



Självskattning av exekutiva funktioner vid kognitiv träning

En utvärdering av The behavior rating inventory of executive functioning – self report

Erik Jakobsson och Elin Stocke

VT2015

Examensarbete, 30hp

Psykologprogrammet, 300 hp

Handledare: Bert Jonsson och Olov Nordvall

SJÄLVSKATTNING AV EXEKUTIVA FUNKTIONER VID KOGNITIV TRÄNING

En utvärdering av The behavior rating inventory of executive functioning – self report

Erik Jakobsson och Elin Stocke

Traditionellt utvärderas effekter av kognitiv träning med objektiva prestationsmått. Syftet med uppsatsen var att undersöka självskattad exekutiv funktion som ett alternativt mått för att utvärdera effekter av kognitiv träning. Som utfallsmått valdes *The behavior rating inventory of executive functioning - self report* (BRIEF-SR). Vidare användes blandad design med för- och eftermätning samt tre oberoende grupper. Gymnasieelever (n = 63) delades in i; aktiv träningsgrupp, aktiv placebogrupp och passiv kontrollgrupp. Tränings- och placebogruppen genomförde datoriserad kognitiv träning med respektive utan adaptiv svårighetsgrad. ANCOVA med arbetsminneskapacitet som kovariat visade inga signifikanta träningseffekter på självskattade exekutiva funktioner, oavsett gruppstillhörighet. Sammantaget kan BRIEF-SR vara ett lämpligt instrument vid utvärdering av kognitiv träning när ekologisk validitet prioriteras. Resultaten diskuteras avseende inverkan av tid mellan för- och eftermätning, population och förväntanseffekter.

Performance based measures have been the Golden standard when evaluating effects of cognitive training. By using *The Behavior Rating Inventory of Executive Functioning-Self Report* (BRIEF-SR), this thesis aimed to explore self-rating scales as an alternative when evaluating effects of cognitive training. A sample of high school students (n = 63) and a mixed-effect model with pre- and post-measurements were chosen. The students were divided into three groups: active training, training with placebo or passive control. The two groups in training practiced with a computerized cognitive training program. The two training groups practiced with an adaptive and non-adaptive computer program, respectively. With working memory as covariate ANCOVA reported no significant effects on self-rated executive functions independent of group condition. In sum, if ecological validity is of priority BRIEF-SR can be considered when measuring effects following cognitive training. In addition the results are discussed with regards to time between pre- and post-measurements, population and effects of expectancy.

Mot slutet av 1800-talet (Ferrier, 1886) började samtida forskare beskriva vad som senare kom att kallas exekutiva funktioner. Mycket av den tidiga forskningen om ämnet grundade sig på experimentella lesionsstudier på djur samt fallstudier av personer som drabbats av skador på frontala hjärnregioner (Stuss & Benson, 1984). Kopplingen mellan exekutiva funktioner och frontala, kortikala regioner av hjärnan har kvarstått och stärkts (Romine & Reynolds, 2005). Lezak (2004) definierade exekutiva funktioner som ett övergripande konstrukt för våra högre kognitiva funktioner. Lezak (2004) menade att de exekutiva funktionerna gör oss kapabla att agera målinriktat, självständigt och på ett sätt som är funktionellt utifrån våra egna mål och drivkrafter. I hennes beskrivning inrymde begreppet förmågor såsom att styra sin uppmärksamhet, kontrollera impulser, initiera aktiviteter, planera, vara mental flexibel, problemlösa samt styra arbetsminnets slavs system.

Vidare menade Lezak (2004) att nedsättningar i exekutiva funktioner kan innebära svårigheter med att upprätthålla en fungerande vardag. Svårigheterna kommer av betydeuttryck för bristande exekutiva funktioner, exempelvis; problem att planera, kontrollera affektiva uttryck, hämma impulsivitet samt påbörja och/eller avsluta

aktiviteter. I förlängningen leder det till problem att klara vardagssysslor, exempelvis; sköta sin kosthållning, hygien, upprätthålla sociala kontakter eller arbeta självständigt. Dessa svårigheter sågs uppstå oberoende av om basala kognitiva funktioner som att processa sensorisk information var intakta eller ej. Flertalet utvecklingsrelaterade, neuropsykiatriska och psykiatriska diagnoser har också kopplats till nedsättningar i exekutiva funktioner, däribland autism (Russo et al., 2007), schizofreni (Moritz et al., 2002), traumatiska hjärnskador (Labudda et al., 2009) och uppmärksamhetsstörning/hyperaktivitet (ADHD) (Willcutt, Doyle, Nigg, Faraone & Pennington, 2005).

För att behandla nedsättningar i exekutiva funktioner har kompensatoriska åtgärder utvecklats. Dessa har delats upp i två huvudinriktningar. Den ena, *metakognitiv rehabilitering*, fokuserar på att ge individen insikt i den egna problematiken, lära ut strategier för problemlösning samt öka förmågan till självmonitorering. Metoden har i stor utsträckning studerats för personer med kraftiga nedsättningar i exekutiva funktioner orsakad av exempelvis; traumatisk hjärnskada, stroke (e.g. Chung, Pollock, Campbell, Durward & Hagen, 2013; Cicerone et al., 2011) eller schizofreni (e.g. Kurtz, Moberg, Gur & Gur, 2001). En central kritik mot metakognitiv rehabilitering är att de som har störst problem med exekutiva funktioner generellt har andra nedsättningar som medför svårigheter att dra nytta av verktygen (Krabbendam & Aleman, 2003). Exempelvis kan minnesnedsättningar innebära svårigheter att komma ihåg en strategi eller när den bör tillämpas.

Den andra inriktningen har fokuserat på att kompensera för nedsättningar via *kognitiv träning* (Chan, Shum, Touloupoulou & Chen, 2008). Ett vanligt träningsupplägg har varit att med ett datorprogram öva sig på att exempelvis minnas och mentalt manipulera auditivt samt visuellt material (e.g. Chacko et al., 2013; Lundqvist, Grundström, Samuelsson & Rönnberg, 2010; Sartory, Groetzinger & Windgassen, 2005). Träningsprogrammet ökar/minskar svårighetsgraden i takt med att användaren tränar och prestationen förbättras/försämras, så kallad adaptiv svårighetsgrad. Då användaren hela tiden utmanar sin kognitiva kapacitet skapas den kognitiva belastning som ger en träningseffekt (Klingberg, 2010).

Ursprungligen riktade sig träningsprogrammen mot kliniska grupper, exempelvis; barn diagnostiserade med ADHD (e.g. Klingberg et al., 2005) individer diagnostiserade med schizofreni (e.g. Krabbendam & Aleman 2003; Sartory et al., 2005) eller personer med traumatisk hjärnskada (e.g. Chen, Thomas, Glueckauf, & Bracy, 1997; Cicerone et al., 2011; Park & Ingles, 2001). På senare tid har flertalet kommersiella program riktade till icke-kliniska populationer utvecklats. Dessa har utlovat högre betyg för barn med inlärningssvårigheter (Jungle Memory, 2011), större förmåga att stå emot distraktioner och kontrollera sin uppmärksamhet (Cogmed, 2014) samt bättre minne och ökad IQ (Mindspark, i.d.).

Forskningen om kognitiv träning är omstridd. En flitigt debatterad fråga har under senare år varit om effekter av kognitiv träning kan generalisera till andra uppgifter än den tränade, så kallad transfer (Owen et al., 2010). Det har publicerats flertalet forskningsöversikter (e.g. Klingberg, 2010; Perrig, Hollenstein & Oelhafen, 2009) och många specifika empiriska studier (e.g. Bherer et al., 2005; Jaeggi et al., 2010; Karbach & Kray, 2009) som visat på transfereffekter från kognitiv träning vilka generaliserat, bortom den specifikt tränade uppgiften. Samtidigt har det publicerats både forskningsöversikter (e.g. Melby-Lervåg & Hulme, 2013; Shipstead, Redick & Engle, 2012) och specifika empiriska studier (e.g. Owen et al., 2010; Redick et al., 2013) som inte visat på transfereffekter, eller mycket kortvariga transfereffekter.

