

Innledende kommentarer:

Artikkelen ble publisert i Nordisk Tidsskrift for Specialpedagogikk i 2001. Opprinnelig bestod den av to deler - en ren kasusbeskrivelse og en faglig historisk del. Begge delene satte fokus på prosedurale sider ved spesifikke matematikkvansker. Den historiske delen er nå fjernet. Det er imidlertid verd å merke seg at forskere har vært opptatt av prosedurale funksjoner helt siden begynnelsen av det 20. århundrede. Siden 1930-tallet har prosedurale funksjoner vært assosiert med kognitive trekk som vi fremdeles forbinder med denne funksjonen. Tidlig i denne perioden var det særlig fokus på aritmetikken og algoritmebruk i forbindelse med de fire regneartene. Henschen (1919) var særlig opptatt av det visuo-spatiale bidraget gjennom det parieto-occipitale området i hjernen. Ehrenwald (1931) utvidet perspektivet gjennom sin "ordinative Grunstörung" eller "primære akalkulia". Den "ordinative" funksjonen ble definert som en vesentlig motorisk eksekutiv funksjon. Kleist (1934) og Geller (1952) utviklet forståelsen av prosedurale funksjoner videre på en kognitiv-motorisk basis – noe som senere ble utdypet av sentrale fagfolk som Hécaen, Angelergues, Houillier (1961), Luria (1968), Grafman, Passafiume, Faglioni, Boller (1982), Caramazza, McCloskey (1987) og Dehaene (1997). Referansene til disse fagfolkene er beholdt i referanselista.

§§

En kasusbeskrivelse av en elev med spesifikke matematikkvansker av prosedural type

For noen år siden fikk vi tilmeldt Marie for spesifikke matematikkvansker. Tilmeldingen kom gjennom den lokale PP-tjeneste, og den ble sendt i nært samarbeid med foreldre og klasselærer. Marie som da gikk i 6. klasse, var et mysterium for ulike fagfolk som hadde arbeidet med henne. Hun var utredet på Matematisk fagtest, WISC-R, Ravens Progressive Matriser, Benton Revised Visual Retention Test og Bender Visual Motor Gestalt Test. Det

fremkom relativt jevne og gode resultater på de psykologiske testene - med et snitt godt over 100 i IQ. Problemet var at hennes matematikkfunksjon viste seg å ligge på en standard score på 65. Ulike psykologer og spesialpedagoger hadde gitt uttrykk for at med et slikt evnenivå og slike evneprofiler, måtte hun kunne bli bra i matematikk. Lærer hadde tolket PP-tjenestens folk slik at det ikke var noe i veien med Maries muligheter til å lære, altså måtte det være noe feil med hans pedagogikk. Foreldrene hadde fattet håp etter utredningene, og trykket på for "at noe skulle skje". Mye skjedde rundt Marie, men en ting var uforandret - hun maktet ikke å lære matematikk.

Skolekarrieren til en ressurssterk og trivelig jente var imidlertid ikke ødelagt. Kloge lærere og foreldre hadde fokusert sterkt på alt hun fikk til i andre fag. Hun var en normal leser og rettskriver, selv om hun hadde hatt litt problemer med lydsyntese i begynneropplæringa i lesing. Hun hadde også litt "knudrete" håndskrift. Det var hun ikke alene om i klassen.

Utredningen

Før testingen begynte hadde jeg en samtale med foreldrene og Marie. Den innledende samtalen avslørte ikke spesielle ting i Maries oppvekst som kunne ha direkte sammenheng med hennes matematikkvansker. Det var imidlertid et par "utenomfaglige" forhold fra mors orientering om Marie som påkalte min oppmerksomhet. Det skal jeg komme tilbake til. Etter denne innledende samtalen startet utredningen.

