

Vad kan gener avslöja om språkets evolution?

David Kosek

Populärvetenskaplig sammanfattning av Självständigt arbete i biologi 2012

Institutionen för biologisk grundutbildning, Uppsala universitet

Språk är en unikt mänsklig egenskap som ligger till grund både för vår kommunikation med andra och våra egna tankar. Det mänskliga språkets enorma komplexitet jämfört med andra djurs kommunikationssystem har gjort att det setts som ett av biologins största mysterier, och många har ifrågasatt om det alls kan förklaras med evolutionära teorier. På senare tid har dock framsteg inom genetisk och neurobiologisk forskning gett många nya insikter om språkets biologiska grund, och hur det formats under människans evolution.

Ett mångbottnat mysterium

Hur kommer det sig att det mänskliga språket är så mycket mer komplext och uttrycksfullt än något annat kommunikationssystem i naturen? Människor kan kombinera tiotusentals ord till potentiellt oändligt antal meningsfulla uttalanden, som kan behandla inte bara nuet utan också det förflutna, framtiden och abstrakta begrepp. De flesta utvecklar denna förmåga utan medveten inläring eller formella instruktioner. Schimpanser, våra närmaste släktingar, uppnår inte mänsklig språkförmåga ens med intensiv träning, och inga andra djurgruppers kommunikation är lika avancerad som människans (se faktarutan på nästa sida).

Språk kräver samordning av flera olika neurobiologiska och fysiologiska system och påverkas av både biologiska och kulturella faktorer. Att förstå dess evolutionära ursprung kommer med andra ord att kräva att man integrerar forskning från flera olika ämnesområden. Ur ett genetiskt perspektiv innebär det att kartlägga de genetiska förändringar som skett under människans evolution och vilka effekter de har haft på språk och andra kognitiva funktioner. En annan central fråga är vilken roll genetiska faktorer egentligen spelat i uppkomsten av språk. Det råder delade meningar om hur viktig biologisk respektive kulturell evolution varit.

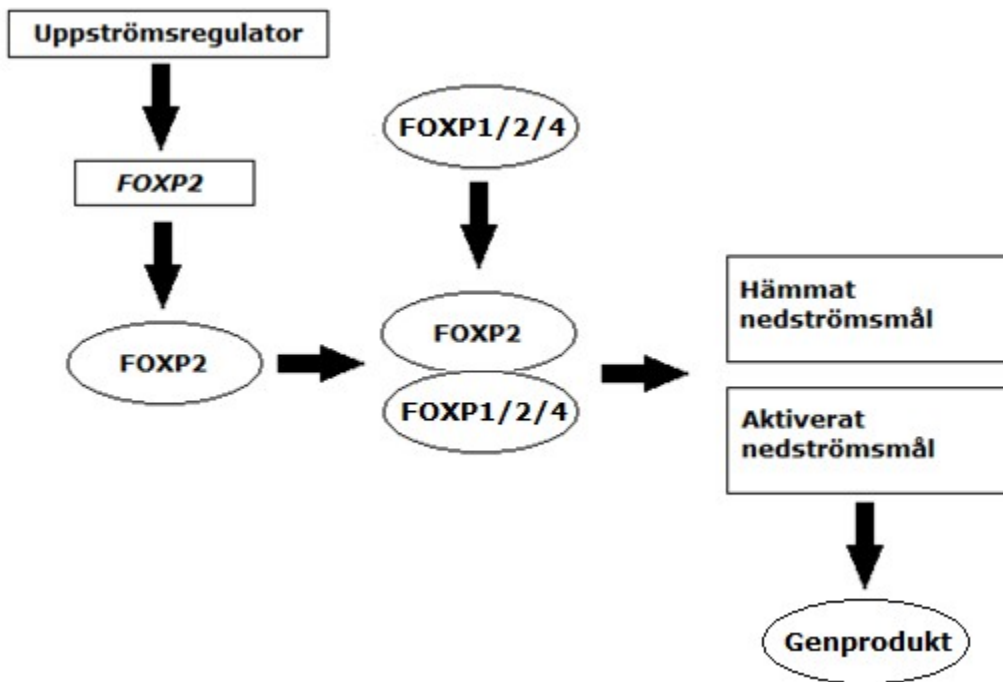
FOXP2: en öppnad dörr

Ett stort framsteg för forskningen om språkets genetiska evolution var upptäckten av den första gen som direkt kan kopplas till språklig förmåga hos människor. Upptäckten gjordes i en släkt där ungefär hälften av medlemmarna lider av svåra problem med tal och språkförståelse. Sjukdomen ärvdes i ett mönster som indikerade att den orsakades av en enda dominant gen, och efter ett långt sökande identifierades den ansvariga genen som *FOXP2*. *FOXP2* är en

Kommunikation hos andra djur

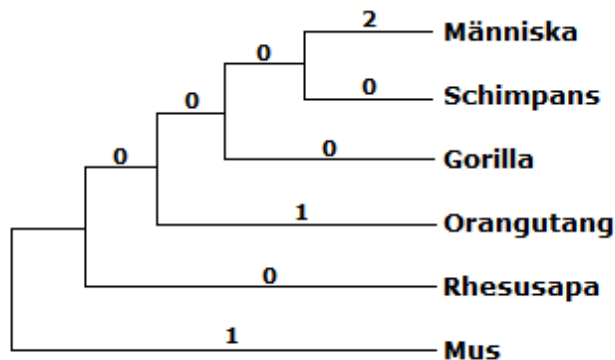
Att jämföra språkförmågor mellan olika djur-grupper kan ge viktiga insikter om hur evolutionära föregångare till det mänskliga språket såg ut. Mycket av forskningen har fokuserat på icke-mänskliga primater, som uppvisar vissa avancerade förmågor men saknar andra, bland annat ljud-härmning och skapande av nya ord. En omdiskuterad fråga är om de medvetet informerar andra om saker, vilket skulle kräva förmågan att leva sig in i andras tankevärldar.

