

Hjernen som livslangt byggeprojekt

Hvad sker der med hjernen, indlæringsvevnen og hukommelsen med alderen?

Hjernen er et komplekst organ, som påvirkes både positivt og negativt ved aldring

Vores opfattelser af aldring og hjerne bærer præg af, at vi alle kender nærtstående (ældre) personer, som lider af sygdomme, der reducerer hjernefunktion og kognition, oftest blodprop i hjernen og demenssygdom. Samtidig har de fleste (også mange fagpersoner) bevarer tidligere tiders forestillinger om, at hjernen er et temmelig statisk opbygget organ – hvor alderens indvirkning mest består i, at man med årene mister en del af dens nerveceller (neuroner).

Det betyder, at det ikke er tilstrækkeligt, at den nye forskning viser, at hjernens aldring er langt mere kompleks og flertydig end tidligere antaget. Formidlingen af denne viden støder på de mange kulturelle og holdningsmæssige barrierer, som emnet aldring og hjerne er omgærdet af. Når man derfor skal gå i kast med sådanne formidlingsopgaver, gælder det om at finde en passende balance med hensyn til forenklinger og komplekse udredninger.

Metaforer

Det drejer sig om metaforerne. Det er allerede folkeeje at omtale neuronerne som *de små grå*. Jeg vil i mit billedsprog gå videre herfra og omtale neuronerne og deres netværk som *byggesten*, og hjernens livskarriere som et *livslangt byggeprojekt*. For ud fra den nye forskning kan man vise, at vi med

årene både bygger op, bygger til, river ned og bygger om. Og det særligt nye i vores viden er, at vi ikke kun river ned, men også er i stand til både at bygge til og bygge om.

Nettoregnskabet er dog, biologisk set, stadig negativt. For vi kan ikke holde helt trit med nedrivningerne.

Formentlig mister storhjernens i bedste fald omkring 10 pct. af neuronerne i løbet af livet. Til gengæld er der nok at tage af. 90 pct. af 25 milliarder giver stadig et ubegribeligt højt antal. Ikke mindst når man betænker, at hver enkelt neuron kan bidrage til hjernens netværk ved at etablere mellem 10.000 og 50.000 forbindelser til andre neuroner. Og at disse forbindelser hver især styrkes, når man bruger hovedet (og resten af kroppen).

Hvis man derfor i korthed skal karakterisere alderens muligheder – ud fra en kombineret biologisk og psykologisk synsvinkel – kunne det lyde således: Hjernen skrumper, men forstanden kan alligevel vokse. I det følgende vil jeg forsøge at forklare dette paradoks. En længere version kan læses andetsteds (Kirk, 2008).

Aldring og kognitiv neurovidenskab

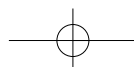
Den fortsatte udvikling af nye metoder til hjernescanning, især *funktionel MR-scanning*, har muliggjort en stadig stør-

re integration af viden fra henholdsvis neurobiologisk og psykologisk forskning. Inden for et sådant samarbejde oplever man nu også en stærkt øget interesse for at udforske hjernens livskarriere (*neurocognitive lifespan research*). Emnerne følger de kognitive processer fra opmærksomhed (attention) via perception, arbejdshukommelse, indlæring, langtidshukommelse, genkendelse/genkaldelse til problemløsning (Baltes et al., 2006, Cabeza et al., 2005).

Dette forskningsområde er en stor udfordring, ikke kun for forskningen, men også for vores fortsat udbredte fordomme knyttet til aldring og ældrebilleder. Er vi hjernemæssigt forskelligt udrustet fra fødslen, bliver de individuelle forskelle mere og mere udtalte med årene. Nu ved vi imidlertid, at de individuelle forskelle (ud over genetiske forskelle) afspejler hjernens plasticitet. Den formes efter, hvordan den bliver brugt – for at udtrykke det i korthed. Og hertil må det selvfølgelig tilføjes, at den øgede forekomst af sygdomme med alderen spiller en væsentlig rolle.

