



Forord

Med bakgrunn som fysioterapeut har jeg sett hvordan mange pasienters plager og lidelser kunne vært unngått dersom bare noe hadde vært gjort annerledes på et tidligere stadium. Etter å ha jobbet i noen år valgte jeg derfor å ta en master i Folkehelsevitenskap for å lære mer om forebyggende helsearbeid. Fysisk aktivitet på et lavterskelnivå er en hjertesak for meg, og under studiene har jeg også fått øynene opp for hvordan samfunnet vårt på en eller annen måte skaper sosial ulikhet i helse. I denne masteroppgaven fikk jeg muligheten til å kombinere disse emnene, ved å undersøke om en rolig rusletur før et måltid kan påvirke blodsukkerstigningen hos en gruppe innvandrerkvinner fra Pakistan. Prosjektet pågikk høsten 2014, og har vært lærerikt fra A til Å.

Denne masteroppgaven kunne ikke vært skrevet om det ikke hadde vært for de 12 forsøkspersonene som tok seg tid til å bli med i denne studien. Tusen takk for deltakelse og positivitet gjennom eksperimentet! En stor takk skal også rettes til Eva Kristensen, Marte Karoline Kjøllesdal og Monica Morris for uvurderlig hjelp i løpet av forsøksperioden.

En stor takk til hovedveilederen min, postdoktor Victoria Telle Hjellset, for at hun gav meg muligheten til å gjøre dette prosjektet. Det har vært et spennende felt å få ta del i. Tusen takk for veiledning og inspirasjon gjennom hele prosessen. Også en stor takk til biveileder, professor Arne Høstmark, for en innføring i fysiologiens verden og en grundig gjennomlesning av oppgaven.

Det har ikke alltid vært like lett å være rundt en stresset masterstudent, og spesielt må søster og samboer, Mari, takkes for tålmodighet da stuen plutselig ble forvandlet til et kontor for seks måneder siden. (Jeg lover å rydde bort alle bøker og artikler nå!) Dessuten skal hun takkes for korrekturlesning. A big thanks to my supportive and always optimistic boyfriend, Kevin, who during these last six months has shown a real interest in the public health field. Jeg er så heldig å ha en støttende familie og mange gode venner rundt meg, og jeg vil til sist, men ikke minst, få takke mamma og pappa for alltid å ha støttet og oppmuntret meg gjennom alle disse årene med skolegang.

Oslo, 11. mai 2015

Silje Sveen

Sammendrag

Bakgrunn: Type 2 diabetes (T2D) utgjør en stor helseutfordring, og det er nødvendig med forebyggende tiltak for å bremse utviklingen. Etter et energirikt måltid vil blodglukosenivået stige. Dette betegnes som postprandial glykemi (PPG). Store blodglukosesvingninger kan føre til T2D, og blodglukoseregulering er derfor viktig i forebygging av sykdommen. FA har vist seg å kunne dempe PPG. Pakistanske innvandrerkvinner i Norge har en økt risiko for å utvikle T2D. Dette kan skyldes lav intensitet ved FA, et usunt kosthold og et høyt nivå av stress. Kognitiv aktiveringsteori for stress (CATS) ser en sammenheng mellom stress, mestring, sykdom og helse, der langvarig opplevelse av stress kan føre til sykdom.

Hensikt: Tidligere studier har vist at rolig gange utført rett *etter* et karbohydratrikt måltid kan dempe PPG, og slik forebygge T2D. På bakgrunn av dette, og med tanke på at pakistanske innvandrerkvinner har vist seg å ha en lav intensitet ved FA, var det i denne masteroppgaven ønskelig å se om rolig gange *før* måltidet også kan dempe PPG. Denne aktiviteten skal være lett å gjennomføre slik at deltakernes tro på egen mestring kan styrkes. Bruk av blodsukkerkurve under intervensjonen skal gjøre informasjonen lett forståelig for deltakeren.

Metode: Det ble benyttet et overkrysningsdesign, der 11 pakistanske innvandrerkvinner deltok tre dager. Alle hadde tidligere deltatt i en studie der de hadde sett god effekt på PPG da de gikk en rolig rusletur *etter* et energirikt måltid. Den første dagen, kontrolldagen, satt deltakerne i ro før de spiste en porsjon cornflakes. Deretter ble blodsukkeret målt jevnlig i to timer, og hver deltaker fulgte blodsukkerkurven sin på et skjema de hadde liggende foran seg. De to neste forsøksdagene gikk deltakerne i 20 minutter før de satt seg ned og gjorde samme prosedyre som første dag. Det ble gått med to ulike intensiteter på de to dagene, henholdsvis på 50% og 70% av maksimal hjertefrekvens.

Resultat: Etter måltidet på kontrolldagen steg glukosekonsentrasjonen til 8,4 mmol/L, og etter to timer var nivået på 6,2 mmol/L. De to intervensjonsdagene skilte seg ikke fra kontrolldagen.

Konklusjon: Denne studien fant ingen effekt på PPG når lett FA i form av gange ble utført *før* et karbohydratrikt måltid, slik studier på FA utført *etter* et måltid har funnet. Tidligere studier viser imidlertid sprikende resultater, og videre forskning med varierende intensitet og aktivitetslengde er derfor nødvendig.

Abstract

Background: Type 2 diabetes (T2D) represents a major health challenge, and action to prevent the disease's increasing progression is necessary. After ingestion of an energy-rich meal, the blood sugar level rise, referred to as postprandial glycaemia (PPG). High fluctuations of the blood sugar level may lead to T2D, hence why blood glucose regulation is important in the prevention of this disease. Physical activity (PA) has been shown to blunt PPG. Female Pakistani immigrants in Norway have an increased risk of developing T2D. Low intensity when performing PA, an unhealthy diet and a high level of stress may be the principal factors. The Cognitive activation theory of stress (CATS) explains a connection between stress, coping, disease and health, where prolonged experience of stress can lead to illness and disease.

Objective: Previous studies show that slow post-meal walking after a carbohydrate-rich meal can blunt PPG. Based on this, and considering that the female Pakistani immigrants are shown to have a low intensity in PA, this thesis explores whether slow pre-meal walking also influences the PPG. Walking is easy to perform, thus strengthening the participant's belief in their ability to cope. A blood sugar curve will make the information easily understandable for the participant.

Method: A crossover design, where 11 female Pakistani immigrants participated on three consecutive Mondays. All had previously participated in a study observing a good effect on PPG when post-meal walking was performed after an energy-rich meal. On day 1, the control day, the participants sat resting before ingestion a portion of cornflakes. The blood sugar level was measured regularly over the next two hours and plotted on a curve for each participant. The next two intervention days, a 20 min pre-meal walk was performed, before the same procedure as day 1 was followed. The pre-meal walking was performed at two different intensities: 50% and 70% of maximal heart frequency.

Results: After the meal on the control day, the blood glucose level increased to 8,4 mmol/L, before it decreased down to 6,2 mmol/L after 2h. The blood glucose curve on both of the intervention days did not differ from the control day.

Conclusion: In this study, 20 min of pre-meal walking before carbohydrate intake does not seem to influence PPG, as previously has been shown with post-meal walking. Previous research done on pre-meal PA and its influence on the PPG show conflicting results, and further research concerning variety in intensity and length of the PA could be of interest.

Oversikt over vedlegg

Vedlegg 1: Godkjenning fra REK

Vedlegg 2: Forespørsel om deltakelse og informert samtykke

Vedlegg 3: Borg RPE

Vedlegg 4: Personinformasjon dag 1

Vedlegg 5: Personinformasjon dag 2

Vedlegg 6: Personinformasjon dag 3

Forkortelser i oppgaven

ATP: adenosintrifosfat

BMI/KMI: body mass index/kroppsmasseindeks

FA: fysisk aktivitet

HF_{max}: heart frequency max, maksimal hjerterefrekvens

HDL: high-density lipoproteins

IAUC: incremental area under the curve

LDL: low-density lipoproteins

OGTT: oral glukose toleranse test

PA: physical activity

PPG: postprandial glykemi

T2D: Diabetes type 2

VLDL: very-low-density lipoproteins

VO_{2max}: maksimalt oksygenopptak

Innholdsfortegnelse

1. Innledning	1
2. Bakgrunn	2
2.1 Type 2 diabetes	2
2.1.1 Forekomst av type 2 diabetes blant innvandrerkvinner fra Pakistan	2
2.2 Helse	3
2.3 Folkehelse	4
2.3.1 Sosial ulikhet i helse	4
2.4 Stress og mestring	5
2.5 Endring av atferd	6
2.6 Blodsukkerregulering	8
2.6.1 Karbohydrater	8
2.6.2 Blodglukoseregulering.....	8
2.6.3 Insulin.....	8
2.6.4 Connecting peptide.....	9
2.6.5 Glukagon	9
2.6.6 Andre hormoner som påvirker blodglukosekonsentrasjonen	10
2.6.7 Lipoproteiner	10
2.6.8 Muskelarbeidets fysiologi.....	11
2.6.9 Postprandial glykemi	11
2.6.10 Glykemisk indeks	13
2.7 Fysisk aktivitet	13
2.7.1 Anbefalinger om fysisk aktivitet.....	13
2.7.2 Lavterskeltrening.....	13
2.8 Fysisk aktivitet og postprandial glykemi	14
2.8.1 Fysisk aktivitet like etter inntak av et karbohydratrikt måltid	14
2.8.2 Fysisk aktivitet utført før inntak av karbohydrater	14
2.9 Valg av intervensjon	16
3. Problemstilling	17
4. Sammendrag av artikkel	18
5. Diskusjon	21
5.1 Hvordan kan dette resultatet forebygge type 2 diabetes hos innvandrerkvinnene? 21	
5.2 Diskusjon av metode	23
5.2.1 Design	23
5.2.3 Validitet	23
5.3.3 Reliabilitet.....	27
6. Sluttord	27
6.2 Veien videre	28
Kilder	29
Artikkel	34
Vedlegg	58

1. Innledning

Diabetes utgjør i dag en stor helseutfordring i et globalt perspektiv, og i 2011 regnet man med at nærmere 366 millioner mennesker hadde denne sykdommen. Det er estimert at antall tilfeller av sykdommen vil stige til 552 millioner innen år 2030 (Whiting, Guariguata, Weil, & Shaw, 2011). Også i Norge har vi tilsvarende negative tall. Folkehelsestrusselen har endret seg, og det er ikke lenger de smittsomme sykdommene som tar flest liv. I dag er det de ikke-smittsomme sykdommene, de såkalte livsstilssykdommene, som er den største helsetrusselen. Mange av sykdommene skyldes bruk av tobakk og alkohol, samt redusert fysisk aktivitet (FA) og et ugunstig kosthold. Livsstilssykdommene rammer en stadig større del av befolkningen. Det er derfor nødvendig med forebyggende tiltak for å kunne hindre eller bremse denne sykdomsutviklingen (Helse- og omsorgsdepartementet, 2013c). Diabetes kan deles inn i type 1 og type 2, denne oppgaven vil fokusere på diabetes type 2 (T2D).

T2D, kreft, kols og hjerte- og karsykdommer utgjør de fire største ikke-smittsomme folkesykdommene i Norge. Staten ønsker at folkehelsearbeidet blant annet skal ha fokus på forebygging av T2D. Mennesker med T2D har en lavere forventet levealder enn gjennomsnittsbefolkningen, og i år 2011 anslo man at Norge brukte rundt 4,1 milliarder kroner på helsekostnader knyttet til diabetes (både type 1 og type 2) (Helse- og omsorgsdepartementet, 2013c).

Store svingninger i blodglukosekonsentrasjonen kan være en risikofaktor for utvikling av T2D, og blodglukosereguleringen er derfor viktig i forebygging av denne sykdommen (Ceriello et al., 2006). En forhøyet blodglukosekonsentrasjon oppstår blant annet etter inntak av karbohydratmat og drikke. Karbohydrater deles grovt inn i tre; stivelse, sukker og kostfiber. Karbohydrater i form av sukker og stivelse vil særlig føre til den nevnte blodglukosestigningen (IDF, 2011), og fiber vil derfor ikke bli omtalt videre i denne oppgaven. Tidligere studier kan tyde på at FA kan motvirke denne blodglukoseøkningen etter et inntak av sukker og stivelse (Bonen, Ball-Burnett, & Russel, 1998; Hostmark, Ekeland, Beckstrom, & Meen, 2006; King et al., 1995). Det er gode holdepunkter for at en rolig rusletur *etter* et karbohydratrikt måltid vil redusere blodglukoseøkningen (Lunde, Hjellset, & Hostmark, 2012; Nygaard, Tomten, & Hostmark, 2009). Om også FA gjort *før* karbohydratinntak kan modifisere økningen i blodglukose vet vi imidlertid mindre om. På bakgrunn av ovenstående har jeg med denne oppgaven ønsket å avdekke om 20 minutters rolig FA i form av gange før et karbohydratrikt måltid kan påvirke blodglukosestigningen.

Forsøkspersonene er innvandrerkvinner fra Pakistan, fordi tidligere studier har vist at denne gruppen har langvarig høy blodglukoseøkning etter karbohydratinntak, og økt risiko for T2D (Hjellset, Bjorge, Eriksen, & Hostmark, 2009).

2. Bakgrunn

For å kunne svare på problemstillingen er det nødvendig med litt bakgrunnskunnskap innenfor fysiologi, aktuelle teorier og forskning gjort på det aktuelle feltet. I denne delen av oppgaven vil dette presenteres. Det vil først gjennomgås nødvendig bakgrunnsinformasjon om T2D og empiri knyttet til innvandrerkvinner og T2D. Deretter vil aktuell teori bli trukket frem, herunder stress og mestring, samt atferdsendring, etterfulgt av en kort innføring i aktuell fysiologi. Til slutt vil bakgrunnsinformasjon om FA og empiri knyttet til FA og postprandial glykemi (PPG) bli presentert.

2.1 Type 2 diabetes

Hyperglykemi er en tilstand der blodsukkerreguleringen ikke fungerer, og man får en forhøyet konsentrasjon av glukose i blodet, såkalt høyt blodsukker. Lang tids hyperglykemi kan føre til ødeleggelse av organer slik som øyne, nyrer, hjertet og blodårer (Ceriello et al., 1999; Maraschin, 2012; Wright, Scism-Bacon, & Glass, 2006). Ved diabetes, sukkersyke, oppstår en slik hyperglykemi. Av alle diabetestilfeller, er 85-90 prosent av disse T2D (Haug, Sjaastad, Toverud, & Sand, 2001; Maraschin, 2012). Denne sykdommen gir et høyt nivå av blodglukose som følge av at insulinet ikke virker som normalt på kroppens celler. En kombinasjon av arv og miljø ser ut til å påvirke sykdomsutviklingen, men miljøfaktorer slik som fedme og ernæring ser ut til å spille en særlig stor rolle i utvikling av T2D (Ginter & Simko, 2012; Haug et al., 2001). Redusert inntak av karbohydrater i form av stivelse og sukker er nødvendig i behandlingen av sykdommen, og det kan også brukes medisiner dersom livsstilsendring ikke er tilstrekkelig (IDF, 2011).

2.1.1 Forekomst av type 2 diabetes blant innvandrerkvinner fra Pakistan

Som tidligere nevnt har innvandrerkvinner fra Pakistan en forhøyet risiko for å utvikle T2D (Hjellset et al., 2009; Jenum, Holme, Graff-Iversen, & Birkeland, 2005). Disse beregningene var basert på blodprøver, BMI, livvidde og blodtrykk (Hjellset et al., 2009). Studien til Jenum et al (2012) fant en svært høy forekomst av T2D hos førstegenerasjonsinnvandrere fra Pakistan og Sri Lanka. I denne studien fant de at kvinnene som hadde emigrert til Norge hadde en høyere BMI sammenliknet med kvinner i de respektive hjemlandene. Vektøkningen kan blant annet skyldes en lav intensitet ved FA. Kvinnene har vist seg å gå cirka 10 000

skritt i døgnet, men da med en svært lav intensitet (Hjellset et al., 2009). Andre studier viser at innvandrerkvinner fra sørlige deler av Asia generelt har et for lavt aktivitetsnivå i forhold til hva som blir anbefalt for å oppnå helsemessige fordeler (Babakus & Thompson, 2012; Lindstrom & Sundquist, 2001).

Vektøkningen kan også skyldes et usunt kosthold (Wandel, Raberg, Kumar, & Holmboe-Ottesen, 2008). Det har vist seg at matvanene endres ved innvandring til Norge, med en økning i bruk av kjøtt, fisk, melk, olje og poteter, samtidig som at bruken av linser og bønner går ned. Fra å spise 3 varme måltider per dag i hjemlandet, reduseres dette til 1,5 ved integrering i Norge. I tillegg blir måltidene mindre regelmessige, og familiene spiser oftere middagen sent for å få samlet alle rundt matbordet. Endringene forklares blant annet med endrede arbeidstider for familiemedlemmer. Utdanning og norskkunnskaper viser seg å redusere sukker- og fettforbruket (Wandel et al., 2008).

En endring i livssituasjonen, slik som immigrasjon, kan føre til et høyere nivå av stress (Thapa, Dalgard, Claussen, Sandvik, & Hauff, 2007), manglende kontroll og en redusert opplevelse av mestring (Hjellset, Ihlebaek, Bjorge, Eriksen, & Hostmark, 2010). Langvarig stress kan føre til psykisk og fysisk sykdom (Ursin & Eriksen, 2004), og påvirke fysiologiske variabler slik som blodsukkeret (McEwen & Gianaros, 2011). God sosial integrering og et sosialt nettverk viser seg å påvirke fysisk og mental helse ved å redusere opplevelsen av stress (McEwen & Gianaros, 2011). I en studie gjort på pakistanske innvandrerkvinner i Oslo oppgav 27 % av deltakerne å ha symptomer på depresjon, og 36 % symptomer på angst (Hjellset et al., 2009).

I det følgende kommer en forklaring på begrepene helse og folkehelse.

2.2 Helse

Begrepet helse kan defineres på flere måter. Vi ser at innvandrerkvinnene fra Pakistan har en forhøyet risiko for utvikling av T2D, og mange har symptomer på angst og depresjon (Hjellset et al., 2009; Jenum et al., 2005) Verdens helseorganisasjon, WHO, definerte i 1946 god helse som en "tilstand av fullkomment fysisk, psykisk og sosialt velvære, og ikke bare fravær av sykdom eller svekkelse". Denne brede definisjonen var banebrytende for sin tid, da den ønsket å se på alle dimensjonene rundt individet, og ikke bare definerte helse som fravær av sykdom og diagnose. Definisjonen er forøvrig omdiskutert da man mener at en slik "fullstendig" tilstand nærmest er uoppnåelig, og at god helse derfor blir umulig å oppnå

(Huber et al., 2011). Andre definisjoner på helse fokuserer på overskudd og energi, balanse, trivsel og mestring i hverdagen (Fugelli, 2001; Huber et al., 2011). På bakgrunn av dette kan man, med tanke på innvandrerkvinnenes opplevelse av angst og depresjon, tenke seg at en stor andel av kvinnene ikke har en selvopplevd god helse.

2.3 Folkehelse

Folkehelsearbeid er samfunnets totale innsats for å fremme befolkningens helse gjennom å påvirke faktorer som direkte eller indirekte påvirker helsen. Folkehelseloven ønsker å bidra til en samfunnsutvikling som fremmer folkehelse, der sosial ulikhet i helse utjevnes (Folkehelseloven, 2011). I dag er de største folkehelseutfordringene blant annet knyttet til de ikke-smittsomme sykdommene som følge av livsstil og sosial ulikhet (Strand & Steingrímisdóttir, 2014). Folkehelsearbeidet i Norge ønsker å arbeide med forebygging av T2D (Helse- og omsorgsdepartementet, 2013c). Slik sett ser vi at innvandrerkvinnenes økte risiko for T2D er et område folkehelsearbeidet må rette seg inn mot. Helse- og omsorgsdepartementet har utarbeidet en nasjonal strategi om innvandreres helse: ”Likeverdige helse- og omsorgstjenester, -god helse for alle” (Helse- og omsorgsdepartementet, 2013a). I strategien er blant annet forekomsten av T2D blant pakistanske innvandrerkvinner pekt på som en helsereelatert utfordring, og det påpekes at sosioøkonomiske forhold kan være en av årsakene til denne forekomsten. Denne masteroppgaven ønsker på bakgrunn av dette å gjøre en intervensjon på denne befolkningsgruppen.

2.3.1 Sosial ulikhet i helse

Staten ønsker å utjevne de sosiale helseforskjellene i samfunnet gjennom folkehelsearbeidet (Sosial- og helsedirektoratet, 2005). De vanligste sosioøkonomiske variablene er utdanning, inntekt og yrke. Selv om vi ikke lenger deler samfunnet inn i klasser etter klassesystemet, har vi fremdeles sosial ulikhet i samfunnet, der de med høy utdanning og inntekt også har best helse (Skirbekk, 2015). Denne ulikheten har økt i de senere år, til tross for at Norge er et egalitært samfunn. Sosial ulikhet i helse er derfor systematiske forskjeller i befolkningens helsetilstand som følge av de sosiale og økonomiske variablene (Sosial- og helsedirektoratet, 2005). Sosial- og helsedirektoratet (2005) påpeker at slike systematiske forskjeller er urettferdige, mulige å unngå og unødvendige, og derfor er uakseptable i dagens samfunn.

Studier viser at ikke-vestlige innvandrere utgjør en stor andel av den lavere sosioøkonomiske gruppen i Norge når man måler ut fra de overnevnte sosioøkonomiske variablene. Mange i denne gruppen har lav utdanning, går ufrivillig arbeidsledig eller har en lavere inntekt enn

resten av befolkningen (Thapa et al., 2007). I gjennomsnitt blir T2D diagnostisert 10-15 år tidligere hos en førstegenerasjons innvandrere fra Asia sammenliknet med en etnisk norsk person (Jenum et al., 2012).

