

TRÄNINGSMÄNGDENS BETYDELSE VID DATORSTÖDD
ARBETSMINNESTRÄNING FÖR NIO- TILL TRETTONÅRIGA BARN

Joel Eriksson

Anna Fladvad

Handledare: Lilianne Eninger
Biträdande handledare: Carin Tillman
PSYKOLOGEXAMENSUPPSATS 2011
STOCKHOLMS UNIVERSITET
PSYKOLOGISKA INSTITUTIONEN

TRÄNINGSMÄNGDENS BETYDELSE VID DATORSTÖDD ARBETSMINNESTRÄNING FÖR NIO- TILL TRETTONÅRIGA BARN

Joel Eriksson och Anna Fladvad

Låg arbetsminneskapacitet hos barn medför ofta svårigheter med att lära sig läsa, skriva, räkna och problemlösa. Barnen kan även uppfattas som disträa och glömska. Datorstödd arbetsminnesträning har visats förbättra prestationer dels på programspecifika och generaliserade arbetsminnestester samt tros påverka beteende. Denna studie utreder huruvida träningsmängd, mätt i antal repetitioner och tid, påverkar träningsutfallet. 23 barn med undergenomsnittlig arbetsminneskapacitet inkluderades. Av dessa randomiserades 22 barn till att antingen utföra 42 eller 84 repetitioner fördelade på sex övningar med självjusterande svårighetsgrad i arbetsminnetränningsprogrammet "Minneslek Flex". Barnen tränade antingen i skola (n=6) eller hemma (n=16) vid minst 22 tillfällen under en fem- till sexveckors period. Fem avhopp skedde i det längre programmet. 17 barn kom att delta i eftermätningarna. Arbetsminneskapaciteten förbättrades signifikant av träningen. Träningsmängden hade inte någon påverkan på denna förbättring. Några beteendeförändringar kunde inte heller skönjas. Fynden indikerar att en mindre träningsmängd räcker med möjlig implikation att fler barn potentiellt kan uppskatta att ta del av dylik träning.

Datorstödd arbetsminnesträning är ett nytt och relativt starkt kommande fenomen med en första pilotstudie publicerad 2002(Klingberg, Forssberg, & Westerberg, 2002). Efter detta har forskningsmängden på området sakta ökat och idag finns ett tiotal studier. Utifrån dessa helt eller delvis offentligt finansierade forskningsprojekt har två svenska datorprogram tagits fram, vilka senare kommit att kommersiellt lanserats av privata bolag till skolor runt om i Sverige. De företag som skapat programmen uppgav att de fram till 2009 har använts av ca 10000 skolbarn vardera (SBU Alert, 2009). Hur väl arbetsminnesträning slår ut verkar vara beroende av träningsmängd. Där en studie till exempel funnit ett positivt signifikant samband mellan antal träningstillfällen och prestation på test som mäter flytande intelligens. (Jaeggi, Buschkuhl, Jonides & Perrig, 2008). Det finns dock fortfarande ett stort frågetecken kring exakt hur mycket träning som verkligen måste genomföras varje dag för att träningseffekter ska uppnås. För de flesta studier som undersökt effekterna av arbetsminnesträning har låtit sina deltagare träna 25 gånger à 30 till 40 minuter, fördelat över fem veckor utan att närmare problematisera kring den dagliga träningsmängden. Signifikanta förbättringar har i dessa studier funnits rörande barnens prestationer på olika arbetsminnestest. Men, signifikanta förbättringar har även påvisats i en studie med förskolebarn som endast tränade 15 minuter dagligen. Antal träningsdagar och veckor hållet lika (Thorell,

Lindqvist, Bergman, Bohlin & Klingberg, 2009). En enkel jämförelse mellan dessa olika studier kan dock inte göras eftersom de dels har undersökt olika populationer, och dels har använt något olika träningsprogram. Hitintills har ingen studie gjorts där population och program hållits lika, och där endast den dagliga träningsmängden tillåtits att variera.

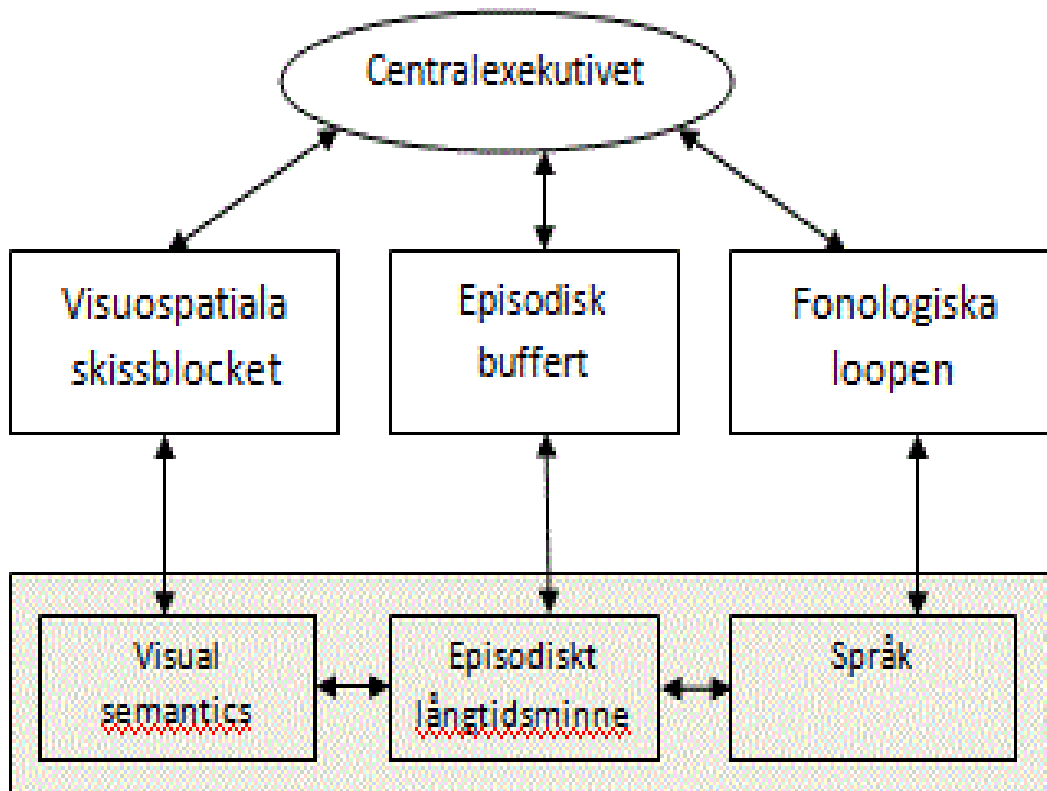
Det är även fortfarande oklart exakt vad som varit de verksamma komponenterna i datorprogrammen (Jaeggi, 2008). Förbättringar av arbetsminnesträning har dock setts gällande deltagarnas olika typer av arbetsminne. Förändringarna har syns i deras förmåga att hålla kvar och manipulera såväl visuospatial (rumslig) som auditiv (verbal) information i minnet, deras förmåga till komplext resonering (problemlösning) och/eller ökad förmåga till responsinhibering (hämma konkurrerande impulser). Intressant nog hade många av de förbättrade arbetsminneskomponenterna inte explicit tränats på i datorprogrammets övningar (Holmes, Gathercole & Dunning, 2009; Klingberg, 2002; Klingberg, et al., 2005).

Arbetsminnet

Arbetsminnet beskrivs ofta som förmågan att minnas nyligen intagen information och bearbeta denna genom att exempelvis kasta om siffror eller ordna hörda ord i en viss ordning. Arbetsminnet kan definieras och konceptualiseras olika beroende på vilken synvinkel och teoretisk bakgrund man har. Tidigare dominant modeller beskrev minnet som ett enhetligt system, men detta skulle komma att ändras i och med utvecklingen av Baddeley och Hitchs (1974) multikomponentsmodell. Inledningsvis bestod modellen av ett centralexekutiv vars främsta uppgift är att styra fokus på vad som ska inkodas respektive två slavsystém: den fonologiska loopen och det visuospatiala skissblocket. Senare tillkom den episodiska bufferten vilket hanterar mer komplex episodisk information. Dessa fyra delkomponenter hämtar och lagrar även information till långtidsminnet (Baddeley, 2000). Arbetsminnet definierades av Baddeley (2000) som "ett system i hjärnan som tillfälligt tillhandahåller lagring och manipulation av den information som krävs för komplexa kognitiva uppgifter såsom språkförståelse, inlärning och resonering" (sid. 418).

Centralexekutivet är den centrala delen av arbetsminnet och är ett uppmärksamhetsstyrande system som koordinerar pågående aktiviteter. Ytterligare funktioner är att kvarhålla och bearbeta information, hämta och aktivera information från långtidsminnet samt sälla bort irrelevant information (Andersson, 2008). Den fonologiska loopens består av två komponenter: ett "lager" som håller akustisk eller talbaserad information mellan en och två sekunder samt den artikulatoriska kontrollprocessen som möjliggör tyst repetition för att hålla information aktiv i fonologiska lagret en längre tidsperiod. Utöver det översätts där också visuellt presenterad information till fonologisk dito. När den visuella informationen sedan är översatt kan den också repeteras som när vi först läser en portkod tyst upprepar siffrorna för oss själva och sedan knappar in koden (Baddeley, 1992). Det visuospatiala skissblocket tros bestå av flera komponenter med olika uppgifter. I nuläget är det oklart hur många komponenterna är men två brukar lyftas fram. En av komponenterna hanterar visuella representationer av objekt och den andra hanterar objekts rumsliga placering. Skissblocket tros ha en motsvarande roll som fonologiska loopens tillägnad visuellt, spatial och kinestetisk information (Baddeley, 2007). När mångfacetterad

information från dessa slavsystem har integrerats i centralexekutivet är det i den episodiska bufferten som information från långtidsminnet även adderas. Där fogas all information ihop till sammanhängande händelsekedjor (episoder) och lagras på nytt i form av kognitiva representationer till långtidsminnet. Medveten uppmärksamhet tros vara det främsta sättet att komma åt informationen och den episodiska buffertens funktion tros underlätta problemlösning (Baddeley, 2000).



Figur 1. Modell över arbetsminnet. De ljusa fälten utgör arbetsminnet och de skuggade delarna långtidsminnet (Baddeley, 2000).

Tidigare benämndes arbetsminne som korttidsminne och tänktes ha två funktioner: att lagra information för ett par sekunder och att sedan överföra informationen till långtidsminnet för längre lagring. Idag används huvudsakligen termen arbetsminne vilket innefattar korttidslagring och högre kognitiva funktioner såsom problemlösning och manipulation av den information som lagrats (Engle, Kane & Tuholski, 1999). De gånger man använder båda termerna samtidigt syftar termen korttidsminne till den enbart informationshållande funktionen (vilket i Baddeleys modell innebär skissblocket, loopen och den episodiska bufferten) medan termen arbetsminne refererar till den mer ansträngande samt medvetna informationsbearbetningen som sker med större delaktighet av centralexekutivet (Westerberg, 2004).

Utvecklingen av arbetsminnet

Arbetsminnets kapacitet ökar drastiskt mellan fyra och åtta års ålder för att sedan fortsätta att utvecklas i mer måttlig takt fram till 14 års ålder (Farrell Pagulayan et al. 2006; Gathercole, Pickering, Ambridge, & Wearing, 2004; Nichelli, & Bulgheroni, 2001). Utvecklingen av de tre slavsystemen (fonologiska loopen, visuospatiala

skissblocket och episodiska bufferten) sker parallellt (Gathercole, 2004). Om än i något olika takt och med olika kapacitetsförbättringar (Nichelli, & Bulgheroni, 2001).