Kognitionsforskningen kan nu vise, at stimulation og læring i barndom og ungdom sætter tydelige spor senere i livet, bl.a. udtrykt ved begrebet *kognitiv reserve*. Men hjernen formes fortsat efter

Hvis man derfor i korthed skal karakterisere alderens muligheder – ud fra en kombineret biologisk og psykologisk synsvinkel – kunne det lyde således: Hjernen skrumper, men forstanden kan alligevel vokse





barndom og ungdom i takt med det levede liv. Det omtalte byggeprojekt indebærer dog ikke, at nedrivning (i form af tab af neuroner og netværk) kun er et aldersfænomen. Faktisk finder det største tab af neuroner sted tidligt i livet. Indtil teenageårene overstiger nydannelsen imidlertid tabene, og hjernens netværk når et modningspunkt i 25-30-års alderen. Herefter går det ned ad bakke – hjernens volumen aftager i gennemsnit med ca. 0,18 % pr. år (Raz & Rodrigue, 2006).

Mekanik og pragmatik

Hvis vores kognitive formåen alene afhænger af hjernens volumen og antallet af neuroner, ville udsigterne for alderdommen ikke være lovende. Heldigvis findes en række, til dels nyopdagede kompensatoriske mekanismer, som i forening med individuelle strategier kan bidrage til en god vedligholdelse.

Det er alles erfaring, at vi med årene bliver noget langsommere til at lære, især hvis der er tale om helt nyt stof. Børn og unge vil næsten altid vinde over voksne i memory-spil, og det afgørende er her, at erfaring ikke er til nogen fordel. Alle er "på herrens mark" – afhængige af den *kognitive mekanik* (tidligere betegnet "flydende intelligens"), dvs. af kapaciteten af helt nye netværksressourcer til brug for opmærksomhed, arbejdshukommelse og indkodning til langtidshukommelse. Yngre og ældre voksne vil derimod have fordele, hvis der skal løses opgaver, hvor man kan bygge på sin erfaring. Hvor det er muligt at bruge allerede etablerede netværk, som kan genfinde og genkende mønstre i det nye. Man taler om *kognitiv pragmatik* (tidligere betegnet "krySTALLiseret intelligens").

Adskillige undersøgelser viser, at det er muligt ikke blot at vedligeholde, men også videreudvikle den kognitive pragmatik. Dette ses især inden for sprog-

lige færdigheder, og der synes specielt at være vækstmuligheder hos flersprogede personer (Kirk, 2008).

Pragmatik, mønsterudvidelse og -genkendelse

At vi med årene bruger hjernen på en anden måde i kognitive funktioner, kan nu også vises ved scanning. Man kan tale om en akse mellem *hippocampus* (beliggende dybt i storhjernens tindin-gelapper) og *præfrontale cortex* ("hjernens dirigent" forrest i storhjernens pandelapper), og at denne akse forskydes med årene som led i ændringer i kognitive processer - mindre mekanik, mere pragmatik. I de yngre år bruges hippocampus relativt mere end senere i livet i forbindelse med indlæring og hukommelse, idet vi med årene samtidig bliver mere afhængige af præfrontale netværk.

Denne akseforskydning ses samtidig med, at vi med alderen i stigende grad forsøger at bruge *eksekutive funktioner* til at finde kendte mønstre i ny viden (*mønstergenkendelse*). I moden alder har vi mange erfaringer, både hvad angår forståelsen af omverdenen og løsningsforslag til en lang række problemer. Når vi konfronteres med noget nyt, forsøger vi (mere eller mindre bevidst) at rubricere det nye i forhold til noget, vi i forvejen kender.

Denne akseforskydning kan på den ene side give os nogle fordele. Vi behøver ikke opfinde den dybe tallerken flere gange. Ulemperne er imidlertid, at præfrontale cortex bliver mere og mere sårbar med årene, ligesom kapaciteten mindskes. Det har imidlertid vist sig, at vi kan udvikle reservekapacitet ved at bruge netværk i begge hemisfærer (*bilateralisering*) i situationer, hvor vi som yngre alene brugte den ene hemisfære (*lateralisering*). Studier har således vist, at ældre voksne, der løser bestemte opgaver med andre end jævnaldren-

Ny forskning viser, at hjernens aldring er langt mere kompleks end tidligere antaget. Det kan dog være vanskeligt at udrede denne kompleksitet, ikke mindst pga. de mange betegnelser for hjernens dele og funktioner.

Læge Henning Kirk indfører i formidlingens tjeneste en del metaforer for at forklare, hvordan visse dele af hjernens funktioner svækkes med alderen, mens andre dele kan styrkes.

Artiklen baserer sig på Henning Kirks nyligt udkomne bog *Med hjernen i behold. Kognition, træning og seniorkompetencer*.

