

Effekten av hastighetstrening av matematiske formler på anvendelse av komplekse matematiske operasjoner hos elever med matematikkvansker

Gunn E. H. Løkke og Ole Ivar Kjernlie
Høgskolen i Østfold

Artikkelen undersøker effekten av hastighetstrening av matematiske formler og regning hos tre elever med matematikkvansker i videregående skole, og om effekt er avhengig av varighet på intervensjonen. Intervensjonen innebar hastighetstrening på brøk, areal og omkrets ved bruk av SAFMEDS kort og arbeidsark. Standard endringsskjema ble brukt for å overvåke læring. Pretest- og posttestmålinger i form av applikasjonstester ble gjort. Data fra SES og applikasjonstester indikerer at hastighetstrening er egnet for raskt å oppnå ferdigheter man ikke mestrer, men en viss varighet av treningen antas å være nødvendig for varig effekt. Resultatene og faktorer som kan ha påvirket resultatene diskuteres.

Nøkkelord: presisjonsopplæring, flyt, spesifikke matematikkvansker, SES.

Norske skoleelever kommer relativt dårlig ut i internasjonale undersøkelser av matematikkunnskaper. I den siste PISA-undersøkelsen, hvor høyeste ferdighetsnivå er 6, hadde 22 prosent av elevene i norsk grunnskole har matematiske ferdigheter på det som omtales som nivå 1 og lavere (Olsen, 2010). Generelle lærevansker med redusert evne til å tilegne seg og automatisere matematiske ferdigheter antas å være årsak til matematikkproblemer hos 10 %, mens 5-6 % har spesifikke matematikkvansker (Buli-Holmberg & Ekeberg, 2009).

Elever med matematikkvansker løser ofte matematiske problemer med få og primitive løsningsstrategier. De viser færre endringer i strategibruk enn andre elever når de observeres med to års mellomrom.

Korrespondanse angående denne artikkelen kan adresseres til Gunn E. H. Løkke, Høgskolen i Østfold, Postboks 700, 1757 Halden. Tlf. 90071772. E-post: gunn.lokke@hiof.no

Uhensiktsmessig strategibruk hos barn i tidlig matematikkundervisning ser ut til å skape kvalitativt dårligere utvikling (Ostad, 2007). I ungdomskolen mestrer rundt 10 % av elevene ikke de fire regningsartene på anvendbart nivå. Elever med god kunnskap om tall og talloperasjoner anvender flere forskjellige løsningsstrategier og utvikler nye strategier som ikke er direkte trent dersom oppgavene krever det (Ostad, 2008). Elever med matematikkvansker bruker 1-2 strategier og holder seg til kjente strategier for å kontrollere regningen. Elevene har problemer med å anvende matematikkunnskap i praksis og som ledd i ny læring. «Vanlige» skoleelever bruker derimot 3-5 strategier ved løsning av addisjons- og subtraksjonsoppgaver. Hovedproblemet antas å ligge i elevenes strategivalg, ved at de benytter mange reservestrategier og relativt få gjenhentingstrategier. Elever med lærevansker benytter reservestrategier som

telling på fingrene, ved hjelp av streker eller tilgjengelig hjelpemidler eller gjenstander (Ostad, 2007).

Vanskelige og komplekse matematikkoppgaver krever kapasitet som avhenger av automatikk i grunnleggende matematikkferdigheter (Grønmo, 2005). Automatiserte ferdigheter antas å være resultat av repetisjon (Binder, 1996; Doughty, Chase, & O'Shields, 2004). En strategi som øker mulighet for repetisjon er presisjonsopplæring og hastighetstrening (Binder, 1996; Singer-Dudek & Greer, 2005). Presisjonsopplæring er en atferdsbasert opplæringstilnærming med fokus på observerbar atferd. Hastighetstrening av grunnleggende ferdigheter, eller komponentferdigheter, er en sentral del av presisjonsopplæring og blir av mange beskrevet å ha fordeler ved raskere tilegnelse av komplekse ferdigheter (komposittferdigheter) enn opplæring som fokuserer på trening til mestring, eller overlæring (Binder, 1996). Studier av bruk av hastighetstrening i matematikkundervisning har vist at slik trening kan være effektiv i å hjelpe elever med matematikkvanser. Chiesa & Robertsons (2000) undersøkte effekten av hastighetstrening hos fem elever i alderen 9-10 år med lære- og matematikkvanser. Etter 12 uker hastighetstrening hadde elevene med matematikkvanser en brattere læringskurve med høyere sluttprestasjon enn kontrollgruppeelevene uten lærevanser som hadde fulgt vanlig opplæring. I en norsk studie undersøkte Aglen (2008) om tolv elever på 4. trinn oppnådde flyt i multiplikasjonsferdigheter og i hvilken grad ferdighetene var holdbare. Intervensjonen besto av skriftlig og muntlig øving på gangeoppgaver på arbeidsark. Data fra en AB design viste at 15 minutter daglig øving i tre uker ikke var tilstrekkelig for å oppnå flyt, men en betydelig framgang var synlig hos de fleste deltakerne. På oppfølgingsmåling ni uker etter opplæringen fant man liten sammenheng mellom grad av flyt og bevaring av ferdigheter.

