



Universitetet
i Stavanger

FAKULTET FOR UTDANNINGSVITENSKAP OG HUMANIORA

MASTEROPPGAVE

Studieprogram: Master i idrettsvitenskap	Vårsemesteret, 2022
Forfatter: Nils-Vidar Henriksen	
Veileder: Tommy Haugen, Professor UiA (PhD idrettsvitenskap)	
Tittel på masteroppgaven: Akutte effekter av fysisk aktivitet på matematisk problemløsning hos ungdom	
Engelsk tittel: Acute effects of physical activity on mathematical problem solving in adolescents	
Emneord: Fysisk aktivitet, akutte effekter, skoleferdigheter, matematikk, konsentrasjon, opplagthet og ungdom	Antall ord: 19 404 Antall vedlegg/annet: 2 Stavanger, 31. mai 2022

Forord

Flere år med undervisning i både kroppsøving og matematikk har ledet til en interesse for å undersøke sammenhenger mellom disse to nokså forskjellige fagområdene. Derfor var det naturlig å velge dette som utgangspunkt når muligheten bød seg i forbindelse med denne masteroppgaven. Takk til alle elever jeg har vært så heldig å være lærer for, som har gitt meg erfaringer som har vært til nytte inn mot dette masterprosjektet. Det har vært en krevende, men lærerik og interessant erfaring.

Jeg ønsker å takke min veileder Tommy Haugen for god og kyndig veiledning, konstruktive råd, og ikke minst for imponerende rask responstid på mine henvendelser.

Jeg vil også benytte anledningen til å takke familien min for all støtte, og for at dere har vist forståelse for alle timene jeg har vært utilgjengelig på grunn av arbeidet med denne oppgaven.

Sandnes, mai 2022

Nils-Vidar Henriksen

Sammendrag

Målet med denne studien er å undersøke om 30 minutter fysisk aktivitet har en akutt effekt på deltageres evne til å løse problembaserte matematikkoppgaver. Dette masterprosjektet i idrettsvitenskap ble gjennomført som et eksperiment blant en gruppe elever ved videregående skole ($n = 66$). Halvparten av deltagerne fikk fysisk aktivitet, og den andre halvparten fulgte ordinær klasseromsundervisning. På forhånd ble elevene satt sammen to og to basert på terminkarakteren i matematikk, og deretter ble en fra hvert par trukket tilfeldig til enten kontroll- og forsøksgruppe. Alle deltagerne gjennomførte en innledende matematikktest, der de også skulle vurdere sin egen opplagthet og sitt konsentrasjonsnivå. Deretter gjennomførte eksperimentgruppen 30 minutter fysisk aktivitet med moderat til høy intensitet. Kort tid etter avsluttet fysisk aktivitet gjennomførte hele gruppen en ny teoretisk test tilsvarende den første. Det ble ikke funnet noen signifikante forskjeller mellom gruppene i deres evne til å løse matematikkoppgavene ($p > ,05$), men eksperimentgruppen rapporterte om signifikant høyere økning i både opplagthet og konsentrasjon enn kontrollgruppen ($p < ,05$).

På grunn av mangel på signifikante funn er det ikke grunnlag for å konkludere med at fysisk aktivitet har hatt en akutt effekt på elevenes til evne til å løse matematikkoppgaver. Derimot er det vist at fysisk aktivitet har en signifikant akutt positiv effekt på opplagthet og konsentrasjon.

Abstract

The aim of this study is to investigate whether 30 minutes of physical activity has an acute effect on the participants' ability to solve problem-based mathematics problems. This master's project in sports science was carried out as an experiment among students at upper secondary school ($n = 66$). Half of the participants received physical activity, and the other half attended ordinary classroom instruction. In advance, the students were put together in pairs based on the term grade in mathematics, and one from each pair was drawn at random either to the control or experimental group. All participants performed an initial math test, in which they also should assess their own levels of vigilance and concentration. The experimental group then participated in 30 minutes of moderate to vigorous physical activity. Shortly after the end of physical activity both groups completed a new theoretical test similar to the first. No significant differences were found between the groups in their ability to solve the mathematics

problems ($p > .05$), but the experimental group reported a significantly higher increase in levels of both vigilance and concentration, than the control group ($p < .05$).

Due to the lack of significant evidence, there is no basis for concluding that physical activity has had an acute effect on the ability to solve mathematical problems. On the other hand, it has been shown that physical activity has a significant acute positive effect on students' vigilance and concentration.

Innhold

1. Introduksjon	1
1.1. Problemstilling.....	2
1.2. Oppbygning	3
1.3. Definisjoner	3
1.4. Avgrensninger	4
2. Teori.....	6
2.1. Fysisk aktivitet.....	6
2.2. Fysisk aktivitet og kognitiv funksjon	7
2.3 Fysisk aktiv læring.....	9
2.3.1. Active Smarter Kids (ASK)	9
2.3.2. HOPPLæring	10
2.3.3. Aktiv skole	10
2.3.4. School in Motion.....	10
2.4. Fysisk aktivitet og akutt kognitiv prestasjon	11
2.4.1. Potensielle forklarende mekanismer	15
2.5. Oppsummering av teorigrunnlag	16
3. Metode	18
3.1. Metodisk tilnærming.....	18
3.2. Studiedesign.....	19
3.3. Utvalg	19
3.4. Måleverktøy	20
3.5. Fysisk aktivitet benyttet i studien	21
3.6. Forskningsetiske vurderinger	23
3.7. Reliabilitet	23
3.8. Validitet	24
3.9. Statistisk analyse.....	25

4. Resultat	27
4.1. Deskriptive data	27
4.2. Differansescore	29
5. Diskusjon	31
5.1. Hvilken akutt effekt har 30 minutters fysisk aktivitet på elevenes evne til å løse problembaserte matematikkoppgaver?	31
5.1.1. Ulik effekt basert på kognitiv ytelse ved pretest?	35
5.2. Hvilken akutt effekt har 30 minutters fysisk aktivitet på elevenes opplagthet og konsentrasjon?	36
5.3. Moderatorer	36
5.4. Styrker og svakheter med studien.....	39
5.5. Implikasjoner	42
6. Avsluttende refleksjoner	43
6.1. Oppsummering av hovedfunn	43
6.2. Veien videre.....	44
Referanser.....	45
Vedlegg	49
Vedlegg 1: Informasjonsskriv til deltagere	49
Vedlegg 2: Spørreskjema til deltagerne.....	51

1. Introduksjon

Fysisk aktivitet spiller en viktig rolle for barn og unges vekst og utvikling (Berg & Mjaavatn, 2008). Norske helsemyndigheter anbefaler at barn og ungdom mellom 6-17 år deltar i fysisk aktivitet i minimum 60 minutter hver dag i moderat til høy intensitet (Helsedirektoratet, 2019). Kartlegginger viser imidlertid at bare halvparten av norske 15-åringer oppfyller disse anbefalingene (Helse- og omsorgsdepartementet, 2020). Ved å øke mengden daglig fysisk aktivitet med 13 minutter, vil derimot andelen av 15-åringer som oppfyller kravene øke til hele 70 % (Helse- og omsorgsdepartementet, 2020).

Fysisk aktivitet i skolen har vært nært knyttet til undervisning i faget kroppsøving. I grunnskolen er elevene i større grad i bevegelse også i andre fag, på skoleturer og i friminutter – men i videregående skole er kroppsøvingundervisningen gjerne den eneste arena for fysisk aktivitet for de fleste elevene i løpet av skoledagen. De siste årene har kroppsøvingfaget hatt et omfang av to undervisningstimer pr uke, og vanlig praksis hos mange skoler er at disse timene slått sammen til én dobbelttime, der en del av tiden går med til å skifte før og etter aktiviteten. I praksis medfører dette at elevene bare er i aktivitet i 60 minutter i løpet av en skoleuke. Dersom elevene ikke deltar i fysisk aktivitet på fritiden, er deres aktivitetsnivå dermed begrenset til bare en brøkdel av den anbefalte mengden.

Et interessant spørsmål i denne sammenhengen er om fysisk aktivitet i løpet av skoledagen kan tenkes å ha en positiv effekt på elevenes kognitive funksjon, og også bidra til bedre skoleprestasjoner og mer læring? I de siste årene har nettopp dette vært en sentral problemstilling i studier av fysisk aktivitet, og blitt hyppig brukt som et argument for å øke andelen fysisk aktivitet i skolen, også for de eldre elevene (Kvalø et al., 2017; Resaland et al., 2016; Skage, 2020; Solberg et al., 2021)

En systematisk gjennomgang av 137 studier av både akutte og langsiktige effekter av fysisk aktivitet, fysisk form, kognisjon og skoleprestasjoner fant bevis som tyder på at det er assosiasjoner mellom fysisk aktivitet, kondisjon, kognisjon og akademiske prestasjoner. Forbedringer i utøvende funksjon er ofte forbundet med enkeltøkter av fysisk aktivitet og kondisjon. Akutte forbedringer i akademiske prestasjoner finnes også ved fysisk aktivitet (Donnelly et al., 2016)

I følge Biddle et al. (2019) har fysisk aktivitet en sammenheng med psykisk helse hos barn og unge. Det ble funnet årsakssammenheng mellom fysisk aktivitet og kognitiv funksjon, og

delvis for depresjon. Samlet sett kan forskerne gi sin støtte til en oppfordring til større vektlegging av fysisk aktivitet for barn og unge, og de påstår at vitenskapelige bevis tyder på at regelmessig fysisk aktivitet styrker mental helse og kognitiv funksjon (Biddle et al., 2019).

Vazou og Smiley-Oyen (2014) undersøkte sammenhengen mellom fysisk aktivitet og matematikk, og konkluderte med at en kombinasjon mellom fysisk aktivitet og matematikkundervisning førte til bedre resultater enn ved ordinær, stillesittende undervisning. I tillegg rapporterte deltagerne at de likte undervisningen som inneholdt fysisk aktivitet bedre enn den tradisjonelle matematikkundervisningen (Vazou & Smiley-Oyen, 2014).

En av grunnene til at fysisk aktivitet kan tenkes å påvirke kognitive funksjoner, er økt aktivering. Aktivering er et resultat av en kombinasjon av psykologiske og fysiologiske prosesser, og kan ses på som intensiteten av motivasjonen ved et bestemt tidspunkt (Weinberg & Gould, 2019). Hogan m. fl (2013) undersøkte effekten av 15 minutters pedaltråkking, og fant at fysisk aktivitet førte til økt aktivering, og at dette også kunne føre til positive endringer med tanke på kognitiv ytelse (Hogan et al., 2013).

1.1. Problemstilling

Hensikten med denne studien var å finne ut om det å gjennomføre fysisk aktivitet like før en matematikktest ville ha en akutt effekt på resultatet av testen, og om deltagerens opplagthet og konsentrasjonsnivå ville påvirkes. Det var altså elevenes oppnådde poengsum på posttesten sammenlignet med pretesten, samt i hvilken grad de vurderte sin egen opplagthet og konsentrasjon som var de viktigste målene for undersøkelsen. Det ble formulert følgende overordnede problemstilling for det videre arbeidet:

«Hvilken akutt effekt har 30 minutters fysisk aktivitet på elevenes evne til å løse problembaserte matematikkoppgaver, samt på deres opplagthet og konsentrasjon?»

Siden problemstillingen består av to deler, ble det av praktiske hensyn utarbeidet to underliggende forskningsspørsmål:

1. «Hvilken akutt effekt har 30 minutters fysisk aktivitet på elevenes evne til å løse problembaserte matematikkoppgaver?»
2. «Hvilken akutt effekt har 30 minutters fysisk aktivitet på elevenes opplagthet og konsentrasjon?»

Disse forskningsspørsmålene hadde tre mulige utfall; *signifikant positiv effekt*, *signifikant negativ effekt* eller *ingen signifikant effekt*. Det ble benyttet et signifikansnivå på $p < .05$ for å avgjøre utfallet. Basert på tilgjengelig faglitteratur om emnet samt tidligere forskningsresultater, er det rimelig å anta at fysisk aktivitet like før en matematisk test vil ha en signifikant positiv effekt sammenlignet med kontrollgruppen, både når det gjelder matematikktesten, men også for deltagernes opplagthet og konsentrasjon.

Forskningsspørsmålene vil bli behandlet hver for seg i lys av resultatene, men også samlet, for om mulig å kunne gi et svar på problemstillingen. Spørsmålene vil danne grunnlaget for diskusjonskapitlet senere i denne oppgaven.

1.2. Oppbygning

Denne oppgaven består av seks hovedkapitler og flere underkapitler. Første kapittel inneholder en introduksjon hvor oppgavens tema og problemstilling, samt definisjoner og avgrensninger presenteres. I kapittel to vil relevant teori og tidligere forskningsfunn tilknyttet sammenheng mellom fysisk aktivitet og kognitive funksjoner, med vekt på skoleprestasjoner legges frem. I kapittel tre følger en oversikt over studiens design, metode, utvalg og måleinstrument. Her vil også oppgavens reliabilitet og validitet bli drøftet. I kapittel fire presenteres resultatene, inkludert relevante tabeller og figurer. Kapittel fem består av diskusjonsdelen, der oppgavens problemstilling og forskningsspørsmål drøftes i lys av resultatene. Her blir også funnene sammenlignet med relevant teori og tidligere forskning, og studiens styrker og svakheter blir drøftet. Til slutt i kapitlet nevnes noen mulige implikasjoner resultatene medfører. Kapittel seks inneholder avsluttende refleksjoner med oppsummering av hovedfunnene i studien, og til slutt betraktninger angående videre forskning på feltet.

1.3. Definisjoner

Fysisk aktivitet defineres som en kroppsbevegelse forårsaket av skjelettmuskulatur, og som fører til et energiforbruk ut over hvilenivå (Caspersen et al., 1985). Fysisk aktivitet kan deles i ulike kategorier som yrkesaktivitet, idrett, husarbeid, mosjon eller andre aktiviteter (Caspersen et al., 1985). I denne studien er det benyttet fysisk aktivitet i form av typiske kroppsøvningsaktiviteter som består av lekpreget jogging og løping i intervaller med moderat til høy intensitet.

Problemløsning i matematikk handler om å utvikle en metode og anvende en matematisk algoritme for å løse et problem som ikke er kjent fra før, og er en sentral del av kjerneelementene i læreplanen for matematikk i norsk skole. For at en oppgave skal oppleves som et problem, og ikke en meningsløs gåte, er det essensielt at den som skal løse problemet er i stand til å tolke og forstå problemet. Hva som oppleves som et matematisk problem vil altså variere fra person til person, og det kan også variere fra en dag til en annen hos den samme personen (Henderson & Pingry, 1953). I denne studien er de matematiske problemene formulert som tekstopp-gaver, der nivået på forkunnskaper som kreves er tilpasset det forventede faglige ferdighetsnivået i matematikk hos deltagerne.

Eksperimentgruppe består av forsøkspersonene som mottar behandling, eller blir utsatt for et stimuli (Halvorsen, 2008). I denne studien består det aktuelle stimuli av 30 minutter fysisk aktivitet, og innholdet i denne aktiviteten er nærmere beskrevet senere. *Kontrollgruppe* er en gruppe deltagere som ikke mottar behandling eller stimuli. De to gruppene bør i utgangspunktet for forsøket være så like som mulig, slik at det ikke er systematiske forskjeller mellom gruppene som kan påvirke resultatene (Halvorsen, 2008).

Opplagthet (vigilance) er definert som evnen til å være følsom for potensielle endringer i ens omgivelser, det vil si å være i stand til å nå et våkenhetsnivå over en terskel for en viss tidsperiode, snarere enn selve våkenhetstilstanden (van Schie et al., 2021). Man kan på mange måter si at det å være opplagt gir gode forutsetninger for å kunne klare å konsentrere seg om noe. I informasjonen som ble gitt til deltagerne i denne studien, er begrepet opplagthet beskrevet som en sinnstilstand der man føler seg frisk, våken og i godt humør.

Konsentrasjon handler om det å samle oppmerksomheten om noe bestemt. Å være konsentrert om en oppgave innebærer at man retter sin persepsjon, sine tanker og følelser mot oppgaven, at man utelukker forstyrrende stimuli og at man kommer i gang med, holder fast ved og fullfører oppgaven (Kadesjö, 2000).

1.4. Avgrensninger

Utvalget i denne studien er rekruttert fra elever i studiespesialisering vg1 ved en videregående skole på sørvestlandet. Gjennomsnittsalderen hos deltagerne i denne studien var 17,3 år ($sd = 0,29$).

I denne studien ble det målt endring i resultater på en skriftlig matematikktest for å undersøke om fysisk aktivitet påvirket resultatene. Alle oppgavene som skulle løses ble formulert som tekstoppdager, der deltagerne selv måtte finne ut hvilke utregninger som var nødvendig å utføre for å komme frem til svaret. Fremgangsmåte og algoritme ble ikke vurdert; det var kun svaret som ble registrert som enten galt eller riktig.

Alle deltagerne i eksperimentgruppa deltok i de samme aktivitetene på samme tidspunkt. Disse aktivitetene står beskrevet i kapittel tre. Det ble med andre ord ikke undersøkt om forskjellige former for fysisk aktivitet, med tanke på aktivitetsform, intensitet, varighet eller omgivelser ville ha ulik effekt. Det ble heller ikke undersøkt om fysisk aktivitet til ulike tidspunkter på dagen, eller det å benytte forskjellige tidsperioder mellom fysisk aktivitet og teorioppdager ville medføre ulike utfall.

2. Teori

I dette kapittelet presenteres relevant teori og forskning omkring temaene fysisk aktivitet, sammenheng mellom fysisk aktivitet og kognitiv funksjon, fysisk aktiv læring og akutte effekter av fysisk aktivitet på kognitive funksjoner. Disse teoriene danner et grunnlag for diskusjonen i kapittel 5.