Lav sosioøkonomisk status henger ofte sammen med et lavere fysisk aktivitetsnivå på fritiden (Lindstrom & Sundquist, 2001) og økt forekomst av helseplager og kroniske livsstilssykdommer (Telle-Hjellset et al., 2012). Studier viser at mennesker med lavere sosioøkonomisk status ofte opplever en høyere grad av stress (Kristenson, Eriksen, Sluiter, Starke, & Ursin, 2004; McEwen & Gianaros, 2011).

På bakgrunn av at immigrasjon og lav sosioøkonomisk status har vist seg å kunne føre til stress, og at stress videre kan føre til fysisk og psykisk sykdom i tillegg til å påvirke blodsukkeret (McEwen & Gianaros, 2011), vil det i det følgende trekkes frem aktuelle teorier for stress og mestring.

2.4 Stress og mestring

Immigrasjon kan føre til et høyere nivå av stress hos individet (Thapa et al., 2007). Stress er et vidt begrep som refererer til både fysiske og psykiske påkjenninger, og oppstår når ytre eller indre krav truer vår evne til mestring. En stressrespons er en alarm som utløses når individet opplever at det som forventes ikke stemmer overens med det som faktisk skjer. Som følge av dette vil individet prøve å finne en løsning for å dempe responsen og årsaken til alarmen (Ursin & Eriksen, 2004). En stressreaksjon kan utløses ved et fysisk traume, søvnmangel, en utfordring som en uventet situasjon, eller ved opplevelse av for store ytre eller indre krav. Slik sett er stressreaksjonen nødvendig, og i små og balanserte doser vil den være sunn og utviklende for oss (Widmaier, Raff, & Strang, 2014).

Kognitiv aktiveringsteori for stress (CATS) forklarer sammenhengen mellom stress, mestring, sykdom og helse. Ved opplevelse av, og forventning om, mestring i en utfordrende situasjon, vil stressaktiveringen være fordelaktig. Denne positive responsforventningen er tillært og baseres på tidligere erfaringer. Dersom individet derimot ikke har troen på mestring i møte med en utfordrende situasjon, da tidligere erfaringer har ført til en tillært negativ responsforventning, vil uhensiktsmessig stress oppstå. Langvarig opplevelse av slikt stress kan føre til helsemessige lidelser. CATS beskriver hjelpeløshet som et stadium der individet ikke vet hvordan det skal kunne komme seg ut av en stressende situasjon, individet har ingen responsforventning. Ved neste stadium, håpløshet, gir individet opp. Her opplever alle utveier

som umulige, og man forventer et negativt resultat uansett hva man foretar seg (negativ responsforventning). Dette kan føre til skyldfølelse, selvbekreidelse og ofte utvikling av depresjon. Forventning om mestring og suksess er derfor nødvendig for stressmestring, og denne positive responsforventningen avhenger av tidligere positive erfaringer. Ulike forventninger til livet vil prege individers atferd, som igjen gir seg utslag i helse, utdanning og livsstil. Det kan være vanskelig å motivere seg til en atferdsendring som økt FA og sunnere kosthold, når man har en negativ responsforventning og derfor ingen mestringsforventning (Ursin & Eriksen, 2004).

Et eksperimentelt forsøk på mus viste at langvarig stress førte til en forandring av hjernen. Volumet på hippocampus ble mindre, mens amygdala ble større. Hippocampus er et område som aktiveres ved læring og hukommelse, amygdala aktiveres ved emosjoner og frykt. Dermed vil langvarig stress kunne føre til redusert hukommelse og forsterkede følelser slik som frykt. Dette kan i sin tur føre til utvikling av angst. Også depresjon har vist seg å henge sammen med en redusert størrelse på hippocampus. Det er påvist en sammenheng mellom personer med T2D og størrelsen på hippocampus, der de med høyest blodglukosenivåer hadde redusert størrelse på hippocampus. FA har derimot vist seg å kunne øke antall celler i dette området. Slik sett kan FA bidra til forebygging av depresjon og T2D ved å øke volumet på hippocampus (McEwen & Gianaros, 2011).

Innvandrerkvinnene fra Pakistan har vist seg å ha en økt risiko for utvikling av T2D (Hjellset et al., 2009). Dette kan skyldes livsstilsfaktorer som et usunt kosthold (Wandel et al., 2008) eller en lav intensitet ved FA (Hjellset et al., 2009), i tillegg til den overnevnte opplevelsen av stress (McEwen & Gianaros, 2011). Under vil det derfor trekkes frem aktuell teori på atferdsendring, og deretter vil aktuell empiri presenteres.

2.5 Endring av atferd

Fra sosial kognitiv teori peker Bandura (1997) på grunnleggende faktorer som må oppfylles for at et individ skal endre atferd. Det er nødvendig med kunnskap om positive og negative faktorer som kan føre til eller forebygge en aktuell sykdom eller uønsket tilstand.

Informasjonen må derfor være forståelig for individet. Deretter må man ha en forventning om et ønsket resultat og utfall av en endret atferd. Slik vil individet vurdere om resultatet er verdt innsatsen som kreves for å endre atferden. Man må ha tro på egne evner til å gjennomføre denne endringen, dette kaller vi self-efficacy. Også strukturene rundt individet må tas med i planleggingen av en intervensjon da disse kan virke hemmende eller støttende for en endring.

Troen på egne evner til endring og mestring (self-efficacy), står svært sentralt i sosial kognitiv teori. Bandura hevder at graden av mestringstro bestemmer hvor mye innsats individet legger ned i en endringsprosess (Bandura, 1997). Også i CATS har vi sett at denne mestringsforventningen står sentralt for suksess (Ursin & Eriksen, 2004). Til tross for at man er informert om at man bør spise sunnere og trene mer for å oppnå en bedre helse, er det ikke sikkert man har troen på at man vil greie å gjennomføre en slik atferdsendring. Det blir derfor viktig å styrke individenes mestringstro og mestringserfaring under intervensjonen (Nutbeam, Harris, & Wise, 2010, pp. 18-19). Dette kan for eksempel gjøres ved at deltakerne får se resultatene av den atferden de gjør gjennom konkretisering, der bruken av egenopplevelse og visuelle oversikter, som grafer og illustrasjoner kan gjøre kunnskapen forståelig (Brattenborg & Engebretsen, 2001, pp. 87-91). Slik kan en positiv mestring- og resultatsforventning utvikles.

Intervensjoner for helsefremmende atferdsendring kan være utfordrende å lykkes med i alle samfunnsgrupper, særlig i grupper med lav sosioøkonomisk status. I innvandrerguppen, der språk og kulturforskjeller kan være begrensende faktorer, kan livsstilsintervensjoner være særlig krevende. En vellykket intervensjon krever derfor kjennskap til målgruppen, samt nøye tilpasset informasjon og strategi (Babakus & Thompson, 2012; Corcoran, 2013, pp. 53-55). En kulturelt tilpasset intervensjon kan være hensiktsmessig, og intervensjonsstudier med en slik kulturelt tilpasset tilnærming har vist seg å lykkes (Andersen, Hostmark, Holme, & Anderssen, 2013; Renzaho, Mellor, Boulton, & Swinburn, 2010; Telle-Hjellset et al., 2012). Det å vite årsakene til hvorfor individene handler som de gjør, er vesentlig bakgrunnsinformasjon i enhver slik intervensjon. Et fokusgruppeintervju på pakistanske menn i Norge avdekket at fysisk inaktivitet ble begrunnet med lite kunnskap om helsefordelene knyttet til FA, at få eller ingen i det nære nettverket var fysisk aktive og en manglende kunnskap og erfaring med FA. Mange barrierer knyttet til det å trene ble nevnt, deriblant liten tid, og deltakerne syntes det var vanskelig å overkomme disse hindringene (Andersen, Hostmark, & Anderssen, 2012). Disse forklaringene sammenfaller med liknende studier som har undersøkt fysisk aktivitetsnivå på innvandrerkvinner fra sørlige deler av Asia (Babakus & Thompson, 2012). På bakgrunn av dette vil denne masteroppgaven undersøke om kun 20 minutter rolig ”rusling” innendørs før et måltid vil kunne påvirke blodsukkerstigningen. Denne formen for FA skal virke overkommelig og gjenkjennbar for deltakerne.

For å kunne finne et svar på om lett FA før et karbohydratrikt måltid kan påvirke blodglukosestigningen, er det nødvendig at leseren først får en kort innføring i relevant fysiologi. Dette vil nå presenteres.

2.6 Blodsukkerregulering

2.6.1 Karbohydrater

Omtrent halvparten av kaloriene i et normalt kosthold kommer fra det energigivende næringsstoffet karbohydrat. Karbohydratene deles grovt inn i tre; sukker, stivelse og kostfiber. Under fordøyelsen spaltes mesteparten av stivelse og sukker om til glukose. Glukose er et monosakkarid, bestående av seks karbonatomer ($C_6H_{12}O_6$). Kroppen er avhengig av glukose, da dette er energikilden til hjerneceller og cellene i muskler under kraftig muskelbruk. Se mer om dette under ”Muskelarbeidets fysiologi”. Glukose fraktes med blodet fra tynntarmen, via leveren, over i det store kretsløpet, og kan lagres som glykogen i muskelceller og leveren (Widmaier et al., 2014).

2.6.2 Blodglukoseregulering

Opprettholdelse av et jevnt blodsukkernivå, glukosebalanse, i blodet er kort forklart avhengig av mekanismen mellom insulin og glukagon som begge produseres i bukspyttkjertelen. Andre hormoner som adrenalin og kortisol kan også påvirke glukosebalansen ved faste, stress/aktivering og FA.

2.6.3 Insulin

Peptidhormonet insulin produseres i bukspyttkjertelens betaceller. Ved høy glukosekonsentrasjon i blodet, vil insulin frigjøres ut i blodbanen. Den umiddelbare registreringen av blodglukosenivået fører til en utskillelse av lagret insulin. Deretter vil en mer langvarig utskilling av nydannet insulin tilpasses glukosekonsentrasjonen. Insulin er viktig i glukosetransporten inn til cellene, særlig i skjelettmuskulatur og fettvev. Cellene er avhengig av transportmolekyler, glucose transporter number 4 (Glut-4), for å få fraktet glukosemolekylene inn gjennom cellemembranen. Insulin stimulerer til rekruttering av disse Glut-4-molekylene til cellens membran fra cytoplasma. I leveren, hjernen, tarmen og nyreepitelcellene er transporten imidlertid insulinuavhengig, men insulinet er med på å fremme glukoseopptaket i leveren. I muskel- og leverceller lagres glukosen som polysakkaridet glykogen. Slik opprettholdes glukosebalansen i blodet, og man unngår høyt blodsukker etter et karbohydratrikt måltid (Widmaier et al., 2014). I tillegg øker også insulin celleopptaket av aminosyrer og fettsyrer. En økt konsentrasjon av aminosyrer vil føre til en

økt utskillelse av insulin. Aminosyrene kan omdannes til glukose gjennom glukoneogenese og til proteiner, fettsyrene lagres i fettvevet i form av triglyserider og utgjør nyttige energilagre (Widmaier et al., 2014).

2.6.4 Connecting peptide

Peptidhormonet insulin dannes i betaceller i bukspyttkjertelen. I denne prosessen dannes det først et preprohormon som omdannes til proinsulin og et peptidfragment. Videre omdannes proinsulinet til insulin ved at et peptidfragment, connecting peptide (C-peptid), spaltes fra. Under dannelsen av et insulinmolekyl dannes det altså også et c-peptidmolekyl. Dette molekylet har en lenger halveringstid enn insulin, og brytes ikke ned i leveren slik insulin gjør. Derfor er en måling av c-peptidkonsentrasjonen i blodet i postabsorpsjonsfasen et bedre mål på betacellenes insulinproduksjon enn hva en måling av insulinkonsentrasjonen er (Haug et al., 2001, p. 239).

2.6.5 Glukagon

Ved lavt blodsukker vil peptidhormonet glukagon frigjøres fra bukspyttkjertelen. Hormonet dannes i alfacellene, og brytes ned i leveren og nyrene. Glukagonet fester seg på glukagonreseptorer på cellemembranen til levercellene. Dette fører til at leveren danner et signalmolekyl (syklisk AMP) som aktiverer glykogen fosforylase, et enzym som katalyserer nedbrytningen av glykogen (lagret glukose), tilbake til glukose gjennom glykogenolysen. I denne prosessen dannes det fosforylert glukose som ikke kan passere cellemembranen, men leveren har et enzym som kan fjerne fosforgruppen, slik at fri glukose kan sendes ut gjennom cellemembranen igjen (Widmaier et al., 2014). Dette nødvendige enzymet finnes ikke i muskelen, og derfor kan ikke lagret glykogen i muskel omdannes til glukose, og slik øke blodglukosekonsentrasjonen. Her brukes glykogenet i stedet som energikilde i dannelsen av ATP, se mer om dette senere. Glukagon stimulerer til glukoseproduksjon fra aminosyrer i leveren, dette kalles glukoneogenese. I likhet med insulin, vil en økning av aminosyrer i blodet føre til en økt utskillelse av glukagon. Slik kan aminosyrene både lagres som protein i cellene, og tas opp i leveren for så og omdannes til glukose. Glukagon stimulerer også til lipolyse, en nedbrytning av triglyseridene lagret i fettvevet. Triglyseridene omdannes til glyserol og fettsyrer, og dette sendes ut i blodbanen. Glyserolet kan tas opp i leveren og omdannes til glukose gjennom en glukoneogenese, fettsyrene kan brukes som energi (Widmaier et al., 2014).

2.6.6 Andre hormoner som påvirker blodglukosekonsentrasjonen

Også andre hormoner kan påvirke blodglukosekonsentrasjonen, blant annet kortisol og adrenalin, som begge har en antiinsulinvirkende effekt. Ved stress utskilles adrenalin fra binyremargen. En økt adrenalinkonsentrasjon stimulerer til nedbryting av glykogen i muskel og lever, og glukoneogenese i leveren. Slik er derfor adrenalin viktig i blodsukkerreguleringen. Insulinutskillelsen reduseres og glukagonutskillelsen øker. Dermed øker glukosekonsentrasjonen i blodet. Adrenalin påvirker også nedbrytningen av fett, og fettsyrer skilles ut i blodet. Slik får kroppen tilført fett og glukose, og får slik energi ved dannelse av ATP (se mer om dette under Muskelarbeidets fysiologi). Katekolaminer er en fellesbetegnelse for adrenalin, dopamin og noradrenalin (Haug et al., 2001).

Også kortisol stimulerer til glukoneogenese, og utskilles ved stress. Dette er hensiktsmessig i forbindelse med lange perioder uten mat, og er også vesentlig for å kunne gi kroppen energi tidlig på morgenen. Kortisolutskillelsen fører til at hjernen sikres mer næring i stressede situasjoner. En økt produksjon av kortisol hos personer som allerede har nedsatt insulinproduksjon eller –følsomhet, kan utløse T2D (Widmaier et al., 2014).

2.6.7 Lipoproteiner

Fett er ikke løselig i vann. Derfor pakkes fett inn i en vannløselig proteinkappe for å kunne fraktes med blodet. Dette kalles et lipoprotein. Det finnes ulike lipoprotein, hvorav tre av de er high-density lipoproteins (HDL), low-density lipoproteins (LDL) og very-low-density lipoproteins (VLDL) (Widmaier et al., 2014).

Når leveren tar opp glukose kan dette enten lagres som glykogen, eller det kan omdannes til glyserol og fettsyrer som videre danner triglyserider slik som i fettvevet. Dette fett pakker inn proteiner og kolesterol, og danner lipoproteinet VLDL. VLDL sendes ut i blodet, og gjennom en rekke reaksjoner ender dette med å lagres som triglyserid i fettvevet. Slik sett kan glukose tatt opp i leveren indirekte føre til en økning av triglyserider i fettvevet. LDL inneholder mye kolesterol. Dette lipoproteinet frakter kolesterol fra leveren til cellene, og kan slik føre til avleiringer av kolesterol i arterieveggen, aterosklerose. HDL inneholder også kolesterol, men HDL transporterer kolesterotet fra cellene til leveren. I leveren skilles kolesterotet så ut med gallen. Derfor betegnes HDL som den mest gunstige kolesterotypen, da dette kan beskytte mot aterosklerose. Andelen HDL kan øke ved trening (Widmaier et al., 2014).

2.6.8 Muskelarbeidets fysiologi

Adenosintrifosfat (ATP) brukes som energikilde for kroppens celler. Under glykolysen dannes det ATP fra glukose. Dersom oksygen er til stede, aerobe forhold, vil man kunne få dannet 36 ATP-molekyl per glukosemolekyl. Ved anaerobe forhold, der oksygen ikke er tilgjengelig, vil man kunne få dannet 2 ATP-molekyl per glukosemolekyl. Det dannes da også laktat, bedre kjent som melkesyre (Widmaier et al., 2014).

Ved muskelarbeid kreves energi fra spaltingen av ATP. Muskelcellene har et redusert lager av glykogen, som kan brytes ned til ATP. Denne reaksjonen er ikke avhengig av oksygen, og er dermed anaerob. Slik energiproduksjon kan ikke vedvare i lang tid, og etter hvert må cellene ta opp glukose og fettsyrer fra blodet for å kunne forsyne cellene med mer energi. Dette krever tilgang på oksygen, aerobt. Under intensiv aktivitet vil frigjøring av insulin hemmes, mens glukagonfrigjøringen øker. Det endrede insulin/glukagon-forholdet skjer etter utskillelse av adrenalin og økt sympatisk aktivitet i sentralnervesystemet. Slik opprettholdes glukosebalansen. Også fettsyrer fra fettvevet frigjøres og kan brukes som energi i de aktive muskelcellene (Widmaier et al., 2014). Under aktivitet og muskelkontraksjoner vil konsentrasjonen av Glut-4-molekyler i muskelcellenes membran stige, slik at cellene kan ta opp mer glukose. FA fører derfor til at kroppen blir mer glukosetolerant, og mindre insulin kreves for å ta opp glukosen (Widmaier et al., 2014). Når aktivitetens intensitet øker, vil muskelfibre som krever mer glukose aktiveres. Dermed tar muskelen opp mer glukose fra blodet jo mer intensivt den jobber (Henriksson, Karlsson, Larsen, Bahr, & Helsedirektoratet, 2009). Under hardt muskelarbeid uten tilgang på oksygen dannes energi, ATP, fra glykogenlagrene gjennom glykolysen beskrevet ovenfor. Melkesyren dannet i denne prosessen frigjøres i blodbanen og kan brukes som energi blant annet for hjertet og hjernen, eller det kan tas opp i leveren hvor det fører til dannelse av glukose. I motsetning til i leveren, kan ikke muskelcellene bryte ned det lagrede glykogenet til glukose og frigjøre dette i blodbanen. Imidlertid fører dannelsen av melkesyre indirekte til en økt glukoseproduksjon når dette tas opp i leveren fra blodbanen. Etter et muskelarbeid vil cellene bygge opp de brukte glykogenlagrene igjen, og glukose tas opp fra blodet (Widmaier et al., 2014).

2.6.9 Postprandial glykemi

Etter å ha spist et karbohydratrikt måltid vil glukosekonsentrasjonen i blodet normalt stige, dette betegnes som postprandial glykemi (PPG). Normale verdier to timer etter et måltid ligger under 7,8 mmol/L, mens fastende blodglukoseverdier skal ligge under 5,6 mmol/L (IDF, 2013). Svingninger i blodglukosekonsentrasjonen har vist seg å forekomme hyppigere

hos personer med diabetes eller nedsatt glukosetoleranse (Frontoni et al., 2013). En oral glukosetoleransetest (OGTT) (Conn, 1940) måler blodglukosenivået to timer etter inntak av glukose, PPG. Ut fra denne kan man beregne den samlede glukosebelastningen med hensyn på tid, incremental area under the curve (IAUC), samt se hvordan glukosebelastningen endrer seg ved å finne eventuelle topper på kurven, peak value (PV). The Diabetes Epidemiology Collaborative Analysis of Diagnostic Criteria in Europe, (DECODE), hevder at en slik test også er et godt mål på faren for utvikling av kardiovaskulær sykdom (DECODE Study Group, 2001).

Store svingninger i blodglukosekonsentrasjonen har vist seg å være mer skadelig i utviklingen av hjerte- og karsykdommer enn hva en konstant høy blodglukosekonsentrasjon er (Biscetti et al., 2011; Risso, Mercuri, Quagliaro, Damante, & Ceriello, 2001). Unormalt høy PPG er forbundet med utvikling av oksidativt stress. Dette ved at det varierende glukosenivået fører til en økt dannelse av frie oksygenradikaler i elektrontransportkjeden. Disse kan føre til en rekke reaksjoner, som i tillegg til utvikling av hjerte- og karsykdommer, også kan føre til insulinresistens, ødeleggelse av beta-cellene i bukspyttkjertelen, nedsatt glukosetoleranse og utvikling av T2D (Wright et al., 2006). Slik er den postprandiale glukosereguleringen en viktig faktor for forebygging av T2D (Ceriello et al., 2006). Også for allerede diagnostiserte diabetespasienter er det viktig å regulere PPG. En fem års oppfølgingsstudie gjort på 529 pasienter med T2D, viste at det var en sammenheng mellom høy PPG og utvikling av hjerte- og karsykdommer (Cavalot et al., 2006). De frie oksygenradikalene dannet under oksidativt stress, kan blant annet føre til en ødeleggelse av endotelcellene (Ceriello, 2005; Wright et al., 2006). En ødeleggelse av disse cellene er uønsket, da endotelceller påvirker blodårenes sammentrekning, og også er med på å forhindre blodpropp ved å hindre at blodplater kleber seg til karveggen (Widmaier et al., 2014). Forhøyet glukosekonsentrasjon i blodet kan også føre til en glykosylering av lipoproteiner der glukose binder seg fast (Ceriello et al., 1999). Makrofager i blodåreveggen kan så ta opp de glykosylerte lipoproteinene, og dette kan feste seg i åreveggen og gi aterosklerose (Wright et al., 2006). Ceriello et al (1999) viste at en høy glukosestigning etter et måltid, derav glykosylering av LDL, førte til en økt oksidering av dette lipoproteinet. Dette ved å gi 10 forsøkspersoner to ulike måltider på to forskjellige dager. Det måltidet med den høyeste glykemiske indeksen (se avsnitt nedenfor), som derav gav den høyeste glukosestigningen postrandialt, førte også til at LDL lettere oksiderte (Ceriello et al., 1999).