En annen studie sammenliknet effekten av hastighetstrening og trening til mestring

(overlæring) på tilegnelse av matematiske operasjoner hos fire skolelever med utviklingshemning (Singer-Dudek & Greer, 2005). Studien undersøkte effekten av trening av matematiske komponentferdigheter på komposittferdigheter og holdbarhet i komposittferdigheter etter to måneder. Deltakerne ble tilfeldig fordelt til en av prosedyrene etter innledende kartlegging. Resultatene viste at hastighetstrening av komponentferdigheter ikke overbevisende reduserte antall repetisjoner som var nødvendig for å lære en komposittferdighet. Elevene som hadde fått trening til mestring trengte færre eksemplarer for å oppnå mestringskriteriet for komposittoppgavene enn elevene som trente på komponentferdigheter. Resultatene støttet ikke beskrivelsene som ofte gis av presisjonsopplæringsteoretikere om at hastighetstrening av komponentferdigheter fører til raskere læring av komposittferdigheter (Binder, 1996). Etter to måneder hadde derimot elevene som hadde gjennomgått hastighetstrening mellom 83 og 100 % korrekt på komposittferdighetene, mens eleven som hadde gjennomført trening til mestring hadde mellom 71 % og 83 % korrekt. Flere ubesvarte spørsmål om effekten av hastighetstrening gjenstår før det er mulig å si noe klart om effekten av slik trening.

Selv om studiene som beskrives viste overbevisende effekt av hastighetstrening, var tendensen den samme og videre undersøkelser av slik trening interessante. På bakgrunn av funn i den tidligere forskningen er to hypoteser aktuelle for videre undersøkelse. Artikkelen beskriver en studie av effekten av hastighetstrening av komponentferdigheter på anvendelse av komplekse matematiske operasjoner hos tre elever i videregående skole. Videre undersøkes holdbarheten i effekt over tid. Elever i videregående skole er sjelden del av studier av opplæring, men for de fleste er videregående skole siste mulighet for mestring av matematikk. Å hindre at elever gir opp å lære seg matematikk er viktig både for enkeltindivider og samfunnet. Vår første hypotese var at detaljert overvåking av læring og et høyt antall repetisjoner på

kort tid ville øke elevenes anvendelse av de matematiske formlene og overføres til andre utrente matematiske emner. Den andre hypotesen var at effekt av intervensjonen var avhengig av lengden på intervensjonen i form av antall dager deltakerne trente.

Metode¹

Deltagere og Settinger

Deltagerne var tre gutter i alderen 16-18 år som deltok frivillig etter å ha fått informasjon av faglærer i undervisningen. Alle deltakerne var tatt opp i videregående skole på særskilt grunnlag og hadde individuell opplæringsplan i alle fag. Deltakerne var vurdert med "Rådgiveren" (Lohne, Hogga, & Dahl, 1998), en funksjonskartlegging av norsk og matematiske sekundærvansker, og ble skåret til å ha "små eller ingen vansker" i matematikk. Faglærer observerte likevel at alle tre hadde mangelfulle praktiske matematikkferdigheter i spesifikke deler av pensum. Deltaker 1 mestret ikke brøkrengning. Han var diagnostisert med emosjonelle forstyrrelser. Deltaker 2 mestret ikke regning av areal og omkrets. Han var under utredning for Aspergers syndrom. Deltaker 3 mestret ikke regning med areal og omkrets og hadde generelle lærevansker.