2.1. Fysisk aktivitet

Menneskekroppen er skapt for å være i bevegelse. Regelmessig fysisk aktivitet er viktig for normal vekst og utvikling, og assosieres med mange forhold som har med livslang helse og trivsel å gjøre (Lærum, 2008). Det er en økende interesse for sammenhengen mellom fysisk aktivitet og helse, både i befolkningen generelt, men også i forskningsmiljøer (Henriksson & Sundberg, 2008). Likevel er ikke gevinstene ved fysisk aktivitet begrenset til kun de helsemessige. Lek, trening og friluftsliv er arenaer for å oppleve både glede, trivsel og sosialt fellesskap. Fysisk aktivitet, uansett varighet og intensitet, har positiv innvirkning på kropp og sjel (Henriksson & Sundberg, 2008). Imidlertid vil aktiviteter med høyere intensitet og varighet gi en større umiddelbar virkning enn aktiviteter med lavere intensitet og/eller kortere varighet. Graden av påvirkning er også avhengig av faktorer som alder, kroppssammensetning, kjønn og arvelige egenskaper (Henriksson & Sundberg, 2008). I tillegg vil treningstilstanden ha betydning for hvor stor påvirkning fysisk aktivitet vil ha på den fysiske formen (Henriksson & Sundberg, 2008).

Ifølge Helsedirektoratet (2016) kan vi grovt sett definere fysisk aktivitet som det å bevege seg; bruke kroppen. Fysisk aktivitet er et samlebegrep som inkluderer et vidt spekter av gjøremål som for eksempel lek, mosjon, idrett, trening, kroppsøving mm (Helsedirektoratet, 2016). Begrepene fysisk aktivitet og fysisk trening brukes ofte om hverandre. Fysisk trening kan defineres som en form for fysisk aktivitet som består av kroppslig bevegelse som er strukturert, planlagt og som gjentas med sikte på å forbedre eller vedlikeholde helsen eller den fysiske formen (Martinsen, 2018).

Tidligere var fysisk aktivitet en mer naturlig del av daglige gjøremål i form av blant annet manuell transport og arbeidsoppgaver i hjem og yrkesliv. Behovet for å implementere og organisere fysisk aktivitet i befolkningen har vært økende i takt med automatiseringen av dagligdagse arbeidsoppgaver og transport. Større grad av inaktivitet blant barn og unge har ført til et økende fokus på fysisk aktivitet i skolen (Berg & Mjaavatn, 2008). Skolen er en

arena der alle barn og unge deltar. Å integrere mer fysisk aktivitet på sentrale arenaer for barn og unge har vært viktig for regjeringen (Meld. St. 19, 2019). Regjeringen ønsker derfor at skolene i større grad kan ivareta elevenes behov for daglig fysisk aktivitet, og har utarbeidet en tiårig handlingsplan for fysisk aktivitet, der et av målene er én times daglig fysisk aktivitet i skole og SFO (Helse- og omsorgsdepartementet, 2020).

2.2. Fysisk aktivitet og kognitiv funksjon

Kognitiv funksjon er en samlebetegnelse for en rekke funksjoner i hjernen som er viktige for tankevirksomhet og utvikling av kunnskap, og brukes til læring, forståelse og integrasjon av informasjon på en forståelig og meningsfull måte (Etnier & Chang, 2009; Tomporowski et al., 2015). Disse kognitive funksjonene omfatter blant annet oppmerksomhet, sanseoppfattelse, hukommelse, logisk tenkning, problemløsning, utøvende funksjoner, motorikk og språk (Tomporowski et al., 2015). Utøvende funksjoner, også kjent som kontrollert kognisjon, ressurskrevende kognisjon eller eksekutiv kontroll, er generelt definert som et "høyere nivå" eller meta-kognitiv funksjon, som styrer andre mer grunnleggende kognitive funksjoner (Etnier & Chang, 2009). I litteraturen er utøvende funksjoner kategorisert ut ifra tre dimensjoner; *oppdatering* (beholde relevant informasjon i arbeidsminnet, og bearbeide denne informasjonen videre), *hemming* (evne til å unngå dominante, automatiske eller prepotente svar samt å motstå distraksjoner), og *veksling* (bytte frem og tilbake mellom flere ulike oppgaver, operasjoner, regler og/eller tankesett) (Diamond, 2013).

Det er gjennomført et betydelig antall studier der formålet er å undersøke sammenhengen mellom fysisk aktivitet og kognitive funksjoner hos barn og unge. Flere studier viser at det er en positiv sammenheng (Buck et al., 2008; Davis et al., 2011; Etnier & Chang, 2009). Samtidig er det usikkerheter rundt årsaksforholdene, og det finnes flere teorier omkring underliggende faktorer som kan være av betydning (Diamond & Ling, 2016; Singh et al., 2012). Én mulig årsak kan være fysiologiske endringer i sentralnervesystemet som følge av fysisk aktivitet, som for eksempel dannelse av nye synapser og myelin (Arday et al., 2014). Synapser er kontaktpunkter mellom celler og nevroner, og myelin er et fettstoff som beskytter nervecellene, og bidrar til raskere nervesignaler. Denne teorien støttes også av en studie fra 2005 der sammenhengen mellom kondisjon og kognitiv funksjon ble undersøkt (Hillman et al., 2005). Studien viste at barn med god kondisjon hadde en raskere aktivering av nervesignaler sammenlignet med barn i dårligere fysisk form. Resultatene indikerer at det å

trene opp den fysiske formen kan være relatert til å bedre kognitive funksjoner hos barn og unge (Hillman et al., 2005). Forbedring av oksygentilførselen til hjernen som følge av fysisk aktivitet pekes også på som en mulig årsak til denne sammenhengen (Arday et al., 2014; Diamond & Ling, 2016).

Lubans m.fl (2016) undersøkte sammenhengen mellom fysisk aktivitet, kognitiv funksjon og psykisk velvære og lidelse, og utarbeidet tre hypoteser for de bakenforliggende mekanismene; en atferdsmessig hypotese, en psykososial hypotese og en nevrobiologisk hypotese.

Hypotesen om nevrobiologiske mekanismer tar utgangspunkt i strukturelle og funksjonelle endringer i hjernen som oppstår som følge av fysisk aktivitet. Blant annet øker utskillelsen av et nervebeskyttende stoff som kalles *BDNF* (*brain derived neurotrophic factor*) under fysisk aktivitet. Dette hormonet bidrar til celleoverlevelse og nydannelse av nerveceller (Ferris et al., 2007). Slike endringer er først og fremst gunstige for å forbedre den kognitive funksjonen, men nevrobiologiske mekanismer som for eksempel normalisering av signalstoffene, eller *katekolaminene* serotonin, noradrenalin og dopamin i hjernen, kan også være en forklarende årsak for samspillet mellom fysisk aktivitet og kognitiv funksjon (Lubans et al., 2016).

Kognitive funksjoner hos barn og unge knyttes ofte til skolesituasjonen, og kan måles ved å teste akademiske ferdigheter. Når det gjelder skolekonteksten, viste resultater fra School in motion-studien at økt fysisk aktivitet over en periode på ni måneder hadde en positiv effekt både på leseferdighet og tallforståelse hos 14-åringer (Solberg et al., 2021). I en studie fra 2017 ble det funnet at fysisk aktivitet medførte økt synkronisering mellom hjerneområder assosiert med påvirkning og belønning, læring og minne, samt i regioner viktige for oppmerksomhet og utøvende kontroll (Weng et al., 2017). Det kan dermed tenkes at fysisk aktivitet i løpet av skoledagen vil ha en gunstig effekt for elevenes prestasjoner i teoretiske fag. Denne teorien støttes også av resultatene fra ASK-studien (Resaland et al., 2016).

Yigiter og Bayazit gjennomførte i 2013 en studie blant universitetsstudenter i Tyrkia, der hensikten med studien var å undersøke effekter av deltakelse i fysiske aktiviteter på problemløsningsferdigheter og selvfølelse (Yigiter & Bayazit, 2013). 111 frivillige universitetsstudenter deltok i studien og ble tilfeldig fordelt på eksperiment- (n = 51) og kontrollgruppe (n = 60). Forsøksgruppen deltok i et 12-ukers program der fysisk aktivitet ble gjennomført i to økter pr uke, hvor hver økt hadde en varighet på en time. I denne perioden deltok ikke kontrollgruppen i fysisk aktivitet. Problemløsningsevne og selvtilit hos deltagerne ble målt før og etter 12-ukers perioden. Resultatene viste at det var en signifikant positiv

endring i problemløsningsevne og selvtillit for deltagere i forsøksgruppen i forhold til kontrollgruppen (Yiğiter & Bayazit, 2013).

2.3 Fysisk aktiv læring

I løpet av de siste årene har det vært en økende interesse for begrepet *fysisk aktiv læring* når det gjelder implementering av fysisk aktivitet i skolen. Fysisk aktiv læring handler om å integrere fysisk aktivitet i den faglige undervisningen for å oppnå læringsmål, og samtidig bidra til å øke elevenes fysiske aktivitetsnivå (Skage, 2020). Petrigna m.fl (2022) gjennomførte en systematisk gjennomgang av 54 studier der effektene av fysisk aktiv læring ble undersøkt. Resultatene av denne gjennomgangen tyder på at læring gjennom bevegelse har hatt en gunstig effekt på mengde fysisk aktivitet, motoriske effekter og/eller akademiske prestasjoner, i tillegg til at det er en effektiv, rimelig og morsom strategi for barneskolebarn (Petrigna et al., 2022).

Fysisk aktiv læring har blitt benyttet i flere skolebaserte intervensjonsstudier i Norge, både som hovedkomponent og som sekundærkomponent. Videre følger en kort redegjørelse for innhold og sentrale funn i fire slike studier som har blitt gjennomført i Norge de siste årene.

2.3.1. Active Smarter Kids (ASK)

I ASK-studien (Resaland et al., 2016) ble totalt 1129 femteklassinger fra 57 skoler klyngerandomisert i kontroll- og intervensjonsgruppe. Elevene i de 28 intervensjonsskolene gjennomførte fysisk aktivitet i 7 måneder bestående av 3 komponenter (totalt 165 min pr uke):

1. Fysisk aktiv læring (3x30 min pr uke) i skolegården
2. Fysisk aktive pauser (5x5 min pr uke)
3. Fysisk aktiv hjemmelekse (5x10 min pr uke)

Skoleprestasjonene ble vurdert ved hjelp av nasjonale prøver i matematikk, norsk og engelsk, og elevenes aktivitetsnivå ble målt ved å benytte akselerometer. Studien viste ingen signifikante effekter på læringsutbytte hos intervensjonsgruppen, og en mulig årsak til dette ble foreslått å være et generelt høyt aktivitetsnivå hos kontrollgruppen. Resultatene viste imidlertid en positiv effekt på læringsutbyttet i matematikk blant de elevene som hadde det laveste utgangspunktet ved baseline, og gav dermed en indikasjon på at fysisk aktiv læring kan være spesielt gunstig for denne elevgruppen (Resaland et al., 2016).

2.3.2. HOPPLæring

Som en del av prosjektet *Helsefremmende Oppvekst* i Horten ble HOPPLæring implementert i alle kommunens barneskoler i 2014 (Fredriksen et al., 2017). Bakgrunnen for prosjektet var bekymring knyttet til redusert fysisk form, økende overvekt samt inaktivitet hos barn. Målet med prosjektet var å øke aktivitetsnivået og bedre læringsutbyttet for alle elevene i intervensjonsskolene. Fysisk aktivitetsnivå ble målt med akselerometer, og risikofaktorer for livsstilsykdommer ble målt ved hjelp av antropometriske målinger og blodprøver. Intervensjonen bestod av at deler av ordinær klasseromsundervisning ble erstattet med fysisk aktiv læring i 45 minutter pr dag (Fredriksen et al., 2017). Resultatet av studien viste at daglig fysisk aktivitet motvirker noen av effektene av et usunt kosthold på vekt og fettmasse, i tillegg til å redusere vekt og fettmasse hos barn med overvekt. (Goswami et al., 2021). Det ble imidlertid ikke funnet noen positiv effekt av fysisk aktivitet på barnas oppgaveutførelse, noe som tyder på at intervensjonen ikke påvirket barnas utøvende kontroll (Konijnenberg & Fredriksen, 2018).

2.3.3. Aktiv skole

I *Aktiv skole*-studien (Kvalø et al., 2017) ble 447 elever ble randomisert i intervensjons- og kontrollgruppe. Intervensjonen bestod av 45 minutter fysisk aktiv undervisning 2-3 ganger i uken (primærkomponent), og 10 minutter daglig fysisk aktiv hjemmelektur samt 10 minutter daglig fysisk aktivt friminutt (sekundærkomponent). Fysisk aktivitetsnivå ble målt med akselerometer, og utholdenhet ble målt ved hjelp av 10-minutters intervalltest. Resultatene viste at intervensjonen førte til reduksjon av sedatid og økning i fysisk aktivitetsnivå. Forskerne fant også en positiv effekt på utholdenheten blant elevene med lavest fysisk form (Seljebotn et al., 2019). Når det gjelder kognitive resultater fant forskerne indikasjoner på at økt mengde fysisk aktivitet på skolen kan føre til forbedring i barnas utøvende funksjoner, selv uten forbedring i aerob kondisjon, men en lengre intervensjonsperiode kan være nødvendig å finne betydelige effekter (Kvalø et al., 2017).

2.3.4. School in Motion

Formålet med *School in Motion*-studien (Solberg et al., 2021) var å undersøke effekten av økt fysisk aktivitet og kroppsøving på fysisk og psykisk helse, læring og læringsmiljø blant elever på 9.trinn. 2048 elever i 9. klasse ble randomisert i to intervensjonsmodeller (M1 og M2) og én kontrollgruppe, og fulgt over en periode på 29 uker. Elevene i M1 hadde en ekstra kroppsøvingstime, 30 minutter fysisk aktiv læring og 30 minutter fysisk aktivitet pr uke. Elevene i M2 fikk en ekstra kroppsøvingstime, og en time med bevegelsesaktivitet hvor

sosiale relasjoner ble vektlagt. Resultatene viste at økt fysisk aktivitet hadde en gunstig effekt på tallforståelsen og leseferdighetene hos forsøkspersonene (Solberg et al., 2021).

Disse nevnte studiene tar for seg effekter som oppstår over tid, og gir oss ikke direkte svar på om fysisk aktivitet har en umiddelbar, eller *akutt* effekt på barn og unges skoleprestasjoner. I denne studien er problemstillingen «*Hvilken akutt effekt har 30 minutters fysisk aktivitet på elevenes evne til å løse problembaserte matematikkoppgaver, samt på deres opplagthet og konsentrasjon?*» - det er derfor relevant å presentere forskning som tar for seg *akutte* endringer i kognitive prestasjoner som følge av fysisk aktivitet.

2.4. Fysisk aktivitet og akutt kognitiv prestasjon

Fysisk aktivitet medfører en rekke umiddelbare fysiologiske endringer i kroppens funksjonalitet. Et økende antall undersøkelser har antydnet at deltakelse i fysisk aktivitet også er knyttet til akutt forbedring av hjernens funksjon og kognisjon (Bala et al., 2015; Chang et al., 2012). Denne forskningen er basert på antagelsen om at fysiologiske responser på fysisk aktivitet har en innvirkning på kognitive funksjoner, som kan vurderes ved å måle atferden hos forsøkspersonene.

Tomporowski et al. utførte i 2003 en gjennomgang av studier som vurderte den akutte effekten av fysisk aktivitet på voksnes kognitive ytelse. De inkluderte studiene ble fordelt på tre grupper basert på grunnlag av typen treningsprotokoll som ble benyttet. Hver gruppe ble deretter evaluert med tanke på informasjonsbehandlingsteori. Det ble konkludert med at submaksimal aerob trening utført i perioder opptil 60 minutter letter spesifikke aspekter ved informasjonsbehandling. Ved langvarig trening som fører til dehydrering vil fysisk aktivitet derimot kunne ha negativ påvirkning på både informasjonsbehandling og hukommelse (Tomporowski, 2003).

Donnelly et al. publiserte i 2016 en gjennomgang av 137 forskningsartikler knyttet til fysisk aktivitet og kognitiv funksjon, læring, skoleprestasjoner og/eller konsentrasjon og oppmerksomhet (Donnelly et al., 2016). Gjennomgangen inkludert både longitudinelle undersøkelser, tverrsnittsundersøkelser, RCT-studier og studier på akutte effekter. Samlet sett for alle inkluderte studiene, gjorde forskerne gjorde funn som tyder på at det er positive sammenhenger mellom fysisk aktivitet, fysisk form, kognisjon og skoleprestasjon hos barn i alderen 5-13 år. Det ble imidlertid gjort inkonsekvente funn, og effektene av en rekke moderatorer av fysisk aktivitet på kognisjon gjenstår å utforske, f.eks. som type, mengde, frekvens og timing. Når det gjelder studiene som tok for seg akutte effekter, ble det gjort funn

som tyder på at laboratoriestudier av fysisk aktivitet og akademiske prestasjoner og klasseromsstudier som benyttet fysisk aktive læring ser ut til å ha de mest konsistente positive assosiasjonene for positive effekter på skoleprestasjoner (Donnelly et al., 2016).

Uansett antydte litteraturen som ble analysert ingen indikasjon på at økning i fysisk aktivitet påvirker kognisjon eller akademisk prestasjon negativt, og det påpekes at fysisk aktivitet dessuten spiller en viktig rolle for vekst, utvikling og generell helse. Basert på tilgjengelig bevis konkluderte forfatterne med at fysisk aktivitet hadde en positiv innvirkning på kognisjon, samt hjernestruktur og funksjon; men videre forskning er imidlertid nødvendig for å fastslå mekanismer og langsiktig påvirkning, samt strategier for å overføre laboratoriefunnene til skolemiljø (Donnelly et al., 2016).

I studien til McNaughten og Gabbard (1993) ble det forsket på grunnskoleelever i 6-klasse, og hvorvidt fysisk aktivitet hadde umiddelbar innvirkning på kognitiv prestasjon på en matematisk test. Studien sammenlignet effekten av varierende varighet av fysisk anstrengelse på konsentrasjon/oppmerksomhet til forskjellige tider på dagen. Funnene viste at prestasjonen på testen økte ved fysisk aktivitet som fant sted midt på dagen (kl 11.50) og tidlig ettermiddag (kl 14.20), og med en varighet på 30 til 40 minutter, men det var ingen signifikante forskjeller i matematisk ytelse etter fysisk aktivitet av hvilken som helst varighet når utført før kl 12.00. (McNaughten & Gabbard, 1993).

