Vad är hjärnplasticitet?

Hjärnan utsätts för slitage med tiden

Vår hjärna, precis som resten av vår kropp, utsätts för dagligt slitage, åldrande, skador och sjukdomar. Man brukar säga att hjärnan börjar förlora nervvävnad redan vid 30 års ålder. När vi åldras så sker förändringar i vår hjärna och funktioner försämras. Vårt minne är inte som det var, vår förmåga att lära oss nya saker minskar och våra kognitiva förmågor hämmas. Detta beror på de strukturella förändringar som sker då hjärnan minskar i vikt, hjärnbarkens tjocklek minskar och delar av hjärnan krymper. Vi förlorar nervceller och de som är kvar krymper, kopplingarna mellan nervceller (synapser) blir färre och mindre, dendriternas förgrening minskar och myeliniserade axoner minskar i längd, vilket gör att nervcellernas signaler och kommunikation blir svagare. Vidare så sker en förändring av blodkärlens förgrening i hjärnan som påverkar tillförseln av näringsämnen och tillväxtfaktorer.

Men det är inte bara vid hög ålder som skadliga förändringar kan ske i hjärnan. Vi kan när som helst under livet drabbas av sjukdomar och skador som till exempel stroke, demens, MS och depression. Vid dessa tillstånd så kan nervceller och andra strukturer förstöras, brytas ned eller förtvina och på så sätt försämra hjärnans funktioner.

Hjärnan är formbar och förändras konstant

Men, vår hjärna är fantastisk och ändrar sin struktur under hela vårt liv. Den anpassar sin struktur efter den miljö vi lever i och de uppgifter vi ställs inför. Hjärnan ser på så sätt till att dess struktur är optimal för den miljö som individen lever i.

Det är detta som kallas för att hjärnan är plastisk och innebär att vår hjärna omorganiserar sig så att vi som individer hela tiden lär oss nya saker och kan förbättra vår hjärnas funktioner. Detta innebär även en möjlighet att till viss del reparera skador och förhindra sjukdom i hjärnan. Det gör även att det finns en möjlighet att bromsa de negativa effekter som åldrandet har på hjärnans struktur och funktioner så att vi kan behålla en bra hjärnhälsa längre.

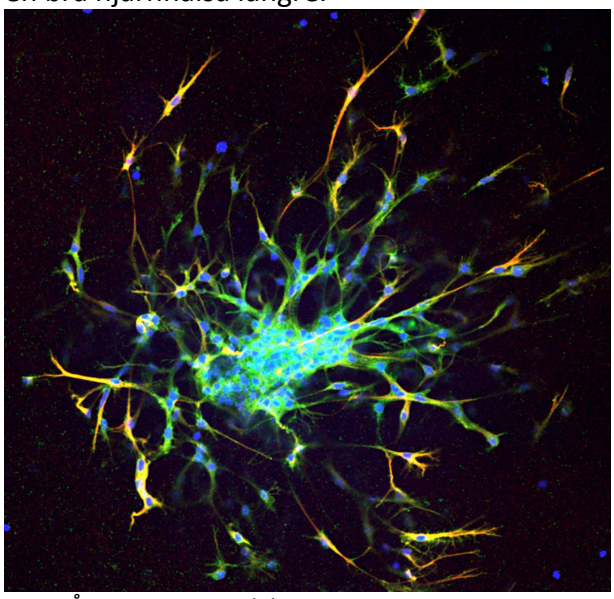


Foto: Åsa Persson Sandelius

Hjärnan är plastiskt hela livet

Hjärnans plasticitet har betydelse alla stadier i en persons liv, fast på olika sätt. Då barnet föds och börjar utvecklas så utsätts det för massor av stimuli från sin miljö och hjärnan börjar då utveckla och organisera lämpliga nätverk av nervceller. Senare, i vuxen ålder så finns även då en livslång hjärnplasticitet som innebär att hjärnan svarar på den miljö vi lever i och vad vi upplever. Plasticiteten förbättrar hjärnans funktioner och gör att vi kan lära oss nya saker som till exempel lära oss prata samt utföra komplexa motoriska rörelsemönster. Den gör även att det finns en möjlighet att bromsa negativa effekter som normalt åldrande har på hjärnans struktur och funktion så att vi kan behålla en bra hjärnhälsa längre. Hjärnans plasticitet spelar även en viktig roll vid rehabilitering efter en skada på hjärnan. Utan plasticitet skulle den

vuxna hjärnan vara statisk och fast i en specifik tid.

Men vad händer då i hjärnan?

Hjärnplasticitet sker på olika nivåer och innebär allt från förändringar på cellnivå som sker vid inlärning och minne hos friska personer till större omorganisationer av funktionella nätverk av nervceller som sker efter en skada på hjärnan. Det är alltså flera olika mekanismer som sker i hjärnan och troligtvis så sker en kombination av dessa och de samverkar och påverkar även i sin tur varandra.

