

Träning av arbetsminnet

Av Torkel Klingberg, professor i Kognitiv Neurovetenskap, Karolinska Institutet.

Arbetsminne kan beskrivas som förmågan att hålla information aktuell under en kort stund, vilket är nödvändigt för många kognitiva uppgifter såsom kontroll av uppmärksamheten och problemlösning. Tidigare trodde man att arbetsminnet var konstant, men forskning visar att med systematisk träning kan man utveckla arbetsminneskapaciteten hos både barn och vuxna. Hjärnbildning visar att arbetsminnesträning medför ökad aktivitet i frontal- och parietalloben.

Arbetsminne är nödvändigt för många mentala uppgifter

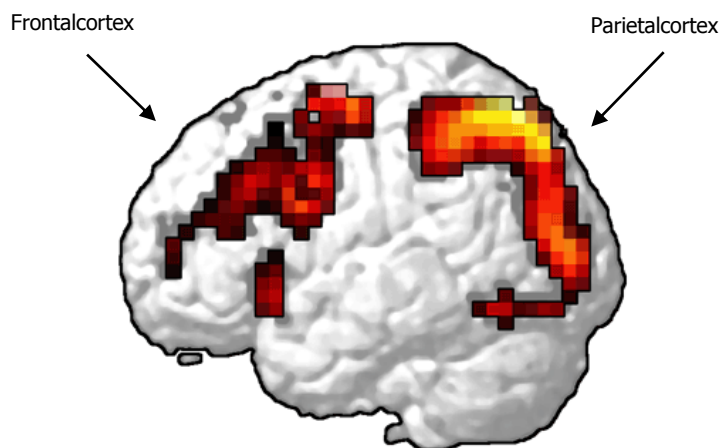
Arbetsminne kan beskrivas som förmågan att hålla information aktuell under en kort tid. Man kan mäta arbetsminneskapaciteten exempelvis genom att testa hur många siffror man kan återge efter att ha hört dem en gång (auditiva arbetsminnet) eller hur många saker man kan komma ihåg genom att ha sett dem en gång (visospatiala arbetsminnet). I vardagen används arbetsminne för att komma ihåg instruktioner om vad vi ska göra härnäst, för att lösa problem och för att kontrollera vår uppmärksamhet; ”komma ihåg vad vi ska koncentrera oss på”.

Arbetsminnet är en grundläggande kognitiv funktion som krävs för många mentala aktiviteter. Verbalt arbetsminne är nödvändigt för att förstå långa meningar och den verbala arbetsminneskapaciteten är avgörande för resultat i läsförståelse. (Daneman and Carpenter, 1980). Arbetsminnet är också viktigt för att vi ska kunna styra vår uppmärksamhet och vid problemlösning för att vi ska kunna hålla för uppgiften relevant information i huvudet. Mer allmänt så föreslås arbetsminnet vara den enskilt viktigaste faktorn för en persons generella intellektuella förmåga (SüB et al., 2002). Omkring 50% av skillnaden mellan individer när det gäller verbalt IQ kan förklaras av skillnader i arbetsminneskapacitet. (Conway et al., 2003)

Något som man också uppmärksammat när det gäller arbetsminnet och dess funktion, är att det finns en stark länk mellan arbetsminneskapacitet och förmågan att utestänga distraktioner och irrelevant information. Genom att använda sig av en s k ”cocktail party effekt”, dvs vår förmåga att kunna fokusera på *en* röst i en högljudd omgivning, visar att den förmågan är relaterad till arbetsminneskapaciteten (Conway et al., 2001). Nyligen genomförda studier visar också på att ett sämre arbetsminne är relaterat till oförmågan att fokusera på relevanta uppgifter och mer dagdrömmeri (Kane et al., 2005). Dessa psykologiska studier stämmer överens med vad hjärnbildningsstudier visar, nämligen att individer med högre arbetsminneskapacitet inte lagrar irrelevant information i samma utsträckning (Vogel et al., 2005). Frontalcortex (pannloben) är central i att filtrera irrelevant information och individer med hög arbetsminneskapacitet har högre aktivitet i frontalcortex och är bättre på att filtrera bort distraktioner (McNab och Klingberg, 2008).

Har man ett nedsatt arbetsminne så upplevs det ofta som att man har svårigheten att koncentrera sig. Man kan exempelvis ha problem att koncentrera sig på det man läser, man kan också glömma vad det var man skulle göra medan man går från ett rum till ett annat. Barn med arbetsminnesproblem glömmar ofta vad de skall göra härnäst, vilket gör det svårt att utföra aktiviteter enligt en instruktion.

Sammanfattningsvis så innebär arbetsminnet att vi kan hålla kvar den information för att fullfölja en uppgift och det är särskilt viktigt i en kognitivt krävande miljö med irrelevanta distraktioner.



Figur 1. Områden som aktiveras vid en arbetsminnesuppgift (från Klingberg et al. , 2002).

Arbetsminnesproblem uppstår vid många kliniska tillstånd

Arbetsminneskapaciteten varierar från individ till individ. Arbetsminnet kan påverkas av t ex stress och för lite sömn. Ett normalt arbetsminne når sin kulmen vid 25-30 års ålder, sedan minskar kapaciteten med ca 5-10% per decennium.

Bortsett från den här normala variabiliteten i kapacitet, är arbetsminnet också nedsatt vid olika kliniska tillstånd där det neurala systemen underliggande arbetsminnet, är påverkat. Forskning från både djur och människor har visat att både parietal- och frontalkortex, samt basala ganglierna, är viktiga områden för arbetsminnesfunktionen, tillsammans med välfungerande dopaminerg transmission. När dessa system är ur balans, blir även arbetsminnet påverkat.

