

Mer mångsidig träning för bättre inläring?

En granskning av relationerna mellan träning, exekutiva funktioner
och skolbetyg hos 9 – 12-åringar

Patrick Kronberg

Pro gradu-avhandling i utvecklingspsykologi

Fakulteten för pedagogik och välfärdsstudier

Utbildningslinjen för socialvetenskaper

Handledare: Johan Korhonen

Åbo Akademi, Vasa

Våren 2021

Abstrakt

Patrick Kronberg	2021
Mer mångsidig träning för bättre inläring? En granskning av relationerna mellan träning, exekutiva funktioner och skolbetyg hos 9 – 12-åringar	
Opublicerad avhandling för magisterexamen i utvecklingspsykologi Vasa: Åbo Akademi. Fakulteten för pedagogik och välfärdsstudier	Sidantal (tot.) 46
<p>Barn rör på sig allt mindre vilket har negativ inverkan på utvecklingen av kognitiva egenskaper. Det leder till sämre inläring och svagare skolprestationer. Tidigare forskning tyder på att mer fysisk träning ger bättre utveckling av kognitiva egenskaper men också att typen och intensiteten på träningen har betydelse. Inslag av motoriskt utmanande element inom idrott (t.ex. lagspel, koordinationsträning och teknikträning), har ofta visat sig ha ett tilläggsvärde för utvecklingen av de exekutiva funktionerna inhibering och uppdatering, centrala delar inom kognition.</p> <p>Syftet med denna avhandling är att undersöka samband mellan fysisk träning, skolbetyg och kognitiva färdigheter hos finlandssvenska elever i åldersspannet 9 – 12 år. Utifrån det har dessa tre forskningsfrågor formulerats:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. a. Är en större mängd fysisk aktivitet kopplad till bättre betyg i matematik och modersmål? b. Är en större träningsmängd kopplad till bättre inhibering och uppdatering? 2. Har modersmål eller matematik ett samband med någon av de exekutiva funktionerna inhibering och uppdatering? 3. Finns det skillnader i exekutiva funktioner mellan individuella- och lagidrottare? <p>Data samlades in med kvantitativ metod på Gerby skola vid 8 testtillfällen, med hjälp av en enkät samt Flanker- och N-back-test. I den här avhandlingen används data från hösten 2020. Data analyserades med SPSS där en Spearmans rangkorrelationsanalys användes för att analysera de första två forskningsfrågorna, och en multivariat variansanalys med kovariat (MANCOVA) användes för att analysera forskningsfråga tre. Resultaten visar ett signifikant samband mellan träningsmängd och bättre matematik- och modersmålsbetyg, men inte något direkt samband mellan träningsmängd och de exekutiva funktionerna inhibering och uppdatering. Signifikanta samband kan noteras mellan uppdatering och modersmålsbetyg, samt mellan inhibering och matematikbetyg med ett mer liberalt signifikanskriterium ($p < 0,1$). Inga signifikanta samband visar på skillnader mellan individuella- och lagidrottarens kognitiva egenskaper och skolbetyg.</p>	
Sökord: Kognition, cognition, kognitio, inläring, learning, oppiminen, exekutiva funktioner, executive functions, eksekutiiviset toiminnot, fysisk aktivitet, physical activity, fyysinen aktiivisuus, träningsmängd, amount of excersice, harjoittelumäärä, Flanker task, N-back task	

Innehåll

Abstrakt.....	2
1 Inledning.....	5
2 Bakgrund.....	7
2.1 Kognition.....	7
2.1.1 Definition av kognition och exekutiva funktioner.....	7
2.1.2 Områden i hjärnan förknippade med kognition.....	7
2.1.3 Motorikträning och utvecklingen exekutiva funktioner.....	9
2.1.4 Fysisk aktivitet och utvecklingen av arbetsminne.....	10
2.1.5 Matematik- och modersmålsundervisningens krav på kognitiva egenskaper.....	10
2.2 Fysisk aktivitet.....	11
2.2.1 Definition av fysisk träning och relaterade termer.....	11
2.2.2 Träningens intensitet och ämnesomsättningen i hjärnan.....	12
2.2.3 Aerob kapacitet och utvecklingen av exekutiva funktioner.....	12
2.2.4 Motoriska färdigheter och kognition.....	13
2.2.5 Olika grenar främjar olika kognitiva funktioner.....	14
3 Metod.....	15
3.1 Frågeställning.....	16
3.1.2 Sampel.....	17
3.2 Mätinstrument och procedur.....	17
3.2.2 Skolbetyg	18
3.2.3 Idrottsgren och träningsmängd.....	18
3.2.4 Flanker-test.....	18
3.2.5 N-back-test.....	19
3.2.6 Procedur.....	19
3.3 Reliabilitet, validitet och forskningsetiska aspekter.....	20
3.4 Bearbetning och analys av data.....	22
3.4.1 Spearmans rangkorrelation.....	22
3.4.2 Tvåvägs multivariat variansanalys med kovariat (MANCOVA).....	23
4. Resultat.....	23
4.1 Är en större träningsmängd kopplad till bättre inhibering och uppdatering?.....	23
4.1.2 Samband mellan träningsmängd och resultat i Flanker- och N-back-test.....	24
4.2.2 Är en större träningsmängd förknippad med bättre betyg i matematik och modersmål?.....	24
4.2.2 Samband mellan träningsmängd och betyg i modersmål och matematik.....	24
4.3 Har modersmål eller matematik ett samband med någon av de exekutiva funktionerna inhibering och uppdatering?.....	24
4.3.2 Samband mellan resultat i Flanker- och N-back-test och skolbetyg.....	25

4.4 Finns det skillnader i exekutiva funktioner mellan individuella- och lagidrottare?.....	26
4.4.2 Samband mellan resultat i Flanker- och N-back-test och grentillhörighet.....	26
5 Diskussion.....	27
5.1 Har träning ett samband med kognition?.....	27
5.1.1 Träningsmängd och skolbetyg.....	27
5.1.2 Träningsmängd och exekutiva funktioner.....	28
5.2. Hur är exekutiva funktioner relaterade till skolprestationer.....	28
5.2.1 Inhibering och matematik.....	28
5.2.2 Inhibering och modersmål.....	28
5.2.3 Uppdatering och matematik.....	29
5.2.4 Uppdatering och modersmål.....	29
5.3 Har lagidrottare bättre exekutiva funktioner och skolbetyg än individuella idrottare?.....	29
5.4 Studiens brister.....	30
5.5 Konklusion och förslag till vidare forskning.....	31
Litteraturlista.....	32
Figurer	
Figur 1.....	44
Figur 2.....	45
Bilagor	
Bilaga 1: Enkät för träning, skolbetyg och resultat i Flanker- och N-back-test.....	46

1. Inledning

I det inledande kapitlet förklarar jag bakgrunden till mitt val av forskningsområde ur ett samhällsligt, utbildnings-, och personligt perspektiv. Efter det följer en kort presentation av studiens syfte och disposition.

Fysisk aktivitet och dess samband med inlärning är en väl utforskad disciplin, och en betydande mängd vetenskaplig litteratur har byggts upp kring ämnet (Williams & Hodges, 2004; Starkes & Ericsson, 2003; Sternberg & Grigorenko, 2003; Ericsson m.fl., 2006). Som ett resultat av det finns etablerade uppfattningar om att idrott och en aktiv livsstil är starkt sammankopplade med utvecklingen och upprätthållandet av kognitiva egenskaper (Diamond, 2000; Faught m.fl., 2017; Carson m.fl., 2016; Chan m.fl., 2011; Diamond & Ling, 2016; Frederiksen m.fl., 2015; Marchetti m.fl., 2015; Etnier & Chang, 2009).

Barn i 6 – 12 årsåldern är i ett viktigt skede i utvecklingen, och beroende på hur man stöder barnet under dess uppväxt kan man inverka på barns kognitiva förutsättningar längre fram i livet (Tomporowski, 2016). I Europa möter bara i medeltal 18 % av barnen World Health Organisation:s rekommendationer för mängden fysisk aktivitet (Konstabel m.fl., 2014). En växande mängd bevis har samlats under de två senaste decennierna för att träning, som är en underkategori av fysisk aktivitet, kan främja utvecklingen av kognitiva funktioner och i synnerhet exekutiva funktioner, om den är kontinuerlig, ändamålsenlig och välstrukturerad (Tomporowski m.fl., 2015; Pesce m.fl., 2016). Skriv- och matematikkunskaper ligger i fokus inom inlärningen i skolor och därför behöver de faktorer som influerar kompetensen inom dessa klarläggas, för att guida pedagogiska interventioner och utveckla barns skolfärdigheter (Lubin m.fl., 2016).

I den finska Utbildningsstyrelsens *Grunderna för läroplanen för den grundläggande utbildningen 2014*, finns de lagstadgade riktlinjerna för hur skoldagen skall se ut för barn i lågstadieåldern. Där nämns att rastaktiviteter "...ska ordnas så att de stödjer de mål som ställts upp för elevernas lärande, mångsidiga utveckling och välbefinnande." Också elevernas resa till och från skolan ska enligt läroplanen uppmuntras att genomföras på ett sätt som främjar god hälsa och kondition (Utbildningsstyrelsen 2014). En annan faktor som enligt läroplanen kan anses inverka väldigt starkt på hur effektiv barnens inlärning blir, är utbildningsanordnarens stora möjlighet att påverka hur skoldagen delas in. Det gäller nämligen både raster, undervisningsavsnitt och andra verksamheter som kan ingå i skoldagarna samt vilka verksamhetsformer som används (Utbildningsstyrelsen 2014). Om gymnastikundervisningen

sågs i läroplanen att målet är att elevernas välbefinnande skall påverkas genom att stödja den psykiska, sociala och fysiska funktionsförmågan. I läroplanen betonas också att undervisningen ska ge positiva upplevelser och stödja en aktiv livsstil, samt låta barnen utvecklas genom rörelse, på ett lekfullt sätt. Speciellt i klass 1 – 2 skall leken betonas, men nöje skall gå före allvar i gymnastikundervisningen också under senare delen av lågstadiet (Utbildningsstyrelsen, 2014).

Motivet till denna undersökning dök upp under arbetet med min kandidatavhandling. Där jämfördes longitudinella studier för att få klarhet i hurudan fysisk aktivitet som stöder inläring bäst hos 9 – 12-åriga barn. Tidigare forskning har föreslagit att tillräckligt utmanande fysisk aktivitet i form av lekbetonad och välorganiserad lek och rörelse stärker barnets kognitiva egenskaper bäst på lång sikt (Chaddock-Heyman m.fl., 2012; Scudder m.fl., 2016, Tomporowski, 2016). Fysisk aktivitet med aerob och anaerob energiförbrukning, som höjer och utvecklar syreanvändningen i kroppen, har visat sig ge snabbare utveckling och tillväxt av områden i hjärnan som är förknippade med kognition (Esteban-Cornejo m.fl., 2016; Chaddock-Heyman m.fl. 2016; Diamond, 2000, Faught m.fl., 2017). Välplanerade motoriska aktiviteter har ansetts stärka utvecklingen av kognitiva processer, och lekar och spel som är både kognitivt och fysiskt utmanande verkar utveckla kognitiva egenskaper speciellt effektivt (Pesce m.fl, 2016). Flera studier har föreslagit att en större mängd motion har ett samband med snabbare och mer omfattande kognitiv utveckling och andra har dessutom antytt att inslag av motoriskt utmanande element, som koordinationsträning, lagspel, och motorikträning, kan ha ett tilläggsvärde för utvecklingen av kognitiva egenskaper (Schmidt m.fl., 2017; Moreau m.fl., 2015; Koutsandréou m.fl., 2016). Befintlig forskning har bara nuddat vid undersökning av eventuella samband mellan grenspecifik expertis inom idrott och utvecklingen av skilda exekutiva funktioner, men en koppling föreslås av ett antal studier (Meng m.fl, 2019; Krenn m.fl., 2018).

Syftet med den här studien är att vidare granska sambandet mellan träningsmängd och kognitiva egenskaper hos barn i 9 – 12-års ålder. Sedan undersöks samband mellan de exekutiva funktionerna uppdatering och inhibering, och matematik- och modersmålsfärdigheter. Utöver det ska skillnader mellan individuellt idrottande och lagidrottande barn undersökas i fråga om kognitiv kapacitet, för att se om lagidrott innehåller några motoriska tilläggsvärden gentemot individuell idrott. Avhandlingen är indelad i 5 kapitel. I första kapitlet presenteras bakgrunden mitt val av forskningsområde ur olika perspektiv, varpå avhandlingens syfte och disposition redovisas i korthet. Det andra kapitlet ger en överblick över tidigare forskning inom om ämnet medan det tredje kapitlet beskriver studiens metod och genomförande. I det fjärde kapitlet

presenteras studiens resultat. I det avslutande kapitlet diskuteras resultaten och betraktas i förhållande till tidigare studier.

2. Bakgrund

I följande kapitel definieras undersökningens två huvudelement; kognition och fysisk aktivitet. Under kognition presenteras uppdatering och hämmande funktioner som hör under exekutiva funktioner. Sedan förklaras hurdana krav skolämnena matematik och modersmål ställer på hjärnans kognitiva egenskaper. Under fysisk aktivitet förklaras betydelsen av träningens mängd och typ för utvecklingen av områden i hjärnan som förknippas med kognition. En illustration kan ses i Figur 1.

2.1 Kognition

2.1.1 Definition av kognition och exekutiva funktioner

Med *kognition* menas människans förmåga att förvärva och använda kunskap. Det huvudsakliga antagandet som kognitiva psykologer gör är att kognitiva fenomen orsakas av organiserade och självreglerande fysiska processer som ordnar och styr material och energin i hjärnan. Kognitiv psykologi är vid sidan av kognitiv neuropsykologi den mest inflytelserika disciplinen inom kognitiv vetenskap. (Guenther, 1998). De essentiella komponenterna inom kognition är till stor del de samma som inom begreppen kognitiv kontroll och exekutiva funktioner (Davidson m.fl, 2016), och vissa ser kognitiv kontroll som synonymt med exekutiva funktioner (Diamond, 2013; Miller & Cohen, 2001).

