

**Kan varierad arbetsminnesträning ge upphov till mer omfattande transfereffekter
jämfört med traditionell arbetsminnesträning?**

Nelly Lönnroth, 40161

Pro gradu-avhandling i psykologi

Handledare: Matti Laine och Liisa Ritakallio

Fakulteten för humaniora, psykologi och teologi

Åbo Akademi

2022

**ÅBO AKADEMI – FAKULTETEN FÖR HUMANIORA, PSYKOLOGI OCH
TEOLOGI**

Abstrakt för avhandling pro gradu

Ämne: Psykologi	
Författare: Nelly Lönnroth	
Titel: Kan varierad arbetsminnesträning ge upphov till mer omfattande transfereffekter jämfört med traditionell arbetsminnesträning?	
Handledare: Matti Laine och Liisa Ritakallio	
<p>Abstrakt: Arbetsminnesträning har väckt stort intresse under de senaste decennierna, eftersom arbetsminnet spelar en stor roll i många kognitiva funktioner. Efter en rad lovande initiala studier har de senaste studierna och metaanalyserna dock visat att transfer (förbättrade prestationer) efter arbetsminnesträning gäller mestadels bara otränade varianter av den tränade arbetsminnesuppgiften (uppgiftsspecifik nära transfer). Föreliggande studie hade för avsikt att utreda huruvida ett mer varierat upplägg av arbetsminnesträning kan ge upphov till mer omfattande transfereffekter jämfört med traditionell arbetsminnesträning. Den varierade arbetsminnesträningen bestod av 20 snabbt varierande uppgifter, till skillnad från den traditionella arbetsminnesträningen, där endast en och samma arbetsminnesuppgift ingick. Tidigare studier med såväl motoriska färdigheter som kognitiva uppgifter har kunnat påvisa, att varierade träningsupplägg förknippas med bredare transfer jämfört med ett mer ensidigt träningsupplägg. Föreliggande studie var dock ett första försök att undersöka varierad träning för arbetsminnesprestationer. Resultaten påvisar att varierad arbetsminnesträning, i det format som implementerats i föreliggande studie, inte ger upphov till bredare transfereffekter jämfört med traditionell arbetsminnesträning. Studien lyckades dock replikera tidigare fynd på uppgiftsspecifik nära transfer med traditionell arbetsminnesträning, vilket tyder på att forskningsupplägget här var fungerande. Det finns en rad möjliga faktorer som kan ha föranlett en utebliven effekt av den varierade arbetsminnesträningen, exempelvis inte tillräckligt varierande uppgifter, en för kort träningsperiod, brister i miljön vid utförandet av träningen och individuella faktorer. Det återstår för framtida forskning att klargöra om andra former av varierad arbetsminnesträning kan ge upphov till bredare transfer.</p>	
<p>Nyckelord: arbetsminne, arbetsminnesträning, varierad arbetsminnesträning, traditionell arbetsminnesträning, aktiv kontrollgrupp, transfer, uppgiftsspecifik nära transfer, uppgiftsgenerell nära transfer, avlägsen transfer, prestation, strategier</p>	
Datum: 2.5.2022	Sidantal: 57

Tack

Jag vill rikta ett stort tack till mina handledare professor Matti Laine och Liisa Ritakallio.

Tusen tack för ert stöd, er vägledning och all hjälp jag fått av er samt tack för att jag alltid kunnat vända mig till er och fråga om råd under arbetets gång. Ett speciellt tack till Liisa, som varit ett ovärderligt stöd vid utförandet av de statistiska analyserna.

Jag skulle också vilja tacka mina nära och kära, speciellt min sambo och min mamma, för all den uppmuntran som kan behövas i skrivprocessens olika skeden. Tack för att ni lyssnat på mig och gett mig kloka råd.

Innehållsförteckning

Tack.....	3
Innehållsförteckning	4
Kan varierad arbetsminnesträning ge upphov till mer omfattande transfereffekter jämfört med traditionell arbetsminnesträning?	6
Arbetsminnesträningsforskningens framväxt	6
Arbetsminnesträningsmekanismerna	8
Transfer medieras av strategigenerering.....	9
Inläring av kognitiva färdigheter	9
Varierad arbetsminnesträning	11
Studiens syfte	13
Metod	13
Procedur	14
Sampel.....	14
Design	17
Test och uppgifter	18
Prescreening.....	18
Pre- och posttest.....	19
Varierad arbetsminnesträning	24
Traditionell arbetsminnesträning och den aktiva kontrollgruppen	27
Dataanalys.....	28
Preprocessering av data.....	28
Bayesiansk statistik.....	30

Gruppjämförbarhetsanalyser.....	32
Transferanalyser.....	32
Resultat	32
Gruppjämförbarhet.....	33
Demografiska variabler.....	33
Förväntningar, motivation och alerthet.....	34
Pretestprestation.....	37
Transfer	41
Diskussion.....	46
Transfereffekter av traditionell arbetsminnesträning.....	46
Transfereffekter av varierad arbetsminnesträning	47
Vарierad arbetsminnesträning i förhållande till det traditionella upplägget	47
Vidareutveckling av arbetsminnesträningsparadigm.....	48
Styrkor och begränsningar	49
Slutsatser och rekommendationer	50
Referenser	51

Kan varierad arbetsminnesträning ge upphov till mer omfattande transfereffekter jämfört med traditionell arbetsminnesträning?

Arbetsminne är ett temporärt minnessystem med begränsad kapacitet som är av betydelse för olika typer av kognitiva prestationer (Baddeley & Hitch, 1974; Engle, 2002). Arbetsminne bidrar till vår förmåga att hålla material tillgängliga i vårt medvetande medan vi utför uppgifter, och det förknippas med såväl teoretiska, arbetsrelaterade som vardagliga färdigheter (Engle, 2002; Redick, 2019). Ett försämrat arbetsminne kan därmed te sig problematiskt på flera sätt. En nedsatt arbetsminnesfunktion är exempelvis förknippat med svårigheter med olika funktioner såsom inlärningsprocesser, läsning och matematiska förmågor (Holmes m.fl., 2010, s. 1 - 2). Nedsättning av arbetsminnet är även framträdande vid inlärningssvårigheter, det är del av normala åldrandeprocesser och det framkommer även vid flera vanliga neuropsykiatriska störningar, såsom ADHD, samt vid depression (Morrison & Chein, 2011; Redick, 2019; Swanson & Siegel, 2001). Arbetsminnets stora betydelse för mänsklig funktionsförmåga har lett till ett stort intresse för frågan om huruvida det är möjligt att träna upp arbetsminnet och därigenom utöka dess kapacitet.

Arbetsminnesträningens framväxt

Initial forskning kring arbetsminnesträning verkade mycket lovande. En pionjärstudie av Klingberg m.fl. (2002) undersökte effekten av datoriserad, adaptiv och intensiv arbetsminnesträning hos barn med ADHD. De fann exempelvis effekter av träningen som överfördes till otränade uppgifter som bl.a. kräver exekutiva förmågor. En uppmärksam undersökning av Jaeggi m.fl. (2008) tydde också på att träning av arbetsminnet kan generalisera till och förbättra andra förmågor såsom flytande intelligens, dvs. skulle arbetsminnesträningen medföra så kallad ”*avlägsen transfer*”. Avlägsen transfer innebär att träningen leder till förbättring av prestationen i uppgifter inom andra kognitiva domäner än

arbetsminnet. Man antar att avlägsen transfer uppkommer till följd av att till synes olikartade uppgifter delar en gemensam underliggande kognitiv komponent (Shipstead m.fl., 2010).

Nyare forskning har dock mestadels inte kunnat replikera dessa initiala, mycket lovande resultat. Orsaken till varierande och motstridiga resultat kan eventuellt även finnas i studiernas upplägg och metodologiska brister. Tidigare arbetsminnesträningsstudier var ofta utförda med små sampel, vilket begränsar möjligheterna till generalisering av resultaten. Till exempel arbetsminnesstudien av Klingberg m.fl. (2002) som citerades ovan inkluderade endast 14 barn i hela studien. Tillförlitliga, valida och generaliserbara resultat kräver också välkontrollerade upplägg som randomiserar försökspersonerna, inkluderar aktiva kontrollgrupper och mäter träningseffekter med flera uppgifter per kognitiv domän (Melby-Lervåg & Hulme, 2013; Shipstead m.fl., 2010).

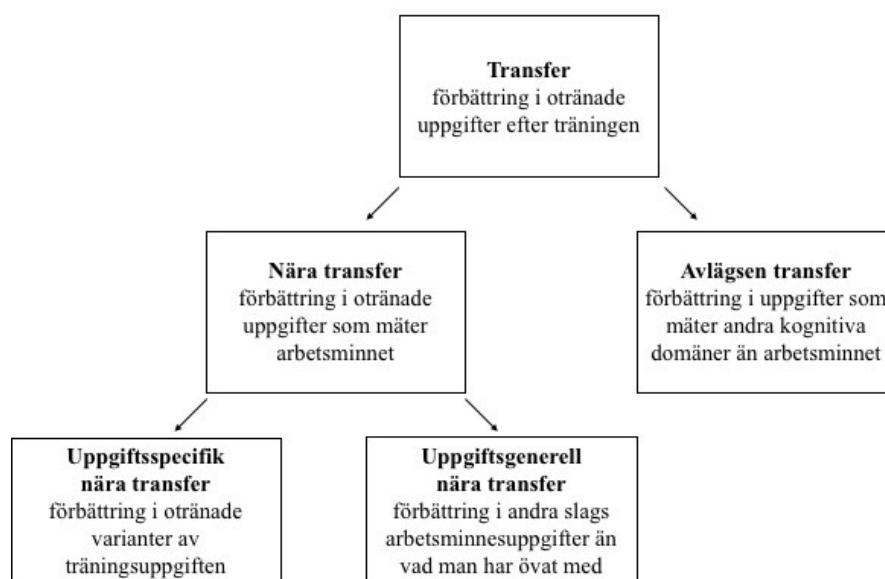
I kontrast till de första träningsstudierna har de senaste metaanalyserna uppvisat endast blygsamma träningsresultat. En metaanalys av Melby-Lervåg m.fl. (2016) kom till slutsatsen att eventuella effekter av arbetsminnesträning är begränsade och kortvariga, och att de inte leder till förbättring av kognitiva färdigheter som tillämpas i vardagen, såsom matematiska färdigheter och läsförståelse. Det skulle innebära att arbetsminnesträning endast medför ”nära transfer”, dvs. förbättringar i otränade uppgifter inom samma kognitiva domän (arbetsminnet).

En nyare metaanalys har ytterligare preciserat att träning av arbetsminnet i första hand förbättrar prestationen i de tränade uppgifterna och mera betydande transfer omfattar endast otränade varianter av de tränade uppgifterna (Soveri m.fl., 2017). Detta kallas för ”*uppgiftsspecifik nära transfer*” i motsats till ”*uppgiftsgenerell nära transfer*”, där det sker förbättring i andra typer av arbetsminnesuppgifter än de som ingått i arbetsminnesträningen (Soveri m.fl., 2017). Resultaten pekar således på att en betydelsefull effekt av nuvarande arbetsminnesträningmetoder inte existerar utöver en uppgiftsspecifik nära transfer. Studier

som inte lyckats hitta en avlägsen transfereffekt av arbetsminnesträning är ofta de studier som implementerat strikt kontrollerade randomiserade experiment och interventioner (Gathercole m.fl., 2019). Se nedanstående figur 1 för en översikt av indelningen av olika slags transfer efter arbetsminnesträning.

Figur 1

Deskriptiv indelning av olika typer av transfer i arbetsminnesträning.



Arbetsminnesträningens mekanismer

Snäva resultat från tidigare arbetsminnesstudier har tagit forskningen till en återvändsgränd och fokus håller på att skifta till nya tolkningar av de mekanismer som bidrar till träningens effekt. En förutsättning för att träning av arbetsminnet ska ses som effektivt är att det sker transfer av träningseffekterna till andra typer av arbetsminnesuppgifter än den som har övats (Shipstead m.fl., 2010). Fynd som erhållits från arbetsminnesstudier har lett till slutsatsen att nära och avlägsen transfer av träningseffekter inte nödvändigtvis behöver bero på en ökning i arbetsminneskapaciteten som man tidigare antog (Melby-Lervåg m.fl., 2016). Det skulle tyda på att tillämpandet av andra färdigheter är betydande för att bemästra arbetsminnesuppgifterna.

Transfer medieras av strategigenerering

En alternativ tolkning som lyfts fram är en så kallad strategimedieringshypotes (eng. Strategy Mediation Hypothesis, Peng & Fuchs, 2017). Enligt denna hypotes leder arbetsminnesträning till spontan generering eller användning av minnesstrategier, som i sin tur är en potentiellt bidragande faktor till transfer och därmed den förbättrade prestationen efter träningen (Dunning & Holmes, 2014; McNamara & Scott, 2001). Enligt denna hypotes medför arbetsminnesträning inte någon utökning av själva arbetsminneskapaciteten som sådan (Peng & Fuchs, 2017). I dagsläget har forskningen funnit evidens för att implementering av strategier, antingen externt givna eller självgenererade, medverkar i arbetsminnesträningens utfall. Även enstaka, korta träningsessioner som involverar strategianvändning ha visat sig ge effekt (Fellman m.fl., 2020; Laine m.fl., 2018). Hypotesen om strategigenerering är förenlig med den mera generella idén om att kognitiv träning innebär inläring av en ny kognitiv färdighet (se nedan). I studier har det dessutom framkommit att egenskaper hos de genererade strategierna, såsom hur detaljrika och sofistikerade strategierna är samt vilken strategityp det är fråga om, har betydelse för transfereffekterna av arbetsminnesträningen (Fellman m.fl., 2020; Laine m.fl., 2018).