Hos småbarn har den fonologiska loopen främst en lagrande funktion fram till sju års ålder då spontan upprepning börjar ske mer återkommande (Gathercole, & Hitch, 1993). Möjligheten till tyst upprepning av verbal information tros vara bidragande till att barnets verbala arbetsminneskapacitet ökar eftersom det möjliggör kvarhållande av mer material i det fonologiska lagret (Gathercole, 2004). Även arbetsminneskapaciteten för visuellt presenterat material blir mycket större under de tidiga skolåren med en markant start från sju års ålder. Från att barnet endast förlitat sig på det visuospatiala skissblocket för att minnas föremåls fysiska egenskaper kan de alltmer använda sig av den fonologiska loopen - något som i sin tur beror på en utveckling av förmågan att omvandla visuell information till ett fonologisk dito (Hitch, Halliday, Schaafstal & Schraagen, 1998). I regel klarar barn av att hålla ungefär en och en halv fler informationsenheter (exempelvis siffror) i det verbala arbetsminnet jämfört med det spatiala (Nichelli, & Bulgheroni, 2001). Vidare verkar inga könsskillnader förekomma mellan flickor och pojkars arbetsminnesutveckling (Farrelli Pagulayan, 2006; Nichelli, & Bulgheroni, 2001).

Att testa arbetsminnet

Att skapa arbetsminnestest som enbart kan mäta korttidsminne eller arbetsminne är svårt. Det beror på att ett test som för vuxna enbart sätter lagringkapaciteten på prov för barn kan innebära en betydande mental ansträngning. Därmed skulle det testet mer spegla barnets arbetsminneskapacitet (Westerberg, 2004). Oavsett svårigheter brukar testen ändå kategoriseras utifrån huruvida det till störst del kräver kortfällig lagring (korttidsminne) av information eller om det kräver mer medvetet bearbetning (arbetsminne med inblandning av centralexekutivet) samt om de mäter visuospatiala (visuospatiala skissblocket) eller auditiva förmågor (fonologiska loopen) (Martinussen, & Tannock, 2006). En uppdelning som är i linje med Baddeley och Hitchs flerkomponentsmodell (Baddeley, 2000). Generellt anses även uppgifter som kräver framlänges repetition mäta korttidsminne medan uppgifter som kräver repetition baklänges anses mäta arbetsminnet med dess centralexekutiva komponent (Martinussen, & Tannock, 2006).

Arbetsminnets koppling till akademisk prestation

Skolmiljön ställer stora krav på ett gott arbetsminne eftersom individen där ständigt ställs inför nya inlärningssituationer. I den miljön blir den egna problemlösningsförmågan avgörande för hur väl det enskilda barnet kommer att klara sig. Problemlösningsförmåga antas vara beroende av välutvecklade exekutiva förmågor - förmågor som i sin tur till stor del är beroende av arbetsminneskapaciteten (Martinussen, Hayden, Hogg-Johnson, & Tannock, 2005). Skillnaden i arbetsminneskapacitet mellan barn i en och samma klass kan vara stor. I en klass med 30 sexåringar kommer den tiondel av barnen som har svagast arbetsminne att prestera i nivå med en genomsnittlig fyra och ett halvtårning, vilket står i bjärt kontrast mot den tiondel av barnen med starkast arbetsminne vars prestationer motsvarar en genomsnittlig nio och ett halvtårning (Alloway, 2006). För inlärningssammanhanget som skolan utgör är detta givetvis en mycket stor skillnad. Av de barn vars arbetsminne tillhör den lägsta tiondelen kommer dessutom 80 % av dessa att ha betydande

svårigheter med att lära sig läsa och skriva och/eller lära sig matematik (Gathercole, & Alloway, 2008).

Barn med inlärningssvårigheter har också svårare att identifiera vad en matematikuppgift som endast angetts i ord går ut på jämfört med yngre barn som i övrigt befinner sig på samma nivå gällande läsförståelse och matematikkunskaper. Detta samband kan förklaras med att arbetsminnet inte riktigt räcker till (Swanson, & Sachse-Lee, 2001). På motsvarande vis har andra studier funnit att de barn som presterat bäst på matematiktester också har varit de barn som haft en högre arbetsminneskapacitet jämfört med sina jämnåriga kamrater. Dessa barn höll sig även i större utsträckning till en och samma minnesstrategi när de ställdes inför nya problem. Barnen som hade ett bättre auditivt arbetsminne valde ofta subvokal repetition som strategi medan de barn som hade ett starkt visuospatialt arbetsminne ofta valde en strategi som tog till vara på sin styrka. Förutom vikten av att välja en strategi i linje med ens styrka pekar studien på att vetskapen om vad som är en lämplig strategi spelar roll i sammanhanget - något som avgjorde hur väl barnen klarade av att välja en korrekt strategi för att kunna lösa olika matematiska uppgifter (Keeler & Swanson, 2001). Det här kan ses stärka uppfattningen om att arbetsminnet är som viktigast under den första inlärningsfasen för att sedan avta i betydelse ju mer kunskaperna har kodas in i långtidsminnet och blivit automatiserade (Geary, 2004). Ett svagt arbetsminne påverkar även förmågan till nyinläring av språk och språkförståelse. Bland annat har man i studier sett att barn med svagt arbetsminne ofta har svårigheter att utifrån en textsammanhang sluta sig till vad nya ord de stöter på betyder. Vidare påverkade avståndet mellan det nya ordet och ledtråden till ordets betydelse dessa barn mycket mer i jämförelse med barn vars arbetsminne är inom normalspannet (Cain, Lemmon, & Oakhill, 2004).

Utifrån intresset att bättre kunna förutspå vilka barn som riskerar att få svårt att tillgodogöra sig skolans undervisning har det börjat forskas på om arbetsminnestester är användbara för ändamålet. Fokus för denna skolpsykologiska forskning är huruvida utfall på arbetsminnestester korrelerar med resultat på nationella prov och med skolans vanliga nivåbestämmande tester. I en longitudinell studie där engelska skolbarn följdes från fem år till sju års ålder fann man signifikanta måttliga till starka samband mellan arbetsminnestest och resultat på nationella prov. Där barnens testprestationer vid fem års ålder korrelerade positivt med uppnådd grad av läsförståelse, skrivande och stavning vid sju års ålder (Gathercole, Brown & Pickering, 2003). Gathercole, Pickering, Knight och Stegmann (2004) påvisade även att när barn delats in i tre nivågrupper utifrån nationella provresultat samt lärarbedömningar fanns signifikanta skillnader mellan grupperna rörande arbetsminnets centralexecutiva aspekt. För både sjuåringar och fjortonåringar tillhörande den högsta nivågruppen presterade signifikant bättre på arbetsminnestesten än barnen i mellannivågruppen. Mellannivågruppen presterade i sin tur betydligt bättre än barnen i de lägsta nivågrupperna. För gruppen med fjortonåringar återkom även mönstret mellan tillhörande nivågrupp och de arbetsminnestester som mäter den fonologiska loopen. Ett starkt samband fanns även hos barn i sju års ålder mellan arbetsminneskapacitet och uppnådd färdighet i engelska och matematik. Speciellt tydligt var sambandet mellan resultat på komplexa arbetsminnestester och uppnådd färdighetsnivå i dessa skolämnen. Även i gruppen med fjortonåringar fanns ett samband mellan resultat på komplexa arbetsminnestest och uppnådd färdighet i

matematik och naturvetenskap (Gathercole, Pickering, Knight, & Stegmann, 2004). Sammantaget kan kopplingen mellan förmåga till matematiskt resonerande och arbetsminne ses som väl underbyggd, där både verbalt och spatialt arbetsminne (Maybery & Nhi, 2003; Keeler, & Swanson, 2001), centralexecutivet (Gathercole, Pickering, 2004; Swanson & Sachse-Lee, 2001) och den fonologiska loopen (Swanson & Sachse-Lee, 2001) har lyfts fram som viktiga delkomponenter. Arbetsminnet har också sammankopplats starkt med ett barns förmåga till läsförståelse (Cain, 2004).

Arbetsminne och beteende

Barn i fem- respektive elvaårsåldern som på arbetsminnestest presterat under den tionde percentilen skattades av sina lärare vara mycket lätt distraherade med svårigheter gällande att kunna kvalitetsbedöma sitt arbete, problemlösning och att kvarhålla riktat uppmärksamhetsfokus (Alloway, Gathercole, Kirkwood, & Elliott, 2009a). Detta är i linje med Martinussen och Tannock (2006) vilka fann att uttryck för uppmärksamhet (men inte hyperaktivitet eller impulsivitet) korrelerade med lägre resultat på auditiva, visuospatiala och centralexecutiva mått oberoende av ålder, kognitiv verbal förmåga samt läs- och språkförmåga. Denna bild förstärks ytterligare av en studie där lärare skattade barn med ADHD och barn med arbetsminnessvårigheter. De båda grupperna uppvisade beteendeproblem i klassrummet men med två separata uppmärksamhetsprofiler - barnen med arbetsminnessvårigheter karaktäriserades främst av svårigheter med att planera och organisera information medan barnen med ADHD främst karaktäriserades av hyperaktiva och oppositionella beteenden likväl som av deras svårigheter med att inhibera, växla och kontrollera känsloläge (Alloway, Gathercole, Holmes, Place, Elliott & Hiltons, 2009).

Effekter av datorstödd arbetsminnesträning

De flesta studier med datorstödd arbetsminnesträning har gjorts med barn med ADHD, eftersom arbetsminnesproblem anses vara ofta förekommande vid denna problematik (Klingberg, 2002). Ett svagt arbetsminne tros också vara en central orsak till dessa barns avvikande beteende så som att vara ouppmärksamma och agera impulsivt. I en första pilotstudie fann Klingberg, Forssberg, & Westerberg (2002) att barn och ungdomar mellan sju och femton år med ADHD (n=7) som tränade sitt arbetsminne med strukturerad och datorstödd arbetsminnesträning, signifikant förbättrade sitt arbetsminne jämfört med en kontrollgrupp. Dels skedde en signifikant förbättring på det i programmet tränande uppgifter och dels på de inte explicit tränade uppgifterna som involverade visuospatialt arbetsminne och komplext resonerande.

Samma forskargrupp genomförde 2005 en större studie baserad på den första pilotstudien med barn mellan sju och tolv år som diagnosticerats med ADHD (n=53) vilka tränade med arbetsminnesprogrammet i 25 dagar (m= 25.3, sd=2.2) i cirka 40 minuter per gång. Hälften av barnen randomiserades till en interventionsgrupp där träning skedde med ett program med självjusterande svårighetsgrad, medan barnen i kontrollgruppen tränade med samma datorprogram på en låg och konstanthållen svårighetsgrad. Jämfört med kontrollgruppen förbättrades barnen i interventionsgruppen signifikant rörande studiens huvudsakliga utfallsmått och på de test som mätte auditivt arbetsminne, responsinhibering och komplext resonerande. Föräldrarna till dessa barn skattade också en lägre frekvens av ADHD-symtom hos sina barn. Utifrån dessa resultat drog forskargruppen dels slutsatsen att det dels går att förbättra sitt arbetsminne,

och dels att beteendeförändringen hos barnen antagligen berodde på en förbättrad förmåga till responsinhibering och resonering (Klingberg, et al. 2005). Minskningar i lärarskattade ADHD-symptom hos barn som deltagit i arbetsminnesträning återfanns även i en studie där barn mellan åtta och tio år genomgick 25 dagars arbetsminnesträning i skolmiljö (Mezzecappa & Buckner, 2010). I ytterligare en studie där farmakologisk behandling och ovan nämnda datorprogram för arbetsminnesträning jämfördes som behandlingsinsats för barn med ADHD (n= 25) mellan åtta och elva år fann man att barnen förbättrades med båda insatserna. Dock påverkade och förbättrade inte interventionerna samma arbetsminneskomponenter - den medicinska behandlingen förbättrade enbart det visuospatiala arbetsminnet medan arbetsminnesträningen ledde till förbättringar rörande samtliga och även tidigare otränade arbetsminneskomponenter. De positiva träningseffekterna associerade med centalexekutivet bestod dessutom vid en uppföljning sex månader efter det att träningen hade avslutats (Holmes et al., 2009). Andra positiva resultat kunde skönjas i en studie av Holmes, Gathercole, och Dunning (2009) som undersökte 22 barn med svagt arbetsminne (men inte nödvändigtvis med diagnostiserad uppmärksamhets- eller hyperaktivitetsproblematik). De fann att strukturerad träning både väsentligt och ihållande förbättrade barnens auditiva och visuospatiala kortidsminne samt det visuospatiala arbetsminnet. Dessa förbättringar var så pass stora att nästan alla barn efter avslutad träning presterade på en genomsnittlig nivå för sin åldersgrupp. Dessutom sågs förbättringar rörande barnens matematiska förmåga vid sexmånadersuppföljningen. Detta får stöd av St. Clair-Thompson, Stevens, Hunt och Bolder (2010), vilka genomförde en arbetsminnesträningstudie med barn i åldern fem till åtta år (n= 144) där den aktiva gruppen tränade med ett datorprogram som lär ut arbetsminnesstrategier i 30 minuter, två gånger i veckan under sex till åtta veckor. Dessa barn förbättrade signifikant sina resultat på tester som avsåg mäta funktionen av arbetsminnets fonologiska loop och centalexekutiv. Dessutom förbättrades även deras förmåga till huvudräkning, att följa instruktioner och allmänna klassrumsbeteende.