Exekutiva funktioner är konstruerat av olika samverkande kognitiva processer som ansvarar för organiserandet och kontrollerandet av målinriktat beteende (Zelazo och Carlson, 2012; Anderson, m.fl, 2008; Espy, 2004). Exekutiva funktioner kan delas in i tre centrala funktioner; något som ofta hänvisas till i litteratur eftersom dessa anses viktiga (Lehto m.fl., 2013; Smith & Jonides, 1999; Rabbit, 1997; Lyon & Krasnegor, 1996). Funktionerna är följande: 1) Uppdatering är förmågan att hålla relevant information i arbetsminnet, att bearbeta informationen och sedan agera utifrån det. 2) Inhibering innebär förmågan att avstå impulsen att reagera på ett stimuli, eller att motstå distraktorer. 3) Skiftning innebär förmågan att flytta uppmärksamheten fram och tillbaka mellan olika uppgifter, regler eller moment. (Krenn m.fl., 2018; Davidson m.fl, 2016). Ibland används termen arbetsminne istället för uppdatering, eftersom uppdatering kan anses som en exekutiv funktion som tillhör den något bredare termen arbetsminne (Kirchner, 1958; Jaeggi m.fl., 2010; Krenn m.fl., 2018). I denna studie ses därför

uppdatering som en egenskap hos arbetsminnet, som i enlighet med relevanta studier är ett slags mått på arbetsminnets funktionella kapacitet (Krenn m.fl., 2018). Trots att exekutiva funktioner är kognitiva processer av högre nivå, anses deras processer vara relativt begränsade, som någorlunda lätt kan definieras och mätas, samt ge utlopp i avancerade, konventionella kognitiva test (Diamond, 2013; Miller & Cohen, 2001; Miyake m.fl., 2000). Exekutiva funktioner verkar vara förknippade på olika sätt med fysiska och motoriska färdigheter, som uthållighet, styrka och koordination. (Miyake m.fl. 2000; Diamond, 2000). Till skillnad från vissa andra kognitiva färdigheter når utvecklingen av exekutiva funktioner sin topp först i tidig vuxenålder (Diamond, 2002; DeLuca m.fl., 2003).

2.1.2 Områden i hjärnan förknippade med kognition

Basala ganglierna beskrivs av Karolinska institutet (2016), som stora, nukleära vävnader under hjärnbarken som har sitt ursprung i telencefalon och är belägna i nedre delen av hjärnan. Den översta delen av prefrontala hjärnbarken i den främre delen av hjärnhalvan som kallas frontalloben utgörs av dorsolaterala prefrontalkortex, ett område som reglerar exekutiva funktioner och motorik (Serrien m.fl., 2007; Karolinska institutet, 2016). Dorsolaterala prefrontalkortex mottar projektionsfibrer (sammanbundna informationsfragment) av olika typ från mediodorsala thalamuskärnan, diencefalon, mesencefalon och limbiska systemet. Gördelvindlingen (gyrus cingulis) är en av vindlingarna på hjärnhalvans mediala yta och omger hjärnans rostrala och hjärnbalken, samt utgör en del av det limbiska systemet (Karolinska institutet, 2016). Längs med hela botten av sidoventrikelns temporalhorn sträcker sig hippocampus (Karolinska institutet, 2016), ett område starkt förknippat med minne och kognitiva egenskaper (Chaddock m.fl., 2010), (Chaddock-Heyman m.fl., 2016).

Globus pallidus är förknippat med kognitiva processer och ligger bredvid skalkärnan (putamen) och yttre nervtrådkapseln (Chaddock m.fl., 2012; Karolinska institutet, 2016). Sensorimotoriska cortex definieras av Karolinska institutet (2016), som ett sammansatt område av hjärnbarken som hanterar motorisk kontroll och sensorisk perception och innefattar motorbarken, somatosensoriska barken, gustatoriska cortex, olfaktoriska cortex, temporalloben och occipitalloben. Svanskärnan (caudate nucleus) finns i storhjärnan och är en avlång, gråaktig, strimmig massa belägen intill hjärnans sidoventrikel (Karolinska institutet, 2016).

Brain-derived neurotrophic factor (BDNF) är en nervtillväxtfaktor som har trofisk, eller tillväxtfrämjande verkan på retinala, kolinerga och dopaminerga nervceller och är därför tätt förknippad med utvecklingen av bl.a. kognitiva egenskaper (Karolinska institutet, 2016),

(Esteban-Cornejo, 2016). BDNF anses vara en biomarkör kopplad till förstärkt kapacitet för exekutiva funktioner under vila och i respons till fysisk träning (Slusher m.fl., 2018).

2.1.3 Motorikträning och utvecklingen exekutiva funktioner

Motoriska färdigheter och deras utveckling är starkt sammankopplat med utvecklingen av kognition p.g.a. rollen som motorikhämning spelar i utvecklingen av exekutiva funktioner (Pesce m.fl., 2016). Motorikhämning utvecklas genom upplevelser som involverar kroppsrörelser och är sammankopplat med motorisk och kognitiv utveckling (Leshem m.fl., 2020). Motoriska erfarenheter ger upphov till strukturella och funktionella förändringar i hjärnan men också fysiologiska förändringar, såsom ökat blodflöde i hjärnan och ändringar i produktionen av transmittorsubstanser (Stein m.fl., 2017, Goldstein, 2006, Miranda, 2007, Winter m.fl., 2007). Andra studier i vilka man undersökt sambandet mellan motorik och kognition, utger ett stöd för de ovan nämnda, och en studie av Moreau, Morrison och Conway (2015), visar att specifikt mångsidig, ändamålsenlig motorikträning som är krävande för kognition or koordination, utvecklar kognitiva färdigheter som spatial förmåga och arbetsminne speciellt effektivt. I en studie av Serrien, Ivry & Swinnen (2007) antyds att ett nätverk av både sekundära sensorimotoriska områden och subkortikala regioner (under hjärnbarken) aktiveras om den motoriska träningen är väl organiserad. Enligt Serrien m.fl. (2007) rekryteras olika kognitiva resurser i hjärnan för att se till att den givna motoriska uppgiften genomförs, och sådana processer sköts i allmänhet av frontallobens dorsolaterala prefrontalkortex, supplementära motorområdet och gördelvindlingen. Leshems m.fl. (2020), studie av effekterna av Quadrato Motor Training (QMT), antyder att varken motorisk erfarenhet eller kognitiv träning ensamt är tillräckligt effektiva för att utveckla exekutiva funktioner. Relationen mellan motoriska- och kognitiva funktioner reflekteras i hur funktionernas neurala aktivering sker i samspel under olika svåra uppgifter, som förutsätter snabba reaktioner under föränderliga omständigheter (Diamond, 2000; Koziol m.fl., 2014; Leisman m.fl., 2016; Stein m.fl., 2017). Funktionella fördelar verkar uppstå när kognitiva och motoriska funktioner aktiveras samtidigt, vilket indikeras av att mer effektiva framsteg inom exekutiva funktioner har uppstått av kombinerat kognitivt, fysiskt och emotionellt engagemang, än av bara kognitiv stimulering eller fysisk aktivitet ensamt (Pesce, 2012; Tomporowski and Pesce, 2019).

2.1.4 Fysisk aktivitet och utvecklingen av arbetsminne

Som tidigare nämndes innebär uppdatering förmågan att bearbeta och använda lagrad information som finns i arbetsminnet (Krenn m.fl., 2018; Davidson m.fl, 2016, Lehto m.fl.,

2013; Smith & Jonides, 1999; Rabbit, 1997; Lyon & Krasnegor, 1996). Arbetsminnet är ett komplext system där relevant information lagras och uppdateras, för att möjliggöra målinriktat beteende (Gajewski m.fl., 2018; Miyake m.fl., 2001; Conway m.fl., 2005; Diamond m.fl., 2013). Shu-Shih m.fl. (2018) betonar vikten av sambandet mellan utvecklingen av arbetsminne och fysisk aktivitet, och menar att en aktiv livsstil gynnar utvecklingen hjärnans struktur och funktion. Hsieh m.fl. (2009) kom fram till att barn som ägnar sig åt mer fysisk aktivitet kan ha bättre arbetsminne än de som är mindre aktiva. Hur bra den fysiska aktiviteten stöder arbetsminnets utveckling beror dock på genetiska förutsättningar för intellektuell och fysisk utveckling. Koutsandréou, Wegner, Niemann och Budde (2016) studie är den första som har undersökt skillnaden mellan inverkan av motorikträning och kardiovaskulär träning på arbetsminnet hos skolbarn i åldern 9 – 10 år. Studien antyder att både kardiovaskulär träning och motorikträning utvecklar arbetsminnet hos barn, men visar dessutom att arbetsminnets utveckling verkar gynnas mer av motorikträning än av kardiovaskulär träning.

Studier av Ericsson & Karlsson (2014) och Schmidt m.fl. (2017) föreslår att aktiviteter som kräver koordination, motorik och anpassningsförmåga till nya situationer, stärker utvecklingen av koncentration och arbetsminne. Schmidt, Jäger, Egger, Roebbers och Conzelmann (2015), hävdar att fysisk aktivitet i samband med kognitiva utmaningar, t.ex. lagspel med komplexa och föränderliga regler, utvecklar exekutiva funktioner bättre än fysisk aktivitet som inte är kognitivt utmanande. Studien antyder att speciellt växling av uppmärksamhet, som utgör del av exekutiva funktioner, utvecklas snabbare än andra egenskaper vid kognitivt utmanande fysisk aktivitet. Tomporowski (2016), nämner att fysiska aktiviteter och gymnastikundervisning som är kognitivt utmanande och av varierande och lekfull art förbättrar motoriken och utvecklingen av inhibering, som är en hämmande exekutiv kärnfunktion.

2.1.5 Matematik- och modersmålsundervisningens krav på kognitiva egenskaper

Nivån på ett barns exekutiva funktioner verkar varsla om förutsättningarna för goda läs- och skrivfärdigheter under de första åren av formell skolning (Michel m.fl., 2019). Fastän tidigare undersökningar visar att exekutiva funktioner är nära relaterade till skolprestationer, har det bidrag som olika exekutiva funktioner ger för olika skolämnena skilt sig studier emellan (Lubin m.fl., 2016). St. Clair-Thompson & Gathercole (2006) visade att arbetsminne och inhibering bidrar till variansen inom både matematik- och modersmålskicklighet. Lubin m.fl. (2016) studie är den första som har undersökt sambandet mellan de skilda komponenterna inom exekutiva funktioner (inhibering, uppdatering och skiftning) med tre typer av skolprestationer (läsning, skrivning och matematik), utan att slå samman exekutiva funktioner och

skolprestationer till helheter. Där fann man att alla exekutiva funktioner är relaterade till matematikskicklighet, men i likhet med St. Clair-Thompson & Gathercole (2006) studie att arbetsminne och inhibering har den starkaste inverkan på matematikprestationerna. Utöver det antyds i andra undersökningar att arbetsminne (och dess uppdatering) verkar ha den mest framträdande relationen till matematikprestationer (Bull & Lee, 2014; Friso-van den Bos et al., 2013). Lubin m.fl. (2016) studie bekräftar rollen som inhibering ansetts ha för matematikfärdigheter i tidigare studier av Bull & Scerif (2001), Espy m.fl. (2004) och St. Clair-Thompson & Gathercole (2006). I studien av Lubin m.fl. (2016) visas att exekutiva funktionerna arbetsminne och skiftning kan påverka variansen i barns läsförmåga. Flera andra studier bekräftar sambandet mellan goda läsfärdigheter och bra arbetsminne (Roebbers & Schneider, 2005; Barnes m.fl., 2014; Iglesias-Sarmiento m.fl., 2015).

2.2 Fysisk träning

2.2.1 Definition av fysisk träning och relaterade termer

Fysisk aktivitet är fysiologiskt sett all kroppsrörelse utöver vila som ökar energiförbrukningen i kroppen (Mattsson, Jansson och Hagströmer, 2016). Enligt Svenska Folkhälsoinstitutet är fysisk aktivitet ett överordnat begrepp för kroppsrörelser och övningar, till exempel idrott, lek, kroppsövning, gymnastik, motion och friluftsliv. Fysisk aktivitet innefattar alla olika typer av kroppsrörelser som uppstår som resultat av viljestyrda kontraktioner i skelettmuskulaturen (Superintendent of documents, 1996). Underkategorin *fysisk träning*, eller bara *träning*, är benämningen på sådan fysisk aktivitet som är ämnad för att förbättra en eller flera fysiska egenskaper, på kort eller lång sikt (Tomporowski m.fl., 2016). Aktivitetens mängd, alltså under hur lång tid en person är aktiv per tillfälle, kan variera, såsom också graden av ansträngning (Mattsson m.fl., 2016). Gymnastikundervisning berikad med varierande kognitiva utmaningar genomförda på ett lekfullt sätt anses ge upphov till små men omfattande förbättringar i barns grovmotorik, finmotorik och selektiva förbättring av en exekutiv kärnfunktion, nämligen hämmande bearbetning (Pesce m.fl., 2016). Regelbunden aerobisk träning är förknippad med större hjärnvolymer och ökad funktionell kapacitet i prefrontalkortex under livsloppet (Berchicci, Lucci, Di Russo, 2013). Aerob fysisk aktivitet syftar på aktiviteter där en persons energikonsumtion i första hand fullgörs av kroppens användning av syre (Mattsson, 2016). Maximalt syreupptag (VO₂max) innebär kroppens maximala förmåga att genom andning uppta syre från den omgivande atmosfären, samt transportera och förbruka syret genom muskulärt arbete i någon form av fysisk aktivitet (Mattsson m.fl., 2016). Kardiorespiratorisk kondition

används enligt Karolinska Institutet (2016), som benämning på den funktionella förmågan hos främst hjärta, lungor och muskler att klara av fysiskt krävande uppgifter som olika grader av motion, träning och fysisk aktivitet. Termerna konditionsträning, aerob träning eller uthållighetsträning används också, där man med små variationer i betydelse menar fysisk aktivitet i syftet att förbättra eller bibehålla kroppens fysiska kapacitet, medan muskelstärkande fysisk aktivitet eller muskelträning är ämnad att förbättra eller bibehålla musklernas maximala styrka, explosiva styrka eller muskulära uthållighet (Mattsson, 2016).