Henning Kirk er dr. med., speciallæge i samfundsmedicin og tidligere leder af Gerontologisk Institut, nu selvstændigt virkende som forfatter og seniorkonsulent. Har skrevet en række bøger om aldring, sundhed og forebyggelse.

kirk@dadlnet.dk

de, har større tendens til bilateralisering (Reuter-Lorenz & Mikels, 2006).

Det er langt fra klarlagt i detaljer, hvad bilateralisering er udtryk for, men der er ingen tvivl om, at der er tale om en kompensatorisk mekanisme. Den ses således også hos personer med demenssygdom, som tilsyneladende kompenserer for manglende netværksressourcer.

Træning, automatisering og "udlicitering"

Når man skal forstå de kognitive ændringer med alderen, er det en fordel at tage udgangspunkt i hjernens opbygning set i evolutionært perspektiv. Præfrontale cortex er den evolutionært nyeste del af hjernen, som er mere kompleks i opbygning og funktion – men altså også mere sårbar med alderen. Præfrontale processer er meget energi-krævende og afhængige af intakt blodforsyning. Jo mere vi kommer i dybden under hemisfæerne og nedad mod rygmarven, desto ældre bliver strukturerne, evolutionært set.

Især lillehjernen og dens relationer til *basalganglierne* (grå, neurontætte kerner, der ligger dybt i storhjernens hvide substans af nervetråde) har vist sig at være interessant for den kognitive vedligeholdelse med alderen. Lillehjernen kan ikke længere betragtes alene som bevægelsesernes *automatpilot*. Den har vist sig at have en betydelig rolle i vores kognitive funktioner. I takt med, at vi udvikler vores sproglige færdigheder, bliver lillehjernen også sprogets *automatpilot* (Schmahmann, 1997).

Det ser ud til at vi med opøvelsen af de sproglige færdigheder kan "udlicitere" væsentlige dele af funktionerne til netværk knyttet til lillehjernen og basalganglierne. Set i aldringsperspektiv har det i hvert fald to store fordele: "driftssikkerhed" og "driftsbesparelser". Når jeg anvender disse økonomiske metaforer, er det fordi aldringens kompensatoriske muligheder bl.a. beror på økonomi – *hjerneøkonomi*.

Vi kan med årene opnå betydelige kognitive fordele ved, at vores hjerne udliciterer især funktioner knyttet til storhjernens bark (*kortikale* funktioner) til *subkortikale* netværk i lillehjernen og basalganglierne. Omfanget af sådan-

ne forskydninger kan endnu ikke klarlægges, bl.a. fordi det hidtil har været vanskeligt at undersøge subkortikale processer ved funktionel MR-scanning. Men lillehjernens mindre sårbarhed over for aldring (og Alzheimer) i forhold til cortex rummer spændende perspektiver. Indtil flere mellemregninger bliver kendt, kan vi forfølge gevinsterne ved de faktorer, som nu er dokumenterede. Det drejer sig om

- 1) træning, øvelse og repetition,
- 2) sprog og
- 3) hjernens "miljø".

Fysisk aktivitet og hjernens miljø

Fysisk aktivitet er den eneste faktor, der styrker samtlige kognitive funktioner (Hillman et al., 2008). Effekten bliver af større og større betydning med alderen, hvilket kan forklares med, at det er hjernens samlede "miljø", der styrkes.

Med hjernens miljø tænkes i første række på kredsløbet, og dermed neuronernes forsyning med ilt og glukose. Vi befinder os stadig i en epoke, hvor hovedparten af ældre danskere har åreforkalkning og andre livsstilssygdomme i større eller mindre grad, heraf mange med komplicerende sygdomme som fx blodprop i hjernen eller hjertet. Det betyder, at grænserne for normalitet ændres i disse år, hvor forekomsten af hjerte-kar-sygdom bliver mindre. Det skal også bemærkes, at lette symptomer på nedsat blodforsyning består i træthed – som typisk vil forklares med "alder". Samlet set betyder dette, at det er vanskeligt at definere, hvad der vil være realistisk at forvente med hensyn til alderens kognitive muligheder.

En anden positiv virkning af fysisk aktivitet er forbedring af stresskontrollen. Herved mindskes stressbetinget slitage af vigtige hjernestrukturer som fx hippocampus og dermed også risikoen for udvikling af depression og demenssygdom.