Transfereffekter av arbetsminnesträning på *fluid intelligence* (tänka logiskt, dra slutsatser och lösa nya problem oberoende av tillägnad kunskap; Jaeggi, Buschkuhl, Jonides & Perrig, 2008) är ett exempel på ett område som studerats. Jaeggi et al. (2008) studerade en grupp friska personer som fick öva på en krävande arbetsminnesträningsuppgift (*dual n-back*) med adaptiv svårighetsgrad. Gruppen jämfördes sedan med tidsmässigt matchade passiva kontrollgrupper. Resultaten visade på generellt ökad *fluid intelligence* för den tränande gruppen, samt att ökningen stod i proportion till antalet tränings-sessioner, en dos-respons effekt. Resultaten tolkades som transfer av arbetsminnesträning på *fluid intelligence*. Redick et al. (2013) undersökte också transfer av arbetsminnesträning. I studien deltog friska personer som tränade på samma arbetsminnesträningsuppgift (*dual n-back*) med adaptiv svårighetsgrad. Gruppen jämfördes med en passiv kontrollgrupp samt en aktiv placebogrupp utifrån 17 olika mått för transfereffekter inom följande områden; *fluid intelligence*, simultankapacitet, arbetsminneskapacitet och *crystallized intelligence* (förmågan att använda tillägnad kunskap, baseras på erfarenhet; Redick et al., 2013). Till skillnad mot Jaeggi et al. (2008) visade resultaten inte på transfereffekt till någon av de icke-tränade uppgifterna.

En svårighet med att utvärdera effekter av kognitiv träning är att avgöra om träningseffekter beror på interventionen, eller av variabler som inte varit föremål för träningen (Shipstead et al., 2012). Det vill säga, när det finns problem med den interna validiteten. Ett exempel på ett sådant problem är när det uppstår inlärningseffekter hos testdeltagare vid upprepad testning, så kallade test-retest-effekter (e.g. Cane & Heim, 1950; te Nijenhuis, van Vianen & van der Flier, 2007). Ett annat exempel är den så kallade hawthorneffekten, vilken McCambridge, Witton och Elbourne (2014) definierade som effekten av att deltagaren blivit varse om att denne observeras och därmed ändrar sitt beteende. Rabipour och Davidson (2015) menade att placeboeffekter är ytterligare ett exempel och definierade begreppet som följderna av deltagarens förväntan på utfallet. En vanlig metod för att förbättra den interna validiteten är att använda en design med en kontrollgrupp och en placebogrupp (Shipstead et al., 2012). Designen ökar kontrollen av test-retest- och placeboeffekter. Kritik har riktats mot studier inom kognitiv träning då de saknat adekvata

kontrollgrupper och inte kunnat utesluta dessa effekter (e.g. Melby-Lervåg & Hulme, 2013; Shipstead et al., 2012).

Valet av instrument inverkar också vid utvärdering av kognitiv träning. Traditionellt har objektiva prestationsmått använts för att mäta om kognitiv träning leder till förändring (Toplak, West & Stanovich, 2013). Till gruppen objektiva prestationsmått tillhör standardiserade instrument som bedömer kognitiv förmåga utifrån prestation. Instrumenten administreras i en kontrollerad miljö för att maximera intern validitet och minimera effekter av störningsvariabler (Isquith, Roth & Gioia, 2013). Vanliga beroendemått är antal korrekta svar och responstid. Exempel på standardiserade instrument som kan användas för utvärdering av kognitiv träning är The Delis-Kaplan Executive Function System (D-KEFS; Homack, Lee & Riccio, 2005) och Wisconsin Card Sorting Test (WCST; Ozonoff, 1995). Instrumenten mäter bland annat kognitiv flexibilitet, problemlösning och impuls kontroll, respektive tendensen att hålla fast vid en icke funktionell strategi.

Självskattningsmått av exekutiva funktioner är en annan grupp instrument som kan användas för att mäta effekter av kognitiv träning (Toplak et al., 2013). Dessa utvecklades som reaktion på begränsningarna i att kunna generalisera resultaten från objektiva prestationsmått till vardagliga sammanhang (Gioia, & Isquith, 2004; Gioia, Isquith, Guy & Kenworthy, 2000; Toplak et al., 2013). Toplak et al. (2013) bedömde att det mest använda självskattningsmättet av exekutiva funktioner var: *The behavior rating inventory of executive function* (BRIEF). BRIEF mäter föräldrar och lärares upplevelse av barnets exekutiva förmågor i vardagen (Gioia et al., 2000). För att fånga barnets upplevelse av de egna exekutiva förmågorna utvecklades uppföljaren: *The behavior rating inventory of executive function- self report* (BRIEF-SR), för barn mellan 11-18 år (Guy, Isquith & Gioia, 2004). Få studier har utvärderat effekter av kognitiv träning med BRIEF-SR. Ett exempel är Dahlgren, Lask, Landrø & Rø (2014) som studerade hur ungdomar med Anorexia nervosa skattade egna exekutiva funktioner efter *cognitive remediation therapy* (CRT). Till författarnas kännedom finns inga andra studier där BRIEF-SR används för att utvärdera effekter av kognitiv träning hos ungdomar.

Ett antagande som vanligen gjorts är att processerna som objektiva prestationsmått mäter också fångas av självskattningsmått men i form av beteenden (Toplak et al., 2013). McAuley, Chen, Goos, Schachar och Crosbie (2010) fann dock att objektiva- och subjektiva mätinstrument av exekutiva funktioner hade en låg korrelation. De argumenterade att självskattningsmått mätte kapaciteten att tillämpa exekutiva funktioner i vardagssituationer, i kontrast till objektiva prestationsmått som mätte den potentiella kapaciteten i exekutiva funktioner. Toplak et al. (2013) visade på liknande resultat efter en översikt av den aktuella forskningen. De drog slutsatsen att självskattningsmått mätte förmåga till att agera målmedvetet i vardagen, till skillnad från objektiva prestationsmått som mätte kapacitet till informationsprocessande. Både Isquith, Roth, Kenworthy och Gioia (2014) samt Toplak et al. (2013) menade att både

självskattnings- och prestationsmått behövs för en mer komplett förståelse av en individs exekutiva funktioner. De menade att den låga korrelationen mellan självskattnings- och prestationsmått visade att självskattning tillför aspekter som prestationsmått inte fångar och vice versa.

Syftet var att undersöka självskattad exekutiv funktion som mått för effekter av kognitiv träning. Mot bakgrund av det oklara forskningsläget avseende effekter av kognitiv träning (e.g. Klingberg, 2010; Melby-Lervåg & Hulme, 2013) och den brist på studier som utvärderat träningseffekter med självskattningsmått (se s.4), användes en öppen frågeställning: Kan självskattning av egenupplevd exekutiv förmåga användas för att mäta effekter av kognitiv träning?

Metod

Deltagare

Totalt deltog 63 personer i studien. 20 deltagare i en aktiv träningsgrupp (experimentgrupp), 20 i en aktiv placebogrupp (placebogrupp) och 23 i en passiv kontrollgrupp (kontrollgrupp). Samtliga deltagare gick första året på gymnasiet och läste ett teoretiskt program. Medelåldern var $M = 17,2$, $SD = 1,11$. 55,6 % kvinnor och 44,4 % män. Alla deltagare förstod svenska flytande i både tal och skrift.