En gruppe forskere fant i 2021 at løping hadde en positiv akutt effekt på humør og kognitiv funksjon (Damrongthai et al., 2021). Her ble den kognitive funksjonen hos 26 unge voksne deltagere målt ved å gjennomføre en Stroop-test, der deltagerne fikk se fargeord som stod skrevet i andre farger enn selve ordet tilsier, og skulle så raskt som mulig fortelle hvilken farge bokstavene hadde. Dette krever høy grad av konsentrasjon, fordi deltagerne må behandle motstridende stimuli, og tvinge hjernen til å velge riktig. Forskerne sammenlignet resultatene med tidligere forsøk hvor den fysiske aktiviteten bestod av pedaltråkking, og fant antydning til at løping hadde en gunstigere effekt enn pedaltråkking på både kognisjon og humør (Damrongthai et al., 2021).

Det er også blitt gjennomført undersøkelser som måler akutte endringer i hjerneaktiviteten som følge av fysisk aktivitet. I en studie fra 2009 undersøkte Hillman et al. effekten av en 20-minutters økt med moderat gange på tredemølle. Det ble benyttet atferdsmessige og nevroelektriske indekser for kognitiv kontroll av oppmerksomhet, og utøvende aspekter av kognisjon involvert i skolebaserte akademiske prestasjoner som lesing, staving og regning

(Hillman et al., 2009). Eksperimentet inkluderte 20 deltagere i alderen 9-10 år som gjennomførte to økter; en hvileøkt og en treningsøkt. Hvileøkten besto av 20 minutters hvile, etterfulgt av kognitiv testing og en kardiorespiratorisk kondisjonsvurdering for å bestemme aerob kapasitet. Treningsøkten bestod av 20 minutters gange på tredemølle ved 60 % av estimert maksimal hjerterefrekvens, etterfulgt av kognitiv testing etter at hjerterefrekvensen hadde sunket til innenfor 10 % av nivåene før trening. Sammenlignet med hvileøkten, hadde fysisk aktivitet positiv effekt på responsnøyaktighet og leseforståelse, men ikke når det gjaldt staving eller matematikk. Studien indikerer at akutt trening kan være nyttig som et kostnadseffektivt middel for å forbedre spesifikke aspekter ved akademiske oppnåelse og forbedring av kognitiv kontroll hos barn og unge (Hillman et al., 2009).

Funnene til Hillman et al. (2009) genererer flere interessante spørsmål. For det første, hvis enkelttilfeller av trening antas å være gunstig for utførelsen av oppgaver som er avhengig av kognitiv kontroll, hvorfor mislyktes intervensjonen i å forbedre matematisk ytelse; en oppgave som vil kreve arbeidsminne? Hillman et al. påstod at treningsintensiteten (60 % av maksimal hjerterefrekvens) var utilstrekkelig til å påvirke aritmetikk, og at høyere "doser" var nødvendig for å kunne observere en fordel. Man kan derfor anta at en høyere treningsintensitet vil føre til forbedringer i aritmetikk.

Et annet spørsmål man kan stille i tilknytning til Hillman et al. (2009) dreier seg om hvilken aktivitetstype som egner seg best for å fremme akademiske prestasjoner. Lambourne og Tomporowski (2010) hevdet i sin metaanalyse at sykling bruker mindre metabolsk energi sammenlignet med løping, og at løping resulterte i større "nevral interferens" (antagelig på grunn av høyere koordinative krav). De mener man derfor kan diskutere om hvorvidt bruk av ergometersyssel gir de samme, eller til og med enda større, fordeler med tanke på akademiske prestasjoner (Lambourne & Tomporowski, 2010). Duncan og Johnson (2014) fulgte opp denne påstanden, og undersøkte den akutte effekten av en treningsøkt (20 minutter med ergometersykling) ved to forskjellige intensitetsnivåer (50 % og 75 % av maksimal hjerterefrekvens) på akademisk ytelse (Duncan & Johnson, 2014). Resultatene deres viste at trening hadde en positiv effekt på staving, uavhengig av intensitetsnivå. Moderat treningsnivå forbedret leseferdigheten, men effekten av høyt intensitetsnivå var mindre tydelig. Setningsforståelsen forble upåvirket, mens matematikkferdigheten ble svekket ved begge intensitetsnivåene. Disse funnene støtter også tidligere forskning, som indikerer at enkelttilfeller av trening kan forbedre enkelte områder av kognisjon hos barn. Forfatterne

finner imidlertid ingen støtte for teorien om at å øke intensiteten av trening forsterker positive fordeler (Duncan & Johnson, 2014).

I studiene til McNaughten & Gabbard (1993), Tomporowski (2003) Hillman (2009) ble det benyttet trening med moderat intensitet, det vil si aktiviteter som tilsvarer rask gange. Browne et al. (2017) gjennomførte en systematisk litteraturstudie, som viste at også trening med høy intensitet kunne påvirke den kognitive prestasjonen positivt hos deltagerne (Browne et al., 2017). Dette støttes også av Alves et al. (2014), som undersøkte om høyintensitets intervalltrening påvirket resultatet av en Stroop-test. Her viste resultatene at Stroop-testen ble gjennomført betydelig raskere dersom forsøkspersonene i forkant hadde deltatt i intervalltrening med høy intensitet (Alves et al., 2014).

Resultatene fra studien til Browne et al. (2017) viste i tillegg at størrelsen av effekten var avhengig av hvilken type oppgaver forsøkspersonene fikk. Ved enkle oppgaver hadde fysisk aktivitet ingen effekt, men ved mer komplekse oppgaver ble resultatene mer tvetydige (Browne et al., 2017).

I tillegg til intensiteten, er det også nærliggende å tenke at varigheten av den fysiske aktiviteten vil ha betydning for effekten. I en studie fra 2015 (Howie et al., 2015) ble 96 skoleelever i fjerde- og femteklasse tilfeldig fordelt i 4 grupper, hvor en gruppe hadde stillesittende aktiviteter, mens de tre andre gruppene deltok i fysisk aktivitet med varighet på henholdsvis 5, 10 og 20 minutter. Deltagerne ble testet i ulike utøvende funksjoner, samt i en matematikktest umiddelbart før og etter hver av intervensjonene. Det ble ikke observert noen endring i utøvende funksjon, men det var en moderat forbedring i matematikkferdigheter hos elevene som hadde deltatt i 10- og 20 minutters fysisk aktivitet (Howie et al., 2015). Denne studien antyder, isolert sett, at fysisk effekt selektivt kan ha akutt effekt på akademisk, men ikke kognitiv ytelse. Mangelen på en effekt av kognitiv ytelse kan også tilskrives hvilke kognitive oppgaver som er valgt for vurdering og måten de administreres, som kanskje ikke har den nødvendige følsomheten som kreves for å fange opp mindre endringer i kognisjon som følge av fysisk aktivitet. Det kommer imidlertid heller ikke klart fram i studien om oppgavene som ble gitt i pre- og posttest var identiske, og muligheten for en læringseffekt underveis kan ikke utelukkes.

I en systematisk gjennomgang av 18 publiserte artikler om akutte effekter av fysisk aktiv læring og aktive klasseromspauser fant Daly-Smith et al. (2018) at kvaliteten på studiedesign stort sett var lav til middels, og at effektene på kognitiv ytelse og skoleprestasjoner var

inkonsistente (Daly-Smith et al., 2018). Hva som er årsaken til motstridende resultater i forskningen på akutte effekter, er en interessant problemstilling i denne sammenhengen. Ishihara et al. (2021) gjennomførte en metaanalyse der nettopp dette var et sentralt spørsmål. Et økende antall studier har fokusert på akutte ettervirkninger av aerob trening på utøvende funksjoner - likevel mangler det konsistente, empiriske bevis om hvorvidt aerob trening har gunstige akutte effekter på dette området (Ishihara et al., 2021). For å identifisere mulige kilder til dette avviket, fokuserte denne studien på utøvende funksjonskrav og kognitiv ytelse ved pretest, og det ble utført en metaanalyse av individuelle deltagerdata innenfor dette forskningsområdet. Resultatene indikerte at de gunstige ettervirkningene av aerob trening på kognitiv ytelse var større blant deltagere med lav kognitiv ytelse ved pretest. Aerob trening ga generelt akutte fordeler for kognitiv ytelse uavhengig av utøvende funksjonskrav, når kognitiv ytelse ved pretest var hensiktsmessig kontrollert. Forskerne mente at resultatene antyder at varierende kognitiv ytelse ved pretest er en mulig årsak til motstridende funn i studier om akutte effekter på kognitiv ytelse som følge av fysisk aktivitet. De oppfordrer fremtidig forskning til å inkludere verktøy for å vurdere kognitiv ytelse ved pretest for å unngå å undervurdere gunstige, akutte effekter av fysisk aktivitet (Ishihara et al., 2021).

2.4.1. Potensielle forklarende mekanismer

Selv om nevroelektriske funn gir en markør på hjernefunksjon, er det mye som tyder på at det ligger cellulære og molekylære mekanismer til grunn for akutte effekter av fysisk aktivitet på kognisjon, og disse kan gi en mer detaljert forståelse av endringer i hjernefunksjon etter fysisk aktivitet (Hillman et al., 2019). Tidligere forskning tyder på at akutte effekter av fysisk aktivitet på kognisjon modereres av BDNF (Ferris et al., 2007). Effektene av fysisk aktivitet på BDNF-nivåer og kognitive funksjoner hos dyr er godt dokumentert, men det er gjort mindre omfattende forskning når det kommer til mennesker (Hillman et al., 2009). BDNF er involvert i tre viktige nevrøle funksjoner, som har betydning for økt vekst i nerveceller, overlevelse av nerveceller og dannelse av synapser (Hillman et al., 2019). Det er verdt å merke seg at Ferris et al. (2007) bemerket at ved deltakelse i fysisk aktivitet økte konsentrasjonen av BDNF betydelig hos unge voksne i perioden etter aktiviteten, og denne økningen var intensitetsavhengig. Nærmere bestemt økte BDNF-nivåene betydelig fra baseline etter en maksimal fysisk aktivitetstest, men også etter en enkelt treningsøkt av høy intensitet (men ikke ved fysisk aktivitet med lav intensitet). Denne økningen i BDNF etter fysisk aktivitet ble også assosiert med forbedring i Stroop-test fra pretest til posttest, noe som

indikerer forbedret kognitiv ytelse (Ferris et al., 2007). Videre antyder Dinoff et al. (2017) at endringer i BDNF-konsentrasjoner også var avhengig av varigheten av fysisk aktivitet (Dinoff et al., 2017). De fant at BDNF-nivåene var betydelig økt etter mer enn 30 minutter med fysisk aktivitet, sammenlignet med varigheter på 30 minutter eller mindre.

En annen potensiell mekanisme som kan redegjøre for forbedret kognitiv funksjon etter fysisk aktivitet inkluderer utskillelse av katekolaminer, nærmere bestemt den aktiverte frigjøringen av adrenalin og noradrenalin etter fysisk aktivitet (Skriver et al., 2014). Dette er viktig å ta hensyn til ved vurdering effekten av fysisk aktivitet på kognitiv funksjon, fordi frigjøring av katekolaminer kan forbedre hukommelsesfunksjonen (Hillman et al., 2019). Fysisk aktivitet har også vist seg å medføre en akutt økning i blodsirkulasjonen i hjernen på grunn av økt metabolisme, som endrer reguleringen av oksygen, karbondioksid, glukose og laktat til nevralt vev (Hillman et al., 2009).

Disse forholdene er ansett å ha betydning for kognitiv funksjon, og blir i forskningslitteraturen trukket frem som årsaker til akutte effekter av fysisk aktivitet på kognitive funksjoner (Hillman et al., 2019).

2.5. Oppsummering av teorigrunnlag

Regelmessig fysisk aktivitet er viktig for barn og unges helse, vekst og utvikling.

Implementering av fysisk aktivitet i skolen har vist seg å ha gunstige effekter på barns fysiske og psykiske helse, i tillegg til at det er funnet indikasjoner på at det også kan påvirke kognitive funksjoner og skoleprestasjoner i positiv retning.

Det har vist seg at også enkelttilfeller med fysisk aktivitet av moderat til høy intensitet kan ha fordelaktige akutte effekter på kognitive funksjoner. Årsakene til dette kan blant annet skyldes at fysiologiske endringer i hjernen, som for eksempel endringer i BDNF, utskillelse av katekolaminer og økt blodsirkulasjon i hjernen fører til en gunstig påvirkning på aktiveringsnivået.

Samlet sett indikerer litteraturen som er beskrevet i dette kapitlet at én enkelt økt med moderat til høyintensiv aerob trening kan forbedre den kognitive kontrollen av oppmerksomhet hos voksne og barn i alderen 5-13 år - og ytterligere støtte bruken av moderat akutt trening som en medvirkende årsak til økt oppmerksomhet og faglige prestasjoner. Resultatene fra disse studiene tyder på at en enkelt treningsøkt påvirker spesifikke underliggende prosesser som bidrar til økt kognitiv ytelse, men at effektstørrelsen påvirkes av moderatorer som intensitet, varighet, type aktivitet, type oppgave og timing, samt forsøkspersonenes kognitive ytelse ved

baseline. Resultatene er imidlertid ikke entydige, og videre forskning vil være nødvendig for å tilføre økt kunnskap på dette feltet.

Funnene indikerer at effektene er større hos barn og eldre voksne, sammenlignet med andre aldersgrupper. Det er imidlertid utilstrekkelig bevis tilgjengelig for å avgjøre om det eksisterer en sammenheng mellom moderat til høyintensiv fysisk aktivitet og kognisjon hos ungdom i alderen 14 til 18 år (2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee, 2018). Dermed vil denne studien forhåpentligvis bidra til økt kunnskap om en aldersgruppe det er gjort lite forskning på innenfor dette feltet.

3. Metode

3.1. Metodisk tilnærming

I denne studien var det ønskelig å undersøke holdbarheten av teorigrunnlaget gjennom hypotesetesting, og det var derfor nærliggende å benytte en hypotetisk-deduktiv tilnærming. Dermed var det nødvendig å formulere en klar og tydelig problemstilling på forhånd:

Hvilken effekt har 30 minutters fysisk aktivitet på elevenes evne til å løse problembaserte matematikkoppgaver, samt på deres opplagthet og konsentrasjon?

Her dreier det seg altså om å finne ut om det er et årsak-virkningsforhold mellom fysisk aktivitet og evne til å løse matematikkoppgaver. I kvantitativ forskning blir randomiserte kontrollerte forsøk – *randomized controlled trials (RCT)* – ansett som den best egnede metoden for dette formålet. En viktig styrke ved et RCT-studier er at randomiseringen av deltagerne sørger for at man starter forsøket med to grupper som i utgangspunktet er like. Forskerne kan dermed kontrollere for andre påvirkningsfaktorer ut over de som er en del av intervensjonen. Dermed kan man fastslå om det er den spesifikke intervensjonen som er årsaken til en eventuell observert effekt, eller om det foreligger andre årsaker til resultatene (Creswell, 2018). Et forsøk som randomiserer deltagerne i intervensjonsgruppe og kontrollgruppe kalles også et ekte eksperiment (Creswell, 2018). Et ekte eksperimentelt forsøk er det eneste designet som kan gi pålitelig informasjon om årsak og virkning (McMillan & Wergin, 2002). En annen styrke ved RCT-studier er at de bygger på hypotetisk deduktiv metode, der man forsøker å motbevise i stedet for å bekrefte. Ulempen ved et slikt design er at det stiller svært strenge krav til gjennomføring, og det forutsettes ofte at forsøket foregår under standardiserte forhold. Dette kan utgjøre en for den ytre validiteten til studien, med andre ord er det fare for at resultatene i mindre grad kan generaliseres til «den virkelige verden» (Creswell, 2018). En annen konsekvens av at forsøket er ressurskrevende, kan være at forsøket på grunn av ressursknapphet gjennomføres på et for lavt antall personer eller foregår over en for kort tidsperiode, og at man av den grunn overser statistisk signifikante resultater (*type-II feil*). Det er også en risiko for at deltagerne i intervensjonen oppnår en effekt som kan tilskrives en atferdsendring som oppstår fordi de er klar over at de blir forsket på. Dette kalles *Hawthorne-effekten* (Thomas et al., 2022). I denne studien ble det vurdert at et rent RCT-design ville være for ressurskrevende. Likevel var det ønskelig å oppnå noen av fordelene ved et RCT-design, og valget av studiedesign falt dermed på et *intervensjonsbasert pre-post- kvasieksperimentelt forsøk med kontrollgruppe*.

3.2. Studiedesign

Denne studien ble gjennomført som et kontrollert og intervensjonsbasert kvasiekperimentelt forsøk med pre- og posttest. For å lage to mest mulig identiske grupper, såkalt *matching*, ble elevene på forhånd sortert på grunnlag av terminkarakteren i matematikk etter første termin, og deretter satt sammen i par som hadde samme karakter. Samtidig var det et poeng at gruppene skulle være randomisert. Derfor ble den første i hvert par tilfeldig trukket ut til enten eksperiment- eller kontrollgruppe, og den andre ble lagt til i motsatt gruppe. Dette ble gjort for å unngå at en av gruppene skulle ha en større andel av elever med høyere terminkarakter, og dermed bedre forutsetninger for å løse matematikkoppgavene. Randomiseringen ble gjort for å i størst mulig grad forhindre andre utilsiktede systematiske forskjeller mellom gruppene. Andre faktorer som for eksempel kjønn, alder og aktivitetsnivå ble ikke tatt hensyn til når deltagerne ble fordelt på eksperiment- og kontrollgruppe.

