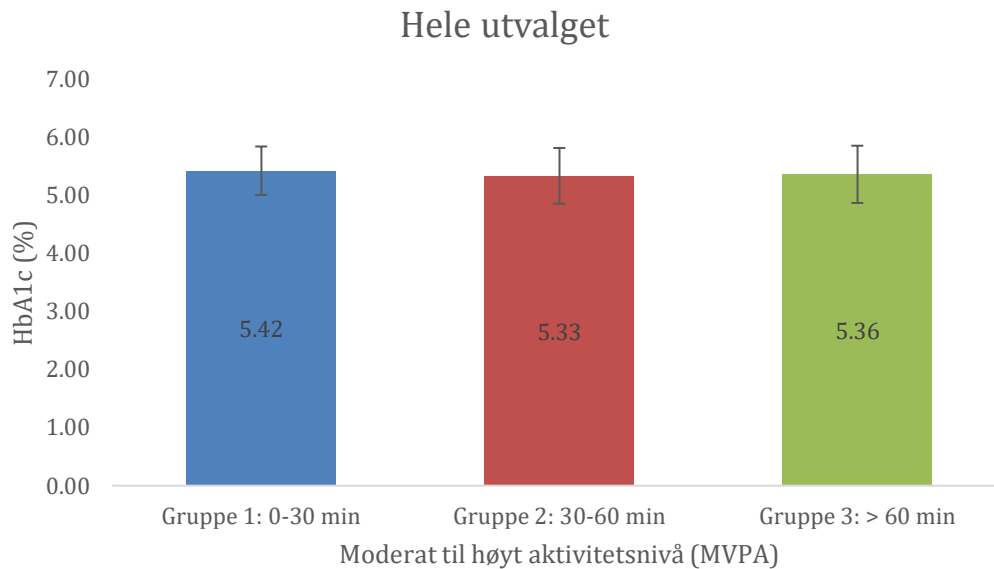
Verdiene er oppgitt i antall deltakere innenfor hver kategori (N) og prosentvis (%) antall deltakere. MVPA = moderat til høyt aktivitetsnivå.

Svaralternativer på selvrapportert fysisk aktivitet:

1. Leser, ser på fjernsyn eller annen stillesittende beskjeftigelse
2. Spaserer, sykler eller beveger deg på annen måte minst 4 timer i uken
3. Driver mosjonsidrett, tyngre hagearbeid, snømåking e.l
4. Trener hardt eller driver konkurranseidrett regelmessig og flere ganger i uka

Forskjeller i gjennomsnittlig HbA1c fordelt på kategorier av MVPA for hele utvalget vises i Figur 4. Det var ingen signifikante forskjeller i HbA1c mellom gruppene. Gruppe 1 hadde høyest gjennomsnittlig HbA1c med 5,42% ($\pm 0,42$). Gruppe 2 hadde lavest gjennomsnittlig HbA1c med 5,33% ($\pm 0,48$), mens gruppe 3 hadde gjennomsnittlig HbA1c med 5,36% ($\pm 0,49$). Stratifisert på kjønn var det heller ingen signifikante forskjeller mellom MVPA-gruppene.

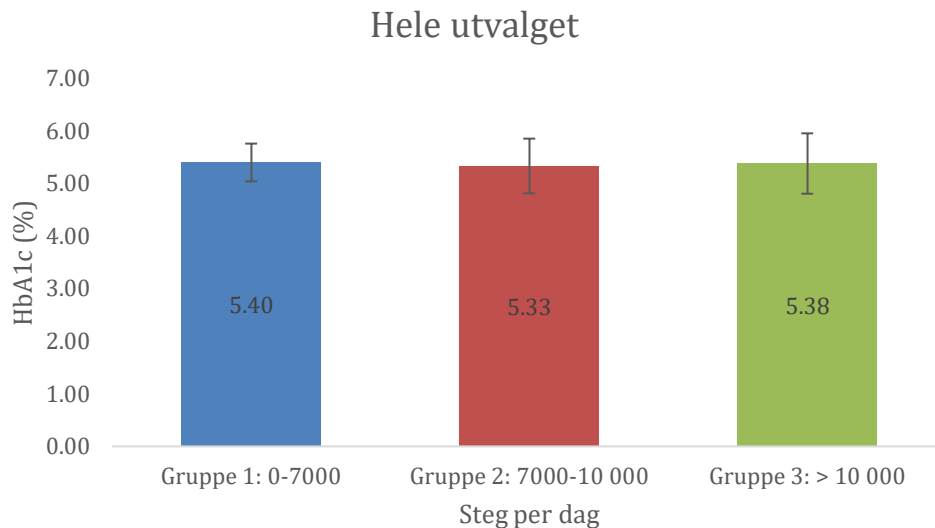
Gjennomsnittlig HbA1c for kvinner var i Gruppe 1= 5,29 % ($\pm 0,29$), Gruppe 2= 5,25 % ($\pm 0,28$) og Gruppe 3= 5,32% ($\pm 0,66$). Gjennomsnittlig HbA1c for menn var i Gruppe 1= 5,54% ($\pm 0,47$), Gruppe 2= 5,45% ($\pm 0,64$) og Gruppe 3= 5,40% ($\pm 0,28$).



Figur 4: Gjennomsnittlig HbA1c (%) for de ulike MVPA gruppene

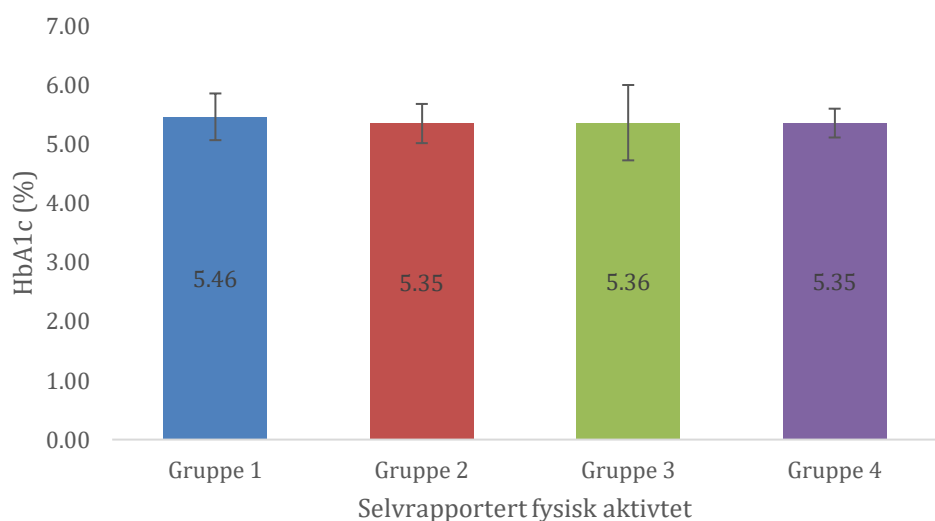
Forskjeller i gjennomsnittlig HbA1c for hele utvalget fordelt på antall steg per dag vises i Figur 5. Det var ingen signifikante forskjeller i HbA1c mellom gruppene. Gruppe 1 hadde høyest gjennomsnittlig HbA1c med 5,40% ($\pm 0,35$). Gruppe 2 hadde lavest gjennomsnittlig HbA1c med 5,33% ($\pm 0,52$), mens gruppe 3 hadde gjennomsnittlig HbA1c med 5,38% ($\pm 0,57$). Stratifisert på kjønn var det heller ingen signifikante forskjeller mellom gruppene.

Gjennomsnittlig HbA1c for kvinner var i Gruppe 1= 5,28 % ($\pm 0,28$), Gruppe 2= 5,23 % ($\pm 0,29$) og Gruppe 3= 5,38% ($\pm 0,74$). Gjennomsnittlig HbA1c for menn var i Gruppe 1= 5,47% ($\pm 0,38$), Gruppe 2= 5,48% ($\pm 0,71$) og Gruppe 3= 5,38% ($\pm 0,57$).



Figur 5: Gjennomsnittlig HbA1c (%) for de ulike steg per dag gruppene

Forskjeller i gjennomsnittlig HbA1c fordelt på grupper av selvrapportert fysisk aktivitets for hele utvalget vises i Figur 6. Det var ingen signifikante forskjeller i HbA1c mellom gruppene. Gruppe 1 hadde høyest gjennomsnittlig HbA1c med 5,46% ($\pm 0,39$). Gruppe 2 og gruppe 4 hadde samme gjennomsnittlig HbA1c med henholdsvis 5,35% ($\pm 0,33$) og 5,35% ($\pm 0,24$). Gruppe 3 hadde gjennomsnittlig HbA1c med 5,36% ($\pm 0,64$) Stratifisert på kjønn var det heller ingen signifikante forskjeller mellom gruppene. Gjennomsnittlig HbA1c for kvinner var i Gruppe 1= 5,35 % ($\pm 0,34$), Gruppe 2= 5,27 % ($\pm 0,27$), Gruppe 3= 5,28% ($\pm 0,75$) og Gruppe 4= 5,32% ($\pm 0,18$). Gjennomsnittlig HbA1c for menn var i Gruppe 1= 5,56% ($\pm 0,41$), Gruppe 2= 5,48% ($\pm 0,38$), Gruppe 3= 5,40% ($\pm 0,57$) og Gruppe 4= 5,38% ($\pm 0,29$).



Figur 6: Gjennomsnittlig HbA1c (%) for de ulike selvrapportert fysisk aktivitetsgruppene

Sammenhengen mellom de ulike fysiske aktivitetskategoriene og HbA1c vises i Tabell 7. Gruppe 3/gruppe 4 brukes som referansekategori. Det er ingen tydelig tendens til at fysisk aktivitetsnivå er assosiert med HbA1c, og det er ingen signifikante forskjeller i HbA1c mellom de ulike aktivitetskategoriene.

Tabell 7: Sammenheng mellom MVPA, steg per dag og selvrapportert fysisk aktivitet og HbA1c (ujustert)

	B	95% CI		p	R²
MVPA					
Kvinner					
0 - 30 min	-0,032	-0,237	0,174	0,762	0,001
30 - 60 min	-0,068	-0,233	0,096	0,412	0,005
> 60 min	0a				
Menn					
0 - 30 min	0,144	-0,073	0,362	0,192	0,013
30 - 60 min	0,048	-0,142	0,239	0,617	0,002
> 60 min	0a				
Totalt					
0 - 30 min	0,062	-0,089	0,213	0,419	0,002
30 - 60 min	-0,026	-0,152	0,100	0,685	0,001
> 60 min	0a				
Steg per dag					
Kvinner					
0 - 7000	-0,099	-0,314	0,115	0,360	0,006
7000 - 10 000	-0,148	-0,337	0,041	0,123	0,018
> 10 000	0a				
Menn					
0 - 7000	0,093	-0,139	0,325	0,429	0,005
7000 - 10 000	0,104	-0,141	0,348	0,403	0,006
> 10 000	0a				
Totalt					
0 - 7000	0,020	-0,137	0,177	0,800	<0,001
7000 - 10 000	-0,047	-0,200	0,106	0,546	0,001
> 10 000	0a				
Selvrapportert FA					
Kvinner					
Nivå 1	0,028	-0,399	0,454	0,898	<0,001
Nivå 2	-0,052	-0,446	0,341	0,793	<0,001
Nivå 3	-0,037	-0,447	0,373	0,858	<0,001
Nivå 4	0a				
Menn					
Nivå 1	0,183	-0,202	0,569	0,349	0,006
Nivå 2	0,106	-0,251	0,464	0,557	0,002

Nivå 3	0,026	-0,327	0,380	0,882	<0,001
Nivå 4	0a				
Totalt					
Nivå 1	0,106	-0,180	0,392	0,466	0,002
Nivå 2	-0,008	-0,271	0,255	0,955	<0,001
Nivå 3	0,007	-0,261	0,275	0,959	<0,001
Nivå 4	0a				

a = referansekategori, B = regresjonskoeffisienten, CI = konfidensintervall, p = signifikansnivået, R²= kvadrat av korrelasjonen

Sammenhengen mellom de ulike fysiske aktivitetskategoriene og HbA1c justert for potensielle konfunderende faktorer vises i Tabell 8. Modell 1 er justert for alder og kjønn, mens modell 2 er justert for alder, kjønn, utdanningsnivå, alkoholinntak, røyking, BMI og systolisk blodtrykk. Resultatene viser fortsatt ingen signifikante sammenhenger mellom fysisk aktivitet og HbA1c.

Resultatene viser en signifikant forskjell mellom kjønn i henholdsvis MVPA (p=0,002), steg per dag (p=0,005) og selvrapportert fysisk aktivitet (p=0,001).

Det ble imidlertid oppdaget en signifikant sammenheng mellom deltakere som røyker daglig og HbA1c (p=0,019) i modellen med selvrapportert fysisk aktivitet. Sammenhengen var signifikant kun for kvinner (p=0,048). Tendensen er at kvinner som røyker daglig har høyere HbA1c uavhengig av selvrapportert fysisk aktivitet.

