

Erika Lindroos
Frida Erikslund
Bert Jonsson
Johan Korhonen

Kan extra fysisk aktivitet ge bättre resultat i matematik? En interventionsstudie

Höjdpunkter

- Vi undersökte effekten av extrainsatt fysisk aktivitet på elevers matematikprestationer samt arbetsminne.
- Extrainsatt fysisk aktivitet hade ingen effekt på elevers matematikprestationer.
- Extrainsatt fysisk aktivitet hade ingen effekt på elevers arbetsminne.
- Elevernas matematikprestationer och arbetsminne förbättrades under en termin oavsett extrainsatt fysisk aktivitet.

Ungdomar rör på sig allt mindre och endast 17 % av alla högstadiееlever i Finland når upp till minimimängden en timmes fysisk aktivitet per dag. Tidigare forskning visar att det finns ett positivt samband mellan fysisk aktivitet och skolprestationer. I den här studien undersöker vi hur extrainsatt fysisk aktivitet inverkar på prestationer i matematik och arbetsminne över tid, samt om det finns någon skillnad mellan låg-, medel- och högpresterande elever. I studien deltog 129 finlandssvenska elever i årskurs 7 och interventionen pågick i tre månader. Eleverna delades in i en interventions- och en kontrollgrupp. På basis av av matematikprestationer delades eleverna in i låg-, medel- och högpresterande. Resultaten visar att extrainsatt fysisk aktivitet inte hade någon signi-

fikant inverkan på utvecklingen av matematikprestationer och arbetsminne. Resultaten visar också att den fysiska aktiviteten inte bidrog till att matematikprestationer hos låg-, medel- och högpresterande elever utvecklats olika. Bidragande faktorer kan vara att deltagarantalet var för litet, att interventionen var för kort och att interventionen inte hade en tillräckligt hög fysisk intensitet.

Nyckelord: arbetsminne, fysisk aktivitet, intervention, matematik

INLEDNING

Intresset för fysisk aktivitet har ökat i samhället, eftersom undersökningar visar att

barn och ungdomar rör på sig allt mindre. Enligt Social- och hälsovårdsministeriet (2013) rekommenderas 7–18-åringar att röra på sig 1–2 timmar per dag, men endast 17 % av högstadiel eleverna i Finland når upp till minimimängden en timmes fysisk aktivitet per dag. Bara 1 % av högstadiel eleverna når upp till 1,5 timme per dag. Fysisk aktivitet har ett positivt samband med fysiskt och psykiskt välbefinnande (Janssen & LeBlanc, 2010) och skolprestationer (Käll, Nilsson & Linden, 2013; Raviv, Reches & Hecht, 1994; Shephard, 1997). Att få finländska barn och ungdomar mer fysiskt aktiva är med andra ord viktigt både ur ett inlärningsperspektiv och ett hälsoperspektiv. Få studier med syfte att undersöka sambandet mellan fysisk aktivitet och skolprestationer har gjorts på äldre elever (Correa-Burrows, Burrows, Orellana & Ivanovic, 2014) och ännu färre på finländska elever (Jakkola, Hillman, Kalaja & Liukkonen, 2015).

I denna studie undersöker vi hur extrainsatt fysisk aktivitet inverkar på prestationer i matematik och arbetsminne över tid och om det finns någon skillnad mellan låg-, medel- och högpresterande elever. Eftersom det finns en tydlig koppling mellan fysisk aktivitet, matematikprestationer och arbetsminne (Bruijn, Hartman, Kostons, Visscher & Brosker, 2018) är det viktigt att även undersöka arbetsminnet i denna form av interventioner. Till skillnad från tidigare studier genomfördes den här studien utan stöd av utbildade assistenter. För att utvärdera om fysisk aktivitet smidigt kan inkluderas i skolvardagen är det viktigt att fysiska interventioner också testas i den verkliga skolmiljön, vilket gjordes i denna studie. Till skillnad från en del andra studier undersöker vi en form av extrainsatt fysisk

aktivitet som är relativt lätt att införa i skolvardagen och som inte kräver någon speciell kompetens av lärarna. Om konceptet visar sig ha en positiv effekt på eleverna är det ett resultat som många skolor kan ha nytta av.

Fysisk aktivitet och skolprestationer

Fysisk aktivitet beskrivs av Folkhälsomyndigheten (u.å.) i Sverige som all kroppsrörelse där det sker en sammandragning av skelettmuskulaturen som ger upphov till ökad energiförbrukning. Till fysisk aktivitet hör vardagsaktiviteter, förflyttning till fots eller med cykel, lek, fysisk belastning i arbetet, friluftsliv, fysisk träning och motion. Flera studier visar att elevers genomsnittliga skolprestationer förbättras när extra fysisk aktivitet läggs in i schemat (Käll m.fl., 2013; Raviv m.fl., 1994; Shephard, 1997). De flesta studier som undersökt sambandet mellan fysisk aktivitet och skolprestationer har valt att mäta skolprestationer med hjälp av olika test i matematik.

I en studie fick lågstadiel elever fem timmar extra gymnastikundervisning i veckan, vilket innebar att lektionstiden i matematik minskade. Trots det presterade eleverna signifikant bättre i matematik efter schemaändringen i jämförelse med kontrollgruppen (Shephard, 1997). Resultaten av en intervention i Sverige visar att elever i årskurs 5 som fick två timmar extra fysisk aktivitet under skolveckan i högre grad uppnådde de nationella målen i matematik, svenska och engelska än elever i kontrollgruppen. Kontrollgruppen hade endast vanlig skolgymnastik. (Käll m.fl., 2013.) I Israel visade förskoleelever och förstaklassare på signifikant bättre läsfärdigheter och matematik-

prestationer än kontrollgruppen efter att ha deltagit i ett rörelseprojekt i skolan (Raviv m.fl., 1994). Att ge mer tid för fysisk aktivitet kan alltså förbättra skolprestationer trots att det innebär att det läggs mindre tid på teoretiska skolämnena. Correa-Burrows, Burrows, Orellana, och Ivanovic (2014) undersökte sambandet mellan tid spenderad på fysisk aktivitet och elevers skolprestationer i matematik. Resultaten visar att de elever som ägnade sig mest åt fysisk aktivitet också presterade bäst och skillnaden mellan inaktiva elever och aktiva elever var stor. En liknande studie visade att de elever som var mera fysiskt aktiva hade bättre kondition, vilket påverkade prestationerna i matematik positivt (Lambourne, Hansen, Szabo, Herrmann, Lee & Donnelly, 2013).