Rekrytering

Deltagarna i experimentgruppen och placebogruppen rekryterades med hjälp av posters som sattes upp på gymnasieskolor. En ersättning på 500 kr per person utgick till deltagarna i båda grupperna. Deltagarna i kontrollgruppen rekryterades från två gymnasieklasser vid en skola i Umeå. Som ersättning för sitt deltagande utgick en summa på 12 000 per klass. All ersättning finansierades av projektet "Effekter av kognitiv träning på skolprestationer och självreglering av beteende".

Procedur

För att uppnå syftet valdes en blandad design. Samtliga grupper genomförde både förmätning och eftermätning. Mellan mätningarna tränade experimentgruppen med ett adaptivt datoriserat träningsprogram som ökade den kognitiva belastningen, allt eftersom deltagarna tränade och presterade högre. Placebogruppen tränade på ett till synes likadant program men utan den adaptiva komponenten. Kontrollgruppen hade inga uppgifter de förväntades utföra mellan för- och eftermätningen.

Datainsamling

Data för experimentgruppen och placebogruppen samlades in inom ramen för forskningsprojektet "Effekter av kognitiv träning på skolprestationer och självreglering av beteende" under vårterminen 2014. Data för kontrollgruppen samlades in av författarna under vårterminen 2015. Medeltiden räknat i dagar mellan för- och eftermätningen var för experimentgruppen: $M = 67,1$, $SD = 24,6$; för placebogruppen:

$M = 95,7$, $SD = 38,2$ och för kontrollgruppen: $M = 55,3$, $SD = 6,86$. Inför datainsamlingen bekantade sig författarna med instrumenten och tränade på administrering. Testningen genomfördes individuellt och i Umeå universitets lokaler. Eftersom för- och eftermätningen av kontrollgruppen ingick i ett forskningsprojekt administrerades fler instrument än de som ingick i uppsatsen. En förteckning över instrument som administrerades men inte användes i uppsatsen finns i Bilaga 1.

Instrument

Som ett objektiva prestationsmått på arbetsminneskapacitet användes arbetsminne index från *Wechsler intelligence scale for children (WISC-IV)*. Som ett subjektivt självskattningsmått av exekutiva förmågor användes *BRIEF-SR*. Nedan beskrivs instrumenten mer ingående.

WISC-IV

WISC-IV (2003) mäter intellektuell kapacitet hos barn mellan 6 och 16 års ålder. Den svenska versionen utkom 2007 efter att ha genomgått utprovning på en svensk normalpopulation (Wechsler, 2007). Instrumentet summerar till fyra delskalor; verbal funktion index (VFI), perceptuell funktion index (PFI), snabbhet index (SI) och arbetsminne index (AI). Tillsammans ger de ett mått på barnets allmänintellektuella förmåga (HIK). Test-retest stabiliteten för WISC-IV över $\sim 2,84$ år uppgick för hela skalan till $r = ,82$ (Watkins & Smith, 2013). Medelvärdet för hela skalan och de fyra indexen avseende intern konsistens var för den svenska versionen $r = ,94$ (Wechsler, 2007). Begreppsvaliditeten för den svenska versionen har undersökts med olika metoder (Wechsler, 2007). En metod var att korrelera WISC-IV med WISC-III, WPPSI-III och WAIS-III, då dessa avser mäta samma konstrukt. Korrelationerna uppgick till $r = ,70$, $r = ,67$ och $r = ,80$ respektive. Enligt Wechsler (2007) var svenska versionens reliabilitet och validitet likvärdig med amerikanska och engelska versioners.

BRIEF-SR

BRIEF-SR är ett självskattningsmått för att mäta exekutiv förmåga uttryckt i beteenden (Guy et al., 2004). Instrumentet består av åtta delskalor: inhibition, emotionell kontroll, ordning på material, arbetsminne, planering/organisation, monitorering, igångsättning och flexibilitet. Det finns två validitetsskalor för att fånga negativitet- och inkonsekvens i de rapporterade svaren. Resultatet delas in i två index; beteendereglering (BRI) och metakognition (MI) som tillsammans bildar ett globalt mått (GEF). *BRIEF-SR* administreras genom att 80 påståenden, om deltagarens exekutiva förmågor i vardagen, besvaras med svarsalternativen; aldrig, ibland eller ofta. Instrumentet är validerat och standardiserat för amerikanska deltagare mellan 11-18 år. Avseende reliabilitet visade *BRIEF-SR* stabilitet över \sim fem ($r = ,84$ -.89) för samtliga index. Den interna konsistensen mellan frågorna sett till indexen var; MI ($\alpha = ,95$), BRI ($\alpha = ,93$) och GEF ($\alpha = ,96$). För att validera *BRIEF-SR* jämförde Guy et al. (2004) *BRIEF-SR* med *BRIEF* föräldrarskattning. Resultat visade att *BRIEF-SR* och *BRIEF* (föräldrar) korrelerade signifikant ($r = ,56$). Wilson, Donders och Nguyen (2011) validerade

BRIEF-SR mot BRIEF (föräldrar) för en klinisk population, barn med TBI. Avseende GEF var korrelationen signifikant ($r = ,54$). En exploratorisk faktoranalys av BRIEF-SRs delskalor gav en två-faktorlösning ($r > ,30$), för både ett normativt och kliniskt stickprov. Faktorerna förklarade 70-74 % av den kumulativa variansen. Se tabell 1 för beskrivning av de två faktorerna MI och BRI.

Tabell 1. *Två-faktorlösningen för BRIEF-SR; indexen MI och BRI samt relaterade delskalor.*

Index	Delskalor
Metakognition (MI)	Arbetsminne; Planera och organisera; Ordning på material; Igångsättning
Beteendereglering (BRI)	Inhibering; Flexibilitet; Emotionell kontroll; Monitorering

Kognitiv träning

Den kognitiva träningen genomfördes med ett datorbaserat träningsprogram för exekutiva funktioner under veckorna mellan för- och eftermätningen. Deltagarna tränade hemifrån, via internet och ombads att träna fyra gånger per vecka. Totalt skulle deltagarna träna vid 28 tillfällen mellan för- och eftermätning. Tidsåtgången för varje träningstillfälle var ~ 20 minuter. Deltagarna påmindes initialt via e-post om de inte tränat på fem dagar, därefter påminnelse via telefonsamtal. Vid varje träningstillfälle ingick totalt åtta uppgifter fördelade över två block. Varje exekutiv förmåga tränades en gång per block. Deltagarna i experimentgruppen tränade med adaptiv svårighetsgrad medan placebogruppernas träning höll en konstant låg nivå. För en mer utförlig beskrivning av uppgifterna se referenser för respektive uppgift. Nedan återfinns en kort beskrivning av uppgifternas utformning.

Arbetsminne

Rutan (Spatial span task; Friedman et al., 2006; Gathercole et al., 2008; Jong, 1998). På skärmen visades ett 4 × 4 rutnät. Under varje sekvens belystes rutorna och deltagarens uppgift var att efter sekvensens slut återge rutmönstret med muspekaren. Uppgiften var indelad i tre block med nio sekvenser per block och inledningsvis presenterades tre rutor per sekvens. Deltagare i placebogrupperna visades endast mönster bestående av två till fyra rutor per sekvens.

Orden (Word span task; Thorell et al., 2009): En sekvens med konkreta substantiv visades på skärmen. Varje substantiv innehöll tre till fem bokstäver. Efter sekvensens slut fick deltagaren se samtliga substantiv och skulle med muspekaren återge dem i samma ordningsföljd. Placebogrupperna visades endast sekvenser bestående av två till fyra substantiv. Totalt visades 27 sekvenser, jämnt fördelat på tre block.