Tabell 8: Sammenheng mellom MVPA, steg per dag og selvrapportert fysisk aktivitet og HbA1c (justert)

	Modell 1				Modell 2					
	B	95% CI	p	R ²	B	95% CI	p	R ²		
MVPA										
Kvinner										
0 - 30 min	-0,020	-0,230	0,189	0,849	<0,001	-0,065	-0,301	0,172	0,589	0,002
30 - 60 min	-0,063	-0,229	0,103	0,453	0,004	-0,097	-0,276	0,083	0,288	0,009
> 60 min	0a					0a				
Menn										
0 - 30 min	0,149	-0,069	0,367	0,180	0,013	0,145	-0,130	0,413	0,305	0,008
30 - 60 min	0,046	-0,145	0,236	0,636	0,002	0,034	-0,218	0,194	0,909	<0,001
> 60 min	0a					0a				
Totalt										

0 - 30 min	0,072	-0,078	0,222	0,344	0,003	0,046	-0,117	0,209	0,580	0,001
30 - 60 min	-0,006	-0,131	0,118	0,923	<0,001	-0,007	-0,139	0,125	0,916	<0,001
> 60 min	0a					0a				
Steg per dag										
Kvinner										
0 - 7000	-0,091	-0,324	0,141	0,440	0,005	-0,129	-0,380	0,122	0,310	0,009
7000 - 10 000	-0,143	-0,341	0,055	0,156	0,016	-0,207	-0,415	0,002	0,052	0,033
> 10 000	0a					0a				
Menn										
0 - 7000	0,097	-0,135	0,329	0,410	0,005	0,095	-0,176	0,366	0,490	0,004
7000 - 10 000	0,100	-0,145	0,345	0,421	0,005	0,086	-0,191	0,363	0,540	0,003
> 10 000	0a					0a				
Totalt										
0 - 7000	0,007	-0,153	0,167	0,930	<0,001	-0,021	-0,191	0,149	0,805	<0,001
7000 - 10 000	-0,030	-0,182	0,122	0,697	0,001	-0,083	-0,246	0,079	0,312	0,004
> 10 000	0a					0a				
Selvrapportert FA										
Kvinner										
Nivå 1	0,027	-0,400	0,454	0,901	<0,001	-0,147	-0,602	0,308	0,523	0,003
Nivå 2	-0,054	-0,448	0,340	0,788	<0,001	-0,109	-0,518	0,300	0,598	0,002
Nivå 3	-0,037	-0,447	0,374	0,860	<0,001	-0,041	-0,457	0,376	0,848	<0,001
Nivå 4	0a					0a				
Menn										
Nivå 1	0,181	-0,205	0,567	0,355	0,006	0,030	-0,378	0,439	0,884	<0,001
Nivå 2	0,117	-0,241	0,476	0,519	0,003	0,025	-0,343	0,392	0,894	<0,001
Nivå 3	0,033	-0,321	0,386	0,854	<0,001	-0,023	-0,383	0,336	0,898	<0,001
Nivå 4	0a					0a				
Totalt										
Nivå 1	0,120	-0,162	0,402	0,403	0,002	-0,018	-0,311	0,276	0,905	<0,001
Nivå 2	0,039	-0,221	0,299	0,767	<0,001	-0,034	-0,297	0,228	0,797	<0,001
Nivå 3	0,003	-0,261	0,266	0,983	<0,001	-0,033	-0,297	0,230	0,803	<0,001
Nivå 4	0a					0a				

a = referansekategori, B = regresjonskoeffisienten, CI = konfidensintervall, p = signifikansnivået, R²= kvadrat av korrelasjonen, Modell 1: Justert for alder og kjønn
 Modell 2: Modell 1 + justert for utdanning, alkohol, røyk, BMI og systolisk blodtrykk

Sensitivitetsanalysen er presentert i Tabell 9 (ujustert) og Tabell 10 (justert). Tabellene viser sammenhengen mellom selvrapportert fysisk aktivitet og HbA1c for hele Tromsø 6-utvalget (n=12,984). Nivå 4 (høyeste aktivitetsnivå) brukes som referansekategori. Resultatet viser at det er signifikante forskjeller mellom alle nivåer i den ujusterte modellen, bortsett fra nivå 3 hos kvinner. Etter justering for alder og kjønn i modell 1 er det fortsatt en signifikant forskjell mellom nivå 1 og nivå 4, og nivå 2 og nivå 4 hos menn, men ikke hos kvinner. Etter justering

for alder, kjønn, utdanningsnivå, alkohol- og røykinntak, BMI og systolisk blodtrykk (modell 2), forsvinner den signifikante sammenhengen bortsett fra mellom nivå 1 og nivå 4 hos menn.

Tabell 9: Sammenheng mellom selvrapportert fysisk aktivitet og HbA1c med hele utvalget fra Tromsø 6 (ujustert)

	N	B	95% CI		p	R ²
Kvinner						
Nivå 1	1221	0,323	0,163	0,483	<0,001	0,003
Nivå 2	4080	0,186	0,028	0,343	0,021	0,001
Nivå 3	776	0,054	-0,108	0,216	0,512	<0,001
Nivå 4	53	0a				
Menn						
Nivå 1	1179	0,412	0,290	0,535	<0,001	0,008
Nivå 2	2914	0,292	0,173	0,411	<0,001	0,004
Nivå 3	1371	0,184	0,062	0,306	0,003	0,002
Nivå 4	136	0a				
Totalt						
Nivå 1	2400	0,364	0,269	0,458	<0,001	0,005
Nivå 2	6994	0,226	0,133	0,318	<0,001	0,002
Nivå 3	2147	0,136	0,041	0,231	0,005	0,001
Nivå 4	189	0a				

N= antall deltakere, a = referansekategori, B = regresjonskoeffisienten, CI = konfidensintervall, p = signifikansnivået, R²= kvadrat av korrelasjonen

Tabell 10: Sammenheng mellom selvrapportert fysisk aktivitet og HbA1c med hele utvalget fra Tromsø 6 (justert)

	Modell 1				Modell 2					
	B	95% CI		p	R ²	B	95% CI		p	R ²
Kvinner										
Nivå 1	0,105	-0,044	0,255	0,166	<0,001	-0,041	-0,185	0,103	0,579	<0,001
Nivå 2	0,005	-0,142	0,152	0,943	<0,001	-0,074	-0,215	0,068	0,306	<0,001
Nivå 3	-0,047	-0,198	0,103	0,539	<0,001	-0,078	-0,223	0,067	0,291	<0,001
Nivå 4	0a					0a				
Menn										
Nivå 1	0,304	0,184	0,424	<0,001	0,004	0,171	0,052	0,290	0,005	0,001
Nivå 2	0,154	0,038	0,271	0,009	0,001	0,082	-0,032	0,197	0,159	<0,001
Nivå 3	0,092	-0,027	0,211	0,128	<0,001	0,049	-0,067	0,165	0,409	<0,001
Nivå 4	0a					0a				
Totalt										

Nivå 1	0,236	0,145	0,326	<0,001	0,002	0,104	0,015	0,193	0,022	<0,001
Nivå 2	0,109	0,021	0,198	0,015	0,001	0,042	-0,044	0,128	0,337	<0,001
Nivå 3	0,049	-0,041	0,140	0,286	<0,001	0,017	-0,071	0,105	0,709	<0,001
Nivå 4	0a					0a				

a = referansekategori, B = regresjonskoeffisienten, CI = konfidensintervall, p = signifikansnivået, R² = kvadrat av korrelasjonen, Modell 1: Justert for alder og kjønn
Modell 2: Modell 1 + justert for utdanning, alkohol, røyk, BMI og systolisk blodtrykk

4.3 Fysisk form og diabetes type 2

Utvalgets fysiske form er presentert i Tabell 11, totalt og stratifisert på kjønn.

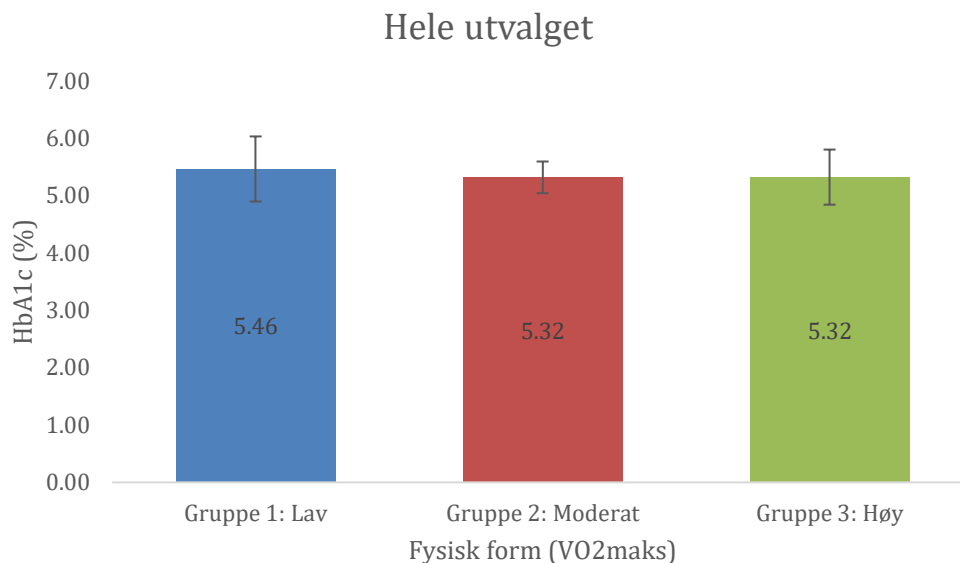
Tabell 11: VO_{2maks} fordelt inn etter lav-, moderat- og høy fysisk form

VO _{2maks} (ml/kg/min)	N	%
Kvinner		
<32.4	51	32,3
32.4 - 37.5	54	34,2
>37.5	53	33,5
Totalt:	158	100,0
Menn		
<39.6	51	32,9
39.6-46.5	52	33,5
>46.5	52	33,5
Totalt:	155	100,0
Hele utvalget		
Lav	102	32,6
Moderat	106	33,4
Høy	105	33,5
Totalt:	313	100,0

Verdiene er oppgitt i antall deltakere innenfor hver kategori (N) og prosentvis (%) antall deltakere. Verdiene på kategoriene for hele utvalget er kombinert med verdiene på kvinner og menn.

Forskjeller i gjennomsnittlig HbA1c mellom tertiler av fysisk form for hele utvalget vises i Figur 7. Det var ingen signifikante forskjeller i HbA1c mellom gruppene. Gruppe 1 hadde høyest gjennomsnittlig HbA1c med 5,46% ($\pm 0,57$). Gruppe 2 og gruppe 3 hadde samme gjennomsnittlig HbA1c med henholdsvis 5,32% ($\pm 0,28$) og 5,32% ($\pm 0,48$). Stratifisert på kjønn var det heller ingen signifikante forskjeller mellom gruppene. Gjennomsnittlig HbA1c

for kvinner var i Gruppe 1= 5,34 % ($\pm 0,33$), Gruppe 2= 5,24 % ($\pm 0,23$) og Gruppe 3= 5,28% ($\pm 0,62$). Gjennomsnittlig HbA1c for menn var i Gruppe 1= 5,59% ($\pm 0,71$), Gruppe 2= 5,40% ($\pm 0,30$) og Gruppe 3= 5,36% ($\pm 0,27$).



Figur 7: Gjennomsnittlig HbA1c (%) i de ulike fysisk form gruppene

Ujustert sammenheng mellom fysisk form og HbA1c vises i Tabell 12. Gruppe 3 brukes som referansekategori. Gruppen med lav VO₂maks hadde signifikant høyere HbA1c enn gruppen med høy VO₂maks. (B=0,142, 95% CI= 0,017-0,268, p=0,026). Stratifisert på kjønn viser resultatene at forskjellen kun var signifikant hos menn (B=0,225, 95% CI= 0,042 - 0,408, p=0,016). Hos kvinner var det ingen signifikante forskjeller mellom gruppene. Det var ingen signifikante forskjeller mellom gruppe 2 og gruppe 3. Derimot viser analysen at det var en signifikant forskjell mellom gruppe 1 og gruppe 2 (p=0,022), og at denne forskjellen kun var signifikant for menn (p=0,043), ikke for kvinner.

Tabell 12: Sammenhengen mellom fysisk form og HbA1c (ujustert)

	B	95% CI		p	R ²
Kvinner					
<32.4	0,057	-0,111	0,225	0,502	0,003
32.4 - 37.5	-0,038	-0,203	0,127	0,648	0,001
>37.5	0a				
Menn					
<39.6	0,225	0,042	0,408	0,016	0,038
39.6-46.5	0,035*	-0,148	0,218	0,709	0,001
>46.5	0a				

Totalt					
Lav	0,142	0,017	0,268	0,026	0,016
Moderat	-0,004**	-0,128	0,120	0,949	<0,001
Høy	0a				

*p=0,022 mellom gruppe 1 og 2, **p=0,043 mellom gruppe 1 og 2, a = referansekategori, B = regresjonskoeffisienten, CI = konfidensintervall, p=signifikansnivået, R²= kvadrat av korrelasjonen,

Justert sammenheng mellom fysisk form og HbA1c vises i Tabell 13. Modell 1 er justert for alder og kjønn, mens modell 2 er justert for alder, kjønn, utdanningsnivå, alkohol- og røykinntak, BMI og systolisk blodtrykk. Resultatene viser at det fortsatt er en signifikant forskjell mellom gruppe 1 og gruppe 3 for henholdsvis menn (p=0,020) og hele utvalget samlet (p=0,031) etter justering for kjønn og alder (modell 1). I tillegg var det en signifikant forskjell mellom gruppe 1 og gruppe 2 for menn (p=0,045) og hele utvalget samlet (p=0,024) i modell 1. Det er en tydelig signifikant sammenheng mellom kjønn og HbA1c (p=0,001), men ingen signifikante sammenhenger mellom fysisk form og HbA1c for kvinner i modell 1. Etter justering for potensielle konfunderende faktorer var det ikke lenger noen signifikant sammenheng mellom fysisk form og HbA1c (modell 2). Det ble her funnet en signifikant sammenheng mellom de som røyker daglig og HbA1c (p=0,025).

Tabell 13: Sammenhengen mellom fysisk form og HbA1c (justert)

	Modell 1				Modell 2					
	B	95% CI		p	R²	B	95% CI		p	R²
Kvinner										
<32.4	0,053	0,534	-0,115	0,534	0,003	-0,053	-0,268	0,163	0,629	0,002
32.4 - 37.5	-0,042	0,614	-0,208	0,614	0,002	-0,049	-0,229	0,132	0,593	0,002
>37.5	0a					0a				
Menn										
<39.6	0,219	0,035	0,403	0,020	0,036	0,142	-0,130	0,413	0,305	0,008
39.6-46.5	0,030	-0,153	0,214	0,744	0,001	-0,012	-0,218	0,194	0,909	<0,001
>46.5	0a					0a				
Totalt										
Lav	0,137	0,013	0,261	0,031	0,015	0,038	-0,125	0,200	0,646	0,001
Moderat	-0,006	-0,129	0,117	0,924	<0,001	-0,025	-0,156	0,105	0,703	0,001
Høy	0a					0a				

a = referansekategori, B = regresjonskoeffisienten, CI = konfidensintervall, p = signifikansnivået, R²= kvadrat av korrelasjonen, Modell 1: Justert for alder og kjønn
Modell 2: Modell 1 + justert for utdanning, alkohol, røyk, BMI og systolisk blodtrykk

5 Diskusjon

Hensikten med dette prosjektet var å undersøke sammenhengen mellom fysisk aktivitet, VO_{2maks} og diabetes type 2 blant friske voksne kvinner og menn i alderen 40-44 år som deltok i Tromsø 6 og Aktivitetsstudien i 2008.