En del studier hittar dock inte något samband mellan fysisk aktivitet och förbättrade skolprestationer. I Australien deltog 500 elever i årskurs 4 i ett projekt där interventionsgruppen fick 1,25 timmar mer gymnastikundervisning per dag. Till följd av det fick interventionsgruppen 40–60 minuter mindre undervisning per dag i andra skolämnena. Eleverna uppnådde förbättringar gällande fysiskt välbefinnande överlag, men matematikfärdigheter och läsfärdigheter påverkades varken negativt eller positivt (Dwyer, Coonan, Leitch, Hetzel & Baghurst, 1983). Maynard, Coonan, Worsely, Dwyer, och Baghurst (1987) gjorde en uppföljningsstudie med samma elever några år senare där de fysiska förbättringarna höll i sig och interventionsgruppen och kontrollgruppen fortfarande presterade på samma nivå. En annan studie visade att kontrollgruppen och experimentgruppen presterade lika bra i matematik, engelska och naturvetenskaper trots att experimentgruppen fått

mer gymnastikundervisning under en termin (Coe, Pivarnik, Womack, Reeves & Malina, 2006).

Några studier har även undersökt om fysisk aktivitet har en positiv inverkan på skolprestationer hos elever med inlärningssvårigheter (Klein & Deffenbacher, 1997; Reynolds & Nicolson, 2007; Reynolds, Nicolson & Hambly, 2003). Resultaten visar att barn med inlärningssvårigheter som varit mer fysiskt aktiva förbättrade sina färdigheter mer i läsning än kontrollgruppen (Reynolds, m.fl., 2003) och effekten fanns kvar ännu efter 18 månader när en uppföljningsstudie gjordes (Reynolds & Nicolson, 2007). Demirci, Engin, och Özmen (2012) undersökte sambandet mellan fysisk aktivitet och skolprestationer hos svaga elever. Eleverna delades in i tre grupper baserat på hur aktiva de var på fritiden: inaktiva, lågaktiva och tillräckligt aktiva. Resultaten visar att ju aktivare eleverna var, desto bättre presterade de i skolan. Få studier (Beck, Lind, Geertsen, Ritz, Lundbye-Jensen & Wienecke, 2016) har undersökt hur fysisk aktivitet förbättrar prestationer hos elever som är svaga i matematik. Beck m.fl. (2016) hittade resultat i sin interventionsstudie som tyder på att ökad aktivitet förbättrar elevers resultat i matematik, men en jämförelse mellan låg- och medelpresterande visade att endast medelpresterandes matematikprestationer förbättrades.

Högintensiv fysisk aktivitet och skolprestationer

Konditionsträning förklaras av Nationalencyklopedin (u.å.) som 'uthållighetsinriktad träning där stora muskelgrupper är aktiverade i mer än två minuter'. Konditions-

träning är en form av fysisk aktivitet där man är mycket aktiv med en hög puls. I den här studien har vi valt att kalla konditionsträning för *högintensiv fysisk aktivitet*. Vi skiljer alltså på *fysisk aktivitet* och *högintensiv fysisk aktivitet*.

Tidigare studier har hittat ett starkare positivt samband mellan högintensiv fysisk aktivitet och skolprestationer än mellan fysisk aktivitet med lägre intensitet och skolprestationer (Arday, Fernandez-Rodriguez, Jimenez-Pavon, Castillo, Ruiz & Ortega, 2014; Lambourne m.fl., 2013; Correa-Burrows m.fl., 2014; Lorenz, Stylianou, Moore & Kulinna, 2017; Mullender-Wijnsma, Hartman, De Greff, Bosker, Doolaard & Vischer, 2015). Mullender-Wijnsma m.fl. (2015) delade in elever i en interventionsgrupp och en kontrollgrupp. Interventionsgruppen deltog i 63 fysiskt aktiva lektioner. Eleverna i interventionsgruppen hade under lektionerna uppgifter som bidrog till att de var fysiskt aktiva och 15 minuter i slutet av varje lektion bestod av enbart högintensiv fysisk aktivitet. De elever som deltog i interventionen, och i genomsnitt låg inom moderat till hög pulszon under 64 % av de aktiva lektionerna, förbättrade sina resultat mer i matematik och läsning i jämförelse med kontrollgruppen.

Arday m.fl. (2014) delade in eleverna i tre olika grupper. Två av grupperna hade gymnastikundervisning enligt läroplanens innehåll men ena gruppen hade två veckotimmar och den andra gruppen fyra veckotimmar gymnastik. Den tredje gruppen hade däremot fyra timmar högintensiv gymnastikundervisning i veckan. Resultaten visade att eleverna som hade högintensiv gymnastikundervisning förbättrade sina resultat mest. Signifikanta skillnader hittades i matematikprestationer. Mellan de

elever som hade vanlig gymnastikundervisning två eller fyra timmar i veckan hittades inte några signifikanta skillnader. Lorenz m.fl. (2017) kom i sin studie fram till att de elever som presterade bäst på ett konditionstest med hög intensitet också klarade sig bättre i läsning, skrivning, matematik och naturvetenskap.

Fysisk aktivitet, arbetsminne och matematikprestationer

Med *arbetsminne* avses förmågan att processa och lagra information. Den mest vedertagna modellen är Baddeleys arbetsminnesmodell (e.g., Baddeley, 2010). Baddeleys modell innehåller en central exekutiv som reglerar vårt beteende och de två sub-systemen som handskas med visuospatial och fonologisk information, benämns som det visuospatiala skissblocket och den fonologiska loopen. Ett flertal studier har påvisat samband mellan matematisk förmåga och arbetsminne hos barn (Bull och Scerif, 2001). Elever med bättre matematisk förmåga presterade också bättre i ett arbetsminnestest. De hade också en bättre förmåga att utestänga irrelevant eller störande information. Beck m.fl. (2016) kom i sin studie fram till att elevernas förbättrade matematikprestationer till 35 % kunde förklaras med förändringar i deras visuospatiala arbetsminne, vilket också styrker sambandet mellan matematikprestationer och arbetsminne. Se Adams och Hamilton (2008) samt Campos, Almeida, Ferreira, Martinez, och Ramalho (2013) för liknande resultat. Vidare har forskning visat att barn med inlärningssvårigheter i matematik ofta visat sig ha ett svagare arbetsminne, vilket gör arbetsminne till en stark prediktor

för matematikprestationer. (Friso-van Den Bos, Van der Ven, Kroesbergen & Van Luit, 2013; Kyttälä, Aunio & Hautamäki, 2010; Van de Weijer-Bergsma, Kroesbergen & Van Luit, 2014; Wiklund-Hörnqvist, Jonsson, Korhonen, Eklöf & Nyroos, 2016.) Den föreliggande studien fokuserar på både den fonologiska loopen och det visuospatiala skissblocket.

Tidigare forskning tyder på att det också finns ett positivt samband mellan fysisk aktivitet och arbetsminne (Beck m.fl., 2016; Kamijo m.fl., 2011; Koutsandréou, Wegner, Niemann & Buddei, 2016; Lambourne, 2006; Shih-Chun, Westfall, Parks, Pontifex & Hillman, 2016). Barn som deltagit i extra fysisk aktivitet hade i en undersökning en bättre arbetsminneskapacitet än barn som inte varit fysiskt aktiva (Koutsandréou m.fl., 2016). Lambourne (2006) hittade ett statistiskt signifikant samband med moderat effekt mellan en större mängd fysisk aktivitet och större arbetsminneskapacitet hos universitetsungdomar.