I en svensk studie där förskolebarn (n=17) mellan fyra och fem år tränade med datorprogram som antingen innehöll visuospatiala arbetsminnesuppgifter eller inhiberingsuppgifter fann man signifikanta förbättringar för båda grupperna jämfört med en aktiv kontrollgrupp. Barnen tränade i genomsnitt 23 tillfällen fördelade på fem veckor i cirka 15 minuter varje gång. De barn som tränat på visuospatiala arbetsminnesuppgifter förbättrades signifikant på de tränade arbetsminnesuppgifterna, men också på tidigare otränade tester av spatialt och auditivt arbetsminne samt förbättrade sin uppmärksamhetsförmåga. De barn som tränade på inhiberingsuppgifter förbättrades långsiktigt på två av tre av de tränade uppgifterna men ingen generaliseringseffekt till andra arbetsminnesuppgifter eller till uppmärksamhetsförmåga skedde. Inget av programmen förbättrade barnens förmåga till inhibering (Thorell, Lindqvist, Bergman Nutley, Bohlin och Klingberg, 2009).

Arbetsminnesträning har också tillämpats för andra populationer och påvisat positiva resultat. Bland annat har datorstödd arbetsminnesträning visat sig förbättra vuxna strokepatienters arbetsminne (Westerberg et al., 2007) samt visat på signifikanta förbättringar för patienter med hjärnskada, där resultaten stod sig även vid uppföljning 20 veckor senare (Lundqvist, Grundström, Samuelsson & Rönnerberg, 2010).

Träningstidens betydelse

I de studier som i dagsläget finns publicerade varierar träningstiden per träningstillfälle betydligt. I majoriteten av studierna är tiden för varje enskilt träningstillfälle mellan 30 till 40 minuter och träningen pågår vanligen tre till sju dagar i veckan under en period av fyra till sju veckor (Dahlin, Nyberg, Bäckman, & Stigsdotter Neely, 2008; Holmes, et al. 2009; Holmes, 2009; Klingberg et al., 2005; St. Clair-Thompson, 2010). Undantaget är en svensk studie där träningstiden var på 15 minuter per dag, fem dagar i veckan under fem veckor och som visade på positiva resultat (Thorell, 2009). Hitintills har många barn kommit att avbryta deltagandet i studier med arbetsminnesträning i förtid (SBU Alert, 2009).

Vid framsteg liknande de som rapporterats skulle barn som genomgår datorstödd arbetsminnesträning kunna förbättra sina studieresultat vilket i sin tur skulle kunna ha en positiv effekt både för den enskilde personen och för samhället i stort. Skulle det visa sig att maximal effekt av minnesträning uppnås vid sessioner kortare än de som vanligen rekommenderas kan förhoppningsvis fler barn och ungdomar lockas till att träna. Eftersom arbetsinsatsen i sådana fall i större utsträckning skulle uppfattas stå i god proportion till de möjliga träningsvinster individen kan göra. Barnen får i sådana fall maximalt ut av sin nedlagda tid och får därmed mer tid över till skolarbete och annat som pågår i deras liv. Ytterligare en potentiell förtjänst är att en kortare träningsstid kan tänkas öka motivationen till att delta i ett arbetsminnesträningsprogram när den dagliga tidsinvesteringen nästintill halveras. Skulle det visa sig att ett större antal repetitioner per dag ger en signifikant förbättring än vad hälften ger, bidrar detta till fältet eftersom det skulle påvisa vikten av att säkerställa en tillräcklig (i detta fall större) träningsdos varje dag.

Syfte och frågeställningar

Det övergripande syftet med denna studie var att undersöka träningsmängdens betydelse vid datorstödd arbetsminnesträning för barn mellan nio och tretton år. Till skillnad från majoriteten av tidigare studier riktade sig denna studie till barn med svagt arbetsminne oavsett samtida förekomst av andra diagnoser såsom ADHD eller lätt autismspektrumstörning. Detta gör att denna studie förhoppningsvis kan fylla ett tomrum i förståelsen kring arbetsminnesträning för barn utan diagnosticerad uppmärksamhetsstörning.

Primär frågeställning är huruvida en halvering av mängden utförda repetitioner (och således en halvering av träningstiden) ger en bättre, likvärdig eller sämre effekt på arbetsminneskapaciteten jämfört med 84 repetitioner vid träning en gång om dagen, fem dagar i veckan under fem veckor.

Två sekundära frågeställningar finns. Den ena är huruvida generaliseringseffekter av arbetsminnesträning till beteende sker. Kommer till exempel deltagarna av sina vårdnadshavare upplevas som mer koncentrerade, fokuserade eller ha lättare med att utföra handlingar som sätter arbetsminnet på prov. Den andra är att se om träningen resulterar i en jämn kapacitetsförändring av de olika arbetsminneskomponenterna eller om testerna visar att olika aspekter av minnet förändrats olika mycket.

Metod

En randomiserad kontrollerad studie genomfördes för att undersöka eventuella skillnader i träningseffekt av datorstödd minnesträning beroende på antal genomförda repetitioner per träningstillfälle, fem dagar i veckan under en period på fem veckor (totalt 25 träningstillfällen) med programmet *Minneslek Flex* (LäraMera Program AB, Leripa AB, & Kognitiva Kompaniet, 2010). Studiens upplägg godkändes innan genomförandet av etiknämnden i Stockholm.

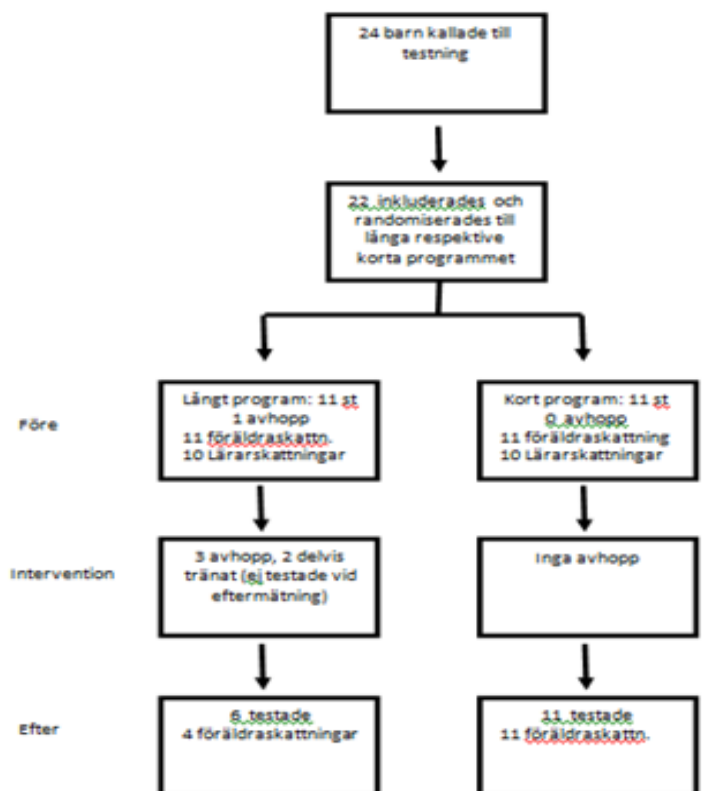
Rekrytering

Barn rekryterades till studien genom skolhälsopersonal och pedagogisk personal på ett antal mellanstadieskolor inom Stockholmsområdet, Uppsala och Lund. I ett första skede kontaktades rektorer i Stockholm och Uppsala via mail för ett första godkännande av studien samt vidarebefordran av informationsbrev (se bilaga 1 och 2) till skolhälsopersonal och specialpedagoger. I Lund skedde den första kontakten direkt med skolhälsopersonal för att sedan komma att förankras med rektorerna. I ett andra skede skickades ett informationsbrev (se bilaga 3) angående studien till vårdnadshavarna till de barn som av specialpedagoger, klasslärare eller skolpsykologer uppmärksammats som möjliga kandidater. Brevet innehöll en kort beskrivning av studiens syfte, upplägg, inkluderingskriterier samt en talong för föräldrarna att skriva under när de har tagit del av och gett sitt informerade samtycke till studien. Föräldrarna uppmanades i detta brev att kontakta undersökningsledarna för vidare information och intresseanmälan.

Undersökningsdeltagare

Studiens inklusionskriterier var att barnen skulle (a) vara mellan nio och tretton år, (b) prestera under eller lika med skalsteg 9 (vilket innebär under genomsnittligt) på det sammanslagna måttet av WISC-testet Sifferrepetition fram- och baklänges (Wechsler, 2003), (c) uppfattas av sig själva, föräldrar eller skolpersonal som en person vilken har svårigheter med arbetsminnesrelaterade uppgifter, (d) förstå talad svenska obehindrat, samt att de (e) inte kunde förutse praktiska hinder för att delta.

Exkluderades gjordes barn som tidigare diagnosticerats med (f) genomgripande störning i utvecklingen, undantaget Aspergers syndrom eller lättare autismspektrumstörning enligt diagnoskriterierna i DSM-IV (American Psychiatric Association, 2000), (g) hade tränat med annat arbetsminnesprogram inom det senaste året räknat baklänges från träningsstart, samt (h) har förändrat



Figur 2. Schematisk bild av studiedesignen samt deltagarflöde under studiens gång.

eventuell psykofarmakologisk behandling två månader innan eller under studiedeltagande då detta kan ha stor påverkan på barnets prestation gällande koncentration och minnesförmåga.

Tjugofyra potentiella undersökningsdeltagare screenades genom testning med WISC-testen Sifferrepetition fram- och baklänges (Wechsler, 2003). Samtliga screenade barn uppfyllde kriterium (b). För att nå en hög ekologisk validitet exkluderades inte barn på grund av samtidig stabiliserad medicinering eller för annan än ovan angiven somatisk eller psykiatrisk komorbiditet.

Tjugotre barn uppfyllde samtliga inklusionskriterier och randomiserades till att ingå i någon av de två betingelserna. Ett av dessa barn valde att inte inleda träningen vilket medförde att totalt 22 barn påbörjade arbetsminnesträningen. Av dessa var femton pojkar och sju flickor.

Tabell 1. Deltagarkaraktäristika för de barn som inledde arbetsminnesträningen uppdelade efter programtillhörighet.

