

## Målsökande nervceller kopplar hjärnan rätt!

David Lagman

Populärvetenskaplig sammanfattning av självständigt arbete i biologi VT 2009  
Institutionen för biologisk grundutbildning, Uppsala universitet

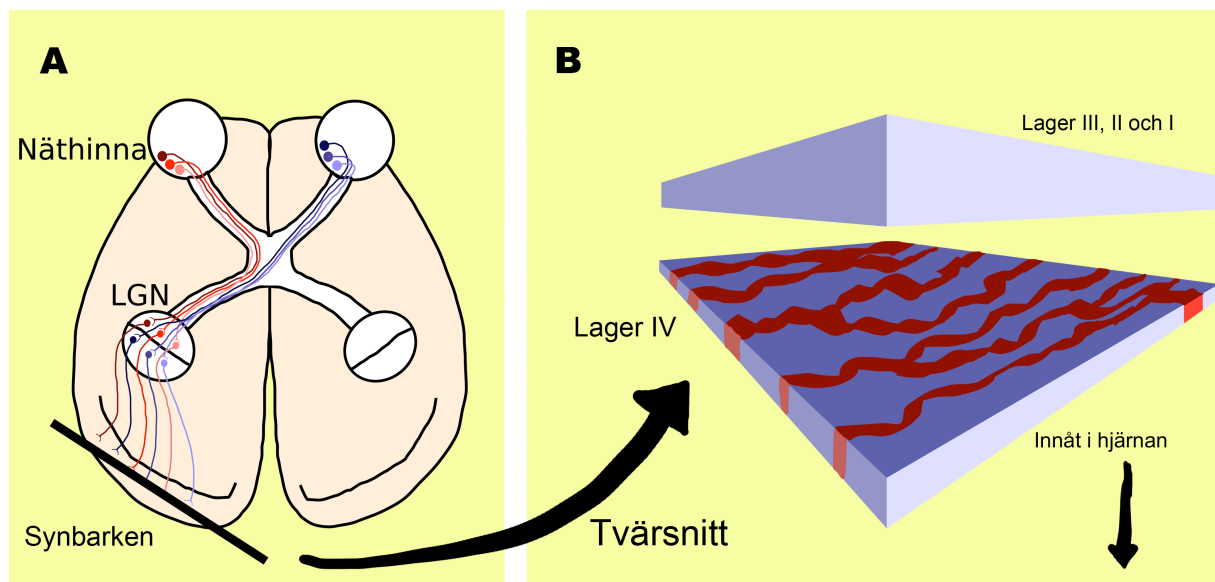
*Under hjärnans och nervsystemets tidiga utveckling måste nervceller hitta rätt. De måste hitta till det ställe i hjärnan och nervsystemet som de ska vara på. Detta gör de på det enkla viset att de helt enkelt är målsökande. De har proteiner som kan berätta för cellen om den rör sig mot rätt ställe i nervsystemet likt en GPS i dagens bilar som berättar vart du ska köra om du inte hittar själv.*

### Varför studera utvecklingen?

Anledningen till att det kan vara intressant att studera hjärnans utveckling är att det kan hjälpa att förstå andra processer i hjärnan samt hjälpa att utveckla metoder att bota sjukdomar som påverkar hjärna och nervsystem.

### Fixa skador innan de uppkommer

Ett exempel på när kunskap om hjärnans utveckling och koppling är nyttigt är när ett barn föds med ögon som skelar. När ögon skelar så tenderar ett av ögonen användas mer än det andra. Detta leder i sin tur till att synbarken bak i hjärnan som hanterar synintryck inte utvecklas optimalt (figur 1). Om man inte gör något åt det här i tid så kommer personen i fråga alltid ha ett dominant öga medan om man låter barnet gå med en lapp på det dominant ögat så jämnar det ut sig och synbarken kan utvecklas normalt och man kan se lika bra på båda ögonen.



Figur 1. Ögonens koppling. A) Nervceller från näthinnan kopplar till andra nervceller i laterala knäkroppen (LGN, lateral geniculate nucleus) som är en omkopplings station för synnerven och sedan vidare till synbarken i bakhjärnan. B) Synbarken i bakre hjärnan i genomskärning där röda fält är celler som kopplar till vänster öga och blå fält är celler som kopplar till höger öga.

## **Hopp om framtida behandling av allvarliga sjukdomar**

Det finns många så kallade neurodegenerativa sjukdomar, dvs. sjukdomar som leder till att nervceller i hjärnan dör. Detta kan leda till problem med rörelseförmågan, så som i Parkinsons sjukdom. Eller så kan det leda till demens som i Alzheimers sjukdom. Om man i framtiden lär sig att styra vart stamceller som ska bli nervceller kan ta sig i nervsystemet så kanske man kan lära sig att bota dessa sjukdomar. Ett problem man då måste övervinna är att det i den vuxna hjärnan endast finns två platser där man vet att det nybildas stamceller som ska bli nervceller. De nervceller som dessa bildar är sådana som behöver bytas ut ofta som cellerna som du kan känna lukter med i näsan. Dessa ställen sitter känsligt till i hjärnan så det skulle vara svårt att operera fram dem och placera dem på någon annan plats i hjärnan. Det är inte heller säkert att de kan bilda sådana nervceller som behövs för att behandla dessa sjukdomar.