De studier som undersökt sambandet mellan alla tre komponenter, arbetsminne, fysisk aktivitet och matematikprestationer, är relativt få men resultaten tyder på ett positivt samband. Bruin m.fl. (2018) undersökte om elevernas fysiska förmåga (kondition, muskelstyrka, koordinationsförmåga) och arbetsminne kunde förklara skillnader i matematikprestationer hos låg-, medel- och högpresterande elever. Resultaten visar att 51,2 % av skillnaderna mellan låg- och medel- till högpresterande elevernas matematikprestationer kunde förklaras genom fysisk förmåga och arbetsminne. De elever som hade sämre arbetsminne fanns i större utsträckning bland de lågpresterande eleverna. Fysisk

förmåga hade en indirekt effekt på elevers matematikprestationer genom arbetsminne. Det vill säga lägre fysisk förmåga var kopplad till sämre arbetsminne, vilket i sin tur kunde förklara lägre skolprestationer i matematik. Vidare har studier på vuxna visat att höggradig fysisk aktivitet i form av aerobics påverkar den visuospatiala förmågan i högre drag än motsvarade mer lågaktiv aerobics (Shay & Roth, 1992).

På basis av tidigare forskning kan man alltså dra slutsatsen att fysisk aktivitet inverkar positivt på både skolprestationer och arbetsminne. Flera studier visar att det är den högintensiva fysiska aktiviteten som har bäst effekt. I de studier som undersökt sambandet mellan alla tre komponenter: fysisk aktivitet, matematikprestationer och arbetsminne, tyder resultatet på att den fysiska aktiviteten inverkar på prestationerna indirekt genom arbetsminnet.

METOD

Syftet med denna studie är att undersöka hur extrainsatt fysisk aktivitet inverkar på prestationer i matematik och arbetsminne hos elever i årskurs 7 över tid. Tre specifika forskningsfrågor adresserades:

1. Hur inverkar extrainsatt fysisk aktivitet på elevers prestationer i matematik över tid?
2. Hur inverkar extrainsatt fysisk aktivitet på de låg-, medel- och högpresterande elevernas prestationer i matematik över tid?
3. Hur inverkar extrainsatt fysisk aktivitet på elevers arbetsminne över tid?

Deltagare och genomförande

I denna studie deltog 129 sjundeklassare från tre olika högstadieskolor i Svenskfinland. Av dem var 66 flickor och 63 pojkar. Att valet föll på dessa skolor beror på att de redan använder sig av extrainsatt fysisk aktivitet i skolvardagen, vilket underlättade undersökningen. Data samlades in vid två tidpunkter, i september 2018 och december 2018. Matematiktestet genomfördes med hjälp av papper och penna-uppgifter medan arbetsminnestesterna var datorbaserade. Datainsamlingen följde riktlinjerna fastställda av Helsingforsdeklarationen (2013). Varje elev i de tre skolorna fick tillsammans med sina föräldrar ta del av information om undersökningens syfte och hur de insamlade uppgifterna skulle komma att behandlas. Eleven tog tillsammans med sina föräldrar ställning till om de ville delta i undersökningen eller inte och undertecknade sedan en blankett med sitt beslut som de returnerade till skolan.

Sjundeklassarna delades in i en interventionsgrupp ($n = 69$) och en kontrollgrupp ($n = 60$). Interventionsgruppen deltog i extrainsatt fysisk aktivitet, som ordnades två till tre gånger i veckan under skoltid utöver skolgymnastiken. Kontrollgruppen hade endast vanlig gymnastikundervisning. Baserat på deltagarnas prestationer i matematiktestet vid det första testtillfället delades deltagarna in i tre grupper: låg-, medel- och högpresterande. Den svagaste fjärdedelen av eleverna placerades i gruppen lågpresterande ($n = 32$) och den starkaste fjärdedelen i gruppen högpresterande ($n = 36$). Övriga elever placerades i gruppen medelpresterande ($n = 59$). De låg-

presterande eleverna hade ≤ 14 poäng i matematiktestet och de högpresterande hade ≥ 22 poäng av totala 40 poäng.

Mätinstrument

Matematikprestationer. Elevernas matematikprestationer testades med KTLT, som är ett standardiserat matematiktest för årskurs 7 till 9. Testet mäter ett brett område av matematikkunskaper såsom aritmetik, algebra, taluppfattning och geometri. Testet består av 40 uppgifter och eleverna har 40 minuter på sig att räkna så många uppgifter som möjligt. De får anteckna och räkna på ett separat papper, men miniräknare är inte tillåten. Uppgiftens svar bedöms som rätt (1 poäng) eller fel (0 poäng). Eleverna utförde samma test vid de båda testtillfällena. Cronbachs alfa för KTLT var 0,86 och 0,85 för respektive tidpunkt.

Arbetsminne. Mätningar av arbetsminne taxerade den fonologiska loopen och det visuospatiala skissblocket hos eleverna (Baddeley, 2010). *Digit span*, testade den fonologiska loopen och *block span*, det visuospatiala skissblocket. Båda måtten har i tidigare studier visat sig vara både reliabla och valida (Korhonen, Jonsson, Eklöf & Nyroos, 2018). I analysen användes en summavariabel för de två arbetsminnestesten. Intra-klass korrelationskoefficienten för arbetsminnestesten över de två tidpunkterna var 0,78 95 % CI [0,68, 0,84], vilket tyder på god reliabilitet (Koo & Li, 2016).

I *digit span* ser eleven ett antal siffror mellan 1 och 9 som dyker upp en och en på skärmen med en sekunds

mellanrum. Eleven ska sedan återge siffrorna i rätt ordning. Siffersekvensen blir längre och längre tills eleven inte klarar av fler siffror och misslyckas upprepade gånger. Programmet märker när en elev uppnått sin högsta kapacitet och avslutas automatiskt. Poängen baseras på hur många siffror eleven som mest kan komma ihåg i rätt ordning. Det minsta antalet poäng är fyra och det maximala antalet poäng är i teorin obegränsat.

I *block span* syns 16 grå rutor på skärmen i formationen 4 x 4. En ruta i taget blinkar rött och eleven ska sedan i rätt ordningsföljd återge vilka rutor som blinkade. De rutor som blinkar blir fler och fler tills eleven misslyckas upprepade gånger. Testet avslutas automatiskt. Poängen baseras på hur många rutor eleven klarar av att komma ihåg i rätt ordningsföljd. Det minsta antalet poäng är fyra och det maximala antalet poäng är även här i teorin obegränsat.

Testen genomfördes i skolornas respektive datasal. Eleverna fick gemensamma instruktioner vid testets början och hade möjlighet att ställa frågor under testets gång om sådana uppstod. Skrivna instruktioner fanns på tavlan längst fram i rummet. Eleverna hade inte tillgång till något anteckningsmaterial el-

ler någon telefon under testtillfället och kunde inte föra anteckningar för att presentera bättre. Beskrivande statistik samt korrelationer för alla variabler presenteras i tabell 1.