Utöver primater har sångfåglar varit viktiga modell-organismer för språkforskare eftersom deras sång har flera likheter med mänskligt språk. Det är ett förvärvat beteende som är beroende av ett medfött inlärningssystem, och inläringen har en social karaktär där unga fåglar lär sig sjunga genom att imitera äldre. Mänskligt språk och fågelsång är ett exempel på konvergent evolution, och genom att studera skillnader och likheter kan man lära sig mer om vilka faktorer som påverkar språklig förmåga i ett riktigt långt tidsperspektiv.



Figur 1. *FOXP2*:s reglering och funktion. Vi vet förhållandevis lite om regleringen av *FOXP2* själv genom så kallade uppströmsregulatorer. Proteinprodukten interagerar med andra *FOXP2*-molekyler eller med något av de besläktade proteinerna *FOXP1* och *FOXP4* för att reglera uttryck av ett stort antal gener i hjärnan, lungorna, mag-tarmkanalen och hjärtat.

transkriptionsfaktor, vilket innebär att dess proteinprodukt reglerar uttrycket av andra gener, antingen genom ett hämma dem eller aktivera dem (Figur 1). Den är aktiv i flera regioner i hjärnan. Symptomen i KE-släkten beror på en mutation som gör att proteinets DNA-bindande domän slutar fungera. Detta leder till problem med att kontrollera ansiktsmusklerna, försämrade grammatisk förmåga och bristfällig artikulering. De drabbade individerna har strukturella och funktionella avvikelser i hjärnan, främst i delar som är involverade i motorikkontroll.



Figur 2. *FOXP2*'s evolutionära historia. Siffrorna över axlarna anger antalet aminosyrasubstitutioner i respektive evolutionär gren.

Evolutionärt sett är *FOXP2* mycket konserverad. Bara tre aminosyror skiljer sig mellan människor och möss, men två av dessa förändringar har skett sedan den mänskliga evolutionära grenen skildes från schimpansernas (Figur 2). Genen visar dessutom tecken på att ha genomgått positiv selektion nyligen under människans evolution, det vill säga selektion där en särskild fenotyp gynnas. Upptäckten av att neandertalare delade den mänskliga varianten av genen ledde till viss förvirring, eftersom selektionen verkade ha skett efter att människor och neandertalare skilts från sin gemensamma anfader.

För närvarande är det troligaste scenariot att *FOXP2* genomgått positiv selektion två gånger; först fixerades de två aminosyrasubstitutionerna i en gemensam anfader till människor och neandertalare, och sedan selekterades genen igen i den mänskliga grenen för någon förändring som inte rörde kodande DNA-sekvenser.

Det är fortfarande oklart precis vilka funktioner *FOXP2* har och vad som skiljer den mänskliga varianten från andra. Det har dock visat sig att människo- och schimpans-*FOXP2* ger upphov till olika genuttryck i hjärnvävnader, och att sätta in den mänskliga varianten i en mushjärna leder till tydliga strukturella förändringar i hjärnan. Vidare forskning om dessa frågor kan hjälpa oss att förstå de neurobiologiska system som ligger till grund för språket och vilka anpassningar som skett under människans evolution.

Att lägga bitarna på plats

Det är viktigt att inse att *FOXP2* inte på något sätt ska betraktas som en "språkgen". Den reglerar ett stort nätverk av gener med många olika funktioner i hjärnan och andra vävnader. Språkets komplexitet och djupa integration med andra kognitiva system gör att dess uppkomst med största sannolikhet involverade en stor mängd olika gener, snarare än att någon enskild tursam mutation förändrade allt.

Att *FOXP2* är en transkriptionsfaktor är intressant eftersom det länge spekulerats i att skillnaderna mellan människor och schimpanser i stor utsträckning beror på ändrat uttryck av gener. Gener som huvudsakligen uttrycks i hjärnan tenderar att tillhöra de mest konserverade, med få tecken på positiv selektion, förmodligen på grund av att mutationer i dessa gener oftast har betydande negativa effekter. Det finns dock tecken på att kvantitativa förändringar av genuttryck varit framträdande i människohjärnans evolution, och svaret på många frågor om den mänskliga kognitionens uppkomst kan säkert finnas där.

Vad gäller språkets ursprung är ett tänkbart scenario att mer komplex kommunikation ledde till att det bildades en socialt konstruerad kognitiv nisch där språklig förmåga belönades. Om bättre kommunikation inom den sociala gruppen ledde till bättre reproduktionsmöjligheter skulle alla anpassningar som ledde till förbättrad inläring, användning och överföring av språk selekteras för. På så vis skulle hjärnan gradvis formas för ett alltmer komplext språk, samtidigt som språket i sig anpassades till dess begränsningar. I likhet med nästan alla andra påståenden om språkets evolution är denna hypotes kontroversiell på många sätt, men om vi fortsätter studera språk ur så många olika perspektiv som möjligt kan vi förhoppningsvis till sist få en förklaring till hur detta märkliga fenomen uppkommit.

Mer information

Kosek D. 2012. Det mänskliga språkets genetiska evolution. Självständigt arbete i biologi. Uppsala universitet.