3.3. Utvalg

Siden denne studien benytter en kvantitativ tilnærming, var det ønskelig å rekruttere et visst antall forsøkspersoner. Når det gjelder størrelsen på utvalget, ble det foretatt en vurdering på forhånd hvor det ble estimert at behovet for deltagere var minst 60 personer totalt, fordelt i forsøk- og kontrollgruppe, for å oppnå tilstrekkelig statistisk tyngde i studien. I og med at studiens design la opp til at hele eksperimentgruppa skulle delta i fysisk aktivitet samtidig, var det også et praktisk plasshensyn å ivareta, da den fysiske aktiviteten foregikk i en gymsal. På bakgrunn av disse to hensynene var det naturlig å ta utgangspunkt i en gruppestørrelse på mellom 30-40 personer. Utvalget bestod av elever rekruttert fra vg1 studiespesialisering ved en videregående skole på sørvestlandet. Disse elevene har valgt å ha enten teoretisk matematikk (1T) eller praktisk matematikk (1P). I 1T er det et mer krevende pensum enn i 1P, og det er dermed naturlig å forvente at elevene i 1T holder et gjennomsnittlige høyere matematikkfaglig nivå enn 1P-elevene. Elevene på trinnet er til vanlig fordelt i til sammen fire matematikkgrupper med hver sin tilhørende faglærer. Alle de 79 elevene på trinnet fikk tilbud om å delta i studien. Av disse var det tre elever som ikke ønsket å bli med, og på selve forsøksdagen var ytterligere 7 elever fraværende på grunn av sykdom. Underveis i forsøket var det i tillegg tre elever som måtte forlate eksperimentet. Antall deltagere i eksperimentgruppa som fullførte forsøket og deltok i fysisk aktivitet var dermed 30 (17

jenter), og det var 36 deltagere (22 jenter) i kontrollgruppen. Gjennomsnittsalderen var 17,3 år ($sd = 0,29$).

3.4. Måleverktøy

For å vurdere deltagerne evne til å løse problembaserte matematikkoppgaver ble det på forhånd utarbeidet to oppgavesett som hver bestod av fire tekstoppgaver, der deltagerne skulle skrive ned svarene på hver oppgave (Vedlegg 1). Siden elevene hadde mulighet til å kommunisere med hverandre i perioden mellom testene, kunne ikke oppgavene være identiske i pre- og posttest, da det i så fall ville være stor sannsynlighet for at de kunne komme til å utveksle svarene på oppgavene. For at resultatene skulle kunne være sammenlignbare var det likevel ønskelig at oppgavene lignet på hverandre. For å kvalitetssikre dette måleverktøyet ble det opprettet en ekspertgruppe av tre erfarne matematikklærere som utarbeidet oppgavesettene, og disse vurderte oppgavene til å være passende både med tanke på elevenes faglige nivå, og til å være overkommelige å løse innenfor testens tidsramme på 15 minutter. Samtidig ble det etterstrebet at vanskelighetsgraden samlet sett for hvert av oppgavesettene skulle være så jevn som mulig. Deltagerne skulle kun oppgi svaret på oppgaven, og kunne oppnå ett poeng pr oppgave. De fikk utdelt oppgavene på papir, og hadde ikke anledning til å bruke andre hjelpemidler underveis. Det ble ikke tatt hensyn til fremgangsmåten eller eventuelle andre vurderinger deltagerne gjorde underveis, og dermed var det en mulighet for at det fantes deltagere som tenkte riktig, men likevel gjorde en slurvfeil i utregningen, og dermed ikke fikk noe uttelling for svar som var nesten riktige. Det var fire oppgaver i hvert av de to oppgavesettene, der brøkgregning, likninger, logikk og kombinatorikk var sentrale elementer – men i alle oppgavene kunne man benytte flere strategier for å komme frem til riktig svar. Dette var en av oppgavene som ble gitt i posttesten:

Kari og Per har vært på fisketur. Per sier «Hvis du får en fisk av meg, har du dobbelt så mange fisker som meg». Kari svarer: «Men hvis du får en fisk av meg, har vi like mange fisker!» Hvor mange fisker har henholdsvis Per og Kari fått?

Denne, samt de resterende matematikkoppgavene er vedlagt (vedlegg 2).

For å kunne løse disse oppgavene kreves det at forsøkspersonene behersker en del grunnleggende matematiske ferdigheter. Men det er også nødvendig at de lykkes med å tolke

oppgaveteksten, og velge hvilke utregninger som er nødvendige for å løse oppgaven. I tillegg til kognitive ferdigheter, vil resultatet også påvirkes av forsøkspersonenes sinnstilstand, hvor blant annet konsentrasjon og oppmerksomhet er vesentlige faktorer (Mahar, 2011). Det var derfor ønskelig å kartlegge opplagtheten og konsentrasjonen hos forsøkspersonene underveis i eksperimentet. I tillegg til å forsøke å løse matematikkoppgavene, skulle deltagerne umiddelbart etterpå vurdere sin egen grad av konsentrasjon og opplagthet ved å krysse av på en skala fra 1 til 5 for disse to begrepene. Følgende avkrysnings skjema ble lagt til nederst på arket som ble utdelt til deltagerne (vedlegg 2):

Nå skal du selv vurdere hvor **opplagt** (dvs om du føler deg frisk, våken og i godt humør) og **konsentrert** du var da du løste disse oppgavene:

Opplagthet – kryss av

Svært lav	Lav	Middels	Høy	Svært høy
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Konsentrasjon - kryss av

Svært lav	Lav	Middels	Høy	Svært høy
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3.5. Fysisk aktivitet benyttet i studien

På bakgrunn av resultater fra tidligere forskning ble varigheten til den fysiske aktiviteten satt til 30 minutter (Chang et al., 2015; Dinoff et al., 2017; Tomporowski, 2003), og tidspunktet for start av forsøket ble fastsatt til kl. 11.45 (McNaughten & Gabbard, 1993). Tidligere forskning indikerer at løping er en aktivitet som er forbundet med positiv innvirkning på kognitive funksjoner og humør (Damrongthai et al., 2021). Innholdet i den fysiske aktiviteten ble derfor utformet basert på leker der løping var et sentralt element. Når det gjelder intensiteten, har fysisk aktivitet med både moderat (Hillman et al., 2009; McNaughten & Gabbard, 1993; Tomporowski, 2003) og høy intensitet (Alves et al., 2014; Browne et al., 2017) vist seg å ha effekt på forsøkspersonenes kognitive funksjon, derfor ble det i denne studien lagt opp til aktiviteter der intensitetsnivået var forventet å variere mellom moderat og høyt. Aktiviteten ble gjennomført i gymsalen på skolen. For å opprettholde motivasjonen hos deltagerne ble det lagt vekt på variasjon, og fire ulike leker ble valgt. Noen av disse lekene inneholdt elementer av grunnleggende matematikk, samt muligheter for å gjøre taktiske valg,

noe som kunne bidra til å stimulere deltagerne til å skjerpe konsentrasjonen underveis i aktiviteten. Videre følger en kort beskrivelse av aktivitetene som ble gjennomført:

- «*Snake pit*». Deltagerne ble fordelt i 8 grupper, og en fra hvert lag fikk utdelt en stafettpinne og skulle springe over til motsatt ende av salen (omtrent 20 meter) og veksle med nestemann. Det ble spilt musikk underveis, men i det øyeblikket musikken ble stoppet, måtte de som holdt i stafettpinnen utføre diverse øvelser (for eksempel knebøy, armhevinger og spensthopp). For hver gang musikken stoppet ble det også trillet to terninger, der produktet av terningene anga antall repetisjoner for øvelsen. Dette tilførte et element av tilfeldighet, slik at antall repetisjoner i teorien kunne variere mellom 1 og 36.
- «*Dice tag*». Her ble deltagerne fordelt i par som skulle stå vendt mot hverandre midt i salen med en avstand på 1,5 meter. Det ble trillet to terninger i «korridoren» mellom parene, og for hver runde ble det opplyst om hvorvidt de to tallene skulle adderes, subtraheres eller multipliseres. Dersom svaret på regnestykket ble et oddetall, skulle den ene rekken så raskt som mulig snu seg 180 grader og springe til veggen, og den andre rekken skulle løpe etter, og prøve å ta de igjen før de kom til mål. Dersom svaret derimot ble et partall, ble rollene byttet om.
- «*Nappe hale*». Her fikk alle deltagerne utdelt en markeringsvest som de skulle feste bak i buksestrikken, bortsett fra én deltager, som skulle prøve å nappe vestene fra de andre. Dersom en deltager ble frastjålet halen sin, skulle han eller hun umiddelbart prøve å stjele haler fra de andre, helt til det bare stod igjen én deltager med hale.
- «*Ghost-busters*». Fire deltagerne fikk markeringsvester, resten av deltagerne skulle samle flest mulig poeng ved å springe fra den ene kortsiden av salen til den andre. Dersom de ble tatt av en med vest, mistet de poengene, og måtte gå ut i en ventesone som var markert med en rød, en gul og en grønn rokkering. Førstemann som ble tatt skulle stå i den røde ringen, og når én til ble tatt, kunne han eller hun gå videre til den gule, og når en tredje ble tatt var han eller hun fri og kunne fortsette leken med å samle nye poeng. Varigheten på hver runde var 90 sekunder, og for hver runde ble det valgt 4 nye personer som skulle ta de andre.

3.6. Forskningsetiske vurderinger

For å ivareta deltagerens personvern ble deltagerne muntlig informert om prosjektet på forhånd, og de fikk også utdelt et informasjonsskriv angående forespørsel om deltakelse i forskningsprosjekt (vedlegg 1). I dette skrivet ble både problemstilling, bakgrunn og formål med prosjektet forklart på en lett begripelig måte. De ble også informert om at det var valgfritt å delta i prosjektet, og at de når som helst hadde mulighet til å trekke seg underveis. Det ble ikke innhentet noen personopplysninger, og det var derfor heller ikke nødvendig med godkjenning fra NSD.

3.7. Reliabilitet

Når man snakker om hvor pålitelige eller nøyaktige målingene våre er, benyttes begrepet reliabilitet. Høy reliabilitet innebærer at flere uavhengige målinger forventes å gi tilnærmet identiske resultater (Halvorsen, 2008). En måte å kontrollere forskningens reliabilitet på er å benytte en såkalt test-retest. Her tester man de samme deltagerne to eller flere ganger, for å sjekke om det er en stabil sammenheng mellom variablene. Jo mindre variasjon det er i testresultatene, jo høyere er reliabiliteten. Et annet mål på reliabiliteten er indre konsistens, som beskriver sammenhengen mellom de ulike påstandene/variablene i testen. Ved å gjennomføre en reliabilitetstest kan man beskrive den gjennomsnittlige korrelasjonen mellom variablene (Pallant, 2016). I denne studien ble det benyttet en kontrollgruppe, som gjennomførte en pretest og posttest, og dette kan benyttes som en indikasjon på reliabiliteten.

Reliabiliteten i et forskningsarbeid henger også sammen med målenøyaktighet, og for få et nøyaktig måleresultat er det nødvendig at måleverktøyet er i stand til å fange opp nyanser. I denne studien ble det benyttet en test der deltagerne skulle oppgi svaret på matematikkoppgaver, og resultatet ble vurdert og registrert avhengig om svaret var rett eller galt. En vanlig grunnleggende svakhet som oppstår i tester som bare registrerer enten rett eller galt. En slik test, som bare har to utfall, har ikke muligheten til å fange opp nyansene som oppstår når gode forsøk likevel ikke resulterer i korrekte svar, eller på den andre siden når mindre gode forsøk, som til tross for en gal fremgangsmåte, ender opp med å treffe riktig svar (Baumgartner et al., 2015).

For å måle opplagthet og konsentrasjon hos deltagerne ble det derimot benyttet en fem-trinns skala, og her ville det være mulig å nyansere målingen av disse variablene i større grad enn tilfellet var for matematikkoppgavene.

For å vurdere om en observert størrelse (for eksempel en forskjell) er et resultat av en reell forskjell, og ikke bare et uttrykk for tilfeldig variasjoner i datamaterialet, er det vanlig å beregne en p-verdi. Desto høyere p-verdien er, jo mer sannsynlig er det at den observerte størrelsen skyldes tilfeldigheter i utvalget. Normalt betraktes p-verdier som er høyere enn 5 % som så store at nettopp dette er tilfellet, men i noen studier er kravet skjerpet til 1 %. Hvis p-verdien derimot er lavere enn 5 % anses den observerte forskjellen som statistisk signifikant (Bjørndal & Hofoss, 2017). I denne studien ble det benyttet et signifikansnivå på 5 %.

3.8. Validitet

Validitet i kvantitativ forskning handler om hvorvidt man kan trekke meningsfulle og gyldige slutninger basert på måleresultatene. Reliabilitet er en forutsetning for validiteten - det er ingen grunn til å trekke konklusjoner basert på målinger som er upresise eller upålitelige. Man skiller gjerne mellom intern og ekstern validitet. Den interne validiteten handler om hvorvidt målingene gir svar på det man ønsker å undersøke eller ikke (Bjørndal & Hofoss, 2017). Her vil ulike former for bias være en trussel for den interne validiteten.

Når det gjelder den eksterne validiteten, dreier det seg om hvorvidt resultatene er gyldige - ikke bare for utvalget i forsøket, men også for resten av det teoretiske universet; med andre ord om resultatene har overføringsverdi til den virkelige verden (Bjørndal & Hofoss, 2017). I denne studien var utvalget begrenset til elever ved vg1 i samme videregående skole på sørvestlandet, noe som kan anses som en begrensende faktor for generaliserbarheten til resultatene. Dette vil bli nærmere diskutert senere i oppgaven.

De tre tradisjonelle formene for validitet er innholdsvaliditet (*content validity*), prediktiv eller samtidig validitet (*predictive or concurrent validity*) og begrepsvaliditet (*construct validity*) (Creswell, 2018). Begrepsvaliditet er knyttet til hvordan begrepene er operasjonalisert. Måler vi det vi ønsker å måle? Ofte er det slik at det fenomenet man ønsker å observere ikke er mulig å undersøke direkte, og da må forskeren finne alternative kjennetegn som representerer det fenomenet han eller hun ønsker å studere, men som er observerbare. Problemet er at slike representasjoner ikke nødvendigvis dekker det opprinnelige fenomenet fullstendig.

Begrepsvaliditet blir definert som «grad av samsvar mellom begrepet slik det er definert teoretisk, og begrepet slik vi lykkes med å operasjonalisere det» (Kleven & Hjørdemaal, 2018).

Begrepsvaliditet er den overordnede formen for validitet (Creswell, 2018). God begrepsvaliditet er helt avgjørende for å få pålitelige måleresultater. Kvaliteten på måleinstrumentet er direkte knyttet til begrepsvaliditeten. Ut ifra definisjonen til Kleven og Hjordemaal vil lav begrepsvaliditet i en undersøkelse bety at det er liten grad av samsvar mellom den teoretiske definisjonen av begrepet, og begrepet slik det operasjonaliseres i undersøkelsen (Kleven & Hjordemaal, 2018). Dersom begrepsvaliditeten er dårlig, svekkes verdien på måleinstrumentet, og vi risikerer at vi måler noe annet enn det som er hensikten med undersøkelsen, dermed står vi i fare for å trekke slutninger basert på feil grunnlag. Lav begrepsvaliditet kan altså føre til systematiske målefeil (Kleven & Hjordemaal, 2018).

I denne studien var det sentralt å måle deltageres evne til å løse problembaserte matematikkoppgaver. For å lykkes med dette er det dermed avgjørende å operasjonalisere dette evnen på en god og hensiktsmessig måte. Begrepsvaliditeten i denne undersøkelsen henger dermed tett sammen med kvaliteten på spørreskjemaet. For å sikre kvaliteten på måleinstrumentet ble det opprettet en ekspertgruppe, som ble gitt ansvaret for å utforme og formulere oppgavene slik at de i størst mulig grad ville være passende med formålet. Denne gruppen bestod av tre matematikklærere med lang erfaring fra undervisning i videregående skole.

3.9. Statistisk analyse

Alle innsamlede data ble lagt inn i IBM SPSS 26 (SPSS inc., Chicago, USA) for videre analyse. For hver av matematikkoppgavene ble riktig svar registrert med ett poeng, og gale svar ble registrert med null poeng. Det ble opprettet en ny variabel kalt *T0_matematikk*, der oppnådd poengsum fra oppgavene i pretesten ble summert. På samme måte ble det opprettet en ny variabel, kalt *T1_matematikk*, for posttesten.

Ved å finne differansen mellom resultatene i posttest og pretest kan vi få en indikasjon på om det har skjedd en endring i deltageres evne til å løse matematikkoppgaver, og om elevenes opplevde konsentrasjon og opplagthet har endret seg. En positiv differansescore indikerer en økning, og en negativ differansescore tyder på en nedgang. For å avdekke slike eventuelle forskjeller i resultatene ble ytterligere tre variabler opprettet. Den ene ble kalt *MATdiff*, og her ble differansen mellom *T1_matematikk* og *T0_matematikk* beregnet. De to andre ble kalt *OPPdiff* og *KONSdiff*, og inneholdt differansen mellom posttest og pretest for henholdsvis variablene for opplagthet og konsentrasjonsnivå.

Det ble utført deskriptive analyser for å bestemme gjennomsnitt og standardavvik i resultatene fra pre- og posttest. Dataene ble også testet for normalfordeling ved hjelp av Kolmogorov-Smirnov test og Shapiro-Wilk test, og disse testene viste at samtlige benyttede variabler *ikke* er normalfordelt ($p < 0.05$). På bakgrunn av datamaterialets lave utvalgsstørrelse ble det i tillegg foretatt en visuell vurdering av normalitet ved hjelp av histogram, mean-median, Q-Q plot, skewness og kurtosis, og variablene ble vurdert til å være tilfredsstillende normalfordelt. For å sammenligne testresultatene mellom eksperiment- og kontrollgruppen og mellom pre- og posttest vil det være viktig å vurdere om eventuelle observerte forskjeller er statistisk signifikante (Bjørndal & Hofoss, 2017). For å sammenligne forskjeller mellom pretest og posttest på variabler ble det benyttet Paired samples T-test, og for å sammenligne eksperiment- og kontrollgruppe ble det benyttet Independent samples T-test (Pallant, 2016). (På grunn av en viss usikkerhet knyttet til datamaterialets normalfordeling, ble det også anvendt ikke-parametriske tester, som gav samme resultat som de parametriske testene. Det var med andre ord ikke grunn til å trekke andre konklusjoner som følge av disse testene.)