2.6.10 Glykemisk indeks

Glykemisk indeks (GI) er et mål på en matvares påvirkning på blodsukkerkurven når man spiser en mengde som tilsvarer 50 gram tilgjengelig karbohydrat. GI er et uttrykk for det økte arealet under kurven (IAUC) sammenliknet med IAUC etter inntak av 50 gram glukose eller hvitt brød. Slik blir beregningen:
$$\frac{IAUC \text{ etter } 50 \text{ g tilgjengelig karbohydrat i en matvare}}{IAUC \text{ etter } 50 \text{ g glukose eller hvitt brød}}$$
 (Jenkins et al., 1981). Mat som inneholder lite fiber, men mye sukker og stivelse, har en høy GI (Widmaier et al., 2014).

Oppgaven ønsker å finne svar på om rolig gange før et måltid kan påvirke PPG, og det vil derfor i det følgende presenteres empiri på FA, og effekten av FA på PPG.

2.7 Fysisk aktivitet

2.7.1 Anbefalinger om fysisk aktivitet

FA har vist seg å kunne redusere faren for T2D, fedme og hjerte- og karsykdommer (Henriksson et al., 2009).

FA kan betegnes som ”Enhver kroppslig bevegelse initiert av skjelettmuskulatur som resulterer i en vesentlig økning i energiforbruket utover hvilenivå.” (Henriksson et al., 2009, p. 73). Helsedirektoratet anbefaler i dag alle å være aktive minimum 30 minutter totalt hver dag. Aktiviteten bør ha en intensitet som er minst middels, eksempelvis en rask tur (Henriksson et al., 2009). Den anbefalte aktivitetstiden kan deles opp i flere økter, men hver økt bør ha en varighet på mer enn ti minutter (Haskell et al., 2007). FA kan dempe opplevelsen av stress, og dermed dempe angst og depresjon (Espnes & Smedslund, 2001). Studier har sett en sammenheng mellom FA og utskillelse av endorfiner, kroppens egenproduserte morfinlignende stoff. Dette kan motvirke smerte og angst, og gi en følelse av velvære. Slik kan regelmessig trening bidra til redusert depresjon og smerte (Henriksson et al., 2009).

2.7.2 Lavterskeltrening

Bare 20 % av Norges befolkning oppfyller i dag Helsedirektoratets anbefalinger om daglig FA (Hansen, 2013). For å få befolkningen mer aktiv, har regjeringen utarbeidet ”Handlingsplan for fysisk aktivitet 2005-2009. Sammen for fysisk aktivitet”. Denne handlingsplanen peker på nødvendigheten av å motivere til en aktiv livsstil for å oppnå økt FA i hele befolkningen. Den peker også på behovet for å øke folks kunnskap og forståelse av FA, ved å informere om helseeffekter av FA, og hvor lite som skal til for å oppnå disse

helseeffektene. Lavterskeltrening blir trukket frem som et satsningsområde. Denne treningen skal rettes inn mot den inaktive befolkningsgruppen, og treningen skal være enkel å utføre uten behov for mye utstyr, lokaler, ferdigheter eller kapital (Departementene, 2005).

2.8 Fysisk aktivitet og postprandial glykemi

Videre vil det presenteres tidligere studier som har sett på effekten av FA på PPG.

2.8.1 Fysisk aktivitet like etter inntak av et karbohydratrikt måltid

Flere studier som har sett på FA utført *etter* et måltid, har vist at dette har god effekt på blodsukkerreguleringen.

Høstmark, Ekeland, Beckstrøm og Meen (2006) viste at 30 minutter lett sykling utført etter et karbohydratrikt måltid førte til en redusert glukoseøkning og en reduksjon av toppverdien for glukose. Nygaard, Tomten og Høstmark (2009) gjorde en liknende studie, der det ble sett på gange utført etter måltid. Det ble utført rolig gange med to ulike varigheter på forskjellige dager. En dag gikk deltakerne i 15 minutter, den andre dagen gikk de i 40 minutter. Her viste det signifikant effekt på toppverdi og 2-h IAUC blodglukose den dagen rolig gange i 40 minutter ble gjort. I 2012 gjorde Lunde, Hjellset og Høstmark en liknende studie på 11 pakistanske innvandrerkvinner. Her gikk kvinnene med lav intensitet i 20 minutter og 40 minutter på to ulike dager. Intensiteten var henholdsvis selvrapportert 6-12 ”veldig lett”/”lett” på Borgs skala den første dagen, og 8 ”veldig lett” den andre dagen. Kvinnene hadde god effekt av rolig gange gjort etter inntak av et måltid bestående av cornflakes og lettmelk. I forhold til kontrolldagen uten aktivitet, ble toppverdien og 2-h IAUC for blodglukose redusert begge dager med aktivitet. Verdiene ble mest redusert den dagen kvinnene gikk i 40 minutter (Lunde et al., 2012). Begge de sistnevnte studiene viste at de som hadde størst IAUC på dagen uten aktivitet, kontrolldagen, hadde mest nytte av aktivitet etter måltidet da IAUC ble betydelig redusert. Dette var kun signifikant når aktiviteten varte i 40 minutter (Lunde et al., 2012; Nygaard et al., 2009).

2.8.2 Fysisk aktivitet utført før inntak av karbohydrater

Studier på FA utført *før* et måltid viser sprikende resultater vedrørende effekt på blodsukkerreguleringen.

King et al (1995) undersøkte glukose- og insulinkonsentrasjoner hos moderat trente deltakere, umiddelbart og i dagene etter en fem dagers treningsperiode med økter på 45 minutter med intensiteten $73 \pm 2\%$ av max O_2 -opptak. Deltakerne gikk deretter en uke uten trening. En

OGTT ble utført rett etter siste treningsøkt på dag 5, og deretter på dag 1, 3, 5 og 7 i den treningsfrie uken. Studien viste at treningen gav en økt glukose- og insulinutskillelse umiddelbart etter trening, og IAUC for både glukose- og insulinkonsentrasjon var høyest på denne målingen. Deretter sank den i dagene etter treningsøkten. IAUC for begge konsentrasjoner var signifikant lavest på dag 1 og dag 3 etter siste treningsøkt, og steg igjen på dag 5 og 7. Studien konkluderer derfor med at effekten på insulinfølsomhet og glukosetoleranse av trening varer i opptil tre dager.

Bonen, Ball-Burnett og Russel (1998) gjorde et forsøk der de undersøkte om det var noen umiddelbar effekt på glukose- eller insulinkonsentrasjonen etter 30 minutters sykling gjort før et måltid. De ønsket å se om det var noen forskjell på denne effekten ettersom deltakerne utførte aktiviteten på høy eller lav intensitet, henholdsvis på gjennomsnittlig 83 % HF_{max} og 60% HF_{max} . Studien viste at begge intensitetene førte til en redusert IAUC for glukose, og det var ingen forskjell på effekten av de to intensitetene. Ingen av dagene med sykling førte til noen endret IAUC for insulin. Studien viste imidlertid at glukosesenkningen økte 24 timer etter endt aktivitet sammenliknet med den umiddelbare målingen gjort i 2 timer etter måltidet. Deltakernes fysiske form blir ikke nevnt i artikkelen (Bonen et al., 1998).

Andersen og Høstmark (2007) så i sin studie på effekten av styrketrening på blodglukose og insulinkonsentrasjon målt i to timer etter et karbohydratrikt måltid. Deltakerne, som var godt trente menn, trente ikke de siste tre dagene før kontrolldagen. Det viste seg at styrketrening utført 14 timer før måltidet reduserte toppverdien på glukosekonsentrasjonen, og også reduserte IAUC blodglukose den første timen etter mat. Totalt sett ble ikke den totale IAUC for blodglukose redusert ved styrketrening under den to timer lange målingen. Treningen gav heller ingen effekt på toppverdi eller konsentrasjon av insulin (Andersen & Hostmark, 2007).

Roberts, Desbrow, Grant, Anoopkumar-Dukie og Leveritt (2013) viste i sin studie at sykling i 45 minutter med en aldersjustert intensitet på 60% HF_{max} ikke gav noen effekt på postprandiale mål, verken på insulin- eller glukosekonsentrasjon. Deltakerne drakk da 50 gram glukose etter å ha syklet. Deltakerne var regelmessig fysisk aktive på fritiden.

Short, Pratt, Teague, Dalla Man and Cobelli (2013) gjorde en studie på 12 ungdom i alderen 12-17 år. Deltakerne var til vanlig lite fysisk aktive. I studien var ungdommene aktive i form av lett aerobic på 75 % HR_{max} i 45 minutter enten 17 timer eller 1 time før et måltid. Etter måltidet ble glukose, insulin og c-peptid målt i tre timer. Begge dagene med aktivitet viste seg

å ha en signifikant god effekt på glukosereguleringen i form av redusert IAUC for glukose, insulin og c-peptid. Det var ingen signifikant forskjell i verdiene for glukose eller insulin på de to aktivitetsdagene ettersom om aktiviteten ble utført 17 timer eller en time før måltidet. Konsentrasjonen av c-peptid viste seg imidlertid å være signifikant lavest den dagen aktiviteten ble utført en time i forkant av måltidet (Short et al., 2013).

2.9 Valg av intervensjon

I studien til Hjellset et al (2009) oppgav 36 % av de pakistanske innvandrerkvinnene å ha symptomer på angst. I tillegg hadde 90 % av deltakerne en forøket risiko for å utvikle T2D. Immigrasjon og lav sosioøkonomisk status har vist seg å være predisponerende faktorer for stress. Langvarig stress kan føre til utvikling av T2D og angst (McEwen & Gianaros, 2011). Både sosial kognitiv teori og CATS trekker frem nødvendigheten av å ha tro på egen mestring når man konfronteres med utfordringer og stressende påkjenninger (Bandura, 1997; Ursin & Eriksen, 2004). En studie på pakistanske innvandrere har vist at liten tid og manglende kunnskap og erfaring med å være fysisk aktiv, samt kunnskap om helsefordeler ved FA trekkes frem som begrunnelser for en inaktiv livsstil (Andersen et al., 2012). Veien mot en aktiv og sunn livsstil kan virke umulig og håpløs dersom man ikke vet hvordan man skal starte denne prosessen, og tanken på trening kan bli en stressfaktor i seg selv dersom man har en manglende, eller dårlig erfaring og lav mestringsforventning til FA.

Tidligere studier har sett at FA kan ha en god effekt på blodsukkerreguleringen. De pakistanske innvandrerkvinnene har vist seg å gå mye hver dag, men med en svært lav intensitet (Hjellset et al., 2009). Vi vet at en rolig rusletur *etter* et karbohydratrikt måltid gir god effekt på PPG (Lunde et al., 2012; Nygaard et al., 2009), og slik blant annet kan forebygge T2D (Ceriello et al., 2006). Så vidt vi vet er det ikke gjort noen studier som undersøker den umiddelbare effekten av en kort og lavintensiv gåtur gjort umiddelbart *før* et måltid. I denne masteroppgaven var derfor målet å undersøke om det gir noen helseeffekter på PPG hos innvandrerkvinner fra Pakistan, når de går en 20 minutters rolig rusletur innendørs før inntak av et energirikt måltid. Det var også et mål å se om intensiteten på en slik lavterskelaktivitet kan ha noen betydning for effekten på PPG, i og med at innvandrerkvinnene har vist seg å gå med en svært lav intensitet (Hjellset et al., 2009). Gange i 20 minutter er en aktivitetsform som er mulig å mestre for de fleste, uavhengig av fysisk form, ferdigheter eller tidsklemma. Ved å velge en lav intensitet skal aktiviteten kunne sammenliknes med lett innendørs husarbeid. Deltakerne fikk selv følge med på egen blodsukkerkurve underveis i forsøket, der verdier ble registrert inn i et skjema. En slik direkte

tilbakemelding kan bidra til en positiv erfaring og kunnskap om påvirkningen FA har på PPG, som i sin tur kan bidra til at individene utvikler en egen mestringsstrategi for å holde et stabilt blodsukker.

3. Problemstilling

På bakgrunn av det overnevnte, blir hovedproblemstillingen som følger:

Kan lett fysisk aktivitet i form av gange før et karbohydratrikt måltid påvirke postprandial glykemi hos en gruppe pakistanske innvandrerkvinner?

Med underproblemstillingen:

Vil forskjellig intensitet på aktiviteten føre til forskjellig effekt på postprandial glykemi?

4. Sammendrag av artikkel

Studien ønsket å se om FA i form av rolig gange utført før et karbohydratrikt måltid påvirker PPG hos innvandrerkvinner fra Pakistan. Det var også ønskelig å se om ulik intensitet på slik gange kan gi forskjellig effekt på PPG. Derfor gikk deltakerne en dag på flatt underlag og en dag i trapp. Tidligere forskning tyder på at FA utført etter et måltid gir god effekt på PPG (Hostmark et al., 2006; Lunde et al., 2012; Nygaard et al., 2009).

Metode

Prosjektet er godkjent av REK, region sør-øst (se vedlegg 1), og ble gjennomført i henhold til Helsinkideklarasjonen. Informert samtykke ble underskrevet i forkant av eksperimentet (se vedlegg 2).

Til studien ble det rekruttert 12 innvandrerkvinner fra Pakistan. De hadde alle deltatt i studien InnvaDiab (Hjellset et al., 2009; Lunde et al., 2012), og hadde derfor en positiv erfaring med FA utført etter et måltid. 11 av de 12 kvinnene gjennomførte alle de tre intervensjonsdagene. Eksklusjonskriteriene var: graviditet, hjertesykdom, diagnostisert diabetes eller utøving av idrett på høyt nivå. Studien er et overkrysningsstudie, der deltakerne er sine egne kontroller. Kvinnene kom i alt tre dager:

Dag 1 (Day_{control}): spørsmålsark vedrørende aktivitet og kosthold ble fylt ut (se vedlegg 4, 5 og 6) og deltakernes høyde og vekt ble målt. Deretter ble en venøs blodprøve tatt av bioingeniør for måling av insulin og c-peptid, før deltakeren satte seg rundt et bord. Her ble gjennomsnittlig blodsukker målt ved fingerstikk, før deltakeren spiste 48 g cornflakes og 2 dl lettmeik på ti minutter. Deretter ble blodsukkeret målt hvert 15. minutt i to timer, hvorav målingen på tiden 0 og 120 minutter er et gjennomsnitt av tre målinger. Dagens eksperiment ble avsluttet med en ny venøs blodprøve.

Dag 2 (Day_{light}): Lik prosedyre som Day_{control}, men denne dagen ruslet deltakerne rolig ($50,7 \pm 1,5$ % av maksimal hjerterefrekvens (HF_{max}), tilsvarende ”veldig lett” på Borgs skala ($8,5 \pm 0,48$)) inne i lokalet i 20 minutter. Puls ble registrert med en pulsklokke og selvrappert Borg RPE (Borg, 1974) (se vedlegg 3).

Dag 3 (Day_{hard}): Lik prosedyre som Day_{light}, men deltakerne gikk i trapp i stedet for på flatt underlag slik at intensiteten økte ($71,0 \pm 2,6$ % av HF_{max} , “anstrengende” på Borgs skala ($15,6$

$\pm 0,55$)). Det henvises til artikkel av Sveen, Høstmark og Hjellset (Under utarbeidelse) for figur av forskningsprotokoll.

Analyser

For å finne glukosebelastning i de to timene etter mat, ble utregning av IAUC glukose gjort ved trapesmetoden. PV glukose og time to reach PV (TTP) glukose ble funnet ved å beregne den gjennomsnittlige glukosekonsentrasjonen på hvert måletidspunkt. Analysene ble gjort med IBM SPSS Statistics for Mac OS, versjon 22. Testene Kolmogorov-Smirnov og Shapiro-Wilk testet for normalitet før analysene ble gjort. Enveis variansanalyse, ANOVA, for repeterte målinger med signifikansnivå, $P=0,05$, ble benyttet for å se etter forskjeller mellom de tre dagenes IAUC glukose, PV, TTP i de to timene etter måltidet, samt konsentrasjon av insulin- og c-peptid på tiden 120 minutter. Eventuelle forskjeller skulle deretter bli analysert ved parett t-test.

Resultat

Det var ingen signifikant forskjell mellom de tre dagenes IAUC glukose, PV glukose eller TTP glukose i løpet av de to timene etter måltidet. Se figur 3 i artikkel av Sveen et al (2015). Heller ikke insulinkonsentrasjon eller c-peptidkonsentrasjon målt to timer etter mat viste seg forskjellig på de tre dagene. Det ble derfor ikke observert noen effekt på PPG når lett FA, i form av gange, ble gjort før et karbohydratrikt måltid. Det ble ikke observert noen forskjell på PPG mellom de to dagene med ulik intensitet ($50,7 \pm 1,5$ % av HF_{\max} og $71,0 \pm 2,6$ % av HF_{\max}).

Diskusjon

Denne studien tyder på at lett FA i form av gange med en intensitet på 50% eller 70% av HF_{\max} før et karbohydratrikt måltid ikke gir noen effekt på PPG. Tidligere studier viser sprikende resultater vedrørende effekt på PPG ved FA utført før et måltid.

Denne masteroppgavens resultater samsvarer med det Roberts et al (2013) fant, der det ikke ble observert noen forskjell på insulin- eller glukosekonsentrasjonen ved FA før måltid. Svarene strider for øvrig imot studiene av Bonen et al (1998) og Short et al (2013) som begge fant at FA reduserte IAUC glukose. King et al (1995) observerte derimot en økning i IAUC glukose ved FA utført umiddelbart før et måltid.

En reduksjon av PPG ved FA kan skyldes en økt rekruttering av Glut-4 til cellemembranen, og dermed økt glukoseopptak til cellene (Douen et al., 1990). En økning av PPG kan skyldes en økt sekresjon av katekolaminer, deriblant adrenalin. Dette kan øke glukosekonsentrasjonen gjennom stimulering av glukagon og dermed økt glykogenolyse og glukoneogenese i leveren, samt lipolyse i fettvevet (Kjaer et al., 1990).

En kan ikke se bort ifra at intensiteten på aktiviteten kan ha hatt avgjørende betydning for resultatet i denne studien, der ingen forskjell i PPG mellom Day_{light} og Day_{hard} ble observert. Studier som har sett en økt PPG ved FA utført umiddelbart før et måltid har hatt en aktivitetsintensitet på ≥ 78 % av HF_{max} (King et al., 1995; Marliss & Vranic, 2002), mens det i denne studien kun ble gått med en intensitet på 71 % HF_{max}.

Konklusjon

Lett FA i form av gange *før* et karbohydratrikt måltid, ser ikke ut til å påvirke PPG slik som gange utført *etter* et karbohydratrikt måltid har vist seg å kunne gjøre i tidligere studier.

5. Diskusjon

Denne masteroppgaven ønsket å undersøke om lavterskelaktivitet i form av 20 minutters rolig gange utført rett før et karbohydratrikt måltid kan påvirke PPG hos en gruppe pakistanske innvandrerkvinner. Ingen signifikant forskjell mellom de ulike dagenes PV, TTP eller IAUC for glukose ble funnet. Heller ikke konsentrasjon av insulin- eller c-peptidkonsentrasjon på tiden 120 minutter viste seg forskjellig mellom de tre dagene. Resultatene i denne studien kan derfor tyde på at lett FA før et måltid ikke påvirker PPG.

I denne studien var deltakerne utrente, og hadde en gjennomsnittlig BMI på 30. Det er derfor uvisst hvordan effekten vil være på godt trente individer. Tidligere studier viser sprikende resultater på dette. De moderat trente deltakerne i King et al (1995) sitt studie viste seg å øke den umiddelbare IAUC glukose og insulin i etterkant av treningsøkten. Andersen og Høstmark (2007) viste i sin studie at godt trente menn reduserte toppverdien på glukose ved å trene styrke 14 timer før et måltid, imidlertid ble ikke den totale IAUC blodglukose påvirket av treningen. Roberts et al (2013) så ingen effekt på den totale glukosekonsentrasjonen i de to timene etter et måltid, når deltakerne først hadde syklet i 45 minutter. Studiene tar for seg forskjellig form for trening og har deltakere med varierende fysisk form. Det er derfor uvisst om effekten av FA på PPG vil endre seg ettersom deltakernes fysiske form.

For en mer utførlig diskusjon rundt resultatene, henvises det til artikkelen av Sveen et al (Under utarbeidelse). I det følgende kommer en utfyllende diskusjon til artikkelen, der fokuset vil være på folkehelserelevansen for oppgaven, samt en mer utdypende metodediskusjon.

5.1 Hvordan kan dette resultatet forebygge type 2 diabetes hos innvandrerkvinnene?

Tidligere forskning viser at rolig FA etter et måltid gir helsemessige fordeler på PPG og derfor kan virke forebyggende mot T2D (Hostmark et al., 2006; Lunde et al., 2012; Nygaard et al., 2009). Tidligere studier viser også at effekten av FA på PPG varer i opptil tre dager (Andersen & Hostmark, 2007; Bonen et al., 1998; King et al., 1995; Short et al., 2013). 20 minutters gange umiddelbart før et måltid antydte i denne studien å ikke gi noen helsemessige fordeler på PPG. Dette svaret er et bidrag til kunnskapen om fysisk aktivitets påvirkning på PPG, og hvordan vi best mulig skal kunne utnytte denne effekten i forbindelse med valg av tidspunkt for aktivitet.