På vanlig måte startet jeg med en kartlegging av den matematikkfaglige funksjonen. Her kom det frem en avvikende profil (Figur 1). Neste skritt var undersøkelse av intellingensnivået. Dette ble gjort med en annen testtype (CAS) enn tidligere, men tidligere konklusjoner ble bekreftet. Simultane og suksessive funksjoner lå godt over alderssnittet, med simultan funksjon litt over suksessiv. Det kunne ikke påvises betydelig verbal-nonverbal diskrepans. Ulike andre funksjonstester som kan avdekke høyre-venstrehemisfæriske forskjeller ga heller ikke utslag. Videre ble de eksekutive kognitive funksjonene testet og stort sett funnet normale.

Hukommelsesfunksjonene, slik vi måler dem med tradisjonelle tester (eksempelvis WMS-R) var litt ujevne men innenfor normal variasjon (Bosnes og Ellertsen, 2000).

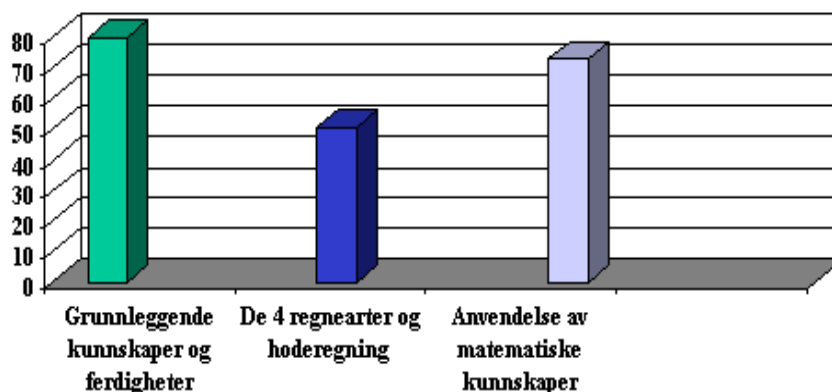
Forestillingssystemet virket relativt bra. Motoriske efferente funksjoner virket svekket mht flyt, mens motoriske afferente funksjoner fungerte bra. Det parietale produksjonssystemet, som i så mange tilfeller forårsaker problemer med matematikk, fungerte også bra. En kunne ikke påvise noen utslag på eksempelvis en fingeragnosiprøve. Det occipitale og temporale produksjonssystemene hadde ikke målbare funksjonssvikt.

Arousal/attention-produksjonen viste noe avvik. Hun hadde blandt annet noe "narrowing effect" uten at det kunne forklare hennes matematikkfaglige svikt.

Selv om jeg har valgt å avgrense meg til refererte hovedprofiler, har en omfattende utredning frambrakt data som går ut over dette. Poenget er at dette meget omfattende psykometriske testsystemet ikke avslørte hva som var problemet. Nå er det slik at en betydelig del av mitt utredningsarbeid hviler på den russiske nevropsykologen A. R. Lurias´ kliniske strategier - og fremfor alt hans teoretiske tilnærming. Dette har vist seg nyttig som et supplement til den psykometrisk-empiriske tradisjonen. I tillegg sitter vi med forskningsresultater på ulike kognitive områder fra vår egen del av verden som våre testsystemer bare i begrenset grad har tatt høyde for.

Matematisk funksjon

Figur 1 Tre hovedområder fra testing med KeyMath-Revised



Grunnleggende matematiske kunnskaper og ferdigheter omhandler oppgaver knyttet til tallinje, brøk, desimaltall, prosent og geometri. De fire regneartene og hoderegning trenger ikke nærmere forklaring, mens anvendelse av matematiske kunnskaper omhandler oppgaver knyttet til måling, tid og penger, overslagsregning, fortolkning av data og problemløsning.

Av denne profilen (standardscore) går det frem at hun har store problemer med de fire regneartene. Hun har i tillegg problemer med tabellene. Det er med andre ord en funksjonssvikt på sentrale områder innenfor aritmetikken. Hun har noe nedsatte matematikkfunksjoner på øvrige områder også, men i utgangspunktet så jeg på dette som en sekundæreffekt av de problemer hun hadde med de fire regnearter.