Hovedfunnet i dette prosjektet var at det var en signifikant sammenheng mellom fysisk form og HbA1c etter justering for alder og kjønn. Mannlige deltakere med lav fysisk form hadde signifikant høyere HbA1c enn menn med høy fysisk form. Den signifikante sammenhengen forsvant ved justering for ytterligere konfunderende variabler og tyder på at den observerte sammenhengen først og fremst kan forklares av røyking, BMI og systolisk blodtrykk.

Resultatene viste ingen signifikante sammenhenger mellom fysiske aktivitet og HbA1c.

5.1 Fysisk form og diabetes type 2

Resultatet viste at menn med lav fysisk form har signifikant høyere gjennomsnittlig HbA1c enn menn med høy fysisk form. Menn med lav fysisk form hadde gjennomsnittlig HbA1c på 5,59% mens menn med høy fysisk form hadde gjennomsnittlig HbA1c på 5,36%. Begge gruppene ligger under diagnostisk kriterie for diabetes type 2 ($\geq 6,5\%$). Derfor tyder resultatene på at gruppen med lav fysisk form har noe høyere risiko for å utvikle diabetes type 2 sammenlignet med gruppen med høy fysisk form.

Flere studier har vist lignende resultater. Studien til Wei et al. (1999) viste at menn med lav fysisk form hadde 3,7 ganger større risiko for å utvikle diabetes sammenlignet med gruppen med høy fysisk form. Utvalget inkluderte kun menn med udiagnostisert diabetes og hadde et aldersspenn på 30 – 79 år med en gjennomsnittsalder på 43,5 år. Studien til Sawada, Lee, Muto, Matuszaki og Blair (2003) viste lignende resultater på 20-40 år japanske menn. En annen studie med et utvalg mer lik populasjonen i dette prosjektet undersøkte sammenheng mellom VO_{2maks} og forekomst av diabetes type 2 blant finske middelaldrende menn (42 – 60 år) (Lynch et al., 1996). De rapporterte at menn med lav fysisk form hadde fem ganger høyere risiko for å utvikle diabetes sammenlignet med menn med høy fysisk form etter justering for konfunderende faktorer. Disse studiene viser med andre ord en invers sammenheng mellom

fysisk form og forekomst av diabetes type 2. Styrken med disse studiene er at de har et longitudinell design som ser på utviklingen av diabetes over flere år, og som i større grad kan si noe om årsaks-virkningsforholdet sammenlignet med tverrsnittdesign (Ringdal, 2018). På bakgrunn av disse studiene kan det uansett argumenteres for at lignende forekomst av diabetes type 2 kan forekomme med utvalget i dette prosjektet.

Resultatet fra dette prosjektet viste ingen sammenheng mellom fysisk form og HbA1c blant kvinner. Det finnes et begrenset antall studier som inkluderer kvinner i undersøkelse av fysisk form og diabetes type 2. Sui et al. (2008) var en av de første som rapporterte om en invers sammenheng mellom fysisk form og diabetes type 2 blant kvinner. Med andre ord er tendens det samme mellom kjønn. Det er allikevel uvisst hvorfor resultatet fant ingen sammenheng hos kvinner i dette prosjektet. Det kan diskuteres om kroppssammensetning har en større påvirkning på resultatet for kvinner sammenlignet med menn på grunn av deres absolutte og relative høyere fettmasse (Kirchengast & Marosi, 2009). Eventuelt kan «cut offs» på VO_{2maks} tertiler være en feilkilde. Det er i tillegg viktig å påpeke at kjønnsforskjellene forsvinner etter justering for valgte kovariater.

Videre viser resultatene en signifikant forskjell mellom menn i gruppe 1 med lav fysisk form og menn i gruppe 2 med moderat fysisk form ($p=0,022$), mens det ikke var noen signifikant sammenheng mellom gruppe 2 og gruppe 3. Dette viser at en liten økning i aerob kapasitet fører til reduksjon i HbA1c hos de utrente. En studie rapporterte om at så lite som rundt 72 minutter gange i moderat intensitet i uken har en signifikant forbedring i VO_{2maks} sammenlignet med kontroll gruppe (Church, Earnest, Skinner & Blair, 2007). Utvalget var voksne overvektige kvinner som i utgangspunktet var i dårlig form, noe som ikke kjennetegner utvalget i dette prosjektet, og resultatene kan ikke uten videre overføres til våre deltakere. Allikevel antyder forskningen at det ikke er mye trening som skal til for å forbedre oksygenopptaket og samtidig gi helseeffekter. Denne kunnskapen kan gi personer i risikogrupper motivasjon til trening. Uansett er det et dose-respons-forhold mellom fysisk aktivitet og helse (Wen et al., 2011) og anbefalingene bør fortsatt være å trene mer i høyere intensitet for ytterligere helsefordeler.

R^2 uttrykker hvor stor andel av variasjonen i HbA1c som kan forklares av fysisk form. Totalt for hele utvalget kan fysisk form tilskrives kun 1,6% andel av variasjonen i HbA1c. Hos menn er tallet 3,8%. Prosenttallet er lavt, noe som indikerer at andre faktorer har en viktigere

rolle i variasjonene på HbA1c. Blant annet har fysisk form en genetisk komponent på 25 – 40% (Bouchard et al., 1999; Bouchard et al., 1998). Dette indikerer at genetisk disposisjon kan forklare en større prosentandel av variasjonen i HbA1c, hvor genetikk i tillegg kan ha en større beskyttende effekt mot sykdommer.

Det er gode grunner for å anbefale høy intensitets trening som forbedrer oksygenopptaket for personer med og uten diabetes. Den beskyttende effekten fysisk aktivitet og trening har på utvikling av diabetes type 2 kan forklares av forbedret glukosehomeostase (LaMonte, Blair & Church, 2005; Sui et al., 2008). Glukosehomeostase kan beskrives som kroppens evne til å opprettholde balanse/likevekt i blodsukkernivået. Mekanismene som forbedrer glukosehomeostasen er blant annet strukturelle endringer (økt fiberstørrelse, kapillær tetthet og blodgjennomstrømning) og biokjemiske endringer (økt insulin, enzymer relatert til glukosemetabolisme og/eller myoglobin) i skjelettmuskulaturen (LaMonte et al., 2005; Sui et al., 2008).

5.2 Fysisk aktivitet og diabetes type 2

Resultatene viste ingen signifikante sammenhenger mellom fysisk aktivitet og diabetes type 2. Selv om resultatet viser tendenser til høyere HbA1c for gruppen med lavt fysisk aktivitetsnivå, er dette ikke signifikant. Dette strider imot resultater fra tidligere forskning (Colberg et al., 2010; Liubaoerjijin et al., 2016; Umpierre et al., 2011). Likevel er det et flertall studier som rapporterer om at fysisk form (VO_{2maks}) er en sterkere prediktor for diabetes type 2 og metabolske sykdommer sammenlignet med fysisk aktivitetsnivå (Ekblom-Bak et al., 2010; Knaeps et al., 2016; Sassen et al., 2009). Blant annet observerte Katzmarzyk, Craig og Gauvin (2007) at fysisk form, men ikke fysisk aktivitet, var en signifikant prediktor for forekomst av diabetes type 2. I dette tilfelle argumenterer de for at målemetode for fysisk aktivitet (selvrapportert fysisk aktivitet) var en begrensning med studien. Ifølge Blair og Jackson (2001) er VO_{2maks} en sterkere prediktor for helseutfall enn fysisk aktivitetsnivå.

Utvalget i dette prosjektet fremstår som både frisk og relativt godt trent. Utvalget er i gjennomsnitt godt over 50 minutter fysisk aktivitet med moderat og høy intensitet hver dag. Dette er over gjennomsnittet i Norges befolkning. Tallene fra Helsedirektoratets undersøkelse fra 2015 viser at voksne personer i alderen 35-49 år er i gjennomsnitt 15 minutter fysisk

aktivitet med moderat og høy intensitet hver dag (Hansen et al., 2015, s. 42). Dette er godt under gjennomsnittet til utvalget i dette prosjektet. Derimot benyttet Helsedirektoratets undersøkelse 10-minutters bolker for å registrere aktivitet i MVPA, noe som ikke ble benyttet i Aktivitetsstudien. Dette gjør det vanskelig å sammenligne resultatene. Likevel viser resultatet fra Helsedirektoratets undersøkelse at samme aldersgruppe er i gjennomsnitt 36 minutter fysisk aktivitet med moderat intensitet hver dag uten 10-minutters bolker. Dette er fortsatt godt under gjennomsnittet i dette prosjektet. Med andre ord er dette tegn på at utvalget i dette prosjektet er over gjennomsnittlig fysisk aktive.

Utvalgets aktivitetsnivå kan være en forklaring på hvorfor analysen ikke viste noen signifikante sammenhenger mellom fysisk aktivitet og HbA1c. Det er kjent at fysisk aktivitet er gunstig for å regulere blodsukkeret, og kan ifølge Boulé et al. (2001) redusere HbA1c med opptil 0.66%. Siden utvalget i dette prosjektet er i utgangspunkt godt trent og har i gjennomsnitt lav HbA1c, kan de allerede ha oppnådd den potensielle reduksjonen i HbA1c. Med andre ord vil økning i fysisk aktivitetsnivå antakelig stabilisere blodsukkeret uten å forbedre det nevneverdig. I kontrast vil sannsynligvis inaktive personer ha større effekt på blodsukkeret med økt fysisk aktivitetsnivå sammenlignet med aktive personer. Dette kan være noe av forklaringen bak resultatet.

Selv om resultatene i dette prosjektet ikke viste noen sammenhenger mellom fysisk aktivitet og HbA1c er det viktig å argumentere for hvorfor fysisk aktivitet fortsatt er viktig. Det er en generell enighet i litteraturen at fysisk aktivitet er forbundet med redusert risiko for diabetes type 2 (Colberg et al., 2010; Smith et al., 2016; Umpierre et al., 2011) og andre dødelige sykdommer (Barengo et al., 2005; Boulé et al., 2001; Greer, Sui, Maslow, Greer & Blair, 2015; Nocon et al., 2008). Fysisk aktivitet har med andre ord mange gode helseeffekter og bør derfor inngå i forebyggende helsearbeid. Det er også viktig å påpeke at høy fysisk form er i stor grad et resultat av høyt aktivitetsnivå – at dette trolig henger mer sammen enn hva som kommer til uttrykk i dette prosjektet.

5.3 Metodediskusjon

5.3.1 Utvalget

Utvalget er relativt stort til å benytte direkte testing av fysisk form, og det er derfor sannsynlig at resultatet kan generaliseres til å gjelde for den norske befolkningen. Utvalget har et særpreg med sitt snevre aldersspenn, og generaliseringen bør likevel begrenses til å gjelde personer i alderen mellom 40 og 44 år. Sensitivitetsanalysen viser at det er få signifikante sammenhenger mellom utvalget i Aktivitetsstudien og hele Tromsø 6 i de justerte modellene. Dermed kan det sies at utvalget i Aktivitetsstudien er representativt for alle som deltok i Tromsøundersøkelsen.

Det er vanskelig å finne lignende studier med samme aldersspenn, noe som gjør det vanskelig å sammenligne resultatet på tvers av andre studier. I tillegg fremstår utvalget som friskt. Tidligere studier har oftest undersøkt sammenhenger mellom fysisk aktivitet og diabetes hos allerede diagnostiserte diabetikere. Sammenligningsgrunnlaget med andre studier blir dermed svekket på grunn av ulik helsetilstand.

Prosjektet tar utgangspunkt i et utvalg som fremstår som frisk. Gjennomsnittlig HbA1c for utvalget var 5,37%. Dette er godt under diagnostisk kriteriet for diabetes ($\geq 6,5\%$). Kun 5 personer rapporterer om tidligere helse- og sykdomsplager og kun 4 personer rapporterer om at de har/har hatt diabetes.

Kvinner har en gjennomsnittlig BMI verdi på 25.1 kg/m² og menn har gjennomsnittlig BMI verdi på 27.1. Begge kjønn havner utenfor fedme kategorien (>30 kg/m²), men regnes fortsatt som overvektig (Folkehelseinstituttet, 2004). Svakheten med kroppsmasseindeksen (BMI) er at den tar utgangspunkt i totalvekten, og skiller ikke mellom fettmasse og muskelmasse. Fettmasse som samles rundt de indre organene (bukfett) er forbundet med økt risiko for diabetes type 2 (de Mutsert et al., 2018). Derfor har plassering av fettmasse på kroppen en helsemessig konsekvens.

I dette prosjektet ble det benyttet hofte- og midjeomkretsmålinger som kan komplementere for BMI målingen. Forholdet mellom midje- og hofteomkrets (waist-to-hip ratio) brukes ofte

som et mål for å avdekke om personer har økt risiko for metabolske forstyrrelser. Ifølge Verdens Helseorganisasjon er en «waist-to-hip ratio» over 0,9 for menn og 0,85 for kvinner assosiert med økt helserisiko (WHO, 2011). Resultat fra dette prosjektet viser at utvalget ligger over de anbefalte grenseverdiene (0,92 for menn og 0,86 for kvinner). Dette indikerer at utvalget er i risikozonene for å utvikle diabetes type 2 og andre fedmerealte sykdommer.

Ifølge Helsedirektoratet (2016a) er blodtrykk >140/90 mmHg skadelig for personer med diabetes. Diabetikere med blodtrykk >140/90 mmHg bør bli behandlet med blodtrykkssenkende legemidler. Helsedirektoratet foreslår et behandlingsmål med blodtrykk <135/85 mmHg. Utvalget i dette prosjekt hadde i gjennomsnitt systolisk blodtrykk på 119,8 mmHg og diastolisk blodtrykk på 73,8 mmHg. Dette indikerer at utvalget har relativt normalt blodtrykk for voksne personer, og er ikke i risikozonen for å utvikle sykdommer forbundet med høyt blodtrykk.