Design

For å måle effekt av hastighetstrening ble en innendeltaker ABA design benyttet for hver deltaker. En pretest basislinjeregistrering i form av en applikasjonstest ble foretatt samme dag som intervensjonen startet. Intervensjonen bestod av hastighetstrening med høyt antall repetisjoner av matematiske formler i tre uker med arbeidsark og SAFMEDS-kort (se Prosedyre). Deltakerne gjennomførte hastighetstrening i henholdsvis 11, 11 og 15 skoledager med daglige målinger av frekvens. Deltakerne gjennomførte en applikasjons- og retensjonstest to og 11 dager etter avsluttet intervensjon.

¹ Takk til Liss Iren Løvstad, Malene Sveen og Kine Stubberud som samlet inn data og gjennomførte intervensjonen i studien.

Avhengige variabler

Applikasjonstester og retensjonstest.

Deltakerne gjennomførte en pretest og en posttest i form av to ulike applikasjonstester samme dag som intervensjonen startet og 11 dager etter fullført trening. Testene besto av oppgaver hentet fra elevenes pensum og målte praktisk anvendelse av matematiske formler i brøk for deltaker 1 og areal og omkrets for deltaker 2 og 3. Oppgavene var eksempelvis å finne brøkdelen av lønn eller arealet på et kvadrat i kvadratcentimeter (cm²). For å etablere et mestringskriterium for fullføring av testen, ble testene gjennomført av en av forfatterne, en lærer og en miljøterapeut på skolen. Mestringskriteriet ble satt til gjennomsnittstiden disse personene hadde brukt, ti minutter. Deltakerne fikk utdelt to A4 ark med relevante matematiske oppgaver. Når deltakerne var klare, sa forfatteren "START" og startet stoppeklokken. Da stoppeklokka pep etter ti minutter rettet deltakeren sin egen besvarelse ved bruk av fasiten. Applikasjonstesten i oppfølgingsmålingen var lik baselinemålingen i oppbygning, men inneholdt oppgaver som krevde flere komposittferdigheter og flere tekststykker.

Retensjonstest. Elleve dager etter avsluttet intervensjon gjennomførte deltakerne en retensjonstest for å måle om responsraten hadde holdt seg. Retensjonstesten var av samme type hastighetstest og ble gjennomført på samme måte som under intervensjonen. Testintervallet var like langt som i intervensjonsfasen, ett minutt, og fulgte samme prosedyre.

Daglige målinger av respondering.

Daglige målinger med ett minuts timings ble gjort av rett/galt svar på matematiske formler på «Say All Fast A Minute Everyday Shuffled»-kort (SAFMEDS), og rett/galt på matematiske formler på arbeidsark innen henholdsvis brøk, areal og omkrets for de tre deltakerne. Læringskanalene som ble valgt var «se og skriv» med arbeidsark og «se og si» med SAFMEDS. Et treningsskjema ble brukt til å registrere antall riktige og feil responser fra alle økter innen en dag. Dagens

beste registrering ble ført inn i et Standard endringsskjema, Daily per Minute.

Varighet av intervensjon. For å undersøke om varighet av intervensjonen påvirket responderingen til deltakerne, registrerte vi antall dager deltakerne var til stede under intervensjonsperioden og gjennomførte hastighetstrening. Kriteriet for tilstedeværelse var gjennomføring av minst to treningsøkter med timing i løpet av en skoledag.

Reliabilitet

Interrater-reliabiliteten ble undersøkt i overføring fra treningsskjema til Standard endringsskjema ved at to av lærerne observerte registreringen. Reliabiliteten ble regnet med antall enige observasjoner delt på antall enige og uenige. Reliabiliteten var 100 %. Reliabilitet i elevenes skåring av frekvens etter timingene ble målt ved at en av lærerne observerte responsene sammen med deltakeren i 20 % av treningsøktene. Reliabiliteten var på 100 %.