I denne studien blir resultatene presentert med gjennomsnitt, standardavvik og p-verdier. Det benyttes et signifikansnivå på $p < 0.05$.

4. Resultat

4.1. Deskriptive data

Tabell 1 viser resultatene for matematikktest samt selvrapportert opplagthet og konsentrasjonsnivå hos elevene ved pre- og posttest. Resultatene fra pretesten viser at det var forskjeller mellom gruppene når det gjelder deres evne til å løse matematikkoppgavene, til tross for at de ble forsøkt utjevnet på forhånd ved hjelp av terminkarakteren i matematikk. Eksperimentgruppa viste ingen signifikant endring fra pre- til posttest ($p = 0,062$). Kontrollgruppa oppnådde derimot en signifikant forbedring i resultat på matematikktesten (fra $m = 1,9$, $sd = 0,96$ til $m = 2,8$, $sd = 1,11$). Når det gjelder opplevd opplagthet og konsentrasjon, var det en signifikant økning hos eksperimentgruppa på begge områder, men ingen endring hos kontrollgruppa.

Tabell 1

Resultater på matematikktest og selvrapporterte kognitive mål ved pretest (T0) og posttest (T1)

Gruppe	Variabel	N	Gjennomsnitt	Standardavvik
Eksperiment	T0_matematikk	30	2,3	1,01
	T1_matematikk	30	2,7	1,18
	T0_opplagt	30	3,0	1,03
	T1_opplagt	30	3,9	0,85
	T0_konsentrert	30	2,9	0,83
	T1_konsentrert	30	3,5	1,04
Kontrollgruppe	T0_matematikk	36	1,9	0,96
	T1_matematikk	36	2,8	1,11
	T0_opplagt	36	3,3	0,81
	T1_opplagt	36	3,1	0,76
	T0_konsentrert	36	3,3	0,91
	T1_konsentrert	36	3,1	0,87

Note: Signifikante forskjeller mellom pre- og posttest er markert med uthevet skrift i tabellen

I tabell 2 er deltagerne gruppert etter hvilket matematikkfag de har. Både eksperimentgruppa og kontrollgruppa bestod av elever fra begge fagene.

Tabell 2*Resultater fordelt på fagene teoretisk (1T) og praktisk matematikk (1P)*

Fag	Gruppe	Variabel	N	Gjennomsnitt	Standardavvik		
Teoretisk matematikk	Eksperiment	T0_matematikk	15	2,7	1,03		
		T1_matematikk	15	3,1	1,06		
		T0_opplagt	15	3,1	1,03		
		T1_opplagt	15	3,9	0,64		
		T0_konsentrert	15	3,3	0,88		
		T1_konsentrert	15	3,5	0,99		
	Kontroll	T0_matematikk	22	2,2	0,97		
		T1_matematikk	22	3,3	0,88		
		T0_opplagt	22	3,4	0,80		
		T1_opplagt	22	3,2	0,81		
		T0_konsentrert	22	3,4	0,67		
		T1_konsentrert	22	3,4	0,79		
		Praktisk matematikk	Eksperiment	T0_matematikk	15	1,8	0,77
				T1_matematikk	15	2,3	1,16
T0_opplagt	15			2,9	1,06		
T1_opplagt	15			3,9	1,03		
T0_konsentrert	15			2,6	0,63		
T1_konsentrert	15			3,4	1,12		
Kontroll	T0_matematikk		14	1,3	0,61		
	T1_matematikk		14	1,9	0,92		
	T0_opplagt		14	3,0	0,78		
	T1_opplagt		14	3,0	0,68		
	T0_konsentrert		14	3,0	1,18		
	T1_konsentrert		14	2,8	0,89		

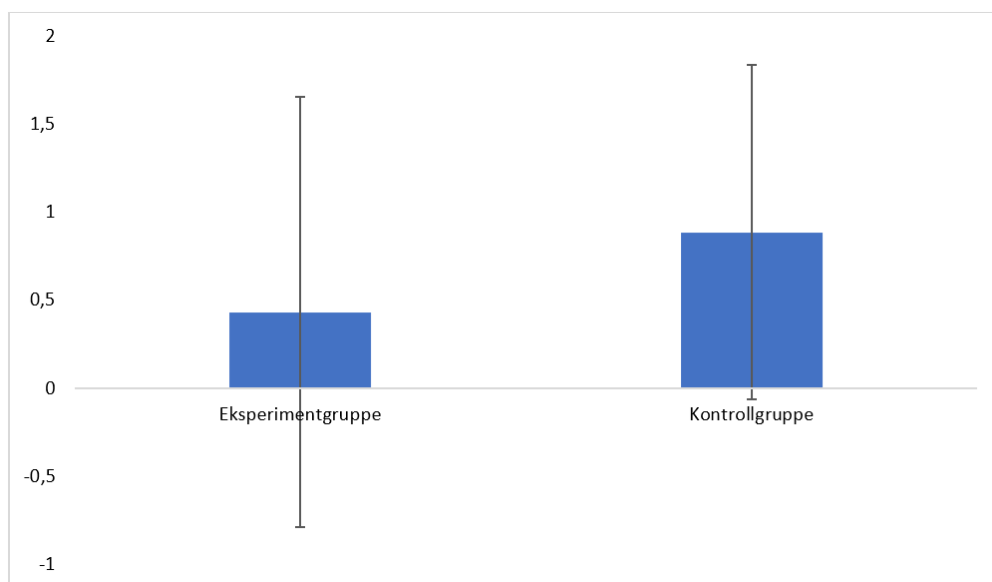
Note: Signifikante forskjeller mellom pre- og posttest er markert med uthevet skrift i tabellen

Når vi ser på den delen av eksperimentgruppa som bestod av elever som hadde 1T isolert sett, er det ingen signifikante endringer når det gjelder matematikkresultater eller konsentrasjonsnivå. De rapporterte derimot om en signifikant økning i opplagthet. 1T-elevene i kontrollgruppa presterte signifikant bedre på matematikkoppgavene i posttest sammenlignet med pretesten.

1P-elevene i eksperimentgruppa rapporterte om signifikant økning i både konsentrasjonsnivå og opplagthet, men oppnådde ingen endring i matematikkresultatene. Det gjorde derimot 1P-elevene i kontrollgruppa, men de rapporterte ikke om signifikante endringer i opplagthet eller konsentrasjon.

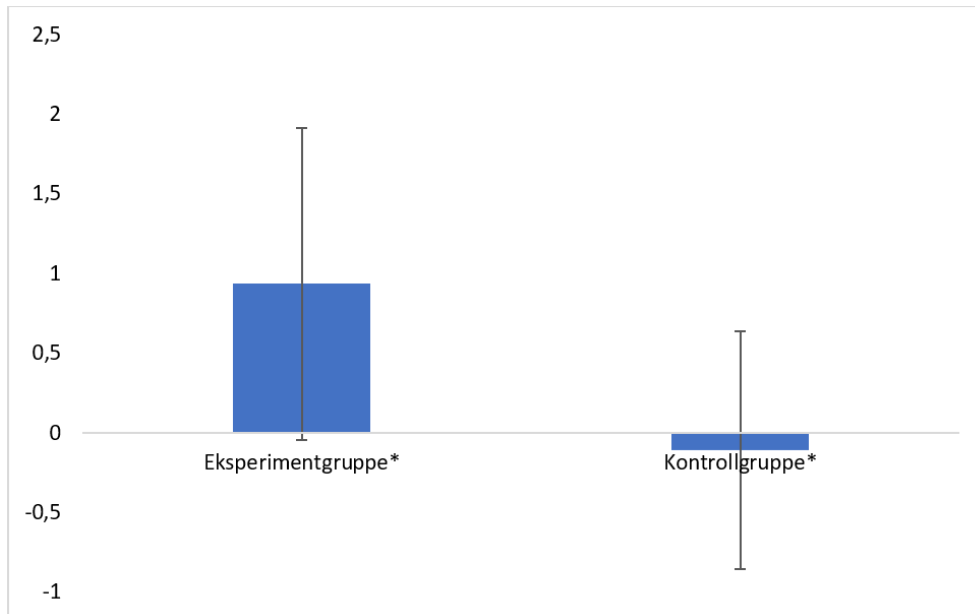
4.2. Differansescore

Figur 1 viser at begge gruppene oppnådde en økning fra pretest til posttest når det gjelder matematikkoppgavene, og at den største økningen fant sted hos kontrollgruppa ($m = 0,9$, $sd = 0,95$). Den observerte forskjellen mellom differansescore hos gruppene er imidlertid ikke statistisk signifikant ($p > .05$).



Figur 1 Differansescore* på matematikkoppgaver for eksperimentgruppe ($n=30$) og kontrollgruppe ($n=36$)
*Differansescoren ble beregnet ved å finne differansen mellom gjennomsnittlig poengsum på post- og pretest

Deltagerne skulle også rapportere i hvor stor grad de følte seg opplagt og konsentrert mens de løste oppgavene ved å krysse av på en skala fra 1 til 5. Figur 2 viser differansescoren for variabelen *opplagthet*. Her finner vi at eksperimentgruppa følte seg mer opplagt ved posttest enn ved pretest ($m = 0,9$, $sd = 0,98$), men kontrollgruppa rapporterte derimot om nedgang i opplagthet ($m = -0,1$, $sd = 0,75$). Denne forskjellen er statistisk signifikant ($p < ,05$).

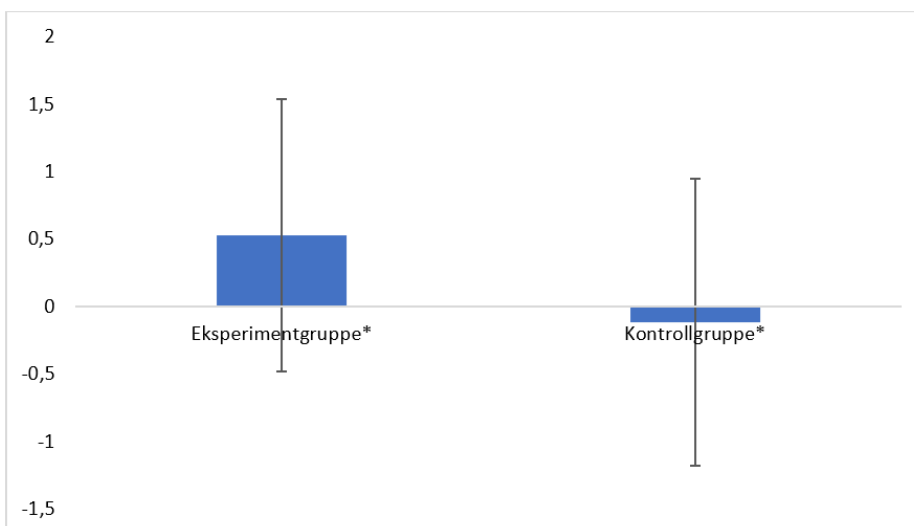


Figur 2 Differansescore** på opplevde opplagthet for eksperimentgruppe (n=30) og kontrollgruppe (n=36)

*Statistisk signifikant forskjell mellom gruppene

**Differansescoren ble beregnet ved å bestemme differansen mellom gjennomsnittlig poengsum på post- og pretest

Figur 3 viser differansescoren for konsentrasjonsnivå hos deltagerne, og tendensen er den samme som ved opplagthet. Eksperimentgruppa opplevde en økning i konsentrasjonsnivået ($m = 0,6$, $sd = 1,02$), men kontrollgruppa rapporterte om at de ble mindre konsentrert i løpet av den tiden forsøket pågikk ($m = -0,1$, $sd = 1,06$). Forskjellen i differansescore mellom gruppene er også her statistisk signifikant ($p < ,05$).



Figur 3 Differansescore** på opplevd konsentrasjon for eksperimentgruppe (n=30) og kontrollgruppe (n=36)

*Statistisk signifikant forskjell mellom gruppene

**Differansescoren ble beregnet ved å bestemme differansen mellom gjennomsnittlig poengsum på post- og pretest

5. Diskusjon

I dette kapittelet følger en diskusjon av resultatene av de kvantitative analysene opp mot relevant teori og tidligere forskning. Målet med diskusjonsdelen er å forstå de statistiske funnene og besvare problemstillingen. Denne studiens hovedproblemstilling var

Hvilken akutt effekt har 30 minutters fysisk aktivitet på elevenes evne til å løse problembaserte matematikkoppgaver, samt på deres opplagthet og konsentrasjon?

I denne oppgaven er det lagt vekt på ordet «akutt», da det er et særlig fokus på de *umiddelbare* effektene av fysisk aktivitet, og hvilke konsekvenser disse har hatt for elevenes score på posttesten.

For å få oppnå en ryddig struktur i diskusjonsdelen vil jeg først ta for meg de to forskningsspørsmålene fra kapittel 1 hver for seg. Jeg vil deretter diskutere ulike moderatorer som kan tenkes å ha vært av sentral betydning for utfallet, for deretter å diskutere styrker og svakheter ved studien. Til slutt i kapitlet nevnes noen mulige implikasjoner.

5.1. Hvilken akutt effekt har 30 minutters fysisk aktivitet på elevenes evne til å løse problembaserte matematikkoppgaver?

Signifikanstesten av verdiene i tabell 1 viste at deltagerne som deltok i fysisk aktivitet *ikke* oppnådde et signifikant bedre resultat på matematikkoppgavene i posttesten enn kontrollgruppa. I begge gruppene var det en økning i gjennomsnittlig poengsum fra pretest til posttest, noe som viser at deltagerne totalt sett klarte å løse flere oppgaver i posttesten enn i pretesten. Ved første øyekast kunne det se ut til at kontrollgruppa oppnådde en større fremgang enn eksperimentgruppa i løpet av forsøket – men den statistiske analysen viser imidlertid at denne observerbare forskjellen ikke er signifikant. Vi kan dermed fastslå at det ikke finnes en *signifikant* forskjell i deltageres evne til å løse matematikkoppgavene, basert på om de har deltatt i fysisk aktivitet eller ikke.

Tabell 1 viser at deltagerne i eksperimentgruppa hadde et høyere gjennomsnittlig resultat på matematikkoppgavene i pretesten enn kontrollgruppa. Dette kan tyde på at eksperimentgruppa totalt sett var noe sterkere enn kontrollgruppa ved baseline når det gjelder å løse denne typen problembaserte matematikkoppgaver. Resultatene fra posttesten viste at eksperimentgruppa forbedret resultatene på matematikktesten etter å ha deltatt i 30 minutter fysisk aktivitet. Isolert sett kan denne observasjonen fremstå som en indikasjon på at fysisk aktivitet har hatt

en positiv effekt på deltageres evne til å løse problembaserte matematikkoppgaver. Denne antagelsen svekkes imidlertid dersom vi sammenligner eksperimentgruppa med kontrollgruppa resultat på posttesten, som viser at også denne gruppa gjorde det bedre på posttesten enn på pretesten.

Dette var et noe overraskende resultat sett i lys av tidligere forskning, som tyder på at fysisk aktivitet har vist å ha små, men positive akutte effekter på kognitive funksjoner målt med ulike utfallsmål (Chang et al., 2012). Studier som spesifikt har målt effekt på matematikkresultater, kan også vise til positive effekter av fysisk aktivitet (Howie et al., 2015). Samtidig var resultatet av denne studien heller ikke totalt uventet, da det også finnes eksempler på tidligere forskning der resultatene enten er tvetydige, eller viser ingen effekt (Daly-Smith et al., 2018; Rathore & Lom, 2017).

I studien til Hillman et al. (2009) ble det gjort sammenlignbare funn med tanke på matematikkresultater. På samme måte som i denne nåværende studien, ble det forventet at den fysiske aktiviteten ville ha en positiv effekt på matematikkresultatene, men det viste seg at intervensjonen mislyktes i å frembringe en forbedring. Det kan derfor være interessant å sammenligne disse to studiene, og se etter eventuelle fellestrekk.

Hillman et al. (2009) rekrutterte 20 barn (8 jenter) med gjennomsnittsalder 9,6 år ($sd = 0,7$). De benyttet et innen-gruppe-design hvor deltagerne besøkte laboratoriet to separate dager der de ikke hadde deltatt i kroppsøving eller annet organisert fysisk aktivitet. Begge besøkene skjedde på samme tid på dagen. Deltagerne ble balansert i to forskjellige eksperimentelle forhold slik at halvparten av deltagerne hadde hvileøkt den første dagen, og aerob treningsøkt på den andre dagen. Den andre halvparten fikk den aerobe treningen den første dagen, og hvileøkten den andre dagen. Hvileøkten bestod av 20 minutters sittende hvile, der samtale skulle holdes på et minimum. Etter den sittende hvileperioden, ble deltagerne utstyrt med elektrodehette, og testet i reaksjonshastighet og nøyaktighet ved hjelp av en modifisert utgave av *Erikson flanker task* (Davranche et al., 2009), samtidig som hjernens elektriske aktivitet ble målt ved hjelp av elektroencefalografi. Etter at denne oppgaven var fullført, ble elektrodehetten fjernet, og *Wide Range Achievement Test 3* (WRAT3) ble administrert. Dette er en prestasjonstest som måler individets evne til å lese, tolke og forstå setninger, stave ord og beregne løsninger på matematiske problemer. Etter fullføring av alle kognitive tester utførte deltagerne en kardiorespiratorisk kondisjonsvurdering for å bestemme aerob kondisjon. Den aerobe treningsøkten bestod av 20 minutter aerob trening på en tredemølle på 60 % av estimert maksimal hjertefrekvens (Hillman et al., 2009).