En tredje positiv faktor består i, at muskelarbejde fører til, at der i hjernen dannes en række stoffer, som direkte styrker hjernens netværksressourcer, bl.a. via nydannelse af neuroner fra stamceller. Denne nydannelse foregår ikke mindst i hippocampus og kan rela-

teres til indlæring og til fysisk udfoldelse.

Endelig er det en vigtig følge af fysisk aktivitet, at subjektiv følelse af energi og velvære også indebærer bedre kropsbevidsthed og større selvtillid, og hermed også øget motivation og mobilitet i det sociale liv.

Sproget – den gamle hjernes trumfkort

Mens aldringens biologi udelukkende er ensbetydende med funktionsforringelser, rummer vores sprogfunktion flere muligheder for kognitiv vækst. Det er velkendt, at ordforrådet fortsat kan vokse højt op i årene, og det er fx vist, at ældre piloters særlige kompetencer i høj grad bygger på sprog og kommunikation (Taylor et al., 2007). De sproglige muligheder beror på en lang række neurokognitive mekanismer, herunder den tidligere omtalte automatisering og udlicitering gennem træning og øvelse. Yderligere har forskningen de senere år rettet opmærksomheden mod betydningen af flersprogethed.

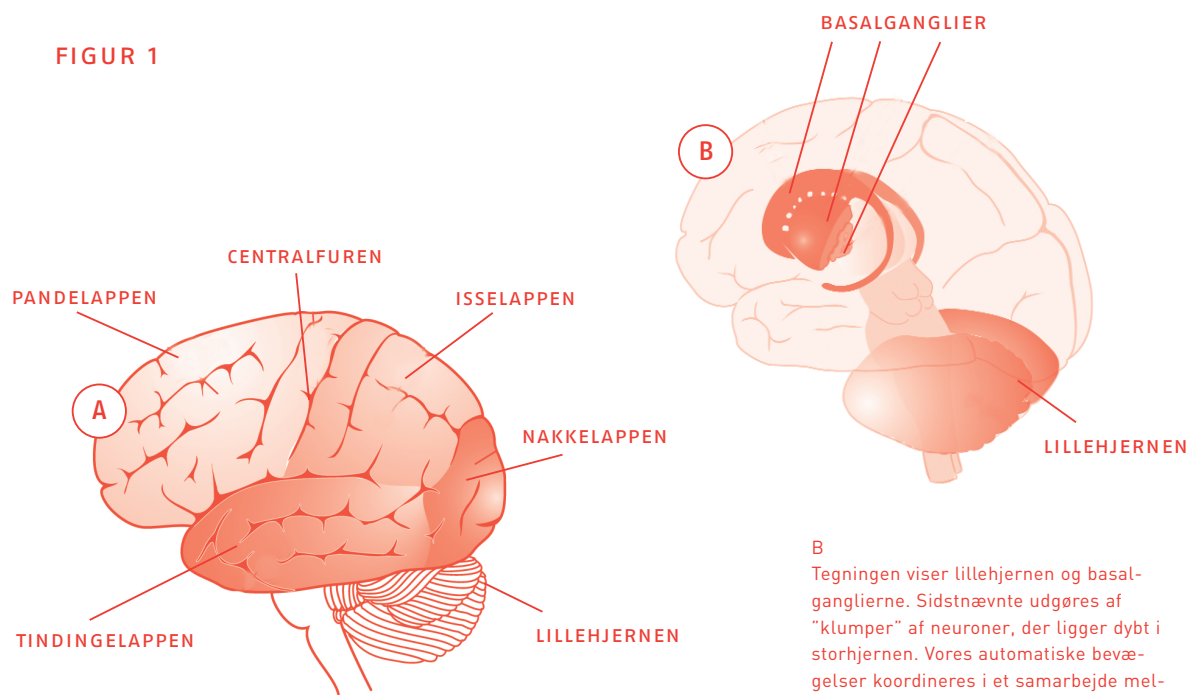
Det har vist sig, at tosprogethed medfører kognitive gevinster, der ligger ud over de sproglige funktioner (Bialystok et al., 2004). Noget tyder på, at håndteringen af fremmedsprog medfører en forbedret evne for hjernen til at filtrere "støj" fra andre netværk end dem, der er nødvendige for en given sproghåndtering. Og netop uvedkommende signalstøj synes at være et af alderens kognitive problemer. Det er lykkedes at lokalisere en slags omskifterknap i hjernens basalganglier af afgørende betydning for håndteringen af tosprogethed (Crinion et al., 2006).