Pakistanske innvandrerkvinner har vist seg å gå mye hver dag (Hjellset et al., 2009). Dermed kan helserådet om å fortsette med slik regelmessig FA, men helst å legge turen til etter måltider, være motiverende helseinformasjon å gi. Ved at denne befolkningsgruppen får en bekreftelse på at det de allerede gjør er et helsemessig riktig tiltak i forebyggingen av T2D, kan deres tro på egne evner til gjennomføring av helserådet om lett FA etter et måltid utvikles. Bandura (1997) peker på at denne troen på egne evner, self-efficacy, er sentral for gjennomføring av en atferdsendring. Kanskje kan dette være med på å redusere stress i denne gruppen, når kvinnene nå vet at de mestrer et helsemessig riktig tiltak i forebyggingen av T2D. I følge sammenhengen mellom volum på hippocampus og amygdala beskrevet i teorien om hjernens utvikling, kan en reduksjon av dette stresset i seg selv redusere faren for utvikling av både T2D og depresjon (McEwen & Gianaros, 2011). Stress fører til utskillelse av kortisol som vil øke blodsukkerkonsentrasjonen. Redusert stress kan dermed føre til en redusert blodsukkerkonsentrasjon, og dermed redusere faren for utvikling av T2D. Dessuten kan regelmessig FA, i tillegg til å påvirke PPG, også virke positivt inn på depresjon ved at dopamin utløses (Henriksson et al., 2009), stress dempes og størrelsen på hippocampus øker (McEwen & Gianaros, 2011).

Regjeringens handlingsplan for økt FA i befolkningen peker på nødvendigheten av å øke folks kunnskap om helsefordelene knyttet til FA, samt motivere for en aktiv livsstil (Departementene, 2005). Intervensjonen brukt i denne masteroppgaven, der deltakerne får en konkret tilbakemelding på det de gjør, kan være en god måte å formidle kunnskap om helsefordelene ved FA på. Deltakerne fikk selv erfare hvordan aktiviteten påvirket egen blodsukkerkurve underveis i forsøket, der blodsukkerverdiene ble ført direkte inn i kurven. Det var ønskelig at informasjonen slik skulle bli lett forståelig for kvinnene. Bandura (1997) peker på individets forståelse av kunnskap som en nødvendig faktor for atferdsendring. I denne studien viste det seg at rusleturen *før* måltidet ikke førte til noen effekt på PPG. Alle deltakerne hadde imidlertid deltatt i en tidligere studie der de hadde sett god effekt på egen blodsukkerkurve ved gange på lav intensitet *etter* et karbohydratrikt måltid (Lunde et al., 2012; Telle-Hjellset et al., 2012). Ved deltakelse i slike forsøk, der deltakerne får se og erfare hvordan de selv kan redusere PPG etter et måltid, kan en positiv responsforventning utvikles. I følge CATS (Ursin & Eriksen, 2004) vil dette kunne redusere stress.

5.2 Diskusjon av metode

5.2.1 Design

Dette var en overkrysningsstudie. Deltakerne deltok i alt tre dager, hvorav en dag fungerte som kontrolldag. Fordelen med overkrysningsstudier er at man kan ha færre deltakere da hver deltaker er sin egen kontroll (Laake, 2007).

I denne studien var det også et ønske om at deltakerne skulle lære hvordan FA påvirket egen PPG, for slik å kunne utvikle egne mestringsstrategier. Derfor ble overkrysningsdesignet benyttet, der deltakerne selv fikk se hvordan de ulike dages intervensjon påvirket egen blodsukkerkurve ved å føre blodsukkermålingene direkte inn i en graf.

Deltakerne er innvandrerkvinner fra Pakistan. Disse ble valgt, da de har vist seg å ha en økt risiko for å utvikle T2D (Hjellset et al., 2009). Alle deltakerne hadde tidligere deltatt i en studie der de så på den positive effekten på PPG når rolig gange ble utført etter et karbohydratrikt måltid (Lunde et al., 2012; Telle-Hjellset et al., 2012), og hadde derfor kunnskap om egen blodsukkerregulering. I og med at kvinnene har vist seg å gå ca 10 000 skritt per dag, men da med en svært lav intensitet (Hjellset et al., 2009), var det nå ønskelig å se om også en rolig rusletur før måltidet ville gi den samme positive effekten på PPG.

Det ble valgt 12 deltakere, da dette var økonomisk og tidsmessig gjennomførbart. Antallet ble også valgt på bakgrunn av den overnevnte studien av Lunde et al (2012) der 11 pakistanske innvandrerkvinner deltok i studien.

Fordi analfabetisme og varierende norskkunnskaper har vist seg å være utbredt blant pakistanske innvandrerkvinner (Telle-Hjellset et al., 2012), ble deltakerne rekruttert gjennom telefonsamtaler av en forskningsassistent som snakket urdu og punjabi.

5.2.3 Validitet

En valid studie måler det den har til hensikt å måle (Laake, 2007). Det vil her trekkes frem mulige faktorer som kan styrke eller svekke denne studiens validitet.

Når man gjennomfører en overkrysningsstudie er det viktig å være bevisst på muligheten for carry-over-effects. Dette er når et eksperiment har en langtidsvirkende påvirkning på individet, og slik også vil kunne påvirke de neste eksperimentenes resultater (Laake, 2007). Tidligere studier har vist at FA kan ha en positiv påvirkning på PPG, og at denne effekten kan vare i opptil tre døgn (King et al., 1995). For å unngå en carry-over-effect er det derfor

minimum en uke mellom hver intervensjonsdag i denne studien. Denne uken blir betegnet som en såkalt "wash-out-periode" (Laake, 2007). I denne studien trente ikke deltakerne på høy intensitet, men gikk en tur på 20 minutter, og en kan tenke seg at de har et liknende aktivitetsnivå også andre dager i løpet av uken. I og med at all aktivitet gjort utenom eksperimentdagene også kan innvirke på resultatet, ble det derfor valgt å legge hver eksperimentdag til samme ukedag. Deltakerne ble bedt om å ha et så likt aktivitets- og spisemønster som mulig i dagene i forkant av hver intervensjonsdag. Med dette kan man håpe at hver av dagene har et nogen lunde likt utgangspunkt.

Denne oppgaven ønsket å finne ut om FA før et måltid ville redusere PPG, og derfor er kalkuleringen for glukosekonsentrasjon viktig å trekke frem. Det var ønskelig å se om aktiviteten reduserte glukosetopper eller glukosebelastningen over tid. Utrekning av IAUC gir oss glukosebelastningen med hensyn på tid. Denne metoden gir ikke detaljert informasjon om glukoseforløpet, men viser en samlet glukosebelastning for hele perioden. En graf som har flere høye topper vil derfor kunne gi samme svar som en graf som har en jevn høy glukosekonsentrasjon i to timer. Dermed blir ikke glukosetoppene vist ved IAUC. For å finne eventuelle slike stigninger på kurven vil en beskrivelse av kurveforløpet være mer hensiktsmessig. I oppgaven ble det derfor sett på IAUC så vel som på høyeste glukosekonsentrasjon (PV), og tiden det tok å nå denne konsentrasjonen (TTP). Slik fikk man en indikasjon på forandringer i kurven. Tidligere liknende studier har også sett på disse utfallsmålene. Disse studiene har konkludert med å anbefale FA etter et måltid for å redusere PPG (Lunde et al., 2012; Nygaard et al., 2009). For å undersøke om FA gjort før et måltid har samme effekt, ble det derfor benyttet samme målemetoder.

Aktivitetens intensitet ble målt ved å bruke pulsklokker og Borg. Deltakernes HF_{max} ble regnet ut etter formelen $211 - (0,64 * \text{alder})$. En studie gjort av Nes, Janszky, Wisløff, Støylen og Karlsen (2013) sammenliknet ulike regnemetoder på HR_{max} , og viste at $211 - (0,64 * \text{alder})$ gav det mest nøyaktige svaret. Utrekningsmetoden gir imidlertid ikke et like nøyaktig svar som det en maks belastningstest gjør (Nes et al., 2013). Dersom en slik belastningstest skulle blitt gjennomført måtte deltakerne ha kommet en ekstra dag. Fordi dette var et frivillig prosjekt, der ingen av deltakerne fikk noen godtgjørelse for deltakelse, samt vansker med å rekruttere nok forsøkspersoner, ble det derfor besluttet å bruke en estimert maks puls for å spare deltakernes tid. I tillegg til pulsklokkene ble også Borg RPE (Borg, 1974) benyttet. Denne skalaen er en subjektiv opplevelse av anstrengelse. Skalaen ble forklart på

kontrolldagen. I tillegg snakket en av forskningsassistentene punjabi/urdu, og tolket derfor underveis. Det vil imidlertid alltid være en måleusikkerhet knyttet til om alle har forstått skalaen. Under aktiviteten var det samme forskningsassistent som gjennomførte Borg. Denne testpersonen gikk sammen med deltakerne under hele aktiviteten, og fikk slik et inntrykk av hvor alle befant seg på skalaen i tillegg til å spørre underveis. Slik kunne farten justeres underveis i forsøket for å oppnå ønsket intensitet. Da den gjennomsnittlige pulsen ble beregnet i ettertid, viste dette seg å stemme overens med oppgitt Borg. Kombinasjonen av pulsklokke og Borg oppfattes derfor som en valid målemetode av intensitetsnivå i denne studien.

I denne studien er personer med diagnosen diabetes utelatt. Det samme er personer som driver med idrett på høyt nivå. Dette fordi studien ønsket å finne svar på om lavterskeltrening for pakistanske innvandrerkvinner uten toppidrettsbakgrunn påvirker PPG. Opprinnelig var det også ønskelig å utelate personer som gikk på medisiner, da dette kan tenkes å påvirke resultatene. På grunn av vansker med rekruttering av tilstrekkelig antall deltakere ble imidlertid ikke dette mulig å gjennomføre, og tre av deltakerne bruker derfor medisiner mot høyt blodtrykk, betablokkere. Disse kan senke blodglukosenivået med den hemmende effekten de har på adrenalin. Det er benyttet intention to treat-analyser, der alle deltakere er med i beregningene. Som en kontroll er det derfor foretatt analyser både med og uten deltakerne som gikk på medisiner. De kontrollerende analysene viste ingen endringer i svarene. Alle deltakere ble bedt om å informere forskningsansvarlig om eventuelle medikamentelle endringer underveis i perioden, i tilfelle dette kunne være med på å påvirke resultatene. Ingen deltakere oppgav å ha gjort noen slike endringer.

En av deltakerne hadde et urolig barn på fanget under hvileperioden på dag 2. Det kan derfor tenkes at dette kan ha påvirket PPG den dagen. Det ble derfor også foretatt en kontrollerende analyse uten denne deltakeren. Heller ikke denne analysen gav noe endret resultat. Fire av deltakerne måtte av ulike grunner delta på en oppsamlingsdag en måned etter de andre deltakerne. For disse ble det også foretatt en kontrollanalyse, uten at svaret endret seg.

Dette er en intention to treat-analyse, der man etterstreber å ha med alle deltakerne i analysene (Laake, 2007). Derfor er deltakere som gikk på medikamenter, deltok på oppsamlingsdagen eller hadde et urolig barn på fanget under hvileperioden etter mat, inkludert i analysene. ID₆ er også inkludert, selv om hun måtte gå før siste glukosemåling på Day_{hard}. Dette er løst ved en "last observation carried forward" teknikk, der siste måling registrert på tiden 105 minutter

legges inn som den manglende målingen på tiden 120 minutter. Det er kontrollert for intention to treat-prinsippet, uten at dette gav noe forskjellig svar. ID₁₂ deltok på to av tre dager. Hun er derfor ekskludert fra ANOVA analysene alle dager. Laake (2007) påpeker at en slik ekskludering av deltakere kan gi skjevhet i svarene, da frafallet fra studien kan skyldes en effekt av behandlingen. I denne studien regnes det ikke som sannsynlig at frafallet skyldes en effekt av FA på blodsukkeret, og det er derfor valgt å ekskludere ID₁₂.

Denne studiens validitet er avhengig av at deltakerne oppgav korrekt informasjon vedrørende matinntak og FA for de siste 12 timer før forsøket, og ikke bare svarte det som var forventet ut ifra oppfordringen om 12 timers faste. Slik sett er det vanskelig å kunne være sikker på at svarene gir det riktige bildet på sannheten. Alle deltakere svarte på spørsmål om matinntak og FA forut for hver forsøksdag, og dette er eneste data som finnes. For å gjøre forsøket mer valid kunne man ha hatt alle 12 deltakerne overnattende på et felles sted der forsøket foregikk. Grunnet begrensede midler og også at deltakerne stilte opp på forsøket frivillig, var ikke dette aktuelt i denne studien.

Deltakelse i denne studien var frivillig, men krevde at man møtte opp i alt tre formiddager. Dette kan ha ført til utvalgsskjevhet (Laake, 2007) da det dermed var kvinner som hadde mulighet til dette på dagtid som deltok. Det kan derfor være en sjanse for at kvinnene i denne studien er hjemmeværende. Det viser seg at lav sosioøkonomisk status henger sammen med økt sjanse for inaktivitet, opplevelse av stress og livsstilssykdommer som T2D (Hjellset et al., 2009; Lindstrom & Sundquist, 2001; Ursin & Eriksen, 2004). Dermed kan det ha ført til at kvinner som i utgangspunktet er mer i faresonen for utvikling av diabetes er de som er med i denne studien. På kontrolldagen ligger alle deltakerne innenfor det International Diabetes Federation (IDF) betegner som normalt fastende blodglukoseverdier, under 5,6 mmol/l (IDF, 2013). To timer etter måltidet ligger imidlertid en av deltakerne på 8,2 mmol/l. Dette er over den normale verdien, som oppgis å være 7,8 mmol/l (IDF, 2013). Spørsmålet om hvorvidt denne studien kan generaliseres er derfor usikker. Det ble ikke kartlagt utdanningsnivå eller arbeidssituasjon i studien. Denne masteroppgaven ønsket imidlertid å ha pakistanske innvandrerkvinner som deltakere, og også å benytte deltakere som tidligere hadde deltatt i InnvaDiab studien (Lunde et al., 2012; Telle-Hjellset et al., 2012). Alle deltakerne har tidligere vært med i den overnevnte studien, og dette kan være med på å styrke validiteten ved denne masteroppgaven. Et lite utvalg på 12 deltakere er imidlertid med på å svekke denne studiens generaliserbarhet, da studien blir sårbar for konfunderende faktorer.

5.3.3 Reliabilitet

Et reliabelt forsøk er etterprøvbart, der gjentatte målinger gir samme svar (Laake, 2007).

Denne oppgaven har benyttet flere måleinstrumenter under forsøksdagene. Det kan derfor stilles spørsmål til om disse målte likt fra gang til gang. For å kontrollere for dette ble alle blodsuktermålere og pulsklokker testet på forhånd. Hver deltaker benyttet samme pulsklokke og blodsuktermåler gjennom alle tre intervensjonsdager. Allikevel sluttet en av deltakernes pulsklokke å virke begge dager med FA. Det ble benyttet Borgs anstrengesskala (Borg, 1974) i tillegg til pulsklokkene, så den aktuelle deltakerens intensitet ble registrert med denne skalaen.

Da ikke alle deltakere behersket norsk, fikk mange hjelp av en urdu/punjabisnakkende forskningsassistent til utfylling av spørreskjemaet. Bruk av assistenten kan dermed ha påvirket deltakernes svar.

6. Sluttord

Denne masteroppgaven tyder på at 20 minutters lett til moderat FA i form av gange utført rett før et måltid ikke påvirker den umiddelbare PPG. Likevel er det rimelig å anta at også denne typen aktivitet vil ha andre positive helsevirkninger. Vi vet at FA har flere andre helsemessige fordeler, slik som redusert opplevelse av stress, og økt utskillelse av endorfiner. Denne studien viser at lett FA før et måltid ikke har noen negative effekter på PPG, og kan ikke brukes til å fraråde noen å gjøre lett FA før måltidet. Tidligere studier viser dessuten at effekten av trening på PPG varer i opptil tre dager (King et al., 1995). Det er derfor ønskelig å fremheve budskapet om at all FA er positiv, og deretter minne om Helsedirektoratets anbefalinger om 30 minutters daglig FA.

Metoden brukt i dette forsøket gav deltakerne en umiddelbar tilbakemelding på hvordan lett FA påvirker deres blodsukkerstigning, der de selv var med på registreringen av blodsukkerkurven. Informasjon om blodsukkerregulering ble gitt underveis i forsøket. Deltakerne hadde tidligere vært med på tilsvarende forsøk der de gikk *etter* måltidet. En kombinasjon av disse faktorene kan føre til at deltakerne nå utvikler en positiv mestringsopplevelse og egen strategi knyttet til FA og PPG. Denne intervensjonen krever lite ressurser. Den kan derfor være et godt verktøy for frisklivssentraler som arbeider med endring av atferd hos mennesker i faresonen for T2D.

Med denne oppgaven var det ønskelig å se om en 20 minutters gåtur før et måltid kan virke forebyggende for T2D hos innvandrerkvinner fra Pakistan. Denne livsstilssykdommen utgjør i dag en stor helseutfordring både globalt og nasjonalt, og det er anslått at antall sykdomstilfeller vil øke (Whiting et al., 2011). Det er altså ikke bare i innvandrergruppen sykdomsforekomsten øker, og forebyggende tiltak som kan bremse sykdomsutviklingen i hele befolkningen er derfor nødvendig (Helse- og omsorgsdepartementet, 2013c).

6.2 Veien videre

Denne masteroppgaven har tatt for seg fysisk aktivitets innvirkning på blodsukkerkonsentrasjonen. Den har derfor ikke fokusert på mat, og hvordan ulike matvaretyper påvirker kroppen vår på forskjellig måte. Innledningsvis ble GI omtalt, og hvordan matvarer med en høy GI fører til en høyere PPG enn det en matvare med lav GI gjør. Cornflakesen som ble brukt i dette forsøket har høy GI, og er derfor ikke å anbefale dersom en ønsker et kosthold som gir et stabilt blodsukker, altså unngå høy PPG. Det kunne derfor vært interessant med flere intervensjonsdager, der matvarer med lav GI også ble benyttet. Slik får deltakerne selv erfare hvordan kostholdet påvirker blodsukkeret. På grunn av oppgavens begrensede omfang og midler var dessverre ikke dette mulig å gjennomføre.

Det var få deltakere i denne studien, og den kan derfor bare regnes inn som et lite bidrag i forskningen på fysisk aktivitets påvirkning på PPG. Det er imidlertid sprikende resultater i forskningen som finnes, og det er derfor nødvendig med videre forskning på dette området. Det ville være interessant å se hva slags resultater man kommer frem til ved å ha et standardisert kosthold og aktivitetsnivå på deltakerne under perioden. Også strengere inklusjonskriterier vedrørende medikamenter og aldersgruppe kunne være av interesse å se på. Dessuten kan det være av interesse å studere effekten på PPG ved varierende intensitet og varighet når FA utføres både før og etter et karbohydratrikt måltid.

Kilder

- Andersen, E., & Hostmark, A. T. (2007). Effect of a single bout of resistance exercise on postprandial glucose and insulin response the next day in healthy, strength-trained men. *J Strength Cond Res*, *21*(2), 487-491. doi: 10.1519/r-20105.1
- Andersen, E., Hostmark, A. T., & Anderssen, S. A. (2012). Effect of a physical activity intervention on the metabolic syndrome in Pakistani immigrant men: a randomized controlled trial. *J Immigr Minor Health*, *14*(5), 738-746. doi: 10.1007/s10903-012-9586-6
- Andersen, E., Hostmark, A. T., Holme, I., & Anderssen, S. A. (2013). Intervention effects on physical activity and insulin levels in men of Pakistani origin living in Oslo: a randomised controlled trial. *J Immigr Minor Health*, *15*(1), 101-110. doi: 10.1007/s10903-012-9686-3
- Babakus, W. S., & Thompson, J. L. (2012). Physical activity among South Asian women: a systematic, mixed-methods review. *Int J Behav Nutr Phys Act*, *9*, 150. doi: 10.1186/1479-5868-9-150
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy : the exercise of control*. New York: Freeman.
- Biscetti, F., Pitocco, D., Straface, G., Zaccardi, F., de Cristofaro, R., Rizzo, P., . . . Flex, A. (2011). Glycaemic variability affects ischaemia-induced angiogenesis in diabetic mice. *Clin Sci (Lond)*, *121*(12), 555-564. doi: 10.1042/cs20110043
- Bonen, A., Ball-Burnett, M., & Russel, C. (1998). Glucose tolerance is improved after low- and high-intensity exercise in middle-age men and women. *Can J Appl Physiol*, *23*(6), 583-593. Retrieved from: [http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Bonen%2C+A.%2C+Ball-Burnett%2C+M.%2C+%26+Russel%2C+C.+\(1998\).+Glucose+tolerance+is+improved+after+low-+and+high-intensity+exercise+in+middle-age+men+and+women](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Bonen%2C+A.%2C+Ball-Burnett%2C+M.%2C+%26+Russel%2C+C.+(1998).+Glucose+tolerance+is+improved+after+low-+and+high-intensity+exercise+in+middle-age+men+and+women)
- Borg, G. A. (1974). Perceived exertion. *Exerc Sport Sci Rev*, *2*, 131-153. Retrieved from: [http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Borg%2C+G.+A.+\(1974\).+Perceived+exertion.+Exerc+Sport+Sci+Rev%2C+2%2C+131-153.](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Borg%2C+G.+A.+(1974).+Perceived+exertion.+Exerc+Sport+Sci+Rev%2C+2%2C+131-153.)
- Brattenborg, S., & Engebretsen, B. (2001). *Innføring i kroppsøvningsdidaktikk*. Kristiansand: Høyskoleforl.
- Cavalot, F., Petrelli, A., Traversa, M., Bonomo, K., Fiora, E., Conti, M., . . . Trovati, M. (2006). Postprandial blood glucose is a stronger predictor of cardiovascular events than fasting blood glucose in type 2 diabetes mellitus, particularly in women: lessons from the San Luigi Gonzaga Diabetes Study. *J Clin Endocrinol Metab*, *91*(3), 813-819. doi: 10.1210/jc.2005-1005
- Ceriello, A. (2005). Postprandial hyperglycemia and diabetes complications: is it time to treat? *Diabetes*, *54*(1), 1-7. Retrieved from: [http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Ceriello%2C+A.+\(2005\).+Postprandial+hyperglycemia+and+diabetes+complications%3A+is+it+time+to+treat%3F+Diabetes%2C+54\(1\)%2C+1-7.](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Ceriello%2C+A.+(2005).+Postprandial+hyperglycemia+and+diabetes+complications%3A+is+it+time+to+treat%3F+Diabetes%2C+54(1)%2C+1-7.)
- Ceriello, A., Bortolotti, N., Motz, E., Pieri, C., Marra, M., Tonutti, L., . . . Taboga, C. (1999). Meal-induced oxidative stress and low-density lipoprotein oxidation in diabetes: the possible role of hyperglycemia. *Metabolism*, *48*(12), 1503-1508. Retrieved from: [http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Meal-induced+oxidative+stress+and+low-density+lipoprotein+oxidation+in+diabetes%3A+the+possible+role+of+hyperglycemia.+Metabolism%2C+48\(12\)%2C+1503-1508.](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Meal-induced+oxidative+stress+and+low-density+lipoprotein+oxidation+in+diabetes%3A+the+possible+role+of+hyperglycemia.+Metabolism%2C+48(12)%2C+1503-1508.)