Materiale

Tidsregistrering av trening og testing ble gjort med stoppeklokken på en mobiltelefon. Klokken hadde lydsignal og START/STOPP-knapp med mulighet for nedtelling. 120 ulike Say All Fast a Minute a Day Shuffled-kort (SAFMEDS) av forskjellig vanskelighetsgrad i emnene areal, omkrets og brøk ble utformet til hastighetstreningen. Kortene var av tykk hvit papp og 5,5 cm x 10 cm store. Tall og formler på kortene var utformet i tråd med deltakernes pensum. Kortene inneholdt to typer oppgaver: Den ene siden av kortene inneholdt enten et spørsmål om hvilken formel som brukes i en gitt utregning eller en kort regneoppgave. Et eksempel var omgjøring fra ekte til uekte brøk. På den andre siden av kortene sto svaret på oppgavene opp ned for å lette administrering.

Arbeidsarkene var A4 ark med mellom ni og 16 matematikkoppgaver. Arkene varierte i vanskelighetsgrad fra 1 til 5 med emnene areal, omkrets for deltaker 2 og 3 og brøk

for deltaker 1. Ark 1 og 2 med areal var de enkleste, mens 3, 4 og 5 var vanskeligere. Ark 1 inneholdt omgjøringssoppgaver, f. eks m^2 til dm^2 . Ark 2 inneholdt oppgaver med radiusen av sirkel og omkrets og areal av kvadrat og rektangel. Ark 3, 4 og 5 inneholdt areal, omkrets, diameter og radius av sirkel, samt areal av trekant. Brøk-ark 1 til 5 inneholdt addisjon, subtraksjon, multiplikasjon og divisjon av brøker med og uten like nevnerne og blanda tall. Intervensjonen ble gjennomført ved et bord på et grupperom ved skolen.

Prosedyre

Det akademiske innholdet i intervensjonen var ulikt, men treningsprosedyren var den samme for alle deltakere. Intervensjonen kunne gjennomføres hver skoledag i tre uker. Elevene hadde mulighet til å gjennomføre åtte hastighetsøkter hver skoletime. Minimum to hastighetsøkter og måling av responsfrekvens ble gjennomført hver time. Mellom hver hastighetsøkt jobbet deltakerne med pensumoppgaver og fikk vanlig undervisning. Hver hastighetsøkt innebar ett minuts timing av respondering i forhold til SAFMEDS-kort og ett minutt med arbeidsark. Elevene bestemte selv i hvilken rekkefølge øktene skulle gjennomføres. Forfatterne fant fram nødvendig utstyr og registreringsskjemaene.

Arbeidsark. Deltakerne fikk utlevert hvert sitt arbeidsark og fasit. En av forfatterne stilte stoppeklokka på ett minutt. Deltakerne ble bedt om å regne så mange oppgaver de klarte i løpet av ett minutt, frem til klokka pep. Når deltakerne var klare sa forfatteren: "Start" og startet stoppeklokken. Lærer gav ingen tilbakemelding underveis i øktene. Øktene ble alltid avsluttet med at deltakerne tangerte eller slo egen dagsbeste.

Say all fast a minute everyday shuffled. Deltakerne fikk utdelt 120 SAFMEDS-kort til treningen. Deltakeren holdt SAFMEDS-kortene i hånden. Vedkommende så på forsiden av kortet, sa høyt hva som stod på baksiden og snudde kortet rundt for se om svaret var riktig. Ved riktig svar la deltakeren

kortet i én bunke. Ved feil svar ble kortet lagt i en annen bunke. Dersom deltakerne ikke greide å svare på en oppgave på arbeidsarket, gikk de videre til neste oppgave. På forhånd ble deltakerne instruert om at dersom de ikke kunne svare i løpet av to-tre sekunder, skulle vedkommende se svaret på baksiden og legge kortet i bunken med feil svar. Elevene talte opp antall riktige og feil responser på arbeidsarket og SAFMEDS kortene, plottet frekvensen i treningskjemaet og førte dagens beste resultat i Standard endringskjemaet. Mellom øktene gikk læreren gjennom oppgavene som ble feil besvart på tavla.