Resultatene viste forbedring både når det gjaldt responsnøyaktighet og lesing, men ikke ved staving eller regning. Mangelen på treningsrelatert funn i aritmetikk var overraskende, siden økt rekruttering av kognitiv kontroll var forventet å gi fordeler knyttet til det å løse matematikkoppgavene. Forfatterne foreslo at en mulig forklaring er at treningsintensiteten, eller dosen som ble gitt her, ikke var tilstrekkelig til å forbedre denne type kognitive funksjoner. Det er også mulig at den gunstige akutte påvirkningen av treningsøkten avtok da denne deltesten ble gjennomført, som den siste av de tre akademiske testene (Hillman et al., 2009).

Når vi sammenligner den nåværende studien med studien til Hillman et al. (2009), ser vi at det er en del ulikheter når det kommer til design og prosedyre. Hillman et al. benyttet et innen-gruppe-design, men i denne studien ble det benyttet mellom-gruppe-design. Studien til Hillman et al. foregikk i laboratorium, men denne studien ble gjennomført i en naturlig kontekst for deltagerne (på skolen de tilhørte). Utvalgene skiller seg også fra hverandre, både når det gjelder antall og alder. Treningsprotokollene er også annerledes, da Hillman et al. benyttet en fast intensitet og kontinuerlig arbeid i 20 minutter med moderat intensitet, mens intervensjonen i denne studien bestod av intervallpreget lekaktiviteter i gymsal. De eneste fellestrekkene ved begge studiene er at matematikkoppgaver ble benyttet som måleverktøy på kognitiv funksjon, og at resultatene er omtrent like, da ingen av studiene kan påvise at fysisk aktivitet har hatt en akutt effekt på deltagernes evne til å løse oppgavene. Dersom forklaringene til Hillman et al. stemmer, ville det vært nærliggende å forvente at vi i denne studien ville kunne observere mer positive effekter, siden intensiteten på den fysiske aktiviteten er høyere enn hos Hillman et al., og den matematiske testen ble gjennomført kort tid etter avsluttet fysisk aktivitet. Denne studien kan dermed ikke bidra til å oppklare spørsmålene omkring fysisk aktivitet og matematikk som ble reist av Hillman et al., eller bekrefte teoriene omkring forklaringen av nullfunn. Vi må dermed lete etter forklaringer på andre steder.

Når det gjelder forskningsspørsmålet i overskriften, kan vi altså ut ifra denne studien konkludere med at 30 minutters fysisk aktivitet ikke ser ut til å ha hatt en akutt effekt på elevenes evne til å løse problembaserte matematikkoppgaver. Det er flere mulige årsaker til at resultatet ble slik, og det kan tenkes at noen av de følgende punktene har bidratt til å påvirke utfallet:

1. For lavt antall deltagere i studien. Det er sannsynlig at et høyere antall deltagere ville gitt andre og mer pålitelige resultater. I nesten all kvantitativ forskning er det ønskelig

med flest mulig deltagere (Hackshaw, 2008). Ved små studier er man mer sårbar for ulike bias (se punkt 6) enn ved større studier. Dermed kan selv relativt få tilfeller hvor ett eller flere av slike forhold inntreffer, gi store utslag.

2. Resultatene fra pretesten viste at det var stor variasjon i kognitiv ytelse ved pretest. Ishihara et al. (2021) hevder at mangel på kontrolltiltak for deltagere med lav ytelse på pretest er en viktig årsak til avvikende eller manglende funn i studier på akutte effekter av fysisk aktivitet (Ishihara et al., 2021). Det kan dermed være sannsynlig at man ved å systematisk kontrollere for svake resultater på pretesten, kunne fått et resultat som hadde gått i mer positiv retning.
3. En vanlig, grunnleggende svakhet som oppstår i tester som bare registrerer enten rett eller galt kan også være en årsak. En slik test, som bare har to utfall, har ikke muligheten til å fange opp nyansene som oppstår når gode forsøk likevel ikke resulterer i korrekte svar, eller på den andre siden når mindre gode forsøk, som til tross for en gal fremgangsmåte, ender opp med å treffe riktig svar (Baumgartner et al., 2015).
4. Lav intern validitet. I og med at oppgavene i pretest og posttest ikke var identiske, finnes det en mulighet for at forsøkspersonene opplevde at vanskelighetsgraden på testene var forskjellige, til tross for at de ble forsøkt balansert ved hjelp av kvalitetssikringen som ble gjort i forkant.
5. Utsiktet påvirkning av kontrollgruppa. Det kan ikke utelukkes at kontrollgruppa har mottatt relevant informasjon fra medelever eller faglærer om oppgavene fra pretesten, som har hjulpet dem til å løse oppgavene i posttesten, og dermed gitt kontrollgruppa et fortrinn.
6. Konfunderende bias som for eksempel dagsform, kosthold, grad av utmattelse på grunn av fysisk aktivitet eller sykdom kan være årsak til manglende bevis på effekter. Flere av elevene hadde i forkant av forsøket nylig vært gjennom covid-19 infeksjon, og mulige ettervirkninger av dette kan ha påvirket resultatet av studien. En gjennomgang av langsiktige bivirkninger og effekter av covid-19 (Zarei et al., 2021) nevner for eksempel at hukommelsesforstyrrelser (34 %), konsentrasjonsforstyrrelser (30,8 %), søvnforstyrrelser (28 %) og oppmerksomhetsforstyrrelser (26,7 %) var blant de hyppige observerte helseforstyrrelsene. Det er dermed ikke usannsynlig at en eller flere av disse bivirkningene kan ha hatt betydning for resultatet.

5.1.1. Ulik effekt basert på kognitiv ytelse ved pretest?

I ASK-studien observerte Resaland et al. (2016) at fysisk aktivitet over en periode hadde en signifikant effekt på regneferdigheten for de av deltagerne som befant seg i den laveste tertilen av regneprestasjoner ved baseline (Resaland et al., 2016). Denne observasjonen kan ha en viss overføringsverdi til resultatene i denne studien (tabell 2), som indikerer at intervensjonen har hatt en positiv effekt for både opplagthet og konsentrasjon hos elevene i 1P, mens de elevene fra eksperimentgruppa som har 1T, kun rapporterer om økning i opplagthet. Riktignok er det viktig å påpeke at ASK-studien var en longitudinell intervensjonsstudie, mens vi i denne nåværende studien er opptatt av akutte effekter. Når det gjelder årsaker til denne distinksjonen mellom elever som startet på lavt nivå i regneferdigheter, sammenlignet med de som holdt et høyere nivå, peker forskerne i ASK-studien på at det kan være mer et resultat av *hvordan* fysisk aktivitet ble integrert i undervisningen, snarere enn som en følge av mengden fysisk aktivitet (dvs. dosen). De "fysisk aktive pedagogiske leksjonene" var en hjørnestein av intervensjonen, der pensuminnhold som innebar å løse problemer eller ta opp spørsmål ble integrert i fysiske aktiviteter. Denne tilnærmingen til læring kan hatt en gunstig påvirkning på de som var svakere når det gjelder regneferdighet (Resaland et al., 2016). Selv om dette er spekulasjoner, kan det være at de elevene som presterte dårligst ved baseline i regneferdighet, responderte best på denne kombinerte tilnærmingen – i stedet for kun på en økt mengde fysisk aktivitet. Denne tilnærmingen til læring kan være mer tiltalende for de barna som presterte dårligst ved baseline i regneferdighet. Det lar også lærere bruke ulike didaktiske metoder, noe som kan være gunstig på grunn av elevenes ulike læringsstrategier. I tillegg ser det ut til at oppfatningen om at fysisk aktivitet «stjeler» tid fra tradisjonelle fag i skolen kan overvinnes ved å bruke en tilnærming som effektivt kombinerer fysisk aktivitet og akademisk læring (Resaland et al., 2016). Når det gjelder funnene til Ishihara m.fl.(2021) er det en større overføringsverdi til denne studien, siden deres studie også dreier seg om akutte effekter. De hevdet at varierende prestasjoner på kognitiv ytelse i pretest vil ha betydning for hvor stor effekt man kan forvente av intervensjonen (Ishihara et al., 2021). I denne studien var det ingen signifikante effekter hos eksperimentgruppen på matematikkresultatene, verken blant 1P eller 1T-elevene. Men 1P-elevene viste en tydeligere økning i opplagthet og konsentrasjon enn 1T-elevene (tabell 2), noe som kan tyde på at denne elevgruppen har større utbytte av fysisk aktivitet. Man kan altså argumentere for at påstanden til Ishihara m.fl. blir bekreftet delvis i denne studien, men det vil være behov for grundigere kontrolltiltak for å utforske denne teorien mer inngående.

5.2. Hvilken akutt effekt har 30 minutters fysisk aktivitet på elevenes opplagthet og konsentrasjon?

Når det gjelder deltagerens konsentrasjon, viser tabell 1 at eksperimentgruppa rapporterte om en statistisk signifikant økning fra pretest til posttest. For kontrollgruppa var det derimot ingen signifikante endringer. Resultatene for opplagthet er tilsvarende, og her var økningen hos eksperimentgruppa større enn for konsentrasjon, mens kontrollgruppa heller ikke her opplevde noen signifikante endringer. Figur 2 og 3 viser at det også er en statistisk signifikant forskjell i differansescoren mellom de to gruppene når det gjelder opplagthet og konsentrasjon.

Svaret på forskningsspørsmålet over, basert på dataene i denne studien, er at 30 minutters fysisk aktivitet har en signifikant positiv akutt effekt, både på opplagthet og konsentrasjonsnivå. Dette resultatet er i tråd med tidligere forskning som tyder på at fysisk aktivitet kan føre til høyere aktivering (Hogan et al., 2013). De fysiologiske responsene som har vært implisert i litteraturen inkluderer endringer i hjertefrekvens (Hillman et al., 2019), økt blodtilførsel til hjernen (Arday et al., 2014; Diamond & Ling, 2016), endringer i nivåer av BDNF (Ferris et al., 2007) og laktat (Hillman et al., 2019). Det er grunn til å anta at disse forholdene har vært medvirkende til at deltagerne i eksperimentgruppa opplevde økning i opplagthet og konsentrasjon som følge av fysisk aktivitet.

Det bør påpekes at måledataene for opplagthet og konsentrasjon utelukkende er basert på selvrapporing, og at de dermed kan være farget av en eventuell forventning om effekt (Thomas et al., 2022).

5.3. Moderatorer

Forskningslitteraturen nevner flere elementer, eller *moderatorer*, som har betydning for resultatet på målingen av kognitiv ytelse. Blant annet er intensitet, varighet, timing, type aktivitet, type kognitiv test og deltagerens fysiske form trukket frem som viktige moderatorer (Chang et al., 2012; Donnelly et al., 2016). I de følgende avsnittene diskuteres disse forskjellige moderatorene, og hvilken rolle de har hatt i denne studien.

Treningsintensitet er en moderator som ofte nevnes i studier av akutte effekter av fysisk aktivitet. Dette skyldes at intensitetsnivået er relevant for å forstå mekanismer for effektene. Det er i hovedsak to teorier som preger debatten omkring hva som anses som optimal

intensitet; *Drive Theory* og *The Inverted U-Hypothesis*. Kort fortalt impliserer *The Inverted U-Hypothesis* at trening med moderat intensitet vil ha de største fordelene, mens *Drive Theory* tilsier at effekten øker proporsjonalt med intensiteten, og at de største effektene dermed vil bli observert ved høy intensitet (Chang et al., 2012). Særlig når man vurderer mekanismer som hjertefrekvens, katekolaminer og BDNF, er intensitetsnivået på øvelsen viktig for å bestemme endringen i disse fysiologiske mekanismene, og dette kan da gi et grunnlag for å forutsi atferdseffektene også. Et eksempel på dette er at studier som tester akutte effekter av trening på sirkulerende BDNF indikerer at høyintensitetsprotokoller gir større økninger enn lavintensitetsprotokoller (Ferris et al., 2007). Dermed, hvis BDNF er en årsak til akutte effekter av trening på kognitiv ytelse, kan man forvente at intensiteten påvirker atferdsmessige resultater (Chang et al., 2012). I denne studien ble det benyttet aktiviteter der intensiteten varierte mellom moderat og høyt nivå. Det ble ikke foretatt målinger av intensiteten på individnivå, men deltagerne i eksperimentgruppa ble observert gjennom hele intervensjonen, og aktivitetsnivået ble vurdert til å være som forventet.

Sammen med intensitet, vil *varigheten* på den fysiske aktiviteten være av betydning for utfallet. Er varigheten for kort, kan det føre til at det ikke oppstår noen observerbare endringer, og for lang varighet kan føre til at forsøkspersonene blir utmattet. Etter fysisk aktivitet med varighet over 60 minutter vil det oppstå risiko for dehydrering, som vil kunne ha en negativ effekt på kognitiv ytelse (Tomprowski, 2003). Chang et al. (2015) foreslår en optimal varighet av en akutt økt med fysisk aktivitet med hensikt for å forbedre kognitiv ytelse, og hevder at den ideelle varigheten ligger mellom 20 og 40 minutter for å kunne observere betydelige forbedringer (Chang et al., 2015). Det er verdt å merke seg at Howie m.fl. observerte en positiv effekt på matematikkresultater etter aktiviteter med varigheter på både 10 og 20 minutter (Howie et al., 2015). I denne studien ble det benyttet fysisk aktivitet med en varighet på 30 minutter, noe som er i overensstemmelse med de nevnte studiene, og som ifølge Dinoff et al. er minstekravet for å oppnå en betydelig økning av BDNF (Dinoff et al., 2017).

Den spesifikke *timing*en for den kognitive målingen er en annen moderator av interesse. Denne moderatoren har vist seg å påvirke effekten av akutt trening på kognitiv ytelse av unge friske voksne (Lambourne og Tomprowski, 2010). Denne moderatoren har også implikasjoner for bakenforliggende mekanismer for effektene. For eksempel har trening forbigående effekter på BDNF, derfor kan tidspunktet for den kognitive vurderingen være kritisk i forhold til effekter med tilknytning til BDNF (Chang et al., 2012). Det er i hovedsak

tre ulike paradigmer når det kommer til valg av tidspunkt for gjennomføring av kognitiv måling relatert til tidspunktet for fysisk aktivitet; nemlig underveis i aktiviteten, umiddelbart etter fullført fysisk aktivitet, eller etter en kortere eller lengre pause. I denne studien ble den kognitive målingen gjennomført 15 minutter etter avsluttet fysisk aktivitet. Riktignok ble denne pausen brukt til å dusje og skifte, samt å gå fra gymsalen til klasserommet. Vi kan med andre ord ikke helt utelukke en viss grad av fysisk aktivitet også i dette tidsrommet.

En fjerde moderator som nevnes i litteraturen, er *type aktivitet*. Tidligere studier har blant annet benyttet gange på tredemølle (Hillman et al., 2009; McNaughten & Gabbard, 1993), løping på tredemølle (Damrongthai et al., 2021), sykling på ergometersykkkel (Duncan & Johnson, 2014) eller mer komplekse aktiviteter som for eksempel fysisk aktiv læring (Grieco et al., 2009) eller fysisk aktive klasseromspauser (Howie et al., 2015). I denne studien ble det benyttet aktiviteter som inneholdt intervallpreget løping i gymsal, både med og uten hyppige retningsforandringer.

Det er også foretatt studier som tyder på at omgivelsene kan bidra til å justere effekten av fysisk aktivitet. Jäger et al. (2015) påpeker at mange av studiene som viser positiv sammenheng mellom fysisk aktivitet og kognitiv funksjon er gjennomført i sterkt kontrollerte laboratorieforsøk (Jäger et al., 2015). Deres intervensjonsstudie bestod av fire ulike intervensjoner; fysisk aktivitet med kognitive oppgaver, fysisk aktivitet uten kognitive oppgaver, stillesittende kognitive oppgaver og sedat tid. Utøvende funksjoner ble målt før og rett etter intervensjonen. I motsetning til hypotesen ble det ikke funnet effekter av akutt fysisk aktivitet med og uten kognitivt engasjement på utøvende funksjoner i hele utvalget. Kun barn med høyere kondisjon og/eller høyere akademiske prestasjoner hadde nytte av intervensjonene når det gjelder ytelsen innenfor oppdatering. Dermed tyder resultatene på at det kan være vanskelig å oppnå positive effekter gjennom akutt fysisk aktivitet i virkelige omgivelser, sammenlignet med laboratorieforsøk, og at fysiologiske og kognitive krav kan måtte tilpasses til målgruppens individuelle kapasiteter for å gjøre en intervensjon effektiv (Jäger et al., 2015).

Forholdet mellom akutt trening og kognitiv ytelse kan også være avhengig av hvilken type kognitiv oppgave som benyttes. I tiden før årtusenskiftet ble det gjennomført mange studier av akutte effekter av fysisk aktivitet som benyttet reaksjonstidsoppgaver og visuelle anerkjennelsesoppgaver, men de siste 20 årene har forskere stadig oftere begynt å undersøke effektene av akutt trening på utøvende funksjon (Chang et al., 2012; Etnier & Chang, 2009; Tomporowski, 2003). Dette kan tyde på at kognitiv oppgavetype modererer effekter av både

akutt og kronisk trening (Lambourne & Tomporowski, 2010). Browne et al. (2017) fant at fysisk aktivitet ikke hadde akutte effekter på kognitiv funksjon ved enkle oppgaver, men dersom oppgavene ble mer komplekse, fant de antydning til positiv effekt (Browne et al., 2017). I denne studien ble kognitiv funksjon testet ved hjelp av problembaserte tekstoppgaver i matematikk. Disse oppgavene stiller krav til den utøvende funksjonen, og da særskilt oppdatering og bruk av arbeidsminne, men den første oppgaven i hvert av oppgavesettene (vedlegg 2) er også utformet med tanke på å utfordre deltagerens evne til å hemme det første «innlysende» svaret som ofte vil dukke opp på disse oppgavene.