Deltagare	Kort träning	Lång träning	Totalt
Flickor	3	4	7
Pojkar	8	7	15
ADHD-diagnos	0	0	0
Uppmärksamhetsstörning	2	0	2
Autismspektrumstörning	1	0	1
Extrastöd i skolan	10	5	15
Dyslexi	1	1	2
Sen språkutveckling	0	1	1
Ålder, genomsnitt	10 år 6 mån	10 år 3 mån	10 år 5 mån

Procedur

Varje förälder kontaktade undersökningsledarna varpå ett första testtillfälle och informationsmöte bokades med de barn som mötte inklusionskriterierna. Varje barn som kom att delta fullt ut i studien testades vid två tillfällen med Corsi Block Tapping Task, Bolltestet, Childrens' Size Ordering Task, Word Span samt WISC-IV-testerna Sifferrepetition framlänges, Sifferrepetition baklänges, Bokstavs-siffer-serier samt Aritmetik. Testledarna var vid tillfället psykologkandidater vid Stockholms Universitet.

Vid första testtillfället uppmanades föräldrarna att välja en tid utifrån vetskapen om när deras barn var som piggast för att minimera trötthetspåverkan. En och en halv timme avsattes till testningen som genomfördes i ett enskilt rum med endast testledare och barnet närvarande, med en kort paus schemalagd i mitten. Faktisk testtid varade i genomsnitt 38,5 minuter. Under tiden som barnen testades fyllde föräldrarna vid första tillfället i ett frågeformulär bestående av tre skattningsskalor och bakgrundsuppgifter (se bilaga 4). Föräldrarna informerades även om arbetsminnesträning, om upprättandet av ett belöningschema och visades programmet. För de föräldrar vars barn tränades på skoltid kom testtillfället och informationstillfället att delas upp i två separata möten. De

barn som inkluderades i studien randomiserades sedan till antingen det långa (n=11) eller kortare (n=11) programmet. Inom i snitt 4,2 (sd= 0,68) dagar från första testtillfället startade sedan den 25 tillfällen långa träningsperioden.

Barnen med det långa programmet genomförde 84 repetitioner av träningsuppgifterna per dag medan barnen som tränade med det korta programmet genomförde hälften så många repetitioner per dag (vilket i praktiken innebar cirka 35 respektive 18 minuters träning), fem dagar i veckan under fem veckor. De uppgifter som barnen gjorde var av samma typ och med samma design i båda grupperna, med den enda skillnaden att grupperna tränade olika mycket. Träningen genomfördes antingen hemma med föräldrarna som träningsledare (n=17), med både skolans specialpedagog och förälder (n=1) eller på skolan tillsammans med en psykologkandidat (n=5).

Eftermätningen skedde så snart som möjligt efter avslutad träning (m= 7 dagar, sd= 0,98) och planerades att ske vid ungefär samma tidpunkt som den första. Varje barn kom att återtestas av samma testledare som vid föremätningen i syfte att minimera eventuella testledareffekter. Skattningsformulär fylldes även i av vårdnadshavarna i samband med återtestningen. Vid både för- och eftermätning ombads föräldrarna att lämna ett kortare frågeformulär bestående av två skattningsformulär (se bilaga 5) till en lärare eller annan pedagogisk personal som arbetat med barnet i skolan att fylla i.

Utfallsmått

För att underlätta jämförelsen mellan studiedeltagarnas resultat på de olika testen skapades fem index över utfallsmåtten. För att konstruera dessa index söktes med Spearmans rangkorrelationskoefficient efter de starkaste korrelationerna mellan samtliga testresultat (både för- och eftermätningar), och utifrån denna sökning skapades dessa index. Vid sammanslagning av de enskilda testresultaten till index z-transformerades först råpoängen. Dessa transformerade resultat adderades sedan och summan dividerades med antalet ingående tester för att få en genomsnittlig poäng.

Visuospatialt korttidsminne

Undersökningsdeltagarnas visuospatiala korttidsminne mättes med Corsi Block Tapping Task (Farrell Pagulayan et al., 2006) vars testmaterial består av 10 plastblock som är fästa på en bräda, 28 x 21cm i ett oregelbundet mönster. Testet går ut på att testledaren först med sin penna pekar på de olika blocken i en viss ordningsföljd, och efter det upprepar undersökningsdeltagaren samma peksekvens. Svårigheten i testet ökas genom att sekvenserna växer från två till nio block i följd. På varje nivå administreras alltid fyra omgångar av peksekvenser. Om barnet klarar de första fyra omgångarna går man vidare till nästa nivå, men om barnet inte klarar de fyra första omgångarna administreras en femte omgång. Testet avbryts när barnet gett fel svar på en nivå's samtliga omgångar. Som utfall användes den högsta nivån på vilken barnet korrekt angav minst en korrekt peksekvens vilket betraktades som ett mått på barnets maximala visuospatiala kapacitet.

Visuospatialt arbetsminne

Det visuospatiala arbetsminnet mättes med Bolltestet (Tillman, 2008). I testet presenteras till utseendet lika badbollor på en blank datorskärm. Bollarna varierar i storlek (från 0.4-2.0 cm i diameter) och barnets uppgift är att först sortera badbollarna i

storleksordning för att sedan med start från den minsta bollens placering klicka på de ställen där bollarna tidigare har presenterats på skärmen. Svårighetsnivån sträcker sig från två till sex stycken bollar på olika positioner och tre omgångar administreras på varje nivå. För att få tillräckligt med data administrerades alltid de sju första omgångarna (upp till fyra badbollar). En poäng ges för varje sekvens av två bollar som återgavs i korrekt ordning, vilket gör att en omgång med fyra badbollar kan ge upp till tre poäng. Spännvidden i resultatet som betraktas som ett mått på arbetsminneskapacitet beräknades som summan av totalt antal uppnådda poäng i samtliga omgångar. Testreliabilitet har i tidigare studier varit på 0.72.

Auditivt korttidsminne

Det auditiva korttidsminnet mättes med Sifferrepetition fram- och baklänges och Word span. Sifferrepetition framlänges- och baklänges är ett deltest i WISC-IV (Wechsler, 2003) där summan av de båda testen översattes till skalpoäng i syfte att se om barnen mötte inklusionskriterium (b). Word span (Thorell, & Wåhlstedt, 2006) går ut på att barnen ska upprepa sekvenser av ord och administreras på samma vis som deltestet sifferrepetition framlänges från WISC-IV. Barnen får sekvenser av ord upplästa för att sedan återge dessa i samma ordningsföljd. Svårighetsnivån går från sekvenser bestående av två till sju ord och på varje nivå administreras två omgångar. Testet avbryts när barnen misslyckas att korrekt återge båda omgångarna. En poäng ges för varje korrekt återgiven ordsekvens och sedan räknas totalsumman ut.

Testens utfall z-transformerades efter det att sambandet mellan rådata från testerna beräknats med Spearmans rangkorrelationskoefficient. En stark positiv korrelation fanns mellan Sifferrepetition framlänges och Word span, $r=.74$, $n=17$, $p <.001$ medan Sifferrepetition baklänges korrelerade med Word span $r=.46$, $n=17$, $p <.006$ men inte med sifferrepetition framlänges $r=.30$, $n=17$, $p <.082$. Således kom endast sifferrepetition framlänges och Word span att indexeras till ett utfallsmått kallat auditivt korttidsminne.

Auditivt arbetsminne

Barnens auditiva arbetsminne mättes med Childrens' Size Ordering Task och med Bokstavs-siffer-serier. Childrens' Size Ordering Task är ett modifierat test av word span där ett antal objekt läses upp för barnen som sedan ska återge dessa verbalt till testledaren utifrån objektens inbördes storleksordning med start från den minsta till den största. Svårighetsnivån sträcker sig från sekvenser bestående av två till sju objekt. På varje nivå administreras två omgångar. En poäng ges för varje parsekvens som återgetts i rätt ordningsföljd. På det viset ger en omgång med fyra objekt upp till tre poäng (McInerney, Hramok, & Kerns, 2005). Bokstavs-siffer-serier är ett deltest från WISC-IV (Wechsler, 2003) som går ut på att siffror och bokstäver blir upplästa för barnet som sedan ska återge dessa genom att först säga siffrorna i storleksordning från den minsta till den största för att sedan återge bokstäverna i alfabetisk ordning. Innan testet administrerades första gången ombads barnen att räkna till tio och rabbla alfabetet. För varje korrekt sekvens ges barnet ett poäng. Utfallsmått för både Childrens' Size Ordering Task och Bokstavs-siffer-serier var totalt antal uppnådda poäng. En stark positiv korrelation fanns mellan dessa variabler, $r=.64$, $n=17$, $p <.0001$.

Matematisk problemlösningsförmåga

Den matematiska problemlösningsförmågan mättes med Aritmetik vilket är ett deltest från WISC-IV (Wechsler, 2003) med hög ekologisk validitet som sätter det auditiva arbetsminnet på prov likväl som barnets matematiska problemlösningsförmåga. Alla frågor administrerades verbalt utan några visuella hjälpmedel och i stigande svårighetsgrad, där de 25 första frågorna endast kräver kunskaper i addition och subtraktion, medan senare uppgifter kräver att barnet behärskar mer matematiskt kunnande och förmåga att tänka i flera led. Varje korrekt besvarad fråga ger en poäng och testutfall är den adderade poängen.

Beteendemått

Beteendemåtten utgjordes av tre skattningsformulär: Childhood Executive Function Inventory (CHEXI) (Thorell, & Nyberg, 2008) och ADHD rating scale – IV (ARS) (DuPaul et al., 1997) som administrerades till både föräldrar och lärare samt Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ) (Goodman, 1997) som enbart administrerades till föräldrarna. Till denna studie användes SDQ och CHEXI (se bilaga 4 och 5).

CHEXI innehåller 28 frågor fördelat på fyra delskalor (inhibering, planeringsförmåga, känsloreglering och arbetsminne) och har visat sig diskriminera väl mellan barn som uppfyller kriterierna för ADHD respektive normal utvecklade. Varje fråga är formulerad så att de speglar barnens svagheter och kan besvaras med ”stämmer inte alls”, ”stämmer sällan”, ”stämmer ibland/ ibland inte”, ”stämmer ganska bra” samt ”stämmer mycket bra”. Frågorna poängsätts från noll till fem i ovan nämnd ordning. (Thorell, Eninger, Brocki & Bohlin 2010). I studien tillämpades formuläret då det ringar in olika typer av exekutivt fungerande och exekutiv kontroll. I denna studie användes medelvärdet för samtliga items vid den statistiska analysen.

SDQ innehåller 25 frågor med fem delskalor (prosocialt beteende, hyperaktivitet, emotionella symtom, uppförandeproblem och problem med jämnåriga) som samtliga utgörs av fem frågor var. Tio av frågorna är formulerade så att de speglar barnens styrkor, 14 frågor är formulerade så att de speglar svagheter och en fråga är neutralt formulerad. Varje fråga kan besvaras ”stämmer inte”, ”stämmer delvis” eller ”stämmer helt” och poängsätts från noll till två. Varje delskala kan som minst ge noll och som mest tio poäng. För varje delskala är gränsvärdet för klinisk relevans satt vid 90:e percentilen undantaget delskalan prosocialt beteenden vars gränsvärde är satt vid 10:e percentilen. Ett resultat som passerar gränsvärdet ger en identifikation på trolig förekomst av psykiatrisk störning. En totalskattning av svårigheter beräknas också genom att alla av delskalorna utom den prosociala adderas. Summan av detta resulterar sedan i en möjlig poäng mellan 0 och 40 där en högre poäng indikerar en större grad av svårigheter i beteende och i relationer till andra. För svenska gränsvärden tillämpades de normer som Smedje, Broman, Hetta, & von Knorring (1999).