Resultater

Pretest, Applikasjonstest 1

Før intervensjonen gjennomførte deltaker 1 en applikasjonstest med 38 brøkoppgaver som inneholdt regning av brøkdeler, omgjøring mellom ekte og uekte brøk, addisjon, divisjon, subtraksjon og forkorting av brøk med og uten blandet tall og ulike nevner (tabell 1). Han svarte riktig på 19 av 38 oppgaver. Han regnet fire feil og hadde 15 ubesvarte oppgaver. Innholdet i oppgavene han svarte feil på eller ikke besvarte varierte, men det var de mest komplekse oppgavene han ikke løste.

Deltaker 2 gjennomførte en applikasjonstest i regning av areal og omkrets i sirkler, rektangler og trekkanter med 25 regnestykker (tabell 1). Han svarte en riktig og seks feil. 18 oppgaver løste han ikke. Han gjorde feil

ved omregning av måleenheter for areal og besvarte ikke oppgaver som inneholdt komplekse regneoperasjoner, som diameter, omkrets og areal på sirkel.

Deltaker 3 gjennomførte en applikasjonstest i regning av omkrets og areal i sirkler, kvadrater og trekkanter med 25 stykker (tabell 1). Han svarte riktig på fem av oppgavene. Seks oppgaver besvarte han feil og 14 var ubesvart. Han svarte riktig på oppgaver med radius på sirkler ved oppgitt diameter og arealet på et kvadrat. Han svarte feil på omregning fra dm^2 til cm^2 . De fleste oppgavene han svarte feil på eller ikke løste inneholdt komplekse regneoperasjoner. Antakelsen om at mestring av grunnleggende ferdigheter øker komposittferdigheter gjør det mulig å anta at alle deltakerne ville besvare flere oppgaver og ha flere riktige svar på posttesten dersom de tilegnet seg komponentferdigheter gjennom hastighetstrening.

Posttest, Applikasjonstest 2

På applikasjonstestene hadde alle tre deltakerne en økning i antall riktige oppgaver fra pretest til posttest, men deltaker 2 og 3 hadde størst forbedring. Deltaker 1 gjennomførte en ny applikasjonstest i brøkrekning med 38 oppgaver (tabell 1). Nå svarte han riktig på 23 oppgaver og feil på en. 14 oppgaver var ikke besvart. Svarene hans liknet på pretest, men han svarte riktig på forkorting og addering av brøk. Han hadde en oppgave mindre ubesvart enn i pretest. Oppgavene han ikke løste inneholdt

Tabell 1. *Antall riktige, feil og ubesvarte oppgaver på applikasjonstester og antall treningsdager.*

Deltaker	Prestestprobe T1				Posttestprobe T2				Antall treningsdager
	Antall mulige	Riktig	Feil	Ubesvart	Mulig	Riktig	Feil	Ubesvart	
1	38	19	4	15	38	21	3	14	11
2	25	1	6	18	22	15	7	-	11
3	25	5	6	14	22	15	7	-	15

Tabellen viser antall mulige riktige, antall riktig, feil og ubesvarte oppgaver på applikasjonstester før trening og elleve dager etter fullført trening for de tre deltakerne, samt antall treningsdager deltakerne gjennomførte med minst to timer av frekvens.

Tabell 2. Resultater på SES i intervensjonsfasen og retensjonstest.

Deltaker	Frekvens SAFMEDS					Frekvens arbeidsark					Frekvens retensjonstest			
	Første observasjon		Siste observasjon		Akselerasjon/ deselerasjon	Første observasjon		Siste observasjon		Akselerasjon/ deselerasjon	SAFMEDS		Ark	
	Rett	Feil	Rett	Feil		Rett	Feil	Rett	Feil		Rett	Feil	Rett	Feil
1	4	2	10	0	2.25/-4.0	4	1	12	0	2.0/0	3	3	12	0
2	5	6	15	1	3.25/-3.0	2	1	13	0	4.66/1.0	12	3	16	1
3	4	3	22	1	3.1/-2.0	5	0	16	0	2.1/-4.0	7	2	7	2

Tabellen viser frekvens av riktig og feil responser på første og siste observasjon i intervensjonsfasen og frekvens i retensjonstest, samt selerasjonsverdier for intervensjonsperioden. Selerasjonsverdiene som er oppgitt er regnet ved bruk av split-middele selerasjonslinjeformel (se fotnote 4).

komplekse regneoperasjoner. Hastighetstreningen ser ikke ut til å ha ført til økt anvendelse av matematikkferdigheter.