Nysgerrighed versus magelighed

Historiens komplekse ældrebilleder har hidtil i meget høj grad været præget af modsætningen syg/rask – den tilsyneladende normalitet bestemt af ikke-erkendt sygdom. Denne modsætning forsvinder ikke umiddelbart, men en anden modsætning vil tone tydeligere frem: aktiv/ikke-aktiv aldring, og den vil afspejle sig i ekstreme individuelle forskelle i kognitive ressourcer.

Ud over en rask krop kræver den aldrende hjerne alsidig stimulation. Dels aktiviteter til konsolidering og videreud-

FIGUR 1



A
Storhjernens og lillehjernen. Storhjernens rummer 4 sæt lapper: Pandelapper (med præfrontale cortex forrest), isselapper, tindingelapper og nakkelapper. Dybt i tindingelappen – midt inde i hjernen - ligger hippocampus, som er afgørende for vores indlæring af nye ting.

B
Tegningen viser lillehjernen og basalganglierne. Sidstnævnte udgøres af "klumper" af neuroner, der ligger dybt i storhjernens. Vores automatiske bevægelser koordineres i et samarbejde mellem lillehjernen og basalganglierne, og det samme gælder i stor udstrækning "dagligdagens" kognitive funktioner, herunder sprogbehandling.

vikling af den enkeltes viden, erfaring og ekspertise, dels grænseoverskridende aktiviteter til kognitiv udvikling uden for ens ekspertisefelt. Den nye viden fra den kognitive neurovidenskab understreger betydningen af træning og vedligeholdelse, og samtidig vigtigheden af mønsterudvidelsen.

Som nævnt er koblingen mellem kognition og bevægelse af langt større betydning end tidligere antaget, og hertil skal yderligere tilføjes emotioner. Herved kommer vi ind på betydningen af musik og leg; områder hvor forskningen også har spændende nyt. Aldring, musik og kognition er et helt kapitel for sig, både når det gælder oplevelser hos raske og terapi til syge (Sacks, 2007).

Alt i alt er der med gerontologisk blik på kognitiv neurovidenskab meget godt nyt om gamle hjerner. Men det skal indrømmes, at der endnu mangler en del mellemregninger i udredningen af hjernens kompleksitet.

Litteratur

- Baltes, P.B., Reuter-Lorenz, P.A., Rössler, F. (Eds.) (2006). *Lifespan Development and the Brain. The Perspective of Biocultural Co-Constructivism* (255-76). New York: Cambridge University Press.
- Bialystok, E., Craik, F.I.M., Klein, R., Viswanathan, M. (2004). Bilingualism, Aging, and Cognitive Control: Evidence From the Simon Task. *Psychology and Aging*, 19: 290-303.
- Cabeza, R., Nyberg, L., Park, D. (Eds.) (2005). *Cognitive Neuroscience of Aging. Linking Cognitive and Cerebral Aging*. Oxford University Press.
- Crinion, J. et al. (2006). Language Control in the Bilingual Brain. *Science*, 312: 1537-40.
- Hillman, C.E., Erickson, K.I., Kramer, A.F. (2008). Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 9: 58-65.
- Kirk, H. (2008). *Med hjernen i behold. Kognition, træning og seniorkompetencer*. København: Akademisk Forlag.
- Raz, N., Rodrigue, K.M. (2006). Differential aging of the brain: Patterns, cognitive correlates and modifiers. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 30: 730-48.
- Reuter-Lorenz, P.A., Mikels, J.A. (2006). The Aging Mind and Brain: Implications of Enduring Plasticity for Behavioral and Cultural Change. In: Baltes, P.B., Reuter-Lorenz, P.A., Rössler, F. (Eds.). *Lifespan Development and the Brain. The Perspective of Biocultural Co-Constructivism* (255-76). New York: Cambridge University Press.
- Sacks, O. (2007). *Musicophilia: Tales of Music and the Brain*. New York: Alfred Knopf.
- Schmahmann, J.D. (Ed.) (1997). *The Cerebellum and Cognition. International Review of Neurobiology*, 41, (pp. 273-94), New York: Academic Press.
- Taylor, J.L. et al. (2007). Pilot age and expertise predict flight simulator performance: a 3-year longitudinal study. *Neurology*, 68: 648-54.