Datorprogram för arbetsminnesträning

Alla barn använde sig av Minneslek Flex Junior (Läramera Program AB; Leripa AB; Kognitiva Kompaniet AB, 2010) som vid studiens start ännu inte kommit att lanseras kommersiellt. Datorprogrammet är en vidareutveckling av Minneslek Junior som syftar till att träna arbetsminnet enligt samma principer som andra arbetsminnesprogram vilka

har gett positiva resultat (Backman & Truedsson, 2008; Klingberg, et al., 2005; Thorell, Lindqvist, Bergman, Bohlin, & Klingberg, 2008, Ivarsson, & Strohmayer, 2010). Barnen i studien tränade antingen hemma med sin förälder som träningsledare eller på skolan tillsammans med en vuxen.

Minneslek Flex Junior består av totalt tio olika övningar som alla är tänkta att utveckla arbetsminnet hos den som övar. Inför studien anpassades programmet genom att sex av de tio övningarna valdes ut till att ingå i studien. De övningar som valdes bort gjordes så på grund av att de i hög grad liknade någon av de övningar som behölls i kombination med att de hade en barnsligare design vilket kanske tilltalar yngre barn än studiens undersökningsdeltagare. Varje övning presenterades i fyra olika utföranden med olika grafiska tema ("bondgård", "stad", "dinosaurier" och "cirkus"), och dessa teman slumpades över träningsperioden så att varje tema presenterades i lika stor utsträckning, vilket maximerade variationen mellan de olika övningarna.

Under varje dag av träningsperioden slutförde barnen samtliga sex övningar, och för att skapa skillnad i den sammanlagda träningsdos barnet fick reglerades antalet repetitioner av varje övning så att gruppen med kortare träningstid (M=18 min) utförde sju repetitioner av varje övning medan gruppen med den längre träningstiden (M=35 min) utförde 14 repetitioner per övning. Totalt antal repetitioner var för gruppen med kort träningstid 42 stycken och för gruppen med lång träningstid 84 stycken. Den aktiva träningstiden beräknades från det att barnet startade en övning tills att sista repetitionen slutförts.

Det övergripande målet med övningarna var att memorera och sedan återge den ordning i vilken olika objekt presenterades efter kategoritillhörighet (exempelvis siffror och bokstäver var för sig) eller i omvänd ordning, där de två senare uppgifterna ställer större krav på arbetsminnet. Övningarna i programmet presenterades olika gällande layout, vilken typ av objekt som presenterades för barnet, huruvida objekten presenterades auditivt eller visuellt, om objekten förflyttade sig eller inte och **gällande** huruvida de var synliga under presentationen. Ordningen i vilken objekten presenterades för barnen randomiserades i alla uppgifter. Svårigheten i övningarna justerades beroende på barnets prestation genom att antalet objekt i övningarna ökade efter ett givet antal korrekta svar eller sjönk vid ett antal felsvar i rad. I de fall barnen klarade av att återge maximalt antal enheter ombads han eller hon istället att återge de presenterade objekten i omvänd ordning. Denna justering gjordes för att hela tiden optimera belastningen av arbetsminnet och därigenom optimera träningen.

Övningarna

Övning 1 var en visuospatial övning där de objekt som presenteras är lampor vilka parvis placerats i en figur med fyra armar. Dessa lampor lyses sedan upp slumpvis varefter de fyra armarna roterade ett kvarts varv. Barnet **ombads** sedan att återge i vilken ordning lamporna blinkat. Om barnet klarade av att återge maximalt antal lampor **ombads** de att uppge den presenterade ordningen baklänges.

Övning 2 var en visuospatial övning där nio objekt presenterades i tre rader med tre objekt i vardera rad. Ett antal objekt försvann i slumpvis ordning och barnen **ombads** efter detta klicka på de platser där objekten tidigare var i samma ordning som objekten

försvann. Om barnet klarade av att korrekt återge ordningen då samtliga nio objekt skulle upprepas vände övningen och barnet **ombads** uppge objekten i omvänd ordning.

Övning 3 var en visuospatial övning med objekt som innan barnet ombads återge presentationsordningen bytte plats på skärmen. Vidare tillkom vid retentionsuppgiften distraktorer i form av objekt som liknade de som tidigare presenterats. Barnet **ombads** klicka på objekten i samma ordning som de markerats. Vid nio korrekt ihågkomna objekt vände övningen och objekten skulle istället markeras i omvänd ordning.

Övning 4 var en visuospatial övning med fast placerade objekt. Övningen gick ut på att lära in, leta upp och minnas objekt som presenterats upptill i bild. Objektet som skulle komma ihåg visades först upptill i bild för att sedan försvinna. Efter det presenterades ett antal objekt nedtill i bild och det gällde för barnet att avgöra vilka av dessa objekt som var likadana som det som presenterats och klicka på dessa. Inledningsvis var objekten som presenterades vid retentionstillfället mycket olika (som till exempel apelsin och päron) för att sedan bli mer och mer lika (som till exempel apelsin och citron).

Övning 5 var en visuoauditiv övning där objekten först presenterades verbalt utan att visas på skärmen. När objekten sedan blev synliga **ombads** barnet klicka på objekten i den ordning som de blivit upplästa. Vid fem klarade objekt vände övningen och barnet skulle då klicka på objekten i omvänd ordning.

Övning 6 var en visuoauditiv övning med tio objekt fördelade i två olika kategorier (exempelvis "djur" och "grönsaker"). Objekten presenterades verbalt och vartannat presenterat objekt var från den första och vartannat från den andra kategorin. Barnet **ombads** efter presentationen sortera objekten utifrån kategori och efter detta först klicka på de presenterade objekten som tillhörde den första kategorin för att sedan återge de i den andra kategorin.



Figur 3. Tre olika övningar i respektive fyra utföranden. Ovan, vänster till höger: Övning tre (visuoauditiv övning där barnet först får namn på ting upplästa för att sedan klicka på dem) och fyra (visuospatial övning). Nedan: övning sex, visuell övning.

Databearbetning

För att standardisera resultaten från de olika testen z-transformerades samtliga testresultat. En korrelationssökning genomfördes sedan och utifrån detta indexerades testerna. Korrelationer förelåg mellan Childrens Size Ordering Task och Bokstavs-siffer-serier ($r=736$, $p<.001$ samt mellan Wordspan och Sifferrepetition framlänges ($r=636$, $p=0.01$) och dessa kom att indexeras parvis som "Auditivt arbetsminne" respektive "Auditivt korttidsminne". Eftersom Corsi block tapping task och bolltestet ansågs mäta separata aspekter av arbetsminnet indexerades dessa **var och en** till "Visuospatialt korttidsminne" respektive "Visuospatialt arbetsminne". Aritmetik fick utgöra ett eget index då **detta** är ett komplext mått som inte bara mäter arbetsminnesaspekter utan även matematisk förmåga och bildning. Totalt utgjorde således de kognitiva utfallsmåtten fem index som analyserades var och en med 2x2 mixade Anova. Alfa-nivån sattes till 0.01 för att minska risken för typ 1-fel (Field, 2010; Pallant 2007). För analys av beteendeskattningarna CHEXI samt SDQ användes endast föräldraskattningarna. Lärarskattningarna kom inte att användas eftersom för få efterskattningar återsändes. CHEXI respektive SDQ analyserades sedan med två separata 2x2 mixade Anova. Databearbetningen genomfördes med SPSS 19.0.

Resultat

17 barn kom att genomföra eftermätningarna. 22 föräldraskattningars formulär samlades in vid föremätningen och 15 vid eftermätningen. Av lärarskattningarna kom 18 av 23 igen vid föremätningen och 9 av 17 åter vid eftermätningen. Av de sex barn som hoppade av efter träningsperiodens inledning ingick fem i gruppen med långt program och ett i gruppen som tränade med det korta programmet. För medelvärden och standardavvikelser för respektive index, se tabell 2 nedan.

Auditivt korttidsminne

En tvåvägs mixad Anova genomfördes för att undersöka effekten av träningsmängd på deltagarnas resultat på testerna i det auditiva korttidsminnesindex som genomfördes vid för- och eftermätning. Testerna visar att det inte finns någon interaktionseffekt mellan träningsmängd och testtillfällena, Wilks Lambda = ,997, $F(1,15)$, $p = ,827$, partial eta squared = ,003, vilket tyder på att antal repetitioner vid varje träningstillfälle inte hade någon effekt på testresultatet. Det fanns en huvudeffekt för testtillfälle, Wilks Lambda = ,343, $F(1,15)$, $p < ,001$, partial eta squared = ,657 vilket innebär att träningen gett resultat. Det fanns ingen signifikant huvudeffekt av gruppstillhörighet, $F(1,15) = ,079$, $p = ,783$, partial eta squared = ,005.

Auditivt arbetsminne

Ytterligare en tvåvägs mixad Anova genomfördes för att undersöka effekten av träningsmängd på deltagarnas resultat på de två auditiva arbetsminnestest som genomfördes (Childrens Size Ordering Task och Bokstavs-siffer-serier) vid för- och eftermätning. Testerna visar att det inte finns någon interaktionseffekt mellan träningsmängd och testtillfällena, Wilks Lambda = ,979, $F(1,15)$, $p = ,581$, partial eta squared = ,021. Det fanns en huvudeffekt för testtillfälle, Wilks Lambda = ,148, $F(1,15)$, $p < ,001$, partial eta squared = ,852 vilket tyder på att träningen haft effekt. Det fanns ingen signifikant huvudeffekt av gruppstillhörighet, $F(1,15) = 1,887$, $p = ,180$, partial eta squared = ,116.

Visuospatialt korttidsminne

Vidare genomfördes en tvåvägs mixad Anova för att undersöka effekten av träningsmängd på deltagarnas resultat på det visuospatiala korttidsminnestest som genomfördes (Corsi Block Tapping Test). Testerna visar att det inte finns någon interaktionseffekt mellan gruppstillhörighet och testtillfällena, Wilks Lambda = ,819, $F(1,15)$, $p = ,089$, partial eta squared = ,181. Det fanns en huvudeffekt för testtillfälle, Wilks Lambda = ,608, $F(1,15)$, $p = ,007$, partial eta squared = ,392. Det fanns ingen signifikant huvudeffekt av gruppstillhörighet, $F(1,15) = ,826$, $p = ,378$, partial eta squared = ,052.

Visuospatialt arbetsminne

För att undersöka effekten av träningsmängd på deltagarnas resultat på de visuospatiala arbetsminnestest som genomfördes vid för- och eftermätning genomfördes ännu en tvåvägs mixad Anova. Testerna visar att det inte finns någon interaktionseffekt mellan gruppstillhörighet och testtillfällena, Wilks Lambda = ,996, $F(1,15)$, $p = ,805$, partial eta squared = ,004. Det fanns inte heller någon huvudeffekt för testtillfälle, Wilks Lambda = ,923, $F(1,15)$, $p = ,282$, partial eta squared = ,077. Det fanns ingen signifikant

huvudeffekt av grupptillhörighet, $F(1,15) = .1,097$, $p = ,312$, partial eta squared = ,068, vilket tyder på att det inte spelar någon roll för resultaten vilken grupp barnen tillhörde.

Matematisk problemlösningsförmåga

Effekten av träningsmängd på testet som ämnade mäta matematisk problemlösningsförmåga (Aritmetik från WISC-IV) vid för- och eftermätning analyserades med en tvåvägs mixad Anova. Testerna visar att det inte finns någon interaktionseffekt mellan grupptillhörighet och testtillfällena, Wilks Lambda = ,998, $F(1,15)$, $p = ,852$, partial eta squared = ,002, vilket tyder på att antal repetitioner vid varje träningsstillfälle inte hade någon effekt. Det fanns en huvudeffekt för testtillfälle, Wilks Lambda = ,441, $F(1,15)$, $p < ,001$, partial eta squared ,559 vilket indikerar att träningen har haft effekt på detta utfallsmått. Det fanns ingen signifikant huvudeffekt av grupptillhörighet, $F(1,15) = ,677$, $p = ,423$, partial eta squared = ,043.