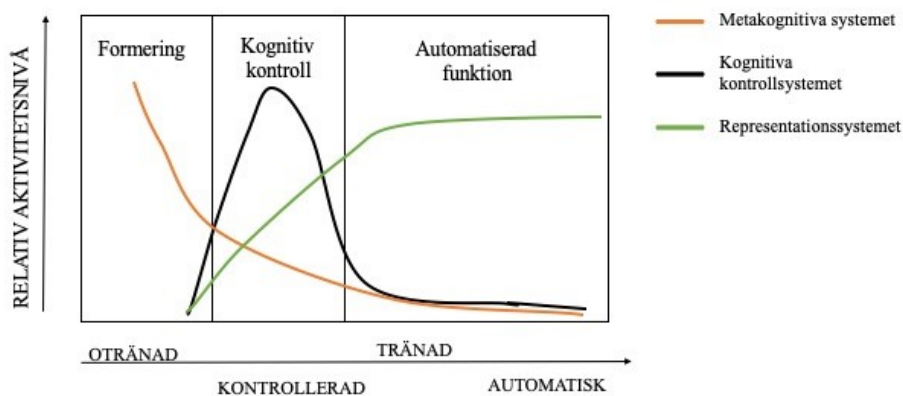
Inläring av kognitiva färdigheter

Den allmännare teoretiska konstruktionen för strategimedieringshypotesen är inläring av kognitiva färdigheter (eng. Cognitive Skill Learning). Chein och Schneider (2012) sammanfattar grundläggande drag i denna process och menar att människans inlärningsprocesser antas vara beroende av tre kognitiva system som samarbetar. Dessa består av ett representationssystem, ett kognitivt kontrollsystem och ett metakognitivt system. Aktiviteten inom dessa varierar beroende på inlärningsfas. I initialskedet då en ny, obekant uppgift ska utföras är metakognitiva systemet aktivt och handhar koordineringen, aktiveringen och monitoreringen av ändamålsenliga handlingar som ger upphov till

generering av nya strategier och handlingsmönster för att bemästra de nya uppgifterna. När en strategi har valts tar systemet för kognitiv kontroll över och styr uppmärksamheten och fördelning av kognitiva resurser för att verkställa strategin i fråga. Därefter tar representationssystemet så småningom över när en uppgift börjar bli väl inlärd och kommer (i alla fall delvis) att automatiseras. Se figur 2 nedan för en bildlig representation av de tre samverkande kognitiva systemen. Funktionerna i de olika kognitiva systemen är integrerade och samverkande trots den tredelade indelningen (Chein & Schneider, 2012). Det metakognitiva systemet är därmed det kognitiva system som antas bidra till strategigenerering som underlättar utförandet av uppgiften i fråga, men eftersom dessa strategier är anpassade till den övade uppgiften, förblir transfereffekterna snäva.

Figur 2

Diagram med de tre kognitiva systemen i olika inlärningsfaser. Modifierad efter Chein & Schneider, 2012.



Ett nytt ramverk i samma linje med idéerna som framförts av Chein och Schneider (2012), har framförts gällande vad det är som medför uppkomsten av transfer till följd av

arbetsminnesträning (Gathercole m.fl., 2019). Arbetsminnesträning antas medföra inläring av en ny kognitiv färdighet som individen också kan använda sig av vid utförandet av andra liknande men otränade uppgifter. Denna nya kognitiva färdighet antas i sin tur vara i viss mån beroende av individens mer generella kognitiva resurser eller begåvning. I praktiken sker detta genom olika processer. I initialskedet av träningen kräver utförandet av uppgifterna mer kognitiva resurser och därmed också uppmärksamhet, medan allt efter att träningen framskrider och färdigheten lärts in förbättras prestationen på träningsuppgiften och färdigheten blir mer automatisk (Chein & Schneider, 2012; Gathercole m.fl., 2019 & Norris m.fl., 2019). Utifrån sina studier menade Gathercole m.fl. (2019) att inläringen av en ny kognitiv färdighet triggas av att uppgifterna som träningen består av är obekanta och kräver således generering av nya strategier. Det är denna process som leder till transfer.

Sammanfattningsvis kan sägas att strategier har en uttalad roll i arbetsminnesträning och att strategimedieringshypotesen är en del av de teoretiska antagandena om inläring av kognitiva färdigheter (Fellman m.fl., 2020).

Varierad arbetsminnesträning

Det finns systematiska resultat från ett flertal studier att i fråga om motoriska färdigheter kan ett varierat träningsupplägg ge upphov till mer transfereffekter i jämförelse med ett mer ensidigt träningsupplägg (t.ex. Heitman m.fl., 2005). Varierad träning har också undersökts med vissa typer av kognitiva färdigheter, men i mycket liten utsträckning jämfört med studier med motoriska färdigheter (Vakil & Heled, 2016). I en studie av Vakil och Heled (2016) exempelvis kunde vissa transfereffekter påvisas hos den grupp som fått en varierad form av träning på en problemlösningsuppgift, jämfört med den grupp som tränat på samma uppgift på ett ensidigt sätt. Transeffekter i samma riktning har också funnits i ett annat experiment med problemlösning där samplet bestod av barn (Chen & Mo, 2004). Varierad träning undersöktes systematiskt för första gången för just arbetsminnesträning i det större

experimentet som föreliggande studie är del av. Här undersöktes transfereffekterna av en ny övningsform som kallas varierad arbetsminnesträning (VT). Hypotesen var att VT kan ge upphov till bredare transfereffekter som omfattar både uppgiftsgenerell nära transfer och avlägsen transfer.

VT så som det implementerades i föreliggande studie är ett nytt koncept. Vissa tidigare arbetsminnesträningsprogram såsom Cogmed (<https://www.cogmed.com>) har visserligen tillämpat ett flertal specifika adaptiva uppgifter, men den teoretiska bakgrunden har byggt på ökad arbetsminneskapacitet, upplägget har varit annorlunda, och enligt metaanalytiska resultat har träningseffekterna från existerande arbetsminnesträningsprogram varit kortvariga och uppgiftsspecifika (Melby-Lervåg m.fl., 2016). I VT sker snabb växling mellan uppgifter då sex olika uppgifter tränas vid varje enskild träningssession i fem minuters tid per uppgift. Det finns ingen tidigare forskning på så snabbt skiftande varierad arbetsminnesträning och dess effekt.

VT består av 20 olika typer av arbetsminnesuppgifter i såväl oregelbundna som delvis regelbundna stimulussekvenser¹. De olika uppgifterna kräver lite olika typer av arbetsminnesförmågor till skillnad från traditionell arbetsminnesträning (TT) där ofta endast en typ av adaptiva uppgifter ingår och där har man främst sett endast uppgiftsspecifik nära transfer. Mera varierande arbetsminnesuppgifter som byts i snabb takt antas leda till att försökspersonerna anammar flera strategier för att hantera uppgifterna och att försökspersonerna förmår växla snabbt mellan strategierna när uppgiften så kräver. I uppgifterna presenterades stimuli i såväl oregelbundna som delvis regelbundna sekvenser, i

¹ Sekvenser av stimuli i antingen helt slumpmässig ordning (oregelbundna) eller delvis i kluster (regelbundna). De regelbundna delarna av stimulussekvenserna antas potentiellt sporra försökspersonerna till strategigenerering genom att klustren kan ha någon innebörd som underlättar ihågkommandet. Exempelvis kan ett stimuluskluster med siffror utgöra ett välkänt årtal eller en sekvens av jämnt stigande tal (...2-4-6-8...)

syftet att de senare skulle ytterligare sporra försökspersonerna till strategigenerering som gruppering och därmed underlättar utförandet av uppgiften.

Studiens syfte

Studien har bedrivits som en del av forskningsprojektet ”Strategies for Human Memory” (2019 – 2023) som leds av professor Matti Laine. Genom att använda ett randomiserat kontrollerat upplägg, testades tre grupper av friska vuxna försökspersoner före och efter tio träningsessioner (ca fyra veckors träning) med datoriserade uppgifter som mäter arbetsminne och andra minnessystem samt andra kognitiva funktioner såsom flytande intelligens. Samtidigt bedömde försökspersonerna subjektivt sin strategianvändning i uppgifterna. Syftet var att undersöka huruvida varierad arbetsminnesträning (VT) leder till mera omfattande transfer jämfört med aktiva kontrollgruppen (AK) och traditionell arbetsminnesträning (TT). Av huvudsakligt intresse för föreliggande studie var kontrasten mellan varierade arbetsminnesträningsgruppen och kontrollgruppen. Hypotesen i föreliggande studie är således att VT ger upphov till mera omfattande transfer av träningseffekter jämfört med AK-gruppen, men också jämfört med TT-gruppen. Det antogs därmed att VT, men inte AK och inte heller TT, kan ge upphov till både uppgiftsgenerell nära transfer och möjligtvis även avlägsen transfer.

Metod

Föreliggande studie är del av ett större experiment ”Working memory training with a varied training regime” som i sin helhet genomförts av forskningsgruppen BrainTrain vid Åbo Akademi, Finland². Delar av data har valts ut för att undersöka forskningsfrågan om huruvida varierad arbetsminnesträning ger upphov till mer omfattande transfereffekter jämfört med traditionell arbetsminnesträning.

² Studien av Ritakallio m.fl. (2021) ingår inom ramen för denna forskning.

Procedur

Forskningsprojektet har genomförts i enlighet med Helsingforsdeklarationen och etiskt tillstånd har beviljats av forskningsetiska nämnden vid psykologi och logopedi vid Åbo Akademi. Innan datainsamlingen inleddes preregistrerades studien på Open Science Framework (<https://osf.io/c9ygt/>). Deltagande i studien har varit frivilligt och försökspersonerna ha förblivit anonyma under hela studiens gång. Det har även krävts informerat samtycke, vilket betyder att försökspersonerna erhållit information om studiens innehåll innan de beslutat sig för att delta och de har kunnat avbryta sitt deltagande när som helst under studiens gång. Försökspersonerna har erhållit ett arvode för sitt deltagande. Ingen feedback har getts efter avslutat deltagande. Hela studien har varit nätbaserat och utförts vid dator i hemmiljö. Studien har administrerats via forskningsgruppens egen webbaserade test- och träningsplattform SOILE där testen och övningsuppgifterna har införts, programmerats och distribuerats.

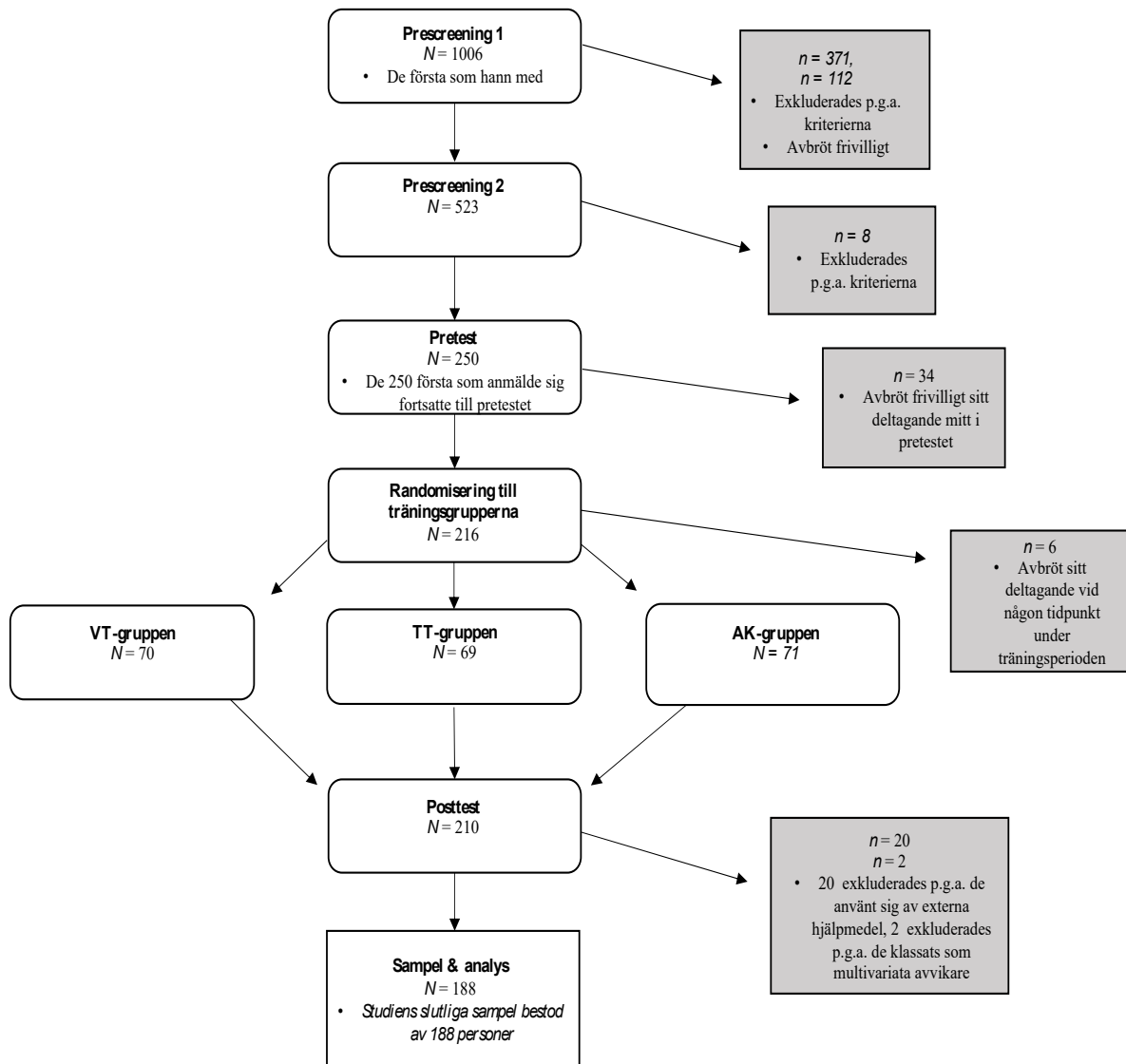
Sampel

Studiens slutliga sampel bestod totalt av 188 personer. Deltagarna rekryterades till studien via Prolific Academic (<https://www.prolific.co/>), som är en plattform för nätbaserad rekrytering av försökspersoner. Samplet bestod av engelskspråkiga, friska försökspersoner i åldern 18–50. När studien inleddes uppfyllde ca 90 000 Prolific användare dessa kriterier och bjöds in sedan till nästa skede i urvalsprocessen. Ett flödesdiagram över urvalsprocessen presenteras i figur 3. Vid första prescreeningen rekryterades 1006 personer till studien från hela populationen på 90 000 personer. Dessa 1006 personer fortsatte sedan rekryteringsprocessen. Efter första prescreeningen exkluderades 371 personer på basis av studiens urvalskriterier, så 635 personer bjöds in till följande skede. Därefter valde en del personer att på eget bevåg avbryta sitt deltagande efter första prescreeningen, därefter rekryterades totalt 523 personer till att delta i andra prescreeningen. Under andra prescreeningen exkluderades åtta personer

på basis av exkluderingskriterierna. Till träningsstudien bjöds in 515 personer, varav de 250 första sedan rekryterades till att inleda träningsstudien. Under pretestets gång valde 34 personer att avbryta sitt deltagande och de återstående 216 deltagarna blev slumpmässigt fördelade på de tre grupperna som jämfördes sinsemellan i studien. I träningsperiodens olika skeden valde sex försökspersoner att avbryta sitt deltagande och därmed slutförde totalt 210 personer posttestet. Studiens inkluderingskriterier, på basis av vilka det slutliga urvalet gjordes, diskuteras i större detalj i avsnittet om prescreeningen. Senare exkluderades 22 personer från analyserna på basis av kriterier som detaljeras i dataanalysdelen. Slutligen deltog 188 personer i studien; 60 personer i VT-gruppen (varierad arbetsminnesträning), 63 i TT-gruppen (traditionell arbetsminnesträning) och 65 i AK-gruppen (aktiv kontrollgrupp). Deskriptiv information om studiens slutliga sampel återfinns i tabell 1.