Alt i alt har utvalget god helse, men det er tegn på at enkelte er i risikozonene for å utvikle diabetes type 2 eller andre fedmerelaterte sykdommer. Det er i denne fasen fysisk aktivitet kan bidra til å forebygge og/eller forskyve forverring av risikofaktorer som senere kan bidra til helseproblemer og sykdommer som blant annet diabetes type 2 (Colberg et al., 2010). Derfor er det like viktig at personer i risikogrupper holder seg i aktivitet som et forebyggende tiltak på samme måte som sykdomsgrupper holder seg i aktivitet som et behandlingsmål. Oppfølging og behandling av helseproblemer er en stor økonomisk påkjenning for samfunnet, og derfor vil forebyggende tiltak komme samfunnet til gode.

5.3.2 Markører for diabetes type 2

I dette prosjektet ble langtidsblodsukkeret (HbA1c) brukt som markør for diabetes type 2. Måling av serum glukose ble også gjennomført under den kliniske undersøkelsen i Tromsø 6, men ettersom serum glukose ble målt ikke-fastende ble serum glukose ekskludert som markør for diabetes i dette prosjektet. Energiinntak til deltakerne vil påvirke glukosenivået og data på «timer siden siste måltid» viser også at tid siden siste måltid varierer betydelig. Det ble utført en sensitivitetsanalyse i form av en regresjonsanalyse med serumglukose istedenfor HbA1c med justering for «timer siden siste måltid», men analysen gav samme resultater som HbA1c. Derfor ble det besluttet å utelukke serum glukose som uavhengig variabel i dette prosjektet.

En begrensning er at det finnes individuelle forskjeller med hensyn til hvilke analysemetoder for diabetes type 2 som gir utslag, slik som Helsedirektoratet (2016b) beskriver i sin Nasjonal faglig retningslinje-håndbok om diabetes. De tre diagnostiske kriteriene for diabetes type 2 kan dermed slå forskjellig ut hos samme person. En studie viser at HbA1c-kriteriet underrapporterer forekomsten av personer med udiagnostiserte diabetes og personer med høy risiko for diabetes sammenlignet med glukose-kriteriene (Cowie et al., 2010). I tillegg fanger ikke kriteriene opp de samme personene, og derfor vil noen individer ende opp som udiagnostisert dersom HbA1c-kriteriet benyttes og vice versa. Det kan dermed ikke utelukkes at noen deltakere i dette prosjektet kunne havnet nærmere referanseverdiene for diabetes type 2 ved bruk av en annen målemetode. Dersom alle tre diagnostiske kriteriene for diabetes type 2 ble benyttet kunne det avslørt flere individer med diabetes type 2.

En annen mulig begrensning med måling av HbA1c fra den kliniske undersøkelsen i Tromsø 6 er at det kun ble benyttet en enkel måling av HbA1c. Ifølge Helsedirektoratet (2016b) må HbA1c bekreftes gjennom en ny test for å sette diagnose dersom blodprøven overstiger referanseverdiene på 6,5%. Det ser tilsynelatende ut som at det kun utføres én måling av HbA1c i Tromsøundersøkelsene, noe som beskrives som en begrensning i artikkelen til Langholz et al. (2021). Uansett vil dette ikke ha så stor betydning i dette prosjektet, siden det er så få med diabetes og gjennomsnittsmålingene ligger godt under referanseverdiene 6,5%.

5.3.3 Maksimalt oksygenopptak (VO_{2maks})

En av styrkene med dette prosjektet er valg av objektivt målt oksygenopptakstest. Måling av VO_{2maks} regnes som den beste målemetoden for fysiske form (Stickland et al., 2012). Fordelen med at testen i Aktivitetsstudien ble utført på tredemølle er at deltakerne får brukt en bevegelsesform de er vant med. Ofte brukes ergometersykkel som et alternativ til tredemølle, men en VO_{2maks} test på ergometersykkel kan potensielt gi 10-12% lavere O_2 verdier sammenlignet med tilsvarende test på tredemølle (Miyamura & Honda, 1972). Valg av tredemølle som testinstrument er derfor en av styrkene i dette prosjektet.

Kriteriene for oppnådd VO_{2maks} var i dette prosjektet 1) platå og 2) $RER > 1.05$. Platå har lenge vært benyttet som hovedkriteriet for oppnådd VO_{2maks} . Kriteriet er svært omdiskutert fordi flere studier viser lav prosentandel av deltakere som oppnår kriteriet (Rivera-Brown & Frontera, 1998; Wood et al., 2010). Derfor har sekundære kriterier som respiratory exchange

ratio (RER) blitt benyttet for å bekrefte at VO_{2maks} er oppnådd. Valg av verdigrense på RER varierer i flere studier, alt fra $>1.00 - 1.15$ (Nemeth et al., 2009; Wood et al., 2010). Selv om Wood et al. (2010) rapporterte at en høy prosentandel oppnådde RER-kriteriet (89%) er det viktig å ikke sette for lave- eller for høye grenseverdier for å unngå skjevhet i datamaterialet. Derfor kan det argumenteres for at valget av $RER >1.05$ som kriterie for å nå VO_{2maks} i Aktivitetsstudien er et fornuftig valg. Når det er sagt viser en ny studie at sekundære kriterier har lav sensitivitet og spesifisitet til å bekrefte VO_{2maks} , og er dermed ikke valide testkriterier for oppnådd VO_{2maks} (Sansum et al., 2019).

Nyere studier viser at den beste metoden for å bekrefte VO_{2maks} er å gjennomføre en supramaksimal verifiseringstest i etterkant av den opprinnelige tredemølletesten (Bhammar et al., 2017; Sansum et al., 2019). Dette vil derimot vært vanskelig å gjennomføre i dette prosjektet, ettersom det ville vært ressurskrevende å gjennomføre en ekstra test på det store utvalget. Av den grunn, samt i tilfeller hvor det er usikkert om VO_{2maks} er nådd, kan VO_{2peak} være en bedre beskrivelse enn VO_{2maks} , selv om VO_{2peak} og VO_{2maks} brukes ofte synonymt i litteraturen (Green & Askew, 2018).

Gjennomsnittlig tid til utmattelse i dette prosjektet var på 5,37 min ($\pm 1,38$) for kvinner og 5,79 min ($\pm 1,35$) for menn. Dette er betydelig kortere tid enn i studien til Bhammar et al. (2017). Ettersom en VO_{2maks} -test bør ha en varighet på 4-5 minutter (Tønnessen et al., 2017), kan det argumenteres for at belastningen under tredemølletesten i dette prosjektet var tilstrekkelig slik at VO_{2maks} ble oppnådd. En helhetlig vurdering tilsier at VO_{2maks} -testen som er benyttet i dette prosjektet har høy validitet med hensyn til å uttrykke aerob kapasitet

En potensiell feilkilde i dette prosjektet er valg av VO_{2maks} tertiler, som gir likt antall deltakere i hver gruppe, men som kan gi noe vilkårlige grenseverdier som ikke gjenspeiler reelle kjønnsforskjeller. Dette kan være en forklaring på at det ikke var signifikante forskjeller mellom gruppene for kvinner. Sammenligner man grenseverdiene med studien til Shvartz og Reibold (1990) er det forskjeller. Deres grenseverdier for kvinner i aldersgruppen 40-44 år er som følger (målt i ml/kg/min): svært dårlig= <22 , dårlig= $22-25$, greit= $26-29$, gjennomsnitt= $30-33$, bra= $34-37$, veldig bra= $38-41$ og utmerket= >41 . I dette prosjektet hadde blant annet kvinner med lav fysisk form grenseverdi på $<32,4$ ml/kg/min. Denne tertilen ville vært definert som moderat fysisk form sett ut ifra tertilene til Shvartz og Reibold (1990), noe som kan indikere at grenseverdiene i dette prosjektet er satt høyt.

5.3.4 Akselerometer (ActiGraph)

Valg av objektiv målemetode for fysisk aktivitet er en av styrkene med dette prosjektet. Flere undersøkelser viser at akselerometer er en god og valid målemetode for fysisk aktivitet (Robusto & Trost, 2012; Sasaki et al., 2011). Siden akselerometer er det instrumentet som oftest brukes i epidemiologiske studier vil resultatet fra dette prosjektet kunne sammenlignes med flere andre studier.

Av de ulike akselerometer-typerne er ActiGraph den mest presise og valide på markedet (Plasqui & Westerterp, 2007). I dette prosjektet ble ActiGraph modellen GT1M fra 2004 brukt. Begrensningen med denne modellen er at den registrerer akselerasjon kun i det vertikale planet. Den nyeste modellen GT3X+ kan derimot registrere akselerasjonen i tre plan. GT3X+ ble utviklet i 2010, og var derfor ikke tilgjengelig i Tromsø 6 og i Aktivitetsstudien. Det er logisk å anta at et triaxialt akselerometer mer nøyaktig kan kvantifisere fysisk aktivitet sammenlignet med et uniaxialt akselerometer. Likevel viser studien til Kelly et al. (2013) at både GT1M og GT3X+ gir nøyaktige målinger på fysisk aktivitet når de valideres mot oksygenforbruket.

En annen begrensning med akselerometermåling er at visse aktiviteter kan bli under- og/eller overestimert. Ifølge Hansen et al. (2014) har GT1M modellen en tendens til å overestimere energiforbruket ved vanlig gange i nedoverbakke og det motsatte i oppoverbakke. I tillegg er akselerometeret dårlig på å registrere aktiviteter med lav akselerasjon fra hoften, som f.eks. sykling. Hansen et al. (2014) rapporterer om at GT1M modellen underestimerer sykling på ergometersykkel med ca. 73% sammenlignet med vanlig gange. Dette er begrensninger som er viktig å ta med i betraktning når det totale aktivitetsnivået til et utvalg skal vurderes.

Dersom noen personer benytter sykling som sitt foretrukket treningsform eller transportmiddel, vil deres totale aktivitetsnivå og energiforbruk bli underestimert. Dette kan potensielt sett medføre en skjevhet i datamaterialet.

Akselerometeret måler aktivitetsnivået ved å registrere antall tellinger i minuttet. For å skille mellom ulike intensiteter (stillesittende, lett-, moderat- og høyt intensitet) er det behov for ulike «cut-offs» I Aktivitetsstudien ble følgende «cut-offs» benyttet: stillesittende = 0 tellinger/min, lett intensitet = 1–2000 tellinger/min, moderat og høy intensitet (MVPA) = >2000 tellinger/min og høy intensitet >6000 tellinger/min (Emaus et al., 2010). Disse benyttes

derfor også i dette prosjektet. Disse «cut-offs» samsvarer ganske bra med en mye brukt «cut-offs»-skala fra Freedson, Melanson og Sirard (1998) som er ofte benyttet i tidligere studier med lignende utvalg, og har samtidig vist god validiteter (Freedson et al., 1998; Matthew, 2005). Dette muliggjør sammenligning med andre studier.

Dette prosjektet benyttet moderat til høyt aktivitetsnivå (MVPA) som én av tre variabler for fysisk aktivitet. MVPA inkluderer både moderat intensitet og høy intensitet. Dette er gunstig fordi datasett har ofte få deltakere med høyt aktivitetsnivå (utvalget i dette prosjektet var kun i snitt 2,6 min i høyt aktivitetsnivå hver dag) og langt flere som er i moderat aktivitet (utvalget i dette prosjektet var i snitt 50,8 minutter i moderat aktivitet). Ved å samle moderat og høyt aktivitetsnivå vil man få et større datasett som kan sammenlignes med blant annet stillesitting og lavt aktivitetsnivå. MVPA er en variabel som er ofte brukt i epidemiologiske studier. Derfor er det gunstig å benytte seg av samme variabel i dette prosjektet for å kunne sammenligne resultatet med andre studier. Dessuten er MVPA en fornuftig variabel å bruke i sammenheng med helseundersøkelser fordi den baserer seg på anbefalingene om fysisk aktivitet – det å være fysisk aktiv i 150 minutter med moderat intensitet eller 75 minutter med høy intensitet (Helsedirektoratet, 2019a).

5.3.5 Spørreskjema

Deltakerne besvarte spørsmål om fysisk aktivitet i spørreskjemaet fra Tromsø 6, hvor deltakerne ble spurt om å «angi bevegelse og kroppslig anstrengelse i din fritid». Svaralternativene var: 1) Leser, ser på fjernsyn eller annen stillesittende beskjeftigelse, 2) Spaserer, sykler eller beveger deg på annen måte minst 4 timer i uken, 3) Driver mosjonsidrett, tyngrer hagearbeid, snømåking e.l og 4) Trener hardt eller driver konkurranseidrett regelmessig og flere ganger i uka.

Dette måleinstrumentet for selvrapportert fysisk aktivitet har tatt utgangspunkt i «Saltin-Grimby physical activity level scal» (SGPALS). SGPALS er mye brukt i populasjonsstudier for å måle fysisk aktivitet. Det ble først utarbeidet i 1968 (Saltin & Grimby, 1968), og har siden den gang blitt modernisert for å kunne tilrettelegge for moderne aktiviteter. SGPALS har vist god validitet og reproduserbarhet (Grimby et al., 2015), og er en enkel og billig målemetode for fange opp individer med økt helserisiko (Rödger et al., 2012).

Studien til Emaus et al. (2010), med utgangspunkt i Aktivitetsstudien, sammenlignet selvrapportert fysisk aktivitet (SGPALS) med objektivt målt fysisk aktivitet (akselerometer) og VO_{2maks} . Resultatet fra studien viste en positiv korrelasjon mellom selvrapportert fysisk aktivitet og totalt aktivitetsnivå, moderat til høyt aktivitetsnivå (MVPA) og VO_{2maks} . Dette indikerer at deltakerne i Aktivitetsstudien ser ut til å kunne rangere aktivitetsnivået sitt i samsvar med deres objektivt målte fysiske aktivitet og deres VO_{2maks} . Dette gir god validitet til spørreskjema (SGPALS) som er brukt i Tromsø 6.