2.2.2 Träningens intensitet och ämnesomsättningen i hjärnan

Aktiviteter som kräver tyngre aerob uthållighet och anaerob uthållighet stärker koncentrationen och arbetsminnets kapacitet bättre än aktiviteter med lägre belastning (Esteban-Cornejo m.fl., 2016, Chaddock m.fl., 2012, Scudder m.fl., 2016 & Schmidt m.fl., 2017). Utöver det verkar aktiviteter som kräver muskelstyrka, lätt eller kortvarig aerob aktivitet och sålunda är mindre syrekrävande, främja utvecklingen av kognitiva processer, men inte lika effektivt som mer syrekrävande aktivitet. Chaddock-Heyman m.fl. (2016) bekräftade att fysisk aktivitet av aerob och anaerob typ, som höjer syresättningen i blodet, ökar blodets mikrocirkulation och vaskulariteten i hjärnan hos 7 – 9 år gamla barn. Chaddock-Heyman m.fl. (2016) talar för att fysisk kondition kan påverka hur hjärnan reglerar sina metaboliska krav (för konsumtion av syre och glukos), via blodflödet i området förknippat med inlärning och minne. Dessutom bekräftade Chaddock-Heyman m.fl. (2016), Chaddock m.fl. (2010) och Hillman m.fl. (2009) den specifika positiva relationen mellan god fysisk kondition och utvecklingen av hippocampus. Regional funktionell aktivering associerad med flytande intelligens verkar inverka på regionala skillnader i hjärnaktivitet, energiproduktion och metabolism (Nikolaidis m.fl., 2016). Även koncentrationen av BDNF höjs tack vare fysisk aktivitet, vilket leder till bättre nervtillväxt, blodcirkulation i hjärnan samt aktivitetsberoende synaptisk plasticitet, vilket i sin tur gynnar den kognitiva förmågan (Esteban-Cornejo, 2016).

2.2.3 Aerob kapacitet och utvecklingen av exekutiva funktioner

Hillman m.fl. (2009) upptäckte att barn med bättre kondition utför Eriksens Flanker-test med större exakthet än de som hade sämre kondition, vilket visar på ett starkt positivt samband mellan aerob kapacitet och exekutiva funktioner. Studien visade att barnen med högre aerob kapacitet bättre kunde sälla bort oviktiga stimuli från informationsflödet och barnen verkade därför ha bättre förutsättningar för effektiv inlärning på kort sikt, än sina jämnåriga. En amerikansk studie har gjort ett liknande test men mätt deltagarnas maximala syreupptagning

(VO₂max) som indikator på nivån av fysisk maximalkapacitet. Studien påvisade att barn med bättre VO₂max genomför Flanker-testet snabbare och med större exakthet än de med lägre VO₂max (Wu m.fl., 2010.) Studiens upptäckter kompletteras av Wu m.fl. (2010) och Chaddock m.fl. (2010) som antyder att barn i åldern 9 – 11 år, med lägre fysisk kapacitet än sina jämnåriga, oftast har svagare exekutiva funktioner. Den första studien med neurologisk synvinkel i ämnet, av Chaddock m.fl. (2010), utgör ytterligare stöd åt de ovanstående teorierna med en undersökning av barn i åldern 9 – 10 år, för där framkom att specifikt hippocampus förbättras av aerob träning. Barn med högre fysisk kondition har bättre cellförökning i hippocampus, som leder till större hippocampusvolym som i sin tur ger bättre minne och hippocampus-baserad kognition. (Chaddock m.fl., 2010.) Vidare visar Chaddocks m.fl. (2012) studie att barn med bättre fysisk kondition har större volym på hjärnans skalkärna i strimmiga kroppen och större globus pallidus-volym, områden som är involverade i kognitiva processer, än barn med sämre fysisk kondition.

2.2.4 Motoriska färdigheter och kognition

Utvecklingen av motorik spänner över hela livsloppet och inkluderar varje skelettmuskel i kroppen (Adolph & Franchak, 2017). Sociala och kulturella faktorer främjar och begränsar motoriska aktiviteter (Adolph m.fl., 2010; Adolph & Franchak, 2017). Medvetna rörelser beror i grunden på alstrandet, kontrollerandet och användandet av fysisk styrka, men det behövs mer än styrka och biomekanik för att hantera kroppen. I huvudsak innehåller motoriska aktiviteter syn, minne, och social kontakt med omgivningen (Gibson, 1988; Piaget, 1954; Adolph & Franchak, 2017). Rörelser producerar perceptuellt data, och förser en person med medel med vilka hen kan förvärva kunskap, och möjliggöra social interaktion (Adolph & Franchak, 2017). Adaptiv rörelsekontroll är beroende av psykologiska kärnfunktioner (Bernstein, 1996, Gibson, 1994), eftersom förberedande och styrning av beteende förutsätter medvetenhet och kognition (Keen, 2011; Adolph och Franchak, 2017). Motorikträning innebär målinriktad utveckling av kroppsrörelser individuellt eller i grupsammanhang och är en av tonvikterna inom gymnastikundervisningen idag (Neagu, 2010; Karolinska Institutet, 2016). God motorisk skicklighet anses nödvändigt för barns fysiska sociala och psykiska tillväxt (Gallahue och Ozmun, 2002), och kan dessutom ligga som bas för en aktiv livsstil, eftersom många studier har visat en stark koppling mellan god motorisk skicklighet och en högre nivå av fysisk aktivitet (Lubans m.fl., 2010, Fisher m.fl., 2005, Williams m.fl., 2008, Hestbaek, 2017).

2.2.5 Olika grenar främjar olika kognitiva funktioner

Studier har tills vidare bara tangerat undersökningen av hur olika idrottsgrenar skiljer sig i sin inverkan på exekutiva funktioner, men några studier har banat väg för vidare forskning (Krenn m.fl., 2018, Meng m.fl., 2019). Mängden motorikträning och motoriskt utmanande delmoment är ofta är större inom lagidrott än individuell idrott, vilket anses kunna utveckla kognitiva egenskaper bättre (Tomporowski, 2015; Koutsandréou m.fl., 2016). Koutsandréou m.fl. (2016) visar att interventioner baserade på motorikträning kan utveckla barns arbetsminne bättre än interventioner baserade bara på kardiovaskulär träning. Meng m.fl. (2019) studie tyder på att neuroplasticitet kan ske genom lag- och individuell idrottsexpertis, och att expertis inom en viss idrottsgren har ett samband med individuella kognitiva styrkor. I Meng m.fl. (2019) studie visade sig volleybollspelare vara överlägsna inom ikoniskt minne, inhibering och uppmärksamhet, medan badmintonspelare var starka inom ikoniskt minne och snabb informationsbehandling. Överlag presterade studiens volleybollspelare bättre än badmintonspelarna på sådana uppgifter som förutsatte god stimulusdriven visuell uppmärksamhet och motorisk inhibering, antagligen på grund av skillnader inom träning och specialisering som involverar mer komplexa kognitiva processer.

Idrottsgrenar har ofta delats in i öppna och slutna färdigheter på basen av hurdana krav de ställer på exekutiva funktioner, och man har funnit olika skicklighet inom t.ex. inhibering och problemlösning mellan de olika grenkategorierna (Jacobson & Matthaeus, 2014; Krenn m.fl. 2018; Bianco m.fl., 2017). Voss m.fl. presenterade en mer specifik indelning av grenar i strävan mot djupare insikt i förbindelsen mellan idrottsgren och olika exekutiva funktioner. Voss m.fl. (2010) indelning bestod av statiska grenar där idrottarens rörelse och omgivning är mestadels oföränderliga (t.ex. simning), avbrytande grenar där idrottaren behöver dynamiska koordinationsegenskaper för att anpassa sig till omgivningen eller andra element (t.ex. tennis), och strategiska grenar som kräver en hög nivå av anpassning till varierande situationer gällande medspelare, motspelare, positioner och objekt (t.ex. volleyboll). Flera studier är överens om att grenar med öppna färdigheter, där idrottaren behöver reagera på kontinuerligt föränderliga situationer och en omgivning där externa faktorer bestämmer tempot, (t.ex. korgboll eller tennis), kan ha högre kognitiva krav än grenar med slutna färdigheter. Dessutom antyder många nya studier att skillnader i utveckling av exekutiva funktioner kan uppstå inom olika grentyper, på grund av att varje skild gren ställer olika krav på utövaren. I enlighet med Broad transferhypotesen antyds dessutom att ju högre kognitiva krav en gren ställer, desto mer tränas utövarens kognitiva färdigheter, och med desto större sannolikhet kan dessa färdigheter

överförs till icke-idrottsrelaterade kognitiva utmaningar. (Furley & Memmert, 2011; Krenn m.fl., 2018; Voss m.fl., 2010).

Studier som jämfört nivån av exekutiva funktioner med färdigheter i statiska, avbrytande och strategiska grenar visar att ett samband verkar finnas mellan exekutiva funktioner och idrottsgrenen, eller snarare testpersonens nivå av expertis inom sin gren (Krenn m.fl., 2018; Alves m.fl., 2013; Bianco m.fl., 2017; Furley & Memmert, 2010; Jacobson & Matthaeus, 2014). Studierna antyder att alla exekutiva funktioner tillsammans kan spela en betydande roll för utförandet av specifika grenar, men att funktionerna också drar nytta av idrott (Huijgen m.fl., 2015; Vestberg m.fl. 2017, Chan m.fl., 2011; Etnier & Chang, 2009; Marchetti m.fl., 2015). Idrottare från strategiska grenar uppvisade fördelar inom exekutiva funktioner i jämförelse med idrottare från statiska grenar, och till viss del också från avbrytande grenar. De strategiska idrottarna hade snabbare reaktionstid, samt bättre skiftningsegenskaper och arbetsminne. På det viset kunde de överträffa idrottare från grenar med lägre kognitiva krav. (Krenn m.fl., 2018). De här resultaten understryker tanken om att olika nivå av exekutiva funktioner är sammankopplat med varierande kognitiva utmaningar inom olika grenar. Krenn m.fl. (2018) studies kompatibilitet med tidigare studier försvagas eftersom studierna mätt exekutiva funktioner på olika sätt. Fler studier behövs för att bekräfta och förtydliga sambandet mellan träning av olika grenspecifika element och olika exekutiva funktioner. (Krenn m.fl. 2018). Nämnvärt är att man i de flesta av studierna gjort mätningarna på vuxna elitidrottare, eller ungdomar på väg mot elitnivå, eftersom idrottare och tävlingsidrottare med mycken erfarenhet förutspåddes inneha tydligare skillnader i exekutiva funktioner, tack vare en större mängd grenspecifik träning och medföljande kognitiv särutveckling (Krenn m.fl. 2018).

3. Metod

I metodkapitlet preciseras studiens syfte med forskningsfrågor och hypoteser, varpå sampel och metod presenteras. Sedan beskrivs genomförandet av studien och valet av mätinstrument. Därefter förklaras undersökningens reliabilitet, validitet och etik. Slutligen redovisas bearbetning och analys av data.

3.1 Frågeställning

Syftet med föreliggande studie är att klargöra relationerna mellan fysisk aktivitet, koncentration, uppdatering och skolbetyg hos finlandssvenska 9 – 12-åriga lågstadieelever.

Studien skall bekräfta den positiva relationen mellan mängden organiserad, grenspecifik träning och skolbetyg, samt träningens inverkan på de exekutiva funktionerna inhibering och uppdatering. Dessutom skall skillnader mellan lag- och individuella idrottare undersökas, gällande inhibering och uppdatering. Utifrån det har följande forskningsfrågor och hypoteser utformats:

1. a. Är en större träningsmängd kopplad till bättre inhibering och uppdatering?
- b. Är en större träningsmängd förknippad med bättre betyg i matematik och modersmål?

(Hypotes, H1) Träningsmängd förväntas vara förknippad med bättre inhibering och uppdatering på förslag av tidigare studier av (Chaddock m.fl., 2012, Scudder m.fl., 2016 & Schmidt m.fl., 2017; Hillman m.fl., 2010), eftersom fysisk aktivitet av aerob och anaerob typ, som höjer syresättningen i blodet, ökar blodets mikrocirkulation och vaskulariteten i hjärnan (Chaddock-Heyman m.fl., 2016), ger upphov till regionala skillnader i hjärnaktivitet och påverkar energiproduktionen och metabolismen (Nikolaidis m.fl., 2016), samt koncentrationen av BDNF och medföljande nervtillväxt, i hjärnan (Esteban-Cornejo m.fl., 2016).

(H2) Träningsmängd förväntas vara förknippad med bättre betyg i modersmål och matematik eftersom träningsmängd har ett samband med utvecklingen av kognitiva egenskaper (Chaddock m.fl., 2012, Scudder m.fl., 2016 & Schmidt m.fl., 2017; Hillman m.fl., 2010) som i sin tur antas ha positiv inverkan på skolprestationer (Ericsson & Karlsson m.fl., 2014; Schmidt m.fl., 2017).