Beteendemått

För analys av beteendeskattningarna återkom endast 15 skattningsformulär från föräldrar och analysen av förändringar i beteendemått skedde utifrån dessa. För medelvärden och standardavvikelser för respektive index, se tabell 3 nedan.

CHEXI

En tvåvägs mixad Anova genomfördes för att undersöka effekten av grupptillhörighet på deltagarnas resultat på den skattningsskala som mäter exekutiva funktioner vid för- och eftermätning. Analysen visar att det inte finns någon interaktionseffekt mellan träningsmängd och testtillfällena, Wilks Lambda = ,892, $F(1,13)$, $p = ,573$, partial eta squared = ,027 . Det fanns inte heller någon huvudeffekt för testtillfälle, Wilks Lambda = ,97, $F(1,13)$, $p = ,573$, partial eta squared = ,108. Det fanns vidare ingen signifikant huvudeffekt av grupptillhörighet, $F(1,13) = ,12$, $p = ,914$, partial eta squared = ,001.

SDQ

För att undersöka effekten av träningsmängd på deltagarnas resultat på SDQ genomfördes ytterligare en tvåvägs mixad Anova. Testerna visar att det inte finns någon interaktionseffekt mellan träningsmängd och testtillfällena, Wilks Lambda = ,974, $F(1,13)$, $p = ,583$, partial eta squared ,026. . Det fanns inte heller någon huvudeffekt för testtillfälle, Wilks Lambda = ,795, $F(1,13)$, $p = ,104$, partial eta squared = ,205. Det fanns inte heller någon signifikant huvudeffekt av grupptillhörighet, $F(1,13) = 1,77$, $p = ,293$, partial eta squared = ,092.

Tabell 2. Medelvärden och standardavvikelser för för- och eftermätningar samt Wilk's Lambda och Partial Eta Squared (η^2) för samliga arbetsminnesindex.

Testindex	Kort program n=11		Långt program n=6		Interaktionseffekt grupp*testtillfälle		Huvudeffekt för testtillfälle		Huvudeffekt för grupp*tillhörighet	
	M(SD), före träning	M(SD), efter träning	M(SD), före träning	M(SD), efter träning	Wilk's Lambda	η^2	Wilk's Lambda	η^2	F-Värde	η^2
Auditivt korttidsminne	-0,32 (0,58)	0,41 (1,03)	-0,47 (0,98)	0,32 (0,93)	,997	,003	,343***	,657	,079	,005
Auditivt arbetsminne	-0,39 (0,5)	0,73 (0,71)	-0,82 (0,89)	0,18 (0,95)	,979	,021	,148***	,852	1,887	,116
Visuospatialt korttidsminne	-0,52 (0,92)	0,75 (0,92)	-0,38 (1,04)	-0,05 (0,41)	,819	,181	,608**	,392	,826	,052
Visuospatialt arbetsminne	-0,02 (0,81)	0,29 (1,34)	-0,49 (0,74)	-0,01 (0,83)	,996	,004	,923	,077	1,097	,068
Matematisk problemlösnings- förmåga	-0,17 (0,94)	0,45 (1,07)	-0,54 (1)	0,03 (0,84)	,998	,002	,441***	,559	,677	,043

** p < 0,01, *** p < 0,001

Tabell 3. Medelvärden och standardavvikelser för för- och eftermätningar samt Wilk's Lambda och Partial Eta Squared (η^2) för CHEXI och SDQ.

Testindex	Kort program n=11	Långt program n=4	Interaktionseffekt grupp*testillfälle	Huvudeffekt för testillfälle	Huvudeffekt för F-Värde	Huvudeffekt för grupptillhörighet	
	M (SD), före träning	M (SD), efter träning	M (SD), före träning	M (SD), efter träning	Wilk's Lambda	Wilk's Lambda	
					η^2	η^2	
CHEXI	76,70 (41,31)	94,50 (20,17)	90,50 (27,60)	84,25 (32,35)	,892	,970	,108
					,027	,120	,001
SDQ	10,90 (4,18)	10,0 (2,58)	14,00 (6,16)	12,25 (6,13)	,974	,795	,205
					,026	1,77	,092

Diskussion

I dagsläget finns inga andra studier (till författarnas kännedom) som har undersökt träningstidens betydelse vid datorstödd arbetsminnesträning. Detta gör denna studie ytterst relevant för forskningsfältet, då den beträder outforskad mark. Studiens primära frågeställning var huruvida en halvering av antalet repetitioner vid datorstödd arbetsminnesträning påverkade träningsutfallet. Inga interaktionseffekter i gruppernas testindexresultat kunde skönjas vid eftermätning. Däremot förbättrades båda grupperna signifikant på fyra av fem testindex (Auditivt korttidsminne, Auditivt arbetsminne, Visuospialt korttidsminne, Aritmetik) efter träningsperioden. Detta indikerar att det verkar gå lika bra att endast träna 42 repetitioner (c:a 18 minuter) likväl som 84 repetitioner (c:a 35 minuter) vid arbetsminnesträning som pågår fem dagar i veckan under fem veckor dagligen för att erhålla goda träningseffekter.

Effekter av arbetsminnesträning på arbetsminneskapaciteten

Signifikanta förbättringar mellan för- och eftermätningarna framkom för fyra av fem arbetsminnesrelaterade index (det visuospiala arbetsminnesindexet undantaget). Detta indikerar att datorstödd arbetsminnesträning är gynnsamt och är i linje med tidigare forskning där positiva effekter av datorstödd arbetsminnesträning har påvisats (Klingberg, et al., 2005; Holmes, Gathercole, Place, Dunning, Hilton, & Elliott, 2009; Holmes, Gathercole, & Dunning, 2009). En möjlig förklaring till frånvaron av signifikant förbättring av det visuospiala arbetsminnet är den mycket stora spridning på mellan 0.74-1.34 standardavvikelser som återfanns i resultaten på det test som mätte denna förmåga (bolltestet), vilket leder till minskade möjligheter att hitta signifikanta skillnader mellan de två testtillfällena.

Exakt vad som denna förbättring består i är svårt att sja om, men i samtal med de barn som ingått i studien har indikationer på att de utvecklat sina strategier för att minnas framkommit. Bland annat har några barn rapporterat att de kodade om visuell information till auditiv dito i övningar som främst skulle betecknas som visuospiala. Denna förmåga utvecklas som mest under de första skolåren (Hitch, 1998) och borde kunna vara ett effektivt sätt att förbättra sina resultat på visuellt presenterade minnesuppgifter då barn i genomsnitt klarar av att hålla 1.5 fler enheter i det verbala arbetsminnet jämfört med det spatiala (Nichelli, & Bulgheroni, 2001). Genom att utnyttja kapaciteten i det visuospiala skissblocket och den fonologiska loopen kan barnen således öka sin förmåga att minnas och återge information vilket också märks vid testning av arbetsminnet. St. Clair-Thompson, Stevens, Hunt och Bolder (2010) fann att träning av arbetsminnesstrategier resulterade i en förbättring på tester ämnade mäta den fonologiska loopens. Dessa fynd är i linje med gjorda observationer vid återtestningen där tydligare räkne- och pekstrategier iaktogs vid genomförande av Corsi Block Tapping Task vid andra testtillfället.

Generaliserbarhet

Även om det i Baddeley och Hitchs multikomponentsmodell görs klara distinktioner mellan de olika delarna av arbetsminnet har generaliseringseffekter kunnat skönjas i många studier av arbetsminnet. I denna studie genomfördes sex övningar varav fyra var

visuoauditiva och två var visuospatiala. Förväntningarna var att de visuoauditiva övningarna i linje med Martinussen och Tannock (2006) skulle träna funktioner tillhörande den fonologiska loop, medan de andra två visuospatiala övningarna skulle träna det visuospatiala skissblockets funktion men att det också var rimligt att vissa generaliseringseffekter skulle skönjas. I denna studie förbättrades deltagarna på samtliga arbetsminnesindex förutom det visuospatiala arbetsminnesindexet vilket är i linje med Holmes, Gathercole och Dunning (2009) som i sin studie fann förbättringar gällande auditiva och visuospatialt korttidsminne. De fann dock också en förbättring av det visuospatiala arbetsminnet vilket inte får stöd i denna studie.

En möjlig förklaring är att det är svårt att utforma övningar som enbart tränar det visuospatiala men inte det auditiva arbetsminnet. Detta tack vare barnens förmåga att omvandla visuellt presenterad information till auditiv sådan för att sedan subvokalt repetera den redan utvecklats (Hitch, 1998). Detta resulterar i att barnen kommit att träna sitt auditiva korttids- och arbetsminne i studiens samtliga övningar. Generaliseringar av detta slag har bland annat funnits i Thorells (2009) studie där träning på visuospatiala uppgifter gav förbättringar dels på spatiala arbetsminnestester och dels på auditiva otränade arbetsminnestester. En annan möjlig förklaring är att de visuoauditiva övningarna var utformade på ett sätt som mer effektivt tränade barnens visuoauditiva arbetsminne.

Indexet Matematisk problemlösningsförmåga användes för att få ett mått med hög generaliserbarhet då det förutom ställer stora krav på arbetsminnestillämpning också involverar tillämpandet av matematiska färdigheter. Barnen i studien kom att förbättras signifikant rörande det utfallsmåttet, något som tyder på att förbättrade arbetsminnesstrategier kan underlätta för barnet i otränade domäner - ett fynd som är i linje med Holmes, Gathercole, och Dunning (2009) som fann liknande träningseffekter vid en sexmånadersuppföljning.

En invändning mot att det rör sig om generaliseringseffekter är den likhet som finns mellan övningarna i programmet och de kognitiva testens utformning. Vad som talar för detta är att Bokstavs-siffer-serier, sifferrepetition framlänges samt Wordspan är mycket lika vissa av övningarna i spelet. Ur den synvinkeln går det att argumentera för att barnen endast har tränat på att bli bättre på utfallsmåtten och inte några generella arbetsminnesförmågor. Det som talar emot det är att signifikanta förbättringar funnits dels på utfallsmåttet Corsi block tapping task som administrerats rätt olikt de visuospatiala övningarna i spelet, dels att Childrens' size ordering task innehåller tidigare otränade uppgifter, samt att barnen också signifikant förbättrades på aritmetiktestet som förutom arbetsminne också kräver matematisk förmåga.

Påverkan av förändring i antal repetitioner

I analysen av samtliga arbetsminnesrelaterade index framkom ingen signifikant interaktion mellan gruppstillhörighet och teststillfälle, vilket enklare uttryckt innebär att en längre träningstid inte kunde påvisas ha större effekt än en kortare. Möjliga förklaringar kan vara att endast de första 15 minuterna har inneburit god kvalitativ träning för barnen eftersom träningen ställer stora krav på vidbehållen koncentration. Det kan medföra att barnen blivit uttröttade och uttråkade den senare delen av varje dags träning och på så sätt inte tillgodogjort sig ytterligare träningstid. En annan möjlig

förklaring i linje med den första är att själva träningen i sig kan upplevas tråkig efter att ha genomfört en halvtimmes träning per dag i några veckor. Dels har barnen i den långa träningsgruppen exponerats för övningarna dubbelt så mycket och dels har de barnen fått lägga ner den dubbla tiden av sin fritid på träningen. Sammantaget skulle dessa anledningar också kunna vara möjliga förklaringar till varför alla avhopp skedde i träningsgruppen med flest repetitioner. Fyndet att det inte var någon effekt av träningstid på utfallsmåtten bör tolkas med viss försiktighet. Dels för att det i båda grupperna var ett lågt antal försöksdeltagare och speciellt dels med avseende på den ojämna fördelningen sinsemellan. Eftersom detta medför att ett enda barns testresultat kan komma att påverka hela gruppresultatet mycket, speciellt för gruppen med endast sex deltagare.