Kombinasjonen av objektivt målt fysisk aktivitet med selvrapportert fysisk aktivitet er gunstig for et mest valid resultat av utvalgets sanne fysiske aktivitetsnivå. Selv om spørreskjema gir et valid bilde på aktivitetsnivået, og kan si noe om for eksempel kontekst og type aktivitet, vil instrumenter som SGPALS ofte over- eller underestimere aktivitetsnivået sammenlignet med akselerometer (Emaus et al., 2010). Akselerometerdata gir mer objektive og mer nøyaktige målinger og kan i større grad gi valide data på intensitet i aktivitetene.

5.3.6 Styrker og svakheter

En styrke med denne studien er objektive målemetoder for fysisk aktivitet og fysisk form, samt langtidsblodsukker. Få studier inkluderer både objektivt målt fysisk aktivitet og objektivt målt fysisk form samt selvrapportert fysisk aktivitet. På grunn av de nevnte begrensningene ved selvrapportert fysisk aktivitet er akselerometermålt fysisk aktivitet den beste tilgjengelige metoden for aktivitetsmålinger, men med selvrapportert fysisk aktivitet som et godt supplement. Dermed tar prosjektet høyde for både subjektivt og objektivt målt fysisk aktivitet.

VO_{2maks} er som nevnt tidligere en sterkere prediktor for helseutfall enn fysisk aktivitet. Uansett komplementerer alle disse målemetodene hverandre godt, og gir et helhetlig bilde på aktivitetsnivået til utvalget. Når det er sagt så finnes det alltid feilkilder med slike målinger, som feilmargin på måleutstyr. Dette kan være ubetydelige feilmarginer, eller feilmarginer som er ødeleggende for resultatet. Som forsker er det derfor viktig å være bevisst på at disse feilmarginene eksisterer og i størst mulig grad tallfeste og ta hensyn til disse.

Aktivitetsstudien har noen begrensninger. Blant annet kan det ha forekommet en seleksjonbias på grunn av deltakernes egen vurdering av fysisk form, ettersom det er mer

sannsynlig at personer som er i god form har et større ønske om å delta i en slik studie sammenlignet med personer i dårlig form. Dersom antagelsen om seleksjonsbias stemmer vil det påvirke resultatet (Emaus et al., 2011).

En annen potensiell svakhet er tidsintervallet mellom målingene i Tromsø 6 og Aktivitetsstudien. Gjennomsnittlig tidsintervall mellom disse målingene var på 3,2 måneder (Emaus et al., 2011). Allikevel observerte Emaus et al. (2011) ingen endring i resultatene når tidsintervallet ble inkludert som en konfunderende variabel i modellene. Deres studie tok utgangspunkt i blodtrykksmålinger fra Tromsø 6. Siden dette prosjektet tar utgangspunkt i en annen måling (HbA1c) kan det ikke utelukkes at tidsintervallet allikevel kan ha påvirket resultatet. Det er derimot lite sannsynlig at HbA1c har endret seg i særlig grad på 3 måneder.

5.4 Videre forskning

Dette prosjektet benyttet et tverrsnittdesign med målinger fra 2007-08, som kun gir et øyeblikksbilde på helsestatusen til deltakerne. Longitudinelle undersøkelser med flere målepunkter vil kunne gi mer informasjon om årsakssammenheng og retning på sammenhenger. Dette vil være en aktuell problemstilling for videre forskning og kan realiseres ved å gjennomføre en ny aktivitetsstudie med de samme deltakerne i en fremtidig Tromsøundersøkelse. En ny aktivitetsstudie bør inkludere flere markører for diabetes type 2 (bl.a. fastende glukose) for mer nøyaktig måling av diabetes type 2.

Resultatet fra dette prosjektet viste en signifikant sammenheng mellom de som røyker daglig og HbA1c. Siden dette ikke var en del av prosjektets problemstilling, ble det ikke drøftet ytterligere. Derfor kan dette være et interessant tema å forske videre på for å se om det finnes ytterligere sammenhenger mellom røykestatus og diabetes type 2.

6 Konklusjon

Hensikten med dette prosjektet var å undersøke sammenhengen mellom fysisk aktivitetsnivå, fysisk form og diabetes type 2 blant friske personer i Tromsøs befolkning i alderen 40-44 år.

Hovedfunnene i dette prosjektet er at det ikke ble observert noen sammenhenger mellom fysisk aktivitet og HbA1c. Det ble imidlertid funnet en signifikant invers sammenheng mellom fysisk form og HbA1c etter justering for alder og kjønn. Mannlige deltakere med lav fysisk form hadde signifikant høyere HbA1c sammenlignet med menn med høy fysisk form. Dette indikerer at menn med lavt VO_{2maks} har større risiko for å utvikle diabetes type 2 sammenlignet med menn med høyt VO_{2maks} . Sammenhengene forsvant imidlertid etter justering for aktuelle konfunderende faktorer, noe som tyder på at andre faktorer enn fysisk aktivitet og fysisk form påvirker utviklingen av diabetes.

Selv om det er noen metodiske svakheter med dette prosjektet, gir resultatet grunnlag for å anbefale fysisk aktivitet og trening som gir økt VO_{2maks} . En liten økning i aerob kapasitet fører til reduksjon i HbA1c. Aerob kapasitet økes gjennom trening og fysisk aktivitet, og det er derfor grunn til å anbefale fysisk aktivitet for å forebygge og/eller forskyve forverring av risikofaktorer som senere kan bidra til helseproblemer og sykdommer som blant annet diabetes type 2.

Referanseliste

- Assah, F. K., Ekelund, U., Brage, S., Wright, A., Mbanya, J. C. & Wareham, N. J. (2011). Accuracy and validity of a combined heart rate and motion sensor for the measurement of free-living physical activity energy expenditure in adults in Cameroon. *Int J Epidemiol*, 40(1), 112-120. <https://doi.org/10.1093/ije/dyq098>
- Avons, P., Garthwaite, P., Davies, H. L., Murgatroyd, P. R. & James, W. P. (1988). Approaches to estimating physical activity in the community: calorimetric validation of actometers and heart rate monitoring. *Eur J Clin Nutr*, 42(3), 185-196.
- Bahr, R. (2009). *Aktivitetshåndboken: fysisk aktivitet i forebygging og behandling* (IS-1592). Oslo: Helsedirektoratet. Hentet fra <https://omsorgsforskning.brage.unit.no/omsorgsforskning-xmlui/bitstream/handle/11250/2493895/Aktivitetshandboken-IS-1592.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bahr, R. (2020, 14. mai). Fysisk aktivitet. Hentet fra https://sml.snl.no/fysisk_aktivitet
- Barengo, N. C., Hu, G., Kastarinen, M., Lakka, T. A., Pekkarinen, H., Nissinen, A. & Tuomilehto, J. (2005). Low physical activity as a predictor for antihypertensive drug treatment in 25-64-year-old populations in eastern and south-western Finland. *J Hypertens*, 23(2), 293-299. <https://doi.org/10.1097/00004872-200502000-00011>
- Barker, A. R., Williams, C. A., Jones, A. M. & Armstrong, N. (2011). Establishing maximal oxygen uptake in young people during a ramp cycle test to exhaustion. *British Journal of Sports Medicine*, 45(6), 498-503. <https://doi.org/10.1136/bjism.2009.063180>
- Bassett, D. R. & Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(1), 70. <https://doi.org/10.1097/00005768-200001000-00012>
- Bauman, A., Bull, F., Chey, T., Craig, C. L., Ainsworth, B. E., Sallis, J. F., . . . Pratt, M. (2009). The international prevalence study on physical activity: results from 20 countries. *International journal of behavioral nutrition and physical activity*, 6(1), 21. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-6-21>
- Bennett, W. L., Ouyang, P., Wu, A. W., Barone, B. B. & Stewart, K. J. (2008). Fatness and fitness: how do they influence health-related quality of life in type 2 diabetes mellitus? *Health Qual Life Outcomes*, 6, 110. <https://doi.org/10.1186/1477-7525-6-110>
- Bhammar, M. D., Stickford, L. J., Bernhardt, G. V. & Babb, G. T. (2017). Verification of Maximal Oxygen Uptake in Obese and Nonobese Children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 49(4), 702-710. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001170>
- Blair, S. N. & Jackson, A. S. (2001). Physical fitness and activity as separate heart disease risk factors: a meta-analysis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(5), 762-764. Hentet fra https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/2001/05000/Physical_fitness_and_activity_as_separate_heart.13.aspx
- Blair, S. N., Kohl, H. W., 3rd, Barlow, C. E., Paffenbarger, R. S., Jr., Gibbons, L. W. & Macera, C. A. (1995). Changes in physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy and unhealthy men. *Jama*, 273(14), 1093-1098. <https://doi.org/doi:10.1001/jama.1995.03520380029031>
- Bouchard, C., An, P., Rice, T., Skinner, J. S., Wilmore, J. H., Gagnon, J., . . . Rao, D. C. (1999). Familial aggregation of $\dot{V}O_2$ max response to exercise training: results from the HERITAGE Family Study. *Journal of Applied Physiology*, 87(3), 1003-1008. <https://doi.org/10.1152/jappl.1999.87.3.1003>
- Bouchard, C., Daw, E. W., Rice, T., Pérusse, L., Gagnon, J., Province, M. A., . . . Wilmore, J. H. (1998). Familial resemblance for $\dot{V}O_{2max}$ in the sedentary state: the HERITAGE family study. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30(2), 252-258. Hentet fra

https://journals.lww.com/acsm-mssse/Fulltext/1998/02000/Familial_resemblance_for_VO2maxin_the_sedentary.13.aspx

- Boulé, N. G., Haddad, E., Kenny, G. P., Wells, G. A. & Sigal, R. J. (2001). Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trials. *Jama*, 286(10), 1218-1227. <https://doi.org/10.1001/jama.286.10.1218>
- Brottveit, G. (2018). *Vitenskapsteori og kvalitative forskningsmetoder : om å arbeide forskningsrelatert*. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Brown, A. E. & Walker, M. (2016). Genetics of Insulin Resistance and the Metabolic Syndrome. *Curr Cardiol Rep*, 18(8), 75. <https://doi.org/10.1007/s11886-016-0755-4>
- Caspersen, C. J., Powell, K. E. & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public health rep*, 100(2), 126-131.
- CDC. (2020). *National Diabetes Statistics Report, 2020: Estimates of Diabetes and Its Burden in the United States*. Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention. Hentet fra <https://www.cdc.gov/diabetes/pdfs/data/statistics/national-diabetes-statistics-report.pdf>
- Chen, K. Y. & Basset, D. R. (2005). The Technology of Accelerometry-Based Activity Monitors: Current and Future. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(11), 490-500. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000185571.49104.82>
- Chen, M. E. & Hannon, T. S. (2020). Clinical Manifestations of Insulin Resistance in Youth. I P. S. Zeitler & K. J. Nadeau (Red.), *Insulin Resistance: Childhood Precursors of Adult Disease* (s. 3-17). Cham: Springer International Publishing. Hentet fra https://doi.org/10.1007/978-3-030-25057-7_1
- Church, T. S., Earnest, C. P., Skinner, J. S. & Blair, S. N. (2007). Effects of Different Doses of Physical Activity on Cardiorespiratory Fitness Among Sedentary, Overweight or Obese Postmenopausal Women With Elevated Blood Pressure A Randomized Controlled Trial. *JAMA*, 297(19), 2081-2091. <https://doi.org/10.1001/jama.297.19.2081>
- Colberg, S. R., Albright, A. L., Blissmer, B. J., Braun, B., Chasan-Taber, L., Fernhall, B., . . . Sigal, R. J. (2010). Exercise and type 2 diabetes: American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. Exercise and type 2 diabetes. *Med Sci Sports Exerc*, 42(12), 2282-2303. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181eeb61c>
- Cowie, C. C., Rust, K. F., Byrd-Holt, D. D., Gregg, E. W., Ford, E. S., Geiss, L. S., . . . Fradkin, J. E. (2010). Prevalence of Diabetes and High Risk for Diabetes Using A1C Criteria in the U.S. Population in 1988–2006. *Diabetes Care*, 33(3), 562-568. <https://doi.org/10.2337/dc09-1524>
- Dahlum, S. (2016, 15. juli). Operasjonalisering. Hentet fra <https://snl.no/operasjonalisering>
- de Mutsert, R., Gast, K., Widya, R., de Koning, E., Jazet, I., Lamb, H., . . . Rosendaal, F. (2018). Associations of abdominal subcutaneous and visceral fat with insulin resistance and secretion differ between men and women: the Netherlands epidemiology of obesity study. *Metabolic syndrome and related disorders*, 16(1), 54-63. <https://doi.org/10.1089/met.2017.0128>
- Diabetesforbundet. (2019, 05. november). Diabetes type 2. Hentet fra <https://www.diabetes.no/om-diabetes/diabetes-type-2/>
- Diabetesforbundet. (2020, 23. november). Diabetes type 2: Symptomer. Hentet fra <https://www.diabetes.no/diabetes-type-2/symptomer/>