Inhibering

Antalet (Counting stroop task; Bush, et al., 1998): På skärmen visades en till fyra stimuli bestående av antingen siffror (ett, två, tre eller fyra), substantiv eller bokstäver. Deltagarens uppgift var att svara hur många stimuli som visats på skärmen efter sekvensens slut. Deltagarna behövde inhibera impulsen att exempelvis svara: ett då skärmen visat två stycken ettor. Deltagaren svarade med tangentbordets siffror. Uppgiften ökade i svårighetsgrad genom att fler sekvenser ställde krav på deltagarens förmåga att inhibera. För placebogrupperna skiljde sig inte det korrekta svaret från den/de siffror som visades på skärmen. Totalt bestod uppgiften av 128 försök, jämnt fördelat på fyra block.

Pilen (Flanker task; Lindqvist & Thorell, 2009; Stins, Polderman, Boomsma & de Geus, 2005): Fem pilar visades horisontellt på skärmen. Deltagarens uppgift var att med tangentbordets pilar uppge riktning för den mittersta pilen på skärmen. Antingen pekade samtliga pilar i en riktning alternativt pekade den mittersta pilen i en riktning och resterande pilar åt motsatt håll. Placebogrupperna visades endast pilar där samtliga hade samma riktning. Uppgiften var fördelad på fyra block för experimentgruppen och två block för placebogrupperna. Varje block innehöll 33 sessioner.

Skifta uppmärksamhet

Skifta, bokstavsversion (Alternating runs task, letter version; Rogers & Monsell, 1995): En åt gången visades bokstäver på skärmen, antingen inuti en blå fyrkant eller inuti en röd cirkel. Om bokstaven visades inuti en blå fyrkant var deltagarens uppgift att svara om det var en vokal eller konsonant. Visades bokstaven inuti en röd cirkel var uppgiften att avgöra om bokstaven tillhörde slutet eller början av alfabetet. Uppgiften besvarades med tangentbordets pilar. Totalt utfördes 132 försök fördelat över fyra block. Först visades slumpmässigt en cirkel eller fyrkant, följt av 16 blåa fyrkanter och 16 röda cirkel i slumpvis ordning. För placebogrupperna var varje träningstillfälle uppdelat i två block (33 försök i varje), ett med blå fyrkanter och ett med röda cirkel.

Plus-minus (Plus-minus task; Miyake et al., 2000): På skärmen visades en additions- eller subtraktionsuppgift bestående av ett tvåsiffrigt och ett ensiffrigt nummer. Deltagarens uppgift var att lösa uppgiften med hjälp av huvudräkning och ange svaret med tangentbordets siffror. Varje träningstillfälle bestod av 32 uppgifter fördelat över fyra block. Ett block bestod av additionsuppgifter, ett subtraktionsuppgifter och två block alternerade räknesätten. För placebogrupperna bestod varje träningstillfälle av två block, ett med additionsuppgifter och ett med subtraktionsuppgifter.

Uppdatering

Håll kollen (Keep track task; Miyake et al., 2000): På skärmen visades ett antal lådor med olika kategorier, exempelvis sport och fordon. En sekvens av substantiv visades därefter på skärmen. Substantiven tillhörde antingen någon av lådornas kategorier (målord) eller var distraherande substantiv som inte tillhörde någon av kategorierna. Efter sekvensens var det deltagarens uppgift att återge det sist visade målordet för varje kategori. Initialt innehöll varje sekvens 25 % målord och 75 % distraherande ord. Svårighetsgraden ökade i tre nivåer genom att antalet målkategorier och distraherande ord blev fler. Svaret skrevs in med tangentbordet. Placebogruppen visades aldrig mer än två eller tre kategorier och varje sekvens innehöll endast ett målord per kategori.

Bokstaven (Letter memory running span; Miyake et al., 2000; Pollack, Johnson, & Knaff, 1959): Bokstavssekvenser av varierande längd visades på skärmen. Vid sekvensens slut var det deltagarens uppgift att återge ordningen på de fyra sist visade bokstäverna. Varje träningstillfälle innehöll fem sekvenser och en ökande svårighetsgrad som innebar att sekvenserna förlängdes i upp till tre nivåstegringar. Svaret gavs med muspekaren. Placebogruppen visades sekvenser aldrig mer än fem bokstäver långa.

Etiska överväganden

Forskningsprojektet (dnr 1,2009/0 018,5-0) som uppsatsen skrevs under har prövats och godkänts av regionala etikprövningsnämnden i Umeå. Samtliga deltagare fick både muntlig och skriftlig information om projektet. Informationen innehöll syfte, vad deltagandet innebar (uppgift och tid), att deltagandet var frivilligt och om rättigheten att när som helst avbryta deltagandet utan att ange skäl. Deltagarna fick även information om aidentifiering av data, sekretess och att materialet skulle komma att användas i forskningssammanhang. Innan testningen påbörjades inhämtades skriftligt samtycke.

Databearbetning och statistisk analys

Som tidigare nämnts visade en faktoranalys av BRIEF-SR på en två-faktorlösning, med indexen MI och BRI (Wilson et al., 2011). Uppsatsen tar därför utgångspunkt i analys av dessa faktorer. Eventuella effekter analyseras på delskalenivå. För kontroll av eventuella skillnader i arbetsminneskapacitet mellan grupperna används WISC-IV:AI från förmätningen.

Insamlat datamaterial analyserades i SPSS 22. Signifikansnivån för samtliga beräkningar sattes till $p < ,05$. Medelvärde och Standardavvikelse beräknades för alla variabler. Eftersom en liten stickprovsstorlek kan påverkas kraftigt av extremvärden genomfördes en extremvärdesanalys för alla tre grupperna separat, men inga extremvärden identifierades. I experimentgruppen avvek två deltagare i ålder (15 och 22 år) vidare genomförde en deltagare för- och eftermätningen med ett längre uppehåll

(205 dagar). Då resultatet inte påverkades av de avvikande deltagarna inkluderades de tre deltagarna. Av de 20 deltagarna i experimentgruppen fullföljde 15 stycken träning samt för- och eftermätning. Av de 20 deltagarna i placebogruppen fullföljde 15 stycken träning samt för- och eftermätning. Av de 23 deltagarna i kontrollgruppen fullföljde 21 för- och eftermätningen. Totalt: $n = 51$.

Vidare undersöktes datats normalfördelning med Shapiro-Wilk test av normalfördelning för respektive grupp och variabel. Resultaten visade att ingen variabel avvek signifikant från en normalfördelning, samtliga $p \geq ,18$. För att undersöka om grupperna var lika vid förmätningstillfället användes envägs oberoende ANOVA för jämförelse av deltagarnas skattning på BRIEF-SR-skalorna MI och BRI.

Därefter genomfördes två 3×2 mixad ANCOVA med grupp (experiment, placebo eller kontroll) som mellangrupsfaktor, mättillfälle (före eller efter träning) som inomgrupsfaktor, och BRIEF-SR: MI respektive BRI som beroende variabler. Som kontroll för deltagarnas ingångsvärden avseende arbetsminneskapacitet användes WISC-IV: AI från förmätningen som kovariat. Analyserna förväntades svara på om det fanns skillnader inom och mellan grupper, avseende självskattning av exekutiva funktioner. Slutligen utfördes en bortfallsanalys för att undersöka om bortfallet påverkade resultatet. Bortfallet undersöktes med oberoende t-test inom grupperna, då det bedömdes viktigast att avgöra om bortfallet var representativa för den egna gruppen.