2. Har modersmål eller matematik ett samband med någon av de exekutiva funktionerna inhibering och uppdatering?

(H3) Matematikbetyg förväntas vara förknippad med inhibering och arbetsminnets uppdateringskapacitet på basen av studier av Bull & Scerif, 2001, St. Clair-Thompson & Gathercole, 2006, Lubin m.fl. 2016, 2013, Megías & Macizo, Fuhs & McNeil, 2013, samt Leibovich & Ansari, 2016. Studierna talar för att inhibering är betydelsefull för olika slags matematikfärdigheter, t.ex. kartläggning av osymboliska och symboliska tal, samt aritmetisk problemlösning, eftersom de här färdigheterna involverar kapaciteten att utestänga oönskad respons. Modersmålsbetyg förväntas vara förknippad med uppdatering med stöd av studierna av Lubin m.fl., 2016, Roebbers & Schneider, 2005, Barnes m.fl., 2014, Iglesias-Sarmiento m.fl.,

2015, som påvisar ett samband mellan läskunnighet, som är en central komponent inom modersmålsbedömningen, och arbetsminne.

3. Finns det skillnader i exekutiva funktioner mellan individuella- och lagidrottare?

(H4) Lagidrottare förväntas ha bättre kognitiva egenskaper än individuella idrottare eftersom idrottarens exekutiva funktioner, utvecklas bättre om grenen är mer kognitivt krävande och med stor sannolikhet kan de anammade färdigheterna överföras till icke-idrottsrelaterade kognitiva utmaningar (Furley & Memmert, 2011; Krenn m.fl., 2018; Voss m.fl., 2010; Jacobson & Matthaeus, 2014; Krenn m.fl. 2018; Bianco m.fl., 2017).

3.1.2 Sampel

108 finlandssvenska lågstadielever från Gerby skola i Vasa deltog från årskurserna 4 – 6. Eleverna var i åldrarna 9 – 12 år och indelade i 8 klasser, med ett testtillfälle var. Varje klass hade ett eget testtillfälle där eleverna informerades om hur testet fungerar och gavs stöd under testets gång. Att delta i undersökningen var frivilligt och alla som deltog visades uppskattning för sitt bidrag. All information som fyllts i på svarsenkäterna fanns tillgänglig endast för eleverna själva och undertecknad forskare. Eleverna försäkrades om att all personlig information och individuella testresultat hölls konfidentiellt, samt att man kunde avbryta testet närhelst man ville. Om någon fick tekniska problem med testapplikationen fick eleven möjlighet att avbryta eller göra testet på nytt. Informationen behandlades konfidentiellt under hela undersökningen och resultaten kan inte kopplas samman med enskilda elever eller klasser. Applikationen PsychLab 101 som användes som mätredskap i testerna är skapat som undervisningsverktyg av Neurobehavioural Systems, Inc. (NBS), och alla rättigheter tillhör dem. Före undersökningens början kontaktades NBS kontaktperson som gav undertecknad lov till användning av applikationen.

3.2 Mätinstrument och procedur

Nedan följer en beskrivning av de mätinstrument som användes för att få svar på de frågor som undersökningen ämnas ge svar på. I enkäterna fanns primära frågor om kön, ålder, modersmål, betyg i matematik och modersmål huvudsaklig idrottsgren, träningsmängd, samt frågor som mäter depression och självkänsla. Alla elever deltog dessutom i ett Flanker-test och ett N-back-test.

3.2.2 Skolbetyg

Betygen i modersmål och matematik användes som variabler för att mäta skolprestationer, eftersom de två ämnena tydligt skiljer sig från varandra i hurdana krav de ställer på ett barns kognitiva egenskaper. För 4:e klassister, som haft bokstavs-betyg på sitt senaste betyg, registrerades motsvarande siffra, dvs. 8 för *väl godkänt*, 9 för *mycket väl godkänt* och 10 för *utmärkt*.

3.2.3 Idrottsgren och träningsmängd

Uppskattad mängd som barn deltar i organiserad träning och skolgymnastik användes istället för uppskattad total fysisk aktivitet som mått, eftersom ansträngande fysisk aktivitet anses ha ett tydligare samband med utvecklingen av kognitiva egenskaper, än motion med måttlig ansträngning (Esteban-Cornejo m.fl., 2016). (Chaddock m.fl., 2012), (Scudder m.fl., 2016), (Schmidt m.fl., 2017). Eleverna fyllde också i om de idrottade eller inte, och de som idrottade fick fylla i vilken huvudgren de hade. På basen av huvudgren delades deltagarna in i lagidrottare och individuella idrottare, där lagidrott utgjordes av grenar som mestadels utövas i lag, medan individuell idrott bestod av grenar som mestadels utövas ensam. Motivet för grenindelningen som mätredskap bygger på att mängden motoriskt utmanande element och motorikträning ofta är större inom lagidrott än individuell idrott, vilket anses kunna utveckla kognitiva egenskaper bättre (Tomporowski, 2015; Koutsandréou m.fl., 2016). De grenar som ingick i kategorin lagidrott var: fotboll, ishockey, trupp-gymnastik, cheerleading, dans och breakdance. Till individuella grenar räknades ridning, brottning, kickboxning, boxning, parkour, konståkning, simning, friidrott, gång och orientering.

3.2.4 Flanker-test

Flanker-testet mäter inhibering, alltså en persons förmåga att utestänga oviktiga stimuli för att välja en bestämd stimulus (Eriksen & Eriksen, 1974). I undersökningen användes ett modifierat, och för pekplatta anpassat Flanker-test kallat Flanker compatibility task, med figurer i tre kategorier av stimuli; en kategori utan distraherande stimuli, en med lätt distraherande (*kongruent*) stimuli, och en med klart distraherande (*inkongruent*) stimuli. I testet visas figurerna med några sekunders intervall för testpersonen, som så snabbt som möjligt skall ge respons på av hurudan typ den mittersta symbolen i figuren är. Hur effektivt testpersonen kan utestänga distraherande faktorer beror på hur nära hen är till sin maximala kapacitet av uppmärksamhet (Lavie & Tsal, 1994). Den mängd rätt val testpersonen har gjort och under hur kort tid, avgör nivån av selektiv koncentration och inhibering hos personen. Med andra ord

visar testet hur effektivt personen kan stänga ut stimuli som inte är relevant för tillfället (Sanders & Lamers, 2001).

3.2.5 N-back-test

N-Back-testet är ett visuospatialt test för mätning av arbetsminnets kapacitet för uppdatering med fyra grader av belastning (Kirchner, 1958; Jaeggi, Buschkuhl, Perrig, & Meier, 2010). I den här undersökningen användes ett N-back-test med bokstavssekvenser och två nivåer, 1-back och 2-back. På 1-back-nivån skall testpersonen klicka på vänstra sidan av pekskärmen varje gång som bokstaven som syns är den samma som den föregående. På 2-back-nivån är målet att reagera varje gång som bokstaven som syns är den samma som två bokstäver tidigare. Testet involverar flera processer såsom uppfattandet av inkommande stimuli, övervakandet, upprätthållandet och uppdaterandet av information, samt kombinerandet av aktuell information med den information som förekom N positioner bakåt i sekvensen (Jaeggi m.fl., 2010).

3.2.4 Procedur

Deltagarna informerades om undersökningens innehåll och händelseförlopp, varefter enkäten delades ut. Eleverna fick sitta klassvis i sin normala klassrumsmiljö och genomföra testet under tystnad för att undvika oro och störande moment.

Eleverna fick sedan göra för pekskärm anpassade Flanker-test och ett N-back-test via applikationen Psych Lab 101 på pekplattor. Båda testerna genomfördes två gånger under testtillfället varav den första omgången gjordes som övning och den andra registrerades som resultat. Om någon elev stötte på tekniska problem med applikationen fick eleven genomföra testet på nytt. Eleverna ombads själva skriva upp sina resultat anonymt på sin enkät, och resultaten raderades sedan från pekplattan av eleven själv. Efter att en klass genomfört testet ombads eleverna försegla enkäterna och föra dem till en låda för insamling. Testtillfällena tog mellan 1h 15min och 1h 30min, beroende på hur snabbt eleverna förstod testet, hur snabbt de fyllde i enkäten och hur bra tekniken fungerade. Forskaren och elevernas egen lärare var närvarande under testtillfället.

Tabell 1

Deskriptiv statistik för variablerna träningsmängd modersmålsvitsord och matematikvitsord, samt Flanker-test index och 2-back-test index.

	Lagidrottare (1)	M	(SD)	N
Individuella idrottare				
	(2)			
Träningsmängd	1	577,32	247,85	56
	2	487,03	236,43	37
Modersmålsvitsord	1	8,73	0,87	56
	2	8,51	0,76	37
	Total	8,65	0,83	93
Matematikvitsord	1	8,93	0,92	56
	2	8,82	0,84	37
	Total	8,89	0,88	93
Flanker incongruent index	1	956,38	449,36	52
	2	839,16	310,11	36
	Total	908,43	400,52	88
2-Back index	1	1251,68	559,98	52
	2	1588,06	1402,25	36
	Total	1389,29	1001,27	88

3.3 Reliabilitet, validitet och forskningsetiska aspekter

Hög *reliabilitet* innebär att studiens mätinstrument är pålitligt och ger samma resultat vid upprepade mätningar. Betyg i modersmål och matematik användes som mått på elevernas akademiska nivå. Färdigheter i dessa två ämnen har tidigare använts som mätredskap för samma ändamål i liknande studier, men då baserat på standardiserade test (Schmidt m.fl., 2017). Självrapporterad träningsmängd från organiserade idrottsaktiviteter användes som mått på elevernas fysiska kapacitet, framom uppskattad mängd total rörelse, eftersom måttligt utmattande till mer utmattande träning anses ha större inverkan på utvecklingen av kognition (Esteban-Cornejo m.fl., 2016; Chaddock-Heyman m.fl. 2016; Diamond, 2000, Faught m.fl., 2017; Mattsson m.fl., 2016).

Eleverna fick utföra båda kognitiva testerna en gång som övning, utan registrering av resultaten, före de verkliga kognitiva testernas början. Det gjordes för att säkerställa att ovana eller tekniska problem inte inverkar på resultaten.

I den här studien användes en version av Flanker Compatibility-testet baserad på Green & Bavelier (2003). Deltagarna utförde 64 försök, av vilka hälften var så kallade testförsök, som innehöll distraktorer (störande stimuli), och hälften kontrollförsök utan distraktorer. Testförsöken är jämnt uppdelade mellan kompatibla och inkompatibla distraktorer. På varje försök presenteras en fixeringspunkt, följt efter 500 millisekunder (ms) av ramen för målstimuli och distraktorer, och efter ytterligare 500 ms av målstimuli, samtidigt med eventuell distraktor. Flanker-testet anses som ett reliabelt test för mätning av visuell uppmärksamhet (Servant & Logan, 2019; Eriksen & Eriksen, 1974; Green & Bavelier, 2003).

Ett bokstavs-N-back-test användes i denna studie, men endast resultatet från testets 2-back-del användes, för att få mer utslagsgivande resultat. 2-back-nivån involverar ett stort antal kognitiva processer, som en temporär registrering av varje stimuli och en kontinuerlig uppdatering av inkommande stimuli. På samma gång behöver irrelevant respons inhiberas, och en räkne- och matchningsprocess mellan sparad och inkommande stimulus äga rum, för att veta om inkommande stimuli berättigar en respons. (Rac-Lubashevsky & Kessler, 2016).

Validitet innebär att mätinstrumenten som används mäter rätt sak. Skolprestationer som mått på ämnesfärdigheter kan enligt Guskey (2006) aldrig vara perfekt eftersom kraven och förutsättningarna varierar mellan klasser och skolor. I finska Utbildningsstyrelsens regler för bedömning 8.3 2019 står att tydliga kriterier bör finnas för bedömning av inläring, arbete och uppförande inom varje ämne. Eftersom uppförande bedöms skilt syns ämnesfärdigheter rätt tydligt på matematik- och modersmålsbetyg, trots att värden som engagemang och framsteg kombineras med ämnesfärdigheter för ett betyg.

Självrapporterad träningsmängd inom organiserad idrott användes istället för självrapporterad fysisk aktivitet eftersom organiserad träning och grenexpertis ofta belastar kroppen mer och borde gynna utvecklingen för idrottaren (Esteban-Cornejo m.fl., 2016; Chaddock-Heyman m.fl. 2016; Diamond, 2000, Faught m.fl., 2017; Meng m.fl, 2019; Krenn m.fl., 2018).

Flanker incongruent index är ett värde utvunnet från resultaten från Flanker-kompatibilitetstestets svåraste nivå, med inkongruent distraktor. Indexet användes istället för ett sammanslaget värde för resultat från alla Flanker-testets nivåer (inkongruent, kongruent och utan distraktorer). Nivåerna med kongruenta distraktorer och utan distraktorer användes inte, för att få mer utslagsgivande resultat, och den svåraste nivån av testet anses av Green och Bavelier (2003) vara lämplig för att mäta nivån av visuell uppmärksamhet.

N-Back index är ett sammanslaget värde för resultat från N-back-testets 2-back-nivå, som är mer utmanande än nivå ett, och därför antogs ge det mest utslagsgivande resultatet. Korrelationerna mellan olika versioner av N-back-testet antyder att testerna, trots skillnader i belastning och modalitet, verkar ställa liknande krav på kognitiva mekanismer för informationsbehandling (Jaeggi m.fl., 2010).

Forskningslov ansöktes av Gerby skolas rektor och de deltagande elevernas lärare, samt av elever med föräldrar. Inbjudan till undersökningen innehöll information för föräldern och eleven om vad undersökningen gällde, och efter bådass godkännande och föräldrarnas underskrift fick eleven möjlighet att delta vid testtillfället. Deltagandet i undersökningen var uttryckligen frivilligt även under testtillfället, och om någon deltagare kände att hen inte ville börja på eller fortsätta, fick hen möjlighet att avlägsna sig. Eleverna och föräldrarna försäkrades om att elevens personliga uppgifter och enkätsvar stannar hos forskaren och är sekretessbelagda. Varje elev som deltagit i undersökningen har tilldelats ett nummer, för att all personlig information skall förvaras och behandlas konfidentiellt.

3.4 Bearbetning och analys av data

I den här avhandlingen används de delar av enkäten som kunde besvaras forskningsfrågorna, och några frågor har därför valts bort. Det data som har utvunnits ur enkätsvaren har analyserats med statistikprogrammet SPSS (version 27). Variablernas normalfördelning kontrollerades. Snedheten och toppigheten hos variablerna i den här studien ligger mellan -2 och 2, vilket visar på normalfördelade data. Inga extremvärden identifierades.