Studiens huvudfynd, att ingen skillnad föreligger vid en kortare respektive längre träningstid per dag är i linje med Thorell (2009) som fann att de förskolebarn som fick träna arbetsminnet 15 minuter per dag också kom att förbättras på arbetsminnestest. I förlängningen skulle fyndet att en kortare daglig träningstid medföra en rad fördelar. På individnivå ökar det barnets möjliga träningsförtjänst och en mindre risk för att tröttna på programmet. På sikt skulle också positiva erfarenheter av att träna arbetsminnet kanske kunna generaliseras till skolsituationer och på det viset öka skolmotivationen. För skolan som institution innebär en reducerad träningstid att skolresurser i form av lärarstöd och apparatur frigörs vilket gör att hjälpen kan nå ut till fler barn. På samhällsnivå finns vinster att göra långsiktigt eftersom fler barn som får hjälp också kan innebära att färre barn hamnar efter i skolarbetet och på sikt skulle kunna förhindra att några barn slås ut ur skolsystemet. Detta skulle innebära att resurser kan sparas i andra instanser så som komvux, folkhögskola samt för särskilda marknadsåtgärder.

Uteblivna beteendeförändringar

I denna studie kunde inte några förändringar gällande beteendesymtom skönjas. Vid analys av svarsformulären sågs inga huvudeffekter eller interaktionseffekter gällande någon av beteendeskattningarna, vilket kan tänkas bero på ett antal olika anledningar utöver att minnesträningen de facto inte har någon effekt på beteendet. En anledning kan vara att tidigare studier som undersökt och funnit beteendeförändringar har gjorts på barn med ADHD-diagnos (Mezzecappa & Buckner, 2010; Holmes et al., 2009). Den här studiens population är dock barn med endast nedsatt arbetsminne och således har dessa barn en något annan beteendeprofil (Alloway, Gathercole, 2009). Detta kan medföra att eventuella beteendeförändringar hos dessa barn inte framstår lika tydligt som för barn med ADHD-diagnos. En alternativ förklaring till att inga beteendeförändringar kan ses är att det var allt för kort tid mellan för- och eftermätningarna, vilket påverkar resultatet på två sätt. För det första är det sannolikt att de eventuella förtjänster som kommer av minnesträning i form av en ökad förståelse beträffande skoluppgifter och större problemlösningsförmåga (St. Clair-Thompson, 2010) inte uppfattas av föräldrarna på så kort tid som en vecka efter träningsperiodens avslut. Vidare är det sannolikt att de förtjänster som ett bättre arbetsminne tillför kommer barnen till godo först efter att ett tag. En ökad förmåga att tillgodogöra sig matematisk- och läsförståelse kanske också märks som en beteendeförändring först efter en utökad tidsperiod. Lärarskattningarna uteblev tyvärr helt i och med att alltför få inkom vid eftermätningstillfället, resulterade i en förlust av potentiellt viktig information rörande barnens klassrumbeteenden. Med både föräldrar och lärarskattningar hade en mer sammansatt bild av barnens beteenden

kunnat göras.

Metodologiska övervägningar

En stor fördel med studien är dess randomiserade kontrollerade design med jämförelse mellan två aktiva interventioner som endast skiljts åt rörande den studerade oberoende variabeln (antal dagliga repetitioner). Detta medför att eventuell felvarians och ovidkommande variabler bör ha fördelats jämnt mellan de två träningsgrupperna och därmed maximerat förutsättningarna för en god extern validitet. Dock var antalet studiedeltagare få vilket medförde att grupperna endast bestod av elva barn. Detta kom under studiens gång att accentueras ytterligare på grund av att avhopp endast skedde i gruppen med flest antal repetitioner. Detta medför en låg power vilket per automatik innebär en ökad risk för typ II-fel. Det finns med andra ord en möjlighet att reella skillnader i effekter av träningstid förekom mellan de två grupperna men som inte har kunnat upptäckas (Field, & Hole, 2007). Däremot har studien funnit signifikanta skillnader mellan för- och eftermätningarna för fyra av fem index som mätte arbetsminneskapacitet. Detta för båda grupperna, trots både en låg power samt en striktare satt alfanivå, vilket skulle kunna tolkas som att träningen verkligen hjälpt barnen. Denna slutsats måste dock verifieras i ytterligare studier där man inkluderar en kontrollgrupp vilket har saknats i denna studie, eftersom förbättringen mellan de två testtillfällena skulle kunna bero på återtestningseffekter. Total blindhet kunde inte heller säkerställas på grund av att det för eleverna som tränade i skolan framgått för uppsatsförfattarna vilket träningsprogram barnen har haft. Ett plus är att testledareffekter kunnat förebyggas då samma person har testat samma barn vid båda testtillfällena.

Framtida forskning

Datorstödd arbetsminnesträning för barn kräver en relativt massiv insats från både barn och föräldrar och flera studier har tyvärr många avhopp. Det finns därför all anledning att i framtiden studera hur träningen kan göras så attraktiv som möjligt för samtliga parter för att motverka dessa problem. En aspekt som påverkar detta och som bör utredas vidare är eventuella skillnader gällande resultat och avhopp vid träning i skolan där exempelvis specialpedagoger eller elevassistenter är träningsansvariga i jämförelse med träning hemma där barnens vårdnadshavare är ansvariga. En annan intressant fråga att titta närmre på är effekten av de belöningsystem som följer med programmet och hur dessa skulle kunna utformas för att öka de tränande barnens följsamhet, men även programmets utformning vad gäller inbyggda förstärkningar av tränandet bör uppmärksammas.

I denna studie fanns vissa möjliga generaliseringseffekter och detta är något som bör forskas vidare på, eftersom dessa är ett starkt argument för att låta barn genomgå träning. Om det påvisas att arbetsminnesträning inte bara ger effekt på de tränade uppgifterna utan även medför en förbättring på andra områden (som exempelvis läsning eller räkning i skolan) medför detta att arbetsminnesträning är något som lärare och annan pedagogisk personal bör använda i större utsträckning.

En tredje spännande infallsvinkel är att undersöka huruvida arbetsminnesträning fungerar för personer utan diagnosticerad arbetsminnesproblematik men med en problembild där det finns indikationer på att ett svagt arbetsminne skulle kunna vara en

bidragande komponent, som vid exempelvis lässvårigheter. Detta har tangerats i en studie av Smith-Spark & Fisk (2007) där man lät personer med dyslexi och en kontrollgrupp träna arbetsminnet. De fann att gruppen med dyslektiker inte förbättrade sina resultat på mer komplexa span-tester. Det vore dock intressant att se mer precis hur läsförmågan förändrades samt även utvidga detta till att inkludera barn med lässvårigheter. Vidare bör framtida forskning kring arbetsminnesträning bidra genom att både precisera hur träningen bör bedrivas, vilka komponenter som bör ingå och vilka effekter utöver de resultat man kan se på arbetsminnestest man kan vänta sig. Speciellt viktigt är detta eftersom många föräldrar till de barn som deltar i dessa studier efterfrågar vilka förändringar de kan förvänta sig var gäller barnens prestation i skolan.

Sammanfattning

Resultaten i denna studie stärker tesen om att arbetsminnesträning är en gynnsam insats för barn med arbetsminnessvårigheter samtidigt som likvärdiga resultat erhöles vid 18 respektive 35 minuters träning om dagen. Ännu är det för tidigt att göra några rekommendationer kring daglig träningstid utifrån studiefynden. För att kunna dra sådana slutsatser behövs fler studier med både en högre power och som involverar kontrollgrupp genomföras.

Tack till

Vi vill tacka vår handledare Lilianne Eninger och biträdande handledare Carin Tillman som med kvickhet och stor kompetens hjälpt oss att ro projektet i land. Vi vill även tacka Erik Truedsson för många värdefulla råd, forskningsidéer och entusiasm, Stefan Strohmayer och Magnus Ivarsson för delgivande av erfarenheter från deras tidigare studie av Minneslek samt expeditonsmedarbetarna på psykologiska institutionen för hjälp med lokaler. Vi vill också rikta ett extra stort tack till de barn som kämpat med minnesträningen, deras vårdnadshavare och den engagerade skolpersonal som möjliggjort denna studie.

Tillkännagivande

Anna Fladvad jobbade (<40 timmar) för Kognitiva Kompaniet AB som forskningsassistent under 2009. Joel Eriksson, Lilianne Eninger och Carin Tillman har utöver studien ingen koppling till företaget.

Referenser

- Andersson, U. (2008). Working memory as a predictor of written arithmetical skills in children: The importance of central executive functions. *British journal of Educational Psychology*, 78: 181 – 203.
- Alloway, T. P. (2006). How does working memory work in the classroom? *Educational Research and Reviews 1*, 134-139.
- Alloway, T.P., Gathercole, S.E., Holmes, J., Place, M., Elliott, J.G., & Hilton, K. (2009). The diagnostic utility of behavioral checklists in identifying children with ADHD and children with working memory deficits. *Child Psychiatry Hum Dev*, 40:353–366
- Alloway, T.P., Gathercole, S.E., Kirkwood, H., & Elliott, J. (2009a). The cognitive and behavioral characteristics of children with low working memory. *Child Development*, 80: 606–621.
- Alloway, T.P., Gathercole, S.E., Kirkwood, H., & Elliott, J. (2009b). The working memory rating scale: A classroom-based behavioral assessment of working memory *Learning and Individual Differences*. 19; 242–245
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417-423.
- Baddeley, A., & Hitch, G. J. (1974). Working memory. I G. H. Bower (Red.), *The Psychology of Learning and Motivation* (sid. 47-89). New York: Academic Press.
- Cain, K., Lemmon, K., & Oakhill, J. (2004). Individual differences in the interference of word meanings from context: The influence of reading comprehension, vocabulary knowledge, and memory capacity. *Journal of educational psychology*, 4, 671-681.
- Dahlin, E., Nyberg, L., Bäckman, L., & Stigsdotter Neely, A. (2008). Plasticity of Executive Functioning in Young and Older Adults: Immediate Training Gains, Transfer, and Long-Term Maintenance. *Psychology and Aging 22:4*, 720-730.
- Engle R.W., Kane, J.M. & Tuholski S.W. (1999). Individual differences in working memory capacity and what they tell us about controlled attention, general fluid intelligence, and functions of the prefrontal cortex. I Myake, A., Shah, P. (Red) *Models of working memory* (sid 102-134). Cambridge: Cambridge University Press,
- Farrell Pagulayan, K., Busch, R.M., Medina, K.L., Bartok, J.A., & Krikorian, R. (2006). Developmental Normative Data for the Corsi Block – Tapping Task. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 28, 1043-1052.
- Fields, A.P., & Hole, G. (2007). *How to design and report experiments*. Sage Publications: London
- Fields, A. P. (2010). 3ed. *Discovering statistics using SPSS (and sex and drugs and rock'n'roll)*. Sage Publications: Los Angeles
- Gathercole, S. E. & Alloway, T. P. (2008). *Working memory and learning: A teachers' guide*. London: Sage Publications. Gathercole, S. E., Ambridge, B., Pickering, S., Wearing, H. (2004). The structure of working memory from 4 to 15 years of age. *Developmental Psychology 40*, 177-190.
- Gathercole, S. E., Brown, L., & Pickering, S. J. (2003). Working memory assessments at school entry as longitudinal predictors of national curriculum attainment levels. *Educational and Child Psychology*, 20, 109-122.