Figur 3

Diagram över inkludering av deltagare för det slutliga samplet.



Tabell 1

Deskriptiv information om det slutliga samplet (N = 188).

Mått	VT	TT	AK
	(n = 60) <i>M (SD)</i>	(n = 63) <i>M (SD)</i>	(n = 65) <i>M (SD)</i>
Ålder	32,43 (7,84)	32,35 (8,04)	32,28 (8,74)
Kön (kvinna/man)	34/26	35/28	39/26
Utbildningslängd (år)	15,18 (3,56)	16,78 (3,66)	16,48 (2,72)
Motivation vid pretestet	4,07 (0,86)	3,95 (0,83)	4,14 (0,85)
Motivation i början av träningen	4,12 (0,83)	4,00 (0,84)	4,23 (0,79)
Motivation i mitten av träningen	3,82 (0,98)	3,74 (1,02)	4,09 (0,90)
Motivation i slutet av träningen	3,93 (0,99)	3,92 (0,96)	4,32 (0,83)
Motivation vid posttestet	4,27 (0,94)	4,06 (0,91)	4,25 (0,90)

Observera. VT = Varierad arbetsminnesträning; TT = Traditionell arbetsminnesträning; AK

= Aktiv kontrollgrupp.

Design

I studien ingick två experimentgrupper; gruppen med varierad arbetsminnesträning (VT-gruppen) och gruppen med traditionell arbetsminnesträning (TT-gruppen) samt en aktiv kontrollgrupp (AK-gruppen). VT-gruppen tränade med flera varierande arbetsminnesuppgifter, TT-gruppen med en och samma traditionella arbetsminnesuppgift och AK-gruppen med en frågesportsuppgift. Studien bestod av fyra huvudsakliga faser innefattande av en tvådelad prescreening, ett pretest, en träningsperiod och ett posttest. Innan själva experimentet inleddes genomfördes prescreeningen (se nedan). Efter att prescreeningen utförts bjöds försökspersonerna in för att delta i experimentet och randomiserades slumpmässigt i de tre olika grupperna. Under det fyra veckor långa experimentet genomförde försökspersonerna pretestet och två träningsessioner på första veckan, tre träningsessioner på andra och tredje veckan och slutligen två träningsessioner

samt posttestet på den sista, fjärde veckan. Träningssessionerna var sammanlagt tio till antalet och en enskild träningssession tog ungefär 30 minuter att slutföra. Alla grupper avslutade hela träningsperioden med ett posttest som var identiskt med pretestet, förutom ett arbetsminnes- och kognitionsformulär som endast fanns med i pretestet och ett minneshjälpsformulär som endast fanns med i posttestet. Det bör påpekas att dessa sistnämnda arbetsminnes-, kognitions- och minneshjälpsformulär inte kommer att diskuteras vidare i denna avhandling.

Test och uppgifter

Härnäst följer en genomgång av studiens olika delmoment och de olika test samt uppgifter som implementerades i studiens olika skeden.

Prescreening

Prescreeningen genomfördes i två olika delar. I första prescreeningen, som tog ungefär åtta minuter att slutföra, fyllde försökspersonerna i frågeformulär med bakgrundsvariabler och information om personlighetsdrag. Härnäst skedde första exkluderingen. I andra prescreeningen, som i sin tur tog ungefär 26 minuter, fick försökspersonerna fylla i ytterligare demografisk information, test på uppmärksamhet och generella kognitiva förmågor. Det bör nämnas att personlighetsvariablerna och de kognitiva testerna som ingick i prescreeningen användes för en annan forskning och kommer inte behandlas i denna avhandling. Den slutliga exkluderingen skedde efter den andra prescreeningen. Efter att båda prescreeningarna utförts, baserat på forskningens inkluderingskriterier, bjöds försökspersoner in att delta i träningsstudien. Studiens inkluderingskriterier var att deltagarna är friska vuxna mellan 18 och 50 år, har engelska som modersmål, inte deltagit i tidigare liknande studier och att de inte lider av neurologiska sjukdomar, psykiatriska störningar, inlärningssvårigheter eller har nedsatt, okorrigerad syn samt att de inte intar någon medicin eller drog som påverkar centrala nervsystemet. Riklig alkohol- och droganvändning sågs som ett skäl för exkludering. Om

deltagarna missade vissa enkla frågor som hade i uppgift att kontrollera för personens uppmärksamhet, (eng. ”attention check”), blev de exkluderade från studien. De exkluderades också ifall de använde ett felaktigt användarnamn för sitt deltagande. De tre vanligaste orsakerna till exkludering var psykiatriska störningar, användningen av mediciner eller droger som påverkar centrala nervsystemet och konstaterade inlärningssvårigheter. I en del av fallen uppfyllde samma deltagare flera av exkluderingskriterierna.

Pre- och posttest

Slutförandet av pre- och posttest tog ungefär två timmar och 15 minuter för respektive test och hela testet slutfördes på en och samma gång. Pretestet och posttestet bestod av ett omfattande testbatteri med totalt 11 olika test för minnet och olika frågeformulär.

Försökspersonerna fick också rapportera om sin egen användning av strategier efter varje uppgift. Förövrigt var pre- och posttestet identiska men några avvikelser bör nämnas. I pretestet, men inte i posttestet, tillfrågades försökspersonerna om sina arbetsminnesfunktioner i vardagen med hjälp av ett arbetsminnesfrågeformulär (eng. *The Working Memory Questionnaire*; Vallat-Azouvi, m.fl., 2012). Därtill kartlades försökspersonernas kognitiva förmågor med en kortare version av ett frågeformulär om metakognitiva förmågor (eng. *Metacognitive Awareness Inventory*; Harrison & Vallin, 2017) i pretestet. I slutet av posttestet, men inte i pretestet, kartlades även försökspersonernas användning av interna minnesstrategier med hjälp av ett minneshjälpsfrågeformulär som byggde på en tidigare enkät (eng. *Internal Memory Aids Questionnaire*; Chouliara, 2013). I frågeformuläret fick försökspersonerna kryssa i de strategier de ansåg sig använda i sitt dagliga liv, ange huruvida de ansåg besitta minnesstrategier för att hantera olika slags uppgifter och huruvida de ansåg att strategierna var del av deras dagliga liv.

De 11 minnesuppgifterna i såväl pretestet som posttestet innefattade olika uppgiftsvarianter av fyra arbetsminnesparadigm (n-back, s.k. running memory, enkla

spanuppgifter framlänges, selektiv uppdatering) samt två episodiska minnestest med ordlistor och ordpar. Innan de verkliga testen satte igång fick försökspersonerna genomföra några övningsrundor av uppgifterna, för att försäkra att de förstätt uppgiften korrekt. Efter varje slutförd uppgift tillfrågades försökspersonerna om huruvida de använt sig av någon minnestrategi och de ombads att uppskatta på en Likert-skala hur detaljerad deras implementerade strategi var samt hur konsistenta de var i användningen av den. Efter avslutat pre- och posttest samt efter första, femte och tionde tränings-sessionen fick försökspersonerna varje gång uppskatta på en 5-poängsskala sin motivation för uppgifterna och hur alerta de upplevt sig vara vid utförandet av uppgifterna. Vid pre- och posttestet tillfrågades de därtill huruvida de varit påverkade av rusmedel under testningen och om de använt sig av externa verktyg vid utförandet av uppgifterna.

Avslutningsvis gavs försökspersonerna även möjligheten att uttrycka sina kommentarer på studien efter att de slutfört posttestet. Efter avslutat deltagande mottog försökspersonerna sitt arvode på £50,52. Härnäst följer en genomgång av de uppgifter som inkluderats i pre- och posttesten.

N-back

N-back är ett välkänt uppgiftsparadigm inom arbetsminnesforskningen (t.ex. Pelegrina m.fl., 2015). Tre olika typer av n-back uppgifter inkluderades i pre- och posttestet. Stimuli i de tre olika testvarianterna var siffrorna 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 (n-back med siffror, NBS) och bokstäverna A, B, C, D, E, F, G, H, I (n-back med bokstäver, NBB) samt färgerna blå, gul, röd, grön, violett, svart, rosa, orange och grå (n-back med färger, NBF). De olika varianterna implementerades på samma sätt. I uppgiften visades först en blank sida med en asterisk i 450 millisekunder (ms) och sedan visades en stimulus i taget i 1500 ms. Försökspersoner hade i uppgift att svara ”ja” eller ”nej” på huruvida en stimulus på datorskärmen motsvarar det stimulus som visats för n stimuli sedan bakåt i sekvensen. De

svarade genom att trycka på N (ja) eller M (nej) på tangentbordet. Försökspersonerna fick slutföra totalt 12 stycken n-back sekvenser i såväl pretestet som posttestet. I en sekvens fanns 20 stimuli varav 6 stämde överens och 14 inte stämde överens. Uppgiften var adaptiv och därmed anpassades svårighetsgraden i realtid efter försökspersonens prestation. Totalt fanns 12 nivåer på n-back uppgiften. Den beroende variabeln var medeltalet av n-backnivåerna som försökspersonen uppnått. NBS som både VT- och TT-gruppen tränade med fungerade som kriterieuppgift, dvs. ett mått på framgången i uppgiften som man direkt tränat på. NBB och NBF som är otränade varianter av vad vardera gruppen tränar med antas därmed ges upphov till *uppgiftsspecifik nära transfer* för såväl VT- som TT-gruppen.

Running memory

Running memory ("löpande minnestest") mäter uppdateringsförmågan genom att undersöka hur försökspersonerna memorerar ett givet antal senast visade stimuli, från en längre och plötsligt avbruten sekvens av stimuli. Testet har implementerats i många tidigare arbetsminnesstudier och har konstaterats ha validitet vid mätning av arbetsminnet (t.ex. Broadway & Engle, 2010). I pre- och posttestet inkluderades en verbal variant med bokstäverna A-I (running memory med bokstäver, RMB) och en visuo-spatial variant med samma färger som uppges i uppgiften ovan (running memory med färger, RMF). I uppgiften visades först en asterisk i 500 ms och sedan ett stimuli i taget i 1000 ms. Försökspersonerna hade i uppgift att memorera de 4 sista stimuli i rätt ordning från en sekvens på 4–11 stimuli (längden var okänd för försökspersonerna) och sedan återge rätta stimuli genom att klicka med hjälp av datormusen på stimuli i rätt ordning. Sammanlagt genomförde försökspersonerna 7 uppgiftsblock med 8 försök i ett block för båda varianterna av running memory. Den beroende variabeln var det sammanlagda antalet rätta stimuli som försökspersonen kunde ange. RMB och RMF antas ge upphov till *uppgiftsspecifik nära transfer* för VT-gruppen eftersom de tränat med liknande uppgiftsparadigm under sin

träningsperiod och *uppgiftsgenerell nära transfer* för TT-gruppen som inte tränat med den här typen av arbetsminnesuppgifter.

Enkel span framlänges

Detta arbetsminnesparadigm kartlägger hur försökspersonerna memorerar alla uppvisade stimuli i rätt ordning från en stimulussekvens av en given men varierande längd. Testet liknar de versioner som återfinns Wechslers intelligensskalor (Wechsler, 1997). I pre- och posttestet inkluderades en verbal testvariant med bokstäverna A-I (span framledes med bokstäver, SFB) och en visuo-spatial variant med samma färger som uppges i uppgifterna ovan (span framledes med färger, SFF). I uppgiften visades först en asterisk i 500 ms och sedan ett stimuli i taget för försökspersonerna i 1000 ms. Längden på sekvensen av stimuli varierade mellan 4–10 stimuli. Totalt inkluderades 7 uppgiftsförsök, en av varje sekvenslängd. Försökspersonerna svarade genom att klicka på rätt stimuli i rätt ordning med datormusen. Den beroende variabeln var därmed antalet uppgiftsförsök där försökspersonen lyckades memorera alla stimuli i rätt ordningsföljd. SFB och SFF antas ge upphov till *uppgiftsspecifik nära transfer* för VT-gruppen som tränat med liknande uppgifter under sin träningsperiod och *uppgiftsgenerell nära transfer* för TT-gruppen som inte tränat med den här typen av arbetsminnesuppgifter.

Selektiv uppdatering

Selektiv uppdatering undersöker hur försökspersonerna uppdaterar minnesmaterialet och därmed håller olika stimuli aktivt i arbetsminnet i en föränderlig sekvens av stimuli. Testet har implementerats i tidigare arbetsminnesstudier (Murty m.fl., 2011; Fellman m.fl., 2018). I pre- och posttestet inkluderades en verbal variant med siffrorna 1–9 (selektiv uppdatering med siffror, SUS) och en visuo-spatial variant med samma färger som uppges i uppgifterna ovan (selektiv uppdatering med färger, SUF). Försökspersonerna fick se stimuli placerade i en rad av fyra rutor, där stimuli togs bort och nya kom till i ett givet mönster.