Stroke som drabbar frontalloben resulterar således i arbetsminnes problem, liksom allvarligare skallskador (Robertson and Murre, 1999). I dessa fall leder arbetsminnesproblemen till svårigheter med koncentration och planering. Ett tillstånd där man på senare år uppmärksammat arbetsminnesproblemen är Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD). Ett annat tillstånd är mera allmänna inlärningssvårigheter dvs problem med skolämnen, framförallt matematik och läsförståelse, som inte beror på bristande intelligens eller fysisk eller psykisk sjukdom.

Det har visat sig att sådana inlärningssvårigheter kan kopplas direkt till brister i arbetsminnet (Gathercole och Pickering, 2000).

ADHD är ett allvarligt funktionshinder

ADHD definieras som svåra problem med uppmärksamhet, impulsivitet och hyperaktivitet. ADHD drabbar 3-5 % av barn mellan 6-16 år, ungefär 40 000 barn i Sverige, vilket gör den till den vanligaste neuropsykiatriska diagnosen. När barn med ADHD växer upp, ses ofta en minskning av de hyperaktiva symptomen medan problemen med uppmärksamhet, som ofta bidrar till svårigheter i skolan och på jobbet, i de flesta fall kvarstår i arbetslivet (Socialstyrelsen, 2002).

Det man sett i forskningen är att frontalloben, liksom basala ganglierna statistiskt sett är mindre på barn med ADHD, även om detta varierar från individ till individ. Det finns också tecken på att dopaminsystemet fungerar lite annorlunda hos personer med ADHD. Detta skulle kunna vara de neurologiska orsakerna till arbetsminnesproblemen vid ADHD. ADHD har visats ha en genetisk komponent med ärftlighet uppskattad till ungefär 70%.

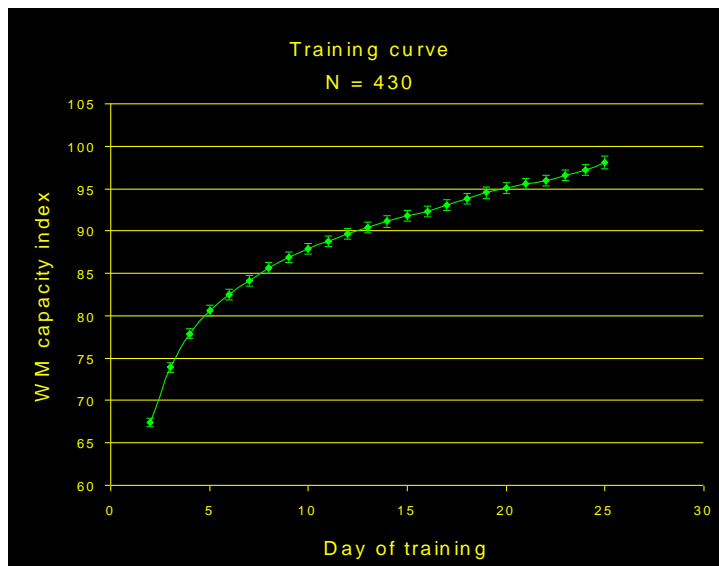
Arbetsminnesuppgifter verkar också vara en typ av uppgifter som barn med ADHD har särskilda svårigheter med (Dowson et al., 2004; Kempton et al., 1999; Westerberg et al., 2004; Castellanos och Tannock, 2002). Dessa problem skulle kunna förklara många av de symptom som innebär att man har problem att 'komma ihåg vad man ska koncentrera sig på' samt att utföra saker enligt instruktioner som man måste hålla i arbetsminnet.

Kan arbetsminnet förbättras?

Arbetsminnets kapacitet har traditionellt setts som något statiskt som inte går att förändra. Torkel Klingberg, MD PhD och Helena Westerberg, PhD, som båda arbetade vid avdelningen för neuropediatrik vid Astrid Lindgrens Barnsjukhus, har dock forskat kring hur arbetsminnet skulle kunna förbättras genom träning. Metoderna är bland annat inspirerade från vad man vet om annan typ av träning som förändrar hjärnan, d v s som leder till plasticitet (Buonomano och Merzenich, 1998). Metoden utarbetades tillsammans med Jonas Beckeman och David Sjölander, som har många års erfarenhet av produktion och design av lek-och-lär datorspel.

Träningen består av ett antal arbetsminnesuppgifter som utförs på en dator. Svårighetsnivån anpassas automatiskt enligt en specifik algoritm. Varje dag utför den som tränar en förutbestämd mängd uppgifter, vilket tar ungefär 30-45 minuter. Träningen görs fem dagar i veckan i fem veckor. Under träningsperioden sparas träningsresultaten i en databas för att sedan kunna analyseras av användaren. Idag finns tre tillgängliga programvaror som passar olika åldrar.

Figur 2 visar hur prestationen gradvis förbättras under träning.



Figur 2. Under träningsperioden lagras träningsresultatet i datorn för att sedan laddas över till en server. Utifrån dessa data kan man sedan följa den gradvisa arbetsminnesutvecklingen. Figuren visar träningsdata av 430 barn under 25 dagars träning.