- Diabetesforbundet. (2021a, 05. januar). Diabetes type 2: Komplikasjoner ved diabetes. Hentet fra <https://www.diabetes.no/felles/komplikasjoner/>
- Diabetesforbundet. (2021b, 10. januar). Diabetes type 2: Årsaker og risiko. Hentet fra <https://www.diabetes.no/diabetes-type-2/arsaker-og-risiko/>
- Donnelly, J. E., Jakicic, J., Roscoe, M., Jacobsen, D. J. & Israel, R. G. (1990). Criteria to verify attainment of maximal exercise tolerance test with obese females. *Diabetes research and clinical practice*, 10, 283-286. [https://doi.org/10.1016/0168-8227\(90\)90177-U](https://doi.org/10.1016/0168-8227(90)90177-U)
- Dyrstad, S. M., Anderssen, S. A., Edvardsen, E. & Hansen, B. H. (2016). Cardiorespiratory fitness in groups with different physical activity levels. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26(3), 291-298. <https://doi.org/10.1111/sms.12425>
- Eckel, R. H., Grundy, S. M. & Zimmet, P. Z. (2005). The metabolic syndrome. *The lancet*, 365(9468), 1415-1428. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)66378-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)66378-7)
- Edwards, M. K. & Loprinzi, P. D. (2018). High Amounts of Sitting, Low Cardiorespiratory Fitness, and Low Physical Activity Levels: 3 Key Ingredients in the Recipe for Influencing Metabolic Syndrome Prevalence. *American Journal of Health Promotion*, 32(3), 587-594. <https://doi.org/10.1177/0890117116684889>
- Ekblom-Bak, E., Hellénus, M.-L., Ekblom, Ö., Engström, L.-M. & Ekblom, B. (2010). Independent associations of physical activity and cardiovascular fitness with cardiovascular risk in adults. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*, 17(2), 175-180. <https://doi.org/10.1097/HJR.0b013e32833254f2>
- Emaus, A., Degerstrøm, J., Wilsgaard, T., Hansen, B. H., Dieli-Conwright, C. M., Furberg, A.-S., . . . Thune, I. (2010). Does a variation in self-reported physical activity reflect variation in objectively measured physical activity, resting heart rate, and physical fitness? Results from the Tromsø study. *Scandinavian Journal of Public Health*, 38(5), 105-118. <https://doi.org/10.1177/1403494810378919>
- Emaus, A., Wilsgaard, T., Furberg, A.-S. & Thune, I. (2011). Blood pressure, cardiorespiratory fitness and body mass: Results from the Tromsø Activity Study. *Norsk Epidemiologi*, 20(2). <https://doi.org/10.5324/nje.v20i2.1341>
- Folkehelseinstituttet. (2004, 01.03.2015). Kroppsmasseindeks (KMI) og helse. Hentet fra <https://www.fhi.no/fp/overvekt/kroppsmasseindeks-kmi-og-helse/>
- Ford, E. S., Kohl III, H. W., Mokdad, A. H. & Ajani, U. A. (2005). Sedentary Behavior, Physical Activity, and the Metabolic Syndrome among U.S. Adults. *Obesity Research*, 13(3), 608-614. <https://doi.org/10.1038/oby.2005.65>
- Francois, M. E. & Little, J. P. (2015). Effectiveness and safety of high-intensity interval training in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Spectrum*, 28(1), 39-44. <https://doi.org/10.2337/diaspect.28.1.39>
- Freedson, P. S., Melanson, E. & Sirard, J. (1998). Calibration of the Computer Science and Applications, Inc. accelerometer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30(5), 777-781. <https://doi.org/10.1097/00005768-199805000-00021>
- Gilje, N. & Grimen, H. (1993). *Samfunnsvitenskapenes forutsetninger : innføring i samfunnsvitenskapenes vitenskapsfilosofi*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Green, S. & Askew, C. (2018). $\dot{V}o_{2peak}$ is an acceptable estimate of cardiorespiratory fitness but not $\dot{V}o_{2max}$. *Journal of Applied Physiology*, 125(1), 229-232. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00850.2017>
- Greer, A. E., Sui, X., Maslow, A. L., Greer, B. K. & Blair, S. N. (2015). The Effects of Sedentary Behavior on Metabolic Syndrome Independent of Physical Activity and Cardiorespiratory Fitness. *Journal of Physical Activity and Health*, 12(1), 68-73. <https://doi.org/10.1123/jpah.2013-0186>

- Greer, A. E., Sui, X., Maslow, A. L., Greer, B. K., Blair, S. N. & Greer, A. E. (2015). The effects of sedentary behavior on metabolic syndrome independent of physical activity and cardiorespiratory fitness. *Journal of physical activity & health*, 12(1), 68-73. [10.1123/jpah.2013-0186](https://doi.org/10.1123/jpah.2013-0186)
- Grimby, G., Börjesson, M., Jonsdottir, I. H., Schnohr, P., Thelle, D. S. & Saltin, B. (2015). The "Saltin-Grimby Physical Activity Level Scale" and its application to health research. *Scand J Med Sci Sports*, 25(4), 119-125. <https://doi.org/10.1111/sms.12611>
- Hansen, B. H., Anderssen, S. A., Steene-Johannessen, J., Ekelund, U., Nilsen, A. K., Andersen, I. D., . . . Kolle, E. (2015). *Fysisk aktivitet og sedatid blant voksne og eldre i Norge - Nasjonal kartlegging 2014-2015* (IS-2367). Oslo: Helsedirektoratet. Hentet fra <https://www.helsedirektoratet.no/rapporter/fysisk-aktivitet-kartleggingsrapporter/Fysisk%20aktivitet%20og%20sedatid%20blant%20voksne%20og%20eldre%20i%20Norge.pdf> /attachment/inline/7d460cdf-051a-4ecd-99d6-7ff8ee07cf06:eff5c93b46b28a3b1a4d2b548fc53b9f51498748/Fysisk%20aktivitet%20og%20sedatid%20blant%20voksne%20og%20eldre%20i%20Norge.pdf
- Hansen, B. H., Børtnes, I., Hildebrand, M., Holme, I., Kolle, E. & Anderssen, S. A. (2014). Validity of the ActiGraph GT1M during walking and cycling. *Journal of Sports Sciences*, 32(6), 510-516. <https://doi.org/10.1080/02640414.2013.844347>
- Helsedirektoratet. (2016a). Blodtrykk – Intervensjonsgrense, behandlingsmål og valg av legemidler ved diabetes. Hentet fra <https://www.helsedirektoratet.no/retningslinjer/diabetes/legemidler-til-forebygging-av-makrovaskulaere-senkomplikasjoner-ved-diabetes/blodtrykk-intervensjonsgrense-behandlingsmal-og-valg-av-legemidler-ved-diabetes#null-referanser>
- Helsedirektoratet. (2016b, 15. april 2020). Nasjonal faglig retningslinje for diabetes. Hentet fra <https://www.helsedirektoratet.no/retningslinjer/diabetes>
- Helsedirektoratet. (2019a). Fysisk aktivitet for barn, unge, voksne, eldre og gravide. Hentet fra <https://www.helsedirektoratet.no/faglige-rad/fysisk-aktivitet-for-barn-unge-voksne-eldre-og-gravide>
- Helsedirektoratet. (2019b, 20. desember). Fysisk aktivitet ved diabetes type 2. Hentet fra <https://www.helsedirektoratet.no/retningslinjer/diabetes/levener-ved-diabetes-og-behandling-av-overvekt-og-fedme/fysisk-aktivitet-ved-diabetes-type-2#null-referanser>
- Hill, A. V., Long, C. N. H. & Lupton, H. (1924). Muscular Exercise, Lactic Acid, and the Supply and Utilisation of Oxygen. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Containing Papers of a Biological Character*, 96(679), 438-475. Hentet fra <http://www.jstor.org/stable/81203>
- Hutchinson, M. S., Figenschau, Y., Njølstad, I., Schirmer, H. & Jorde, R. (2011). Serum 25-hydroxyvitamin D levels are inversely associated with glycated haemoglobin (HbA1c). The Tromsø Study. *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*, 71(5), 399-406. <https://doi.org/10.3109/00365513.2011.575235>
- Hutchinson, M. S., Joakimsen, R. M., Njølstad, I., Schirmer, H., Figenschau, Y. & Jorde, R. (2012). Glycated hemoglobin in diagnosis of diabetes mellitus and pre-diabetes; validation by oral glucose tolerance test. The Tromsø OGTT Study. *Journal of endocrinological investigation*, 35(9), 835-840. <https://doi.org/10.3275/8191>
- Jelleyman, C., Yates, T., O'Donovan, G., Gray, L. J., King, J. A., Khunti, K. & Davies, M. J. (2015). The effects of high-intensity interval training on glucose regulation and insulin resistance: a meta-analysis. *Obesity Reviews*, 16(11), 942-961. <https://doi.org/10.1111/obr.12317>
- Jetté, M., Sidney, K. & Blümchen, G. (1990). Metabolic equivalents (METs) in exercise testing, exercise prescription, and evaluation of functional capacity. *Clinical cardiology*, 13(8), 555-565.

- Katzmarzyk, P. T., Craig, C. L. & Gauvin, L. (2007). Adiposity, physical fitness and incident diabetes: the physical activity longitudinal study. *Diabetologia*, 50(3), 538-544. <https://doi.org/10.1007/s00125-006-0554-3>
- Kelly, L. A., McMillan, D. G. E., Anderson, A., Fippinger, M., Fillerup, G. & Rider, J. (2013). Validity of actigraphs uniaxial and triaxial accelerometers for assessment of physical activity in adults in laboratory conditions. *BMC Medical Physics*, 13(1), 5. <https://doi.org/10.1186/1756-6649-13-5>
- Kirchengast, S. & Marosi, A. (2009). Gender differences in body composition, physical activity, eating behavior and body image among normal weight adolescents an evolutionary approach. *Collegium antropologicum*, 32(4), 1079-1086.
- Knaeps, S., Lefevre, J., Wijtzes, A., Charlier, R., Mertens, E. & Bourgois, J. (2016). Independent associations between sedentary time, moderate-to-vigorous physical activity, cardiorespiratory fitness and cardio-metabolic health : a cross-sectional study. *PLOS ONE*, 11(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160166>
- Lakka, T. A., Laaksonen, D. E., Lakka, H.-M., Männikkö, N., Niskanen, L. K., Rauramaa, R. & Salonen, J. T. (2003). Sedentary Lifestyle, Poor Cardiorespiratory Fitness, and the Metabolic Syndrome. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(8), 1279-1286. <https://doi.org/10.1249/01.Mss.0000079076.74931.9a>
- LaMonte, M. J., Blair, S. N. & Church, T. S. (2005). Physical activity and diabetes prevention. *Journal of Applied Physiology*, 99(3), 1205-1213. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00193.2005>
- Langholz, P. L., Wilsgaard, T., Njølstad, I., Jorde, R. & Hopstock, L. A. (2021). Trends in known and undiagnosed diabetes, HbA1c levels, cardiometabolic risk factors and diabetes treatment target achievement in repeated cross-sectional surveys: the population-based Tromsø Study 1994–2016. *BMJ Open*, 11(3), e041846. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-041846>
- Lee, P. H., Macfarlane, D. J., Lam, T. H. & Stewart, S. M. (2011). Validity of the International Physical Activity Questionnaire Short Form (IPAQ-SF): a systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 8, 115. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-8-115>
- Leite, S. A., Monk, A. M., Upham, P. A. & Bergenstal, R. M. (2009). Low cardiorespiratory fitness in people at risk for type 2 diabetes: early marker for insulin resistance. *Diabetol Metab Syndr*, 1(1), 8. <https://doi.org/10.1186/1758-5996-1-8>
- Liubaerjijin, Y., Terada, T., Fletcher, K. & Boulé, N. G. (2016). Effect of aerobic exercise intensity on glycemic control in type 2 diabetes: a meta-analysis of head-to-head randomized trials. *Acta Diabetologica*, 53(5), 769-781. <https://doi.org/10.1007/s00592-016-0870-0>
- Logan, G. R. M., Duncan, S., Harris, N. K., Hinckson, E. A. & Schofield, G. (2016). Adolescent physical activity levels: discrepancies with accelerometer data analysis. *Journal of Sports Sciences*, 34(21), 2047-2053. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1150599>
- Lyerly, G. W., Sui, X., Lavie, C. J., Church, T. S., Hand, G. A. & Blair, S. N. (2009). The association between cardiorespiratory fitness and risk of all-cause mortality among women with impaired fasting glucose or undiagnosed diabetes mellitus. *Mayo Clinic Proceedings*, 84(9), 780-786. <https://doi.org/10.4065/84.9.780>
- Lynch, J., Helmrich, S. P., Lakka, T. A., Kaplan, G. A., Cohen, R. D., Salonen, R. & Salonen, J. T. (1996). Moderately intense physical activities and high levels of cardiorespiratory fitness reduce the risk of non-insulin-dependent diabetes mellitus in middle-aged men. *Arch Intern Med*, 156(12), 1307-1314. <https://doi.org/10.1001/archinte.1996.00440110073010>

- Matthew, C. E. (2005). Calibration of Accelerometer Output for Adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(11), 512-522.
<https://doi.org/10.1249/01.mss.0000185659.11982.3d>
- McManus, A., Armstrong, N. & Williams, C. (1997). Effect of training on the aerobic power and anaerobic performance of prepubertal girls. *Acta Pædiatrica*, 86(5), 456-459.
<https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.1997.tb08912.x>
- Miyamura, M. & Honda, Y. (1972). Oxygen intake and cardiac output during maximal treadmill and bicycle exercise. *Journal of applied physiology*, 32(2), 185-188.
- Myers, J., Kokkinos, P. & Nyelin, E. (2019). Physical activity, cardiorespiratory fitness, and the metabolic syndrome. *Nutrients*, 11(7), 1652. <https://doi.org/10.3390/nu11071652>
- Myers, J., Prakash, M., Froelicher, V., Do, D., Partington, S. & Atwood, J. E. (2002). Exercise Capacity and Mortality among Men Referred for Exercise Testing. *New England Journal of Medicine*, 346(11), 793-801.
<https://doi.org/10.1056/NEJMoa011858>
- Nathan, D. M., Buse, J. B., Davidson, M. B., Ferrannini, E., Holman, R. R., Sherwin, R. & Zinman, B. (2009). Medical management of hyperglycemia in type 2 diabetes: a consensus algorithm for the initiation and adjustment of therapy: a consensus statement of the American Diabetes Association and the European Association for the Study of Diabetes. *Diabetes Care*, 32(1), 193-203. <https://doi.org/10.2337/dc08-9025>
- NCDRF, C. (2016). Worldwide trends in diabetes since 1980: a pooled analysis of 751 population-based studies with 4.4 million participants. *Lancet*, 387(10027), 1513-1530. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(16\)00618-8](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(16)00618-8)
- Nemeth, B. A., Carrel, A. L., Eickhoff, J., Clark, R. R., Peterson, S. E. & Allen, D. B. (2009). Submaximal Treadmill Test Predicts VO₂max in Overweight Children. *The Journal of Pediatrics*, 154(5), 677-681. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2008.11.032>
- NHI. (2019a, 17. desember). HbA1c, langtidsblodsukker. Hentet fra <https://nhi.no/sykdommer/hormoner-og-naring/diabetes-generelt/hba1c/>
- NHI. (2019b, 14. oktober). Metabolsk syndrom. Hentet fra <https://nhi.no/kosthold/overvektfedme/metabolsk-syndrom/>
- NHI. (2020). Diabetes type 2. Hentet 16. september fra <https://nhi.no/sykdommer/hormoner-og-naring/diabetes-type-2/type-2-diabetes-oversikt/>
- Nocon, M., Hiemann, T., Müller-Riemenschneider, F., Thalau, F., Roll, S. & Willich, S. N. (2008). Association of physical activity with all-cause and cardiovascular mortality: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*, 15(3), 239-246. <https://doi.org/10.1097/HJR.0b013e3282f55e09>
- Pan, B., Ge, L., Xun, Y.-q., Chen, Y.-j., Gao, C.-y., Han, X., . . . Tian, J.-h. (2018). Exercise training modalities in patients with type 2 diabetes mellitus: a systematic review and network meta-analysis. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 15(1), 72. <https://doi.org/10.1186/s12966-018-0703-3>
- Pan, X.-R., Li, G.-W., Hu, Y.-H., Wang, J.-X., Yang, W.-Y., An, Z.-X., . . . Howard, B. V. (1997). Effects of Diet and Exercise in Preventing NIDDM in People With Impaired Glucose Tolerance: The Da Qing IGT and Diabetes Study. *Diabetes Care*, 20(4), 537-544. <https://doi.org/10.2337/diacare.20.4.537>
- Plasqui, G. & Westerterp, K. R. (2007). Physical activity assessment with accelerometers: an evaluation against doubly labeled water. *Obesity*, 15(10), 2371-2379.
<https://doi.org/10.1038/oby.2007.281>
- Redmon, J. B., Bertoni, A. G., Connelly, S., Feeney, P. A., Glasser, S. P., Glick, H., . . . Montgomery, B. (2010). Effect of the look AHEAD study intervention on medication use and related cost to treat cardiovascular disease risk factors in individuals with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 33(6), 1153-1158. <https://doi.org/10.2337/dc09-2090>