Intervention med fysisk aktivitet

Den extrainsatta fysiska aktiviteten arrangerades i två skolor och den tredje skolan fungerade som kontrollgrupp. Skola 1 hade högintensiv fysisk aktivitet. Aktiviteten var insatt tre gånger i veckan under en lektion utöver den vanliga gymnastikundervisningen, för de elever som inte läste ett långt A2-språk. Under aktiviteten hade eleverna på sig pulsband. Eleverna såg sin puls via en projektor på väggen och målet var att eleverna skulle komma upp i 60-70 % av maxpuls och hålla sig i den pulszone i 20 minuter. Lärarna valde aktiviteter med enkla instruktioner, få redskap och som var fysiskt ansträngande, till exempel stafetter, cirkelträning och bollspel i små lag. Av interventionsgruppens 69 elever deltog 24 i den här formen av extra fysisk aktivitet.

Skola 2 kallade den extra insatta fysiska aktiviteten "lärarledda rörelseraster". Rörelserasterna var insatta un-

Tabell 1 Korrelationer och deskriptiv statistik för alla variabler

	1.	2.	3.	4.	M(SD)	N
1. Matematikprestationer T1	1	.835***	.278**	.528***	18.15(5.9)	129
2. Matematikprestationer T2		1	.329***	.523***	20.74(5.8)	129
3. Arbetsminne T1			1	.618***	13.43(3.0)	129
4. Arbetsminne T2				1	14.30(3.1)	129

Fotnot: *** = $p < .001$.

der en 20 minuter lång rast två gånger i veckan utöver den vanliga gymnastikundervisningen. Aktiviteterna varierade och kunde vara till exempel lekar eller promenader. Målet var att eleverna skulle vara aktiva och röra på sig i 20 minuter. Rörelserastera höjde elevernas puls i olika grad. En del rörelseraster var högintensiva med en högre puls, medan andra var lågintensiva, t.ex. promenader. I denna skola användes inte pulsband utan intensiteten av aktiviteten uppskattades av läraren. Av interventionsgruppens 69 elever deltog 45 i den här formen av extra fysisk aktivitet.

Statistiska analyser

Alla analyser utfördes med statistikprogrammet SPSS (version 25). Först undersöktes bortfall, extremvärden och variabelernas distribution. Alla variabler var approximativt normalfördelade, men några multivariata extremvärden identifierades och togs bort (< 3 st. i digit span t1, t2 samt block span t1). Efter detta varierade bortfallet mellan 1,6 och 9,3 % i arbetsminnes- och matematikvariablerna. Littles MCAR test visade dock att bortfallet var helt slumpmässigt (missing completely at random), $\chi^2(32) = 29,55$, $p = 0,59$. För att kunna använda all data imputerades de saknade värdena med expectation-maximisation (EM) algoritmen (Dempster, Laird & Rubin, 1977). För att svara på forskningsfrågorna 1 och 3 utfördes två 2 (tid) x 2 (grupp) variansanalyser (tvåvägs-mixed ANOVA) och för att svara på forskningsfråga 2 utfördes en 2 (tid) x 2 (grupp) x 3 (prestationsgrupp) ANOVA.

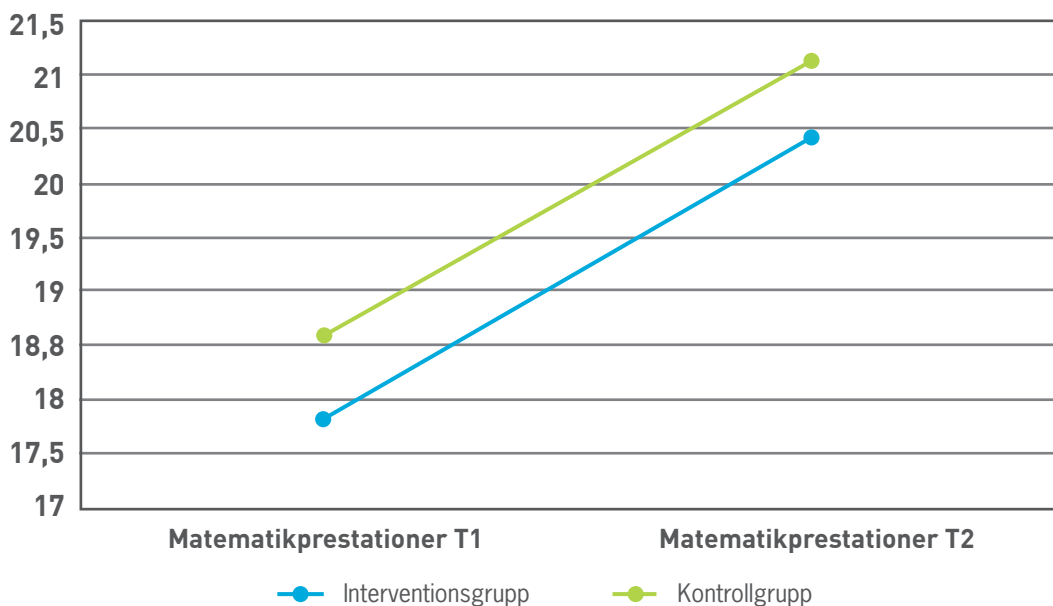
RESULTAT

Hur inverkar extrainsatt fysisk aktivitet på elevers prestationer i matematik?

För att ta reda på om den extrainsatta fysiska aktiviteten hade en positiv inverkan på elevernas matematikprestationer användes en tvåvägs mixed ANOVA. Resultaten visar att eleverna överlag förbättrat sina matematikprestationer med stor effekt, $F(1, 127) = 85,04$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,40$. När interventionsgruppen jämfördes med kontrollgruppen visar resultaten att den extrainsatta fysiska aktiviteten inte har någon signifikant inverkan på utvecklingen av matematikprestationerna, $F(1, 127) = 0,02$, $p = 0,89$, $\eta^2 = 0,001$ (figur 1). Det vill säga interventionsgruppen och kontrollgruppen har utvecklats lika mycket i matematik från tillfälle 1 till tillfälle 2.

Hur inverkar extrainsatt fysisk aktivitet på låg-, medel- och högpresterande elevers prestationer i matematik?

För att ta reda på hur den extrainsatta fysiska aktiviteten inverkade på låg-, medel- och högpresterande elevers prestationer i matematik från tillfälle 1 till tillfälle 2 användes en tvåvägs mixed ANOVA. Interaktionseffekten tid x grupp x prestationsgrupp var inte signifikant, $F(2, 123) = 1,54$, $p = 0,22$, $\eta^2_p = 0,024$, vilket tyder på att den extrainsatta fysiska aktiviteten inte ledde till några signifikanta skillnader mellan hur de olika prestationsgruppernas matematikprestationer utvecklades. När man bortser från interventionsgrupp och kontrollgrupp visar resultaten att det finns signifikanta skillnader i hur låg-, medel- och högpresterande elevers matematikprestationer utvecklades, $F(2, 123) = 5,36$,



Figur 1. Utveckling av matematikprestationer från tillfälle ett till tillfälle två.