- Ceriello, A., Davidson, J., Hanefeld, M., Leiter, L., Monnier, L., Owens, D., . . . Tuomilehto, J. (2006). Postprandial hyperglycaemia and cardiovascular complications of diabetes: an update. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 16(7), 453-456. doi: 10.1016/j.numecd.2006.05.006
- Conn, J. (1940). Interpretation of the glucose tolerance test. The necessity of a standard preparatory diet. *Am J Med Sci.*, 199, 555-564.
- Corcoran, N. (2013). *Communicating health: strategies for health promotion* (2nd ed. ed.). Los Angeles: Sage.
- DECODE Study Group, t. E. D. E. G. (2001). Glucose tolerance and cardiovascular mortality: comparison of fasting and 2-hour diagnostic criteria. *Arch Intern Med*, 161(3), 397-405. doi: 10.1001/archinte.161.3.397
- Departementene. (2005). Handlingsplan for fysisk aktivitet 2005-2009: Sammen for fysisk aktivitet. from https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/kilde/hod/pla/2004/0001/ddd/pdfv/231922-fa-handlingsplan_2005-2009.pdf
- Douen, A. G., Ramlal, T., Rastogi, S., Bilan, P. J., Cartee, G. D., Vranic, M., . . . Klip, A. (1990). Exercise induces recruitment of the "insulin-responsive glucose transporter". Evidence for distinct intracellular insulin- and exercise-recruitable transporter pools in skeletal muscle. *J Biol Chem*, 265(23), 13427-13430. Retrieved from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Exercise+induces+recruitment+of+the+%22insulin-responsive+glucose+transporter%22.+Evidence+for+distinct+intracellular+insulin+and+exercise-recruitable+transporter+pools+in+skeletal+muscle>.
- Espnes, G. A., & Smedslund, G. (2001). *Helsepsykologi*. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Folkehelseoven. (2011). *Lov om folkehelsearbeid*. Retrieved from <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2011-06-24-29>.
- Frontoni, S., Di Bartolo, P., Avogaro, A., Bosi, E., Paolisso, G., & Ceriello, A. (2013). Glucose variability: An emerging target for the treatment of diabetes mellitus. *Diabetes Res Clin Pract*, 102(2), 86-95. doi: 10.1016/j.diabres.2013.09.007
- Fugelli, P., & Ingstad, B. (2001). Helse på norsk : god helse slik folk ser det. *Tidsskrift for Den norske legeforening*, 30. Retrieved from: <http://tidsskriftet.no/article/463825>
- Ginter, E., & Simko, V. (2012). Type 2 Diabetes Mellitus, Pandemic In 21st Century. In S. I. Ahmad (Ed.), *Diabetes: an old disease, a new insight*. New York: Springer Science+Business Media; Landes Bioscience.
- Hansen, B. H. (2013). *Physical activity in adults and older people. Levels of objectively measured physical activity in a population-based sample of Norwegian adults and older people (20-85 years)*. (Doktorgradsavhandling, Norwegian School of Sport Sciences). Retrieved from <http://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/171351>
- Haskell, W. L., Lee, I. M., Pate, R. R., Powell, K. E., Blair, S. N., Franklin, B. A., . . . Bauman, A. (2007). Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*, 116(9), 1081-1093. doi: 10.1161/circulationaha.107.185649
- Haug, E., Sjaastad, y. V., Toverud, K. C., & Sand, O. (2001). *Menneskets fysiologi* (1 utg, 1 opplag. ed.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Helse- og omsorgsdepartementet. (2013a). *Likeverdige helse- og omsorgstjenester – god helse for alle. Nasjonal strategi om innvandreres helse 2013-2017* H.-o. omsorgsdepartementet (Ed.) Retrieved from https://www.regjeringen.no/contentassets/2de7e9efa8d341cfb8787a71eb15e2db/likeverdige_tjenester.pdf

- Helse- og omsorgsdepartementet. (2013c). *NCD-strategi (2013-2017) For forebygging, diagnostisering, behandling og rehabilitering av fire ikke-smittsomme folkesykdommer; hjerte- og karsykdommer, diabetes, kols og kreft* H.-o. omsorgsdepartementet (Ed.) Retrieved from http://www.regjeringen.no/pages/38449517/ncd_strategi_060913.pdf
- Henriksson, J., Karlsson, J., Larsen, B.-I., Bahr, R. r., & Helsedirektoratet. (2009). *Aktivitetshåndboken: fysisk aktivitet i forebygging og behandling*. Oslo: Helsedirektoratet.
- Hjellset, V. T., Bjorge, B., Eriksen, H. R., & Hostmark, A. T. (2009). Risk factors for type 2 diabetes among female Pakistani immigrants: the InvaDiab-DEPLAN study on Pakistani immigrant women living in Oslo, Norway. *J Immigr Minor Health, 13*(1), 101-110. doi: 10.1007/s10903-009-9290-3
- Hjellset, V. T., Ihlebaek, C. M., Bjorge, B., Eriksen, H. R., & Hostmark, A. T. (2010). Health-Related Quality of Life, Subjective Health Complaints, Psychological Distress and Coping in Pakistani Immigrant Women With and Without the Metabolic Syndrome : The InnvaDiab-DEPLAN Study on Pakistani Immigrant Women Living in Oslo, Norway. *J Immigr Minor Health*. doi: 10.1007/s10903-010-9409-6
- Hostmark, A. T., Ekeland, G. S., Beckstrom, A. C., & Meen, H. D. (2006). Postprandial light physical activity blunts the blood glucose increase. *Prev Med, 42*(5), 369-371. doi: 10.1016/j.ypmed.2005.10.001
- Huber, M., Knottnerus, J. A., Green, L., van der Horst, H., Jadad, A. R., Kromhout, D., . . . Smid, H. (2011). How should we define health? *BMJ, 343*, d4163. doi: 10.1136/bmj.d4163
- IDF. (2011). *2011 Guideline for Management of PostMeal Glucose in Diabetes* Retrieved from http://www.idf.org/sites/default/files/postmeal_glucose_guidelines.pdf
- IDF. (2013). *Managing older people with type 2 diabetes. Global Guideline* Retrieved from <http://www.idf.org/sites/default/files/IDF-Guideline-for-older-people-T2D.pdf>
- Jenkins, D. J., Wolever, T. M., Taylor, R. H., Barker, H., Fielden, H., Baldwin, J. M., . . . Goff, D. V. (1981). Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am J Clin Nutr, 34*(3), 362-366. Retrieved from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6259925>
- Jenum, A. K., Diep, L. M., Holmboe-Ottesen, G., Holme, I. M., Kumar, B. N., & Birkeland, K. I. (2012). Diabetes susceptibility in ethnic minority groups from Turkey, Vietnam, Sri Lanka and Pakistan compared with Norwegians - the association with adiposity is strongest for ethnic minority women. *BMC Public Health, 12*, 150. doi: 10.1186/1471-2458-12-150
- Jenum, A. K., Holme, I., Graff-Iversen, S., & Birkeland, K. I. (2005). Ethnicity and sex are strong determinants of diabetes in an urban Western society: implications for prevention. *Diabetologia, 48*(3), 435-439. doi: 10.1007/s00125-005-1668-8
- King, D. S., Baldus, P. J., Sharp, R. L., Kesl, L. D., Feltmeyer, T. L., & Riddle, M. S. (1995). Time course for exercise-induced alterations in insulin action and glucose tolerance in middle-aged people. *J Appl Physiol (1985), 78*(1), 17-22. Retrieved from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Time+course+for+exercise-induced+alterations+in+insulin+action+and+glucose+tolerance+in+middle-aged+people>
- Kjaer, M., Hollenbeck, C. B., Frey-Hewitt, B., Galbo, H., Haskell, W., & Reaven, G. M. (1990). Glucoregulation and hormonal responses to maximal exercise in non-insulin-dependent diabetes. *J Appl Physiol (1985), 68*(5), 2067-2074. Retrieved from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Glucoregulation+and+hormonal+responses+to+maximal+exercise+in+non-insulin-dependent+diabetes>.

- Kristenson, M., Eriksen, H. R., Sluiter, J. K., Starke, D., & Ursin, H. (2004). Psychobiological mechanisms of socioeconomic differences in health. *Soc Sci Med*, 58(8), 1511-1522. doi: 10.1016/s0277-9536(03)00353-8
- Lindstrom, M., & Sundquist, J. (2001). Immigration and leisure-time physical inactivity: a population-based study. *Ethn Health*, 6(2), 77-85. doi: 10.1080/13557850120068405
- Lunde, M. S., Hjellset, V. T., & Hostmark, A. T. (2012). Slow post meal walking reduces the blood glucose response: an exploratory study in female Pakistani immigrants. *J Immigr Minor Health*, 14(5), 816-822. doi: 10.1007/s10903-012-9574-x
- Laake, P. r. (2007). *Epidemiologiske og kliniske forskningsmetoder*. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Maraschin, J. d. F. (2012). Classification Of Diabetes. In S. I. Ahmad (Ed.), *Diabetes: an old disease, a new insight*. New York: Springer Science+Business Media and Landes Bioscience.
- Marliss, E. B., & Vranic, M. (2002). Intense exercise has unique effects on both insulin release and its roles in glucoregulation: implications for diabetes. *Diabetes*, 51 Suppl 1, S271-283. doi: 10.2337/diabetes.51.2007.S271
- McEwen, B. S., & Gianaros, P. J. (2011). Stress- and allostasis-induced brain plasticity. *Annu Rev Med*, 62, 431-445. doi: 10.1146/annurev-med-052209-100430
- Nes, B. M., Janszky, I., Wisloff, U., Stoylen, A., & Karlsen, T. (2013). Age-predicted maximal heart rate in healthy subjects: The HUNT fitness study. *Scand J Med Sci Sports*, 23(6), 697-704. doi: 10.1111/j.1600-0838.2012.01445.x
- Nutbeam, D., Harris, E., & Wise, M. (2010). *Theory in a nutshell: a practical guide to health promotion theories* (3rd ed. ed.). Sydney: McGraw-Hill.
- Nygaard, H., Tomten, S. E., & Hostmark, A. T. (2009). Slow postmeal walking reduces postprandial glycemia in middle-aged women. *Appl Physiol Nutr Metab*, 34(6), 1087-1092. doi: 10.1139/h09-110
- Renzaho, A. M., Mellor, D., Boulton, K., & Swinburn, B. (2010). Effectiveness of prevention programmes for obesity and chronic diseases among immigrants to developed countries - a systematic review. *Public Health Nutr*, 13(3), 438-450. doi: 10.1017/s136898000999111x
- Risso, A., Mercuri, F., Quagliaro, L., Damante, G., & Ceriello, A. (2001). Intermittent high glucose enhances apoptosis in human umbilical vein endothelial cells in culture. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 281(5), E924-930. Retrieved from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11595647>
- Roberts, S., Desbrow, B., Grant, G., Anoopkumar-Dukie, S., & Leveritt, M. (2013). Glycemic response to carbohydrate and the effects of exercise and protein. *Nutrition*, 29(6), 881-885. doi: 10.1016/j.nut.2012.12.022
- Short, K. R., Pratt, L. V., Teague, A. M., Man, C. D., & Cobelli, C. (2013). Postprandial improvement in insulin sensitivity after a single exercise session in adolescents with low aerobic fitness and physical activity. *Pediatr Diabetes*, 14(2), 129-137. doi: 10.1111/j.1399-5448.2012.00900.x
- Skirbekk, S. (2015). Sosial ulikhet. *Store Norske Leksikon*. from https://snl.no/sosial_ulikhet
- Sosial- og helsedirektoratet. (2005). Sosial- og helsedirektoratets handlingsplan mot sosiale ulikheter i helse: Gradientutfordringen. from <https://helsedirektoratet.no/Lists/Publikasjoner/Attachments/280/Gradientutfordringen-sosial-og-helsedirektoratets-handlingsplan-mot-sosiale-ulikheter-i-helse-IS-1229.pdf>

- Strand, B. H., & Steingrimsdóttir, O. A. (2014). *Sosiale helseforskjeller i Norge Folkehelse rapporten 2014* Retrieved from http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=239&trg=Content_7242&Main_6157=7239:0:25,8904&MainContent_7239=7242:0:25,8931&Content_7242=7244:110779.:0:7243:1:::0:0
- Sveen, S., Høstmark, A., & Hjellset, V. T. (Under utarbeidelse). Pre-meal walking before carbohydrate intake did not influence postprandial blood glucose levels, as was previously shown with post-meal walking.
- Telle-Hjellset, V., Raberg Kjollesdal, M. K., Bjorge, B., Holmboe-Ottesen, G., Wandel, M., Birkeland, K. I., . . . Hostmark, A. T. (2012). The InnvaDiab-DE-PLAN study: a randomised controlled trial with a culturally adapted education programme improved the risk profile for type 2 diabetes in Pakistani immigrant women. *Br J Nutr*, *109*(3), 529-538. doi: 10.1017/s000711451200133x
- Thapa, S. B., Dalgard, O. S., Claussen, B., Sandvik, L., & Hauff, E. (2007). Psychological distress among immigrants from high- and low-income countries: findings from the Oslo Health Study. *Nord J Psychiatry*, *61*(6), 459-465. doi: 10.1080/08039480701773261
- Ursin, H., & Eriksen, H. R. (2004). The cognitive activation theory of stress. *Psychoneuroendocrinology*, *29*(5), 567-592. doi: 10.1016/s0306-4530(03)00091-x
- Wandel, M., Raberg, M., Kumar, B., & Holmboe-Ottesen, G. (2008). Changes in food habits after migration among South Asians settled in Oslo: the effect of demographic, socio-economic and integration factors. *Appetite*, *50*(2-3), 376-385. doi: 10.1016/j.appet.2007.09.003
- Whiting, D. R., Guariguata, L., Weil, C., & Shaw, J. (2011). IDF diabetes atlas: global estimates of the prevalence of diabetes for 2011 and 2030. *Diabetes Res Clin Pract*, *94*(3), 311-321. doi: 10.1016/j.diabres.2011.10.029
- Widmaier, E. P., Raff, H., & Strang, K. T. (2014). *Vander's human physiology : the mechanisms of body function* (13th ed. ed.). New York: McGraw-Hill.
- Wright, E., Jr., Scism-Bacon, J. L., & Glass, L. C. (2006). Oxidative stress in type 2 diabetes: the role of fasting and postprandial glycaemia. *Int J Clin Pract*, *60*(3), 308-314. doi: 10.1111/j.1368-5031.2006.00825.x

Artikel

Pre-meal walking before carbohydrate intake did not influence postprandial blood glucose levels, as was previously shown with post-meal walking

Silje Sveen^a, Arne T. Høstmark^b and Victoria Telle Hjellset^{a,b}

^a Section of Public Health Science, Department of Landscape Architecture and Spatial Planning, Norwegian University of Life Science, 1432 Ås, Norway

^b Section of Preventive Medicine and Epidemiology, Department of General Practice and community Medicine, University of Oslo, 0318 Oslo, Norway

Abstract

Background. A high fluctuation of the blood sugar level seems to be an important risk factor for the development of type 2 diabetes (T2D) and coronary heart disease. Female Pakistani immigrants have a prolonged high blood glucose level rise following carbohydrate ingestion, and an increased risk of developing T2D. This group of subjects generally walk frequently each day, but at a low intensity.

Aim. Since light post-meal physical activity seems to blunt the postprandial glycaemia (PPG) after carbohydrate intake, we ask whether pre-meal light physical activity may also influence PPG.

Methods. Eleven female Pakistani immigrants participated in a three days crossover experiment. Day one: The subjects came to the place of experiment after an overnight fast. Each subject sat resting for 2h, cornflakes and milk (providing 49,52 g of carbohydrates) was ingested during the first 10 min. Capillary blood glucose levels were measured for each subject before, and then every 15 min during the 2h of resting. A venous blood test measuring insulin and c-peptide was taken before the meal and after the 2h. Day 2: Procedure as Day 1, but the subjects walked for 20 min at a low intensity on flat terrain before eating. Day 3: Procedure as Day 2, but 20 min walking was performed on stairs, thus increasing the intensity.

Results. After carbohydrate intake on the control day, the blood glucose increased to 8,4 mmol/L, and the level was still 6,2 mmol/L after 2h. The blood glucose curve on both of the intervention days did not differ from the control day.

Conclusion. Pre-meal walking before carbohydrate intake does not seem to influence PPG, as previously has been shown with post-meal walking.

Keywords: postprandial glycaemia; physical activity; immigration

Introduction

Diabetes represents a major challenge from a global health perspective. Around 366 million people were estimated to have this public disease in 2011, and the prevalence of diabetes is estimated to increase to 552 million people by the year 2030 (Whiting, Guariguata, Weil, & Shaw, 2011). Diabetes can be divided into two categories, type 1 and type 2. In the following the focus will be on diabetes type 2 (T2D).

The increased blood glucose level as a result of T2D can lead to cardiovascular disease (CVD), and is therefore a major risk factor for mortality worldwide (Danaei et al., 2011). A combination of genes and environment seem to affect the development of T2D, but environmental factors such as nutrition and obesity seem to play a particularly large role in its development (Ginter & Simko, 2012). Around 65 % of the world's population live in countries where being overweight and obese kills more people than malnutrition does (WHO, 2009). The modern trend for a high intake of energy-rich foods combined with a more sedentary and inactive lifestyle is a possible explanation for the increased development of obesity and T2D (Procopiou & Philippe, 2005; Whiting et al., 2011).

Nearly 340 000 Norwegians had T2D in 2012. It was assumed that 100 000 out of these people were unaware of having the disease. Further figures show that 35 % of all deaths in the adult population are caused by CVD, and 15-20 % of the population suffers from obesity (The Norwegian Ministry of Health and Care Services, 2013). A study using female Pakistani immigrants living in Oslo as subjects showed that 90 % of the women had an increased risk of developing T2D (Hjellset, Bjorge, Eriksen, & Hostmark, 2009).

A high blood glucose level, hyperglycaemia, can be a sign of diabetes, and may lead to CVD (Danaei et al., 2011). A high fluctuation of the blood sugar level is, however, assumed to be a more important risk factor than a stable high mean blood sugar level in the development of CVD and T2D (Biscetti et al., 2011). An oral glucose tolerance test (OGTT) (Conn, 1940) measures the PPG during the two hours after eating a high glycaemic-meal. This can be a valuable tool to predict the development of T2D and CVD (DECODE Study Group, 2001). A high PPG may lead to oxidative stress, which apart from CVD, also can cause destroyed beta-cells in the pancreas, insulin resistance, impaired glucose tolerance and development of T2D (Wright, Scism-Bacon, & Glass, 2006). High PPG can also contribute to glycosylation of

lipoproteins, which may cause atherosclerosis, when glycosylated HDL and LDL attach to the artery wall (Ceriello et al., 1999). Hence why blood glucose regulation is an important factor in the prevention of T2D and CVD: an elevated PPG can be observed after ingestion of carbohydrate-rich food and drinks.

Studies in the field suggest that physical activity (PA) can reduce the rise in the blood glucose level after ingestion of carbohydrates (Bonen, Ball-Burnett, & Russel, 1998; Hostmark, Ekeland, Beckstrom, & Meen, 2006; King et al., 1995). Immigrants from southern parts of Asia are shown to have a low average PA level (Babakus & Thompson, 2012; Lindstrom & Sundquist, 2001). Among the quoted barriers to becoming more active are: a limited amount of time, a lack of requisite skills, and a paucity of experiences of being physically active (Andersen, Hostmark, & Anderssen, 2012). However, the female Pakistani immigrants are shown to walk 10 000 steps per day, albeit at a low intensity (Hjellset et al., 2009). There are strong indications that PPG is reduced when this type of easy walking is taken after a meal (Hostmark et al., 2006; Lunde, Hjellset, & Hostmark, 2012; Nygaard, Tomten, & Hostmark, 2009). This raises the question of whether a short session of PA performed before a carbohydrate-rich meal may have the same effects on the PPG.

The following study wanted to investigate whether 20 minutes of low-to-moderate intensity walking before a high glycaemic-meal affects the level of blood sugar elevation directly related to the carbohydrate ingestion. The subjects are female Pakistani immigrants living in Oslo, since previous studies have shown that this group has a prolonged high blood glucose level rise following carbohydrate ingestion, and an increased risk of developing T2D (Hjellset et al., 2009).

Methods

Ethics

The experiment was approved by the Regional Committee For Medical And Health Research Ethics in Norway (ref.no. 2011/2614) and was performed according to the Helsinki declaration. All subjects gave their written informed consent for participation. A research assistant speaking Urdu and Punjabi helped the subjects with translation when needed.