Första träningsstudien: lovande resultat

I den första studien (Klingberg et al., 2002) ingick barn i åldern 7-13 år med ADHD. Studien jämförde två grupper: en behandlingsgrupp och en kontrollgrupp. I behandlingsgruppen anpassades svårighetsnivån i programmet efter barnets förmåga för att få maximal träningseffekt. I jämförelsegruppen använde man samma program, men svårighetsnivån anpassades inte. Istället fick man hela tiden träna med lätta uppgifter, t ex att komma ihåg två siffror. Detta antogs inte ge samma träningseffekt. Före och efter träning testades barnen med neuropsykologiska uppgifter och man analyserade hur mycket bättre träningsgruppen blev jämfört med kontrollgruppen.

Genom att jämföra förändringen i de två grupperna kontrollerar man för icke-specifika effekter såsom att man blir bättre på att ta en test två gånger. Det visade sig att träningsgruppen hade blivit signifikant mycket bättre på arbetsminnesuppgifter, även sådana som inte var del av träningsprogrammet. Dessutom förbättrades de på en uppgift som mäter inhibitionsförmåga, något som barn med ADHD har svårt med. Övrigt förbättrades de också på problemlösningsuppgifter som är högt korrelerade med IQ mätningar.

Resultaten bekräftas i en andra studie

Två brister i den första studien var det låga antalet försökspersoner, samt att man inte utförde någon skattning av ADHD-symptom. Det fanns heller ingen uppföljning för att se hur länge resultaten varade. En andra studie utfördes därför på fyra universitetssjukhus i Sverige (Klingberg et al., 2005). Studien lades också upp som en randomiserad, placebo-kontrollerad dubbelblind studie. Precis som i första studien jämfördes två olika varianter av träningsprogrammet: en med svåra uppgifter och en med lätta (=kontroll). Skattning av symptom samt neuropsykologiska tester utfördes före, efter, samt tre månader efter träning. Resultaten var entydiga. Det fanns en signifikant träningseffekt på icke-tränade visuospatiella och verbala arbetsminnesuppgifter, impuls kontroll och på logiskt tänkande.

När neuropsykologisk testning utfördes efter träning visade det sig att träningsgruppen hade förbättrats signifikant mycket mer än kontrollgruppen på arbetsminnes uppgifter.

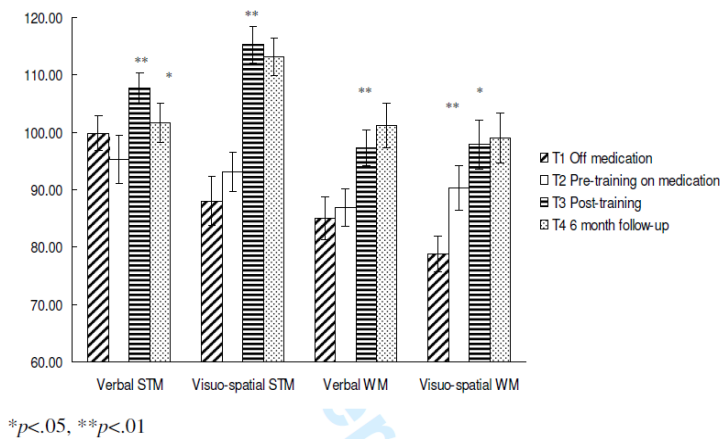
Dessutom hade de förbättrat inhibitionsförmåga och problemlösningsförmåga. Så mycket som 90% av effekten kvarstod tre månader efter avslutad träning på flera uppgifter. Kombinerade utvärderingsmått från lärare och föräldrar visade en signifikant minskning av koncentrationssvårigheterna efter träningen (1 standardavvikelse minskning direkt efter, 0,9 vid uppföljningen).

Resultaten i den andra studien bekräftade alltså fynden från den första studien. Dessutom såg man förbättring då ADHD symptomen skattades.

Oberoende forskargrupper replikerar resultaten

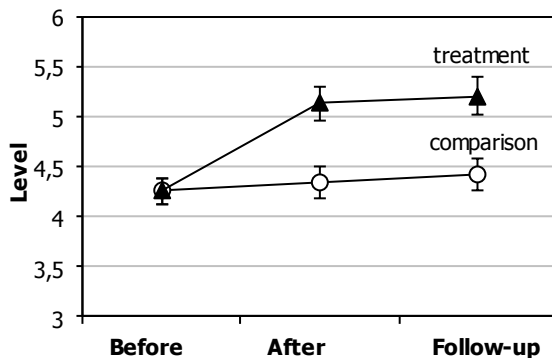
2009 publicerade Joni Holmes och Susan Gathercole vid York University i Storbritannien en studie av effekten av Cogmed Arbetsminnesträning för barn med lågt arbetsminne (Holmes et al. 2009a). Nytt i denna studie var att inkludera barn baserat på deras arbetsminneskapacitet snarare än ADHD diagnos. 350 barns arbetsminneskapacitet testades och de 15 procenten med lägst arbetsminne randomiserades till antingen behandlingsgruppen (som tränade med RoboMemo) eller en kontroll grupp (som tränade med en lågintensiv version av RoboMemo). Efter träning hade behandlingsgruppen inte bara förbättrats på en rad arbetsminnestester utan också på ett test som mäter arbetsminnet vid instruktioner. Detta är ett intressant och på ett sätt mer valid test då det liknar den typ av utmaningar som ett barns arbetsminne exponeras för vardagen. Efter sex månader hade behandlingsgruppen inte bara bibehållit en signifikant förbättring av arbetsminnet utan de hade också förbättrats signifikant på ett test som mäter matematisk problemlösningsförmåga, det är känt att denna förmåga påverkas av arbetsminneskapaciteten. Detta är första gången en studie publiceras som visar att arbetsminnesträning påverkar skolresultaten. Författarna konstaterar att ”Dessa resultat indikerar att vanliga nedsättningar i arbetsminnet och därmed inlärningssvårigheter kan överbryggas med denna behandling”.