Deltaker 2 besvarte 22 oppgaver om omkrets og areal 15 riktige og sju feil. Han hadde ingen ubesvarte oppgaver, mens han i baseline ikke besvarte 18 oppgaver. Oppgavene som var feil besvart handlet om kvadrater. Deltaker 3 besvarte 15 oppgaver rett og 7 feil på omkrets og areal av 22 mulige. Han svarte på alle oppgavene, mens han i pretest lot over halvparten av oppgavene være uløst. Han regnet nesten alle omkretsoppgaver riktig. Han svarte feil på omregning fra dm^2 til cm^2 og omvendt. Oppgavene i posttesten var noe mer komplekse enn i pretesten og krevde flere komposittferdigheter. For deltaker 2 og 3 kan det se ut til at intervensjonen gav økt evne til å løse oppgaver som krevde komposittferdigheter.

Et interessant funn er at antall oppgaver to av deltakerne besvarer er betydelig høyere på posttest enn pretest. Det kan tyde på at hastighetstreningen i tillegg til å øke komponentferdigheter og mulig anvendelse av disse i komplekse ferdigheter øker sannsynligheten for respondering. Treningen kan på den ene siden ha en primingeffekt ved at deltakernes terskel for å svare blir lavere når de har svart på mange oppgaver gjentatte ganger. På den andre siden kan økning i svar være resultat av forsterkning. Å trene på å svare med økende riktige svar kan øke sannsynlighet for svaring.

Standard Endrings skjemaer

De daglige registreringene av rate i SES viste at alle tre deltakere hadde en betydelig økning i antall riktig løste oppgaver og redusert antall feil oppgaver i løpet av intervensjonen. Tabell 2 viser en oversikt over registreringer i intervensjonsfasen, selerasjonsverdier og data fra retensjonstesten etter elleve dager². Selerasjon referer til antall per tidsenhet per tidsenhet. I denne sammenhengen er selerasjonsmålet antall responser per minutt per uke³. Deltaker 1 hadde en jevn økning i frekvens på oppgavene på arbeidsarkene, med unntak av en dag hvor frekvensen falt ned til fra ti til fem etter tre dager opphold i treningen. Deretter gikk frekvensen opp til 12. Frekvens riktige var like høy på retensjonstesten etter elleve dager. Deltaker 2 hadde samme utvikling som deltaker 1 på arbeidsarkene, en med en jevn økning av frekvens med et lite fall etter tre dagers fravær. Frekvens steg til 13 i intervensjonsfasen og ytterligere til 16 på retensjonstesten. Deltaker 3 hadde en jevn økning i frekvens fra fem riktige til 16 i løpet av intervensjonen. På retensjonstesten falt frekvensen til sju.

²Seks SES ble brukt, en for hver atferd. Lesere som er interessert kan få tilgang til disse ved å kontakte Gunn Løkke.

³Split-middele selerasjonslinjen regnes ved å dele datasettet i to på den midterste observasjonen. Vi sorterer deretter verdiene i stigende rekkefølge i begge halvdelene og finner det midterste tallet (medianen) i hver halvdel av datasettet. Når vi har funnet medianen, merker vi av i skjemaet verdien på observasjonen og nummeret i rekken observasjonen har i de to halve datasettene. Samme prosedyre gjøres med andre halvdel av datasettet. Til slutt trekker vi en linje mellom de to avmerkede verdiene i datasettet. Den høyeste skåren deles på den laveste skåren i de sorterte halvdelene av datasettet og utgjør selerasjonsverdien (Ottenbacher & Nourbakhsh, 1994).

Retensjonstesten viste en økning fra pretest til retest for deltaker 2 og 3 på SAFMEDS, mens antall riktige svar var tilbake på pretestnivå hos deltaker 1 (tabell 2). Raten var likevel lavere enn siste intervensjonsmåling for deltaker 2 og 3. En mulig årsak til at økningen i respondering ikke bevares fra intervensjonen til oppfølgingsmålingen er at deltakerne har hatt for få repetisjoner til å oppnå automatiserte ferdigheter.