Lærer hadde i tillegg observert at hun trengte lengre tid på innlæring. Hun glemte lett innøvd materiale - særlig i forbindelse med innlæring av nytt stoff. Hun hadde også problemer med oppgaver av konstruksjonstype. Lærer tolket dette som problemer med romoppfatning. Hun ble beskrevet som litt rotete, og glemte ofte hvor hun hadde gjort av ting. Hun hadde dessuten visse problemer med sosial samhandling, og ble oppfattet som litt sta og rigid.

Så langt hadde matematikkundervisningen vært preget av et utrettelig og seigt arbeid for å lære henne prosedyrene for de fire regneartene - samt tabellene. Eller som lærer uttalte: "Han

måtte nå i alle fall sørge for å lære henne dette før hun gikk ut av skolen". Utviklingen hadde vist at lærer kunne være i ferd med å "ta seg vann over hodet".

Analyse av resultatene

Den matematiske sviktkurven som vi her står overfor, kan avspeile svikt i ulike produksjonssystemer i hjernen. De fleste kan utelukkes på bakgrunn av tidligere refererte utredning. Ett av de systemene som ikke utredes spesifikt ved hjelp av psykometriske testsystemer - og som kan være en kandidat i denne sammenheng, er deler av det prosedurale produksjonsnettverket.

Ordet "prosedural" er en fornyelse av det engelske ordet procedural som i norsk oversetting betyr prosedyremessig. Det prosedurale nettverket består i hovedsak av motorisk hjernebark, premotoriske hjernebark, supplementært motorisk område, samt subkortikale områder som basalganglia (putamen), hjernestamme, lillehjerne, motorisk område i thalamus, den forlengede marg og området hvor hjernenervene har sitt utspring. (Joseph, 1996; Luria, 1980). Deler av nettverket - premotorisk område, basalganglia og lillehjerne, har tradisjonelt blitt vist størst faglig oppmerksomhet. Nettverket har også sitt eget hukommelsessystem (Arnold, 1984; Dehaene, 1997; Luria, 1963, 1980; Squire, 1987, 1992; Thompson, 1989). De ulike deler har en viss arbeidsdeling seg imellom, men i hovedtrekk produserer dette hjernesystemet flytende handlingssekvenser av motorisk og kognitiv natur. Evne til automatisering av disse sekvensene (prosedyrer) utgjør et sentralt kognitivt trekk ved nettverket.

Analysearbeidet startet med en systematisk gjennomgang av de testledd som er sensitive for svikt i denne kretsen i hjernen. Det kom en svak sviktkurve til syne, uten at dette alene kunne være grunnlag for en diagnose. Dermed ble det nødvendig med en ny kartleggingsrunde - samt en nøyere analyse av tilleggsopplysningene som forelå. Anvendelsen av Luria's teststrategier styrket vår hypotese. (Luria var særlig opptatt av det premotoriske barksystemet, men dro også inn subkortikale funksjoner). Av kliniske tilleggsobservasjoner merket jeg at Marie hadde et litt spesielt ganglag. Hun hadde også litt problemer med motorikk generelt.

(Ikke alle med denne type vansker har synlige motoriske utslag). Av de tingene som jeg merket meg under min innledende samtale med mor, var Marie's store og vedvarende problemer med å lære seg huslige "gjøremål" (prosedyrer). Gymnastikklærers versjon av dette - var knyttet til problemer med automatisering av gymnastikkøvelser (handlingssekvenser). Hva er så den underliggende svikten i dette systemet?

Dette systemet spiller en sentral rolle i sekvensiell motorisk og kognitiv integrasjon. En svekkelse i eksempelvis det premotoriske området, fører til svekkelse i overgangene mellom handlingsleddene. Flyten forsvinner, og evnen til automatisering svekkes tilsvarende.

Etablering av "contracted mental actions" (Luria) eller prosedyrer, blir tilsvarende hemmet.

Foruten en merkbar svekkelse av kinetisk flyt, hadde Marie også store problemer med habituering proseduralt.