I en andra studie av samma forskargrupp (Holmes et al. 2009b) undersöktes effekten av Cogmed Arbetsminnesträning hos barn med ADHD och jämförde effekten av medicinering hos samma grupp. Barnen testades med flera arbetsminnestest (The Automated Working Memory Assessment) vid fyra tidpunkter: 1) utan medicinering, 2) med medicinering, 3) med medicinering och träning, 4) 6 månader efter träning. Forskarnas slutsats var att medan medicinering signifikant påverkade visuospatiellt arbetsminne, så ledde arbetsminnesträning till substantiella förbättringar i alla olika komponenter av arbetsminne. Träningseffekter kvarstod 6 månader senare. IQ påverkades inte av varken medicinering eller träning.



Figur 3. Från Holmes et al. (2009b). Träning- och medicinerings påverkan på arbetsminneskapacitet.

En forskargrupp vid Notre Dame University, USA, som leds av Dr Bradely Gibson, testade Cogmed Arbetsminnesträning på en grupp med tretton barn med ADHD (Gibson et al. 2006). Studien visade signifikanta effekter på både arbetsminnestest och problemlösningsförmåga. Dessutom minskade symptomen på ADHD i skattningar både av föräldrar och lärare. Storleken på förbättringen efter träning var större än i studien av Klingberg et al (2005).



Figur 4. Prestation i en visuospatiell arbetsminnesuppgift före och efter träning samt uppföljning tre månader senare. En signifikant förbättring sker efter träning, och effekten kvarstår till mer än 90 %. (Klingberg et al. 2005).

En studie ledd av Chris Lucas vid New York University Child study center, (Lucas et al. 2008) undersökte effekten av arbetsminnesträning på 46 elever på kollo. Barnen tränade antingen med Cogmed Arbetsminnesträning, eller ett kontroll program. En ny del i denna studie var att de genomfördes skattningar av barnens beteende på veckobasis av personer som var som var blindade för vilken grupp barnen var randomiserade till. Efter tre veckors träning syntes en signifikant förbättring och den kvarstod hela träningsperioden. Detta bekräftar ännu en gång träningens effekt på vardagsfunktionen.

I en träningsstudie från Ohio State University (Beck et al. 2010) ingick 57 barn med diagnosen ADHD. Ungefär 1/3 av barnen hade dessutom någon annan diagnos, varav den vanligaste var oppositional defiant disorder (ODD). Barnen delades in i en träningsgrupp eller en passiv kontrollgrupp (vänte-list-kontroll). Effekterna av träning utvärderades

med frågeformulär. Dessa visade att träningen signifikant minskade symptomen på framförallt uppmärksamhetsproblem.

Träning av arbetsminnet efter stroke

Arbetsminnet försämras ofta väsentligt efter stroke och allvarligare skallskador (Robertson and Murre, 1999). Den här kognitiva försämringen kan upplevas som problem med uppmärksamhet och planering, och dessa kognitiva symptom är en av de viktigaste orsakerna till varför man har svårt att gå tillbaka till samma arbetsuppgifter som före skadan. Vi har därför utvärderat om träning av arbetsminnet kan hjälpa personer med stroke (Westerberg et al., 2007).

I den genomförda studien ingick 18 personer, mellan 34 och 65 år som drabbats av stroke 1-3 år tidigare. Alla genomgick neuropsykologiska tester och lottades sedan till en behandlingsgrupp som fick träna arbetsminnet, eller till en kontrollgrupp. När de testades igen efter fem veckor visade det sig att träningsgruppen förbättrats på en rad tester som mäter arbetsminnet, samt andra tester som brukar användas för att mäta kognitiva svårigheter vid stroke ("paced auditory serial addition task" och Ruff 2&7). Genom att jämföra självskattning av kognitiva problem i de båda grupperna såg man att de i behandlingsgruppen upplevde färre kognitiva besvär i det dagliga livet efter träning.

I en senare studie av Lundqvist och medarbetare från Linköpings Universitet (Lundqvist et al. 2010) ingick 21 personer (medelålder 43 år) med stroke som delades in i en träningsgrupp eller passiv kontrollgrupp. En statistisk analys visade att de som tränade arbetsminnet förbättrades på neuropsykologiska test av arbetsminne samt självskattning av hur de presterade i arbetslivet.

Träning och förändring av hjärnaktivitet och hjärnans biokemi

Vad är det då som händer i hjärnan när vi tränar? Med en MR kamera och en teknik som kallas funktionell MR kan man mäta var hjärnan aktiveras, och hur aktiviteten förändras. Vi använde oss av den tekniken för att studera hur hjärnaktivitet såg ut före, under och efter träning hos unga, friska vuxna personer (Olesen et al., 2004). I två olika experiment kunde vi se att träning ökade aktiviteten i pannloben (frontalcortex) och hjässlob (parietalcortex) då personerna utförde arbetsminnesuppgifter.