Antall dager med trening

Akselerasjon og deselerasjon i Standard endringsskjemaene og posttestresultatene for alle deltakere kan antyde at antall treningsdager innvirker på prestasjon. Deltaker 1 deltok i trening 11 dager. Det samme gjorde deltaker 2. Deltaker 3 gjennomførte intervensjonen i 15 dager. Progresjonen til deltaker 1 og 2 var noe lavere enn for deltaker 3.

Diskusjon

Hensikten med studien var å undersøke om hastighetstrening med et høyt antall repetisjoner førte til mer anvendelige matematikkferdigheter hos tre gutter i videregående skole, og om antall treningsdager med tilhørende antall repetisjoner påvirket resultatene.

Data fra applikasjonstestene indikerer at antall riktige svar økte fra pretest til posttest, samtidig som antall ubesvarte oppgaver ble redusert. Endringene i frekvens og applikasjonstesten var størst hos deltaker 3 som trente alle dager. Den samme tendensen ses i endringsskjemaene for alle deltakere under trening med arbeidsark. På arbeidsarkene var derimot frekvensen bevart fra intervensjonen til posttest for deltaker 1 og 2, mens responderingen til deltaker 3 var nesten tilbake på pretestnivå. Responsfrekvensen ble ikke bevart for noen av deltakerne fra trening til posttest på SAFMEDS. Data indikerer at slik trening kan føre til økte responsfrekvens, men økningen ble ikke bevart fra trening til posttest. Retensjonstesten kommer for tett

på intervensjonen til å kunne si noe reelt om retensjon på lengre sikt, men testen gir en indikasjon på at økningen i frekvens vil bli borte. Standard endringsskjema viser akselerasjon av frekvens rett og deselerasjon av frekvens feil, med brattere stigning hos deltaker 3 enn hos deltaker 1 og 2. Antall dager intervensjonen ble gjennomført er sannsynligvis ikke av betydning i seg selv. Det er sannsynlig at flere dager trening gir mulighet for flere repetisjoner og derigjennom automatisering.

Intervensjonen var kort, tre uker, og to av deltakerne trente i kun elleve dager. Basert på antakelsen om at antall repetisjoner av avgjørende for å oppnå automatiserte ferdigheter, er det mulig å anta at varigheten av intervensjonen har påvirket resultatene. Resultatene med fall i ferdigheter mellom intervensjon og oppfølgingsmåling er i overensstemmelse med funnene som Aglen (2008) har gjort. En lengre intervensjonsfase ville gitt mulighet til flere faser i designen og videre undersøkelse av betydningen av antall repetisjoner for resultatene. Den optimale treningsperioden vil med stor sannsynlighet variere avhengig av hvilke ferdigheter som trenes og personene som trener.

Et av de viktige uventede funnene er to av deltakernes økte tendens til å besvare oppgavene. Deltaker 1 svarte riktig på to oppgaver mer i posttest enn i pretest. Antall ubesvarte oppgaver var redusert med en. Deltaker 2 og 3 besvarte alle oppgavene i posttest, mens andelen ubesvarte oppgaver var på henholdsvis 72 % og 56 % i den første applikasjonstesten. Det er uklart hva som har ført til den store endringen i antall besvarte oppgaver hos to av deltakerne. En hypotese er at årsaken er priming. Mange økter med gjentatt respondering øker sannsynligheten for å fortsette å respondere med høy frekvens. Den forsterkende effekten av å repetere stoff nok til at man begynner å respondere korrekt kan være en annen mulig forklaring. Hastighetstrening kan slik sett være godt egnet for elever som ikke liker matematikk på grunn av at de sjelden får

korrekt svar på oppgaver. Mange repetisjoner gir mange muligheter for forsterkning av regning.

Pretest med en enkelt måling ble valgt fordi matematikkferdigheter kan antas å være stabile uten trening og det er lite trolig at flere observasjonspunkter i pretest ville gitt mer informasjon. Flere designfaser for å fylle kravene til evidensakkumulering hadde derimot vært ønskelig.

Applikasjonstestene inneholdt ulike oppgaver som ikke nødvendigvis likner de situasjonene deltakerne vil møte i en senere yrkeshverdag, men er de samme som deltakerne møter i akademisk vurdering av matematiske prestasjoner. En halvårig matematikktentamen sammenfalt med slutten av intervensjonen i studien. De tre deltakerne hadde akkurat bestått tentamen til jul, og økte til en treer og to firere ved siste tentamen. Tentamensresultatene styrker antakelsen om at intervensjonen har hatt en overføringsverdi til temaer utenom intervensjonen.