Hennes knudrete skrivemåte som var preget av en forsert og langsom bevegelse hadde sin rot i dette forhold. Konstruksjonsproblemene som lærer tolket som en visuo-spatial funksjonsforstyrrelse, hadde samme årsak. En forlenget innlæringstid er for øvrig typisk for denne kognitive dysfunksjonen. Det samme gjelder hennes fortregning/glemsel av tidligere innlærte prosedyrer når hun skulle lære nye (prosedural interferens). Hennes noe rotete adferd kom særlig til uttrykk gjennom problemer med å huske hvor hun hadde gjort av ting. Manglende evne til å kode inn lokalisering av tingene sekvensielt, bidrar til en slik adferd. De sosiale samspillsproblemer kan ha samme årsak (gjennom svekkede sosiale samspilladferdssekvenser). Stahet og rigiditet kan være adferdstrekk pga av manglende flyt. Vi stod igjen med en svekkelse av prosedyremessig og automatiseringsmessig karakter. I matematisk sammenheng gikk dette sterkest utover innlæring/retensjon av bl.a. prosedyrene for de fire regneartene og de aritmetiske tabellene.

I nært samarbeid med leder for Voksenhabiliteringen ved Sentralsykehuset i Sogn og Fjordane, Einar Lunga, ble denne jenta den første som fikk diagnosen "spesifikke matematikkvansker av prosedural type". Senere skulle det bli flere.

Tiltak:

Våre erfaringer viser at funksjonssvikt i det prosedurale nettverket er vanskelig å trene opp. Dette samsvarer med hva Luria (1963, 1980) har kommet til gjennom sin omfattende kliniske virksomhet. Han viser til utrettelig arbeid med dysfunksjoner i sentrale deler av dette området, og rapporterer beskjedne resultater.

For Marie hadde store deler av matematikktimene gått med til å lære henne dette grunnleggende stoffet i faget. Tilnæringsmåten hadde vært tradisjonell - dvs. fortsatt drill på ulært stoff. Det hadde blitt svært liten tid til andre deler av pensum ifølge lærer.

Kognitiv reorganisering og overlæring vil i Maria's tilfelle være en sentral del av det pedagogiske svaret. Overlæringen må imidlertid legges om fra mekanisk drill til systematisk gjentatte og varierte erfaringer der innsikt danner basis for aktivering av prosedurale funksjoner. (Dette er en reorganisering kognitivt som i større grad mobiliserer hjernebarkfunksjoner som støtte for et delvis dysfunksjonelt subcortikalt nettverk).

Prioriteringen må være radikal - noe som betyr at en må arbeide med utgangspunkt i få sentrale prosedyrer - gjerne en av gangen. De praktiske erfaringene bør høstes gjennom ulike innfallsvinkler både på innlæring og anvendelse. For denne type elever har innlæringsida en sterk tilknytning til eksekutive erfaringer. Erfaringene bør også verbaliseres gjennom dialog, og det må være tilstrekkelig rom til at prosedyren skal "sette" seg. Det er en tendens til at plataene i innlæringskurven blir nedprioritert. Plataene er ettertankens og tilpasningens arena - dvs en av de viktigste funksjoner i denne type overlæring.

En må videre skille mellom innsikt og kompleksitet. Målet er i første omgang rettet mot innsikt i - og automatisering av prosedurale funksjoner. Nyinnlæringsfasen krever mye større

rom om en sammenligner med andre elever. Det kreves flere og mere varierte repetisjoner over lengre tid. Repetisjonene må i betydelig grad ha karakter av prøving og feiling med etterfølgende drøfting og korreksjon. Innsikt bør blant annet vinnes gjennom kompleksitetsreduksjon. Mer komplekse utfordringer understøttes i neste omgang av kalkulator. Etter at denne grunnleggende basis er lagt, vil utstrakt bruk av kalkulator på eksempelvis tabellene, være et riktig og nødvendig pedagogisk valg.

I fagterminologien vil en slik pedagogisk tilnæringsmåte hvile på prinsippet om *moderat* kognitiv reorganisering.