Dessa resultat visar att de neurala system som är associerade till arbetsminnet är plastiska, d v s förändringsbara. Det är också intressant att notera var i hjärnan denna förändring skedde. Områdena var belägna i de multimodala delarna av hjärnan, d v s områden som inte är knutna till något specifikt sinne såsom syn eller hörsel. Dessa multimodala områden är istället aktiva vid en rad olika komplexa mentala uppgifter. Förbättrad funktion i ett sådant område skulle kunna förklara hur träningseffekten kan spridas visar många olika tester, som vi sett i studierna där barn med ADHD har tränat.

En annan aspekt av hjärnans funktion är hjärnans receptor system. Det är känt att särskilt dopamin receptorerna är viktiga för hur väl arbetsminnet fungerar och störningar i dopamin systemet förklarar delvis arbetsminnesbristen hos personer med ADHD. För att studera effekten av arbetsminnesträning på dopamin systemet genomförde en

forskargrupp, med bla Fiona McNab och Torkel Klingberg från Karolinska Institutet, undersökningar i en sk PET kamera (positron emission tomography). Densiteten av dopamin D1 och D2 mättes i hjärnan före och efter träning. Deltagarna i denna studie vara alla unga friska vuxna som alla tränade Cogmed Arbetsminnesträning under fem veckor. Det visade sig att densiteten av dopamin D1, men inte dopamin D2 receptorer, signifikant kunde kopplas till förändring i arbetsminneskapacitet. Förändringen i absoluta termer berodde på försökspersonens initiala densitet av receptorer och några av försökspersonerna ökade sina receptorer medan majoriteten minskade antalet receptorer. Mekanismen bakom dessa resultat är ännu oklar. Det är inte känt huruvida förändringen i dopamin receptorer är anledningen till förändringen i kapacitet eller om det är en sideoeffekt av ökad dopaminutsöndring vid arbetsminnesträning. Men, resultaten visar tydligt att dopamin receptor systemet i hjärnan är plastiskt, och att arbetsminnesträning ger förändringar relaterade till dopaminsystemet. Detta är särskilt intressant i ljuset av dopamin hypotesen gällande ADHD, nämligen att beteendeproblem och kognitiva nedsättningar vid ADHD beror på störningar i dopamin systemet. Dopaminsystemet är också det som påverkas av den medicinering som används vid behandling av ADHD.

Arbetsminnesträning hos äldre

Arbetsminnets kapacitet försämras med ökande ålder. Från ca 25 år sjunker dess kapacitet med 5-10% för varje tioårsperiod. För att undersöka om denna nedgång kan kompenseras av träning, inleddes en studie med 50 äldre vuxna (50-60 år) och 50 yngre vuxna (20-30 år) (Brehmer et al. in press). Deltagarna i varje åldersgrupp randomiserades till antingen arbetsminnesträning eller en kontrollgrupp som använde en "lågdosvariant" av programmet med enkel nivå på uppgifterna, vilket inte förväntades ge någon effekt. Detta var en "dubbelblind" studie, där både de psykologer som utförde de neuropsykologiska testerna och deltagarna själva var omedvetna om vilken grupp de tillhörde.

Neuropsykologisk testning före och efter träning visade att träningsgruppen (de som tränade arbetsminnesträning där svårighetsgraden hela tiden ökade i takt med att deras kapacitet höjdes) förbättrades signifikant på icke-tränade uppgifter, vilka mätte arbetsminneskapacitet (span board och digit span), såväl som på förmåga att bibehålla uppmärksamheten (PASAT). Utöver detta visade självskattningar av vardagliga kognitiva funktioner (CFQ) att träningsgruppen upplevde signifikant färre kognitiva problem i vardagen, såsom att bättre komma ihåg komplicerade instruktioner.

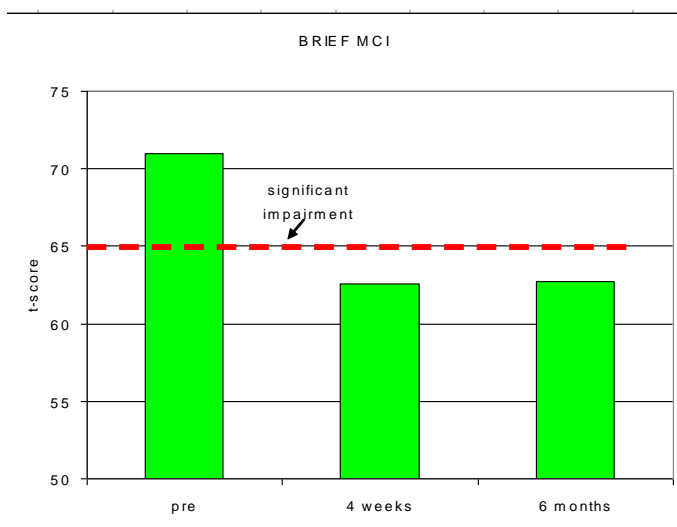
Bibehållna effekter

Arbetsminnesträningens långtidseffekter är svårare att mäta än de omedelbara effekter som träningen ger, p g a att forskningsdeltagare hoppar av och att det är svårt att behålla kontrollgruppen "blind" och "icke behandlad" under en längre tid. Dock har det i två kontrollerade, randomiserade studier (Klingberg et al., 2005; Westerberg et al., 2007) visats att träningseffekterna var signifikanta vid en tremånadersuppföljning. I båda studierna av Holmes et al. (2009a, 2009b) såg man bibehållna signifikanta effekter sex

månader efter träning. Dessutom hade det i den första studien (2009a) tillkommit signifikanta effekter på matematisk problemlösning, effekter som inte var signifikanta direkt efter träning.