- Ried-Larsen, M. & Anderssen, S. A. (2018). **Fysisk aktivitet og diabetes type 2**. I S. A. Anderssen (Red.), *Fysisk aktivitet og helse: fra begrepsforståelse til implementering av kunnskap* (s. 168-186). Oslo: Cappelen Damm akademisk.
- Ringdal, K. (2018). *Enhet og mangfold: Samfunnsvitenskapelig forskning og kvantitativ metode* (4 utg.). Bergen: Fagbokforlaget.
- Rivera-Brown, A. M. & Frontera, W. R. (1998). Achievement of Plateau and Reliability of $\dot{V}O_2\text{max}$ in Trained Adolescents Tested with Different Ergometers. *10(2)*, 164-175. <https://doi.org/10.1123/pes.10.2.164>
- Rivera-Brown, A. M., Rivera, M. A. & Frontera, W. R. (1992). Applicability of Criteria for $\dot{V}O_2\text{max}$ in Active Adolescents. *4(4)*, 331-339. <https://doi.org/10.1123/pes.4.4.331>
- Robusto, K. M. & Trost, S. G. (2012). Comparison of three generations of ActiGraph™ activity monitors in children and adolescents. *Journal of sports sciences*, *30(13)*, 1429-1435. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.710761>
- Rognmo, Ø., Moholdt, T., Bakken, H., Hole, T., Mølsted, P., Myhr, N. E., . . . Wisløff, U. (2012). Cardiovascular risk of high- versus moderate-intensity aerobic exercise in coronary heart disease patients. *Circulation*, *126(12)*, 1436-1440. <https://doi.org/10.1161/circulationaha.112.123117>
- Ruiz, P. L. D., Stene, L. C., Bakken, I. J., Håberg, S. E., Birkeland, K. I. & Gulseth, H. L. (2018). Decreasing incidence of pharmacologically and non-pharmacologically treated type 2 diabetes in Norway: a nationwide study. *Diabetologia*, *61(11)*, 2310-2318. <https://doi.org/10.1007/s00125-018-4681-4>
- Rödger, L., Jonsdottir, I. H., Rosengren, A., Björck, L., Grimby, G., Thelle, D. S., . . . Börjesson, M. (2012). Self-reported leisure time physical activity: a useful assessment tool in everyday health care. *BMC Public Health*, *12*, 693. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-12-693>
- Sallis, J. F. & Saelens, B. E. (2000). Assessment of physical activity by self-report: status, limitations, and future directions. *Research quarterly for exercise and sport*, *71(sup2)*, 1-14. <https://doi.org/10.1080/02701367.2000.11082780>
- Saltin, B. & Grimby, G. (1968). Physiological analysis of middle-aged and old former athletes. Comparison with still active athletes of the same ages. *Circulation*, *38(6)*, 1104-1115. <https://doi.org/10.1161/01.cir.38.6.1104>
- Sansum, K. M., Weston, M. E., Bond, B., Cockcroft, E. J., O'Connor, A., Tomlinson, O. W., . . . Sansum, K. M. (2019). Validity of the Supramaximal Test to Verify Maximal Oxygen Uptake in Children and Adolescents. *Pediatric exercise science*, *31(2)*, 213-222. <https://doi.org/10.1123/pes.2018-0129>
- Sasaki, J. E., John, D. & Freedson, P. S. (2011). Validation and comparison of ActiGraph activity monitors. *J Sci Med Sport*, *14(5)*, 411-416. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2011.04.003>
- Sassen, B., Cornelissen, V. A., Kiers, H., Wittink, H., Kok, G. & Vanhees, L. (2009). Physical fitness matters more than physical activity in controlling cardiovascular disease risk factors. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*, *16(6)*, 677-683. <https://doi.org/10.1097/HJR.0b013e3283312e94>
- Sawada, S. S., Lee, I. M., Muto, T., Matuszaki, K. & Blair, S. N. (2003). Cardiorespiratory Fitness and the Incidence of Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*, *26(10)*, 2918-2922. <https://doi.org/10.2337/diacare.26.10.2918>
- Schwingshackl, L., Missbach, B., Dias, S., König, J. & Hoffmann, G. (2014). Impact of different training modalities on glycaemic control and blood lipids in patients with type 2 diabetes: a systematic review and network meta-analysis. *Diabetologia*, *57(9)*, 1789-1797. <https://doi.org/10.1007/s00125-014-3303-z>

- Sheard, N. F. (2003). Moderate changes in weight and physical activity can prevent or delay the development of type 2 diabetes mellitus in susceptible individuals. *Nutr Rev*, 61(2), 76-79. <https://doi.org/10.1301/nr.2003.febr.76-79>
- Shvartz, E. & Reibold, R. C. (1990). Aerobic fitness norms for males and females aged 6 to 75 years: a review. *Aviation, space, and environmental medicine*, 61(1), 3-11. Hentet fra <http://europepmc.org/abstract/MED/2405832>
- Smith, A. D., Crippa, A., Woodcock, J. & Brage, S. (2016). Physical activity and incident type 2 diabetes mellitus: a systematic review and dose–response meta-analysis of prospective cohort studies. *Diabetologia*, 59(12), 2527-2545. <https://doi.org/10.1007/s00125-016-4079-0>
- Sohlberg, P. & Sohlberg, B.-M. (2013). *Kunskapens former: vetenskapsteori och forskningsmetod*. Stockholm: Liber.
- Steene-Johannessen, J., Grydeland, M. & Hansen, B. H. (2018). Måling av fysisk aktivitet og fysisk form. I S. A. Anderssen (Red.), *Fysisk aktivitet og helse: fra begrepsforståelse til implementering av kunnskap* (s. 62-86). Oslo: Cappelen Damm akademisk.
- Stene, L. C., Midthjell, K., Jenum, A. K., Skeie, S., Birkeland, K. I., Lund, E., . . . Schirmer, H. (2004). Prevalence of diabetes mellitus in Norway. *Tidsskr Nor Lægeforen*, 124(11), 1511-1514.
- Stickland, M. K., Butcher, S. J., Marciniuk, D. D. & Bhutani, M. (2012). Assessing Exercise Limitation Using Cardiopulmonary Exercise Testing. *Pulmonary Medicine*, 2012. <https://doi.org/10.1155/2012/824091>
- Strath, S. J., Kaminsky, L. A., Ainsworth, B. E., Ekelund, U., Freedson, P. S., Gary, R. A., . . . Swartz, A. M. (2013). Guide to the assessment of physical activity: clinical and research applications: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 128(20), 2259-2279. <https://doi.org/10.1161/01.cir.0000435708.67487.da>
- Strom, C. J., Pettitt, R. W., Krynski, L. M., Jamnick, N. A., Hein, C. J. & Pettitt, C. D. (2018). Validity of a customized submaximal treadmill protocol for determining VO₂max. *European journal of applied physiology*, 118(9), 1781-1787. <https://doi.org/10.1007/s00421-018-3908-x>
- Støa, E. M., Meling, S., Nyhus, L.-K., Strømstad, G., Mangerud, K. M., Helgerud, J., . . . Støren, Ø. (2017). High-intensity aerobic interval training improves aerobic fitness and HbA_{1c} among persons diagnosed with type 2 diabetes. *European journal of applied physiology*, 117(3), 455-467. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3540-1>
- Sui, X., Hooker, S. P., Lee, I.-M., Church, T. S., Colabianchi, N., Lee, C.-D. & Blair, S. N. (2008). A prospective study of cardiorespiratory fitness and risk of type 2 diabetes in women. *Diabetes care*, 31(3), 550-555. <https://doi.org/10.2337/dc07-1870>
- Tadic, M., Grassi, G. & Cuspidi, C. (2020). Cardiorespiratory fitness in patients with type 2 diabetes: A missing piece of the puzzle. *Heart Failure Reviews*. <https://doi.org/10.1007/s10741-020-10015-3>
- Thagaard, T. (2018). *Systematikk og innlevelse: En innføring i kvalitative metoder* (5 utg.). Bergen: Fagbokforlaget.
- Thomas, D., Elliott, E. J. & Naughton, G. A. (2006). Exercise for type 2 diabetes mellitus. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (3). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD002968.pub2>
- Tønnessen, E., Hem, E., Svendsen, I., Larsen, E. V., Skaugen, M. & Solbakken, E. (2017). Utholdenhetstester ved Olympiatoppen: Protokoller, måleinstrumenter, kalibreringsrutiner og sertifisering. Hentet fra https://www.olympiatoppen.no/fagstoff/testing/testing_av_utholdenhet/media53703.media

- UKPDS. (1998). Effect of intensive blood-glucose control with metformin on complications in overweight patients with type 2 diabetes. *The Lancet*, 352(9131), 854-865.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(98\)07037-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(98)07037-8)
- Umpierre, D., Ribeiro, P. A. B., Kramer, C. K., Leitão, C. B., Zucatti, A. T. N., Azevedo, M. J., . . . Schaan, B. D. (2011). Physical Activity Advice Only or Structured Exercise Training and Association With HbA1c Levels in Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA*, 305(17), 1790-1799.
<https://doi.org/10.1001/jama.2011.576>
- Velde, J., Schaper, N., Stehouwer, C., Kallen, C., Sep, S., Schram, M., . . . Koster, A. (2018). Which is more important for cardiometabolic health: sedentary time, higher intensity physical activity or cardiorespiratory fitness? The Maastricht Study. *Clinical, Translational and Experimental Diabetes and Metabolism*, 61(12), 2561-2569.
<https://doi.org/10.1007/s00125-018-4719-7>
- Warburton, D. E. R., Charlesworth, S., Ivey, A., Nettlefold, L. & Bredin, S. S. D. (2010). A systematic review of the evidence for Canada's Physical Activity Guidelines for Adults. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 7(1), 39.
<https://doi.org/10.1186/1479-5868-7-39>
- Wei, M., Gibbons, L. W., Mitchell, T. L., Kampert, J. B., Lee, C. D. & Blair, S. N. (1999). The association between cardiorespiratory fitness and impaired fasting glucose and type 2 diabetes mellitus in men. *Annals of internal medicine*, 130(2), 89-96.
<https://doi.org/10.7326/0003-4819-130-2-199901190-00002>
- Welk, G., Morrow Jr, J. & Saint-Maurice, P. (2017). *Measures registry user guide: Individual physical activity*. Washington (DC): National Collaborative on Childhood Obesity Research (NCCOR). Hentet fra
http://www.nccor.org/downloads/NCCOR_MR_User_Guide_Individual_PA-v7.pdf
- Wen, C. P., Wai, J. P. M., Tsai, M. K., Yang, Y. C., Cheng, T. Y. D., Lee, M.-C., . . . Wu, X. (2011). Minimum amount of physical activity for reduced mortality and extended life expectancy: a prospective cohort study. *The lancet*, 378(9798), 1244-1253.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)60749-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)60749-6)
- Westerterp, K. R. (2009). Assessment of physical activity: a critical appraisal. *European Journal of Applied Physiology*, 105(6), 823-828. <https://doi.org/10.1007/s00421-009-1000-2>
- Weston, K. S., Wisløff, U. & Coombes, J. S. (2014). High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. *British journal of sports medicine*, 48(16), 1227-1234.
<http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2013-092576>
- WHO. (2011). *Waist circumference and waist–hip ratio: report of a WHO expert consultation*. Hentet fra <https://www.who.int/publications/i/item/9789241501491>
- WHO. (2018, 24. mai). The top 10 causes of death. Hentet fra <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>
- WHO. (2020a, 8. juni). Diabetes. Hentet fra https://www.who.int/health-topics/diabetes#tab=tab_1
- WHO. (2020b, 1. april). Obesity and overweight. Hentet fra <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Wood, E. R., Hills, P. A., Hunter, R. G., King, A. N. & Byrne, M. N. (2010). V'O2max in Overweight and Obese Adults: Do They Meet the Threshold Criteria? *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(3), 470-477.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181b666ad>
- Yki - Järvinen, H. (1998). Toxicity of hyperglycaemia in type 2 diabetes. *Diabetes/metabolism reviews*, 14(1), 45-50.