$p < 0,01$, $\eta_p = 0,08$). De låg- och medelpresterande eleverna har i genomsnitt förbättrat sina matematikprestationer mer än de högpresterande eleverna (tabell 2).

Hur inverkar extrainsatt fysisk aktivitet på elevers arbetsminne över tid?

För att ta reda på om den extrainsatta fysiska aktiviteten har inverkat på elevernas arbetsminne från tillfälle 1 till tillfälle 2 användes en tvåvägs mixed ANOVA. Resultaten visar att alla elever i genomsnitt signifikant förbättrat sitt arbetsminne med moderat effekt, $F(1, 127) = 13,83$, $p < 0,001$, $\eta_p^2 = 0,10$ (tabell 3). När interventionsgruppen jämförs med kontrollgruppen visar resultaten att den extrainsatta fysiska aktiviteten inte har någon signifikant inverkan på utvecklingen av arbetsminnet, $F(1, 127) = 0,46$, $p = 0,499$, $\eta^2 = 0,004$ (figur 2). Det vill säga

interventionsgruppen och kontrollgruppen har i stort sett förbättrat sitt arbetsminne i lika stor utsträckning.

DISKUSSION

Syftet med denna studie var att undersöka hur extrainsatt fysisk aktivitet inverkar på matematikprestationer och arbetsminne hos elever i årskurs 7 över tid. Resultaten visar att extrainsatt fysisk aktivitet inte hade någon signifikant inverkan på utvecklingen av matematikprestationer och arbetsminne. Den extrainsatta fysiska aktiviteten bidrog inte heller till att matematikprestationer hos låg-, medel- och högpresterande elever utvecklades olika. Eleverna hade dock i genomsnitt förbättrat sina prestationer i matematik och sitt arbetsminne under en termin.

Tabell 2. Deskriptiv statistik för matematikprestationer vid båda tidpunkterna

	Interventions-rupp M(SD)	Kontrollgrupp M(SD)	Alla M(SD)
1. Matematikprestationer T1			
Lågpresterande	10.53(3.5)	10.23(3.2)	10.41(3.3)
Medelpresterande	18.00(1.8)	18.10(1.7)	18.05(1.8)
Högpresterande	25.06(2.1)	25.33(3.2)	25.19(2.7)
Totalt	17.78(5.9)	18.57(6.0)	18.15(5.9)
2. Matematikprestationer T2			
Lågpresterande	13.05(3.7)	14.44(4.2)	13.62(3.9)
Medelpresterande	21.30(3.1)	20.93(2.4)	21.13(2.8)
Högpresterande	26.59(3.5)	26.22(5.0)	26.40(4.3)
Totalt	20.41(6.1)	21.11(5.6)	20.74(5.8)

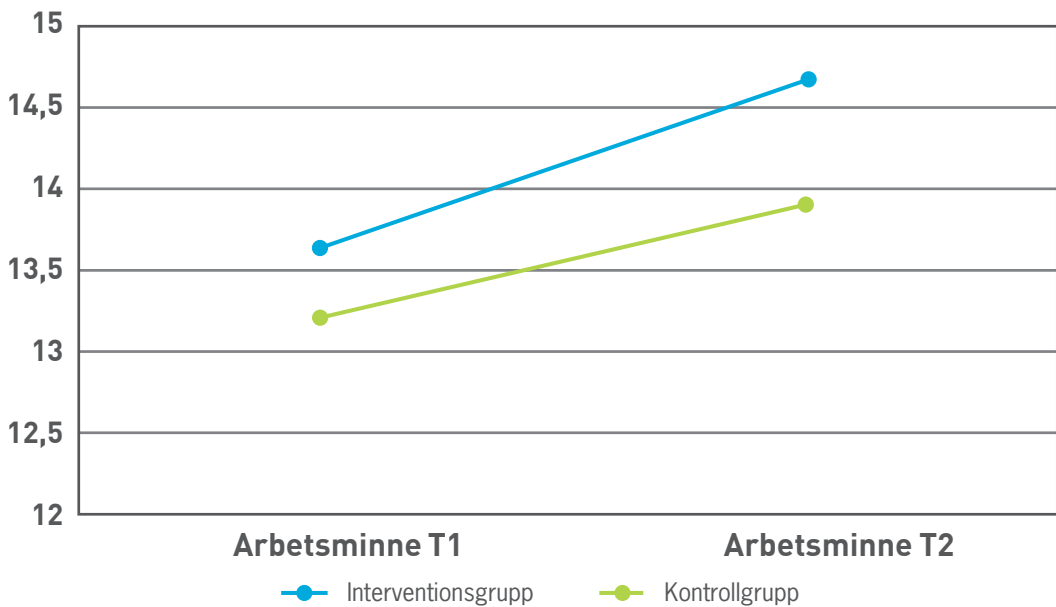
Hur inverkar extrainsatt fysisk aktivitet på elevers prestationer i matematik?

Utifrån våra resultat kan vi konstatera att extrainsatt fysisk aktivitet inte hade någon signifikant inverkan på utvecklingen i matematik hos elever i årskurs 7. I undersökningen deltog 129 elever och interventionen pågick i tre månader. När vi jämförde med tidigare forskning kunde vi konstatera att resultatet kunde ha sett annorlunda ut om interventionen pågick under en längre tidsperiod och om deltagarantalet varit större. Det skulle ha gjort det möjligt att även hitta små effekter. De studier som hittat signifikanta skillnader har haft ett deltagarantal på 400–2000 elever (Correa-Burrows m.fl., 2014; Käll m.fl., 2013;

Lambourne m.fl., 2013; Raviv m.fl., 1994; Shephard, 1997) och har haft en intervention som pågått under ett år eller mer (Käll m.fl., 2013; Mullender-Wijnsma m.fl., 2015; Raviv m.fl., 1994; Shephard, 1997). En studie som inte hittade någon signifikant effekt (Coe m.fl., 2006) hade betydligt färre deltagare ($N = 214$) och interventionen pågick endast under en termin, vilket indikerar att det krävs fler deltagare och längre tid för att signifikanta effekter ska uppstå. Dwyer m.fl. (1983) och Maynard m.fl. (1987) hittade inte någon signifikant effekt trots att 500 elever deltog i studien och den pågick under en längre tid. Dessa elever fick dock mindre undervisning i andra skolämnen på grund av den större mängden gymnastikunder-

Tabell 3. Deskriptiv statistik för arbetsminne vid båda tidpunkterna

	Interventionsgrupp M(SD)	Kontrollgrupp M(SD)	Alla M(SD)
1. Arbetsminne T1	13.63(3.2)	13.19(2.9)	13.43(3.0)
2. Arbetsminne T2	14.65(3.3)	13.89(2.9)	14.30(3.1)



Figur 2. Utveckling av arbetsminne från tillfälle ett till tillfälle två.

visning. Det kan eventuellt ha påverkat resultatet.