3.4.1 Spearmans rangkorrelation

Spearmans rangkorrelation (Spearmans rho) används för att mäta styrkan i ett monotont samband mellan variabler. Korrelationsanalysen kan anta värden mellan -1 och 1. Om det monotona sambandet är positivt ökar y variabeln samtidigt som x variabeln (eller tvärtom) och värdet 1 fås om sambandet är perfekt. Om det monotona sambandet är negativt minskar värdet på den ena variabeln i takt med att värdet på den andra ökar. Då fås ett värde mindre än 0 och om sambandet är perfekt negativt fås värdet -1. Spearmans rho beräknas genom att ordna observationer för en variabel i rang enligt det värde man mäter och ge varje värde ett rangnummer, med början från 1 för det lägsta värdet. När båda variablerna rangordnats kan korrelationen beräknas. Eftersom Spearmans rho kan mäta ett monotont samband är den lämplig för en undersökning som denna, till skillnad från Pearsons korrelationskoefficient som

mäter ett linjärt samband. Dessutom är Spearmans korrelationskoefficient lämplig för kvantitativa data och data på ordinalnivå, samt okänslig för avvikande observationer. (Schmid och Schmidt, 2007). I den här studien användes Spearmans rangkorrelation för att mäta sambanden mellan variablerna för de två första forskningsfrågorna i den bivariata korrelationsanalysen.

3.4.2 Tvåvägs multivariat variansanalys med kovariat (MANCOVA)

Variansanalys används för att jämföra medelvärden mellan variabler. I en multivariat analys med kovariat (MANCOVA) testas man för skillnader mellan fler än två beroende variabler samtidigt som man inkluderar en kovariat, såsom träningsmängd i denna studie. Man vill på det viset utreda kovariatens effekt på korrelationerna i den multivariata analysen. (Tabachnick & Fidell, 2006). För att besvara min tredje forskningsfråga som undersöker om deltagande i individuell- eller laggren förklarar skillnader i resultat i Flanker- och N-back-test när man kontrollerar för träningsmängd, har en MANCOVA utförts. Fyra beroende variabler ingick i analysen där två beskrev elevernas nivå av inhibering och uppdatering från Flanker- och N-back-test, medan de andra två variablerna klassificerade eleverna i individuella- och lagidrottare. För att kontrollera om träningsmängden har någon bidragande effekt för korrelationerna användes träningsmängd som kovariat.

4 Resultat

I det här kapitlet presenteras resultaten från studiens kvantitativa analyser. Inledningsvis besvaras de första två forskningsfrågorna gemensamt, eftersom de baserar sig på samma analys. Därefter besvaras forskningsfråga tre, och på den följer en sammanfattning av resultaten. En illustration av resultaten kan ses i Figur 2.

4.1 Är en större träningsmängd kopplad till bättre inhibering och uppdatering?

Spearmans rangkorrelationsanalys användes för att undersöka om träningsmängd har ett samband med inhibering (som mättes med Flanker-test) och uppdatering (mätt med N-back-test). Analysen indikerar att det inte finns något signifikant samband mellan träningsmängd och resultat i Flanker- och N-back-test för barn i 9 till 12 års ålder. H1 föreslog ett samband mellan träningsmängd och inhibering och uppdatering, och kan således förkastas. Resultaten från korrelationsanalysen presenteras nedan.

4.1.2 Samband mellan träningsmängd och resultat i Flanker- och N-back-test

En korrelationsanalys skapades där träningsmängd predicerade testresultat från Flanker- och N-back-test. Mellan träningsmängd och Flanker-test erhöles inte någon signifikant korrelation, ($r = -,149$, $p = ,127$). Mellan träningsmängd och N-back-test erhöles en signifikant negativ korrelation, ($r = -,241$, $p = ,015$). Träningsmängd kunde bevisligen inte förklara resultat i Flanker-test men nog resultat i N-back-test för barn i 9 – 12 års ålder. Korrelationskoefficienterna för analysen finns i Tabell 2.

4.2 Är en större träningsmängd förknippad med bättre betyg i matematik och modersmål?

Spearman's rangkorrelationsanalys användes även för att undersöka om träningsmängd kan förklara betygen i modersmål och matematik. Resultaten indikerar att det finns ett signifikant positivt samband mellan träningsmängd och betyg för barn i 9 till 12 års ålder och H2 kan inte förkastas. Resultaten från korrelationsanalysen presenteras nedan.

4.2.2 Samband mellan träningsmängd och betyg i modersmål och matematik

En korrelationsanalys skapades där träningsmängd i minuter predicerade betyg från 4 till 10 i matematik och modersmål. Mellan träningsmängd och matematikvitsord erhöles en signifikant positiv korrelation, ($r = ,230$, $p = ,017$). Mellan träningsmängd och modersmålsvitsord erhöles inte någon signifikant korrelation, ($r = ,138$, $p = ,159$). Träningsmängd kan således förklara betyg i matematik men inte i modersmål för barn i 9 – 12 års ålder. Korrelationskoefficienterna för analysen finns i Tabell 2.

4.3 Har modersmål eller matematik ett samband med någon av de exekutiva funktionerna inhibering och uppdatering?

Spearman's rangkorrelation användes för att undersöka om betyg i matematik och modersmål kan förklara testresultaten i Flanker- och N-back-test. Analysen indikerar att det finns ett samband mellan modersmålsvitsord och N-back-test om man använder ett mer liberalt kriterium för signifikans ($p < 0,1$), men inte mellan modersmålsvitsord och Flanker-test. Analysen indikerar också att det finns ett samband mellan matematikvitsord och resultat i Flanker-test. Inget samband upptäcktes mellan matematikvitsord och resultat i N-back-test för

9 – 12 åringarna. H3 kan med andra ord förkastas gällande matematikbetyg och arbetsminne, men inte gällande matematikbetyg och inhibering, eller modersmålsbetyg och arbetsminne. Resultaten från korrelationsanalysen presenteras nedan.

4.3.2 Samband mellan resultat i Flanker- och N-back-test och skolbetyg

En korrelationsanalys skapades där resultat i Flanker- och N-back-test förklarade modersmåls- och matematikvitsord. Mellan N-back-test och modersmålsvitsord erhöles en nästan signifikant positiv korrelation, ($r = -,185$, $p = ,066$), men mellan Flanker-test och modersmålsvitsord erhöles inte någon signifikant korrelation, ($r = -,100$, $p = ,311$). Mellan N-back-test och matematikvitsord erhöles inte någon signifikant korrelation, ($r = -,019$, $p = ,848$), men mellan Flanker-test och matematikvitsord erhöles en signifikant positiv korrelation, ($r = -,194$, $p = ,046$). Resultat i N-back-test kan således förklara modersmålsvitsord, om man använder ett mer liberalt kriterium för signifikans ($p < 0,1$), och resultat i Flanker-test kan förklara matematikvitsord för barn i 9 – 12 års ålder. Korrelationskoefficienterna för analysen finns i Tabell 2.

Tabell 2

Hur träningsmängd förklarar 9 – 12 åringars resultat i Flanker- och N-back-test, och matematik- och modersmålsvitsord, samt hur matematik- och modersmålsvitsord förklarar 9 – 12 åringars resultat i Flanker- och N-back-test. Spearman's rangkorrelationskoefficienter.

	1	2	3	4	5
1. Tränings-mängd (min)	1,000				
2. Modersmåls-vitsord	0,138	1,000			
3. Matematik-vitsord	0,230*	0,544**	1,000		
4. Flanker inkongruent index	-0,149	-0,100	-0,194*	1,000	
5. N-back index	-0,241*	-0,185	-0,019	0,193	1,000

* $p < 0,05$ ** $p < 0,01$

4.4 Finns det skillnader i exekutiva funktioner mellan individuella- och lagidrottare?

En multivariat variansanalys med kovariat (MANCOVA) användes för att undersöka ifall det finns skillnader i exekutiva funktionerna inhibering och uppdatering mellan individuella- och lagidrottare när man kontrollerar för träningsmängd. Resultaten antyder inte någon fördel för lagidrottare gentemot individuella idrottare gällande resultat i Flanker- och N-back-test, Wilk's $\Lambda = 0,957$, $F(2, 84)=1,87$, $p = 0,16$, $\eta_p^2 = 0,04$. H4 kan förkastas. Resultaten från MANCOVA presenteras nedan.

4.4.2 Samband mellan resultat i Flanker- och N-back-test och grentillhörighet

Totalt förklarar idrottsgren 0,30 % av variansen i Flanker-test-resultat, när man kontrollerat för träningsmängd. Idrottsgren förklarar 0,94 % av variansen i N-back-test-resultat, när man kontrollerat för träningsmängd. Träningsmängd förklarar inte signifikant variansen för resultatet i Flanker-test ($p = ,389$), med 0,009 andel av förklarad varians, men har en svag effekt på resultat i N-back-test ($p = ,014$), med 0,068 % andel av förklarad varians. Idrottsgren har ingen inverkan på variansen i Flanker-test-resultat ($p = ,141$) med 0,025 % andel av förklarad varians, eller N-back-test-resultat ($p = ,259$) med 0,015 % andel av förklarad varians.

Tabell 3

Hur deltagande i individuell- eller laggren förklarar skillnader i resultat i Flanker- och N-back-test när man kontrollerar för träningsmängd. Korrelationskoefficienter MANCOVA.

Mätinstrument	Lagidrottare		Individuella idrottare		$F(1, 85)$	η^2
	M	SD	M	SD		
Flanker	2,91	0,49	3,35	0,35	2,12	0,03
NBack	4,22	1,50	5,56	1,20	1,29	0,02

Sammanfattat visar dataanalysen en positiv relation mellan träning och kognition, där några variabler har ett signifikant samband och andra saknar samband. Analysen visar inte något samband mellan träningsmängd och de exekutiva funktionerna inhibering och uppdatering. Ett signifikant samband kan konstateras mellan träningsmängd och betyg i modersmål och matematik. Signifikanta samband kan också noteras mellan uppdatering och modersmålsbetyg med ett mer liberalt signifikanskriterium, samt mellan inhibering och matematikbetyg. Inga

signifikanta skillnader kunde fastställas mellan individuella- och lagidrottarens exekutiva funktioner eller skolbetyg.

5 Diskussion

Detta kapitel inleds med en summering av studiens resultat. Efter det diskuteras svaren på forskningsfrågorna, och paralleller dras till tidigare forskning. Efter det tas studiens brister upp. Kapitlet avslutas med en konklusion av studien och sedan ges förslag till vidare forskning.

I den här studien undersöktes om träningens mängd har ett samband med betyg i modersmål och matematik. Dessutom granskades sambanden mellan träningsmängd och exekutiva funktioner, samt exekutiva funktioner och skolbetyg. Till sist undersöktes om lagidrott har ett tilläggsvärde för utvecklingen av kognition. Resultaten visar att större träningsmängd har ett samband med bättre skolbetyg, men inte något direkt samband med de exekutiva funktionerna uppdatering och inhibering. Ett tydligt samband kan noteras mellan uppdatering och modersmålsbetyg, samt ett svagare samband mellan inhibering och matematikbetyg. Ingenting kunde fastställas som skulle visa på skillnader mellan individuella- och lagidrottarens kognitiva

5.1 Har träningsmängd ett samband med kognition?

5.1.1 Träningsmängd och skolbetyg

Resultaten från denna studie visar att träningsmängd är förknippat med bättre betyg i modersmål och matematik, och H1 kan godtas. Det bekräftas av tidigare studier där träningsmängd visat sig ha ett samband med utvecklingen av kognitiva egenskaper (Chaddock m.fl., 2012, Scudder m.fl., 2016 & Hillman m.fl., 2010), som i sin tur anses ha positiv inverkan på skolprestationer (Ericsson & Karlsson m.fl., 2014; Schmidt m.fl., 2017). Chaddock-Heyman m.fl. (2016) antyder att aerob och anaerob fysisk aktivitet höjer syresättningen i blodet, ökar blodets mikrocirkulation och vaskulariteten i hjärnan. Fysisk kondition kan enligt Chaddock-Heyman m.fl. (2016) påverka hur hjärnan reglerar sina metaboliska krav (för konsumtion av syre och glukos), via blodflödet i området förknippat med inlärning och minne. Dessutom påverkas enligt tidigare studier utvecklingen av hippocampus, samt energiproduktionen och metabolismen i hjärnan och leder till regional funktionell aktivering associerad med flytande intelligens och regionala skillnader i hjärnaktivitet (Chaddock-Heyman m.fl., 2016; Chaddock m.fl., 2010; Hillman m.fl., 2009; Nikolaidis m.fl., 2016). Även koncentrationen av BDNF höjs

tack vare fysisk aktivitet, vilket leder till ökad nervtillväxt, blodcirkulation i hjärnan samt aktivitetsberoende synaptisk plasticitet, vilket i sin tur gynnar den kognitiva förmågan (Esteban-Cornejo, 2016).

5.1.2 Träningsmängd och exekutiva funktioner

Träningsmängd hade i den här studiens resultat inget signifikant samband med exekutiva funktioner så H1 kan förkastas på den punkten. Eftersom också en mindre mängd träning och träning med lägre intensitet inverkar positivt på utvecklingen av exekutiva funktioner, kan man anta att effekten av en större träningsmängd inte fungerade som en tillräckligt utslagsgivande variabel (Scudder m.fl., 2016, Chaddock m.fl., 2012).