Resultat

En initial oberoende ANOVA avseende deltagarnas skattning på BRIEF-SR-skalorna MI och BRI vid förmätningstillfället visade inga signifikanta gruppskillnader; MI $F(2,48) = ,82, p = ,45$; BRI $F(2,48) = 2,38, p = ,10$. Se tabell 2 kolumn 1 för medelvärde och standardavvikelse för respektive grupp avseende förmätning.

För att undersöka effekter på självskattning utfördes två 3×2 mixad ANCOVA med grupp (experiment, placebo eller kontroll) som mellangrupsfaktor, mättillfälle (före eller efter träning) som inomgrupsfaktor, WISC-IV:AI som kovariat och BRIEF-SR: MI och BRI som beroende variabler.

Analysen av MI visade inte på någon huvudeffekt av grupp $F(2,48) = 1,50, p = ,23$; mättillfälle $F(1,48) = 1,17, p = ,29$ eller interaktion mellan grupp och mättillfälle $F(2,48) = 1,25, p = ,30$.

Analysen av BRI visade inte på någon huvudeffekt av grupp $F(2,48) = 2,16, p = ,13$; mättillfälle $F(1,48) = ,88, p = ,35$ eller interaktion mellan grupp och mättillfälle $F(2,48) = ,01, p = ,99$. I tabell 2 redovisas medelvärde och standardavvikelse för respektive grupp, skala och mättillfälle.

Tabell 2. Medelvärden och standardavvikelser avseende självskattad exekutiva funktioner (BRIEF-SR: MI, BRI) samt arbetsminneskapacitet (WISC-IV:AI) för experiment-, placebo- och kontrollgruppen vid för- och eftermätning (pre och post).

		Experiment			Placebo			Kontroll		
		BRI	MI	AI	BRI	MI	AI	BRI	MI	AI
Pre	<i>M</i>	58	70	97	61	72	104	66	76	93
	<i>SD</i>	8,7	11,8	8,6	12,3	11,7	14,5	12,5	15,9	7,8
Post	<i>M</i>	57	68	105	60	70	111	65	77	96
	<i>SD</i>	9,1	12,0	13,3	16,3	13,0	16,5	13,4	16,8	10,4

Note: BRI = beteendereglering, MI = metakognition, AI = arbetsminne index

Bortfallsanalys

För att undersöka om resultatet kan ha påverkats av bortfallet genomfördes en bortfallsanalys med mått som var tänkbart relaterade till förmågan att genomföra kognitivt krävande uppgifter. BRIEF-SR: GEF valdes som ett globalt mått på egenupplevd exekutiv förmåga och WISC-IV:AI som ett mått på arbetsminneskapacitet. Totalt bestod bortfallet av 17 deltagare; fem från experimentgruppen, fem från placebogruppen och två från kontrollgruppen. Oberoende t-test mellan bortfallet och de som fullföljde visade ingen signifikant skillnad avseende BRIEF-SR:GEF och WISC-IV:AI, gällande samtliga grupper. Det fanns en tendens till signifikant effekt för AI i experimentgruppen, $p = ,07$. Se tabell 3 för medelvärde, standardavvikelse och resultat av t-test för respektive grupp.

Tabell 3. Medelvärde och standardavvikelse för de som fullföljde (Grupp) och de som föll bort (Bortfall) från experiment-, placebo- och kontrollgruppen. Även resultat av oberoende t-test avseende AI och GEF för respektive grupp.

	Bortfall		Grupp		df	t	p
	M	SD	M	SD			
Experiment							
AI	86	17,5	97	8,6	18	-1,93	,07
GEF	128	10,4	128	17,7	18	-0,02	,99
Placebo							
AI	101	7,6	104	14,5	18	-0,42	,68
GEF	116	25,3	134	23,4	18	-1,46	,16
Kontroll							
AI	96	2,1	93	7,8	21	0,42	,68
GEF	157	4,9	142	25,9	21	0,76	,46

Note: AI = arbetsminne index, GEF = global exekutiv funktion

Diskussion

Syftet med uppsatsen var att undersöka hur datorbaserad kognitiv träning påverkade självskattade exekutiva funktioner. Tre grupper jämfördes; en aktiv träningsgrupp (experimentgruppen), en aktiv placebo-grupp (placebogruppen) och en passiv kontrollgrupp (kontrollgruppen). Initiala kontrollanalyser visade att det inte förelåg någon skillnad mellan grupperna avseende självskattade exekutiva funktioner. För att kontrollera för skillnader i arbetsminneskapacitet användes WISC-IV:AI som kovariat. Resultaten visade inte några signifikanta huvud- eller interaktionseffekter för BRIEF-SR-indexen: Metakognition (MI) och Beteendereglering (BRI). Vidare förelåg inte några effekter av kognitiv träning på indexmätt av självskattade exekutiva funktioner, oavsett grupptillhörighet. Då den kognitiva träningen inte påverkade självskattade exekutiva funktioner diskuteras följande tänkbara förklaringar; träningen var utan effekt, inverkan av "lång" transfer och BRIEF-SRs psykometriska egenskaper. Därefter diskuteras faktorer som kan inverka vid utvärdering av kognitiv träning med självskattningsmätt; tid mellan för- och eftermätning, population och förväntanseffekter i relation till användandet av placebo-grupper.

Tidigare forskning av huruvida kognitiva träningseffekter kan generalisera bortom den tränade förmågan, har gett varierande resultat. (Klingberg, 2010 & Shipstead et al., 2012). Resultaten i denna uppsats visade att experimentgruppen inte skattade deras exekutiva funktioner signifikant annorlunda från placebo- och kontrollgruppen. En

uppenbar möjlighet är att den kognitiva träningen inte genererade resultat på grund av att den inte var verkningsfull, ett resonemang i linje med forskningen av e.g. Melby-Lervåg och Hulme (2013); Shipstead et al. (2012); Owen et al. (2010); Redick et al. (2013). Om den kognitiva träningen inte var verkningsfull förklarar det varför experimentdeltagarnas skattningar inte skiljde sig från övriga grupper. Samtidigt finns forskning som tidigare påvisat positiva effekter av kognitiv träning, framförallt på tränade uppgifter (e.g. Bherer et al., 2005; Klingberg, 2010; Karbach & Kray, 2009; Jaeggi et al., 2010; Perrig et al., 2009). Det bör noteras att preliminära analyser av data som inte ingått i uppsatsen (Nordvall, 2015), har visat på träningseffekter inom tränade uppgifter (Bilaga 1.). Datat kommer från samma stickprov och har visat träningseffekter för uppgifter som mäter uppdatering och skiftning.

Ett annat sätt att förstå resultatet är att det inte skett transfer från kognitiv träning till BRIEF-SR, som funktion av att BRIEF-SR mäter kapacitet att tillämpa exekutiva funktioner i en vardaglig kontext (Toplak et al., 2013). En noterbar transfereffekt skulle innebära att den kognitiva träningen har förändrat deltagarens beteende. Med andra ord, det krävs en mycket "lång" transfer. Vanligen används objektiva prestationsmått för att utvärdera transfereffekter av datoriserad kognitiv träning (Toplak et al., 2013) i stället för självskattningsmått. De objektiva prestationsmåten är generellt mer lika den kognitiva träningen, vilket leder till "kortare" transfer. Givet att effekter uppstod efter träningen var de kognitiva förändringarna inte tillräckliga för att leda till beteendeförändringar hos deltagaren.