Arday m.fl. (2014) undersökte endast 67 elever under fyra månader och fick ändå ett signifikant positivt resultat till interventionsgruppens fördel. Eleverna i denna studie fick fyra timmar högintensiv fysisk aktivitet i veckan, vilket är betydligt mer än vad eleverna fick i vår studie. I vår studie deltog endast 24 av interventionsgruppens elever i högintensiv fysisk aktivitet, tre gånger (20 min/gång) i veckan och de resterande 45 deltog i fysisk aktivitet två gånger i veckan (20 min/gång) där intensiteten mellan aktiviteterna varierade. Resultaten kunde eventuellt ha sett annorlunda ut om alla 69 elever i interventionsgruppen deltagit i den högintensiva fysiska aktiviteten, eftersom tidigare forskning visar att det framför allt är den högintensiva fysiska aktiviteten som har effekt (Arday m.fl., 2014; Lorenz m.fl., 2017; Mullender-Wijnsma m.fl., 2015).

Trots att Coe m.fl. (2006) inte hittade någon skillnad mellan elever i interventionsgruppen och kontrollgruppen, kom de fram till att elever som ägnade sig åt högintensiv aktivitet på fritiden och hade bra kondition också hade högre betyg. Hur fysiskt aktiva eleverna är på fritiden verkar också spela en viktig roll och det är något vi inte haft möjlighet att titta på i vår studie. Det är möjligt att det i vår studie finns elever i kontrollgruppen som har bra kondition och rör på sig mycket på fritiden, vilket i sin tur inverkar på deras prestationer och på våra resultat. Tidigare forskning har visat att elever som är i bättre fysisk form presterar bättre i skolan (Correa-Burrows m.fl., 2014; Demirci m.fl., 2012; Lambourne m.fl., 2013).

Ytterligare en indikation på att fysisk aktivitet ger positiva effekter är resultatet i studierna av Dwyer m.fl. (1983) och Maynard m.fl. (1987). De kom fram till att fysisk aktivitet också hade flera an-

dra positiva effekter. Studierna visade att interventionsgrupperna fått bättre kondition och bättre fysiskt välmående (lägre blodtryck, lägre kolesterol, minskad övervikt/fettprocent). Det intressanta ur inlärningssynvinkel var att eleverna i interventionsgrupperna fick mindre undervisning i andra skolämnen varje dag eftersom mer tid lades på gymnastikundervisningen, men eleverna i interventionsgrupperna presterade trots det lika bra som eleverna i kontrollgrupperna. Med tanke på att fysisk inaktivitet är ett allt större problem bland barn och unga (Social- och hälsovårdsministeriet, 2013) och att skolan enligt läroplanen ska införa mer fysisk aktivitet (Grunderna för den grundläggande utbildningen, 2014) är det här ett positivt besked. Resultaten visar att undervisning i andra skolämnen kan minskas till förmån för fysisk aktivitet utan att elevers skolprestationer blir sämre. Det påverkar även elevernas hälsa positivt och bidrar till mindre stillasittande (SHM, 2013).

Hur inverkar extrainsatt fysisk aktivitet på låg-, medel- och högpresterande elevers prestationer i matematik?

Tidigare studier har visat att fysisk aktivitet har en positiv effekt på läsfärdigheter hos elever med inlärningssvårigheter (Klein & Deffenbacher, 1997; Reynolds & Nicolson, 2007; Reynolds m.fl., 2003). Däremot hittade Beck m.fl. (2016) ingen effekt av extrainsatt fysisk aktivitet på matematikprestationer hos lågpresterande elever i matematik i jämförelse med kontrollgruppen. Detta resultat är i linje med vår studie; vi hittade inte heller någon effekt av extrainsatt fysisk aktivitet på matematikprestationer hos lågpreste-

rande elever jämfört med lågpresterande elever i kontrollgruppen. Däremot gynnas medelpresterande elever av interventionen i Beck m.fl. studien men detta resultat replikerades inte i vår studie. Det kan bero på att vi överlag inte hittade någon effekt av extrainsatt fysisk aktivitet på elevernas matematikprestationer.

Ett intressant fynd i vår studie var att både låg- och medelpresterande elevers matematikprestationer ökade mer jämfört med de högpresterande elevernas. Tidigare studier som jämfört utvecklingen av matematikfärdigheter hos elever med inlärningssvårigheter i matematik med övriga elever, har i regel kunnat se att skillnaderna mellan grupperna ökar över tid (Aunola, Leskinen, Lerkkanen & Nurmi, 2004; Zhang m.fl., 2018). Dessa studier har dock undersökt yngre barns matematikutveckling, vilket delvis kan förklara skillnaderna eftersom vi undersökt äldre barn. Vidare kan skillnaderna bero på att man i tidigare studier differentierat mellan elever med inlärningssvårigheter i matematik och lågpresterande elever (Zhang m.fl., 2018). Zhang m.fl. fann att de lågpresterande elevernas matematikfärdigheter utvecklades mer jämfört med elever med inlärningssvårigheter i matematik. Däremot skiljde vi inte i vår studie mellan inlärningssvårigheter och svaga prestationer. Vår studie undersökte utvecklingen under en tre månaders period, medan Aunola m.fl. undersökte utvecklingen över tre år och Zhang m.fl. över en femårsperiod. Våra avvikande resultat pekar på behovet av mer forskning i hur lågpresterande elevers matematikfärdigheter utvecklas i grundskolans senare årskurser.

Hur inverkar extrainsatt fysisk aktivitet på elevers arbetsminne?

Extrainsatt fysisk aktivitet hade enligt våra resultat inte någon signifikant inverkan på utvecklingen av elevernas arbetsminne, avseende den fonologiska loop och det visuospatiala skissblocket. Också här kan vi diskutera om undersökningen pågått för kort tid och om deltagarantalet varit för litet för att ge ett signifikant resultat. Vårt resultat är dock inte i linje med tidigare studier som undersökt sambandet mellan arbetsminne och fysisk aktivitet (Beck m.fl., 2016; Kamijo m.fl., 2011; Koutsandréou m.fl., 2006; Lambourne 2006; Shih-Chun m.fl., 2016). Noterbart är att i en majoritet av dessa studier har antalet deltagare varit färre och haft en intervention som pågått en kortare tid. Trots det har flera av studierna uppvisat signifikanta samband, i vissa fall med moderat/stor effekt (Lambourne, 2006; Koutsandréou m.fl. 2016). En möjlig förklaring kan vara att majoriteten av dessa studier har undersökt elever mellan 7 och 11 år, vilket är en yngre målgrupp än i denna studie. Koutsandréou m.fl. (2016) menar att fysisk aktivitet har en större effekt på kognitiva färdigheter, som arbetsminne, hos barn. Detta kan bero på att barns hjärnor fortfarande utvecklas och förändras i högre grad än vuxnas (Chaddock-Heyman m.fl. 2015). Eftersom vi i vår studie undersökte elever som var 13-14 år, finns det en möjlighet att arbetsminnet förändras långsammare hos dem och därför kunde en intervention som pågått en längre tid ge ett annat resultat. En längre intervention skulle ha kunnat generera en signifikant skillnad mellan grupperna, men det är en-

dast spekulationer. Eftersom det finns ett positivt samband mellan matematikprestationer och arbetsminne (Beck m.fl., 2016; Bull & Scerif, 2001), skulle det i sin tur ha kunnat ge en positiv effekt på matematikprestationer.