I en undersökning utförd av Cogmed, intervjuades föräldrar till barn som genomgått träning fem månader efter avslutad träning. En fråga de fick var: "Upplever du att ditt barns träningseffekter har minskat, ökat eller på samma nivå idag som för 5 månader sedan då ni precis avslutat träning?" Av 50 familjer svarade 82 % att de upplevde effekterna lika starka eller t o m starkare 5 månader efter avslutad träning. Dessa fynd är också samstämmiga med en studie utförd av Steven Bozylinski (2007) med 16 barn och ungdomar med ADHD. Studien visade att de signifikanta effekterna på ett test (BRIEF) som bl a mäter metakognition (arbetsminne, planeringsförmåga etc.) var i stort sett oförminskade fem månader efter avslutad träning.

Resultaten ovan indikerar att Cogmed Arbetsminnesträning har en långtidseffekt. Möjligen beror dessa långtidseffekter även på den positiva spiral som sätts igång när en förhöjd arbetsminneskapacitet leder till att den tränande kan delta i vardagens mer kognitivt krävande aktiviteter på ett nytt sätt och därigenom får naturlig träning och vidmakthållande av träningens initiala resultat. Liknande positiva spiraler har visats efter insatser som riktat in sig på att förbättra läsförmåga.



Figur 5. Effekter av Cogmed Arbetsminnesträning mätt i BRIEF metacognition index, 4 veckor efter träning och 6 månader efter träning (Bozylinski, 2007).

Cogmed Arbetsminnesträning i jämförelse med annan form av kognitiv träning

Studier fokuserade på arbetsminnesträningens effektivitet väcker frågan om andra typer av kognitiva funktioner också går att förbättra genom träning. I en nyligen utförd studie (Thorell et al., 2008) jämfördes arbetsminnesträning med träning som gick ut på att hålla tillbaka impulser, vilket också anses spela en roll i symptomen vid ADHD, i synnerhet hos yngre barn. Barnen som deltog i denna studie var 4-5 år och randomiserades till 4 grupper: 1) Cogmed Arbetsminnesträning; 2) Datoriserad träning i att motstå eller hålla tillbaka impulser; 3) Användandet av ett vanligt kommersiellt dataspel; 4) Passiv kontrollgrupp (ingen behandling alls). Både gruppen som tränade arbetsminnet och impulskontroll förbättrades på uppgifterna som ingick i själva träningen. Men när barnen

testades före och efter träning på kognitiva uppgifter som skiljde sig från de som ingick i träningsprogrammen, visade endast arbetsminnesgruppen signifikanta resultat i jämförelse med kontrollgruppen. Varken gruppen som tränade impuls kontroll eller det kommersiella dataspelet förbättrades på några kognitiva uppgifter. Den här studien illustrerar två viktiga saker; först och främst visar det sig att det inte är nog att kunna visa en förbättring på tränade uppgifter, vilket ofta är fallet i pseudo-vetenskapliga studier av kognitiv träning. För det andra verkar kognitiva förmågor skilja sig avseende vilken nivå träning av dessa generaliseras eller sprids till andra kognitiva funktioner. Arbetsminnet tycks vara särdeles mottagligt för träning och generaliserbarhet.

Beständiga förbättringar

En del av den pågående forskningen handlar om sambandet mellan inlärningssvårigheter och arbetsminnesbrister. Cogmed Arbetsminnesträning är under ständig utveckling. Denna sker bl a genom att vi gång på gång utvärderar effekterna av olika vidareutvecklande insatser i det rådande träningsprogrammet.

Träningsdata från alla studier och från vårt kliniska arbete registreras och är tillgängligt, vilket innebär att vi kontinuerligt samlar information till vår databas och kan analysera denna för att ytterligare fördjupa vår kunskap om hur barn och vuxna förbättrar sin inlärning på det mest effektiva sättet. Just nu pågår cirka 50 studier av oberoende forskare runt om i världen där man använder sig av Cogmeds arbetsminnesträning.

En sammanfattning av de studier som publicerats fram till och med 2010 finns i Trends in Cognitive Sciences (Klingberg, 2010).

Slutsatser

Cogmed Arbetsminnesträning är det mest vetenskapliga väl dokumenterade kognitiva träningsprogram. Träningen förbättrar prestationsförmågan på kognitiva uppgifter som kräver arbetsminne och koncentrationsförmåga, men förbättrar även uppmärksamhetsförmågan i vardagen. Effekterna är kliniskt starka, bestående och tycks förekomma i alla åldersgrupper; såväl bland barn/ungdomar, vuxna och äldre individer.

Torkel Klingberg är professor i kognitiv neurovetenskap vid Karolinska Institutet och Stockholm Brain Institute. Han är en av grundarna till Cogmed Systems AB, tillsammans med Helena Westerberg, Jonas Beckeman, David Sjölander. Torkel Klingberg är verksam som konsult för Cogmed inom forskning & utveckling.

För mer information

Besök www.cogmed.com eller www.pearsonassessment.se Välkommen att kontakta oss på info.se@pearson.com

Läs mer

Om arbetsminne

Baddeley A (2003) Working memory: looking back and looking forward. *Nat Rev Neurosci* 4:829-839.

Conway (ed) *Variation in working memory* (2007) Oxford Univ. Press.

Om arbetsminne och ADHD

Barkley RA (1997) Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: constructing a unifying theory of ADHD. *Psychol Bull* 121:65-94.

Barkley RA, Murphy KR (2006) *Attention-deficit hyperactivity disorder a clinical workbook*. New York: The Guilford Press.