Vedlegg

Vedlegg 1: Vedtak fra NSD

Vedlegg 2: Vedtak fra REK

Vedlegg 3: Vedtak fra DPU

Vedlegg 1: NSD

Meldeskjema for behandling av personopplysninger

06.05.2021, 13:00



NSD sin vurdering

Prosjekttittel

Fysisk aktivitet, maksimalt oksygenopptak og diabetes. Aktivitetsstudien – en del av Tromsøundersøkelsen

Referansenummer

788609

Registrert

02.11.2020 av Einar Jøraholmen Hoel - eho070@post.uit.no

Behandlingsansvarlig institusjon

UiT Norges Arktiske Universitet / Det helsevitenskapelige fakultet / Idrettshøgskolen

Prosjektansvarlig (vitenskapelig ansatt/veileder eller stipendiat)

Bente, bente.morseth@uit.no, tlf: 77660769

Type prosjekt

Studentprosjekt, masterstudium

Kontaktinformasjon, student

Einar Jøraholmen Hoel, einar.j.hoel@gmail.com, tlf: 95035766

Prosjektperiode

01.09.2020 - 31.12.2023

Status

19.03.2021 - Vurdert

Vurdering (1)

19.03.2021 - Vurdert

BAKGRUNN

Prosjektet er vurdert og godkjent av REK etter helseforskningsloven (hfl.) § 10 (REK sin ref: 206224).

Det er NSD sin vurdering at behandlingen også vil være i samsvar med personvernlovgivningen så fremt den gjennomføres i tråd med det som er dokumentert i meldeskjemaet den 19.03.2021 med vedlegg, samt i meldingsdialogen mellom innmelder og NSD. Behandlingen kan starte.

MELD VESENTLIGE ENDRINGER

Dersom det skjer vesentlige endringer i behandlingen av personopplysninger, kan det være nødvendig å melde dette til NSD ved å oppdatere meldeskjemaet. Før du melder inn en endring, oppfordrer vi deg til å lese om hvilke type endringer det er nødvendig å melde: <https://www.nsd.no/personverntjenester/fylle-ut-meldeskjema-for-personopplysninger/melde-endringer-i-meldeskjema>

Du må vente på svar fra NSD før endringen gjennomføres.

TYPE OPPLYSNINGER OG VARIGHET

Prosjektet vil behandle særlige kategorier av personopplysninger om helse og alminnelige kategorier av personopplysninger frem til 31.12.2023.

LOVLIG GRUNNLAG

Det er innhentet samtykke fra utvalget i forbindelse med deltakelse i Tromsøundersøkelsen. Samtykket gjelder deltakelse i Tromsøundersøkelsen, samt at opplysningene kan benyttes i nye forskningsprosjekt til formål som er i tråd med formålene i Tromsøundersøkelsen, forutsatt at det er i samsvar med gjeldende lover og forskrifter.

REK har gjort en forskningsetisk vurdering av prosjektet, og finner at samtykkene er dekkende for gjenbruk i det omsøkte prosjektet. Det er også NSD sin vurdering at samtykkene er dekkende for gjenbruk av data i gjeldende prosjekt, jf. personvernforordningens fortalepunkt 33.

Lovlig grunnlag for behandlingen vil dermed være den registrertes uttrykkelige samtykke, jf. personvernforordningen art. 6 nr. 1 bokstav a, jf. art. 9 nr. 2 bokstav a, jf. personopplysningsloven § 10, jf. § 9 (2).

PERSONVERNPRINSIPPER

NSD vurderer at den planlagte behandlingen av personopplysninger vil følge prinsippene i personvernforordningen om:

- lovlighet, rettferdighet og åpenhet (art. 5.1 a), ved at de registrerte får tilfredsstillende informasjon om og samtykker til behandlingen
- formålsbegrensning (art. 5.1 b), ved at personopplysninger samles inn for spesifikke, uttrykkelig angitte og berettigede formål, og ikke viderebehandles til nye uforenlige formål
- dataminimering (art. 5.1 c), ved at det kun behandles opplysninger som er adekvate, relevante og nødvendige for formålet med prosjektet
- lagringsbegrensning (art. 5.1 e), ved at personopplysningene ikke lagres lengre enn nødvendig for å oppfylle formålet

DE REGISTRERTES RETTIGHETER

NSD vurderer at informasjonen som ble gitt i forbindelse med deltakelse i Tromsøundersøkelsen i hovedsak oppfyller lovens krav til form og innhold, jf. personvernforordningen art. 12.1 og art. 14.

Ettersom informasjonen ble gitt under gammelt lovverk, oppfylles nødvendigvis ikke nye krav i personvernforordningen, som trådte i kraft 20.7.2018. Det er dermed ikke informert om

- kontaktopplysninger til personvernombudet, jf. art. 14-1 b
- rettslig grunnlag for behandlingen, jf. art. 14-1 c
- de registrertes rettigheter, jf art. 14-2 c
- retten til å klage til Datatilsynet, jf. art. 14-2 e

Informasjon som er gitt vurderes likevel å gjøre utvalget i stand til å benytte seg av sine rettigheter etter personvernforordningen art. 15–21.

Det vil ikke tas ny kontakt med utvalget i forbindelse med prosjektet. Grunnet størrelsen på utvalget, samt vilkår satt av Tromsøundersøkelsen, vil det ikke være praktisk mulig å gi informasjon til den enkelte registrerte. Det anses videre å kreve uforholdsmessige tiltak å gi individuell informasjon, sett i forhold til nytten de registrerte vil ha av å informeres om det konkrete prosjektet. Det kan dermed gjøres unntak fra informasjonsplikten for det konkrete forskningsprosjektet, jf. personvernforordningen art. 14 nr. 5 bokstav b.

Det vil likevel bli gitt kollektiv informasjon om prosjektet til de registrerte via Tromsøundersøkelsen sine nettsider.

De registrertes øvrige rettigheter gjelder like fullt. De registrerte har dermed rett til innsyn (art. 15), retting (art. 16), sletting (art. 17), begrensning (art. 18), underretning (art. 19) og dataportabilitet (art. 20). Rettighetene gjelder i den grad den registrerte er mulig å identifisere i datamaterialet.

Vi minner om at hvis en registrert tar kontakt om sine rettigheter, har behandlingsansvarlig institusjon plikt til å svare innen en måned.

FØLG DIN INSTITUSJONS RETNINGSLINJER

NSD legger til grunn at behandlingen oppfyller kravene i personvernforordningen om riktighet (art. 5.1 d), integritet og konfidensialitet (art. 5.1. f) og sikkerhet (art. 32).

For å forsikre dere om at kravene oppfylles, må dere følge interne retningslinjer og eventuelt rådføre dere med behandlingsansvarlig institusjon.

OPPFØLGING AV PROSJEKTET

NSD vil følge opp ved planlagt avslutning for å avklare om behandlingen av personopplysningene er avsluttet.

Lykke til med prosjektet!

Kontaktperson hos NSD: Lise A. Haveraaen
Tlf. Personverntjenester: 55 58 21 17 (tast 1)

Vedlegg 2: REK



Region: REK nord Saksbehandler: Susanne Ramstad Telefon: Vår dato: 24.02.2021 Vår referanse: 206224
Deres referanse:

Bente Morseth

206224 Fysisk aktivitet, fysisk kapasitet og ikke-smittsomme sykdommer i Aktivitetsstudien

Forskningsansvarlig: UiT Norges arktiske universitet

Søker: Bente Morseth

Søkers beskrivelse av formål:

Hovedmålet med prosjektet er å undersøke om det er noen sammenheng mellom fysisk aktivitetsnivå, aerob kapasitet (VO2maks) og ikke-smittsomme sykdommer som hjerte- og karsykdom, diabetes, kroniske lungesykdommer og kreft. Særlig er det av interesse å undersøke om lav VO2maks er en større risikofaktor enn lav MVPA for å utvikle metabolsk syndrom, hvilken grad VO2maks og MVPA er uavhengige risikofaktorer for metabolsk syndrom, og i hvilken grad VO2maks medierer sammenhengen mellom fysisk aktivitet og ikke-smittsomme sykdommer. Prosjektet vil benytte data fra Tromsøundersøkelsen (Tromsø 6, 7) og Aktivitetsstudien, en studie som ble gjennomført i 2008 med deltakere som nettopp hadde deltatt i Tromsø 6. Alle data er innsamlet, og totalt ble 746 deltakere fra Tromsø 6 invitert til å delta i Aktivitetsstudien. Utvalget var randomisert og bestod av 313 friske menn (n=155) og kvinner (n=158) i alderen 40-44 år. I Aktivitetsstudien ble det gjennomført en objektiv test av VO2maks på tredemølle og målinger av fysisk aktivitet med bruk av akselerometer (ActiGraph) hvor deltakerne registrerte aktivitetsdata gjennom en hel uke. Data fra Tromsø 6 og 7 inkluderer antropometriske og andre kliniske målinger som har innvirkning på metabolsk syndrom. Ikke-smittsomme sykdommer dokumenteres ved hjelp av helseregistre (Tromsøundersøkelsens endepunktregister, Nasjonalt register over hjerte- og karlidelser (Hjerte- og karregisteret) og Norsk pasientregister (NPR)).

REKs vurdering

Formålet med prosjektet er å undersøke om det er noen sammenheng mellom fysisk aktivitetsnivå, aerob kapasitet (VO2maks) og ikke-smittsomme sykdommer som hjerte- og karsykdom, diabetes, kroniske lungesykdommer og kreft.

Det skal benyttes data fra Tromsøundersøkelsen (Tromsø 6, 7) og Aktivitetsstudien. Data skal kobles med Tromsøundersøkelsens endepunktregister, Nasjonalt register over hjerte- og karlidelser (Hjerte- og karregisteret) og Norsk pasientregister (NPR).

Utvalget består av 313 personer

Forespørsel/informasjon/samtykkeerklæring

REK nord

Besøksadresse: MH-2, 12. etasje, UiT Norges arktiske universitet, Tromsø

Telefon: 77 64 61 40 | E-post: rek-nord@asp.uit.no

Web: <https://rekportalen.no>

Samtykket fra Tromsøundersøkelsen og Aktivitetsstudien vurderes som dekkende for formålet i denne undersøkelsen.

Det er opplyst i søknaden at deltakere er forsikret etter pasientskadeloven. Det medfører ikke riktighet. Dette er en registerstudie og UiT er selvassurandør.

Vedtak

Godkjent

REK har gjort en helhetlig forskningsetisk vurdering av alle prosjektets sider og godkjenner det med hjemmel i helseforskningsloven § 10.

Prosjektet er godkjent frem til omsøkt sluttdato 31.12.2023

Av dokumentasjonshensyn skal opplysningene oppbevares i fem år etter prosjektslutt. Enhver tilgang til prosjektdataene skal da være knyttet til behovet for etterkontroll. Prosjektdata vil således ikke være tilgjengelig for prosjektet. Prosjektleder og forskningsansvarlig institusjon er ansvarlige for at opplysningene oppbevares indirekte personidentifiserbart i denne perioden, dvs. atskilt i en nøkkel- og en datafil.

Etter denne femårsperioden skal opplysningene slettes eller anonymiseres. Komiteen gjør oppmerksom på at anonymisering er mer omfattende enn å kun slette koblingsnøkkelen, jf. Datatilsynets veileder om anonymiseringsteknikker.

Vi gjør samtidig oppmerksom på at etter personopplysningsloven må det også foreligge et behandlingsgrunnlag etter personvernforordningen. Dette må forankres i egen institusjon.

Med vennlig hilsen

May Britt Rossvoll
sekretariatsleder

Sluttmelding

Søker skal sende sluttmelding til REK nord på eget skjema senest seks måneder etter godkjenningsperioden er utløpt, jf. hfl. § 12. Dersom prosjektet ikke igangsettes eller gjennomføres skal prosjektleder også sende melding om dette via sluttmeldingsskjemaet.

Søknad om å foreta vesentlige endringer

Dersom man ønsker å foreta vesentlige endringer i forhold til formål, metode, tidsløp eller organisering, skal søknad sendes til den regionale komiteen for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk som har gitt forhåndsgodkjenning. Søknaden skal beskrive hvilke endringer som ønskes foretatt og begrunnelsen for disse, jf. hfl. § 11.

Vedlegg 3: DPU



UiT Norges arktiske universitet

Avtale

mellom

Tromsøundersøkelsen, Institutt for samfunnsmedisin,
UiT Norges arktiske universitet

og

Bente Morseth, idrettshøyskolen, UiT Norges arktiske universitet
om utlevering av forskningsdata fra Tromsøundersøkelsen

Prosjektnummer EUTRO: **8030.00380**

Prosjekttittel:

Physical activity, cardiorespiratory fitness, and metabolic health in Aktivitetsstudien - part of the Tromsø Study

Avtalen bygger på skriftlig søknad med prosjektbeskrivelse og publikasjonsplan, samt godkjenning i Data og Publikasjonsutvalget for Tromsøundersøkelsen. Det forutsettes at arbeidet med data skjer i henhold til *Retningslinjer for tilgang til forskningsdata fra Tromsøundersøkelsen*, datert 6.2.2013.

En aidentifisert datafil utleveres til **Bente Morseth, UiT**. Prosjektleder kan la samarbeidspartnere som er nevnt i prosjektsøknaden få analysere data, så fremt arbeidet holder seg innenfor rammen for prosjektbeskrivelsen og publikasjonsplanen. Prosjektleder har ansvar for datasikkerheten og at data oppbevares forsvarlig i hht lover og forskrifter.

Retten til data gjelder for **1,5 år**. Når analysene er fullført, skal datasettet slettes og bekreftelse om dette sendes skriftlig til Tromsøundersøkelsen. Dette skal ikke skje senere enn **31.08.2022** med mindre ny avtale om forlengelse er inngått. Eventuelle nye data skal tilbakeføres til Tromsøundersøkelsen, jfr. pkt. 10 i retningslinjene. Pris for å benytte seg av data i henhold til ovennevnte avtale er som følger: kr. 0,- ekskl. mva.

Sted, dato

Tromsø, 03.03.2021

Prosjektleder

Sted, dato

Tromsø, 03.03.2021

For Tromsøundersøkelsen