Deras uppgift var sedan att memorera vilka de senaste stimuli var för varje ruta. I sifferversionen visades basstimuli i fyra sekunder och uppdaterade stimuli i två sekunder. I färgversionen däremot visades basstimuli i sju sekunder och uppdaterade stimuli i fem sekunder. Beroende variabeln i denna uppgift var således antalet rätta stimuli försökspersonen lyckades memorera i de fyra bredvidliggande rutorna efter att uppdatering upphört. SUS och SUF antas ge upphov till *uppgiftsgenerell nära transfer* för såväl VT-gruppen som TT-gruppen eftersom ingendera av grupperna tränat med den här typen av arbetsminnesuppgifter.

Episodiska minnesuppgifter

Två varianter av episodiska minnesuppgifter inkluderades i studien i syfte att mäta möjlig avlägsen transfer efter träningen. Försökspersonerna hade i uppgift att lära sig och memorera ordlistor (episodisk inläring av ord, EIO) och ordpar (episodisk inläring av ordpar, EIOP). Som stimuli fungerade vanliga substantiv på engelska. Hälften av försökspersonerna fick stimuluslista A vid pretest och stimuluslista B vid posttest och andra hälften fick stimuluslista B vid pretest och sedan stimuluslista A vid posttest. Pre- och posttestet bestod således av två testversioner av såväl ordlistorna som ordparen. Ordlistorna bestod av 15 olika ord och ordparen av 10 + 10 ord. Uppgiften med ordlistor påminner om välkända Luria Memory Words Test (Sherer m.fl., 1992). Försökspersonerna genomförde uppgifterna med samma ordlista och samma ordpar två gånger och mellan gångerna fick de utföra en medelsvår men simpel matematikuppgift för att minska arbetsminnes roll i återkallelse. Försökspersonerna svarade på uppgiften genom att skriva in orden på en blank sida med hjälp av tangentbordet. Den beroende variabeln var därmed antalet korrekt memorerade ord efter avslutad uppgift. EIO och EIOP mäter *avlägsen transfer* för såväl VT-gruppen som AK- och TT-gruppen eftersom VT- och TT-gruppen endast tränat med arbetsminnesuppgifter (dvs. uppgifter som representerar en annan kognitiv domän) i sina

träningsperioder och AK-gruppen i sin tur endast tränat genomgående med frågesportsuppgifter.

Varierad arbetsminnesträning

Deltagarna i VT-gruppen fick träna med 20 snabbt varierande arbetsminnesuppgifter. Alla träningsuppgifter var adaptiva och anpassades således i realtid efter försökspersonens egen förmåga både inom och mellan sessioner. De fick träna med en enskild uppgift under fem minuters tid, vilket resulterade i att deltagarna under en träningssession hann med sammanlagt sex olika uppgifter i randomiserad ordning och uppgifterna varierade från en session till en annan. Varje enskild uppgiftsvariant tränades i tre olika träningssessioner. Efter att varje uppgift tränats i fem minuter blev försökspersonerna tillfrågade om sin strategianvändning. De 20 uppgifterna som VT-gruppen fick träna med kan indelas i fem olika arbetsminnesparadigm; n-back, running memory, enkel span framlänges, enkel span baklänges och minnet för stimuluspar. Varje enskild verbal och visuo-spatial testvariant fanns i dubbla versioner: en version med helt slumpmässiga, oregelbundna stimulussekvenser och en annan version som innehöll även korta regelbundna/regelmässiga serier och bildade därmed kluster (t.ex. 3-9-4-6-8-1-7...). Ungefär hälften av stimuli i dessa uppgifter formade regelbundna serier. Dessa regelbundna serier av stimuli antas potentiellt sporra försökspersonernas strategigenerering, speciellt i och med grupperingsstrategin som kan förbättra minnesprestationen i många olika uppgifter. Grupperingsstrategin innebär att försökspersoner spontant organiserar eller grupperar ett flertal stimuli i logiska helheter som sedan underlättar ihågkommandet av stimuli i den angivna ordningen (Farrell, 2012). Se tabell 2 för en översikt av alla de uppgifter som ingick i VT-gruppens träningsperiod. Nedan följer en genomgång av de 20 arbetsminnesuppgifter som ingick i den varierade arbetsminnesträningen. Under träningens gång var det inte möjligt att sjunka under startnivån för respektive test.

Tabell 2*VT-gruppens träningsuppgifter.*

N-back	Running memory	Enkel span framlänges	Enkel span baklänges	Minnet för stimuluspar
N-back med siffror (oregelbundna)	Running memory med siffror (oregelbundna)	Enkel span framlänges med siffror (oregelbundna)	Enkel span baklänges med siffror (oregelbundna)	Minnet för stimuluspar med siffror (oregelbundna)
N-back med lådmatrix (oregelbundna)	Running memory med lådmatrix (oregelbundna)	Enkel span framlänges med lådmatrix (oregelbundna)	Enkel span baklänges med lådmatrix (oregelbundna)	Minnet för stimuluspar med lådmatrix (oregelbundna)
N-back med siffror (regelbundna)	Running memory med siffror (regelbundna)	Enkel span framlänges med siffror (regelbundna)	Enkel span baklänges med siffror (regelbundna)	Minnet för stimuluspar med siffror (regelbundna)
N-back med lådmatrix (regelbundna)	Running memory med lådmatrix (regelbundna)	Enkel span framlänges med lådmatrix (regelbundna)	Enkel span baklänges med lådmatrix (regelbundna)	Minnet för stimuluspar med lådmatrix (regelbundna)

Observera. Totalt ingick 20 uppgifter i VT-gruppens träningsperiod.

N-back

Samma paradigm implementerades i pre- och posttestet. Se avsnittet med pre- och posttest ovan för ytterligare information om n-back. I VT-gruppens träningsperiod ingick fyra olika varianter av n-back uppgifter: verbala n-back med siffrorna 1–9 (n-back med siffror, NBS) och visuo-spatiala n-back med 3x3 lådmatrix (n-back med lådmatrix, NBL). Alla n-back uppgifter utfördes på identiskt vis. Försökspersoner inledde n-back-uppgifterna på nivå två (2-back) för de verbala varianterna och nivå ett (1-back) för de visuo-spatiala varianterna. Totalt fanns 15 nivåer. Under ett fem minuter långt pass fick försökspersonerna utföra tre uppgiftsblock som var och en bestod av 20 enskilda försök.

Running memory

För mer utförlig information om running memory, se avsnittet med pre- och posttest ovan. I VT-gruppens träningsperiod ingick fyra varianter av running memory uppgifter: verbala running memory med siffrorna 1–9 (RMD) och visuo-spatiala running memory med 3x3 lådmatrix (RMB). Alla running memory uppgifter utfördes på identiskt vis. Alla försökspersonerna inledde uppgiften på nivå fyra (med fyra stimuli) vid de verbala varianterna och på nivå tre (med tre stimuli) vid de visuo-spatiala varianterna och totalt fanns 13 nivåer. Under ett fem minuter långt pass fick försökspersonerna utföra tio uppgiftsblock med ett försök i varje.

Enkel span framlänges

Uppgiften som VT-gruppen tränade med överensstämmer med den enkel span framledes som återfinns i pre- och posttest. För ytterligare information se ovan. I enkel span framlänges skulle försökspersonerna memorera rätt en sekvens av stimuli av varierande längd. Fyra varianter av enkel span framlänges inkluderades i VT-gruppens träningsperiod: verbala enkel span framlänges med siffrorna 1–9 (span framlänges med siffror, SFS) och visuo-spatiala enkel span framlänges med 3x3 lådmatrix (span framlänges med lådmatrix, SFL). Varje uppgift av enkel span framlänges utfördes på identiskt vis. Alla försökspersonerna inledde uppgifterna på nivå sex (med sex stimuli) vid de verbala varianterna och på nivå fem (med fem stimuli) vid de visuo-spatiala varianterna och totalt fanns 13 nivåer. Under ett fem minuter långt pass fick försökspersonerna utföra tio uppgiftsblock med ett försök i varje.

Enkel span baklänges

Detta test liknas vid de enkel span framledes uppgifterna som inkluderats i pre- och posttest samt i VT-gruppens träning. Se beskrivningarna ovan för ytterligare information. I enkel span baklänges fick försökspersoner memorera en uppvisad sekvens av stimuli av

varierande längd och ange den i omvänd ordning. Fyra olika uppgiftsvarianter av enkel span baklänges inkluderades: verbala enkel span baklänges med siffrorna 1–9 (span baklänges med siffror, SBS) och visuo-spatiala enkel span baklänges med 3x3 lådmatrix (span baklänges med lådmatrix, SBL). Först visades en asterisk i 500 ms och sedan stimuli 1000 ms. Alla enkel span baklänges uppgifter utfördes på identiskt vis. Alla försökspersonerna inledde uppgifterna på nivå fem (med fem stimuli) vid de verbala varianterna och på nivå fyra (med fyra stimuli) vid de visuo-spatiala varianterna och totalt fanns 13 nivåer. Under ett fem minuter långt pass fick försökspersonerna utföra tio uppgiftsblock med ett försök i varje.

Minnet för stimuluspar

I detta test skulle försökspersonerna komma ihåg parvisa stimuli. Ett stimuli gavs och försökspersonerna fick i uppgift att fylla i det parade stimulus som saknades. Fyra varianter av dessa uppgifter fanns med i VT-gruppens träningsperiod: verbala stimuluspar uppgifter med siffrorna 1–9 (stimuluspar med siffror, SPS) och visuo-spatiala stimuluspar med 3x3 lådmatrix (stimuluspar med lådmatrix, SPL). Alla uppgifter med stimuluspar utfördes på identiskt vis. Alla försökspersonerna inledde testen på nivå fyra (med fyra stimuli) vid de verbala varianterna och på nivå tre (med tre stimuli) vid de visuo-spatiala varianterna och totalt fanns 13 nivåer. Försökspersonerna svarade genom att klicka på rätt stimuli med datormusen. Under ett fem minuter långt pass fick försökspersonerna utföra sex stycken listor med parvisa stimuli. Den beroende variabel var antalet rätt ihågkomna parade stimuli.

Traditionell arbetsminnesträning och den aktiva kontrollgruppen

TT-gruppen tränade genomgående enbart med en traditionell, adaptiv n-back uppgift med siffror (NBS) som de fick träna med vid alla tio tränings-sessioner. N-back uppgiften överensstämde med den n-back uppgiften som VT-gruppen också tränat med och som inkluderats i pre- och posttesten. Se ovanstående avsnitt för ytterligare information om n-back. Sammanlagt slutförde deltagarna 20 uppgiftsblock som var och en innefattade 20

uppgiftsförsök. Efter varje tränings-session tillfrågades försökspersonerna om sin strategianvändning.

Den aktiva kontrollgruppen i sin tur tränade i alla tio tränings-sessioner med att utföra frågesportsuppgifter för att åstadkomma en jämförbar aktivitet med tanke på träningstid, antalet sessioner och datoranvändning. Frågesportsuppgifterna delades in i kategorier som innefattade bl.a. geografi, historia, politik, vetenskap, natur, litteratur, film, musik och idrott. Frågorna drogs slumpmässigt ur en samling av ca 850 olika frågor. Varje block innefattade 20 frågor och en tränings-session innehöll totalt sju block. Försökspersonen gavs flera svarsalternativ, antingen två, tre eller fyra, varav ett svarsalternativ var rätt och de resterande fel. Även de blev tillfrågade om sin strategianvändning i uppgiften i slutet av varje tränings-session.

Dataanalys

Preprocesseringen av data utfördes med hjälp av programmet IBM SPSS Statistics 26 för Mac. Analyserna av data har utförts med hjälp av datorprogrammet JASP Team (2020). JASP (Version 0.14.1).

Preprocessering av data

Efter rekryteringsprocessens alla delmoment och efter avslutat pretest, träningsperiod samt posttest uppgick antalet deltagare i studien till 210. Härnäst inleddes preprocesseringen av data som kan indelas i två steg. I första steget av preprocesseringen av data exkluderades vissa deltagare från studiens alla analyser, trots att de slutfört studiens alla steg, på basis av studiens exkluderingskriterier. Inledningsvis exkluderades deltagare från studiens alla analyser utifall de använt sig av externa hjälpmedel vid utförandet av pre- eller posttestet och antalet deltagare minskades därmed från 210 till 190. Sedan exkluderades fall från studiens alla analyser på basis av Mahalanobis distansvärde ($\chi^2(11,188) = 31,2641, p < 0,001$) i syfte att hitta avvikande mönster av värden i pretestet, dvs. multivariata avvikare. Utgående från

Mahalanobis distansvärde kunde två fall exkluderas som multivariata avvikare och efter detta uppgick antalet deltagare till 188. Vid första delen av preprocesseringen av data exkluderades således deltagare som använt sig av externa hjälpmedel och deltagare som klassats som multivariata avvikare. De återstående 188 deltagarna inkluderades sedan i följande steg av preprocesseringen av data och därmed studien i sin helhet. Studiens slutliga sampel bestod således av 188 personer.

I det andra steget av preprocesseringen av data exkluderades endast enskilda prestationer på vissa uppgifter från de statistiska analyserna hos de deltagare som utgjorde studiens sampel. Därmed påverkade inte denna exklusion studiens deltagarantal eftersom endast utvalda prestationer på uppgifter exkluderades i enlighet med följande kriterier. Orsaker till exkludering av data i deltagarnas enskilda uppgifter var avsaknad av data, deltagarnas eventuella färgblindhet (i de uppgifter som innefattade färgstimuli), mycket dåliga prestationer vid pretestet och extrema univariata avvikare. Se tabell 3 för en gruppvis presentation av orsakerna till exklusion av enskilda prestationer i pre- och posttestet. Prestationer i pretestet klassades som mycket dåliga och därefter exkluderades från analyserna ifall försökspersonen hela tiden förblivit på lägsta nivå i n-back eller i de övriga uppgifterna då försökspersonen inte fått ett enda rätt. Från analyserna exkluderades även univariata avvikare i pretestet som i föreliggande studie klassats som prestationer tre gånger kvartilavståndet ovanför eller under om den första eller tredje kvartilen. Utgående från analyserna hittades inga univariata avvikare i föreliggande studie.