En siste primær moderator som er av interesse er den fysiske formen til deltagerne – og da særlig kondisjonsnivået (Tomporowski, 2003). En av årsakene til dette henger også her sammen med hva som blir ansett som de potensielle mekanismene til effektene. For eksempel tyder enkelte bevis på at BDNF-responsen på akutt trening er avhengig av deltagerens treningstilstand (Castellano & White, 2008). Derfor, hvis BDNF er en medvirkende faktor, kan man også forvente at deltagerens kondisjonsnivå vil spille en rolle når det gjelder å moderere akutte kognitive effekter av trening (Chang et al., 2012). I denne studien ble ikke deltagerens fysiske form testet, og det er derfor ikke grunnlag for å vurdere hvilken betydning dette har hatt for utfallet.

5.4. Styrker og svakheter med studien

Bruken av kontrollgruppe kan anses å være en styrke ved denne studien. Kontrollgruppen sørger nemlig for at man har et sammenligningsgrunnlag når man skal vurdere hvilken effekt intervensjonen har hatt. Dersom denne studien ikke hadde tatt hensyn til kontrollgruppen, kunne en forbedring fra pretest til posttest vært en indikasjon på at fysisk aktivitet hadde hatt en positiv effekt. Men dersom kontrollgruppen kan vise til samme forbedring, er det grunn til å tro at forbedringen i resultatet skyldes andre årsaker enn intervensjonen. På samme måte gir også bruken av pretest et bedre sammenligningsgrunnlag for å vurdere resultatene.

En annen styrke ved denne studien er bruken av randomisering for å fordele deltagerne i eksperiment- og kontrollgruppe. På den måten unngår man utilsiktede skjevheter mellom gruppene med tanke på faktorer som kan påvirke utfallet. På grunn av et relativt lavt antall deltagere, men samtidig stor variasjon i matematikkferdigheter blant elevene, ble det likevel ikke foretatt en ren randomisering. Risikoen for at en helt tilfeldig fordeling ville medført at en av gruppene fikk bedre forutsetninger for å løse matematikkoppgavene ble vurdert til å

være betydelig, derfor ble deltagerne matchet på forhånd ved hjelp av terminkarakterene i matematikk. Dette grepet bidrar til å styrke den interne validiteten, og kan derfor også betraktes som en styrke ved studien.

I forskningslitteraturen er det blitt brukt mange forskjellige metoder og verktøy for å måle utfallet på kognitiv ytelse. I denne studien var det ønskelig å benytte et instrument som hadde høy overføringsverdi til skolekonteksten, da dette ville bidra til å gjøre funnene mer relevante for målgruppen. Det ble derfor valgt en test som kan minne om vurderingssituasjoner elever og lærere kjenner igjen, med tanke på innhold og gjennomføring. I tillegg ble det gjennomført en kvalitetssikring av oppgavene ved hjelp av en ekspertgruppe, for å sikre validiteten og reliabiliteten i måleinstrumentet.

For at denne studien skulle være mest mulig relevant for skolekonteksten, ble det valgt en form for fysisk aktivitet som ligner på aktiviteter som foregår i kroppsøvingstimene. Det vil gjøre det enkelt å reprodusere denne typen aktivitet, da det ikke kreves noe spesielt utstyr utover det som de fleste skoler allerede har og benytter i kroppsøvingsfaget. Duncan og Johnson (2014) benyttet ergometersykler i sin studie, og de hevder at dette kan være problematisk å implementere i skolen, da det er ressurskrevende med tanke på kostnad og areal å skaffe nok ergometersykler for en hel skoleklasse (Duncan & Johnson, 2014).

Når det gjelder svakheter ved denne studien, er den største svakheten knyttet til utvalgsstørrelsen. Denne studien er har et relativt lite utvalg ($n = 66$). Hovedproblemet med små studier er ofte knyttet til tolkning av resultater, og da spesielt konfidensintervaller og p-verdier. Ved større studier kan man forvente at standardfeilen blir relativt liten, og man får et smalt konfidensintervall. Ved små studier, derimot, vil en stor standardfeil gi et bredt konfidensintervall, og det gjør det vanskelig å trekke sikre konklusjoner (Hackshaw, 2008). En annen mulig utfordring ved små studier er at de kan gi falske positive resultater, eller at man overvurderer størrelsen på en observert effekt (Hackshaw, 2008).

Utvalget i denne studien er ikke trukket tilfeldig, men snarere valgt ut fra et bekvemmelighetshensyn. Dette utvalget er dermed valgt på bakgrunn av tilgjengelighet, og kan ikke anses som representativt (Bjørndal & Hofoss, 2017). Dette svekker den ytre validiteten til studien. Samtidig påpeker Kleven og Hjordemaal (2018) at man innenfor pedagogisk forskning sjelden har tilgang på et sannsynlighetsutvalg – men at man gjerne foretar en skjønnsmessig generalisering, som går ut på at forskerne vurderer overføringsverdien til andre sammenlignbare grupper (Kleven & Hjordemaal, 2018). I denne

studien ble det foretatt en skjønnsmessig generalisering – og aktuelle egenskaper hos deltagerne i studien er blitt vurdert til å ikke avvike nevneverdig fra resten av populasjonen, som i dette tilfellet er elever ved videregående skoler i Norge.

Denne studien har benyttet et spørreskjema som er basert på selvrapporing. Slike målinger kan være utsatt for høyere risiko for målefeil enn objektive målemetoder. Målefeil kan være enten systematiske eller tilfeldige. Tilfeldige målefeil kan oppstå, og det kan være vanskelig å gardere seg mot, men over lang tid vil slike tilfeldigheter jevne seg ut. Systematiske målefeil vil derimot kunne tendere mot en bestemt retning hos samme person og ved gjentatte målinger (Bjørndal & Hofoss, 2017). For å kartlegge deltagerens opplagthet og konsentrasjonsnivå skulle de svare på to spørsmål. Av naturlige årsaker var denne studien ikke en såkalt blindstudie, og deltagerne var dermed selv klar over om de hadde deltatt i fysisk aktivitet eller ikke. Det kan tenkes at noen av deltagerne har hatt en forventning om at fysisk aktivitet vil påvirke konsentrasjonen og/eller opplagtheten positivt, og at denne forventningen har påvirket dem til å avgi svar som peker i positiv retning. Her kan, som tidligere nevnt, Hawthorne-effekten også ha hatt en forsterkende effekt.

En annen utfordring ved studien er mangel på objektive målinger av intensitetsnivået av den fysiske aktiviteten. Et slikt objektivt måleinstrument kunne for eksempel vært en pulsmåler. Thomas et al. (2022) påpeker at objektive målinger er å foretrekke fremfor subjektive, fordi det reduserer antall feilkilder (Thomas et al., 2022). Slike målinger kunne gitt et mer nøyaktig bilde av intensitetsnivået, og man kunne i tillegg undersøkt om ulike intensitetsnivåer gav ulike resultater på posttesten.

En annen svakhet ved denne studien er mangel på standardiserte måleverktøy. Det ble benyttet en matematikktest som hadde blitt utarbeidet til dette formålet, altså hadde ikke denne testen blitt benyttet tidligere i lignende studier. Man kan derfor diskutere reliabiliteten til denne testen. Det er heller ikke gjennomført pilotering av testen, noe som kunne gitt indikasjoner på om det ville vært hensiktsmessig å gjøre eventuelle justeringer. Resultatene viste at både eksperimentgruppa og kontrollgruppa oppnådde en høyere poengsum på posttest enn pretest, noe som kan være en indikasjon på at oppgavene i pretesten var noe mer krevende enn posttesten, noe som i så fall bidrar til å svekke den interne validiteten.

En siste utfordring som bør nevnes, er at datamaterialet ikke kvalifiserte til å være fullstendig normalfordelt, trolig som en konsekvens av liten utvalgsstørrelse. Det kan dermed diskuteres hvilke tester som bør brukes for å bestemme signifikante forskjeller. I denne studien ble det

valgt å benytte parametriske tester, da dataene ble vurdert til å være tilfredsstillende normalfordelte, basert på en visuell vurdering. En annen mulighet hadde vært å benytte Wilcoxon Signed Rank og Mann-Whitney U test, og median (range) som sentral- og spredningsmål.

5.5. Implikasjoner

Resultatene i denne studien tyder på at det ikke nødvendigvis er en sammenheng mellom de kognitive tilstandene representert ved deltagerens konsentrasjon og opplagthet på den ene siden, og deres evne til å løse problembaserte matematikkoppgaver på den andre siden. Til tross for at deltagerne i eksperimentgruppa rapporterte om høyere nivåer av konsentrasjon og opplagthet, oppnådde de likevel ikke bedre resultater på matematikkoppgavene i posttesten enn kontrollgruppa. Det er verdt å merke seg at den fysiske aktiviteten heller ikke ser ut til å ha hatt noen negative effekter på den kognitive ytelsen målt i denne studien.

Resultatene tyder altså på at den økte opplagtheten og konsentrasjonen ikke medfører en direkte fordel i en prøvesituasjon der deltagerne skal prestere – men det kan likevel tenkes at de ville hatt et fortrinn i en undervisningssituasjon, hvor de i stedet for å prestere, skulle lære noe nytt. Videre kan det tenkes at det å delta i fysisk aktivitet i forkant av en forelesning kan bidra til at elevene får bedre forutsetninger for å følge med i undervisningen, og at de blir mer konsentrert, enn hvis de kun hadde deltatt i stillesittende skoletimer. Det vil også være naturlig å tenke seg at dette på sikt kan ha positive effekter for elevenes læringsutbytte – noe som igjen vil være en medvirkende faktor til forbedring i skoleprestasjoner. Dermed kan man argumentere for at de akutte effektene av fysisk aktivitet kan medføre flere langsiktige effekter som påvirker skoleprestasjoner positivt.

En praktisk implikasjon av dette resultatet kan være at det vil være gunstig å planlegge undervisning som krever at elevene er opplagte og konsentrerte til et tidspunkt kort tid etter at elevene har hatt kroppsøving eller annen fysisk aktivitet, siden elevene da er mer opplagte og har større muligheter for å klare å konsentrere seg. Eksempler på slik undervisningsaktiviteter kan være gjennomgang av nytt teoripensum, eller arbeid med oppgaver som krever høy konsentrasjon. Resultatene indikerer imidlertid at fysisk aktivitet ikke vil ha noen akutte effekter på hvor godt elevene presterer i en matematisk prøve.

6. Avsluttende refleksjoner

6.1. Oppsummering av hovedfunn

Det ble ikke funnet en akutt effekt av fysisk aktivitet på deltageres evne til å løse problembaserte matematikkoppgaver, da det ikke fantes signifikante forskjeller mellom matematikkresultatene i eksperimentgruppa og kontrollgruppa. Forsøkspersonene i eksperimentgruppa rapporterte om en statistisk signifikant økning i konsentrasjonsnivået i etterkant av fysisk aktivitet, men kontrollgruppa rapporterte derimot om ingen signifikante endringer. Når det gjelder opplagthet, viste resultatene at eksperimentgruppa følte seg mer opplagt etter å ha deltatt i fysisk aktivitet. Kontrollgruppa rapporterte heller ikke her om signifikante endringer.

Denne studien tok utgangspunkt i problemstillingen:

«Hvilken akutt effekt har 30 minutters fysisk aktivitet på elevenes evne til å løse problembaserte matematikkoppgaver, samt på deres opplagthet og konsentrasjon?»

På grunn av mangel på signifikante funn kan vi ikke konkludere med at fysisk aktivitet har hatt en akutt effekt på elevenes evne til å løse problembaserte matematikkoppgaver. Derimot er det vist at fysisk aktivitet har en signifikant akutt positiv effekt på opplagthet og konsentrasjon hos elever i videregående skole.

I og med at det heller ikke ble funnet negative effekter som følge av fysisk aktivitet, kan man gå ut ifra at elever som deltar i fysisk aktivitet i løpet av skoledagen sannsynligvis vil oppnå et høyere nivå av opplagthet og konsentrasjon i etterkant, sammenlignet med stillesittende elever. Samtidig øker sannsynligheten for å oppnå de mange andre godt dokumenterte positive helsemessige effektene av fysisk aktivitet. Resultatene fra denne studien støtter derfor påstanden om at fysisk aktivitet i løpet av skoledagen kan virke positivt for elevenes motivasjon og læringslyst, som på sikt kan bidra til økt læringsutbytte.

Alternativt kan det tyde på at dette tiltaket ikke er spesielt pålitelig eller sensitivt som et mål på kognitiv ytelse i forhold til akutt effekt av trening.

6.2. Veien videre

I fremtidige studier vil det være ønskelig å inkludere et større og mer representativt utvalg. Dette vil medføre en styrke for forskningens reliabilitet, validitet og generaliserbarhet. Det kan også være interessant å sammenligne elever på yrkesfaglige studieretninger med elever på studiespesialisering for å se om det finnes forskjeller mellom disse elevgruppene. Det anbefales også å teste deltagerens kondisjonsnivå på forhånd, samt å ta hensyn til lave resultater på kognitiv ytelse ved pretest i form av kontrollerende tiltak i analysen av resultatene.

Videre bør det vurderes hvorvidt man skal benytte standardiserte tester for å måle effektene av intervensjonen. Det kan også være nyttig å benytte ulike moderatorer for å finne ut mer om hvilken type fysisk aktivitet (med tanke på varighet, intensitet og aktivitetsform) som gir størst effekter på kognitiv ytelse for denne aldersgruppen.

Referanser

- 2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee. (2018). *2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee Scientific Report*. U. S. D. o. H. a. H. Services.
https://health.gov/sites/default/files/2019-09/PAG_Advisory_Committee_Report.pdf
- Alves, C. R., Tessaro, V. H., Teixeira, L. A., Murakava, K., Roschel, H., Gualano, B. & Takito, M. Y. (2014). Influence of acute high-intensity aerobic interval exercise bout on selective attention and short-term memory tasks. *Perceptual and motor skills*, 118(1), 63-72.
- Arday, D. N., Fernández-Rodríguez, J., Jiménez-Pavón, D., Castillo, R., Ruiz, J. & Ortega, F. (2014). A physical education trial improves adolescents' cognitive performance and academic achievement: the EDUFIT study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 24(1), e52-e61.
- Bala, G., Adamović, T., Madić, D. & Popović, B. (2015). Effects of acute physical exercise on mathematical computation depending on the parts of the training in young children. *Collegium antropologicum*, 39(Supplement 1), 29-34.
- Baumgartner, T. A., Jackson, A. S., Mahar, M. T. & Rowe, D. A. (2015). *Measurement for Evaluation in Kinesiology*. Jones & Bartlett Learning. <https://books.google.no/books?id= oCHCgAAQBAJ>
- Berg, U. & Mjaavatn, P. E. (2008). Barn og unge. I R. Bahr (Red.), *Aktivitetshåndboken: Fysisk aktivitet i forebygging og behandling* (s. 45-61). Helsedirektoratet.
- Biddle, S. J., Ciacconi, S., Thomas, G. & Vergeer, I. (2019). Physical activity and mental health in children and adolescents: An updated review of reviews and an analysis of causality. *Psychology of Sport and Exercise*, 42, 146-155.
- Bjørndal, A. & Hofoss, D. (2017). *Statistikk for helse- og sosialfagene* (2. utg. utg.). Gyldendal akademisk.
- Browne, S. E., Flynn, M. J., O'Neill, B. V., Howatson, G., Bell, P. G. & Haskell-Ramsay, C. F. (2017). Effects of acute high-intensity exercise on cognitive performance in trained individuals: A systematic review. *Progress in brain research*, 234, 161-187.
- Buck, S. M., Hillman, C. H. & Castelli, D. M. (2008). The relation of aerobic fitness to stroop task performance in preadolescent children. *Medicine and science in sports and exercise*, 40(1), 166-172.
- Caspersen, C. J., Powell, K. E. & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep*, 100(2), 126-131. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3920711>
- Castellano, V. & White, L. J. (2008). Serum brain-derived neurotrophic factor response to aerobic exercise in multiple sclerosis. *Journal of the neurological sciences*, 269(1), 85-91.
- Chang, Y.-K., Labban, J. D., Gapin, J. I. & Etnier, J. L. (2012). The effects of acute exercise on cognitive performance: a meta-analysis. *Brain research*, 1453, 87-101.
- Chang, Y. K., Chu, C. H., Wang, C. C., Wang, Y. C., Song, T. F., Tsai, C. L. & Etnier, J. L. (2015). Dose-response relation between exercise duration and cognition. *Med. Sci. Sports Exerc*, 47, 159-165.
- Creswell, J. W. (2018). Quantitative Methods. I J. W. Creswell (Red.), *Research design : qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*.
- Daly-Smith, A. J., Zwolinsky, S., McKenna, J., Tomporowski, P. D., Defeyter, M. A. & Manley, A. (2018). Systematic review of acute physically active learning and classroom movement breaks on children's physical activity, cognition, academic performance and classroom behaviour: understanding critical design features. *BMJ open sport & exercise medicine*, 4(1), e000341.
- Damrongthai, C., Kuwamizu, R., Suwabe, K., Ochi, G., Yamazaki, Y., Fukuie, T., Adachi, K., Yassa, M. A., Churdchomjan, W. & Soya, H. (2021). Benefit of human moderate running boosting mood