Resultatet skulle även kunna förstås som att BRIEF-SR inte mäter små förändringar i exekutiva funktioner. En tänkbar förklaring kan ligga i skalans struktur då BRIEF-SR endast innehåller tre svarsalternativ. Det begränsar skattningsmöjligheterna och borde leda till att deltagaren behöver observera en påtaglig förändring för att skatta annorlunda. I manualen för BRIEF-SR (2004) motiveras inte utformningen av den tregradiga svarsskalan, däremot framhålls att instrumentet utvecklades i reaktion mot objektiva prestationsmåts begränsningar i att förutsäga individen vardagsfungerande. (Guy et al., 2004 & Isquith et al., 2013). Tre skalsteg, det vill säga "trubbigheten" i BRIEF-SR, kan förstås som ett fokus på ekologisk validitet och enkel administration. Det kan dock innebära att instrumentet avstått den precision som krävs för att registrera mindre kognitiva förändringar, vilka inte påtagligt förändrar individens vardag.

Vid utvärdering av kognitiv träning med självskattningsmått finns flera faktorer som kan påverka resultatet. Det är relevant att diskutera hur tidsspannet mellan mättillfällen inverkar på förändring efter kognitiv träning. I uppsatsen hade experimentgruppen i snitt ~ 67 dagar mellan för- och eftermätning, med andra ord ca tre månader. Instruktionerna för BRIEF-SR uppger att användare ska svara utifrån de senaste sex månaderna (Guy et al., 2004). De sex månaderna som deltagarna vid eftermätningen ombads tänka tillbaka på överlappade därmed med tidsperioden de vid förmätningen skulle beakta. Eventuellt kan skattningen påverkats av att halva perioden som deltagarna skulle tänka tillbaka på utgjordes av tid innan träningen påbörjades. I

en forskningsöversikt från 2005 utvärderade Malloy och Grace självskattningsmätt känsliga för frontallobskador, däribland BRIEF-SR. Studien uppmärksammade brister i kunskapen om hur självskattningsmätt mäter förändring över tid. I manualen för BRIEF-SR uppges stabilitet över tid, men det finns inga riktlinjer avseende tidsspänn deltagare kan behöva för att uppfatta förändringar i egna beteenden. Det framstår därför rimligt att i framtiden beakta om tidsspännet mellan mätillfällen är rimligt utifrån att deltagare behöver hinna uppfatta eventuella träningseffekter.

Även populationens inverkan på resultatet är viktig att reflektera över. Uppsatsen har använt en normalpopulation medan mycket av tidigare forskning inom kognitiv träning har gjorts på kliniska populationer (e.g. Chan et al., 2008; Park & Ingles, 2001; Sartory et al., 2005). Det finns forskning som visat att vissa kliniska grupper gynnas av kognitiv träning. Exempelvis drog Cicerone et al. (2011) slutsatsen att det finns empiriskt stöd för datorbaserad kognitiv rehabilitering efter förvärvade hjärnskador eller stroke. (Se även: Chen et al., 1997; Klingberg et al., 2005; Krabbendam & Aleman 2003). Att kognitivt svaga populationer i högre utsträckning gynnas av kognitiv träning indikerar möjliga tröskeffekter. För deltagare med kognitiva nedsättningar innebär en tröskeffekt att en påtaglig prestations- eller självskattad förbättring uppnås vid en lägre nivå (tröskel) än för normalpopulationen. För normalpopulationen är tröskeln för att uppnå påtagliga förbättringar betydligt högre, så hög att den är svår att nå med de träningsmetoder och träningsdoser som använts. Analogt behöver en person som aldrig motionerat en liten mängd träning (låg tröskel) för att se påtagliga effekter, jämfört med en elitidrottare som behöver en stor mängd träning (hög tröskel) för att uppnå påtagliga förbättringar.

Den potentiella kraften i förväntningar på en intervention har dokumenterats i flera sammanhang (e.g. Beecher, 1955; Greenwald, Spangenberg, Pratkanis, & Eskenazi, 1991; Conway & Ross, 1984). I uppsatsens design användes en placebointervention till synes identisk med den skarpa versionen. En placebointervention är en förutsättning för att kunna utvärdera eventuella effekter av träning (Shipstead et al., 2012) och för att kunna bedöma eventuella förväntanseffekter. En signifikant förändring för både experimentgruppen och placebogruppen men inte den passiva kontrollgruppen skulle kunna tolkas som en förväntanseffekt. Eftersom det i resultatet inte förelåg någon skillnad mellan experiment- placebo- och kontrollgrupp är det svårt att utvärdera effekter av förväntningar.

Vidare, i denna uppsats tränade båda experiment- och placebogruppen på samma datorprogram, men den senare tränade inte med adaptiv svårighetsgrad. Andra studier har istället använt sig av placebointerventioner med adaptiv svårighetsgrad och uppgifter som inte belastat den kognitiva förmåga som undersökts (Redick., 2013). Melby-Lervåg och Hulme (2013) och Shipstead et al. (2012) har tidigare riktat kritik mot hur studier av kognitiv träning kontrollerar för förväntanseffekter. Ett sätt att öka kontrollen av placebointerventioner vore att undersöka deltagarnas motivation och förväntningar på den kognitiva träningen innan den påbörjas. Rabipour och Davidsson

(2015) menade att självskattningsformulär av inställning till träning kan ge upphov till högre *face validity* hos interventionen och användas som kontroll för förväntanseffekter i statistiska analyser.

Slutligen, i likhet med Isquith et al. (2014) och Toplak et al. (2013) förespråkar författarna till denna uppsats användandet av både subjektiva självskattningsmått och objektiva prestationsmått för att få en bred bild av hur kognitiv träning påverkar individen. Givet att träningen haft effekt, tyder dock uppsatsens resultat på att självskattningsmått är begränsade i att mäta små kognitiva förändringar. Dessa små förändringar kan vara av intresse i forskningsmanhang, exempelvis utvecklings- och förbättringsarbete av kognitiva träningsprogram. Små kognitiva förändringar fångas bättre med objektiva prestationsmått (Shipstead et al., 2012). Samtidigt som marknaden för kliniska och kommersiella kognitiva träningsprogram växer, ökar också behovet av att utvärdera effekter av träningsprogrammen (Owen et al., 2010). Dessa program har för avseende att träna användarens kognitiva förmågor i den utsträckningen att de leder till skillnader i dennes vardag (Owen et al., 2010). För att utvärdera om kognitiv träning har en märkbar effekt på användarens beteende kan ett självskattningsmått som mäter vardagsnära förmågor vara lämpligt, exempelvis BRIEF-SR.

Uppsatsen har begränsningar och svagheter vilka påverkar de slutsatser som kan dras. Bortfallsanalysen visade en tendens till signifikant skillnad hos de som föll bort från experimentgruppen, avseende arbetsminnesindex. Då deltagarna i bortfallet presterade lägre kan det tyda på att de kognitivt svagare avbröt på grund av att träningen var för krävande. I relation till diskussionen ovan om en eventuell tröskeeffekt hade det varit intressant om dessa deltagare inte fallit bort. Det relativt lilla stickprovet innebär vidare att uppsatsen har begränsad *power* och risk för typ-II fel kan därför inte uteslutas. Deltagarna randomiserades inte till respektive grupp och ingen annan kontroll av bakgrundsvariabler genomfördes, vilket kan ha påverkat uppsatsens resultat. Även de olika rekryteringsmetoderna kan ha påverkat uppsatsens resultat om störningsvariabler introducerats. Likväl kan grad av uppmuntran från testledare potentiellt vara en annan störningsvariabel, en konsekvens av att tre personer samlade in data.

Avslutningsvis, denna studie vill öppna för fortsatt forskning om utvärdering av kognitiv träning med självskattningsmått. Fortfarande finns oklarheter om påverkan av faktorer såsom tid mellan mättillfällen, population och förväntningar på träning. Utöver att utforska dessa faktorer är ett område för framtida forskning att utveckla självskattningsmått med högre validitet gentemot objektiva prestationsmått. Ett annat område är att utveckla självskattningsmått som mäter mindre kognitiva förändringar men bibehåller hög ekologisk validitet. Ytterligare ett område för framtida forskning är att vidare utveckla självskattningsmått som kan användas för att kontrollera för förväntanseffekter vid kognitiv träning. Sammantaget kan forskningen i förlängningen

öka kontrollen av experiment- och placebointerventioner och tillförlitligheten i att träningen ger upphov till uppmätt förbättring.