Tabell 3

Orsaker till exkludering av prestationer från analyser i pre- och posttest.

Uppgifter	Avsaknad av data	Färgblindhet	Otillförlitlig prestation	Univariata avvikare	Antal deltagare			
					N	VT	TT	AK
NBS	2	0	3	0	183	58	62	63
NBB	0	0	3	0	185	60	63	65
NBF	0	5	2	0	183	56	63	62
RMB	1	0	0	0	187	60	63	64
RMF	0	5	0	0	183	57	63	63
SFB	0	0	0	0	188	60	63	65
SFF	0	5	0	0	183	57	63	63
SUS	0	0	0	0	188	60	63	65
SUF	0	5	0	0	183	57	63	63
EIO	0	0	0	0	188	60	63	65
EIOP	0	0	0	0	188	60	63	65

Observera. NBS = N-back med siffror; NBB = N-back med bokstäver; NBF = N-back med färger; RMB = Running memory med bokstäver; RMF = Running memory med färger; SFB = Enkel span framlänges med bokstäver; SFF = Enkel span framlänges med färger; SUS = Selektiv uppdatering med siffror; SUF = Selektiv uppdatering med färger; EIO = Episodiskt minne med ord; EIOP = Episodiskt minne med ordpar; VT = Varierad arbetsminnesträning; TT = Traditionell arbetsminnesträning; AK = Aktiv kontrollgrupp.

Bayesiansk statistik

I studien implementerades Bayesiansk statistik för de huvudsakliga analyserna av data och därmed för de föreliggande resultaten. Valet av statistisk analysmetod följde rekommendationerna i dagsläget (Kruschke & Liddell, 2018). Det har även hävdats att Bayesiansk statistik som analysmetod är att föredra framför att använda p-värde (Benjamin m.fl. 2018). Bayesiansk statistik har en rad fördelar jämfört med användningen av p-värde, som ofta är förknippad med tillkortakommanden såsom feltolkningar på basis av till synes statistiskt signifikanta resultat och att endast en hypotes testas åt gången (Wagenmakers m.fl.,

2016 & Wagenmakers m.fl. 2018). Bayesianisk statistik möjliggör exempelvis att ett flertal hypoteser undersöks samtidigt. Med Bayesianisk statistik är det möjligt att samtidigt undersöka såväl den alternativa hypotesen (H_1) som nollhypotesen (H_0) samt sannolikheten för att ingendera av hypoteserna håller, vilket möjliggör undersökningen av tre olika typer av evidens på samma gång (Dienes & Mclatchie, 2018). Bayesianisk statistik har även implementerats i liknande arbetsminnesstudier tidigare, se t.ex. De Simoni & von Bastian (2018).

Istället för att använda klassisk frekventistisk statistik och p-värde rapporteras analyserna och resultaten i föreliggande studie med hjälp av Bayesianiska Faktorer (BF). Som nämnts ovan har Bayesianisk statistik fördelen att den tillåter undersöka såväl den alternativa hypotesen (H_1) som noll hypotesen (H_0). Alternativa hypotesen innebär det antagandet som studien undersöker, dvs. antagandet att det föreligger en effekt eller en skillnad. Nollhypotesen å andra sidan innebär att det inte existerar någon effekt eller någon skillnad. I Bayesianisk statistik innebär ett värde på 1 att det förekommer total tvetydighet gällande evidens för H_1 vs. H_0 . Värdet 1 innebär således att det inte finns något stöd alls för varken den alternativa hypotesen eller nollhypotesen. I Bayesianisk statistik kan de statistiska värdena, eller de Bayesianiska Faktorer (BF), placeras på en fortlöpande skala från 1 till ∞ . Värdet < 1 räknas som evidens för nollhypotesen medan värden > 1 stöder den alternativa hypotesen (Fellman, 2020; Dienes & Mclatchie, 2018). Enligt rekommendationerna (Kass & Raftery, 1995) implementerades i föreliggande studie ett gränsvärde på > 3 för att evidensen för den alternativa hypotesen ska klassas som betydelsefull. Värdet mellan 1 och 3 kan tolkas som endast "anekdotisk evidens" medan värden mellan 3 och 20 tolkas som "positiv evidens" för den alternativa hypotesen. Värdet mellan 20 och 150 däremot ses som "stark evidens" och värden > 150 som "mycket stark evidens" för den alternativa hypotesen (Lee & Wagenmakers, 2013; Kass & Raftery, 1995). Vid evidens för nollhypotesen gäller samma

gränsvärden men i ett omvänt format, så att 1 divideras med BF-värdet i fråga ($1/x$).

Gruppjämförbarhetsanalyser

Skillnaderna mellan grupperna innan interventionen inleddes analyserades i syfte att undersöka huruvida grupperna är sinsemellan jämförbara inför studiens huvudanalyser. För att besvara forskningsfrågan och därmed testa den uppställda hypotesen implementerades Bayesiansk Pearsons Chi-kvadrattest (endast variabeln kön analyserades med Chi-kvadrat pga. nominaldata) och Bayesianskt t-test med oberoende grupper (ålder, utbildningslängd, förväntningar om förbättring från pretest till posttest, motivation, alerthet och prestation i uppgifterna vid pretestet). Intresset låg i att undersöka skillnaderna mellan varje par av grupper och därför kalkylerades Bayes-faktorer mellan varje par av grupper (TT-gruppen mot AK-gruppen, VT-gruppen mot AK-gruppen och VT-gruppen mot TT-gruppen).

Transferanalyser

För att undersöka gruppskillnader i prestationsförbättringarna från pretest till posttest, dvs. undersöka hypotesen om mer omfattande transfereffekter uppkommer till följd av varierad arbetsminnesträning, utfördes Bayesianska t-test med oberoende grupper för varje enskild pretest- och posttestuppgift (NBS, NBB, NBF, RMB, RMF, SFB, SFF, SUS, SUF, EIOP och EIOP). Bayes-faktorer (BF_{HI}) kalkylerades för alla tre par av grupper (TT mot AK, VT mot AK och VT mot TT). Förbättringar i prestationer kalkylerades som $(\text{posttest} - \text{pretest}) / \text{preteststandardavvikelsen}$.

Resultat

I syfte att testa hypotesen om att varierad arbetsminnesträning ger upphov till mer omfattande transfereffekter jämfört med traditionell arbetsminnesträning, utfördes preprocessing av data och därefter flera analyser med hjälp av Bayesiansk statistik. De inledande analyserna hade för avsikt att undersöka huruvida de två experimentgrupperna och den aktiva kontrollgruppen är sinsemellan jämförbara i fråga om väsentliga variabler som potentiellt kan

påverka träningsresultaten. Därefter undersöktes hypotesen om huruvida varierad arbetsminnesträning kan ge upphov till uppgiftsgenerell nära transfer och möjligtvis också avlägsen transfer, i jämförelse med den aktiva kontrollgruppen och den traditionella arbetsminnesträningen.

Gruppjämförbarhet

Skillnaderna mellan grupperna innan interventionen inleddes analyserades i syfte att undersöka huruvida grupperna är sinsemellan jämförbara inför studiens huvudanalyser. Detta gjordes med hjälp av Bayesiansk Pearsons Chi-kvadrattest alternativt Bayesianskt t-test med oberoende grupper, beroende på variabeln i fråga.

Demografiska variabler

Det fanns ingen positiv evidens för skillnader mellan paren av grupper vid de parvisa gruppjämförelserna (dvs. inga $BF_{H1} > 3$ hittades). Grupperna kan ses som sinsemellan jämförbara gällande de undersökta bakgrundsfaktorerna. Se tabell 4 för en översikt av de demografiska variablerna som undersöktes. För flera av de gruppvisa jämförelserna som åskådliggörs i tabell 4 fanns det däremot positiv evidens för nollhypotesen där värdet är $< 1/3$. Det skulle vittna om att det inte existerar någon skillnad mellan de gruppernas värden på de undersökta demografiska variablerna.

Tabell 4

Deltagarnas fördelning av kön, ålder och utbildningslängd i experimentgrupperna och den aktiva kontrollgruppen.

Variabel	Grupp <i>M</i> (<i>SD</i>)			Parvisa jämförelser BF_{H1}		
	VT	TT	AK	TT mot AK	VT mot AK	VT mot TT
Kön (K/M)	34/26	35/28	39/26	<i>1/4,09^a</i>	<i>1/4,29^a</i>	<i>1/4,50^a</i>
Ålder	32,43 (7,84)	32,35 (8,04)	32,28 (8,74)	<i>1/5,29^b</i>	<i>1/5,21^b</i>	<i>1/5,19^b</i>
Utbildnings- längd (år)	15,18 (3,56)	16,78 (3,66)	16,48 (2,72)	<i>1/4,66^b</i>	2,01 ^b	2,79 ^b

Observera. K = kvinna, M = man; VT = Varierad arbetsminnesträning; TT = Traditionell arbetsminnesträning; AK = Aktiv kontrollgrupp. Värden markerade med kursiv stil representerar positiv eller starkare evidens för nollhypotesen.

^a Bayesianiskt Pearsons Chi-kvadrattest.

^b Bayesianiskt t-test med oberoende grupper.

Förväntningar, motivation och alerthet

Försökspersonernas förväntningar gällande förbättringar av prestationer, deras motivation och nivåer av alerthet från pretest till posttest undersöktes separat för varje uppgift och varje par av grupper. I fråga om förväntningar hittades flera värden som pekar på evidens för nollhypotesen, och därmed tyder det på att det inte fanns några gruppskillnader. Övriga värden i fråga om förväntningarna tyder på att det inte fanns något positivt stöd för skillnader mellan grupperna, och resultaten går således i samma riktning. Resultaten gick också i samma riktning för variabeln motivation. Endast mellan TT- och AK-gruppen fanns det en skillnad, nämligen positiv evidens för skillnader i motivation vid session 10 ($BF_{H1} = 3,42$). Några skillnader i alerthet vid session ett, fem och tio fanns i de gruppvisa jämförelserna

mellan VT- och AK-gruppen samt mellan TT- och AK-gruppen. Inga skillnader i alerthet kunde påvisas mellan VT- och TT-grupperna. Mellan VT- och AK-grupperna fanns en stark evidens för skillnader i alerthet vid träningsession 1 ($BF_{HI} = 25,78$) samt positiv evidens för skillnader i alerthet vid träningsession 5 ($BF_{HI} = 9,84$) och träningsession 10 ($BF_{HI} = 3,48$). Mellan TT- och AK-grupperna fanns de största skillnaderna däremot. Det fanns mycket stark evidens för skillnader i alerthet vid session 1 ($BF_{HI} > 150$) samt positiv evidens för skillnader i alerthet vid session 5 och 10 ($BF_{HI} = 14,38$ & $BF_{HI} = 9,36$). Man kan dock påpeka att grupperna kan ses som sinsemellan jämförbara gällande förväntningarna, motivation och alerthet vid baslinjen dvs. vid tidpunkterna för pretestet och posttestet, eftersom det inte fanns positiv evidens för skillnader mellan grupperna där (dvs. inga $BF_{HI} > 3$). Se tabellerna 5, 6 och 7 för en översikt av de gruppvisa jämförelserna.

Tabell 5

Deltagarnas förväntningar om förbättring av prestationerna från pretest till posttest.

Uppgift	Grupp <i>M (SD)</i>			Parvisa jämförelser BF_{HI}		
	VT	TT	AK	TT mot AK	VT mot AK	VT mot TT
NBS	4,15 (2,34)	4,35 (2,57)	4,55 (2,56)	1/5,22	1/4,24	1/4,48
NBB	4,28 (2,33)	4,11 (2,42)	4,37 (2,60)	1/4,54	1/5,04	1/4,87
NBF	4,13 (2,35)	3,56 (2,54)	3,99 (2,62)	1/3,14	1/5,09	1/2,83
RMB	4,07 (2,31)	3,51 (2,46)	4,15 (2,69)	1/2,33	1/5,18	1/2,44
RMF	3,85 (2,37)	3,19 (2,44)	3,92 (2,65)	1/1,26	1/4,41	1/2,49
SFB	4,02 (2,27)	3,44 (2,37)	3,97 (2,58)	1/2,77	1/5,21	1/2,24
SFF	3,73 (2,28)	3,19 (2,47)	3,83 (2,75)	1/1,82	1/4,64	1/2,86
SUS	3,40 (2,32)	3,11 (2,44)	3,59 (2,58)	1/3,16	1/4,83	1/4,24
SUF	3,28 (2,37)	2,87 (2,30)	3,39 (2,58)	1/2,43	1/4,45	1/3,93
EIO	4,87 (2,59)	3,97 (2,58)	5,09 (2,74)	2,45	1/4,73	1,02
EIOP	4,87 (2,64)	4,13 (2,62)	4,72 (2,88)	1/2,69	1/5,04	1/1,74

Observera. NBS = N-back med siffror; NBB = N-back med bokstäver; NBF = N-back med

färger; RMB = Running memory med bokstäver; RMF = Running memory med färger; SFB

= Enkel span framlänges med bokstäver; SFF = Enkel span framlänges med färger; SUS =

Selektiv uppdatering med siffror; SUF = Selektiv uppdatering med färger; EIO = Episodiskt

minne med ord; EIOP = Episodiskt minne med ordpar; VT = Varierad arbetsminnesträning; TT = Traditionell arbetsminnesträning; AK = Aktiv kontrollgrupp. Värden markerade med kursiv stil representerar positiv eller starkare evidens för nollhypotesen.

Tabell 6

Deltagarnas motivation vid olika tidpunkter under studien och träningsperioden.