Subjects and recruitment

Twelve Pakistani women living in Oslo were recruited for the study. They were all immigrants, born to parents of Pakistani origin. All women had previously participated in the InnvaDiab study (Telle-Hjellset et al., 2012), where they had been given information about blood sugar and the importance of blood sugar regulation. A research assistant speaking Punjabi and Urdu did the recruitment through phone calls where information about the study was given. It was explained that participation was voluntary. The recruitment was done in September 2014, and the intervention was in October the same year. The age of the subjects ranged from 26 to 63, with the mean age of 48 years. The mean BMI was 30. See table 1. None of the women practiced sports at a high level, and they all reported their exercise intensity to be low or medium when being physically active in leisure time. Three of the subjects used medication for blood pressure, beta-blockers. The exclusion criteria were pregnancy, diagnosed diabetes, heart disease (like arrhythmias or angina pectoris) or practicing sports on a high level (high intensity training).

Table 1. Subject characteristics*

Variable	Value
Age	48 ± 11,7
Height (cm)	158 ± 6,3
Weight (kg)	74,1 ± 12,1
Body mass index (kg*m ⁻¹)	30 ± 5

* Values presented as means ± SD, n = 12.

Design

This study has a crossover design and an intention to treat analysis. All subjects participated in three experiments on three consecutive Mondays. However, four of the subjects were not able to participate every week, and had to come one month later to complete the remaining experiment. One of the women only participated on two of the three experimental days.

The women came between 8:30-9:00. They had all been fasting and refrained from PA except from necessary normal morning activity during the last 12 hours before arriving. In order to avoid unnecessary PA in the morning before the testing, four of the women were picked up by car and driven to the testing centre; the remaining subjects arrived by bus or their own car.

Four research assistants and a bioengineer participated during the experimental days. The subjects were divided into three groups, and each research assistant performed the blood glucose tests on one group. In addition, the bioengineer performed all of the venous blood tests. During the post-meal resting period, the subjects sat around a table and talked freely, information about the project was given, and it was possible for the subjects to ask questions.

Procedures

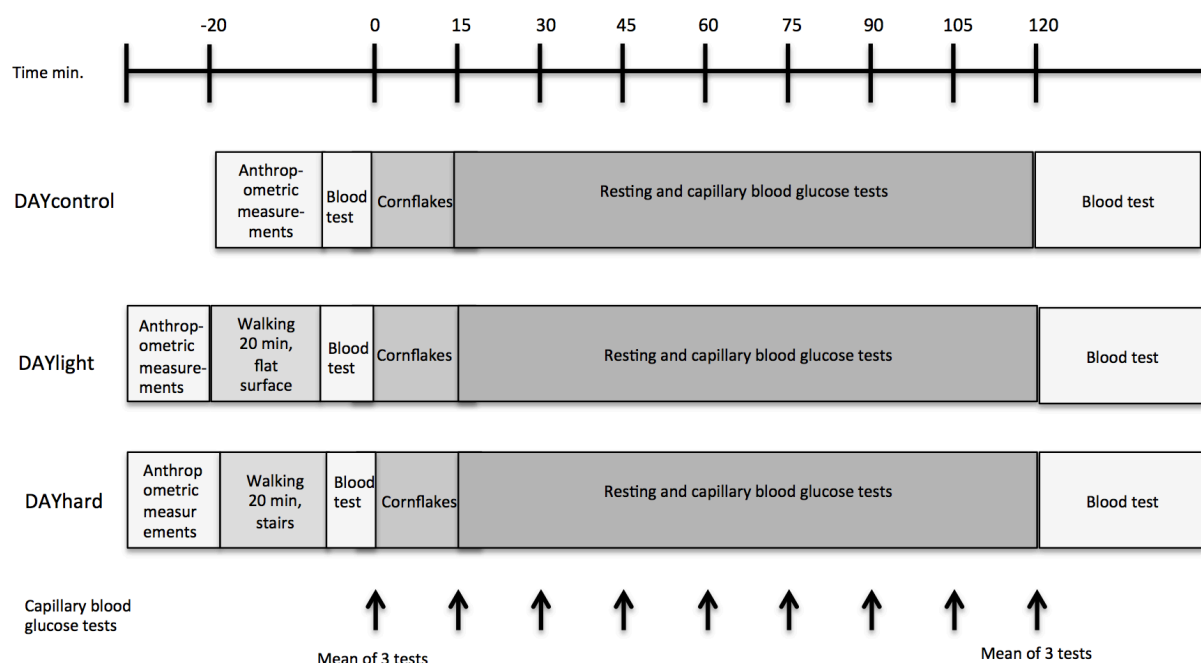


Fig. 1. Protocol of the experiment. The subjects completed three trials: Day without pre-meal activity (Day_{control}), day with 20 min pre-meal walk on a flat surface (Day_{light}), and day with 20 min pre-meal walk on stairs (Day_{hard}).

Day one, control day (Day_{control})

The participant's anthropometric measurements were collected, and a self-made questionnaire about food and activity during the last 12 hours was filled out together with the bilingual research assistant. After a venous blood sampling taken by the bioengineer, the participant sat down around a table. The research assistant did the blood glucose tests using a glucometer (Ascensia Contour, Bayer HealthCare LCC, Mishawaka, USA) and stix (Ascensia Microfill, Bayer HealthCare LCC, Mishawaka, USA) once for each participant at timed intervals every 15 minutes over a two hours period (0, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 and 120 minutes). The tests at the start (0) and the end (120 minutes) were taken three times, and a mean measurement calculated, in order to insure accuracy. The participant ate the cornflakes from time 0 to 10 minutes, then sat resting around the table during the 120 minutes. After the 120 minutes another venous blood test was taken by the bioengineer. See figure 1.

Day two, day of light activity (Day_{light})

The subjects walked on a flat surface for twenty minutes. They were asked to walk at a slow speed. Before starting to walk, a heart rate monitor was fastened on the subjects. A research assistant asked each participant about the subjective perceived exertion according to the Borg scale (Borg, 1974) at time 0, 10 and 20 minutes. This was continuously recorded in a form. After the 20 minutes of activity the same procedure concerning blood tests, blood glucose tests and eating the cornflakes done on Day_{control} was followed.

Day three, day of hard activity (Day_{hard})

The same procedure as Day_{light} was performed, but here the subjects walked up and down three floors of stairs during the 20 minutes of walking. However, three of the subjects had to walk on a flat surface due to knee problems. They were asked to walk at pace during the 20 minutes.

Anthropometric measures

Measurements of the subjects were done without shoes in their normal indoor clothing. Their body weight was measured in kilograms, using a scale (Profit Precision Personal Health Scale UC321, A&D Medical, Oxfordshire, United Kingdom). Height was measured in meters, using a tape measure.

Measuring intensity

Heart frequency, heartbeats per minute, was measured by a heart rate monitor using a sport watch type Polar s610i (Polar, Oulu, Finland). According to the manufacturer this watch has an accuracy of $\pm 1\%$ or ± 1 beat per minute. The data was saved on each watch, and the subjects used the same watch and heart rate sensor on every day. Later the age predicted HF_{\max} to every participant was calculated using the formula: $211 - (0,64 * \text{age})$. For each participant, the mean percentage HF_{\max} was then calculated for each of the activity days.

In addition to the sport watch, Borg Rating of Perceived Exertion (RPE) Scale 6-20 (Borg, 1974) was used. One research assistant registered the subjects' Borg RPE at time 0, 10 and 20 minutes. A mean of Borg RPE 10 and 20 minutes were calculated for each activity day. Some of the subjects reported to be between two numbers on the scale. In these cases a mean of the two numbers were used. One of the subjects' heart rate monitor did not function on any of the days. However, Borg RPE is used on all subjects on every activity day.

Meal

The meal consisted of 48 g Kellogg's cornflakes and 2 dl milk, low fat (Tine Lettmeik). This provides 49,52 g carbohydrates. Tine Lettmeik contains 4,6 g carbohydrates per 100 g, Kellogg's Cornflakes contains 84 g carbohydrates per 100 g. The cornflakes were measured using a kitchen scale (Olympia, Soehnle, Nassau, Germany) with a precise graduation of 1 g. The meal was eaten within the first ten minutes of the 2-h resting period.

Capillary blood glucose tests

The capillary blood glucose concentrations were measured from finger tip punctures using a glucometer (Ascensia Contour, Bayer HealthCare LCC, Mishawaka, USA) and stix (Ascensia Microfill, Bayer HealthCare LCC, Mishawaka, USA). According to the manufacturer the monitoring system has an accuracy of $\leq 10\%$. The research assistants performed the tests, and every participant used the same monitoring system during all three days. For each test the first blood drop was discarded before measuring the blood glucose. The results were registered for each individual.

Venous blood tests

A bioengineer carried out blood sampling from an antecubital vein. The blood was centrifuged for ten minutes at a speed of 3000 rpm. The serum was separated, and then stored in a freezer (-20 °C) until analysed at Først Medical Laboratory; Oslo Norway. Insulin and c-peptide, were measured in serum obtained in two tests; 1) after fasting overnight, and 2) after the two hours resting post-meal.

Calculations

The incremental area under the blood glucose curve (IAUC) was calculated using the trapezoid rule. Calculation of the mean blood glucose concentration at every measuring point was performed. After this, the highest mean value, postprandial blood glucose peak value (PV), and the mean time to reach PV (TTP), were found.

Statistical analysis

All analyses are done using IBM SPSS Statistics for Mac OS, version 22. The data were tested for normality prior to analysis using the tests Kolmogorov-Smirnov and Shapiro-Wilk. One-way repeated measures ANOVA were used to compare the insulin and c-peptide concentrations, 2-h IAUC blood glucose, glucose concentration at each measuring point, PV and TTP in the different groups in an intention to treat analysis.

One of the women, ID₆, had to leave earlier on Day_{hard}, and was therefore not able to do the last blood glucose test at time 120 min. The same result from the blood glucose test at 105 min is therefore used at time 120 min, to be able to do an intention to treat analysis. ID₁₂ did not participate on Day_{light}. At Day_{light}, ID₁₁ had a crying baby on her lap during the 2-h resting period. Four of the subjects (ID₁, ID₄, ID₅ and ID₁₀) had to do one of the experimental days one month later than the others. Hence why ID₁₂ is excluded from the analysis when using ANOVA to analyse the differences between the 2-h IAUC, PV and TTP between the three days. See figure 2. To extend the statistical analyses, four additional calculations were done by 1) excluding ID₆, 2) excluding ID₁₁, 3) excluding ID₁, ID₄, ID₅ and ID₁₀. Since ID₄, ID₅ and ID₉ used antihypertensive drugs that could affect the blood glucose concentration, a fourth analysis was performed without this group. It turned out that the outcome did not change in any of the control analyses. Results are presented as means ± SEM if not specified otherwise. Significance level is p<0.05.

Participants included in the ANOVA:

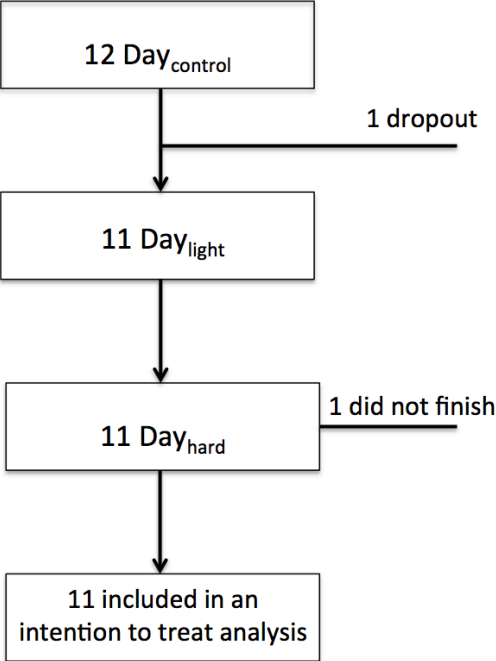


Fig. 2. Subjects included in an ANOVA. One of the women did not complete Day_{light}, thus was not included in the ANOVA. Another woman did not finish Day_{hard}, but are included in the analysis.

Results

Mean heart rate and perceived exertion

On the second day of the experiment, Day_{light}, light walking was performed. The subjects reported the subjective perceived exertion caused by walking on this day to be "very light" on Borg's scale ($8,5 \pm 0,48$). On the third day of the experiment, Day_{hard}, the walking was performed using stairs, making the activity harder. The subjects reported this walking to be "hard" ($15,6 \pm 0,55$) on Borgs' scale. During the 20 min activity Day_{light}, the subjects had an average heart rate of $50,7 \pm 1,5$ % of HR_{max}. On Day_{hard} the average heart rate was $71,0 \pm 2,6$ % of HR_{max} during the 20 min activity.

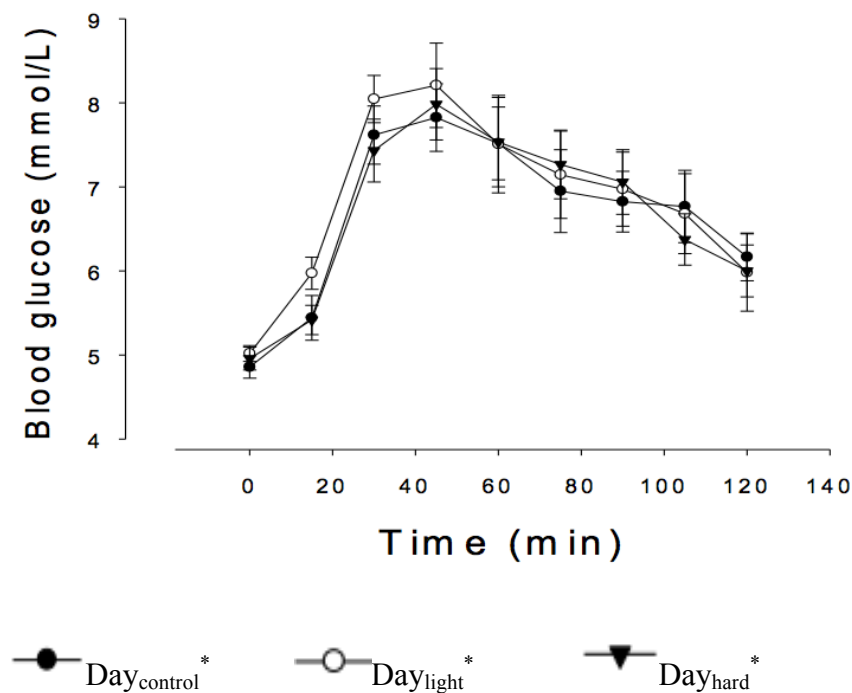


Fig. 3. 120 min glucose response after eating cornflakes, ingested in time 0-10 min.

*Day_{control}: resting before the 120 min (n=12), *Day_{light}: 20 min pre-meal walking on flat surface before the 120 min (n=11), *Day_{hard}: 20 min pre-meal walking in stairs before the 120 min (n=12). Values are mean \pm SEM.

Blood glucose concentrations during the post-meal period

On Day_{control} the blood glucose concentration increased from time = 0 minutes ($4,9 \pm 0,1$ mmol/L) until it reached the PV ($8,4 \pm 0,3$ mmol/L) after $52,5 \pm 5,1$ minutes. After the PV, the blood glucose concentration decreased until last measuring at time = 120 minutes ($6,2 \pm 0,3$ mmol/L). Day_{light} and Day_{hard} appeared quite similar to Day_{control}. See figure 3. None of the mean values measured at 120 minutes (Day_{control}: $6,2 \pm 0,3$ mmol/L, Day_{light}: $6 \pm 0,5$ mmol/L, Day_{hard}: $6 \pm 0,3$ mmol/L) reduced back to the blood glucose concentration measured on time = 0 minutes.

One-way repeated ANOVA at each of the measuring times showed no significant difference between mean blood glucose concentration Day_{control} and the days with activity, hence no significant differences were found in fasting blood glucose, time = 0, between the three days ($F = 0,46$, $p = 0,65$). No significant differences between the three days were found in PV ($n = 11$, $F = 0,904$, $p = 0,439$) or TTP ($n = 11$, $F = 3,102$, $p = 0,094$), (Day_{light}: PV $8,8 \pm 0,4$ mmol/L after $45 \pm 6,7$ minutes, Day_{hard}: PV $8,4 \pm 0,4$ mmol/L after $46,3 \pm 4,3$ minutes). See table 2.

Table 2. Peak blood glucose (PV), and time to reach PV (TTP).

	PV* (mmol*L ⁻¹)	TTP* (min)
Day _{control} * (n=12)	$8,4 \pm 0,3$	$52,5 \pm 5,1$
Day _{light} * (n=11)	$8,8 \pm 0,4$	$45 \pm 6,7$
Day _{hard} * (n=12)	$8,4 \pm 0,4$	$46,3 \pm 4,3$

*Day_{control}: resting before the 120 min (n=12), *Day_{light}: 20 min pre-meal walking on a flat surface before the 120 min (n=11), *Day_{hard}: 20 min pre-meal walking on stairs before the 120 min (n=12).

*PV = peak blood glucose value during the 120 min after meal ingestion. TTP = time to reach the peak blood glucose value. Values are means \pm SEM.

2-h incremental area under the blood glucose curve related to pre-meal activity

The day without pre-meal activity, Day_{control}, had a mean 2-h IAUC blood glucose of $233,8 \pm 32,1$ mmol*min*L⁻¹ ($n = 12$). The day with activity, Day_{light}, had a mean 2-h IAUC of $238,4 \pm 36,3$ mmol*min*L⁻¹ ($n = 11$) and the day with activity, Day_{hard}, had a mean 2-h IAUC of $223,1 \pm 35,4$ mmol*min*L⁻¹ ($n = 12$). See table 3. One-way repeated measures ANOVA ($n=11$) showed no significant differences between the 2-h IAUC for blood glucose on the three different days, Day_{control}, Day_{light} and Day_{hard} ($F = 0,054$, $p = 0,948$).

Table 3. Mean incremental area under the blood glucose curve (IAUC).

	IAUC
Day_{control} (n=12)	233,8±32,1
Day_{light} (n=11)	238,4±36,3
Day_{hard} (n=12)	223,1±35,4

The two hours incremental area under the blood glucose curve.
Values are mean ± SEM.

No effect on 2-h IAUC in the groups with the highest or lowest 2-h IAUC on DAY_{control}

When only comparing the three women with $IAUC \geq 314,25$ on Day_{control} (ID₁, ID₄ and ID₅), the result remained insignificant between the days ($F = 1,71$, $p = 0,476$).

The same was done with the three women with $IAUC \leq 177,75$ on Day_{control} (ID₇, ID₉ and ID₁₀). This time ID₁₁ and ID₁₂ were excluded, since ID₁₁ had a crying baby on her lap during Day_{light}, and ID₁₂ did not participate on Day_{light}. The result remained insignificant between the days ($F = 71,61$, $p = 0,083$).

No effect on insulin or c-peptide concentrations

Pre-meal walking did not lead to any significant changes in the concentration of c-peptide or insulin in the blood test conducted after 2 hours, see figure 4 and 5. Comparing the three days in a one-way repeated ANOVA showed no significant differences between the three days (c-peptide: $n = 11$, $F = 0,629$, $p = 0,555$, insulin: $n = 11$, $F = 0,475$, $p = 0,636$).

Subgroup analyses

The results did not change after adding or excluding some of the subjects, and group differences remained insignificant. Thus, there were no differences in any of the measured variables between the three days.

By excluding ID₆ on Day_{hard}, the one-way repeated measures ANOVA ($n=10$) comparing IAUC on Day_{control}, Day_{light} and Day_{hard} showed no significant differences between the groups ($F = 0,447$, $p = 0,655$). Neither did the result change after excluding ID₁₁ from the study ($n=9$), and remained with no significant differences between the groups ($F = 0,14$, $p = 0,986$). Controlling for the subjects that had one of the experimental days one month after the last day

of experiment (ID₁, ID₄, ID₅ and ID₁₀) gave the same insignificant result ($F = 0,488$, $p = 0,646$, $n = 6$). Excluding the subjects who used drugs for high blood pressure (ID₄, ID₅ and ID₉) gave the same insignificant result ($F = 0,412$, $p = 0,683$, $n = 7$).

Discussion

This study wanted to investigate whether low-threshold training in the form of 20 minutes of light-to-moderate walking immediately before a high glycaemic-meal, defined here as “pre-meal walking”, can influence the following two hours’ PPG in rest. In general no significant differences in blood glucose levels were found between the control day and the two intervention days when pre-meal walking was performed. Nor was there found to be any difference in insulin or c-peptide levels two hours after the meal.

A priori, one might assume that PA performed before a high glycaemic-meal, either reduced, increased, or had no effect on the PPG. Reduced PPG due to PA performed before eating could be caused by reduced absorption from the intestine, for example because the food was kept longer in the stomach, delayed digestion, reduced absorption to the blood from the intestine (Lang, Gisolfi, & Lambert, 2006), or by the stimulation of the glucose absorption to the blood (Douen et al., 1990). On the other hand, one could also assume that PPG was not affected, or maybe even increased, because of the important mechanism of glucose saving in the fasted state. The aim of the present study was not to explain the mechanism of action, and will in the following be limited to discussing the results and comparing these to other studies in the field.

Effect on the postprandial glycaemia after pre-meal physical activity

There are conflicting results in the research done on pre-meal activity and its influence on the PPG. Why the studies give different results is unclear, but different intensity and training length may be possible explanations.

This result, no significant difference in postprandial IAUC blood glucose when performing pre-meal walking at an estimated 50,7 % HR_{max} and 71 % HR_{max} , corresponds with the study done by Roberts et al (2013). The subjects in that study cycled for 45 minutes on a 60 % HR_{max} immediately before drinking 50 g of glucose.

However other studies have reported a significant reduction in IAUC blood glucose when performing light pre-meal activity (Bonen et al., 1998; Short, Pratt, Teague, Man, & Cobelli, 2013). Bonen et al (1998) did find a significant reduction in IAUC glucose when 30 minutes of cycling on both 60 % and 83 % HR_{max} was performed immediately before a high

glycaemic-meal. Short et al (2013) found the same significant result when performing a 45 minutes bout of aerobics at 74 % HR_{max}. This blunting effect on the PPG when performing PA, may be caused by the stimulation of GLUT4 to the muscle cell membrane, and thereby stimulation of the glucose absorption into the skeletal muscle (Andersen & Hostmark, 2007; Douen et al., 1990; Holten et al., 2004; Kimber, Heigenhauser, Spriet, & Dyck, 2003).