Castellanos FX, Tannock R (2002) Neuroscience of attention-deficit/hyperactivity disorder: the search for endophenotypes. *Nat Rev Neurosci* 3:617-628.

Martinussen R, Hayden J, Hogg-Johnson S, Tannock R (2005) A meta-analysis of working memory impairments in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry* 44:377-384.

Westerberg H, Hirvikoski T, Forsberg H, Klingberg T (2004), Visuo-spatial working memory: a sensitive measurement of cognitive deficits in ADHD. *Child Neuropsychology* 10 (3) 155-61.

Om arbetsminnet och normalt åldrande

Wilde NJ, Strauss E, Tulskey DS (2004). *J Clin Exp Neuropsychol*, 26.

Om arbetsminnet relaterat till utbildning och studier

Gathercole SE, Pickering S (2003) Working memory deficits in children with low achievements in the national curriculum at 7 years of age. *British Journal of Educational Psychology* 70:177-194.

Gathercole, S, Alloway, T.P. (2009) *Working memory and learning – a practical guide for teachers*.

2010 research update

In 2010 there were several studies published adding to Cogmed's solid research base. The studies examined the benefit of Cogmed training with various populations across all age groups – and showed very positive results in keeping with those seen in previous research. Below is a breakdown of the studies published in 2010 and a brief summary describing each one.

--

Title: Computer Training of Working Memory for Children with ADHD: A School-Based Feasibility Pilot Study

PI: Enrico Mezzacappa, M.D.

Institution: Harvard University

Published: School Mental Health, February 2010

Summary: This study was conducted by researchers at Children's Hospital, Harvard University. 8 children from one school in a low SES environment, all qualified for free breakfast and lunch at school, trained with Cogmed RM at school for five weeks. After training they improved significantly on measures of verbal and visuo-spatial working memory and symptoms of ADHD as rated by teachers decreased. This study is important in that the training took place in a school setting.

--

Title: Effects of working memory training on reading in children with special needs

PI: Karin Dahlin

Institution: Stockholm University

Published: Reading and Writing, May 2010

Summary: This study examined the efficacy of Cogmed training in improving reading comprehension development in 57 Swedish children with special needs. The study showed specific improvements in reading comprehension. The researchers concluded that "the training of working memory may be useful for children with reading comprehension problems, special-education needs, and attention problems". The researchers also concluded that screening for working memory deficits would be valuable for identifying those at risk to struggle academically.

--

Title: Computerized training of working memory in a group of patients suffering from acquired brain injury

PI: Anna Lundqvist, Ph.D.

Institution: Linköping University

Published: Brain Injury, September 2010

Summary: This study examined the efficacy of Cogmed training on 21 subjects (mean age 43.2 years) with a working memory deficit caused by an acquired brain injury or stroke. The study showed that there was significant improvement in working memory in

both the trained working memory tasks and in non-trained neuropsychological assessments. Rating scales also showed better performance at work with noticeable improvement in pre-defined occupational problems. The researchers concluded that Cogmed training is an effective intervention to improve working memory capacity in people with an acquired brain injury or stroke - most likely leading to improved performance at work and other daily activities.

--

Title: A Controlled Trial of Working Memory Training for Children and Adolescents with ADHD

PI: Steven Beck, Ph.D.

Institution: Ohio State University

Published: Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology, November 2010

Summary: This study examined the efficacy of Cogmed training on 52 children with ADHD and other comorbid diagnoses. The children ranged in age from 7-17 and all attended a private school for children with ADHD and other learning disabilities. The researchers found significant improvement in ADHD symptoms and executive functions as well as inattention, organization, and working memory. This improvement was noted, in addition to various neuropsychological assessments, by rating scales filled out by both the parents and the teachers of the participants. The researchers concluded that Cogmed training may be effective in improving core cognitive deficits underlying ADHD and thus improve ADHD symptoms.

--

Title: A Controlled Trial of Working Memory Training for Children and Adolescents with ADHD

Researchers: Gro C. C. Løhaugen, Ida Antonsen, Asta Haberg, Arne Gramstad, Torstein Vik, Ann-Mari Brubakk, and Jon Skranes

Institution: St. Olav's University Hospital, Trondheim, Norway

Published: The Journal of Pediatrics, December 2010

Summary: This study examined the efficacy of Cogmed training on children and adolescents who were born preterm with extremely low birth weight (ELBW). These children usually have a working memory deficit which contributes to the problems they have later in life. The results showed that the children examined were able to improve non-trained working memory tasks following the program. They also found the training to generalize to verbal learning ability and that the results remained stable six months after training. The researchers concluded that Cogmed was an "effective intervention tool for improving memory and reducing core learning deficits in adolescents born at ELBW".

--

Title: Working Memory Training for Children with Cochlear Implants: A Pilot Study

PI: William Kronenberger, Ph.D.

Institution: Indiana University

Published: Journal of Speech, Language, and Hearing Research

Summary: This study investigated the efficacy of Cogmed training for improving memory and language skills in a sample of deaf children with cochlear implants (CIs). The study examined 9 children ages 7-15 and results showed significant improvement on measures of verbal and nonverbal working memory, parent-reported working memory behavior, and sentence repetition skills. The study included a six month follow up which showed a slight drop in working memory, but continued improvement in sentence repetition.