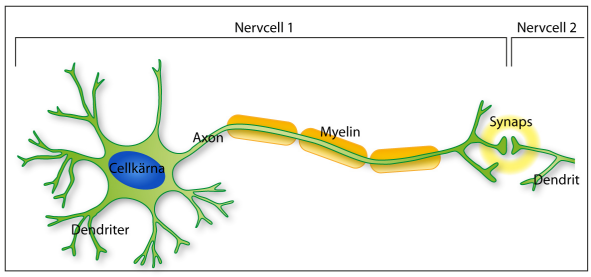
Exempel på processer som möjliggör hjärnplasticitet är:

- ökat antal och omorganisation av dendriter och synapser
- formation och reglering av jonkanaler och receptorer
- reglering av neurotransmittorer och tillväxtfaktorer
- bildande av nya nervceller (neurogenes)
- förändringar i blodkärlens förgreningar
- en betydande omorganisation och befintliga celler och synaptiska nätverk

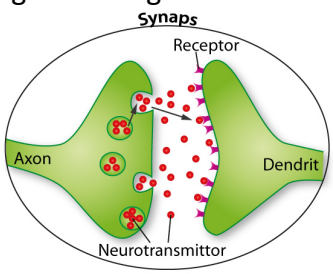
Vid rehabilitering efter en stroke så kan plasticitet till exempel ske genom att nätverk av nervceller runt skadan gradvis återställs till en viss nivå medan andra regioner i hjärnan än den skadade kan rekryteras till att delvis kompensera för och överta delar av funktionerna från den skadade delen. Denna omorganisation innefattar plastiska händelser som sker från synaptisk plasticitet på cellnivå till funktionell plasticitet på systemnivå.

Kopplingar och kommunikation mellan nervceller

Nervceller kommunicerar via kopplingar som kallas synapser. Synapser består av en nervcells axon (långa utskott) som i änden utsöndrar neurotransmittorer och en annan nervcells dendrit (kortare utskott) som tar upp neurotransmittorer. Exempel på neurotransmittorer är serotonin, dopamin och noradrenalin. Dessa tas upp genom specifika receptorer. En kemisk signal omvandlas då till en elektrisk signal som fortplantar sig ut till axonerna och vidare till nästa nervcell osv.



Synaptisk plasticitet innebär att synapserna kan stärkas eller försvagas beroende på hur aktiva dom är eller behöver vara. Detta är en stor del av hjärnans formbarhet som innebär att hjärnan kan anpassa sig efter miljön och lära sig nya saker. Kommunikationen mellan nervceller kan förändras genom att vissa synapser försvinner och andra tillkommer. Det kan bildas fler utskott (axoner och dendriter) från nervceller som kan stärka synapserna men utskott kan även minskas så att kopplingen försvagas.



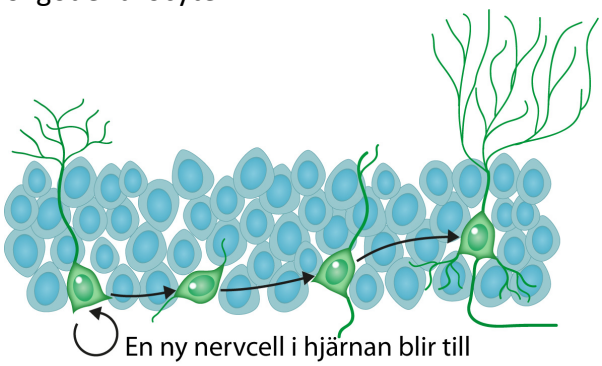
Typen och mängden av neurotransmittorer som utsöndras i synapsen samt receptorer som sen tar upp dem kan förändras och anpassas efter behov. På detta sätt kan hjärnan anpassa vilka signaler och budskap som skickas vidare mellan nervcellerna och det är grundmekanismen för minne och inlärning.

Hjärnans blodkärl och tillväxtfaktorer

Hjärnan består av 2 % av kroppens vikt men konsumerar så mycket som 20 % av kroppens syre och andra näringsämnen. Detta gör den via blodkärlsystemet. Det är därför nödvändigt att hjärnans blodkärl fungerar bra för att hjärnan ska fungera optimalt. Det finns mekanismer som reglerar kärlsystemet i hjärnan och som påverkar blodkärlens tjocklek, densitet, antal och volym samt även reglering av den miljön där kärlen har kontakt med nerveceller och blodhjärnbarriären. Dessa mekanismer är många och innefattar bland annat reglering av blodflöde samt nivåer av olika tillväxtfaktorer. Tillväxtfaktorer är ämnen som hjälper till att bygga upp och reparera hjärnan så att funktionen blir bättre. De kan reglera tillväxt och mognad av nerveceller under vår hjärnas utveckling men har även effekter på plasticitet och överlevnad på våra vuxna hjärnceller. Exempel på sådana tillväxtfaktorer är Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF), Insulin-like Growth Factor 1 (IGF-1), Fibroblast Growth Factor (FGF) och Vascular Endothelial Growth Factor (VEGF). Hjärnans plasticitet påverkas genom att hjärnans blodkärl kan anpassa sig och förändras och även påverka mängden tillväxtfaktorer i hjärnan.