Referenser

- Barrouillet, P., & Lépine, R. (2005). Working memory and children's use of retrieval to solve addition problems. *Journal of Experimental Child Psychology, 91*(3), 183–204.
- Beecher, H. K. (1955). The powerful placebo. *Journal of the American Medical Association, 159*(17), 1602-1606.
- Bherer, L., Kramer, A. F., Peterson, M. S., Colcombe, S., Erickson, K., & Becic, E. (2005). Training effects on dual-task performance: Are there age-related differences in plasticity of attentional control?. *Psychology and Aging, 20*(4), 695.
- Bush, G., Whalen, P. J., Rosen, B. R., Jenike, M. A., McInerney, S. C., & Rauch, S. L. (1998). The counting stroop: An interference task specialized for functional neuroimaging—validation study with functional MRI. *Human Brain Mapping, 6*(4), 270-282.
- Cane, V. R., & Heim, A. W. (1950). The effects of repeated retesting: III. Further experiments and general conclusions. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 2*(4), 182-197.
- Chacko, A., Feirsen, N., Bedard, A. C., Marks, D., Uderman, J. Z., & Chimiklis, A. (2013). Cogmed working memory training for youth with ADHD: A closer examination of efficacy utilizing evidence-based criteria. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology, 42*(6), 769-783.
- Chan, R. C., Shum, D., Touloupoulou, T., & Chen, E. Y. (2008). Assessment of executive functions: Review of instruments and identification of critical issues. *Archives of Clinical Neuropsychology, 23*(2), 201-216.
- Chen, S. H. A., Thomas, J. D., Glueckauf, R. L., & Bracy, O. L. (1997). The effectiveness of computer-assisted cognitive rehabilitation for persons with traumatic brain injury. *Brain Injury, 11*(3), 197-210.
- Chung, C., Pollock, A., Campbell, T., Durward, B., & Hagen, S. (2013). Cognitive rehabilitation for executive dysfunction in adults with stroke or other adult nonprogressive acquired brain damage. *Stroke, 44*(7), e77-e78.
- Cicerone, K. D., Langenbahn, D. M., Braden, C., Malec, J. F., Kalmar, K., Fraas, M., ... & Ashman, T. (2011). Evidence-based cognitive rehabilitation: Updated review of the literature from 2003 through 2008. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 92*(4), 519-530.
- Cogmed. (2014). Besökt 2015-02-10 på <http://www.cogmed.com/category/color-bar/users/benefits>
- Conway, M., & Ross, M. (1984). Getting what you want by revising what you had. *Journal of Personality and Social Psychology, 47*(4), 738.
- Dahlgren, C. L., Lask, B., Landrø, N. I., & Rø, Ø. (2014). Patient and parental self-reports of executive functioning in a sample of young female adolescents with anorexia nervosa before and after cognitive remediation therapy. *European Eating Disorders Review, 22*(1), 45-52.

Dahlin, E., Neely, A. S., Larsson, A., Bäckman, L., & Nyberg, L. (2008). Transfer of learning after updating training mediated by the striatum. *Science*, 320(5882), 1510-1512.

Delis, D. C., Kaplan, E., & Kramer, J. H. (2001). D-KEFS: Examiners manual. *San Antonio, TX: The Psychological Corporation*.

Ferrier, D. (1886). *The Functions of the Brain*. (2. utg.). London: Smith, Elder & Co.

Gioia, G. A. & Isquith, P. K. (2004). Ecological assessment of executive function in traumatic brain injury. *Developmental Neuropsychology*, 25(1-2), 135-158.

Gioia, G. A., Isquith, P. K., Guy, S. C., & Kenworthy, L. (2000). Test review: Behavior rating inventory of executive function. *Child Neuropsychology: a Journal on Normal and Abnormal Development in Childhood and Adolescence*, 6(3), 235-238.

Greenwald, A. G., Spangenberg, E. R., Pratkanis, A. R., & Eskenazi, J. (1991). Double-blind tests of subliminal self-help audiotapes. *Psychological Science*, 2(2), 119-122.

Guy, S. C., Isquith, P. K., & Gioia, G. A. (2004). *BRIEF-SR behavior rating inventory of executive function-self-report version professional manual*. Florida: Psychological assesment resources, INC. (PAR).

Hecht, S. A. (2002). Counting on working memory in simple arithmetic when counting is used for problem solving. *Memory & Cognition*, 30(3), 447-55.

Homack, S., Lee, D., & Riccio, C. A. (2005). Test review: Delis-kaplan executive function system. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 27(5), 599-609.

Isquith, P. K., Roth, R. M., & Gioia, G. (2013). Contrubution of rating scales to the assessment of executive functions. *Applied Neuropsychology: Child*, 2(2), 125-132.

Isquith, P. K., Roth, R.M., Kenworthy, L., & Gioia, G. (2014). Contribution of rating scales to intervention for executive dysfunction. *Applied Neuropsychology: Child*, 3(3), 197-204.

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

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*, 105(19), 6829-6833.

Jaeggi, S. M., Studer-Luethi, B., Buschkuhl, M., Su, Y. F., Jonides, J., & Perrig, W. J. (2010). The relationship between n-back performance and matrix reasoning—implications for training and transfer. *Intelligence*, 38(6), 625-635.

Johansson, M-G (2007). *MG-kedjor handbok*. Frösön: MG Läs-Skrivkonsult AB.

Jungle memory. (2011). Besökt 2015-02-10 på http://junglememory.com/pages/who_can_benefit

Karbach, J., & Kray, J. (2009). How useful is executive control training? Age differences in near and far transfer of task-switching training. *Developmental Science*, 12(6), 978-990.

Klingberg, T., Fernell, E., Olesen, P. J., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahlström, K., ... & Westerberg, H. (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.

Klingberg, T. (2010). Training and plasticity of working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 14(7), 317-324.

Krabbendam, L., & Aleman, A. (2003). Cognitive rehabilitation in schizophrenia: A quantitative analysis of controlled studies. *Psychopharmacology*, 169(3-4), 376-382.

Kurtz, M. M., Moberg, P. J., Gur, R. C., & Gur, R. E. (2001). Approaches to cognitive remediation of neuropsychological deficits in schizophrenia: A review and meta-analysis. *Neuropsychology Review*, 11(4), 197-210.

Labudda, K., Frigge, K., Horstmann, S., Aengenendt, J., Woermann, F. G., Ebner, A. & Brand, M. (2009). Decision making in patients with temporal lobe epilepsy. *Neuropsychologia*, 47(1), 50-58.

Lejuez, C. W., Read, J. P., Kahler, C. W., Richards, J. B., Ramsey, S. E., Stuart, G. L., ... Brown, R. A. (2002). Evaluation of a behavioral measure of risk taking: The Balloon Analogue Risk Task (BART). *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 8(2), 75-84.

Lezak, M. D. (Red.). (2004). *Neuropsychological assessment* (4:e utg.). Oxford: university press.

Lindqvist, S., & Thorell, L. B. (2009). Brief report: manipulation of task difficulty in inhibitory control tasks. *Child Neuropsychology: A Journal on Normal and Abnormal Development in Childhood and Adolescence*, 15(1), 1-7.

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(10), 1173-1183.

Malloy, P., & Grace, J. (2005). A review of rating scales for measuring behavior change due to frontal systems damage. *Cognitive and Behavioral Neurology*, 18(1), 18-27.