Referenser

- Barkley RA (1997), Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: constructing a unifying theory of ADHD. *Psychol Bull* 121:65-94
- Beck SJ, Hanson CA, Puffenberger SS, Benninger KL, Benninger WB (2010) A Controlled Trial of Working Memory Training for Children and Adolescents with ADHD. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*, November 2010.
- Bozylinski (2007) CHADD Conference, Washington, DC.
- Brehmer, Westerberg, H, Bäckman, L. (2011 in press) *Frontiers in Human Neuroscience*. Working Memory Training in younger and older adults: Training gains, transfer, and maintenance.
- Buonomano DV, Merzenich MM (1998), Cortical plasticity: from synapses to maps. *Ann Rev Neurosci* 21:149-186
- Castellanos FX, Tannock R (2002), Neuroscience of attention-deficit/hyperactivity disorder: the search for endophenotypes. *Nat Rev Neurosci* 3:617-628
- Conway AR, Cowan N, Bunting MF (2001) The cocktail party phenomenon revisited: the importance of working memory capacity. *Psychon Bull Rev* 8:331-335.
- Conway AR, Kane MJ, Engle RW (2003) Working memory capacity and its relation to general intelligence. *Trends Cogn Sci* 7:547-552.
- Dahlin K (2010) Effects of working memory training on reading in children with special needs. *Reading and Writing*, May 2010.
- Daneman M, Carpenter PA (1980) Individual differences in working memory and reading. *J Verbal Learning Verbal Behav* 19:450-466.
- Gathercole, SE, Pickering, SJ (2000) Working memory deficits in children with low achievement in the national curriculum at 7 years of age. *Br J Educ Psychol*. Jun;70 (Pt 2):177-94.
- Gibson B, et al. (2006) Computerized training of working memory in ADHD. Conference for Children and Adults with attention deficit/hyperactivity disorder, Chicago (abstract).
- Holmes J, Gathercole S E, Dunning D L (2009) Adaptive training leads to sustained enhancement of poor working memory in children. *Developmental Science*, April, 2009.
- Holmes J, Gathercole S E, Place M, Dunning D L, Hilton K A, Ellito J G (2009) Working memory deficits can be overcome: Impacts of training and medication on working memory in children with ADHD. *Applied Cognitive Psychology*, July 2009.
- Kane MJ, Brown LH, McVay JC, Silvia PJ, Myin-Germeys I, Kwapil TR (2007) For whom the mind wanders, and when: an experience-sampling study of working memory and executive control in daily life. *Psychol Sci* 18:614-621.
- Klingberg T, Fernell E, Olesen P, Johnson M, Gustafsson P, Dahlström K, Gillberg CG, Forssberg H, Westerberg H (2005), Computerized training of working memory in

- children with ADHD – a randomized, controlled trial. *J American Academy of Child and Adolescent Psychiatry* 44 (2):177-186.
- Klingberg T, Forssberg H, Westerberg H (2002), Training of working memory in children with ADHD. *J Clin Exp Neuropsych* 24:781-791
- Klingberg T (2010) Training and plasticity of Working Memory. *Trends in Cognitive Sciences* 14(7):317-24
- Kronenberger WG, Pisoni DB, Henning SC, Colson BG, Hazzard LM (2010) Working Memory Training for Children with Cochlear Implants: A Pilot Study. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, December 2010.
- Løhaugen GC, Antonsen I, Håberg A, Gramstad A, Vik T, Brubakk AM, Skranes J (2010) A Controlled Trial of Working Memory Training for Children and Adolescents with ADHD. *The Journal of Pediatrics*, December 2010.
- 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*, September 2010.
- Martinussen R, Hayden J, Hogg-Johnson S, Tannock R (2005) A meta-analysis of working memory impairments in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry* 44:377-384.
- McNab F, Klingberg T (2008) Prefrontal cortex and basal ganglia control access to working memory. *Nat Neurosci* 11:103-107.
- Mezzacappa E, Buckner J (2010) Working Memory Training for Children with Attention Problems or Hyperactivity: A School-Based Pilot Study. *School Mental Health*.
- Olesen P, Westerberg H, Klingberg T (2004), Increased prefrontal and parietal brain activity after training of working memory. *Nature Neurosci* 7:75-79
- Rappaport MD, Chung KM, Shore G, Denney CB, Isaacs P (2000), Upgrading the science and technology of assessment and diagnosis: laboratory and clinic-based assessment of children with ADHD. *J Clin Child Psych* 29:555-568
- Robertson I, Murre J (1999), Rehabilitation of brain damage: Brain plasticity and principles of guided recovery. *Psychol Bull* 125:544-575
- Süß HM, Oberauer K, Wittmann WW, Wilhelm O, Schulze R (2002) Working-memory capacity explains reasoning ability - and a little bit more. *Intelligence* 20:261-288.
- Vogel EK, McCollough AW, Machizawa MG (2005) Neural measures reveal individual differences in controlling access to working memory. *Nature* 438:500-503.
- Westerberg H, Jacobaeus H, Hirvikoski T, Clevberger P, Ostensson J, Bartfai A, Forssberg H, Klingberg T (2007). Computerized working memory training after stroke – a pilot study. *Brain Injury*
- Westerberg H, Hirvikoski T, Forssberg H, Klingberg T (2004), Visuo-spatial working memory: a sensitive measurement of cognitive deficits in ADHD. *Child Neuropsychology* 10 (3) 155-61.

Westerberg, H, Brehmer, Y, D'Hondt, N, Söderlund, D, Bäckman, L (2007) Computerized training of working memory – A new method for improving cognition in aging. Aging Research Conference. Sidney.