- Gathercole, S. E., & Hitch, G. J. (1993). Developmental changes in short-term memory: A revised working memory perspective. I Collins, A., Gathercole, S. E., Conway, M. A. & Morris, P. E. (Red.), *Theories of memory* (sid. 189–210). Hove, England: Erlbaum.
- Gathercole, S.E., Pickering, S.J., Knight, C., & Stegmann, Z. (2004). Working memory skills and educational attainment: Evidence from national curriculum assessments at 7 and 14 years of age. *Applied cognitive psychology*, 18, 1-16.
- Hitch, G. J., Halliday, M. S., Schaafstal, A. M., & Schraagen, J. M. C. (1988). Visual working memory in young children. *Memory & Cognition*, 16, 120–132.
- Holmes, J., Gathercole, S.E., & Dunning, D.L. (2009). Adaptive training leads to sustained enhancement of poor working memory in children. *Developmental Science*, 12:4, 9-15.
- Holmes, J., Gathercole, S. E., Place, M., Dunning, D.L., Hilton, K. A., & Elliott, J. G. (2009). Working Memory Deficits can be Overcome: Impacts of Training and Medication on Working Memory in Children with ADHD. *Applied Cognitive Psychology*.
- Ivarsson, M., Strohmayr, S. (2010). *Working memory training improves arithmetic skills and verbal working memory capacity in children with ADHD* (Opublicerad psykologexamensuppsats). Stockholms universitet, Psykologiska institutionen.
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J., & Perrig, W. J. (2008). Improving fluid intelligence with training on working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105 (19), 6829-6833.
- Keeler, M. L., & Swanson, H. L. (2001). Does strategy knowledge influence working memory in children with mathematical disabilities? *Journal of learning disabilities*, 34, 418-434.
- Klingberg, T., Forssberg, H., & Westerberg, H. (2002). Training of working memory in children with ADHD. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, vol. 24, 6, 781 -791
- Klingberg, T., Fernell, E., Olesen, P.J., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahlström, K., et al. (2005). Computerized Training of Working Memory in Children With ADHD – A Randomized, Controlled Trial. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry* 44:2, 177-186.
- Lundqvist, A., Grundström, K., Samuelsson, K., & Rönnerberg, J. (2010). Computerized training of working memory in a group of patients suffering from acquired brain injury. *Brain Injury*, 24: 1173 – 1183
- Martinussen R., Hayden, J., Hogg-Johnson, S., & Tannock, R. (2005). A meta-analysis of working memory impairments in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*.44:377 – 384.
- Martinussen, R., & Tannock, R. (2006). Working memory impairments in children with attention-deficit hyperactivity disorder with and without comorbid language learning disorders. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 28, 1073–1094.
- Maybery, T. M., & Do, N. (2003). Relationships between facets of working memory and performance on a curriculum-based mathematics test in children. *Educational and child psychology*, 20, 77-92.
- McInerney, R.J., Hramok, M., & Kerns, K.A. (2005). The children's size-ordering task: A new measure of non-verbal working memory. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 27, 735 - 745.
- Mezzecappa, E., Buckner, J. C. (2010) Working memory training for children with attention problems or hyperactivity: A school-based pilot study. *School mental health* 2:202-208.

Nichelli, F., Bulgheroni, S., & Riva, D. (2001). Developmental patterns of verbal and visuospatial spans. *Neurological Science*, 22, 377-384.

SBU Alert (2009). *Datorstödd träning för barn med ADHD*. Stockholm: SBU.

Smedje, H., Broman, J-E., Hetta, J., & von Knorring, A-L. (1999). Psychometric properties of a swedish version of the "strengths and difficulties questionnaire". *European Child and Adolescent Psychiatry*, 8, 63-70.

St. Clair-Thompson, H., Stevens, R., Hunt, A., & Bolder, E., (2010). Improving children's working memory and classroom performance. *Educational Psychology* 30:2, 213-219.

Swanson, H. L., & Sachse-Lee, C. (2001). Mathematical problem solving in working memory in children with learning disabilities: Both executive and phonological processes are important. *Journal of experimental child psychology*, 79, 294-321.

Thorell, L. B., Eninger, L., Brocki, K. C., & Bohlin, G. (2010). Childhood executive functioning inventory (CHEXI): A promising measure for identifying young children with ADHD? *Journal of clinical and experimental neuropsychology* 32, 38-43.

Thorell, L. B., Lindqvist, L., Bergman Nutley, S., Bohlin, G., & Klingberg, T. (2009). Training and transfer effects of executive functions in preschool children. *Developmental Science* 12:1, 106-113.

Thorell, L.B. & Nyberg, L. (2008). The childhood executive functioning inventory (CHEXI): a new rating instrument for parents and teachers. *Developmental Neuropsychology*, 33, 536-552.

Tillman, C. (2008). Working memory and higher – order cognition in children. *Digital Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Social sciences* 43, ISBN 987-91-554-7274-0
Doktorsavhandling. Uppsala Universitet.

Wechsler, D. (2003). *Wechsler Intelligence Scale for Children. Fourth edition*. Harcourt Assessment Sweden AB.

Westerberg, H. (2004). *Working memory: development, disorders and training*. Stockholm: Karolinska University Press.

Westerberg, H., Jacobaeus, H., Hirvikoski, T., Clevberger, P., Östensson, M-L., Bartfai, A., & Klingberg, T. (2007). Computerized working memory training –A method of cognitive rehabilitation after stroke. *Brain Injury* 21, 21-29.

Bilaga 1, mail till rektorer för rekrytering av barn.

Hej!

Under höstterminen 2010 kommer vi i vår psykologexamenssuppsats utvärdera det datorbaserade minnesträningsprogrammet ”Minneslek” riktat mot barn i åldern 9-11 år. Anledningen till att vi skriver till dig som rektor är för att vi hoppas du vill hjälpa oss att hitta barn och vårdnadshavare som är intresserade av att delta i minnesträningsprogrammet. Detta kommer för de deltagande vara gratis, och innebär i korthet att barnet (efter en enklare testprocedur) under fem veckor hemma tränar sitt arbetsminne för att sedan medverka i en kortare utvärdering. Barnen får självklart behålla datorprogrammet som fungerar i ungefär ett år efter genomförd träning.

De barn vi söker skall vara mellan 9-12 år och uppleva svårigheter med arbetsminnet (vilket bland annat kan ta sig uttryck i svårigheter i inläring eller minskad förmåga att ta till sig instruktioner) och ha möjlighet att med föräldrarnas hjälp träna upp minnet hemma på en egen dator.

Vår förhoppning är att du tycker detta låter intressant och vill hjälpa oss i vårt sökande efter barn och föräldrar som vill vara med. Vi vore mycket tacksamma om du kunde vidarebefordra denna förfrågan till berörda klassföreståndare, skolsköterskor, kuratorer och andra som arbetar med barnens pedagogiska utveckling. Vi skulle också uppskatta om ni vill förmedla våra kontaktuppgifter till ev. intresserade föräldrar eller vidarebefordra medföljande bilaga med information till dem.

Om det är så att du har några frågor angående minnesträningsprogrammet eller något annat är du hjärtligt välkommen att kontakta oss på telefon XXX-XXX XX XX (Joel) eller XXX-XXX XX XX (Anna) alternativt via mejl psykologexamenssuppsats@gmail.com

Stort tack på förhand!

Vänliga hälsningar,

Joel Eriksson och Anna Fladvad, psykologkandidater vid Stockholms Universitet.

Bilaga 2, brev till pedagogisk personal och personal inom skolhälsovården

Hej!

Under höstterminen 2010 kommer vi i vår psykologexamenssuppsats utvärdera det datorbaserade minnesträningsprogrammet ”Minneslek” riktat mot barn i åldern 9-12 år. Anledningen till att vi skriver till dig är för att vi hoppas du vill hjälpa oss att hitta barn och vårdnadshavare som är intresserade av att delta i minnesträningsprogrammet. Att delta är gratis och innebär i korthet att barnet (efter en enklare testprocedur) tränar hemma med programmet under fem veckor, för att sedan medverka i en kortare utvärdering.

De barn vi söker skall vara mellan 9-12 år och uppleva svårigheter med arbetsminnet (vilket bland annat kan ta sig uttryck i svårigheter i inläring eller minskad förmåga att ta till sig instruktioner) och ha möjlighet till att med vårdnadshavares hjälp träna med datorprogrammet.

Vår förhoppning är att i september kunna börja med att screena barn för arbetsminnessvårigheter för att sedan kunna starta med träningsgrupperna i oktober.

Tycker du att det verkar intressant? I sådana fall vore vi tacksamma för din hjälp med att hitta dessa intresserade barn och föräldrar! Med det här mejlet till dig kommer också ett informationsbrev, med bland annat våra kontaktuppgifter, bifogat som är riktat till intresserade föräldrar som du gärna får dela ut om du vill.

Om det är så att du har några frågor angående minnesträningsprogrammet eller något annat är du hjärtligt välkommen att kontakta oss på telefon XXXX-XXXXXXX (Joel) eller XXXX-XXXXXXX (Anna), eller via mail psykologexamenssuppsats@gmail.com

Tack på förhand!

Vänliga hälsningar,

Joel Eriksson, psyk.kand. och Anna Fladvad, psyk.kand.

Bilaga 3, brev till föräldrar till barn som av skolpersonal uppgetts som potentiella deltagare.

Vill du och ditt barn medverka i ett arbetsminnesträningsprogram?

Inom ramen för examensuppsatsen på psykologprogrammet utvärderar vi i höst minnesträningsprogrammet "Minneslek" för barn i åldern 9-11 år med minnessvårigheter.

Vi söker nu efter barn som själva upplever att de har problem med minnet, vilket kan ta sig uttryck i svårigheter i skolarbetet, att de lätt glömmar saker eller ibland har svårt att komma ihåg muntliga instruktioner, eller om detta är en problematik som uppmärksammats av vårdnadshavare eller skolpersonal. Känner du och ditt barn igen er önskar vi komma i kontakt med er för testning av arbetsminnet och, om ditt barns minnesprofil passar in i studien, erbjuda er deltagande i träningsprogrammet.

Vad innebär deltagande?

Studien utgörs av flera led. Om du är intresserad av att delta med ditt barn mejlar du oss för en första kontakt. Tillsammans med er kommer vi överens om tid för en testning i början av höstterminen som kommer att ske utanför skoltid och tar ca 15 min per barn. Om ditt barn visar sig passa in i studien kommer ni att bjudas in till ett informationsmöte om studiens upplägg och det datorstödda arbetsminnesträningsprogrammet *Minneslek*. Finns fortsatt intresse erbjuder vi er att efter en mindre testprocedur börja träna med datorprogrammet under en period på fem veckor. Denna träningsperiod avslutas med att ditt barn får utföra olika arbetsminnestest. Ni får självklart behålla datorprogrammet efter genomförd träning.

Naturligtvis är allt deltagande frivilligt och medverkan kan när som helst avbrytas. Om ditt barn är intresserat av att delta i studien är det dock nödvändigt att du som förälder/vårdnadshavare ger ditt samtycke till detta innan den första testningen sker. Alla uppgifter om dig, ditt barn och alla resultat är skyddade av sekretess och alla som arbetar med studien har tystnadsplikt enligt offentlighets- och sekretesslagen (SFS 2009:400). Resultaten av studien kommer att sammanställas så att enskilda personers testresultat inte kommer att kunna urskiljas.

Om du är intresserad av att delta i studien eller har frågor är du hjärtligt välkommen att kontakta någon av oss.

Anna Fladvad, tel: XXX-XXX XX XX, psykologexamensuppsats@gmail.com

Joel Eriksson, tel: XXX-XXX XX XX, psykologexamensuppsats@gmail.com

Om du vill ta en titt på det arbetsminnesträningsprogram som kommer användas i studien hittar du det på www.minneslek.se.