King et al (1995), however, observed an immediate increase in the postprandial IAUC glucose after 45 minutes of pre-meal PA of 78 % HR_{max}. A possible explanation can be an increased plasma catecholamine level as a result of the pre-meal activity. The catecholamine stimulates glucagon, and thereby indirectly both glycogenolysis and gluconeogenesis in the liver, and lipolysis in the adipose tissue. Immediately after activity, the increased glucose production will exceed the glucose utilization, which can lead to an increased plasma glucose concentration (King et al., 1995; Kjaer et al., 1990; Marliss & Vranic, 2002). An increased adrenalin and glucagon level are observed to remain 60 minutes after intense PA (Kjaer et al., 1990).

Also the PV and TTP were measured in this study, wanting to see if PA could blunt the PPG. No significant difference was observed on the PV or TTP between the three different days. A possible increase in the PV and an increased TTP could have been observed due to the catecholamine secretion when performing PA (King et al., 1995).

Studies on post-meal activity

Studies on PA performed after a high glycaemic-meal, post-meal activity, have observed a blunting effect on the PPG (Hostmark et al., 2006; Lunde et al., 2012; Nygaard et al., 2009). Possible mechanisms are the stimulation of GLUT4, but another contributing effect can be the secretion of insulin after the meal, leading to an inhibition of the glucose secreting effect of the adrenalin (Douen et al., 1990).

IAUC blood glucose when performing physical activity ≥ 1 hour before the OGTT

Studies have showed an increased blunting effect on the IAUC blood glucose when the OGTT is performed ≥ 1 hour after the PA (Bonen et al., 1998; King et al., 1995; Short et al., 2013). Even though observing an increased IAUC blood glucose when performing an OGTT

immediately after PA, King et al (1995) did observe a decreased concentration when the same OGTT was performed 24 hours after the PA session. Bonen et al (1998) also observed this increased blunting effect on the PPG 24 hours after PA. This phenomenon was not investigated any further in this study, where the OGTT was performed immediately after PA. It is therefore unknown whether a 20 min walk ≥ 1 hour before a high glycaemic-meal can affect the PPG.

Intensity and duration of walking

The two different intensities on Day_{light} and Day_{hard} were performed, estimated 50,7 % HR_{max} and 71 % HR_{max} respectively, wanting to see if intensity could affect the result. No significant results between the two days were observed, corresponding to the study done by Bonen et al (1998), where no differences were found between activity at 60 and 83 % HR_{max}. Other studies however, show an increased PPG immediately after PA when the activity is at an intense level (≥ 78 % HR_{max}). A possible explanation to this is the mechanisms of the catecholamine secretion (King et al., 1995; Marliss & Vranic, 2002). The relatively moderate intensity performed by the female Pakistani immigrants in this study (50,7 % HR_{max} and 71 % HR_{max}) is therefore not intensive enough to answer the question of whether the intensity of the pre-meal walking decides the effect on the PPG. The glucose concentration during this type of moderate activity is maintained at a relatively constant level, primarily provided by the pancreatic secretion of glucagon and insulin (Coker & Kjaer, 2005).

The women in this study walked for 20 minutes on both of the intervention days. In the study by Bonen et al (1998), the subjects cycled for 30 minutes, giving a reduced IAUC glucose. Hence why it can be tempting to assume that a pre-meal walk for more than 20 minutes also would give a positive effect on the IAUC glucose for the Pakistani women in this study. However, Roberts et al (2013) did cycle for 45 minutes, without showing any decreased postprandial IAUC glucose. One can therefore not assume that prolonged activity duration will blunt the PPG. However, the major activity determinant for reduction of the PPG in people with T2D has been indicated to be the overall energy expenditure, rather than peak exercise intensity (Galbo, Tobin, & van Loon, 2007). Also, studies done on post-meal activity and its influence on PPG have shown an increased reduction of IAUC glucose when the activity duration is increased. Forty minutes of PA has been shown to give a greater reduction than 20 minutes of PA, (Lunde et al., 2012), whilst 15 minutes of PA did not lead to any significant reduction (Nygaard et al., 2009).

C-peptide and insulin

Studies show different results on the concentrations of insulin and c-peptide following pre-meal activity. In this study a blood test was performed immediately before, and two hours after, the meal. Hence why this study cannot be fully comparable to other studies, where blood tests are performed every 15 minutes postprandial to give an IAUC insulin and c-peptide reading (Bonen et al., 1998; Roberts et al., 2013; Short et al., 2013).

No significant differences in concentration of insulin or c-peptide between the three different days were observed in the blood test performed after a 2-h resting period in this study. This corresponds to other studies, where no differences in postprandial IAUC insulin were observed when pre-meal activity was performed (Bonen et al., 1998; Roberts et al., 2013). Short et al (2013) did, on the other hand, observe a reduction in postprandial IAUC insulin and c-peptide when activity was performed one hour before the meal. In the current study, a slight reduction of the insulin and c-peptide concentration can be seen on the days with pre-meal walking, but this is not significant. A possible explanation for the reduction can be the secretion of catecholamine during the activity (Marliss & Vranic, 2002). Again it must be considered that the subjects walked at a moderate intensity, and not at $\geq 78\%$ HR_{max} as in other studies (King et al., 1995; Marliss & Vranic, 2002).

Female Pakistani immigrants living in Norway

Female Pakistani immigrants living in Oslo have an increased risk of developing T2D (Hjellset et al., 2009; Jenum et al., 2012). High fluctuations in the blood sugar level are showed to be a risk factor for developing T2D, together with other diseases like coronary heart disease (Risso, Mercuri, Quagliaro, Damante, & Ceriello, 2001; Wright et al., 2006). A high level of stress, psychological or physical, leads to increased cortisol, which increases the blood glucose level. Immigration has showed to be stressful for the individual (Thapa, Dalgard, Claussen, Sandvik, & Hauff, 2007), and sustained stress can develop into depression and anxiety (McEwen & Gianaros, 2011; Ursin & Eriksen, 2007). Around 30 % of the female Pakistani immigrants in Oslo have reported to have symptoms on depression and anxiety (Hjellset et al., 2009). By reducing the stress level in this group, one might be able to prevent them from developing T2D and anxiety. A possible way to reduce this stress level might be to give them knowledge about how to blunt the PPG. Previous studies conclude with a positive effect on the PPG when performing PA *after* a high glycaemic-meal, post-meal PA (Hostmark

et al., 2006; Lunde et al., 2012; Nygaard et al., 2009), and even walking at a very low intensity decreased the PPG (Lunde et al., 2012; Nygaard et al., 2009). Female Pakistani immigrants walk reasonable distances each day, (10 000 steps), but at a very low intensity (Hjellset et al., 2009). The findings in the current study, no effect on the PPG when performing pre-meal walking, can thus suggest that this type of “low barrier” activity can be beneficial in the prevention of T2D if performed after, instead of prior, to the meal. This might be a valuable piece of lifestyle advice for prevention of T2D in the Pakistani women living in Oslo, and may contribute to decreased stress in the group.

Limitations of the study

The intensity of the PA was calculated using the formula: $211 - (0,64 * \text{age})$. Even though this is assumed to be the most accurate way to calculate the age predicted HF_{\max} , a maximal test is still preferable when possible (Nes, Janszky, Wisloff, Stoylen, & Karlsen, 2013). The Borg RPE scale (Borg, 1974) was therefore used in addition to the heart rate monitor. The combination of Borg RPE and heart rate monitor can strengthen the validity of the intensity measuring in this study.

Three of the women in this study used drugs for high blood pressure. Because of the possible blunting effect on the adrenalin, this can affect the result, by decreasing the blood glucose level. However, controlling analysis performed without the three women give the same results: no significant difference in the PPG between the days with or without pre-meal walking. No changes in medication during the experiment period were reported.

Studies show conflicting results regarding the menstrual cycle and its influence on insulin resistance. Some find a correlation between the insulin resistance and menstrual cycle, where a peak value of insulin secretion is registered right after the ovulation, concluding that the women are more insulin resistant in the days after the ovulation (Yeung et al., 2010), whilst other studies do not see this correlation (Bingley, Gitau, & Lovegrove, 2008). In this study, it was not identified where in the cycle the women were. Considering the large age span on the subjects, 26-63 years, the menstrual cycle can be a confounder in this study, where also some of the women are likely to have passed the menopause.

Due to a limited number of participants ($n = 11$), the ability to generalize the findings in this study is reduced. According to King et al (1995), PA can influence the blood glucose

response for up to three days after the activity session. To avoid a carry-over effect, it was at least one week between the three intervention days. The subjects in the study were asked to refrain from PA, food and drinks, except from water, the last 12 hours before each intervention day, and to behave as normal as possible throughout the period of the experiments. Their activity levels, apart from the 12 hours directly before each intervention day, is however unknown, and this may have affected the result. In an attempt to control for the subjects' possible variety in activity pattern throughout the week, the experimental days were held on the same weekday. However, one cannot ignore the possibility of variety in diet and activity level before each intervention day. In addition, four of the subjects had to come one month later to complete the remaining experiment, thus having a longer experimental period. Due to this, and the limited amount of subjects in this study, further research on pre-meal activity and its influence on the PPG is therefore needed.

Conclusion

In this study no effect of pre-meal light PA on the PPG was observed in 11 female Pakistani immigrants living in Oslo, when 20 minutes of low-to-moderate pre-meal walking was performed before eating a high glycaemic-meal. However, previous research done on pre-meal PA and its influence on the PPG show conflicting results, and further research concerning variety in intensity and length of the PA, both when performed before and after a high-glycaemic meal, could be of interest.

Acknowledgments Grateful thanks to Eva Kristensen, Monica Morris and Marte Karoline Kjøllesdal for the technical assistance provided throughout the project.

References

- Andersen, E., & Hostmark, A. T. (2007). Effect of a single bout of resistance exercise on postprandial glucose and insulin response the next day in healthy, strength-trained men. *J Strength Cond Res*, *21*(2), 487-491. doi: 10.1519/r-20105.1
- Andersen, E., Hostmark, A. T., & Anderssen, S. A. (2012). Effect of a physical activity intervention on the metabolic syndrome in Pakistani immigrant men: a randomized controlled trial. *J Immigr Minor Health*, *14*(5), 738-746. doi: 10.1007/s10903-012-9586-6
- Babakus, W. S., & Thompson, J. L. (2012). Physical activity among South Asian women: a systematic, mixed-methods review. *Int J Behav Nutr Phys Act*, *9*, 150. doi: 10.1186/1479-5868-9-150
- Bingley, C. A., Gitau, R., & Lovegrove, J. A. (2008). Impact of menstrual cycle phase on insulin sensitivity measures and fasting lipids. *Horm Metab Res*, *40*(12), 901-906. doi: 10.1055/s-0028-1082081
- Biscetti, F., Pitocco, D., Straface, G., Zaccardi, F., de Cristofaro, R., Rizzo, P., . . . Flex, A. (2011). Glycaemic variability affects ischaemia-induced angiogenesis in diabetic mice. *Clin Sci (Lond)*, *121*(12), 555-564. doi: 10.1042/cs20110043
- Bonen, A., Ball-Burnett, M., & Russel, C. (1998). Glucose tolerance is improved after low- and high-intensity exercise in middle-age men and women. *Can J Appl Physiol*, *23*(6), 583-593. Retrieved from: [http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Bonen%2C+A.%2C+Ball-Burnett%2C+M.%2C+%26+Russel%2C+C.+\(1998\).+Glucose+tolerance+is+improved+after+low-+and+high-intensity+exercise+in+middle-age+men+and+women](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Bonen%2C+A.%2C+Ball-Burnett%2C+M.%2C+%26+Russel%2C+C.+(1998).+Glucose+tolerance+is+improved+after+low-+and+high-intensity+exercise+in+middle-age+men+and+women)
- Borg, G. A. (1974). Perceived exertion. *Exerc Sport Sci Rev*, *2*, 131-153. Retrieved from: [http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Borg%2C+G.+A.+\(1974\).+Perceived+exertion.+Exerc+Sport+Sci+Rev%2C+2%2C+131-153.](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Borg%2C+G.+A.+(1974).+Perceived+exertion.+Exerc+Sport+Sci+Rev%2C+2%2C+131-153.)
- Ceriello, A., Bortolotti, N., Motz, E., Pieri, C., Marra, M., Tonutti, L., . . . Taboga, C. (1999). Meal-induced oxidative stress and low-density lipoprotein oxidation in diabetes: the possible role of hyperglycemia. *Metabolism*, *48*(12), 1503-1508. Retrieved from: [http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Meal-induced+oxidative+stress+and+low-density+lipoprotein+oxidation+in+diabetes%3A+the+possible+role+of+hyperglycemia.+Metabolism%2C+48\(12\)%2C+1503-1508.](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Meal-induced+oxidative+stress+and+low-density+lipoprotein+oxidation+in+diabetes%3A+the+possible+role+of+hyperglycemia.+Metabolism%2C+48(12)%2C+1503-1508.)
- Coker, R. H., & Kjaer, M. (2005). Glucoregulation during exercise : the role of the neuroendocrine system. *Sports Med*, *35*(7), 575-583.
- Conn, J. (1940). Interpretation of the glucose tolerance test. The necessity of a standard preparatory diet. *Am J Med Sci.*, *199*, 555-564.
- Danaei, G., Finucane, M. M., Lu, Y., Singh, G. M., Cowan, M. J., Paciorek, C. J., . . . Ezzati, M. (2011). National, regional, and global trends in fasting plasma glucose and diabetes prevalence since 1980: systematic analysis of health examination surveys and epidemiological studies with 370 country-years and 2.7 million participants. *Lancet*, *378*(9785), 31-40. doi: 10.1016/s0140-6736(11)60679-x
- DECODE Study Group, t. E. D. E. G. (2001). Glucose tolerance and cardiovascular mortality: comparison of fasting and 2-hour diagnostic criteria. *Arch Intern Med*, *161*(3), 397-405. doi: 10.1001/archinte.161.3.397

- Douen, A. G., Ramlal, T., Rastogi, S., Bilan, P. J., Cartee, G. D., Vranic, M., . . . Klip, A. (1990). Exercise induces recruitment of the "insulin-responsive glucose transporter". Evidence for distinct intracellular insulin- and exercise-recruitable transporter pools in skeletal muscle. *J Biol Chem*, *265*(23), 13427-13430. Retrieved from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Exercise+induces+recruitment+of+the+%22insulin-responsive+glucose+transporter%22.+Evidence+for+distinct+intracellular+insulin+and+exercise-recruitable+transporter+pools+in+skeletal+muscle>.
- Galbo, H., Tobin, L., & van Loon, L. J. (2007). Responses to acute exercise in type 2 diabetes, with an emphasis on metabolism and interaction with oral hypoglycemic agents and food intake. *Appl Physiol Nutr Metab*, *32*(3), 567-575. doi: 10.1139/h07-029
- Ginter, E., & Simko, V. (2012). Type 2 Diabetes Mellitus, Pandemic In 21st Century. In S. I. Ahmad (Ed.), *Diabetes: an old disease, a new insight*. New York: Springer Science+Business Media; Landes Bioscience.
- Helse- og omsorgsdepartementet. (2013). *NCD-strategi (2013-2017) For forebygging, diagnostisering, behandling og rehabilitering av fire ikke-smittsomme folkesykdommer; hjerte- og karsykdommer, diabetes, kols og kreft* H.-o. omsorgsdepartementet (Ed.) Retrieved from http://www.regjeringen.no/pages/38449517/ncd_strategi_060913.pdf
- Hjellset, V. T., Bjorge, B., Eriksen, H. R., & Hostmark, A. T. (2009). Risk factors for type 2 diabetes among female Pakistani immigrants: the InvaDiab-DEPLAN study on Pakistani immigrant women living in Oslo, Norway. *J Immigr Minor Health*, *13*(1), 101-110. doi: 10.1007/s10903-009-9290-3
- Holten, M. K., Zacho, M., Gaster, M., Juel, C., Wojtaszewski, J. F., & Dela, F. (2004). Strength training increases insulin-mediated glucose uptake, GLUT4 content, and insulin signaling in skeletal muscle in patients with type 2 diabetes. *Diabetes*, *53*(2), 294-305. doi: 10.2337/diabetes.53.2.294
- Hostmark, A. T., Ekeland, G. S., Beckstrom, A. C., & Meen, H. D. (2006). Postprandial light physical activity blunts the blood glucose increase. *Prev Med*, *42*(5), 369-371. doi: 10.1016/j.yjmed.2005.10.001
- Jenum, A. K., Diep, L. M., Holmboe-Ottesen, G., Holme, I. M., Kumar, B. N., & Birkeland, K. I. (2012). Diabetes susceptibility in ethnic minority groups from Turkey, Vietnam, Sri Lanka and Pakistan compared with Norwegians - the association with adiposity is strongest for ethnic minority women. *BMC Public Health*, *12*, 150. doi: 10.1186/1471-2458-12-150
- Kimber, N. E., Heigenhauser, G. J., Spriet, L. L., & Dyck, D. J. (2003). Skeletal muscle fat and carbohydrate metabolism during recovery from glycogen-depleting exercise in humans. *J Physiol*, *548*(Pt 3), 919-927. doi: 10.1113/jphysiol.2002.031179
- King, D. S., Baldus, P. J., Sharp, R. L., Kesl, L. D., Feltmeyer, T. L., & Riddle, M. S. (1995). Time course for exercise-induced alterations in insulin action and glucose tolerance in middle-aged people. *J Appl Physiol* (1985), *78*(1), 17-22. Retrieved from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Time+course+for+exercise-induced+alterations+in+insulin+action+and+glucose+tolerance+in+middle-aged+people>
- Kjaer, M., Hollenbeck, C. B., Frey-Hewitt, B., Galbo, H., Haskell, W., & Reaven, G. M. (1990). Glucoregulation and hormonal responses to maximal exercise in non-insulin-dependent diabetes. *J Appl Physiol* (1985), *68*(5), 2067-2074. Retrieved from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Glucoregulation+and+hormonal+responses+to+maximal+exercise+in+non-insulin-dependent+diabetes>.

- Lang, J. A., Gisolfi, C. V., & Lambert, G. P. (2006). Effect of exercise intensity on active and passive glucose absorption. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 16(5), 485-493. Retrieved from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Effect+of+exercise+intensity+on+active+and+passive+glucose+absorption>.
- Lindstrom, M., & Sundquist, J. (2001). Immigration and leisure-time physical inactivity: a population-based study. *Ethn Health*, 6(2), 77-85. doi: 10.1080/13557850120068405
- Lunde, M. S., Hjellset, V. T., & Hostmark, A. T. (2012). Slow post meal walking reduces the blood glucose response: an exploratory study in female Pakistani immigrants. *J Immigr Minor Health*, 14(5), 816-822. doi: 10.1007/s10903-012-9574-x
- Marliss, E. B., & Vranic, M. (2002). Intense exercise has unique effects on both insulin release and its roles in glucoregulation: implications for diabetes. *Diabetes*, 51 Suppl 1, S271-283. doi: 10.2337/diabetes.51.2007.S271
- McEwen, B. S., & Gianaros, P. J. (2011). Stress- and allostasis-induced brain plasticity. *Annu Rev Med*, 62, 431-445. doi: 10.1146/annurev-med-052209-100430
- Nes, B. M., Janszky, I., Wisloff, U., Stoylen, A., & Karlsen, T. (2013). Age-predicted maximal heart rate in healthy subjects: The HUNT fitness study. *Scand J Med Sci Sports*, 23(6), 697-704. doi: 10.1111/j.1600-0838.2012.01445.x
- Nygaard, H., Tomten, S. E., & Hostmark, A. T. (2009). Slow postmeal walking reduces postprandial glycemia in middle-aged women. *Appl Physiol Nutr Metab*, 34(6), 1087-1092. doi: 10.1139/h09-110
- Procopiou, M., & Philippe, J. (2005). The metabolic syndrome and type 2 diabetes: epidemiological figures and country specificities. *Cerebrovasc Dis*, 20 Suppl 1, 2-8. doi: 10.1159/000088231
- Risso, A., Mercuri, F., Quagliaro, L., Damante, G., & Ceriello, A. (2001). Intermittent high glucose enhances apoptosis in human umbilical vein endothelial cells in culture. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 281(5), E924-930. Retrieved from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11595647>
- Roberts, S., Desbrow, B., Grant, G., Anoopkumar-Dukie, S., & Leveritt, M. (2013). Glycemic response to carbohydrate and the effects of exercise and protein. *Nutrition*, 29(6), 881-885. doi: 10.1016/j.nut.2012.12.022
- Short, K. R., Pratt, L. V., Teague, A. M., Man, C. D., & Cobelli, C. (2013). Postprandial improvement in insulin sensitivity after a single exercise session in adolescents with low aerobic fitness and physical activity. *Pediatr Diabetes*, 14(2), 129-137. doi: 10.1111/j.1399-5448.2012.00900.x
- Telle-Hjellset, V., Raberg Kjollesdal, M. K., Bjorge, B., Holmboe-Ottesen, G., Wandel, M., Birkeland, K. I., . . . Hostmark, A. T. (2012). The InnvaDiab-DE-PLAN study: a randomised controlled trial with a culturally adapted education programme improved the risk profile for type 2 diabetes in Pakistani immigrant women. *Br J Nutr*, 109(3), 529-538. doi: 10.1017/s000711451200133x
- Thapa, S. B., Dalgard, O. S., Claussen, B., Sandvik, L., & Hauff, E. (2007). Psychological distress among immigrants from high- and low-income countries: findings from the Oslo Health Study. *Nord J Psychiatry*, 61(6), 459-465. doi: 10.1080/08039480701773261
- Ursin, H., & Eriksen, H. (2007). Cognitive activation theory of stress, sensitization, and common health complaints. *Ann N Y Acad Sci*, 1113, 304-310. doi: 10.1196/annals.1391.024
- Whiting, D. R., Guariguata, L., Weil, C., & Shaw, J. (2011). IDF diabetes atlas: global estimates of the prevalence of diabetes for 2011 and 2030. *Diabetes Res Clin Pract*, 94(3), 311-321. doi: 10.1016/j.diabres.2011.10.029

- WHO. (2009). *Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks* Retrieved from http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/GlobalHealthRisks_report_full.pdf
- Wright, E., Jr., Scism-Bacon, J. L., & Glass, L. C. (2006). Oxidative stress in type 2 diabetes: the role of fasting and postprandial glycaemia. *Int J Clin Pract*, 60(3), 308-314. doi: 10.1111/j.1368-5031.2006.00825.x
- Yeung, E. H., Zhang, C., Mumford, S. L., Ye, A., Trevisan, M., Chen, L., . . . Schisterman, E. F. (2010). Longitudinal study of insulin resistance and sex hormones over the menstrual cycle: the BioCycle Study. *J Clin Endocrinol Metab*, 95(12), 5435-5442. doi: 10.1210/jc.2010-0702

Vedlegg

Vedlegg 1



Region:	Saksbehandler:	Telefon:	Vår dato:	Vår referanse:
REK sør-øst	Katrine Ore	22845517	31.01.2012	2011/2614/REK sør-øst A
			Deres dato:	Deres referanse:
			13.12.2011	

Vår referanse må oppgis ved alle henvendelser

Victoria Telle Hjellset
Inst for helse og samfunn

2011/2614 A InnvaDiab III

Vi viser til søknad om forhåndsgodkjenning av ovennevnte forskningsprosjekt. Søknaden ble behandlet av Regi medisinsk og helsefaglig forskningsetikk i møtet 12.01.2012.