En möjlighet är också att fysisk aktivitet inverkar först på arbetsminnet och därefter indirekt på matematikprestationer. Bruijn m.fl. (2018) kom fram till att elevers fysiska förmåga (kondition, muskelstyrka, koordinationsförmåga) och arbetsminne kunde förklara skillnader i matematikprestationer hos låg-, medel- och högpresterande elever. Resultaten visade att effekterna på matematikprestationerna medierades av arbetsminne. Det är alltså egentligen arbetsminnet som förbättras och eftersom matematikprestationer och arbetsminne har ett positivt samband (Beck m.fl., 2016; Bull & Scerif, 2001), syns effekten genom förbättrade matematikprestationer.

Brister

Studiens deltagare har frivilligt valt att delta och i informationsbrevet framkom det att ett matematiktest skulle ingå i studien, vilket kan ha påverkat deras vilja att delta. Det är möjligt att elever som inte tycker om matematik, eller som har matematiksvårigheter av den orsaken valt att inte delta, vilket kan ha påverkat våra resultat. Vi vet inte heller hur undersökningen lades fram för eleverna, eftersom rektorerna i respektive skolor delade ut informationsblanketter till lärare och/eller elever angående vår studie. Det är möjligt att lärarnas inställning till studien har påverkat hur stor andel av eleverna som valt att delta. I efterhand konstaterar

vi att vi kanske borde ha delat ut blanketterna själva. Alla deltagare i studien var inte slumpmässigt utvalda. De 25 elever som deltog i den extrainsatta högintensiva fysiska aktiviteten i skola 1 var enbart de elever i årskurs 7 som inte valt att läsa ett långt A2-språk. Skillnader i själva testtillfällena har förekommit. Eleverna genomförde testen vid olika tidpunkter på dagen och arbetsron varierade mellan klasserna. Vi försökte göra instruktionerna så identiska som möjligt, men variationer kan naturligtvis ha förekommit. Detta kan ha påverkat hur eleverna presterade. Vidare så var fokus avseende arbetsminne enbart på den fonologiska loopen och det visuospatala skissblocket. Det är möjligt att mätningar som i högre grad taxerade den centrala exekutiven hade genererat ett annat resultat.

Konklusion

Vi kan utifrån vår studie dra slutsatsen att extrainsatt fysisk aktivitet inte haft en inverkan på matematikprestationer och arbetsminne hos finlandssvenska elever i årskurs 7. Bidragande faktorer kan vara ett för litet deltagarantal, en för kort intervention och att interventionen inte haft en tillräckligt hög fysisk intensitet. Det är också möjligt att interventionen skulle ha haft en större effekt på yngre elever, eftersom deras arbetsminne fortfarande utvecklas i högre grad. Eleverna har ändå generellt förbättrat både sina matematikprestationer och sitt arbetsminne, vilket man kunde förvänta sig eftersom de fått matematikundervisning under en termin mellan testtillfälle 1 och 2.

Även om vi inte hittade ett positivt samband, hittade vi inte heller något

som tyder på att extra fysisk aktivitet har en negativ effekt. Tidigare forskning har hittat förbättringar på fysiskt välmående och eftersom undersökningar visar att barn och unga rör på sig för lite, bidrar denna intervention ändå till att mängden fysisk aktivitet i elevernas vardag ökar. Även Grunderna för läroplanen för den grundläggande utbildningen (2014) betonar fysisk aktivitet, men att få in den i skolvardagen är inte alltid lätt. Studier visar att skolprestationerna i andra ämnen inte påverkas negativt, även om man tar bort tid från dem till fördel för fysisk aktivitet. Det här kunde skolor utnyttja mer i skolvardagen. Fysisk aktivitet bidrar till ett fysiskt och psykiskt välmående och det är något som är värt att sträva efter.

INFORMATION OM FÖRFATTARNA:

Erika Lindroos (PeK) studerar specialpedagogik vid Åbo Akademi.

Frida Erikslund (PeK) studerar specialpedagogik vid Åbo Akademi.

Bert Jonsson (PhD) är docent och lektor i psykologi vid Umeå universitet.

Johan Korhonen (PhD) är universitetslärare vid Åbo Akademi och docent (specialpedagogik) vid Helsingfors universitet.

REFERENSER

- Adams, J. W. & Hamilton, C. J. (2008). The relationship between visuospatial sketchpad capacity and children's mathematical skills AU - Holmes, Joni. *European Journal of Cognitive Psychology*, 20(2), 272–289.
- Arday, D.N., Fernandez-Rodriguez, J.M., Jimenez-Pavon, D., Castillo, R., Ruiz, J.R. & Ortega, F.B. (2014). A Physical Education trial improves adolescents' cognitive performance and academic achievement: the EDUFIT study. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 24, 52–61.