## **Utveckling**

Nervsystemet är ett komplicerat nätverk av celler som ska klara av att styra de flesta saker en individ utför under sitt liv. Detta innebär att utvecklingen av nervsystemet måste vara precis för att det ska fungera bra. I och med att det är så komplicerat som det är så betyder det att processerna för att det ska bildas och kopplas samman korrekt i under embryots utveckling är komplexa.

### **Vilka celler bildar nervsystemet?**

Tidigt i embryots utveckling bestäms vilka celler på embryots yta som ska bilda nervceller. Dessa celler genomgår ett stort antal celledelningar så att det bildas som en speciell yta på embryots rygg sida. Denna yta kallas den neuralplattan. På kanterna av neuralplattan bildas en list på vardera sidan. Tillsammans kallas de neurallisten. I mitten av den neurala plattan fortsätter cellerna att delas och plattan börjar bukta inåt i embryot. Till slut stängs det dike som bildats av den neurala plattan igen och det har bildat neuralröret. I huvudändan av embryot utanför neurallisten bildas ett antal förtjockningar av celler som kallas plakoder. Neurallisten, neuralröret och plakoderna ger upphov till nervceller som sedan rör sig vidare ut i kroppen eller hjärnan. I den främre delen av neuralröret bildas senare hjärnan och i den bakre delen bildas ryggmärgen.

### **Cellvandringar och axonprojektion**

Det faktum att alla nervceller bildas på i stort sett samma ställe i nervsystemet innebär att de måste flytta på sig. Det är faktiskt en av de viktigaste flyttningarna av celler som förekommer i kroppen under utvecklingen till färdig människa. Nervcellerna måste hitta rätt utifrån den plats där de har sitt ursprung. De gör det med hjälp av olika receptormolekyler på dess yta som berättar för cellen vart den ska ta vägen genom att känna av olika vägledarmolekyler i miljön cellen rör sig i. Dessa vägledarmolekyler berättar för cellen vart den ska och vart den inte ska. När nervcellen väl har hittat sin plats i nervsystemet så måste den skicka ut ett utskott för att kunna koppla samman med andra celler i nervsystemet. Detta utskott kallat axonen, letar sig fram ungefär på samma sätt som cellen gjorde när den skulle leta sig bort från neuralröret till sin nuvarande plats. Axonen letar sig likt själva nervcellen fram med hjälp av receptormolekyler längst ut på den i en struktur som kallas tillväxtkonen.

Receptormolekylerna känner av diverse kemiska signaler som antingen gör att axonen växer mot dem eller bort från dem. Dessa signaler kan bestå av proteiner som är fria i utrymmet utanför cellerna, och producerade av celler som finns i området, eller så kan de vara bundna till omgivande celler. Med hjälp av dessa signaler så startas diverse processer i nervcellen som gör att axonen rör sig åt rätt håll. Detta sätt att leta sig fram genom att känna av miljön efter vägledande molekyler kan liknas vid hur en GPS-navigatör i en modern bil funkar. Den

får signaler från satelliter i rymden om vart den ska visa vägen som den använder för att ge dig informationen om vart du ska köra.

### **Synapsbildning och stärkande av synapser**

Efter att axonen har hittat rätt och den har kommit fram till rätt ställe måste den koppla ihop sig med andra nervceller för att kunna bilda fungerande nätverk. Detta görs med så kallade synapser mellan cellerna. Dessa synapser har även de receptorer som känner av att de kopplar ihop med en annan cells synaps som är kompatibel med den. När de gjort detta så måste cellerna se till att synapserna finns kvar och nätverk mellan nervceller bildas. Detta görs genom en process som kallas "Neuroner som signalerar tillsammans kopplar tillsammans". Det innebär att nervceller som signalerar samtidigt och har en synaps tillsammans kommer att stärka den synapsen och nätverket kommer vara kvar. Skulle två nervceller med en synaps gemensam inte signalera samtidigt så skulle synapsen försvinna efter ett tag. Detta är en förklaring till varför det är bra att repetera saker som man vill komma ihåg, t ex. en redovisning eller en föreläsning flera gånger för då är sannolikheten att man minns det större.

### **Celler som inte behövs dödas**

När nervsystemet bildas, bildas det fler celler än vad som behövs för att det ska fungera optimalt. Detta innebär att många celler dödas när det visar sig att de inte behövs i den del av nervsystemet som de vandrat till för att individen ska fungera optimalt. Detta styrs av signaler som produceras av andra celler på den platsen. Om en nervcell inte får signaler som säger att den behövs så dör den genom en process som kallas programmerad celldöd, apoptos.

### **Mer information**

Adams, Daniel L, och Horton, Jonathan C. 2006. Ocular dominance columns in strabismus (*Visual neuroscience*) 23: 795-805.

Allen, James, och Chilton, John K. 2009. The specific targeting of guidance receptors within neurons: Who directs the directors? (*Developmental Biology*) 327: 4-11.

Cho, Jin Hyung, Janet E A Prince, och Cloutier, Jean-François. 2009. Axon guidance events in the wiring of the mammalian olfactory system. (*Molecular neurobiology*) 39: 1-9.

Doshi, Nipa R, och Rodriguez, Maria Lourdes F. 2007. Amblyopia. (*American family physician*) 75: 361-7.