Forskningsansvarlig: Universitet for miljø og biovitenskap ved øverste ledelse

Prosjektleder: Victoria Telle Hjellset

Prosjektomtale (revidert av REK):

Studien har til hensikt å fremskaffe kunnskap for framtidig helsefremmende og sykdomsforebyggende tiltak for 2 diabetes (T2D). Man ønsker å sammenligne to metoder, intervensjon og direkte biofeedback, for å se hva som på blodsukkeret spesielt og helse generelt over tid. Intervensjonen har en "nondirective" form. Man ønsker med deltagerne tilstrekkelig kunnskap om hvordan de selv kan regulere eget blodsukker gjennom kost og fysisk aktivitet på direkte biofeedback vil bli brukt på en annen gruppe av deltagere, ved at deltakerne selv får se hvordan mataktiviteten umiddelbart påvirker eget blodsukkernivå. Studien er samtykkebasert. Deltakerne skal rekrutteres via informasjon på typiske samlingssteder. 200 innvandrere fra Pakistan, India og Bangladesh i alderen 18–60 år vil bli delt i 3 grupper, en kontrollgruppe, en intervensjonsgruppe og en gruppe som gjennomfører direkte biofeedback. Intervensjonsgruppen skal undervises i grupper, mens biofeedback gruppen skal møte fastende og få målt blodsukkeraktiviteter og måltider, og selv følge med i måling av eget blodsukker. Det skal samles inn en rekke nye helseopplæringsmateriale som skal svare på spørreskjemaer.

Forskningsetisk vurdering

Informasjonsskrivet har for dårlig språk. Komiteen anbefaler at man i prosjektet benytter REKs mal for informasjonsskriv http://helseforskning.etikkom.no/ikbViewer/page/frister/malforinformasjonsskriv?p_dim=34672&lan=2&_ikbL

Komiteen har ingen øvrige innvendinger til studien.

Det skal opprettes en forskningsbiobank i tilknytning til prosjektet, InnvaDiab III. Ansvarlig for forskningsbiobank: Victoria Telle Hjellset.

Vedtak

Prosjektet godkjennes under forutsetning av at vilkår om revisjon av informasjonsskriv, som er anført ovenfor, er godkjent. Revidert informasjonsskriv sendes komiteen til orientering.

Komiteen godkjenner opprettelse av forskningsbiobank "InnvaDiab III", i tråd med det som er angitt i prosjektet. Ansvarshavende for forskningsbiobanken er phd Victoria Telle Hjellset.

Komiteen gjør oppmerksom på at REK må søkes om tillatelse til opphør, nedleggelse eller overtakelse av forskningsetikk.

Besøksadresse: Gullhaug torg 4 A, Nydalén, 0484 Oslo	Telefon: 22845511 E-post: post@helseforskning.etikkom.no	All post og e-post som inngår i saksbehandlingen, bes adressert til REK sør-øst og ikke til enkelte personer	Kindly address all mail and e-mails to the Regional Ethics Committee, REK sør-øst, not to individual staff
	Web: www.etikkom.no		

helseforskningsloven § 30.

Biobankregisteret og Statens Legemiddelverk vil bli underrettet ved kopi av dette brev.

Godkjenningen gjelder til 31.12.2016.

Godkjenningen er for øvrig gitt under forutsetning av at prosjektet gjennomføres slik det er beskrevet i søknaden med de bestemmelser som følger av helseforskningsloven med forskrift.

Forskningsprosjektets data skal oppbevares forsvarlig, se personopplysningsforskriften kap 2 og Helsedirektoratet "Personvern og informasjonssikkerhet i forskningsprosjekter innenfor helse- og omsorgssektoren".

Opplysningene skal ikke oppbevares lenger enn det som er nødvendig for å gjennomføre prosjektet, deretter ska anonymiseres eller slettes.

Dersom det skal gjøres endringer i prosjektet i forhold til de opplysninger som er gitt i søknaden, må prosjektleder sende endringsmelding til REK.

Prosjektet skal sende sluttmelding på eget skjema, senest et halvt år etter prosjektslutt, jf helseforskningsloven § 30.

Komiteens vedtak kan påklages til Den nasjonale forskningsetiske komité for medisin og helsefag, jfr. helseforskningsloven § 3 ledd og forvaltningsloven § 28. En eventuell klage sendes til REK sør-øst A. Klagefristen er tre uker fra mottak av vedtaket, jfr. forvaltningsloven § 29.

Komiteens avgjørelse var enstemmig.

Komiteens vedtak kan påklages til Den nasjonale forskningsetiske komité for medisin og helsefag, jfr. helseforskningsloven § 3 ledd og forvaltningsloven § 28. En eventuell klage sendes til REK sør-øst. Klagefristen er tre uker fra mottak av vedtaket, jfr. forvaltningsloven § 29.

Vi ber om at alle henvendelser sendes inn via vår saksportal: <http://helseforskning.etikkom.no> eller på e-post til: post@helseforskning.etikkom.no.

Vennligst oppgi vårt referansenummer i korrespondansen.

Med vennlig hilsen,

Gunnar Nicolaysen (sign.)
Professor dr med
Komiteens leder

Kopi til: camilla.ihlebak@umb.no, camilla.ihlebak@umb.no
post@legemiddelverket.no

Forespørsel om deltakelse i prosjektet:

” Vil lett fysisk aktivitet før et måltid kunne redusere blodglukosestigningen etter måltidet?”

Kan du tenke deg å bli med i et forsøk der vi ønsker å se om lett fysisk aktivitet i form av en gåtur, før du spiser et karbohydratrikt måltid, vil kunne påvirke blodsukkeret ditt?

Et høyt blodsukker vil på lang sikt kunne føre til overvekt, type 2 diabetes (T2D), og hjerte- og karsykdommer. Tidligere forskning har vist at fysisk aktivitet etter et måltid reduserer økningen i blodsukkeret. Vi ønsker nå å se om lett fysisk aktivitet før et måltid vil kunne gi positiv effekt på blodsukkerverdiene. Hensikten med studien er å se om rolig og moderat gange vil kunne redusere blodsukkerøkningen etter et måltid for å kunne forebygge T2D.

Gjennomføring av forsøkene:

Etter å ha spist et karbohydratrikt måltid vil blodsukkeret ditt stige. Vi ønsker her å se om det er noen forskjell i denne stigningen dersom du har gått en rolig rusletur på forhånd. Derfor må du møte opp i alt tre ganger for å spise et måltid cornflakes, der du ikke skal være i noen aktivitet den første dagen. De neste to gangene skal du være i aktivitet med to ulike intensiteter, for å se om dette vil gi noen forskjellige blodsukkerverdier.

Testingen vil foregå på mandager i tre uker på Kantarellen bo- og rehabiliteringssenter i bydel Søndre Nordstrand. Oppmøte vil være kl 08:00, og du er ferdig senest kl 12:00 alle tre forsøksdagene. Du må møte fastende, det betyr at du ikke kan ha spist eller drukket noe annet en vann, siden kl 20:00 kvelden før. Du skal heller ikke ha vært fysisk aktiv sett bort fra normalt morgenstell. Det er derfor en fordel om du kan ta buss eller bil til lokalet på testdagen og slik unngå å gå. Trenger du hjelp til transport kan du gi beskjed til Silje på tlf.nr 994 594 12.

Første forsøksdag vil vi ta en blodprøve i armen din, og vi måler din høyde og vekt. Deretter vil vi måle blodsukkeret ditt, med et stikk i fingeren, hvert 15. minutt i to timer. Blodsukkermålingene vil foregå ved bruk av et håndholdt blodsukkermåler apparat (Contur Assencia Breeze, Bayer). Etter første fingerprøve skal du spise et måltid bestående av cornflakes med melk. Du vil sitte rundt ett bord sammen med andre testpersoner i disse to timene. Verdiene vil føres inn i et skjema underveis. To timer etter måltidet vil vi avslutte testen med å ta en ny blodprøve i armen din. Du vil måtte svare på noen spørsmål om ditt generelle aktivitetsnivå, samt kost og aktivitet de siste 24 timene før testdagen.

Andre forsøksdag vil du gå i normalt ”rusletempo” i 20 minutter, før du spiser samme måltid som første dag. Pulsen din registreres av et pulsbelte med en pulsklokke for at vi skal kunne se hvilken intensitet du går med. Taker av blodsukker og blodprøver, høyde og vekt, vil foregå på samme måte som første dag.

Tredje forsøksdag vil foregå på samme måte som andre dag, men her skal du oppnå en litt høyere puls når du går. Dette oppnår du gjennom å gå i trapper.

Alle vil få tilsendt prøvesvarene sine en tid etter at forsøkene er utført. Dersom vi finner noe som er avvikende, vil du og din fastlege bli informert.

Du kan delta i studien

- Dersom begge dine foreldre er pakistanske
- Er en normalt frisk kvinne som kan gå i normalt tempo i 20 minutter.
- Har underskrevet informert samtykke

Dersom du er i jobb, men ønsker å delta, kan vi sende med deg et brev som du kan levere til din arbeidsgiver.

Du kan ikke delta dersom

- Du har en kjent hjertesykdom (slik som angina pectoris og rytmeforstyrrelser)
- Har påvist type 2 diabetes
- Trener regelmessig mer enn tre ganger i uken
- Er gravid
- På forhånd vet at du ikke kan komme alle de tre testdagene

Ulemper ved deltakelse:

- Du må sette av litt tid en morgen/formiddag i uka over tre uker.
- Stikket i fingeren i forbindelse med blodsuktermålingene og
- nålestikket i forbindelse med blodprøvetakingene, vil av noen kunne oppleves som kortvarig ubehag.

Alle data som samles inn vil bli aidentifisert og behandlet konfidensielt. Det er kun du som vil ha mulighet til å se resultatene dine. Når prosjektet er ferdig, innen 31 desember 2015, vil alle data bli slettet. Ingen av testpersonene vil kunne bli identifisert ved publisering.

Testingen vil foregå høsten 2014.

Deltakelse i dette prosjektet er frivillig. Du gjøres oppmerksom på at du når som helst kan trekke deg fra studien uten å måtte oppgi noen spesiell grunn. Dine data vil da bli slettet dersom du ønsker dette. Prosjektet er en del av InnvaDiab 3, og er derfor tilrådd fra REK, regionale komiteer for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk.

Hovedansvarlig for den praktiske gjennomføringen av prosjektet er masterstudent i folkehelsevitenskap på NMBU, Silje Sveen. Victoria Telle Hjellset, postdoktor på Norges miljø og biovitenskapelige universitet (NMBU), er prosjektansvarlig.

Ved eventuelle spørsmål, ta kontakt med

Silje Sveen
Tlf 99459412,
mail: silje.sveen@nmbu.no

eller

Victoria Telle Hjellset
tlf: 93200105
mail: v.t.hjellset@meisn.uio.no

Samtykkeerklæring:

Jeg _____ ønsker å delta som forsøksperson i " Vil lett fysisk aktivitet før et måltid kunne redusere blodglukosestigningen etter et måltid?". Jeg har lest informasjonsskrivet, er innforstått med hva forsøket innebærer for meg, og vet at deltakelse er frivillig. Jeg kan når som helst trekke meg fra studien, uten å måtte oppgi noen grunn for dette.

_____ den _____
(sted)

(navn)

Borgs skala

- 6 Ikke anstrengende
- 7 Meget, meget lett
- 8
- 9 Meget lett
- 10
- 11 Ganske lett
- 12
- 13 Litt anstrengende
- 14
- 15 Anstrengende
- 16
- 17 Meget anstrengende
- 18
- 19 Svært anstrengende
- 20 Maksimalt anstrengende

"Gå innan"

Personinformasjon

Dag 1

ID.NR. _____

Samtykke Dato _____ **Samtykke:** **Ja** **Nei**

Har du fastet siste 12 timer? **Ja** **Nei**

Er du frisk og uten medisiner nå? **Ja** **Nei**

Vil du motta påminnelser på SMS **Ja** **Nei**

Dato for test dag 1: _____

Fastlege/legesenter: _____

Kommentarer:

Testperson blodprøver: _____

Lagt inn i SPSS; underskrift _____ **Dato** _____

Antropometriske mål

Testpersonell underskrift _____ Dato _____

a) Vekt og høyde Initialer testperson:

Vekt (kg)	Høyde (m)	BMI

b) Alder: _____

Karbohydratrikt måltid

Gram cornflakes: _____

Desiliter ekstra lettmeik: _____

Pulsmåling

Pulsklokke nr: _____

Gjennomsnittlig puls under hvile: _____

Glukosekurve

Blodsuktermåler nr. _____

Initialer testperson:	Glukose konsentrasjonen i blodet			
	1.gang	2.gang	3.gang	Middelverdi
Før måltid				
Etter 15 min.				
Etter 30 min.				
Etter 45 min.				
Etter 60 min.				
Etter 75 min.				
Etter 90 min.				
Etter 105 min.				
Etter 120 min.				

Kommentar: _____

Aktivitetsnivå og matinntak siste 12 timer

a) **Hvordan kom du deg hit i dag?**

Gående/syklende, *hvor lang tid*; _____ min Motorisert kjøretøy

-Hvis du gikk/syklet: Med hvilken intensitet gikk/syklet du?

Lav Middels, ble litt svett Høy, ble svært svett og andpusten

b) **Har du vært fysisk aktiv de siste 12 timene før du kom hit i dag?**

Ja Nei

Hvor lenge; _____ min

Hva gjorde du: _____

Hvilken intensitet?

Lav Middels, ble litt svett Høy, ble svært svett og andpusten

c) **Er du vanligvis fysisk aktiv? (i hjemmet, fritid, transport, arbeid)**

d) **Hva slags fysisk aktivitet gjør du?**

e) **Hvor mange ganger i uken er du fysisk aktiv?**

f) **Med hvilken intensitet trener du?**

Lav Middels, blir litt svett Høy, blir svært svett og andpusten

g) **Har du spist noe i løpet av de siste 12 timene?**

Ja Nei

-I så fall, hva: _____

h) **Har du drukket noe i løpet av de siste 12 timene?**

Ja Nei

-I så fall, hva: _____

Sykdommer

a) **Har du noen kroniske sykdommer?**

Ja Nei

b) **Tar du medisiner regelmessig?**

Ja Nei

Hvis Ja hvilke medisiner tar du ? (hjertekar, muskel/skjelett, søvn, psykiske)

	I bruk
Diabetesmedisiner	
Blodfortynnende (Acetylsalisylsyre (ASA))	
Lipidsenkende	
Blodtrykkssenkende	
Hjerte-og karsykdom	
Vektreduserende	
Antidepressiva	
Andre medisiner for psykisk helse	
Nikotinerstatning	
Betennelsesdempende	
Innsøvning/sove medisin	
Smertelindrende	
Allergier	

”Gå innan”

Personinformasjon Dag 2

ID.NR. _____

Samtykke Dato _____ **Samtykke:** **Ja** **Nei**

Har du fastet siste 12 timer? **Ja** **Nei**

Er du frisk og uten medisiner nå? **Ja** **Nei**

Vil du motta påminnelser på SMS **Ja** **Nei**

Dato for test dag 2: _____

Fastlege/legesenter: _____

Kommentarer:

Testperson blodprøver: _____

Lagt inn i SPSS; underskrift _____ **Dato** _____

Antropometriske mål

Testpersonell underskrift _____ Dato _____

a) Vekt og høyde Initialer testperson:

Vekt (kg)	Høyde (m)	BMI

b) Alder: _____

Karbohydratrikt måltid

Gram cornflakes: _____

Desiliter ekstra lettmeik: _____

Puls og Borg under aktivitet

Pulsklokkenr: _____

Puls etter 5 minutter	
Puls etter 10 minutter	
Puls etter 15 minutter	
Puls etter 20 minutter	
Gjennomsnittlig puls under aktivitet	

Selvrapportert Borg under aktivitet

Borg ved start	
Borg etter 10 minutter	
Borg etter 20 minutter	
"Hvordan opplevde du det var å gå i disse 20 minuttene?" Selvopplevd gjennomsnittlig Borg under aktivitet (ikke utregnet)	

Glukosekurve

Blodsuktermåler nr. _____

Initialer testperson:	Glukose konsentrasjonen i blodet			
	1.gang	2.gang	3.gang	Sum
Før måltid				
Etter 15 min.				
Etter 30 min.				
Etter 45 min.				
Etter 60 min.				
Etter 75 min.				
Etter 90 min.				
Etter 105 min.				
Etter 120 min.				

Kommentar: _____

Aktivitetsnivå og matinntak siste 12 timer

a) **Hvordan kom du deg hit i dag?**

Gående/syklende, *hvor lang tid*; _____ min Motorisert kjøretøy

-Hvis du gikk/syklet: Med hvilken intensitet gikk/syklet du?

Lav Middels, ble litt svett Høy, ble svært svett og andpusten

b) **Har du vært fysisk aktiv de siste 12 timene før du kom hit i dag?**

Ja Nei

Hvor lenge; _____ min

Hva gjorde du: _____

Hvilken intensitet?

Lav Middels, ble litt svett Høy, ble svært svett og andpusten

c) **Er du vanligvis fysisk aktiv? (i hjemmet, fritid, transport, arbeid)**

d) **Hva slags fysisk aktivitet gjør du?**

e) **Hvor mange ganger i uken er du fysisk aktiv?**

f) **Med hvilken intensitet trener du?**

Lav Middels, blir litt svett Høy, blir svært svett og andpusten

g) **Har du spist noe i løpet av de siste 12 timene?**

Ja Nei

-I så fall, hva: _____

h) **Har du drukket noe i løpet av de siste 12 timene?**

Ja Nei

-I så fall, hva: _____

"Gå innan"

Personinformasjon

Dag 3

ID.NR. _____

Samtykke Dato _____ **Samtykke:** **Ja** **Nei**

Har du fastet siste 12 timer? **Ja** **Nei**

Er du frisk og uten medisiner nå? **Ja** **Nei**

Vil du motta påminnelser på SMS **Ja** **Nei**

Dato for test dag 3: _____

Fastlege/legesenter: _____

Kommentarer:

Testperson blodprøver: _____

Lagt inn i SPSS; underskrift _____ **Dato** _____

Antropometriske mål

Testpersonell underskrift _____ Dato _____

a) Vekt og høyde Initialer testperson:

Vekt (kg)	Høyde (m)	BMI

b) Alder: _____

Karbohydratrikt måltid

Gram cornflakes: _____

Desiliter ekstra lettmeik: _____

Puls og Borg under aktivitet

Pulsklokkenr: _____

Puls etter 5 minutter	
Puls etter 10 minutter	
Puls etter 15 minutter	
Puls etter 20 minutter	
Gjennomsnittlig puls under aktivitet	

Selvrapportert Borg under aktivitet

Borg ved start	
Borg etter 10 minutter	
Borg etter 20 minutter	
"Hvordan opplevde du det var å gå i disse 20 minuttene?" Selvopplevd gjennomsnittlig Borg under aktivitet (ikke utregnet)	

Glukosekurve

Blodsuktermåler nr. _____

Initialer testperson:	Glukose konsentrasjonen i blodet			
	1.gang	2.gang	3.gang	Sum
Før måltid				
Etter 15 min.				
Etter 30 min.				
Etter 45 min.				
Etter 60 min.				
Etter 75 min.				
Etter 90 min.				
Etter 105 min.				
Etter 120 min.				

Kommentar: _____

Aktivitetsnivå og matinntak siste 12 timer

a) **Hvordan kom du deg hit i dag?**

Gående/syklende, *hvor lang tid*; _____ min Motorisert kjøretøy

-Hvis du gikk/syklet: Med hvilken intensitet gikk/syklet du?

Lav Middels, ble litt svett Høy, ble svært svett og andpusten

b) **Har du vært fysisk aktiv de siste 12 timene før du kom hit i dag?**

Ja Nei

Hvor lenge; _____ min

Hva gjorde du: _____

Hvilken intensitet?

Lav Middels, ble litt svett Høy, ble svært svett og andpusten

c) **Er du vanligvis fysisk aktiv? (i hjemmet, fritid, transport, arbeid)**

d) **Hva slags fysisk aktivitet gjør du?**

e) **Hvor mange ganger i uken er du fysisk aktiv?**

f) **Med hvilken intensitet trener du?**

Lav Middels, blir litt svett Høy, blir svært svett og andpusten

g) **Har du spist noe i løpet av de siste 12 timene?**

Ja Nei

-I så fall, hva: _____

h) **Har du drukket noe i løpet av de siste 12 timene?**

Ja Nei

-I så fall, hva: _____



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Postboks 5003
NO-1432 Ås
67 23 00 00
www.nmbu.no