Den teoretiske basis for denne reorganisering er som følger: Praktisk talt alle områder av hjernebarken synes å delta i lagring av ulike hukommelsesprodukter, samtidig som visse hovedsystemer av hukommelse synes å danne prosessunderlag for hver sine hovedområder (eksempelvis det prosedurale). Dette forholdet tilsier at overlæring kan ha basis i en bredere funksjonsplattform enn bare den rendyrkede motoriske eller kognitiv adferdssekvens en prosedyre består av. Det betyr også at læring gjennom innsikt er en god måte å aktivere bredden i denne hukommelsesplattformen på.

Ved mer alvorlige dysfunksjoner i dette området, er det tale om å bygge opp et pedagogisk konsept etter prinsippene for *radikal* kognitiv reorganisering. Luria viser gjennom sine metodiske strategier hvordan en ved store skader i det prosedurale nettverket, kan reorganisere denne kognitive funksjonen bl.a. gjennom det parieto-occipitale produksjonssystemet.

Vi har mange typer automatiseringsvansker. Jeg velger å dele dem i primære og sekundære vansker. Jeg har nettopp beskrevet det nettverket som synes primært i forhold til automatisering proseduralt. (Det er sannsynlig at dette nettverket også spiller en sentral støtterolle i forhold til øvrige kognitive automatiseringsfunksjoner).

De primære vanskene har dårlig prognose. Derfor har vi gjort et kompensierende valg av metodikk. De sekundære automatiseringsvanskene, enten de har basis i Nonverbale lærevansker (Rourke, 1989), dorsolaterale

dysfunksjoner eller andre temponedsettende årsaker, har bedre prognose ved tillempling av læringsmiljøet. Det er her snakk om andre valg. Grunnlaget for å kunne gjøre valget, er av utredningsmessig karakter.

Egne data

Vi har utredet 39 elever med spesifikke matematikkvansker med henblikk på prosedurale kognitive dysfunksjoner. 10 hadde dysfunksjoner av prosedural type – 3 som primærårsak og 7 som sekundær. De 3 av primær karakter hadde et funksjonsnivå i forhold til de 4 regneartene (herunder tabellene) som i snitt lå nesten 2 standardavvik under eget matematisk funksjonsnivå.

Våre data viser også stor samgang mellom prosedurale dysfunksjoner og problemer med automatisering av eksempelvis tabellene. Samgangen har vært så stor at vi har lurt på om det kunne være en felles primær årsak.

Caramazza og McClosky (1987) hevder imidlertid at tabelldata og prosedurale funksjoner i noen grad skal ha adskilte funksjonssystemer i hjernen. Forskningsresultatene på dette området er ikke entydige. Dehaene (1997) og hans kolleger rapporterer om et kasus med lesjon i venstre basalganglie - en lesjon som medførte store skader på hukommelsen for multiplikasjonsfakta og andre verbale automatiserte innlærte ferdigheter (bønner, alfabet osv.). Vedkommende person hadde ingen problemer med å lese tall og skrive dem etter diktat og hadde full kontroll med mengder og deres operasjonalisering. Dehaene (1997) fremmer en hypotese om at aritmetiske tabeller kan være lagret i deler av den prosedurale kretsen (premotoriske/basalganglia/lillehjerne) i form av automatiserte ordsekvenser. Dermed kan det være mulig at vi står overfor et primært automatiseringssystem for både prosedurale og aritmetisk tabellariske funksjoner – noe som i tilfelle er i tråd med våre data.

Oppsummering og konklusjon

Luria (1968) viser til at matematiske funksjoner involverer mange cerebrale systemer. Våre data bekrefter Lurias funn (Johnsen, 1999, 2000). En svekkelse i ett eller flere av disse

systemene, vil føre til problemer på ulike matematiske områder. Våre utredninger viser i tråd med dette stor spredning i forutsetninger hos elever med spesifikke matematikkvansker. Denne kasusbeskrivelsen har satt fokus på ”spesifikke matematikkvansker av prosedural type”. Så langt vi kan tolke vårt materiale fører dysfunksjoner i hjernens prosedurale nettverk til alvorlige problemer innenfor deler av det matematiske området. Innlæring og automatisering av aritmetiske prosedyrer (og prosedyrer generelt) synes å rammes i særlig grad. I tillegg synes aritmetiske tabeller (som multiplikasjonstabellene) å rammes - enten på primært eller sekundært nivå. Siden vi startet utredning av prosedurale lærevansker som en del av vår normalprosedyre, viser våre funn at i underkant av 10% av de elever vi har utredet sannsynligvis har denne dysfunksjonen som primærårsak til sine spesifikke matematikkvansker