5.2 Hur är exekutiva funktioner relaterade till skolprestationer?

5.2.1 Inhibering och matematik

Inhibering har i denna studie ett signifikant samband med matematikförmåga vilket bekräftar flera tidigare studier (Bull & Scerif, 2001; St. Clair-Thompson & Gathercole, 2006; Lubin m.fl. 2016), och H3 kan således godtas. Kontroll i form av inhibering spelar en stor roll för olika slags matematikfärdigheter, t.ex. kartläggning av icke-symboliska och symboliska tal (Fuhs & McNeil, 2013; Leibovich & Ansari, 2016), inläring av aritmetiska fakta (Megías & Macizo, 2015), och aritmetisk problemlösning (Lubin m.fl., 2013). De här olika färdigheterna involverar kapaciteten att utestänga oönskad respons. När barn löser aritmetiska problem måste de inhibera användningen av irrelevanta aritmetiska lösningar, (t.ex. för att lösa " $4 \times 7 = 28$ " måste de inhibera responsen " $4 \times 7 = 11$ "). (Lubin m.fl., 2016).

5.2.2 Inhibering och modersmål

Resultaten i den här studien visar inget samband mellan inhibering och modersmålsbetyg och H3 kan i detta fall förkastas. Det stöds av vissa tidigare studier (Lubin m.fl., 2016; Borella, m.fl., 2010; Nouwens m.fl., 2016; Van der Sluis m.fl., 2004), men inte av andra (Cain, 2006; Kieffer m.fl., 2013; Peng m.fl., 2013). Till saken hör att de flesta tidigare studier har undersökt barn med nedsatt läsförmåga eller mindre lässvårigheter (Borella m.fl., 2010; Cain, 2006; Peng m.fl., 2013; Van der Sluis m.fl., 2004). Få studier har undersökt barn utan nedsättningar, och de uppvisar avvikande resultat gällande detta (Kieffer m.fl., 2013; Nouwens m.fl., 2016). I Lubin m.fl. 2016 studie antyds att barns skicklighet i stavning korrelerar med både uppdatering av arbetsminne och skiftning, medan bara skiftning inverkar på variansen i

stavningskicklighet. Att jämföra resultat mellan studier kan vara utmanande eftersom vissa undersökt rollen som olika exekutiva funktioner har för t.ex. skrivning eller modersmål (Olive, 2011) utan att särskilja de olika komponenterna inom modersmål.

5.2.3 Uppdatering och matematik

Inget signifikant samband mellan uppdatering och matematik fanns i denna studie, och H3 kan förkastas på denna punkt, trots att vissa tidigare studier antytt att där finns en koppling. En länk har tidigare upptäckts mellan arbetsminnets uppdateringsförmåga och matematikförmåga eftersom det inom matematik är viktigt att kunna behålla och ändra relevant information i numeriska matematikuppgifter, såsom huvudräkning och aritmetisk problemlösning (Lubin m.fl., 2016; Bull & Scerif, 2001). Bristen på samband mellan uppdatering och matematik i den här studien kan påverkas antagligen inte av hur utmanande matematikuppgifterna är i klass 4 – 6, som undersöktes, utan av samplats ringa storlek eller andra faktorer. Tidigare studier har nämligen funnit att sambandet mellan uppdatering i arbetsminnet och inläring stärks redan vid barns övergång till formell skolning (Lubin m.fl., 2016; Bull & Scerif, 2001; Gimbert m.fl., 2019).

5.1.4 Uppdatering och modersmål

Den här studiens resultat visar ett signifikant samband mellan uppdatering och betyg i modersmål om man använder ett mer liberalt signifikanskriterium. På så vis kan H3 godtas om $p < 0,1$. Flera andra studier bekräftar sambandet mellan läsfärdigheter och arbetsminne (Roebbers & Schneider, 2005; Barnes m.fl., 2014; Iglesias-Sarmiento m.fl., 2015), eftersom båda de exekutiva funktionerna uppdatering och skiftning påverkar barns läsförmåga (Lubin m.fl., 2016).

5.3 Har lagidrottare bättre exekutiva funktioner och skolbetyg än individuella idrottare?

Inga skillnader i exekutiva funktioner upptäcktes mellan lag- och individuella idrottare i denna studie, och H4 kan därmed förkastas. Man kan anta att samband mellan träningsmängd och exekutiva funktioner inte framkom i den här studien p.g.a. otillräckliga skillnader i träningsmängd mellan barnen. Eventuellt berodde variansen i skolbetyg inte endast på träningsmängd utan också någonting annat, som medfödda egenskaper eller socioekonomiska faktorer. Det skulle förklara varför barn som tränar mer har bättre betyg, men inte bättre

exekutiva funktioner. Här måste även samplets storlek tas i beaktande, eftersom det är möjligt att ett större sampel skulle ha gett tydligare utfall eller åtminstone förtydligat studiens resultat. Samband att barnen inte hade mellan idrottsgren och de exekutiva funktionerna uppdatering och inhibering undersöktes och inget samband hittades som skulle indikera att lagidrottare har en fördel gentemot individuella idrottare i Flanker- eller N-back-test. Man antar att utövare av strategiska idrottsgrenar har bättre förutsättningar än andra för goda resultat inom exekutiva funktioner, med tanke på de höga krav som grenarna ställer på inhibering, uppdatering, och kognitiv flexibilitet. Dessa idrottare behöver anpassa sig till mycket varierande situationer och registrera med- och motspelarnas rörelser, något som idrottare från statiska och avbrytande grenar inte behöver i samma utsträckning, eller inte alls (Vestberg m.fl., 2012, 2017). Den här studiens utfall gällande skillnader mellan grenar kan därför antas bero på barns tillsvärdare låga nivå av expertis och kognitiv specialisering, men också samplets begränsade storlek och barnens val av huvudgren, som i sin tur ledde till indelning i två kategorier (individuella och laggrenar), istället för tre (strategiska, avbrytande och statiska grenar).

5.4 Studiens brister

Ett större sampel och indelning i strategiska, avbrytande och statiska grenar skulle sannolikt ha varit mer utslagsgivande, för att få mer distinkta skillnader mellan variablerna och möjligen en större varians i exekutiva funktioner mellan kategorierna. Barnens ålder på 9 – 12 år kan på så vis antas spela en roll i hur tydligt och på vilket vis exekutiva funktioner tog sig uttryck i denna studies Flanker- och N-back-test. De centrala exekutiva funktionerna mognar nämligen i sen barndom och under puberteten, och anses vara fullt utvecklade kring 19 års ålder (Huizinga m.fl., 2006; Luna m.fl., 2004; Vestberg m.fl., 2017). I den här studien kunde inget orsakssamband fastställas mellan träning och kognition, utan hypotetiskt sett kan barn med starkare kognitiva färdigheter eller gynnsammare socioekonomisk bakgrund oftare ha sökt sig mot, eller blivit uppmuntrare till, att idrotta mer än sina gelikar.

Enligt Green och Bavelier (2003) är personer som ofta spelar tv-spel bättre på att stänga ut distraktorer Flanker-kompatibilitetstest än andra, vilket tyder på bättre koncentration. Det kan ha inverkat på denna studies utfall, och bör kontrolleras för i vidare studier. Standardiserade test för modersmåls- och matematikfärdigheter skulle ha varit att föredra framom skolbetyg av validitetsskäl, men användes inte i denna studie p.g.a. resursbrist (Schmidt m.fl., 2017). Tester för fysisk kapacitet, som konditionstest eller syreupptagstest skulle ha kunnat ge mer exakt och aktuell information om barnens fysiska förmåga, framom självrapporterad träningsmängd

(Esteban-Cornejo m.fl., 2016; Chaddock-Heyman m.fl. 2016; Diamond, 2000, Faught m.fl., 2017; Matsson m.fl., 2016). Även om olika slags N-back-test tidigare användes uteslutande som ett mått på arbetsminne, har den rollen på senare tid blivit ifrågasatt (Jaeggi m.fl.; Cowan, 2001; Kane m.fl., 2007; Oberauer, 2005). N-back-test kräver enligt en del studier mestadels respons baserad på igenkännande, där testpersonen väljer ut målobjekt från välbekanta sekvenser, något som inte är lika starkt relaterat till arbetsminne som exempelvis seriell återkallelse (Kane m.fl., 2007).

5.5 Konklusion och förslag till vidare forskning

Den här studien visar att barn i 9 – 12 års ålder som tränar mer har bättre betyg i matematik och modersmål än sina jämnåriga. På basen av det kan man föreslå mer deltagande i organiserade och tillräckligt utmanande idrottsaktiviteter, för att skapa en stark grund för mångsidig utveckling av barns kognitiva egenskaper. I studien framkommer också att det finns samband mellan exekutiva funktioner och skolbetyg hos barnen. Barn med bra uppdatering presterar bättre i modersmål, medan barn med bättre inhibering presterar bättre i matematik. Sambanden mellan olika exekutiva funktioner och skolprestationer indikerar att träning av specifika egenskaper vid ung ålder kan gynna akademiska prestationer i framtiden. Lekar, spel och träning som specifikt fokuserar på utvecklingen av inhibering och uppdatering kan föreslås som stöd för barns framgång i matematik och modersmål. Interventioner, fritidsaktiviteter och läroplaner kan utvecklas utifrån göra det. Framtida studier skulle kunna ha nytta av ett större sampel med möjlighet till indelning i mer utslagsgivande grenkategorier med större skillnad sinsemellan i fråga om kognitiva krav. Det skulle kunna ge mer utförlig information om vilka träningsformer som påverkar vilka exekutiva funktioner. Alternativt skulle man vid vidare forskning kunna spjälka upp fysisk träning i olika mätbara delmoment, för att tydligare kunna skilja olika slags träning åt och få mer distinkta oberoende variabler. Longitudinella studier av samma fenomen skulle möjligtvis kunna påvisa orsakssamband och ge resultat som är mer användbara och pålitliga på lång sikt.

Litteraturförteckning

Adolph, K. E., & Franchak J. M. (2017). The development of motor behavior. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 8. (1-2). <https://doi.org/10.1002/wcs.1430>. doi:10.1002/wcs.1430.

Alves, H., Voss, M., Boot, W., Deslandes, A., Cossich, V., Inacio Salles, J., & Kramer, A. (2013). Perceptual-cognitive expertise in elite volleyball players. *Frontiers in Psychology*, 4. <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00036>

Anderson V., Jacobs R, & Anderson P. (2008) *Executive functions and the frontal lobes: A lifespan perspective*. New York: Taylor & Francis.

Barnes, M., Raghubar, K., Faulkner, H., & Denton, C. (2014). The construction of visual-spatial situation models in children's reading and their relation to reading comprehension. *Journal of Experimental Child Psychology*, 119, 101–111. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jecp.2013.10.011>

Berchicci, M., Lucci, G., & Di Russo, F. (2013). Benefits of Physical Exercise on the Aging Brain: The Role of the Prefrontal Cortex. *Journals Gerontol Ser A*, 68(11):1337–41. <https://doi.org/doi:10.1093/gerona/glt094>

Bernstein, N. A. (1996). Dexterity and its development. In: *Latash ML, Turvey MT ed. Dexterity and its development*. Mahwah NJ: Erlbaum, 3-2berns44. <https://doi.org/10.1002/wcs.1430>.

Bianco, V., Di Russo, F., Perri, R. L., & Berchicci, M. (2017). Different proactive and reactive action control in fencers' and boxers' brain. *Neuroscience*, 343 (Supplement C), 260-268. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2016.12.006>

Blair, C. (2016). Developmental science and executive function. *Curr. Direct. Psychol. Sci.* 25, 3–7. <https://doi.org/10.1177/0963721415622634>

Borella, E., Carretti, B., & Pelegrina, S. (2010). The specific role of inhibition in reading comprehension in good and poor comprehenders. *Journal of Learning Disabilities*, 43(6), 541–552. <https://doi.org/10.1177/0022219410371676>

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. https://doi.org/10.1207/S15326942DN1903_3

Bull, R., & Lee, K. (2014). Executive functioning and mathematics achievement. *Child Development Perspectives*, 8(1), 36–41. <https://doi.org/10.1111/cdep.12059>

Cain, K. (2006). Individual differences in children's memory and reading comprehension: An investigation of semantic and inhibitory deficits. *Memory*, 14(5), 553–569. <https://doi.org/10.1080/09658210600624481>

Carson, V., Hunter, S., Kuzik, N., Wiebe, S. A., Spence, J. C., Friedman, A., & Hinkley, T. (2016). Systematic review of physical activity and cognitive development in early childhood. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19, 573–578. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.07.011>

Chaddock, L., Hillman, C. H., Pontifex, M. B., Johnson, C. R., Raine, L. B., & Kramer, A. F. (2012). Childhood aerobic fitness predicts cognitive performance one year later. *Journal of Sports Sciences*, 30(5), 421–430. <https://doi-org.ezproxy.vasa.abo.fi/10.1080/02640414.2011.647706>

Chaddock-Heyman, L., Erickson K. I., Chappell, M. A., Johnson C. L., Kienzler C., Knecht. A., Drollette E. S., Raine, L. B., Scudder, M. R., Kao, S., Hillman, C. H., & Kramer, A. F. (2016). Aerobic fitness is associated with greater hippocampal cerebral blood flow in children. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 20, 52–58. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2016.07.001>

Chan, J. S. Y., Wong, A. C. N., Liu, Y., Yu, J., & Yan, J. H. (2011). Fencing expertise and physical fitness enhance action inhibition. *Psychology of Sport and Exercise*, 12, 509–514. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2011.04.006>

Conway, A. R. A., Kane, M. J., Bunting, M. F., Hambrick, D. Z., Wilhelm, O., & Engle, R. W. (2005). Working memory span tasks: a methodological review and user's guide. *Psychonomic Bulletin and Review*, 12, 769–786. <https://doi.org/10.1016/10.3758/BF03196772>

DeLuca, C., Wood, S. J., Anderson, V., Buchanan, J. A., Proffitt, T., & Mahony, K. (2003). Normative data from CANTAB: Development of executive function over the lifespan. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 25, 242–254.

Davidson, M. C., Amso, D., Anderson, L. C., & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, 44(11), 2037–2078. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.02.006>

Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64:135±68. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>

Diamond, A. (2000). Close interrelation of motor development and cognitive development and of the cerebellum and prefrontal cortex. *Child Dev.* 71, 44–56. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00117>

Diamond, A. (2002). Normal development of prefrontal cortex from birth to young adulthood: Cognitive functions, anatomy, and biochemistry. In D. T. Stuss & R. T. Knight (Eds.), *Principles of frontal lobe function*, (pp.466–503). London, UK: Oxford University Press.

Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64(1), 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>

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 (SupplementC), 34-48. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2015.11.005>

Ericsson, I., & Karlsson, M. K. (2014). Motor skills and school performance in children with daily physical education in school--a 9-year intervention study. *Scandinavian Journal Of Medicine & Science In Sports*, 24(2), 273–278. <https://doi-org.ezproxy.vasa.abo.fi/10.1111/j.1600-0838.2012.01458.x>

Ericsson, K. A., Charness, N., Feltovich, P., & Hoffman, R. R. (2006). *Cambridge handbook of expertise and expert performance*. Cambridge, UK: Cambridge Univer. Press.

Esteban-Cornejo, I., Martinez-Gomez, D., Garcia-Cervantes, L., Ortega, F. B., Delgado-Alfonso, A., Castro-Piñero, J., & Veiga, O. L. (2017). Objectively measured physical activity during physical education and school recess and their associations with academic performance in youth: The UP&DOWN study. *Journal of Physical Activity & Health*, 14(4), 275–282. <https://doi-org.ezproxy.vasa.abo.fi/10.1123/jpah.2016-0192>

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, 469-483. <https://doi.org/10.1123/jsep.31.4.469>

Espy, K. A. (2004). Using developmental, cognitive, and neuroscience approaches to understand executive control in young children. *Developmental Neuropsychology*, 26:379–84. https://doi.org/10.1207/s15326942dn2601_1

Faught, E. L., Ekwaru, J. P., Gleddie, D., Storey, K. E., Asbridge, M., & Veugelers, P. J. (2017). The combined impact of diet, physical activity, sleep and screen time on academic achievement: a prospective study of elementary school students in Nova Scotia, Canada. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s12966-017-0476-0>

Frederiksen, K. S., Verdelho, A., Madureira, S., Bänzner, H., O'Brien, J. T., Fazekas, F., & Waldemar, G. (2015). Physical activity in the elderly is associated with improved executive function and processing speed: the LADIS Study. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 30, 744–750. <https://doi.org/10.1002/gps.4220>

Friso-van den Bos, I., van der Ven, S. H. G., Kroesbergen, E. H., & van Luit, J. E. H. (2013). Working memory and mathematics in primary school children: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 10, 29–44. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.05.003>

Fuhs, M. W., & McNeil, N. M. (2013). ANS acuity and mathematics ability in preschoolers from low-income homes: Contributions of inhibitory control. *Developmental Science*, 16, 136–48. <https://doi.org/10.1111/desc.12013>

Furley, P., & Memmert, D. (2010). Differences in spatial working memory as a function of team sports expertise: The Corsi Block-tapping Task in sport psychological assessment. *Perceptual and Motor Skills*, 110, 801–808. <https://doi.org/10.2466/pms.110.3.801-808>

Furley, P., & Memmert, D. (2011). Studying cognitive adaptations in the field of sport: Broad or narrow transfer? A comment on Allen, Fioratou, and McGeorge (2011). *Perceptual and Motor Skills*, 113, 481–488. <https://doi.org/10.2466/05.23.PMS.113.5.481-488>

Gajewski, P. D., Hanisch, E., Falkenstein, M., Thönes, S., & Wascher, E. (2018). What Does the n-Back Task Measure as We Get Older? Relations Between Working-Memory Measures and Other Cognitive Functions Across the Lifespan. *Frontiers in Psychology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02208>

Gallahue, D. L., & Ozmun, J. C. (2002) Motor Development: A theoretical model. *Understanding motor development: infants, children, adolescents, adults* (5th ed.). New York: McGraw-Hill, 2002.

Gibson, E. J. (1988). Exploratory behavior in the development of perceiving, acting, and the acquiring of knowledge. *Annual Review of Psychology*, 39(1), 1–42. <https://doi.org/10.1146/annurev.ps.39.020188.000245>

Gibson, E. J. (1994). Has psychology a future? *Psychological Science*, 5(2):69–76. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.1994.tb00633.x>

Gimbert, F., Camos, V., Gentaz, E., & Mazens, K. (2019). What predicts mathematics achievement? Developmental change in 5- and 7-year-old children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 178, 104–120. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2018.09.013>

Goldstein, L. B. (2006). Neurotransmitters and motor activity: effects on functional recovery after brain injury. *NeuroRx* 3, 451–457. <https://doi.org/10.1016/j.nurx.2006.07.010>

Green, C. S., & Bavelier, D. (2003). Action video game modifies visual selective attention. *Nature*, 423(6939), 534–537. <https://doi.org/10.1038/nature01647>

Guenther, R. K., & Guenther, R. K. (1998). *Human cognition*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Hammond, C., Potenza, M., & Mayes, L. (2012). “Development of impulse control, inhibition, and self-regulatory behaviors in normative populations across the lifespan,” in *The Oxford Handbook of Impulse Control Disorders*, eds J. E. Grant and M. N. Potenza (New York, NY: Oxford University Press), 232–244.

Hestbaek L., Andersen S. T., Skovgaard T., Olesen L. G., Elmose M., Bleses D., Andersen S. C., Lauridsen H. H. (2017). Influence of motor skills training on children’s development evaluated in the Motor skills in PreSchool (MiPS) study-DK: study protocol for a randomized controlled trial, nested in a cohort study. *Trials*, 18(1):400. <https://doi.org/10.1186/s13063-017-2143-9>.

Huijgen, B. C. H., Leemhuis, S., Kok, N. M., Verburgh, L., Oosterlaan, J., Elferink-Gemser, M. T., & Visscher, C. (2015). Cognitive functions in elite and sub-elite youth soccer players aged 13 to 17 years. *PLoS ONE*, 10, e0144580. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144580>

Huizinga, M., Dolan, C. V., & van der Molen, M. W. (2006). Age-related change in executive function: Developmental trends and a latent variable analysis. *Neuropsychologia*, 44, 2017–2036. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.01.010>

Iglesias-Sarmiento, V., López, N., & Rodríguez, J. L. R. (2015). Updating executive function and performance in reading comprehension and problem solving. *Anales de Psicología*, *31*(1), 298–309.

Jacobson, J., & Matthaues, L. (2014). Athletics and executive functioning: How athletic participation and sport type correlate with cognitive performance. *Psychology of Sport and Exercise*, *15*, 521-527. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2014.05.005>

Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Perrig, W. J., & Meier, B. (2010). The concurrent validity of the N-back task as a working memory measure. *Memory*, *18*(4), 394–412. <https://doi.org/10.1080/09658211003702171>

Kane, M. J., Conway, A. R. A., Miura, T. K., & Colflesh, G. J. (2007). Working memory, attention control, and the N-back task: A question of construct validity. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition*, *33*(3), 615-622. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.33.3.615>

Karolinska Institutet. (2016). *MeSH-termer*. Hämtad 2015-09-15 från <https://mesh.kib.ki.se>

Keen, R. (2011). The development of problem solving in young children: A critical cognitive skill. *Annual Review of Psychology*, *62*:1-21. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.031809.130730>.

Kieffer, J., Vukovic, R. K., & Berry, D. (2013). Roles of attention shifting and inhibitory control in fourth-grade reading comprehension. *Reading Research Quarterly*, *48*, 333–348. <https://doi.org/10.1002/rrq.54>

Konstabel, K., Veidebaum, T., Verbestel, V., Moreno, L. A., Bammann, K., Tornaritis M., Eiben G., Molnár, D., Siani A., Sprengeler, O., Wirsik N., Ahrens W., & Pitsiladis, Y., (2014). Objectively measured physical activity in European children: the IDEFICS study. *International Journal of Obesity*, *38*(S2), S135–S143. <https://doi.org/10.1038/ijo.2014.144>

Koutsandréou F., Wegner M., Niemann C., & Budde H. (2016). Effects of Motor versus Cardiovascular Exercise Training on Children's Working Memory. *Medicine and Science in Sports and Exercise* *48*(6):1144±52. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000869> PMID: 26765631

Koziol, L. F., Budding, D., Andreasen, N., D'Arrigo, S., Bulgheroni, S., & Imamizu, H. (2014). Consensus paper: the cerebellum's role in movement and cognition. *Cerebellum*, *13*, 151–177. <https://doi.org/10.1007/s12311-013-0511-x>

Kramer, A. F., Hahn, S., Cohen, N. J., Banich, M. T., McAuley, E., Harrison, C. R., Chason, J., Vakil, E., Bardell, L., Boileau, R. A., & Colcombe, A. (1999). Ageing, fitness and neurocognitive function. *Nature*, *400* (6743): <https://doi.org/418-419>. 10.1038/22682

Krenn, B., Finkenzeller, T., Würth, S., & Amesberger, G. (2018). Sport type determines differences in executive functions in elite athletes. *Psychology of Sport and Exercise*, *38*, 72-79. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2018.06.002>

Lehto, J. E., Juujärvi, P., Kooistra, L., & Pulkkinen, L. (2003). Dimensions of executive functioning: Evidence from children. *British Journal of Developmental Psychology*, *21*, 59-80. <https://doi.org/10.1348/026151003321164627>

Leibovich, T., & Ansari, D. (2016). The symbol-grounding problem in numerical cognition: A review of theory, evidence and outstanding questions. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, *70*, 12-23. <https://doi.org/10.1037/cep0000070>

Leisman, G., Moustafa, A. A., & Shafir, T. (2016). Thinking, walking, talking: integratory motor and cognitive brain function. *Public Health*, *4*:94. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00094>

Leshem, R. (2016). Using dual process models to examine impulsivity throughout neural maturation. *Developmental Neuropsychology*, *41*, 125-143. <https://doi.org/10.1080/87565641.2016.1178266>

Leshem, R., & Yefet, M. (2019). Does impulsivity converge distinctively with inhibitory control? Disentangling the cold and hot aspects of inhibitory control. *Personality and Individual Differences*, *145*, 44-51. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2019.03.003>

Leshem, R., De Fano, A., & Ben-Soussan, T. D. (2020). The Implications of Motor and Cognitive Inhibition for Hot and Cool Executive Functions: The Case of Quadrato Motor Training. *Frontiers in Psychology*, *11*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00940>

Lubans D. R., Morgan P. J., Cliff D.P., Barnett L. M., & Okely A. D. (2010). Fundamental movement skills in children and adolescents: review of associated health benefits. *Sports Medicine*, *40*(12):1019-1035. <https://doi.org/10.2165/11536850-000000000-00000>.

Lubin, A., Vidal, J., Lanoë, C., Houdé, O., & Borst, G. (2013). Inhibitory control is needed for the resolution of arithmetic word problems: A developmental negative priming study. *Journal of Educational Psychology*, *105*, 701-708. <https://doi.org/10.1037/a0032625>

Lubin, A., Regrin, E., Boulc'h, L., Pacton, S., & Lanoë, C. (2016). Executive Functions Differentially Contribute to Fourth Graders' Mathematics, Reading, and Spelling Skills. *Journal of Cognitive Education & Psychology*, *15*(3), 444–463. <https://doi-org.ezproxy.vasa.abo.fi/10.1891/1945-8959.15.3.444>

Lyon, G. R., & Krasnegor, N. A. (Eds.). (1996). *Attention, memory, and executive function*. Baltimore: Brookes.

Marchetti, R., Forte, R., Borzacchini, M., Vazou, S., Tomporowski, P., & Pesce, C. (2015). Physical and motor fitness, sport skills and executive function in adolescents: A moderated prediction model. *Psychology*, *6*, 1915-1929. <https://doi.org/10.4236/psych.2015.614189>

Mattsson, M. C., Jansson, E., & Hagströmer, M., (2016). Fysisk aktivitet – begrepp och definitioner. *FYSS 2017*. <http://www.fyss.se/fyss-kapitel/fyss-kapitel-del-1-allman-del/>

McAuley, E., & Elavsky, S. (2008). Self-efficacy, physical activity, and cognitive function. In W. W. Spirduso, L. W. Poon, & W. Chodzko-Zajko (Eds.), *Exercise and its mediating effects on cognition*. (Vol. 2, pp. 69–84). Champaign, IL: Human Kinetics.

Megías, P., & Macizo, P. (2015). Simple arithmetic development in school age: The coactivation and selection of arithmetic facts. *Journal of Experimental Child Psychology*, *138*, 88–105. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.04.010>

Meng, F.-W., Yao, Z.-F., Chang, E. C., & Chen, Y.-L. (2019). Team sport expertise shows superior stimulus-driven visual attention and motor inhibition. *PLOS ONE*, *14*(5), e0217056. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217056>

Michel, E., Molitor, S., & Schneider, W. (2019). Motor Coordination and Executive Functions as Early Predictors of Reading and Spelling Acquisition. *Developmental Neuropsychology*, *44*(3), 282–295. <https://doi-org.ezproxy.vasa.abo.fi/10.1080/87565641.2019.1584802>

Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, *24*, 167–202. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.24.1.167>

Miranda, M. I. (2007). Changes in neurotransmitter extracellular levels during memory formation, in *Neural Plasticity and Memory: from Genes to Brain Imaging*, ed. F. Bermúdez-Rattoni (Boca Raton, FL: CRC Press), 129–156.

Miyake, A., Friedman N. P., Emerson M. J., Witzki A. H., Howerter A., & Wager T. D. (2000) The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1):49±100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734> PMID: 10945922

Miyake, A. (2001). Individual differences in working memory: introduction to the special section. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130, 163–168. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.130.2.163>

Moreau, D., Morrison, A. B., & Conway, A. R. A. (2015). An ecological approach to cognitive enhancement: Complex motor training. *Acta Psychologica*, 157, 44–55. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2015.02.007>faught

Neagu, N. (2010). *Teoria și practica activității motrice umane* (Theory and practice of human motor activity). Univ Press. Târgu Mureș.