Tidpunkt	Grupp <i>M</i> (<i>SD</i>)			Parvisa jämförelser BF_{H1}		
	VT	TT	AK	TT mot AK	VT mot AK	VT mot TT
Pretest	4,07 (0,86)	3,95 (0,83)	4,14 (0,85)	1/2,59	1/4,74	1/4,03
Session 1	4,12 (0,83)	4,00 (0,84)	4,23 (0,79)	1/1,66	1/3,94	1/3,96
Session 5*	3,82 (0,98)	3,74 (1,02)	4,09 (0,90)	1,27	1/1,56	1/4,80
Session 10	3,93 (0,99)	3,92 (0,96)	4,32 (0,83)	3,42	2,47	1/5,19
Posttest	4,27 (0,94)	4,06 (0,91)	4,25 (0,90)	1/2,94	1/5,20	1/2,66

Observera. VT = Varierad arbetsminnesträning; TT = Traditionell arbetsminnesträning; AK =

Aktiv kontrollgrupp. Ena värdet markerat med fetstil representerar positiv evidens för en skillnad mellan grupperna. Värden markerade med kursiv stil representerar positiv eller starkare evidens för nollhypotesen.

*Data saknades för en person i TT-gruppen, därför TT-gruppens $n = 62$ i session 5.

Tabell 7

Deltagarnas alerthet vid olika tidpunkter under studien och träningsperioden.

Tidpunkt	Grupp <i>M</i> (<i>SD</i>)			Parvisa jämförelser BF_{H1}		
	VT	TT	AK	TT mot AK	VT mot AK	VT mot TT
Pretest	3,80 (0,92)	3,76 (1,06)	4,02 (1,07)	1/2,32	1/2,72	1/5,09
Session 1	3,95 (0,95)	3,86 (0,97)	4,45 (0,71)	>150	25,78	1/4,56
Session 5*	3,78 (0,94)	3,73 (1,07)	4,28 (0,91)	14,38	9,84	1/4,96
Session 10	3,90 (1,04)	3,84 (1,02)	4,32 (0,81)	9,36	3,48	1/4,97
Posttest	4,02 (0,89)	3,86 (0,93)	4,03 (1,05)	1/3,39	1/5,22	1/3,40

Observera. VT = Varierad arbetsminnesträning; TT = Traditionell

arbetsminnesträning; AK = Aktiv kontrollgrupp. Värden markerade med fetstil representerar evidens för en positiv eller starkare skillnad mellan grupperna. Värden markerade med kursiv

stil representerar positiv eller starkare evidens för nollhypotesen.

*Data saknades för en person i TT-gruppen, därför TT-gruppens $n = 62$ i session 5.

Pretestprestation

Prestation i uppgifterna vid pretestet analyserades skild för varje uppgift och par av grupper.

Det fanns inget stöd för skillnader mellan paren av grupper i prestation vid pretestet i pretest-

och posttestuppgifterna. Skillnaderna undersöktes med hjälp av medeltalet för

mellangruppskillnader av ett sampel på 10 000 iterationer (Mdiff) på det högsta

densitetsintervallet av den posteriora distributionen (95% HDI). Grupperna kan därmed ses

som jämförbara gällande prestation vid baslinjen. Se tabell 8 för en översikt av analyserna av

pretestprestationerna för de olika paren av grupper.

Tabell 8

Uppgiftsspecifika medelvärden och standardavvikelser för prestationer i pretestet och posttestet för de enskilda grupperna.

Uppgift	Pretest prestationer <i>M (SD)</i>			Posttest prestationer <i>M (SD)</i>		
	VT	TT	AK	VT	TT	AK
NBS	2,58 (0,92)	2,73 (0,91)	2,69 (0,94)	3,30 (1,35)	4,28 (1,45)	3,06 (1,14)
NBB	2,43 (0,87)	2,64 (0,88)	2,46 (0,74)	3,17 (1,20)	3,91 (1,37)	3,06 (1,01)
NBF	2,45 (0,75)	2,65 (0,81)	2,57 (0,68)	3,06 (1,23)	3,70 (1,35)	3,03 (0,95)
RMB	18,95 (4,99)	20,00 (5,61)	20,17 (4,86)	21,47 (5,59)	20,54 (5,92)	21,11 (5,02)
RMF	17,84 (5,29)	19,64 (6,04)	18,67 (6,50)	21,11 (5,74)	20,70 (5,63)	19,49 (5,51)
SFB	23,40 (7,33)	26,35 (8,15)	26,57 (7,40)	28,38 (7,51)	26,33 (8,76)	28,08 (7,47)
SFF	24,53 (8,79)	26,16 (9,83)	25,33 (9,87)	28,44 (10,06)	25,73 (10,48)	26,79 (10,37)
SUS	29,57 (8,51)	31,86 (9,64)	30,52 (9,41)	34,60 (8,91)	33,87 (10,84)	34,39 (9,11)
SUF	29,39 (11,07)	30,64 (10,12)	31,08 (9,86)	33,70 (10,87)	31,81 (11,11)	33,73 (9,97)
EIO	16,98 (5,94)	19,14 (5,74)	17,15 (5,53)	18,83 (5,97)	20,35 (5,92)	18,85 (6,02)
EIOP	10,72 (4,84)	12,27 (5,08)	11,72 (5,16)	12,38 (5,37)	12,95 (4,88)	12,79 (4,95)

Observera. NBS = N-back med siffror; NBB = N-back med bokstäver; NBF = N-back med färger; RMB = Running memory med bokstäver;

RMF = Running memory med färger; SFB = Enkel span framlänges med bokstäver; SFF = Enkel span framlänges med färger; SUS = Selektiv

uppdatering med siffror; SUF = Selektiv uppdatering med färger; EIO = Episodiskt minne med ord; EIOP = Episodiskt minne med ordpar;

VT = Varierad arbetsminnesträning; TT = Traditionell arbetsminnesträning; AK = Aktiv kontrollgrupp.

Tabell 9

Parametriska estimat för Bayesianska gruppjämförelser för prestationer i pretestet.

Uppgift	TT mot AK ^a		VT mot AK ^b		VT mot TT ^b	
	Mdiff [95% HDI]	BF _{H1}	Mdiff [95% HDI]	BF _{H1}	Mdiff [95% HDI]	BF _{H1}
NBS	0,04 [-0,29; 0,38]	<i>1/5,08</i>	-0,10 [-0,44; 0,24]	<i>1/4,36</i>	-0,14 [-0,49; 0,20]	<i>1/3,63</i>
NBB	0,20 [-0,13; 0,53]	<i>1/2,67</i>	-0,03 [-0,37; 0,30]	<i>1/5,07</i>	-0,21 [-0,56; 0,13]	<i>1/2,43</i>
NBF	0,11 [-0,23; 0,44]	<i>1/4,31</i>	-0,15 [-0,50; 0,19]	<i>1/3,51</i>	-0,24 [-0,59; 0,10]	<i>1/2,00</i>
RMB	-0,03 [-0,36; 0,30]	<i>1/5,20</i>	-0,22 [-0,57; 0,11]	<i>1/2,21</i>	-0,18 [-0,52; 0,16]	<i>1/3,02</i>
RMF	0,14 [-0,19; 0,48]	<i>1/3,74</i>	-0,12 [-0,47; 0,22]	<i>1/3,97</i>	-0,29 [-0,64; 0,06]	<i>1/1,36</i>
SFB	-0,03 [-0,36; 0,30]	<i>1/5,23</i>	-0,39 [-0,74; -0,05]	<i>2,53</i>	-0,35 [-0,70; -0,01]	<i>1,40</i>
SFF	0,08 [-0,26; 0,41]	<i>1/4,76</i>	-0,08 [-0,42; 0,26]	<i>1/4,65</i>	-0,16 [-0,50; 0,18]	<i>1/3,40</i>
SUS	0,13 [-0,20; 0,46]	<i>1/3,98</i>	-0,10 [-0,43; 0,24]	<i>1/4,46</i>	-0,23 [-0,57; 0,11]	<i>1/2,16</i>
SUF	-0,04 [-0,37; 0,29]	<i>1/5,11</i>	-0,15 [-0,49; 0,19]	<i>1/3,60</i>	-0,11 [-0,45; 0,23]	<i>1/4,26</i>
EIO	0,32 [-0,01; 0,66]	<i>1,14</i>	-0,03 [-0,36; 0,31]	<i>1/5,17</i>	-0,34 [-0,69; 0,004]	<i>1,27</i>
EIOP	0,10 [-0,23; 0,43]	<i>1/4,49</i>	-0,18 [-0,52; 0,15]	<i>1/2,96</i>	-0,28 [-0,63; 0,06]	<i>1/1,34</i>

Observera. Mdiff = medeltalet för mellangruppskillnader av ett sampel på 10 000, HDI = högsta densitetsintervallet av den posteriora

distributionen; BF_{H1} = Bayes Faktor; NBS = N-back med siffror; NBB = N-back med bokstäver; NBF = N-back med färger; RMB = Running memory med bokstäver; RMF = Running memory med färger; SFB = Enkel span framlänges med bokstäver; SFF = Enkel span framlänges med färger; SUS = Selektiv uppdatering med siffror; SUF = Selektiv uppdatering med färger; EIO = Episodiskt minne med ord; EIOP = Episodiskt minne med ordpar; VT = Varierad arbetsminnesträning; TT = Traditionell arbetsminnesträning; AK = Aktiv kontrollgrupp. Värden markerade med kursiv stil representerar positiv eller starkare evidens för nollhypotesen.

^a Positiva värden representerar bättre prestationer i TT-gruppen.

^b Positiva värden representerar bättre prestationer i VT-gruppen.

Transfer

Förbättring av prestationer från pretest till posttest analyserades i syfte att undersöka huruvida den varierade arbetsminnesträningen gav upphov till mer omfattande uppgiftsgenerell nära transfer och eventuellt också avlägsen transfer. Detta gjordes med hjälp av Bayesianska t-test med oberoende grupper skilt för varje uppgift och par av grupper. I analyserna av framkom varierande resultat. Se tabell 10 för en översikt av transferanalysernas resultat i sin helhet.

Resultaten analyserades separat för varje par av grupper. I jämförelsen av TT- och AK-grupperna kunde fynd från tidigare studier replikeras avseende uppgiftsspecifik nära transfer. TT-gruppen presterade markant bättre än AK-gruppen i posttestet i fråga om n-back-uppgifterna. Mellan TT-gruppens och AK-gruppens prestationer påvisades mycket stark evidens för transfereffekter i NBS och NBB där $BF_{HI} > 150$ och i NBF påvisades stark evidens för transfer där $BF_{HI} = 47,53$. Det var förväntat att TT-gruppen skulle prestera bättre än AK-gruppen på alla tre n-back-uppgifter, eftersom TT-gruppen genom hela studien uteslutande tränat med n-back med siffror som i föreliggande studie fungerat som kriterieuppgift. Ovanstående resultat förklaras av att alla n-back uppgifter ändå, trots lite olikartade stimuli, hör till samma uppgiftsparadigm och är därmed mycket likartade. AK-gruppen som fungerat som aktiv kontrollgrupp tränade endast med frågesportsuppgifter och hade således inte någon tidigare erfarenhet av träning med n-back-uppgifter. I fråga om övriga uppgifter hittades inga betydelsefulla skillnader mellan TT-gruppens och AK-gruppens prestationer från pretest till posttest. Sammanfattningsvis skulle detta tyda på att det finns stöd för uppgiftsspecifik nära transfer, som återfås när experimentuppgifterna utgörs av otränade varianter av uppgifterna som försökspersoner fått träna på, och därmed också hör till samma uppgiftsparadigm som de uppgifter som tränats. Dessa resultat överensstämmer med fynd från tidigare studier och är därmed en replikering som förväntades. Därtill framgår i

analyserna att det finns stöd för nollhypotesen i ett flertal av analyserna. I RMB ($BF_{H1} = 1/4,90$), RMF ($BF_{H1} = 1/5,11$), SFF ($BF_{H1} = 1/3,39$), SUF ($BF_{H1} = 1/3,34$), EIO ($BF_{H1} = 1/4,63$) och EIOP ($BF_{H1} = 1/4,55$) hittades positiv evidens för nollhypotesen, vilket skulle tyda på att det inte existerar någon effekt av den traditionella träningen. I övriga analyser där $BF_{H1} = 1/3 < 1$ finns inte tydlig evidens för någondera av hypoteserna.

Av huvudsakligt intresse för föreliggande studie var analyserna av transfereffekter för VT-gruppen i jämförelse med AK-gruppen. Det antogs att den varierade arbetsminnesträningen kan ge upphov till bredare transfereffekter. Vid jämförandet av VT-gruppen i kontrast till AK-gruppen hittades endast två resultat som stöder den alternativa hypotesen. Dock innebär dessa två resultat endast anekdotisk evidens för transfer i NBS ($BF_{H1} = 1,81$) och likaså anekdotisk evidens för transfer i RMF ($BF_{H1} = 1,70$). I analyserna av VT-gruppens och AK-gruppens prestationer framkom däremot evidens för nollhypotesen i ett flertal analyser. Positiv evidens för nollhypotesen framkom i NBB ($BF_{H1} = 1/3,53$), NBF ($BF_{H1} = 1/3,39$), SUS ($BF_{H1} = 1/3,60$), SUF ($BF_{H1} = 1/3,34$), EIO ($BF_{H1} = 1/5,17$) och EIOP ($BF_{H1} = 1/4,19$). De övriga resultaten i analyserna mellan VT- och AK-grupperna tyder på att det inte finns någon evidens för varken den alternativa hypotesen eller nollhypotesen. Sammanfattningsvis verkar VT inte ge upphov till bredare transfer, varken uppgiftsgenerell nära transfer eller avlägsen transfer.