Referanser:

- Arnold, M. B. (1984). *Memory and The Brain*, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hillsdale, N. J.
- Bosnes, O. og Ellertsen, B. (2000). Wechsler Memory Scale-Revised (WMS-R) anvendt på barn i Norge. *Tidsskrift For Norsk Psykologforening*, Vol 37, 717 - 723.
- Caramazza, A. og McCloskey, M. (1987). Dissociations of Calculation Processes. I Deloche, G. og Seron, X. (red.). *Mathematical Disabilities. A Cognitive Approach*, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, London.
- Dehaene, S. (1997). *The Number Sense*, Oxford University Press, Oxford.
- Ehrenwald, H. (1931). Störung der Zeitauffassung, der räumlichen Orientierung, des Zeichnens und des Rechnens bei einem Hirnverletzten. *Zeitschrift für die gesamte Neurologie und Psychologie*, 132, 518-569.
- Grafman, J., Passafiume, D., Faglioni, P., og Boller, F. (1982). Calculation disturbances in adults with focal hemispheric damage. *Cortex*, 18, 37-50.

- Hécaen, H., Angelergues, R., og Houillier, S. (1961). Les Variétés cliniques des acalculies au cours des lésions rétrotemporales: Approche statistique du problème. *Revue Neurologique*, 105, 85-103.
- Henschen, S. E. (1919). Über Sprach-, Musik- und Rechenmechanismen und ihre Lokalisationen im Grosshirn. *Zeitschrift für die gesamte Neurologie und Psychiatrie*, 52, 273-298.
- Joseph, R. (1996). *Neuropsychiatry, Neuropsychology, and Clinical Neuroscience*. Williams Wilkins, Baltimore.
- Johnsen, F. (1999). Noen kognitive aspekter ved matematikkvansker. *Spesialpedagogikk* 5, 21-30.
- Johnsen, F. (2000). Spesifikke matematikkvansker. Medfødte matematiske evner, og noen implikasjoner i forhold til spesifikke matematikkvansker. *Skolepsykologi*, 7. 21-30.
- Kleist, K. (1934). *Gehirnpathologie*, Barth, Leipzig.
- Luria, A. R. (1963). *Restoration of Function After Brain Injury*, Pergamon Press, Oxford.
- Luria, A. R. (1976). *Neuropsychology of Memory*, Winston, Washinton D C.
- Luria, A. R. (1978). *Traumatic Aphasia*, Mouton, The Hague.
- Luria, A. R. (1980). *Higher Cortical Functions in Man*, Basic Books, New York.
- Ostad, S. A. (1997). Strategic Competence. Issues of task-specific strategies in arithmetic. *Nordic Studies in Mathematics Education*. 3.
- Ostad, S. A. (1998). Developmental Differences in Solving Simple Arithmetic Word Problems and Simple Number-fact Problems: A Comparison of Mathematically Normal and Mathematically Disabled Children. *Mathematical Cognition*, 4 (1).
- Rourke, B. P. (1989). *Nonverbal learning disabilities. The syndrome and the model*, The Guilford Press, New York.
- Squire, L. R. (1987). *Memory and Brain*. Oxford University Press, Oxford.

Squire, L. R. (1992). Memory and the Hippocampus: A Synthesis From Findings With Rats, Monkeys, and Humans. *Psychological Review*, Vol. 99, No. 2, 195 –231.

Thompson, R. F. (1989). The Cerebellum: Motor Skills, Procedural Learning, and Memory and Hyperactivity. I Sagvolden, T., Arche, T., (eds.), *Attention Dificit Disorder. Clinical and basic Research*, Erlbaum, Hilsdale N. J.