- Aunola, K., Leskinen, E., Lerkkänen, M.-K. & Nurmi, J.-E. (2004). Developmental Dynamics of Math Performance From Preschool to Grade 2. *Journal of Educational Psychology*, 96(4), 699–713.
- Baddeley, A. (2010). Working memory. *Current Biology*, 20 (4), R136–R140.
- Beck, M., Lind, R., Geertsens, S., Ritz, C., Lundbye-Jensen, J. & Wienecke, J. (2016). Motor-enriched learning activities can improve mathematical performance in preadolescent children. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10, 645.
- Bruijn, A., Hartman, E., Kostons, D., Visscher, C. & Brooker, R. (2018) Exploring the relations among physical fitness, executive functioning, and low academic achievement. *Journal of Experimental Child Psychology*, 167, 204–221.
- Bull, R. & Scerif, G. (2001). Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: inhibition, switching, and working memory. *Developmental Neuropsychology*, 19(3), 273–293.
- Campos, I. S., Almeida, L. S., Ferreira, A. I., Martinez, L. F. & Ramalho, G. (2013). Cognitive processes and math performance: a study with children at third grade of basic education. *European Journal of Psychology of Education*, 28(2), 421–436.
- Chaddock-Heyman, L., Erickson, K., Kienzler, C., King, M., Pontifex, M., Raine, L., Hillman, C. & Kramer, A. (2015) The Role of Aerobic Fitness in Cortical Thickness and Mathematics Achievement in Preadolescent Children. *PLoS ONE* 10 (8).
- Coe, D.P., Pivarnik, J.M., Womack, C.J., Reeves, M. J. & Malina, R.M. (2006). Effect of physical education and activity levels on academic achievement in children. *Medicine and Science Sports and Exercise*. 38, 1515–1519.
- Correa-Burrows, P., Burrows, R., Orellana, Y. & Ivanovic, D. (2014). Achievement in mathematics and language is linked to regular physical activity: a population study in Chilean youth. *Journal of Sports Sciences*, 32 (17), 1631–1638.
- Demici, N., Engin, O. & Özmen, A. (2012). The Influence of Physical Activity Level on the Children's Learning Ability of Disabled Children Having Difficulties in Learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 69, 1572–1578.
- Dempster, A. P., Laird, N. M. & Rubin, D. B. (1977). Maximum likelihood from incomplete data via the EM algorithm. *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, 39 (1), 1–38.
- Dwyer, T., Coonan, W. E., Leitch, D.R., Hetzel, B.S. & Baghurst, R.A. (1983). An investigation of the effects of daily physical activity on the health of primary school students. *International Journal of Epidemiology*, 12 (3), 308–313.
- Folkhälsomyndigheten. (u.å.). Vad är fysisk aktivitet. Hämtad 20.10.17 från <https://www.folkhalsomyndigheten.se/far/inledning/vad-ar-fysisk-aktivitet/>
- Friso-van Den Bos, I., Van der Ven, S., Kroesbergen, E. & Van Luit, J. (2013). Working memory and mathematics in primary school children: a meta-analysis. *Educational Research Review*, 10, 29–44.
- Janssen, I. & LeBlanc, A. (2010). Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 7, 40.
- Käll, L., Nilsson, M. & Lindén, T. (2013). The impact of a physical activity intervention program on academic achievement in a Swedish elementary school setting. *Journal of School Health*. 84, 473–480.
- Kamijo, K., Pontifex, M., O'Leary, K., Scudder, M., Wu, C-T., Castelli, D. & Hillman, C. (2011). The effects of an afterschool activity program on working memory in preadolescent children. *National Institute of Health*, 14 (5), 1046–1058.
- Klein, S.A. & Deffenbacher, J.L. (1997). Relaxation and exercise for hyperactive impulsive children. *Perceptual and Motor Skills*, 45, 1159–1162.
- Koo, T. K. & Li, M. Y. (2016). A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *Journal of Chiropractic Medicine*, 15(2), 155–163. doi:10.1016/j.jcm.2016.02.012
- Korhonen, J., Nyroos, M., Jonsson, B. & Eklöf, H. (2018). Additive and multiplicative effects of working memory and test anxiety on mathematical performance in grade 3 children. *Educational Psychology*, 38(5), 572–595.
- Koutsandréo, F., Wegner, M., Niemann, C. & Buddei, H. (2016). Effects of motor versus cardiovascular exercise training on children's working memory. *Medicine & Science in Sports and Exercise*, 48 (6), 1144–1152.
- Kyttälä, M., Aunio, P. & Hautamäki, J. (2010). Working memory resources in young children with mathematical difficulties. *Scandinavian Journal of Psychology*, 51, 1–15.
- Lambourne, K. (2006). The relationship between working memory capacity and physical activity rates in young adults. *Journal of Sports Science and Medicine*, 5, 149–153.
- Lambourne, K., Hansen, D.M., Szabo, A.N., Lee, J., Herrmann, S.D. & Donnelly, J.E. (2013) Indirect and direct relations between aerobic fitness, physical activity and academic achievement in elementary school students. *Mental Health and Physical Activity*, 6(3), 165–171.

- Lorenz, K., Stylianou, M., Moore, S. & Kulinna, P. (2017). Does fitness make the grade? The relationship between elementary students' physical fitness and academic grades. *Health Education Journal*, 76 (3), 302–312.
- Maynard, E. J., Coonan, W.E., Worsely, A., Dwyer, T. & Baghurst, P.A. (1987). The development of the lifestyle education program in Australia. In GS Berenson (Ed.), *Cardiovascular Risk Factors in Children* (pp. 123–142). Amsterdam: Elsevier.
- Mullender-Wijnsma, M., Hartman, E., De Greff, J., Bosker, R., Doolaard, S. & Visscher, C. (2015). Improving academic performance of school-age children by physical activity in the classroom: 1-year programme evaluation. *Journal of School Health*, 85, 365–371.
- Nationalencyklopedin. (u.å.). Träning. Hämtad 31.10.17 från <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/tr%C3%A4ning>
- Raviv, S., Reches, I. & Hecht, O. (1994). Effects of activities in the motor-cognitive-learning center on academic achievements, psychomotor and emotional development of children (aged 5–7). *Journal of Physical Education and Sport Sciences*, 2, 50–84.
- Reynolds, D. & Nicolson, R.I. (2007). Follow-up of an exercise-based treatment for children with reading difficulties. *Dyslexia*, 13, 78–96.
- Reynolds, D., Nicolson, R.I. & Hambly, H. (2003). Evaluation of an exercise-based treatment for children with reading difficulties. *Dyslexia*, 9, 48–71.
- Shay, K. A. & Roth, D. L. (1992). Association between aerobic fitness and visuospatial performance in healthy older adults. *Psychology and Aging*, 7(1), 15–24.
- Shephard, R. (1997). Curricular physical activity and academic performance. *Pediatric Exercise Science*, 9, 113–126.
- Shih-Chun, K., Westfall, D., Parks, A., Pontifex, W. & Hillman, C. (2017). Muscular and aerobic fitness, working memory, and academic achievement in children. *Medicine & Science in Sports and Exercise*, 49 (3), 500–508.
- Social- och hälsovårdsministeriets publikationer. (2013). Förändring i rörelse – Nationell strategi för motion som främjar välbefinnande och hälsan 2020. Hämtad 15.1.2019 från http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/69946/URN_ISBN_978-952-00-3416-0_korj.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Utbildningsstyrelsen. (2014). Grunderna för läroplanen för den grundläggande utbildningen. Hämtad 29.01.2019 från <https://eperusteet.opintopolku.fi/#/sv/perusopetus/419550/tekstikappale/428615>
- Van der Weijer-Bergsma, E., Kroesbergen, E. & Van Luit, J. (2014). Verbal and visual-spatial working memory and mathematical ability in different domains throughout primary school. *Memory & Cognition*, 43 (3), 367–378.
- Wiklund-Hörnqvist, C., Jonsson, B., Korhonen, J., Eklöf, H. & Nyroos, M. (2016). Untangling the contribution of the subcomponents of working memory to mathematical proficiency as measured by the national tests: A study among Swedish third graders. *Frontiers in Psychology*, 7, 1062.
- World Medical Association (2013). "Declaration of Helsinki: Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects". *JAMA*. 310 (20): 2191–2194.
- Zhang, X., Räsänen, P., Koponen, T., Aunola, K., Lerkkanen, M-K. & Nurmi, J-E. (2018). Early cognitive precursors of children's mathematics learning disability and persistent low achievement: a 5-year longitudinal study. *Child Development*, doi: <https://doi.org/10.1111/cdev.13123>