Når elever har lærevansker er det ekstra viktig at opplæringen er effektiv. Nøkkelen til gode resultater er mye arbeid og hyppige øvinger. Studien tyder på at presisjonsopplæring med vekt på hastighetstrening er et egnet verktøy for å etablere matematikkferdigheter hos elever som har nådd høy skolealder. Fremtidige studier bør undersøke om det er mulig å identifisere en intervensjonslengde som gir holdbare ferdigheter hos de fleste. Det vil være av interesse å undersøke om hastighetstrening kan være en kortvarig intervensjon for å sikre at elever i videregående skole med matematikkvansker ikke faller fra i undervisningen. I tillegg er det av interesse å undersøke om den økte svarsansynligheten som ble observert var resultat av priming eller forsterkning. En av hovedutfordringene med unge som mister lysten på matematikk, er at dersom de faktisk ikke svarer på oppgaver, er det ingen matematikkrelatert atferd som kan forsterkes.

Referanser

- Aglen, G. S. (2008). En studie av presisjonsopplæring (precision teaching) i multiplikasjon for fem elever på fjerde trinn i vanlig skole. *Norsk Tidsskrift for Atferdsanalyse*, 35, 191–216.
- Binder, C (1996) Behavioral fluency: evolution of a new paradigm. *The Behavior Analyst*, 19, 63–197.
- Buli-Holmberg, J. & Ekeberg, T. R. (2009). *Likeverdig og tilpasset opplæring i en skole for alle*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Chiesa, M. & Robertson, A. (2000). Precision teaching and fluency training: making maths easier for pupils and teachers. *Educational Psychology in Practice*, 16, 297–310.
- Doughty, S.S., Chase, P. N., & O'Shields, E. M. (2004). Effects of rate building on fluent performance: A review and commentary. *Behavior Analyst*, 27, 7–23.
- Grønmo, L. S. (2005). Ferdighetenes plass i matematikkundervisningen. *Nåmnaren: tidsskrift for matematikkundervisning*, 32, 38–44.
- Lohne, K. J., Hogga, T., & Dahl, T. (1998). *Rådgiveren. Kartleggings- og rådgivningssystem for tilrettelagt opplæring i norsk og matematikk*. Bergen: Grieg Multimedia AS.
- Olsen, R. V. (2010). Matematikk I PISA. I M. Kjærnsli & A. Roe (red.) *På rett spor. Norske elevers kompetanse i lesing, matematikk og naturfag i PISA 2009*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Ostad, S.A. (2007). Forholdet mellom privat tale og strategibruk. Sammenligning av elever med og uten matematikkvansker i et utviklingsperspektiv. *Spesialpedagogikk*, 1, 12–18.
- Ostad, S. A. (2008). *Strategier, strategiobservasjon og strategiopplæring med fokus på elever med matematikkvansker*. Trondheim: Læreboka forlaget.
- Ottensbacher, K. J., & Nourbakhsh, M. R. (1994). The statistical analysis of single-subject data: A comparative examination.

- Physical Therapy*, 74, 768–776.
- Singer-Dudek, J., & Greer, R. D. (2005) A Long-term analysis of the relationship between fluency and the training and maintenance of complex math skills, *The Psychological Record*, 55, 361–376.
-

The effect of Fluency Techniques on the Application of Math Formulas in three High School Students

Gunn E. H. Løkke & Ole Ivar Kjernlie
Østfold University College

The article investigates the effect of frequency-building procedures on application of math formulas in three high school students with specific math difficulties. SAFMEDS (Say All Fast A Minute Everyday Shuffled) and worksheets with math formulas were used in a three week intervention. An ABA design for each participant was used to measure effects. A pre/ post application test was administered to check use of composite skills. Standard Celeration Charts were used to monitor daily training. Results indicate that frequency-building procedures are well suited for fast acquisition of math skills in old adolescents, although the intervention did not lead to lasting increase in frequency. Factors that may have influenced the results are discussed.

Key words: frequency-building, fluency, specific math difficulties, SCC