I analyserna av skillnaderna mellan VT-gruppens och TT-gruppens prestationer hittades mer varierande resultat. Det framkom att det finns mycket stark evidens för skillnader mellan VT- och TT-gruppens prestationer i n-back med siffror (NBS) där $BF_{H1} > 150$. TT-gruppen presterade alltså markant mycket bättre än VT-gruppen. Denna prestation var förväntad eftersom NBS fungerade som kriterieuppgift i föreliggande studie och särskilt TT-gruppen hade fått mycket träning med exakt samma uppgift, medan VT-gruppen däremot tränade med NBS i mycket mindre utsträckning. Dessa resultat vittnar om

uppgiftsspecifik nära transfer för TT-gruppen. Positiv evidens för transfereffekter hittades vid jämförandet av VT-gruppens och TT-gruppens prestationer i NBB ($BF_{H1} = 11,64$). TT-gruppen presterade således något bättre än VT-gruppen. Den positiva evidensen kunde förklaras med att TT-gruppen genomgående tränat med en annorlunda n-back uppgift, men uppgiften tillhörde ändå samma uppgiftsparadigm. Anekdotisk, icke-betydelsefull evidens hittades i ett flertal uppgifter. I n-back med färger påvisades anekdotisk evidens för transfer mellan VT- gruppen och TT-gruppen ($BF_{H1} = 2,45$). Det hittades även anekdotisk evidens för transfereffekter mellan VT-gruppens och TT-gruppens prestationer i RMB ($BF_{H1} = 1,09$), RMF ($BF_{H1} = 1,26$), SFF ($BF_{H1} = 1,93$), och SUF ($BF_{H1} = 1,27$). I kontrast till resultaten som beskrivs ovan påvisades stark evidens för transfer mellan dessa två grupper i SFB ($BF_{H1} = 42,44$) och positiv evidens för transfer i SUS ($BF_{H1} = 3,94$), där TT-gruppen presterade bättre än VT-gruppen. I EIOP hittades endast anekdotisk evidens för ($BF_{H1} = 1/2,51$), men i EIO däremot hittades positiv evidens för nollhypotesen ($BF_{H1} = 1/4,33$).

Tabell 10

Analys av transfereffekter i parvisa gruppjämförelser.

Uppgift	TT mot AK ^a		VT mot AK ^b		VT mot TT ^a	
	Mdiff [95% HDI]	BF _{HI}	Mdiff [95% HDI]	BF _{HI}	Mdiff [95% HDI]	BF _{HI}
NBS	1,18 [0,79; 1,56]	> 150	0,37 [0,03; 0,73]	1,81	-0,77 [-1,14; 0,40]	> 150
NBB	0,68 [0,33; 1,04]	> 150	0,15 [-0,19; 0,49]	<i>1/3,53</i>	-0,51 [-0,88; -0,16]	11,64
NBF	0,59 [0,24; 0,95]	47,53	0,16 [-0,18; 0,51]	<i>1/3,39</i>	-0,40 [-0,76; -0,05]	2,45
RMB	-0,06 [-0,40; 0,27]	<i>1/4,90</i>	0,25 [-0,09; 0,59]	1/1,88	0,32 [-0,02; 0,67]	1,09
RMF	0,04 [-0,29; 0,37]	<i>1/5,11</i>	0,37 [0,02; 0,72]	1,70	0,34 [-0,01; 0,69]	1,26
SFB	-0,30 [-0,63; 0,02]	1/1,01	0,29 [-0,03; 0,62]	1/1,10	0,56 [0,22; 0,89]	42,44
SFF	-0,16 [-0,50; 0,17]	<i>1/3,39</i>	0,21 [-0,13; 0,56]	1/2,43	0,38 [0,03; 0,73]	1,93
SUS	-0,25 [-0,59; 0,08]	1/1,73	0,15 [-0,19; 0,48]	<i>1/3,60</i>	0,43 [0,09; 0,79]	3,94
SUF	-0,16 [-0,50; 0,17]	<i>1/3,34</i>	0,16 [-0,18; 0,51]	<i>1/3,34</i>	0,34 [-0,01; 0,69]	1,27
EIO	-0,09 [-0,42; 0,24]	<i>1/4,63</i>	0,03 [-0,31; 0,36]	<i>1/5,17</i>	0,10 [-0,23; 0,44]	<i>1/4,33</i>
EIOP	-0,09 [-0,42; 0,24]	<i>1/4,55</i>	0,11 [-0,22; 0,45]	<i>1/4,19</i>	0,21 [-0,13; 0,55]	1/2,51

Observera. Mdiff = medeltalet för mellangruppskillnader av ett sampel på 10 000, HDI = högsta densitetsintervallet av den posteriora

distributionen; BF_{HI} = Bayes Faktor; NBS = N-back med siffror; NBB = N-back med bokstäver; NBF = N-back med färger; RMB = Running memory med bokstäver; RMF = Running memory med färger; SFB = Enkel span framlänges med bokstäver; SFF = Enkel span framlänges med färger; SUS = Selektiv uppdatering med siffror; SUF = Selektiv uppdatering med färger; EIO = Episodiskt minne med ord; EIOP = Episodiskt minne med ordpar; VT = Varierad arbetsminnesträning; TT = Traditionell arbetsminnesträning; AK = Aktiv kontrollgrupp. Värden markerade med fetstil representerar positiv eller starkare evidens för den alternativa hypotesen. Värden markerade med kursiv stil representerar positiv evidens för nollhypotesen.

^a Positiva värden representerar bättre prestationer i TT-gruppen

^b Positiva värden representerar bättre prestationer i VT-gruppen

Diskussion

I föreliggande studie undersöktes huruvida en ny form av arbetsminnesträning, varierad arbetsminnesträning (VT), kan ge upphov till mer omfattande transfereffekter jämfört med traditionell arbetsminnesträning (TT). VT som sådan har inte tidigare tillämpats i arbetsminnesträning. Hypotesen var att VT, men inte TT, kan ge såväl uppgiftsgenerell nära transfer som avlägsen transfer jämfört med aktiva kontroller. Föreliggande studie har varit del av ett större forskningsprojekt där data samlats in i ett randomiserat, kontrollerat träningsexperiment under en ca fyra veckor lång period. Resultaten tyder på att VT i detta format inte ger upphov till bredare transfereffekter, varken uppgiftsgenerell nära transfer eller avlägsen transfer. I denna diskussion rapporteras först transfereffekterna av TT och därmed de resultat som kunde förväntas på basis av tidigare forskning. Sedan diskuteras VT och därmed resultaten av huvudsakligt intresse för föreliggande studie. Slutligen diskuteras hur effekterna såg ut mellan i jämförelsen av prestationerna i VT och TT.

Transfereffekter av traditionell arbetsminnesträning

Resultaten från analyserna av TT-gruppens prestationer jämfört med AK-gruppens prestationer stämde överens med antagandena som gjordes på basis av tidigare studier. Här påvisades att arbetsminnesträning med TT medför uppgiftsspecifik nära transfer och är därmed i samma linje med resultat från tidigare forskning på området (Fellman m.fl., 2020; Soveri m.fl., 2017; Melby-Lervåg m.fl., 2016). Som det också framgår i tabell 10 var det endast i n-back-uppgifterna som en betydelsefull transfer kunde hittas och de var uteslutande det uppgiftsparadigm som ingått i TT-gruppens träningsperiod. Uppgiftsspecifik nära transfer är i linje med strategimedieringshypotesen (Dunning & Holmes, 2014; McNamara & Scott, 2001), enligt vilken träning med en uppgift kan sporra till en specifik strategianvändning och därigenom förbättra prestationen på denna uppgift och dess otränade varianter. Bayes faktorerna visade att i ett flertal av de övriga transferuppgifterna fanns det stöd för

nollhypotesen ($BF_{H1} < 1/3$). Även om dessa fynd endast representerar en replikering av tidigare systematiska forskningsresultat, är de viktiga för att säkerställa att interventionsupplägget i sin helhet var fungerande.

Transfereffekter av varierad arbetsminnesträning

Arbetsminnesträning med VT var ett försök till en bredare transfer till följd av träningen, vars effekter potentiellt kunde sträcka sig till andra typer av arbetsminnes- och minnesuppgifter än de som övats inom ramen för träningsperioden. I föreliggande studie hittades dessvärre ingen betydelsefull transfer till följd av VT. Det finns därmed ingen tydlig evidens i dagsläget att VT i dess nuvarande form leder till bredare arbetsminnestransfer än TT när prestationen jämförs med den aktiva kontrollgruppen. Endast anekdotisk evidens kunde hittas i enstaka uppgifter och i flera av uppgifterna hittades istället stöd för nollhypotesen (se tabell 10). Även den uppgiftsspecifika transfern som påvisades i föreliggande studie är mindre i VT än TT, vilket kan förklaras av studieuppläggets längd och träningsuppläggets struktur. VT-gruppen tränade i betydligt mindre utsträckning på en och samma uppgift jämfört med TT-gruppen och det kan mycket väl förklara denna upptäckt. Dessa resultat står i kontrast med lovande träningsfynd med varierad träning från vissa andra studier (Vakil & Heled, 2016; Chen & Mo, 2004), och möjliga orsaker diskuteras nedan. Det är värt att nämna att de lovande fynd som nämns ovan har hittats i studier som undersökt transfer med varierad träning inom ett och samma uppgiftsparadigm och i fråga om specifika färdigheter. Det återstår för kommande forskning att påvisa huruvida varierad träning kan ge upphov till transfer som sträcker sig till andra paradigmer än just de som tränats med.

Varierad arbetsminnesträning i förhållande till det traditionella upplägget

I resultatdelen analyserades även skillnader i prestation mellan VT-gruppen och TT-gruppen, även om evidensen för en transfereffekt är beroende av pre-post skillnaden mellan en träningsgrupp och aktiva kontroller. Resultaten som återfåts i dessa analyser är blandade. I

fråga om n-back-uppgifterna tyder resultaten på att TT-gruppen presterade markant bättre än VT-gruppen särskilt i fråga om n-back med siffror men också n-back med bokstäver, medan i n-back med färger var effekten endast svag (se tabell 10). Detta kan förklaras med att TT-gruppen fått träna mycket mer på liknande uppgifter jämfört VT-gruppen. En betydelsefull effekt till fördel för TT-gruppen, påträffades dock även vid span framlänges med bokstäver ($BF_{HI} = 42,44$) och selektiv uppdatering med siffror ($BF_{HI} = 3,94$). Dessa effekter kan dock bero på slumpmässigt fluktuerande faktorer, eftersom de inte framkom i VT-AK jämförelserna som är grundläggande för eventuell transfer. I övriga analyser mellan VT-gruppens och TT-gruppens prestationer i de olika uppgifter återfinns en del värden nära 1, vilket antyder att det finns total tvetydighet gällande huruvida en gruppsskillnad existerar eller inte. Därtill framkommer det också i analyserna att det finns evidens för nollhypotesen i fråga om episodisk inläring av ord. Sammanfattningsvis kan sägas att VT, i den formen det implementerats här, inte ger upphov till bredare transfereffekter jämfört med traditionell träning av arbetsminnet.

Vidareutveckling av arbetsminnesträningssparadigm

Det finns en rad möjliga faktorer som kan ha föranlett uteblivna bredare transfereffekter av VT. Det är möjligt att uppgifterna som inkluderades i VT trots namnet inte var av tillräckligt varierande sort. Man kan spekulera att betydelsefulla transfereffekter skulle exempelvis ha krävt en annorlunda blandning av uppgifter, uppgifter från andra (kognitiva) domäner, mer växling av uppgifter, inkludering av fler uppgifter eller en längre träningsperiod. En annan möjlig orsak till utebliven transfereffekt är individuella faktorer, såsom hur individer kommer sig för att använda olika slags strategier för att förbättra sina minnesprestationer. Det är mycket individuellt hur människor implementerar arbetsminnesstrategier. Eftersom analyserna i föreliggande studie gjorts på grupp nivå är det omöjligt att uttala sig om hur försökspersonerna enskilt presterade i de olika grupperna. Det är i princip möjligt att VT ändå

sporrade enskilda försökspersoner till att tillämpa strategier som befrämjar arbetsminnesprestationen, men att de effekterna inte syns på gruppnivå. Dyliga post hoc analyser på delgrupper vore dock svårtolkade och kunde t.ex. bero på regression mot medelvärdet.

Styrkor och begränsningar

Storleken på studiens sampel kan ses som en av dess styrkor eftersom det ingick 188 försökspersoner totalt och att inkludering av dessa försökspersoner föregicks av en urvalsprocess i flera steg. Till studiens styrkor hör också att det implementerats ett randomiserat, kontrollerat upplägg i experimentet och att samplet, och därmed de två experimentgrupperna och kontrollgruppen, bestod relativt jämnt fördelat av både kvinnor och män av varierande ålder (mellan 18 och 50 år). Användandet av en aktiv kontrollgrupp som jämförelsepunkt istället för en passiv kontrollgrupp kan även ses som en styrka. I en metaanalys av Melby-Lervåg och Hulme (2013) diskuteras vikten av att inom arbetsminnesforskning inkludera kontrollgrupp som genomgår någon annan typ av aktiv träning eller intervention, som i övrigt administreras på identiskt vis med själva arbetsminnesträningen av intresse. Inkluderandet av en aktiv kontrollgrupp kan därmed medföra att man lyckas bättre isolera effekten av själva träningsupplägget i fråga och således minska effekten av ovidkommande variabler som kan påverka gruppernas prestationer. En av studiens begränsningar är att det är möjligt att samplet i detta experiment, trots en noggrann urvalsprocess, var mindre representativt. Detta var en internet-baserad studie där det inte går att kontrollera omständigheterna under vilka pre- och posttest samt själva träningen utfördes. Deltagarna fick ett arvode för sitt deltagande, vilket också kan medföra vissa begränsningar. Arvodet kan t.ex. ha medfört att deltagare haft en yttre motivation framom en inre motivation att slutföra träningsperioderna och uppgifterna. Det faktum att studien gjordes enbart via datorn och att försökspersonerna exponerats för varierande testningsmiljöer, -situationer och -

tidpunkter kan ha påverkat deras prestation på olika sätt och därmed kan det ses som en av studiens begränsningar att det inte funnits möjligheter att kontrollera omgivningen vid testningen. Försökspersonernas prestationer kan ha påverkats av att experimentet utförts i sin helhet i hemmiljö, och resultatet kunde potentiellt varit något annorlunda om det istället utförts under uppsyn i laboratoriemiljö.

Slutsatser och rekommendationer

Utifrån föreliggande studie tyder resultaten på att VT i den form som det implementerats här inte ger upphov till bredare transfereffekter jämfört med traditionell arbetsminnesträning. Det bör nämnas att föreliggande studie var ett första försök till att hitta ett varierat arbetsminnesträningsupplägg som kunde medföra bredare transfer. Därmed borde man inte ännu ge upp idén om ett varierat arbetsminnesträningsupplägg. Det finns mer lovande resultat med varierad träning från andra kognitiva domäner som motiverar framtida studier i liknande banor. Det finns även kliniska skäl till att fortsätta forskningen på detta område.