Nikolaidis, A., Baniqued, P. L., Kranz, M. B., Scavuzzo, C. J., Barbey, A. K., Kramer, & A. F., Larsen, R. J. (2016). Multivariate Associations of Fluid Intelligence and NAA. *Cerebral Cortex*, 27 (4): 2607–2616. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhwo70>

Nouwens, S., Groen, M. A., & Verhoeven, L. (2016). How storage and executive functions contribute to children's reading comprehension. *Learning and Individual Differences*, 47, 96–102. <https://doi.org/org/10.1016/j.lindif.2015.12.008>

Olive, T. (2011). Working memory in writing. In V. W. Berninger (Ed.), *Past, present, and future contributions of cognitive writing research to cognitive psychology* (pp. 485–503). New York, NY: Psychology Press.

Peng, P., Sha, T., & Li, B. (2013). The deficit profile of working memory, inhibition, and updating in Chinese children with reading difficulties. *Learning and Individual Differences*, 25, 111–117. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2013.01.012>

Pesce, C., Masci, I., Marchetti, R., Vazou, S., Sääkslahti, A., & Tomporowski, P. D. (2016). Deliberate play and preparation jointly benefit motor and cognitive development: mediated and moderated effects. *Frontiers in Psychology*, 7:349. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00349>

Piaget J. (1954). *The construction of reality in the child*. New York: Basic Books.

Rabbitt, P. (Ed.). (1997). *Methodology of frontal and executive function*. Hove, UK: Psychology Press.

Rac-Lubashevsky, R., & Kessler, Y. (2016). Decomposing the n-back task: an individual differences study using the reference-back paradigm. *Neuropsychologia*, *90*, 190–199. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2016.07.013>

Rencher, A. C. (2002). *Methods of Multivariate Analysis* (2nd ed.). John Wiley & Sons, Inc.

Roebbers, C. M., & Schneider, W. (2005). Individual differences in young children's suggestibility: The role of working memory, executive functions, and theory of mind. *Cognitive Development*, *20*, 427–447.

Sanders, A. F., & Lamers, J. M. (2001). The Eriksen flanker effect revisited. *Acta Psychologica*, *109* (41-56). [https://doi.org/10.1016/S0001-6918\(01\)00048-8](https://doi.org/10.1016/S0001-6918(01)00048-8)

Schmid, F., & Schmidt, R. (2007). Multivariate conditional versions of Spearman's rho and related measures of tail dependence. *Journal of Multivariate Analysis*, *98*(6), 1123–1140. <https://doi.org/10.1016/j.jmva.2006.05.005>

Schmidt, M., Egger, F., Benzing, V., Jäger, K., Conzelmann, A., Roebbers, C. M., & Pesce, C. (2017). Disentangling the relationship between children's motor ability, executive function and academic achievement. *PLOS ONE*, *12*(8), 1–19. <https://doi-org.ezproxy.vasa.abo.fi/10.1371/journal.pone.0182845>

Scudder, M. R., Drollette, E. S., Szabo-Reed, A. N., Lambourne, K., Fenton, C. I., Donnelly, J. E., & Hillman, C. H. (2016). Tracking the relationship between children's aerobic fitness and cognitive control. *Health Psychology*, *35*(9), 2016, pp. 967–978. <https://doi.org/10.1037/hea0000343>

Serrien, D. J., Ivry, R. B., & Swinnen, S. P. (2007). The missing link between action and cognition. *Progress in Neurobiology*, *82*(2), 95–107. <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2007.02.003>

Servant, M., & Logan, G. D. (2019). Dynamics of attentional focusing in the Eriksen flanker task. *Attention, Perception, & Psychophysics*. <https://doi.org/10.3758/s13414-019-01796-3>

Slusher, A. L., Patterson, V. T., Schwartz, C. S., & Acevedo, E. O. (2018). Impact of high intensity interval exercise on executive function and brain derived neurotrophic factor in healthy college aged males. *Physiology & Behavior*, *191*, 116–122. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2018.04.018>

- Smith, E. E., & Jonides, J. (1999). Storage and executive processes in the frontal lobes. *Science*, *283*, 1657–1661.
- Starkes, J. L., & Ericsson, K. A. (Eds.) (2003). *Expert performance in sports: recent advances in research on sport expertise*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Stein, M., Auerswald, M., & Ebersbach, M. (2017). Relationships between motor and executive functions and the effect of an acute coordinative intervention on executive functions in kindergartners. *Frontiers in Psychology*, *8*:859. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00859>
- Sternberg, R. J., & Grigorenko, E. L. (Eds.) (2003). *The psychology of abilities, competencies, and expertise*. Cambridge, UK: Cambridge Univer. Press.
- St. Clair-Thompson, H. L., & Gathercole, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *59*(4), 745–759. <https://doi.org/10.1080/17470210500162854>
- Tabachnick, B.G. & Fidell, L. S. (2006) *Using multivariate statistics*. 5th Edition, Allyn and Bacon, Boston.
- Tomporowski, P. D., McCullick, B. A., Pesce, C. (2015). *Enhancing children's cognition with physical activity games*. Champaign: Human Kinetics.
- Tomporowski, P.D., McCullick B., Pendleton D.M., Pesce C. (2015). Exercise and children's cognition: The role of exercise characteristics and a place for metacognition. *Journal of Sport and Health Science*, *4*. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2014.09.003>
- Tomporowski, P. D., & Pesce, C. (2019). Exercise, sports, and performance arts benefit cognition via a common process. *Psychology Bulletin*. *145*:929. <https://doi.org/10.1037/bul0000200>
- Tulbure-Andone, R. E., Neagu, N., & Alexandru Szabo, D. (2020). Comparative study on the development of the motor skill (strength) through the circuit method versus dynamic games in physical education classes. *Health, Sports & Rehabilitation Medicine*. Vol. *21*, no. *4*, 223–230.
- Vestberg, T., Gustafson, R., Maurex, L., Ingvar, M., & Petrovic, P. (2012). Executive functions predict the success of top-soccer players. *PLOS ONE*, *7*, e34731. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0034731>

Vestberg, T., Reinebo, G., Maurex, L., Ingvar, M., & Petrovic, P. (2017). Core executive functions are associated with success in young elite soccer players. *PLOS ONE*, 12(2), e0170845. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170845>

Van der Sluis, S., de Jong, P. F., & van der Leij, A. (2004). Inhibition and shifting in children with learning deficits in arithmetic and reading. *Journal of Experimental Child Psychology*, 87(3), 239–266. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2003.12.002>

Williams, A. M., & Hodges, N. J. (Eds.) (2004). *Skill acquisition in sport: research, theory and practice*. London, UK: Routledge. Pp. 231-258.

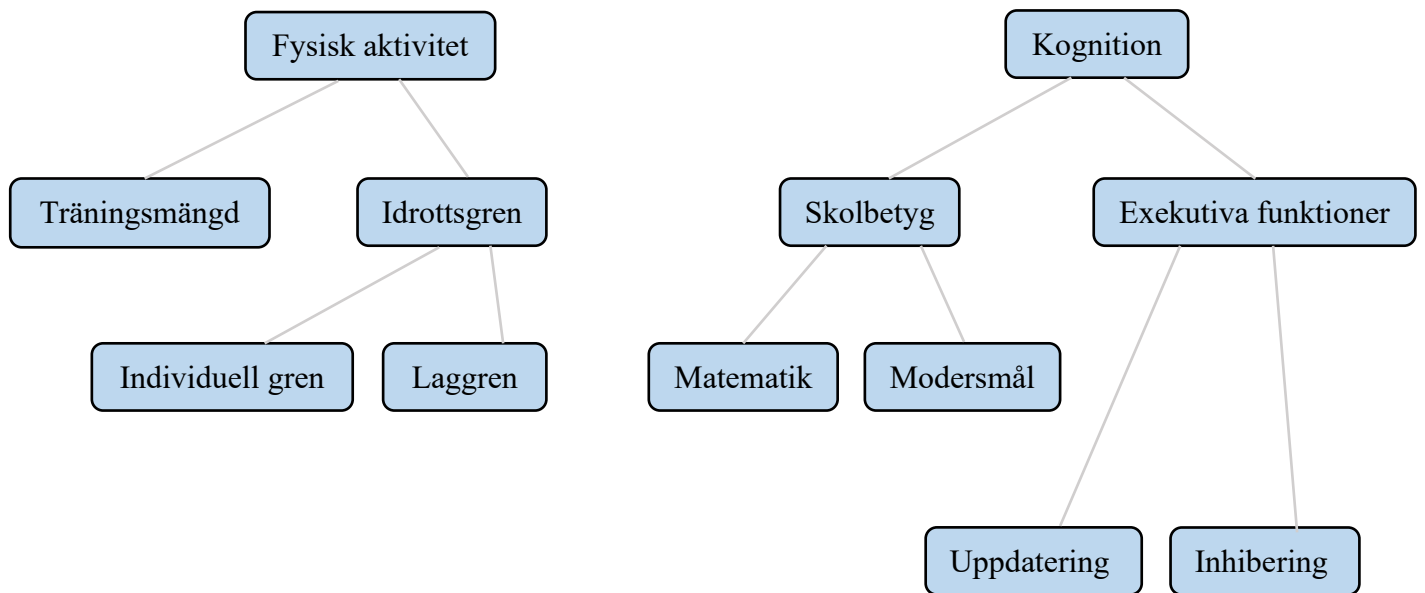
Winter, B., Breitenstein, C., Mooren, F. C., Voelker, K., Fobker, M., & Lechtermann, A. (2007). High impact running improves learning. *Neurobiology of Learning and Memory*, 87, 597–609. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2006.11.003>

Wu, C.-T., Pontifex, M. B., Raine, L. B., Chaddock, L., Voss, M. W., Kramer, A. F., & Hillman, C. H. (2011). Aerobic fitness and response variability in preadolescent children performing a cognitive control task. *Neuropsychology*, 25(3), 333–341. <https://doi.org/10.1037/a0022167>

Zelazo P.D., & Carlson S.M. Hot and cool executive function in childhood and adolescence: Development and plasticity. *Child Development Perspectives*, 6(4):354±60. <https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2012.00246.x>

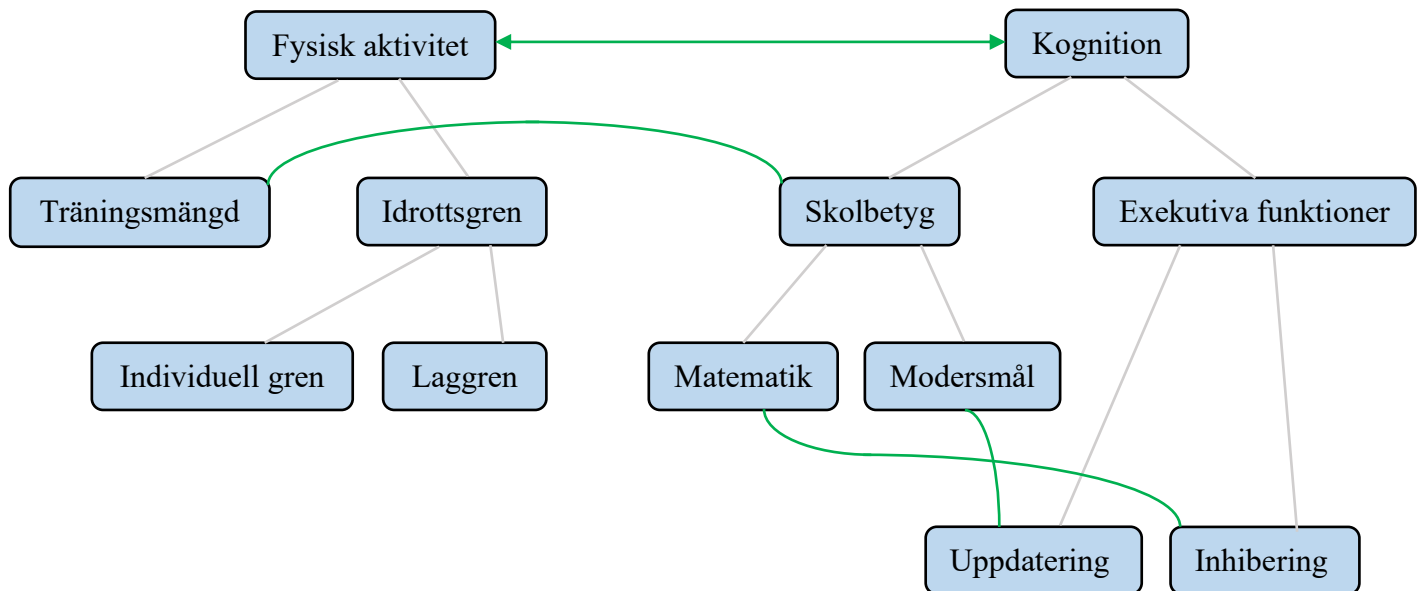
Figur 1

Fysisk aktivitet och kognition, med underkategorierna som undersöktes i denna avhandling.



Figur 2

De samband som upptäcktes mellan träningsmängd och skolbetyg, matematik och inhibering, samt modersmål och uppdatering; underkategorier till fysisk aktivitet och kognition.



Bilaga 1: Enkät för träning, skolbetyg och resultat i Flanker- och N-back-test.

Välj rätt alternativ:

Jag idrottar och min viktigaste idrottsgren är: _____

Jag idrottar inte _____

Träningsmängd per vecka (timmar och minuter): _____

Mitt senaste vitsord i modersmål: _____

Mitt senaste vitsord i matematik: _____

Flankertest. Fyll i siffrorna från ditt test i de tomma rutorna.

Flanker Type	Accuracy	Avg RT	Number of Trials
Compatible			16
Incompatible			16
None			32

N-Backtest. Fyll i siffrorna från ditt test i de tomma rutorna.

Stim Type	N-Back	Block Number	Trial Type	Accuracy	Avg RT	Number of Trials
Strings	1	1	Target			10
Strings	1	1	Distractor			40
Strings	2	2	Target			10
Strings	2	2	Distractor			40