- and executive function coinciding with bilateral prefrontal activation. *Scientific reports*, 11(1), 1-12.
- Davis, C. L., Tomporowski, P. D., McDowell, J. E., Austin, B. P., Miller, P. H., Yanasak, N. E., Allison, J. D. & Naglieri, J. A. (2011). Exercise improves executive function and achievement and alters brain activation in overweight children: a randomized, controlled trial. *Health psychology*, 30(1), 91.
- Davranche, K., Hall, B. & McMorris, T. (2009). Effect of acute exercise on cognitive control required during an Eriksen flanker task. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 31(5), 628-639.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology*, 64, 135-168.
- Diamond, A. & Ling, D. S. (2016). Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not. *Developmental cognitive neuroscience*, 18, 34-48.
- Dinoff, A., Herrmann, N., Swardfager, W. & Lanctot, K. L. (2017). The effect of acute exercise on blood concentrations of brain-derived neurotrophic factor in healthy adults: a meta-analysis. *European Journal of Neuroscience*, 46(1), 1635-1646.
- Donnelly, J. E., Hillman, C. H., Castelli, D., Etnier, J. L., Lee, S., Tomporowski, P., Lambourne, K. & Szabo-Reed, A. N. (2016). Physical activity, fitness, cognitive function, and academic achievement in children: a systematic review. *Medicine and science in sports and exercise*, 48(6), 1197.
- Duncan, M. & Johnson, A. (2014). The effect of differing intensities of acute cycling on preadolescent academic achievement. *European journal of sport science*, 14(3), 279-286.
- Etnier, J. L. & Chang, Y.-K. (2009). The effect of physical activity on executive function: a brief commentary on definitions, measurement issues, and the current state of the literature. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 31(4), 469-483.
- Ferris, L. T., Williams, J. S. & Shen, C.-L. (2007). The effect of acute exercise on serum brain-derived neurotrophic factor levels and cognitive function. *Medicine and science in sports and exercise*, 39(4), 728.
- Fredriksen, P. M., Hjellev, O. P., Mamen, A., Meza, T. J. & Westerberg, A. C. (2017). The health Oriented pedagogical project (HOPP)-a controlled longitudinal school-based physical activity intervention program. *BMC Public Health*, 17(1), 1-14.
- Goswami, N., Trozic, I., Fredriksen, M. V. & Fredriksen, P. M. (2021). The effect of physical activity intervention and nutritional habits on anthropometric measures in elementary school children: the health oriented pedagogical project (HOPP). *International Journal of Obesity*, 45(8), 1677-1686.
- Grieco, L. A., Jowers, E. M. & Bartholomew, J. B. (2009). Physically active academic lessons and time on task: the moderating effect of body mass index. *Med Sci Sports Exerc*, 41(10), 1921-1926.
- Hackshaw, A. (2008). Small studies: strengths and limitations. *European Respiratory Journal*, 32(5), 1141-1143. <https://doi.org/10.1183/09031936.00136408>
- Halvorsen, K. (2008). *Å forske på samfunnet - en innføring i samfunnsvitenskapelig metode*. Cappelen Damm AS.
- Helse- og omsorgsdepartementet. (2020). *Sammen om aktive liv*.
- Helsedirektoratet. (2016). *Statistikk om fysisk aktivitetsnivå og stillesitting*. <https://www.helsedirektoratet.no/tema/fysisk-aktivitet/statistikk-om-fysisk-aktivitetsniva-og-stillesitting>
- Helsedirektoratet. (2019). *Fysisk aktivitet i forebygging og behandling*. <https://www.helsedirektoratet.no/faglige-rad/fysisk-aktivitet-i-forebygging-og-behandling>
- Henderson, K. B. & Pingry, R. E. (1953). Problem solving in mathematics. *The learning of mathematics: Its theory and practice*, 228-270.
- Henriksson, J. & Sundberg, C. J. (2008). Generelle effekter av fysisk aktivitet. I R. Bahr (Red.), *Aktivitetshåndboken: Fysisk aktivitet i forebygging og behandling* (s. 8-36). Helsedirektoratet.
- Hillman, C. H., Castelli, D. M. & Buck, S. M. (2005). Aerobic fitness and neurocognitive function in healthy preadolescent children. *Medicine and science in sports and exercise*, 37(11), 1967.

- Hillman, C. H., Logan, N. E. & Shigeta, T. T. (2019). A review of acute physical activity effects on brain and cognition in children. *Translational Journal of the American College of Sports Medicine*, 4(17), 132-136.
- Hillman, C. H., Pontifex, M. B., Raine, L. B., Castelli, D. M., Hall, E. E. & Kramer, A. F. (2009). The effect of acute treadmill walking on cognitive control and academic achievement in preadolescent children. *Neuroscience*, 159(3), 1044-1054.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2009.01.057>
- Hogan, C. L., Mata, J. & Carstensen, L. L. (2013). Exercise holds immediate benefits for affect and cognition in younger and older adults. *Psychology and aging*, 28(2), 587.
- Howie, E. K., Schatz, J. & Pate, R. R. (2015). Acute effects of classroom exercise breaks on executive function and math performance: A dose–response study. *Research quarterly for exercise and sport*, 86(3), 217-224.
- Ishihara, T., Drollette, E. S., Ludyga, S., Hillman, C. H. & Kamijo, K. (2021). The effects of acute aerobic exercise on executive function: A systematic review and meta-analysis of individual participant data. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 128, 258-269.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.06.026>
- Jäger, K., Schmidt, M., Conzelmann, A. & Roebbers, C. M. (2015). The effects of qualitatively different acute physical activity interventions in real-world settings on executive functions in preadolescent children. *Mental Health and Physical Activity*, 9, 1-9.
- Kadesjö, B. (2000). Neuropsychiatric and neurodevelopmental disorders in a young school-age population. *Epidemiology and comorbidity in a school health perspective*. Göteborg University, Göteborg.
- Kleven, T. A. & Hjordemaal, F. (2018). *Innføring i pedagogisk forskningsmetode : en hjelp til kritisk talking og vurdering* (3. utg. utg.). Fagbokforl.
- Konijnenberg, C. & Fredriksen, P. M. (2018). The effects of a school-based physical activity intervention programme on children's executive control: The Health Oriented Pedagogical Project (HOPP). *Scandinavian Journal of Public Health*, 46(21_suppl), 82-91.
- Kvalø, S., Bru, E., Brønne, K. & Dyrstad, S. M. (2017). Does increased physical activity in school affect children's executive function and aerobic fitness? *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 27(12), 1833-1841.
- Lambourne, K. & Tomporowski, P. (2010). The effect of exercise-induced arousal on cognitive task performance: a meta-regression analysis. *Brain research*, 1341, 12-24.
- Lubans, D., Richards, J., Hillman, C., Faulkner, G., Beauchamp, M., Nilsson, M., Kelly, P., Smith, J., Raine, L. & Biddle, S. (2016). Physical Activity for Cognitive and Mental Health in Youth: A Systematic Review of Mechanisms. *Pediatrics*, 138(3). <https://doi.org/10.1542/peds.2016-1642>
- Lærum, G. L., M.; Kallings, L.; Faskunger, J.; Börjesson, M.; Ståhle, A. (2008). Fysisk aktivitet på resept - FaR. I R. Bahr (Red.), *Aktivitetshåndboken* (s. 72-83).
- Mahar, M. T. (2011). Impact of short bouts of physical activity on attention-to-task in elementary school children. *Preventive medicine*, 52, S60-S64.
- Martinsen, E. (2018). Fysisk aktivitet og psykiske lidelser. I M. K. Torstveit (Red.), *Fysisk aktivitet og helse : fra begrepsforståelse til implementering av kunnskap* (s. 245-268). Cappelen Damm akademisk.
- McMillan, J. H. & Wergin, J. F. (2002). *Understanding and Evaluating Educational Research*. Merrill.
<https://books.google.no/books?id=tkmcAAAAMAAJ>
- McNaughten, D. & Gabbard, C. (1993). Physical exertion and immediate mental performance of sixth-grade children. *Perceptual and motor skills*, 77(3_suppl), 1155-1159.
- Meld. St. 19. (2019). *Folkehelsemeldinga*. Helse- og omsorgsdepartementet.
<https://www.regjeringen.no/contentassets/84138eb559e94660bb84158f2e62a77d/nn-no/pdfs/stm201820190019000dddpdfs.pdf>
- Pallant, J. (2016). *SPSS Survival Manual: A Step by Step Guide to Data Analysis Using IBM SPSS*. McGraw-Hill Education. <https://books.google.no/books?id=TSzOjwEACAAJ>

- Petrigna, L., Thomas, E., Brusa, J., Rizzo, F., Scardina, A., Galassi, C., Lo Verde, D., Caramazza, G. & Bellafiore, M. (2022). Does Learning Through Movement Improve Academic Performance in Primary Schoolchildren? A Systematic Review. *Frontiers in pediatrics*, *10*, 841582-841582. <https://doi.org/10.3389/fped.2022.841582>
- Rathore, A. & Lom, B. (2017). The effects of chronic and acute physical activity on working memory performance in healthy participants: a systematic review with meta-analysis of randomized controlled trials. *Systematic reviews*, *6*(1), 1-16.
- Resaland, G. K., Aadland, E., Moe, V. F., Aadland, K. N., Skrede, T., Stavnsbo, M., Suominen, L., Steene-Johannessen, J., Glosvik, Ø. & Andersen, J. R. (2016). Effects of physical activity on schoolchildren's academic performance: The Active Smarter Kids (ASK) cluster-randomized controlled trial. *Preventive medicine*, *91*, 322-328.
- Seljebotn, P. H., Skage, I., Riskedal, A., Olsen, M., Kvalø, S. E. & Dyrstad, S. M. (2019). Physically active academic lessons and effect on physical activity and aerobic fitness. The Active School study: A cluster randomized controlled trial. *Preventive medicine reports*, *13*, 183-188.
- Singh, A., Uijtendwilligen, L., Twisk, J. W., Van Mechelen, W. & Chinapaw, M. J. (2012). Physical activity and performance at school: a systematic review of the literature including a methodological quality assessment. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*, *166*(1), 49-55.
- Skage, I. (2020). Fysisk aktivitet i skolen, fra kunnskap til praksis: Muligheter og utfordringer ved å implementere fysisk aktiv læring som didaktisk verktøy i skolen.
- Skriver, K., Roig, M., Lundbye-Jensen, J., Pingel, J., Helge, J. W., Kiens, B. & Nielsen, J. B. (2014). Acute exercise improves motor memory: exploring potential biomarkers. *Neurobiology of learning and memory*, *116*, 46-58.
- Solberg, R. B., Steene-Johannessen, J., Anderssen, S. A., Ekelund, U., Säfvenbom, R., Haugen, T., Berntsen, S., Åvitsland, A., Lerum, Ø. & Resaland, G. K. (2021). Effects of a school-based physical activity intervention on academic performance in 14-year old adolescents: a cluster randomized controlled trial—the School in Motion study. *BMC Public Health*, *21*(1), 1-11.
- Thomas, J. R., Martin, P., Etnier, J. & Silverman, S. J. (2022). *Research methods in physical activity*. Human kinetics.
- Tomporowski, P. D. (2003). Effects of acute bouts of exercise on cognition. *Acta psychologica*, *112*(3), 297-324.
- Tomporowski, P. D., McCullick, B. A. & Pesce, C. (2015). *Enhancing children's cognition with physical activity games*. Human Kinetics.
- van Schie, M. K. M., Lammers, G. J., Fronczek, R., Middelkoop, H. A. M. & van Dijk, J. G. (2021). Vigilance: discussion of related concepts and proposal for a definition. *Sleep Medicine*, *83*, 175-181. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.sleep.2021.04.038>
- Vazou, S. & Smiley-Oyen, A. (2014). Moving and Academic Learning Are Not Antagonists: Acute Effects on Executive Function and Enjoyment. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, *36*(5), 474-485. <https://doi.org/10.1123/jsep.2014-0035>
- Weinberg, R. S. & Gould, D. (2019). *Foundations of sport and exercise psychology*, 7E. Human kinetics.
- Weng, T. B., Pierce, G. L., Darling, W. G., Falk, D., Magnotta, V. A. & Voss, M. W. (2017). The acute effects of aerobic exercise on the functional connectivity of human brain networks. *Brain Plasticity*, *2*(2), 171-190.
- Yiğiter, K. & Bayazit, B. (2013). Impact of the recreational physical activities on university students' problem-solving skills and self-esteem in Turkey. *European Online Journal of Natural and Social Sciences*, *2*(3), pp. 424-429.
- Zarei, M., Bose, D., Nouri-Vaskeh, M., Tajiknia, V., Zand, R. & Ghasemi, M. (2021). Long-term side effects and lingering symptoms post COVID-19 recovery. *Reviews in medical virology*, e2289.

Vedlegg

Vedlegg 1: Informasjonsskriv til deltagere

Informasjon om forskningsprosjektet «Fysisk aktivitet og problemløsning i matematikk»

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å finne ut om det å gjennomføre fysisk aktivitet før en teoretisk test vil ha noe å si for resultatet av testen. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet, og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Dette prosjektet inngår i en masteroppgave der formålet er å finne ut mer om sammenhengen mellom fysisk aktivitet og problemløsning i matematikk, samt opplevd konsentrasjon og opplagthet.

De som deltar i prosjektet vil bli fordelt på to grupper; en gruppe får 30 minutter fysisk aktivitet, og den andre gruppen får vanlig klasseromsundervisning. Etterpå blir dere bedt om å løse matematikkoppgaver, og vurdere deres egen opplagthet og konsentrasjon på en skala fra 1-5

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Universitetet i Stavanger er ansvarlig for prosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Alle som går Vg1 studiespesialisering på Tryggheim vgs får tilbud om å delta.

Hva innebærer det for deg å delta?

Hvis du velger å delta i prosjektet, innebærer det at du blir tilfeldig trukket til enten forsøksgruppe eller kontrollgruppe. Alle deltagerne skal gjennomføre en test i første skoletime. Forsøksgruppen skal delta i 30 minutter fysisk aktivitet senere samme dag, og kontrollgruppen skal ha vanlig klasseromsundervisning. Etterpå skal alle gjennomføre en tilsvarende test på nytt. Spørreskjemaet inneholder spørsmål om navn, og hvordan du vurderer din opplagthet og konsentrasjon. Dine svar fra spørreskjemaet blir registrert elektronisk og anonymisert.

Dersom det er ønskelig, kan dine foreldre få se spørreskjema på forhånd ved å ta kontakt.

Dato for gjennomføring er *torsdag 24 februar, 5-6 time*. De som blir trukket ut til forsøksgruppe trenger å ha med seg gymtøy denne dagen.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet.

Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg. Det vil ikke påvirke ditt forhold til skolen eller lærer. Dersom du ikke ønsker å delta vil du få tildelt arbeidsoppgaver av faglærer i matematikk som du skal jobbe med i stedet for å delta i forsøket.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. Student og veileder vil ha tilgang til opplysningene.

Deltagerne vil ikke kunne gjenkjennes i publikasjon i etterkant av forsøket.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Opplysningene anonymiseres når oppgaven er godkjent, noe som etter planen er i juni 2022

Dine rettigheter

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- å få slettet personopplysninger om deg, og
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.
-

På oppdrag fra *Universitetet i Stavanger* har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Hvor kan jeg finne ut mer?

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- Student Nils-Vidar Henriksen, mob 48106046, epost nhenriksen@tryggheim.no
- Veileder ved UiS Tommy Haugen, mob +47 902 07 709, epost tommy.haugen@uia.no
- Vårt personvernombud: personvernombud@uis.no

Hvis du har spørsmål knyttet til NSD sin vurdering av prosjektet, kan du ta kontakt med:

- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS på epost (personverntjenester@nsd.no) eller på telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Tommy Haugen
(Veileder)

Nils-Vidar Henriksen
(Student)

Vedlegg 2: Spørreskjema til deltagerne

Oppgavesett 1

Tid 15 min. Hjelpemidler: kladdemark og blyant. Skriv kun svarene, ikke utregning

1. Herr og fru Andersen har 3 døtre, og hver av døtrene har 1 bror. Hvor mange barn har Andersen?

Svar:

Antall barn:	
--------------	--

2. Johns alder er $\frac{1}{3}$ av farens alder og $\frac{2}{5}$ av morens alder. Aldersforskjellen mellom foreldrene er 10 år. Hvor gamle er John, faren og moren?

Svar:

John	
Far	
Mor	

3. I et middagsselskap er det 9 gjester som ikke kjenner hverandre. Før gjestene går til bords, håndhilser de på hverandre. Hvor mange håndtrykk må til før alle har hilst på hverandre?

Svar:

Antall håndtrykk:	
-------------------	--

4. En skotte fortalte meg at kilten han hadde på seg var vevd i 5 farger. Halvparten av stoffet var mørkeblått, mens det grønne optok halvparten så stort areal som det blå. Av det resterende var en tredel hvit, en femdel gul og resten var rødt. Hvor stor del av stoffet var rødt?

Svar:

Andel rødt stoff:	
-------------------	--

Nå skal du selv vurdere hvor **opplagt** (dvs om du føler deg frisk, våken og i godt humør) og **konsentrert** du var da du løste disse oppgavene:

Opplagthet – kryss av

Svært lav	Lav	Middels	Høy	Svært høy

Konsentrasjon - kryss av

Svært lav	Lav	Middels	Høy	Svært høy

Oppgavesett 2

Tid 15 min. Hjelpemidler: kladdemark og blyant. Skriv kun svarene, ikke utregning

1. I et lite tjern vokser det bladliljer. For hver dag som går blir arealet som dekkes av bladliljer doblet. Etter 20 dager er hele tjernet dekket av bladliljer. Hvor mange dager gikk det før bladliljene dekket halve tjernet?

Svar:

Antall dager:	
---------------	--

2. Kari og Per har vært på fisketur. Per sier «Hvis du får en fisk av meg, har du dobbelt så mange fisker som meg». Kari svarer: «Men hvis du får en fisk av meg, har vi like mange fisker!» Hvor mange fisker har henholdsvis Per og Kari fått?

Svar:

Per	
Kari	

3. Femten bananer deles ut blant et ukjent antall aper. Hver ape får minst en banan. Ingen aper får det samme antall bananer. Hvor mange aper kan vi på det meste dele disse bananene på?

Svar:

Antall aper:	
--------------	--

4. En natt kongen ikke fikk sove, gikk han ned til det kongelige kjøkken og fant en stor kake. Han spiste $1/8$ av kaken. Litt senere ble dronningen sulten og spiste $1/6$ av det som var igjen av kaken. Enda litt senere gikk prinsessen ned til kjøkkenet og spiste $1/7$ av resten. Så kom prinsen og spiste $1/5$ av det som fremdeles var igjen. Til slutt spiste hunden $1/4$ av restene. Hvem spiste mest kake?

Svar:

--

Nå skal du selv vurdere hvor **opplagt** (dvs om du føler deg frisk, våken og i godt humør) og **konsentrert** du var da du løste disse oppgavene:

Opplagthet – kryss av

Svært lav	Lav	Middels	Høy	Svært høy

Konsentrasjon - kryss av

Svært lav	Lav	Middels	Høy	Svært høy