Arbetsminnesnedsättningar förekommer ofta vid exempelvis inlärningssvårigheter och vanliga neuropsykiatriska tillstånd som exempelvis ADHD samt vid psykiatriska störningar såsom schizofreni (Redick, 2019; Swanson & Siegel, 2001). Det finns dessutom en betydande normalvariation i arbetsminneskapacitet och försämring av arbetsminnet är också del av normalt åldrande (Redick, 2019; Carruthers, 2013), vilket gör att fortsatta träningsstudier på detta område är både empiriskt och teoretiskt motiverade. Mer varierande uppgifter, annorlunda tidsram för träningen och inkludering av uppgifter från andra kognitiva domäner är några alternativ till förändringar av VT-upplägget. Dessa faktorer är potentiellt avgörande för upptäckten av bredare transfereffekter och bör tas i beaktande i kommande studier om arbetsminnesträning.

Referenser

- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. *Psychology of Learning And Motivation*, 8, 47–89. [https://doi.org/10.1016/S00797421\(08\)60452-1](https://doi.org/10.1016/S00797421(08)60452-1)
- Benjamin, D. J., Berger, J. O., Johannesson, M., Nosek, B. A., Wagenmakers, E. J., Berk, R., Bollen, K. A., Brems, B., Brown, L., Camerer, C., Cesarini, D., Chambers, C. D., Clyde, M., Cook, T. D., De Boeck, P., Dienes, Z., Dreber, A., Easwaran, K., Efferson, C., ... Johnson, V. E. (2018). Redefine statistical significance. *Nature Human Behaviour*, 2, 6–10. <https://doi.org/10.1038/s41562-017-0189-z>
- Broadway, J. M. & Engle, R. W. (2010). Validating running memory span: Measurement of working memory capacity and links with fluid intelligence. *Behavior Research Methods*, 42(2), 563–570. <https://doi.org/10.3758/BRM.42.2.563>
- Carruthers, P. (2013). Evolution of working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110 Suppl 2(Suppl 2), 10371–10378. <https://doi.org/10.1073/pnas.1301195110>
- Chein, J. M., & Schneider W. (2012). The brain's learning and control architecture. *Current Directions in Psychological Science*, 21(2), 78–84. <https://doi.org/10.1177/0963721411434977>
- Chen, Z., & Mo, L. (2004). Schema induction in problem solving: A multidimensional analysis. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 30(3), 583–600. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.30.3.583>
- Chouliara, N. (2013). The development of a questionnaire assessing the outcome of memory rehabilitation for people with acquired brain injury (Doctoral dissertation). Retrieved from <http://eprints.nottingham.ac.uk/id/eprint/13528>
- De Simoni, C. & von Bastian, C.C. (2018). Working memory updating and binding

training: Bayesian evidence supporting the absence of transfer. *Journal of Experimental Psychology: General*, 147(6), 829–858.

<https://doi.org/10.1037/xge0000453>

Dienes, Z. & Mclatchie, N. (2018). Four reasons to prefer Bayesian analyses over significance testing. *Psychonomic Bulletin & Review*, 25(2), 207–218.

<https://doi.org/10.3758/s13423-017-1266-z>

Dunning, D.L. & Holmes, J. (2014). Does working memory training promote the use of strategies on untrained working memory tasks? *Memory & Cognition*, 42(6), 854–862. <https://doi.org/10.3758/s13421-014-0410-5>

Engle, R.W. (2002). Working memory capacity as executive attention. *Current Directions in Psychological Science*, 11(1), 19–23.

<https://doi.org/10.1111/1467-8721.00160>

Farrell, S. (2012). Temporal clustering and sequencing in short-term memory and episodic memory. *Psychological Review*, 119(2), 223–271.

<https://doi.org/10.1037/a0027371>

Fellman, D., Soveri, A., Viktorsson, C., Haga, S., Nylund, J., Johansson, S., Edman, J., Von Renteln, F., & Laine, M. (2018). Selective updating of sentences: Introducing a new measure of verbal working memory. *Applied Psycholinguistics*, 39(2), 275–301. <https://doi.org/10.1017/S0142716417000182>

Fellman, D., Jylkkä, J., Waris, O., Soveri, A., Ritakallio, L., Haga, S., Salmi, J., Nyman, T. J., & Laine, M. (2020). The role of strategy use in working memory training outcomes. *Journal of Memory and Language*, 110, 104–164.

<https://doi.org/10.1016/j.jml.2019.104064>

Gathercole S. E., Dunning, D. L., Holmes, J., & Norris, D. (2019). Working memory training involves learning new skills. *Journal of Memory and Language*, 105, 19–42.

<https://doi.org/10.1016/j.jml.2018.10.003>

- Harrison, G. M. & Vallin, L. M. (2017). Evaluating the Metacognitive Awareness Inventory using empirical factor-structure evidence. *Metacognition and Learning, 13*, 15–38. <https://doi.org/10.1007/s11409-017-9176-z>
- Heitman, R. J., Pugh, S. F., Kovalski, J. E., Norell, P. M., & Vicory, J. R. (2005). Effects of specific versus variable practice on the retention and transfer of a continuous motor skill. *Perceptual and Motor Skills, 100*, 1107–1113. <https://doi.org/10.2466%2Fpms.100.3c.1107-1113>
- Holmes, J., Gathercole, S. E., & Dunning, D. L. (2010). Poor working memory: Impact and interventions. I J. Holmes (Ed.), *Advances in child development and behavior, Vol. 39. Developmental disorders and interventions* (s. 1–43). Elsevier Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374748-8.00001-9>
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J., Perrig, W. J. (2008). Improving fluid intelligence with training on working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 105*(19), 6829–6833. <https://doi.org/10.1073/pnas.0801268105>
- Kass, R. E., & Raftery, A. E. (1995). Bayes factors. *Journal of the American Statistical Association, 90*, 773–795. <https://doi.org/10.1080/01621459.1995.10476572>
- Klingberg, T., Forssberg, H., & Westerberg, H. (2002). Training of working memory in children with ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 24*(6), 781–791. <https://doi.org/10.1076/jcen.24.6.781.8395>
- Kruschke, J. K., & Liddell, T. M. (2018). The Bayesian New Statistics: Hypothesis testing, estimation, meta-analysis, and power analysis from a Bayesian perspective. *Psychonomic Bulletin & Review, 25*(1), 178–206. <https://doi.org/10.3758/s13423-016-1221-4>

- Laine, M., Fellman, D., Waris, O., & Nyman, T. J. (2018). The early effects of external and internal strategies on working memory updating training. *Scientific Reports*, 8(1), 4045. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-22396-5>
- Lee, M. D., & Wagenmakers, E.-J. (2013). *Bayesian cognitive modeling: A practical course*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139087759>
- McNamara, D. S. & Scott, J. L. (2001). Working memory capacity and strategy use. *Memory & Cognition*, 29, 10–17. <https://doi.org/10.3758/BF03195736>
- Melby-Lervåg, M., & Hulme, C. (2013). Is working memory training effective? A meta-analytic review. *Developmental Psychology*, 49(2), 270–291. <https://doi.org/10.1037/a0028228>
- Melby-Lervåg, M., Redick, T. S., & Hulme, C. (2016). Working memory training does not improve performance on measures of intelligence or other measures of “far transfer”: Evidence from a meta-analytic review. *Perspectives on Psychological Science*, 11(4), 512–534. <https://doi.org/10.1177/17456916166635612>
- Morrison, A. B. & Chein, J. M. (2011). Does working memory training work? The promise and challenges of enhancing cognition by training working memory. *Psychonomic Bulletin & Review*, 18, 46–60. <https://doi.org/10.3758/s13423-010-0034-0>
- Murty, V. P., Sambataro, F., Radulescu, E., Altamura, M., Iudicello, J., Zolnick, B., Weinberger, D. R., Goldberg, T. E., & Mattay, V. S. (2011). Selective updating of working memory content modulates meso-cortico-striatal activity. *Neuroimage*, 57(3), 1264–1272. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.05.006>
- Norris, D. G., Hall, J. & Gathercole, S. E. (2019). Can short-term memory be

trained? *Memory & Cognition*, 47, 1012–1023. <https://doi.org/10.3758/s13421-019-00901-z>

Pelegrina, S., Lechuga, M. T., García-Madruga, J. A., Elosúa, M. R., Macizo, P., Carreiras, M., Fuentes, L. J., & Bajo, M. T. (2015). Normative data on the n-back task for children and young adolescents. *Frontiers in Psychology*, 6, 1544. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01544>

Peng, P. & Fuchs, D. (2017). A randomized control trial of working memory training with and without strategy instruction: Effects on young children’s working memory and comprehension. *Journal of Learning Disabilities*, 50, 62–80. <https://doi.org/10.1177/0022219415594609>

Redick T. S. (2019). The hype cycle of working memory training. *Current Directions in Psychological Science*, 28(5), 423–429. <https://doi.org/10.1177/0963721419848668>

Ritakallio, L., Fellman, D., Jylkkä, J., Waris, O., Lönnroth, N., Nervander, R., Salmi, J., & Laine, M. (2021). The pursuit of effective working memory training: A pre-registered randomised controlled trial with a novel varied training protocol. *Journal of Cognitive Enhancement*. <https://doi.org/10.1007/s41465-021-00235-2>

Sherer, M., Nixon, S. J., Parsons, O. A., & Adams, R. L. (1992). Performance of alcoholic and brain-damaged subjects on the Luria Memory Words Test. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 7(6), 499–504. [https://doi.org/10.1016/0887-6177\(92\)90139-E](https://doi.org/10.1016/0887-6177(92)90139-E)

Shipstead, Z., Redick, T. S., & Engle, R. W. (2010). Does working memory training generalize? *Psychologica Belgica*, 50(3-4), 245–276. <https://doi.org/10.5334/pb-50-3-4-245>

Soveri, A., Antfolk, J., Karlsson, L., Salo, B., & Laine, M. (2017). Working memory

training revisited: A multi-level meta-analysis of n-back training studies. *Psychonomic Bulletin & Review*, 24, 1077–1096.

<https://doi.org/10.3758/s13423-016-1217-0>

Swanson, H. L., & Siegel, L. S. (2001). Learning disabilities as a working memory deficit. *Issues in Education*, 7(1), 1–48.

Vakil, E., & Heled, E. (2016). The effect of constant versus varied training on transfer in a cognitive skill learning task: The case of the Tower of Hanoi Puzzle. *Learning and Individual Differences*, 47, 207–214. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2016.02.009>

Vallat-Azouvi, C., Pradat-Diehl, P., & Azouvi, P. (2012). The Working Memory Questionnaire: A scale to assess everyday life problems related to deficits of working memory in brain injured patients. *Neuropsychological Rehabilitation*, 22(4), 634–649. <https://doi.org/10.1080/09602011.2012.681110>

Wagenmakers, E. J., Morey, R.D., & Lee, M.D. (2016). Bayesian benefits for the pragmatic researcher. *Current Directions in Psychological Science*, 25(3), 169–176. <https://doi.org/10.1177/0963721416643289>

Wagenmakers, E. J., Marsman, M., Jamil, T., Ly, A., Verhagen, J., Love, J., Selker, R., Gronau, Q. F., Šmíra, M., Epskamp, S., Matzke, D., Rouder, J. N., & Morey, R. D. (2018). Bayesian inference for psychology. Part I: Theoretical advantages and practical ramifications. *Psychonomic Bulletin and Review*, 25(1), 35–57. <https://doi.org/10.3758/s13423-017-1343-3>

Wechsler, D. (1997). *Wechsler Memory Scale* (tredje upplagan). San Antonio, TX: The Psychological Corporation

PRESSMEDDELANDE

Kan varierad arbetsminnesträning ge upphov till mer omfattande transfereffekter jämfört med traditionell arbetsminnesträning?

Pro gradu-avhandling i psykologi
Fakulteten för humaniora, psykologi och teologi, Åbo Akademi

Resultaten från en pro gradu-avhandling i psykologi vid Åbo Akademi visar på att en form av varierad arbetsminnesträning, så som den tillämpats i föreliggande studie, inte ger upphov till mer omfattande transfereffekter jämfört med traditionell arbetsminnesträning. Hypotesen var att en varierad form av arbetsminnesträning skulle kunna ge upphov till bredare transfer jämfört med traditionell arbetsminnesträning. I studien, och därmed det större forskningsprojektet som föreliggande studie är del av, undersöktes huruvida en form av arbetsminnesträning som innefattade 20 snabbt varierande arbetsminnesuppgifter kunde medföra bredare transfereffekter av träningen jämfört med traditionell arbetsminnesträning som endast innefattade en arbetsminnesuppgift. Därtill jämfördes de två experimentgruppernas prestationer med prestationen i en aktiv kontrollgrupp som endast fick träna med frågesportsuppgifter. I denna nätbaserade studies sampel ingick totalt 188 deltagare som fördelades på de tre grupperna.

Studien lyckades replikera tidigare fynd som gjorts med den traditionella arbetsminnesträningen, vilket tyder på att upplägget i sig i föreliggande studie var fungerande. Däremot lyckades studien inte hitta någon betydelsefull evidens för att varierad arbetsminnesträning i sin nuvarande form skulle ge upphov till bredare transfer. Det finns tidigare lovande resultat med varierad träning inom det motoriska området och andra kognitiva domäner. Detta var ett första försök till att tillämpa ett varierat träningsupplägg inom just arbetsminnesträning. I avhandlingen diskuteras vidare ett flertal möjliga faktorer som kan ha bidragit till utebliven effekt av den varierade träningen. På basen av detta är det motiverat att fortsätta forskningen på detta område och testa ifall andra former av varierad arbetsminnesträning kan leda till bredare transfer.

Avhandlingen är utförd av Nelly Lönnroth under handledning av professor Matti Laine och Liisa Ritakallio, PsM.

Ytterligare information fås av:
Nelly Lönnroth
E-post: nelly.lonnroth@abo.fi