Nya nerveceller i den vuxna hjärnan

Länge trodde man att hjärnceller enbart producerades under hjärnans utveckling men sen bildades det inga fler. Man ansåg att hjärnan var statisk: Dog det hjärnceller så fick man aldrig tillbaka dem! De senaste 15-20 åren har dock forskningen kommit med övertygande bevis att så inte är fallet. Nya nerveceller bildas i den vuxna hjärnan under hela livet. Att även den humana hjärnan bildar nya nerveceller upptäcktes i Göteborg av Professor Peter Eriksson år 1998. Processen att bilda nya nerveceller i hjärnan kallas neurogenes och i den vuxna hjärnan sker det fram för allt i två områden: runt den laterala ventrikeln bildas nya celler som sen migrerar till luktloberna och där mognar till nya nerveceller samt i hippocampus där det både bildas och mognar nya nerveceller. De nya nervcellerna bildas från omogna celler som kallas för stamceller. Dessa kan dela på sig och ge upphov till nya mogna nerveceller samt till gliaceller som astrocyter och oligodendrocyter .



Hippocampus är en struktur som är involverad i kognitiva funktioner som minne och inlärning. Även om fler funktioner finns så är hippocampus kritiskt för att lagra nya minnen, vår förmåga att orientera i rummet, vårt lokalsinne och förmåga att hitta till platser. Fler nya nerveceller i hippocampus är kopplat till bättre minne och inlärningsförmåga.

Varje dag så bildas ca 9.000 nya celler i hippocampus hos en vuxen råtta. Det bildas flest nya celler hos unga djur och sen minskar det med åldern, men även gamla djur (och människor) bildar nya celler i hippocampus. Det tar ungefär ett dygn för en cell att dela på sig och bilda två nya, men sedan ska den nya cellen mogna och bilda rätt utskott som axoner och dendriter samt bilda rätta kontakter med andra celler. Den ska även migrera och finna rätt plats att vara på i hjärnan. Detta är processer som tar tid, ibland månader. Alla nybildade celler överlever inte och blir integrerade och funktionella nervceller, flera av dem dör av. Men de nya nervcellerna som överlever ersätter gamla som dött och ser till att funktionen av hippocampus bibehålls. De nya nerveceller som bildats skiljer sig från de äldre som redan finns där genom att de är mer plastiska och aktiveras lättare. Man kan se

det som att de nybildade nervcellerna i hippocampus är mer formbara och aktiva än de redan existerande nervcellerna och man föreslår att detta är orsaken till att ökad neurogenes i hippocampus bidrar till bättre funktioner som bättre förmåga att bilda nya minnen. Förmågan att bilda nya nervceller i vuxen ålder bidrar till hjärnans formbarhet och plasticitet.

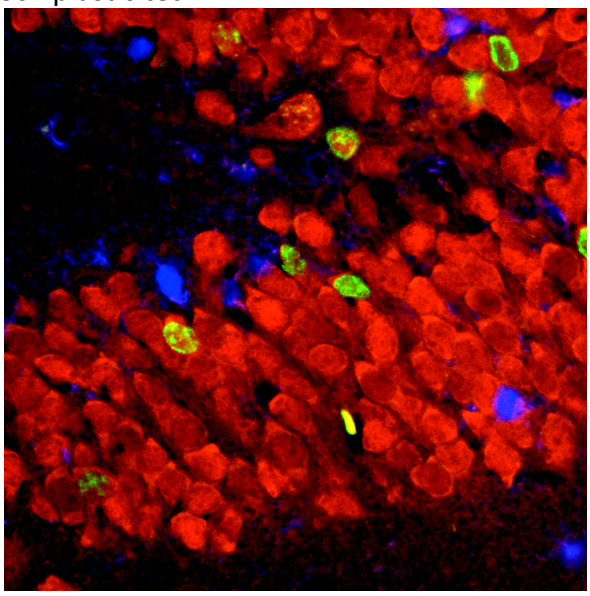


Foto: Georg Kuhn

Vi kan påverka vår hjärnas plasticitet

Plasticitet är nödvändig för rehabilitering efter hjärnskada men även för normalt lärande, men hur snabbt och i vilken utsträckning är individuellt. Gener spelar roll men även miljön och vi kan förbättra våra förutsättningar genom att vara fysiskt och mentalt aktiva och på så sätt stimulera vår hjärna att vara plastisk och formbar. Omfattande forskning under senare år har visat att fysisk aktivitet samt stimulering av våra olika sinnen aktiverar dessa processer som styr hjärnans plasticitet. Begreppet berikad miljö används ofta i dessa sammanhang och innefattar olika typer av stimulans t.ex. sociala och fysiska aktiviteter. Sinnesstimulans genom olika kulturella aktiviteter såsom musik, dans och bildkonst utgör viktiga delar i den berikade miljön för oss människor och vi påverkas starkt av olika kulturella yttringar.

Olika delar och kombinationer av fysisk aktivitet och berikad miljö utgör med stor sannolikhet nyckelkomponenter i ett koncept för långsiktigt god hjärnhälsa och optimerad funktionsåterkomst efter skada och sjukdom i hjärnan.

Text: *Jenny Nyberg*
Center for Brain Repair and Rehabilitation
Göteborgs Universitet