McAuley, T., Chen, S., Goos, L., Schachar, R., & Crosbie, J. (2010). Is the behavior rating inventory of executive function more strongly associated with measures of impairment or executive function?. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 16(03), 495-505.

McCambridge, J., Witton, J., & Elbourne, D. R. (2014). Systematic review of the Hawthorne effect: New concepts are needed to study research participation effects. *Journal of Clinical Epidemiology*, 67(3), 267-277.

Melby-Lervåg, M., & Hulme, C. (2013). Is working memory training effective? A meta-analytic review. *Developmental Psychology*, 49(2), 270.

Miller, J., Flory, K., Lynam, D., & Leukefeld, C. (2003). A test of the four-factor model of impulsivity-related traits. *Personality and Individual Differences*, 34(8), 1403-1418.

Mindsparke. (i.d.). Besökt 2015-02-10 på
http://www.mindsparke.com/brain_exercise_brain_training_online.php

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.

Moritz, S., Birkner, C., Kloss, M., Jahn, H., Hand, I., Haasen, C., & Krausz, M. (2002). Executive functioning in obsessive–compulsive disorder, unipolar depression, and schizophrenia. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *17*(5), 477–483.

Nordvall, O. (2015). [Working memory training in interned youth]. Opublicerad rådata.

Nyberg, L., Dahlin, E., Stigsdotter Neely, A., & Bäckman, L. (2009). Neural correlates of variable working memory load across adult age and skill: Dissociative patterns within the fronto-parietal network. *Scandinavian Journal of Psychology*, *50*(1), 41–6.

Owen, A. M., Hampshire, A., Grahn, J. A., Stenton, R., Dajani, S., Burns, A. S., & Ballard, C. G. (2010). Putting brain training to the test. *Nature*, *465*(7299), 775–778.

Ozonoff, S. (1995). Reliability and validity of the wisconsin card sorting test in studies of autism. *Neuropsychology*, *9*(4), 491–500.

Park, N. W., & Ingles, J. L. (2001). Effectiveness of attention rehabilitation after an acquired brain injury: A meta-analysis. *Neuropsychology*, *15*(2), 199.

Perrig, W. J., Hollenstein, M., & Oelhafen, S. (2009). Can we improve fluid intelligence with training on working memory in persons with intellectual disabilities?. *Journal of Cognitive Education and Psychology*, *8*(2), 148–164.

Pollack, I., Johnson, L. B., & Knaff, P. R. (1959). Running memory span. *Journal of Experimental Psychology*, *57*(3), 137–146. Hämtad från <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/13641585>

Rabipour, S., & Davidson, P. S. (2015). *Do you believe in brain training? A questionnaire about expectations of computerised cognitive training*. Manuskript inskickat för publicering.

Redick, T. S., Shipstead, Z., Harrison, T. L., Hicks, K. L., Fried, D. E., Hambrick, D. Z., & Engle, R. W. (2013). No evidence of intelligence improvement after working memory training: A randomized, placebo-controlled study. *Journal of Experimental Psychology: General*, *142*(2), 359.

Rogers, R. D., & Monsell, S. (1995). Costs of a predictable switch between simple cognitive tasks. *Journal of Experimental Psychology: General*, *124*(2), 207–231.

Romine, C. B., & Reynolds, C. R. (2005). A model of the development of frontal lobe functioning: Findings from a meta-analysis. *Applied Neuropsychology*, *12*(4), 190–201.

Russo, N., Flanagan, T., Iarocci, G., Berringer, D., Zelazo, P. D., & Burack, J. A. (2007). Deconstructing executive deficits among persons with autism: Implications for cognitive neuroscience. *Brain and Cognition*, *65*(1), 77–86.

Sartory, G., Zorn, C., Groetzinger, G., & Windgassen, K. (2005). Computerized cognitive remediation improves verbal learning and processing speed in schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 75(2), 219-223.

Shipstead, Z., Redick, T. S., & Engle, R. W. (2012). Is working memory training effective?. *Psychological Bulletin*, 138(4), 628.

Stins, J. F., Polderman, J. C. T., Boomsma, D. I., & de Geus, E. J. C. (2005). Response interference and working memory in 12-year-old children. *Child Neuropsychology: A Journal on Normal and Abnormal Development in Childhood and Adolescence*, 11(2), 191-201.

Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18(6), 643-662.

Stuss, D. T., & Benson, D. F. (1984). Neuropsychological studies of the frontal lobes. *Psychological Bulletin*, 95(1), 3.

te Nijenhuis, J., van Vianen, A. E., & van der Flier, H. (2007). Score gains on g-loaded tests: No g. *Intelligence*, 35(3), 283-300.

Thorell, L. B., Lindqvist, S., Bergman Nutley, S., Bohlin, G., & Klingberg, T. (2009). Training and transfer effects of executive functions in preschool children. *Developmental Science*, 12(1), 106-13.

Toplak, M. E., West, R. F., & Stanovich, K. E. (2013). Practitioner review: Do performance-based measures and ratings of executive function assess the same construct?. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 54(2), 131-143.

Trbovich, P. L., & LeFevre, J.-A. (2003). Phonological and visual working memory in mental addition. *Memory & Cognition*, 31(5), 738-45.

Watkins, M. W., & Smith, L. G. (2013). Long-term stability of the Wechsler intelligence scale for children—fourth edition. *Psychological Assessment*, 25(2), 477.

Wechsler, D. (2007). *Wechsler intelligence scale for children - WISC-IV*. Svensk version. Tideman, E. Stockholm: Harcourt Assessment

Whiteside, S. P., & Lynam, D. R. (2001). The five factor model and impulsivity: Using a structural model of personality to understand impulsivity. *Personality and Individual Differences*, 30(4), 669-689.

Willcutt, E. G., Doyle, A. E., Nigg, J. T., Faraone, S. V., & Pennington, B. F. (2005). Validity of the executive function theory of attention-deficit/hyperactivity disorder: A meta-analytic review. *Biological Psychiatry*, 57(11), 1336-1346.

Wilson, K. R., Donders, J., & Nguyen, L. (2011). Self and parent ratings of executive functioning after adolescent traumatic brain injury. *Rehabilitation Psychology*, 56 (2), 100–106.

Bilaga 1. Förteckning över instrument som administrerades vid för- och eftermätning men inte använts i uppsatsen, samt tillhörande referenser.

Instrument	Referenser
Delis-Kaplan executive function systems (D-KEFS) <i>Color word interference</i>	Delis, Kaplan & Kramer, 2001
MG-kedjor	Johansson, 2007
UPPS Impulsivity rating scale	Miller, Flory, Lynman & Leukefeld, 2003; Whiteside & Lynam, 2001
Internetbaserat datorprogram som mäter effekter av kognitiv träning.	
<i>Rutan (Spatial span task).</i>	Thorell et al., 2009
<i>Bokstaven (Letter memory running span).</i>	Dahlin, Nyberg, Bäckman & Stigsdotter Neely, 2008; Miyake et al., 2000; Pollack et al., 1959
<i>Siffrorna (Number span)</i>	Thorell, Lindqvist, Bergman, Nutley, Bohlin & Klingberg, 2009
<i>Räkna (Single digit arithmetic task)</i>	Barrouillet & Lépine, 2005; Hecht, 2002; Trbovich & LeFevre, 2003
<i>Färgen (Color stroop task)</i>	Stroop, 1935
<i>Ballongen (Balloon analogue risk task)</i>	Lejuez et al., 2002
<i>Backspegeln (N-back task)</i>	Jaeggi, Buschkuhl, Perrig & Meier, 2010; Nyberg, Dahlin, Stigsdotter Neely & Bäckman, 2009
<i>Skifta (Alternating runs, number version)</i>	Rogers & Monsell, 1995