

Hjärnans evolution

Jarl Risberg
JR-Neuroutbildning

Kurs Avancerad Neuropsykologi 7 oktober 2020

1

Vad skiljer människan från schimpansen - bonobon?

- Symboliskt språk
- Kultur – kreativt skapande
- Metakognition – "theory of mind"
- Episodiskt minne – tidsuppfattning

2

Människans språk jämfört med apornas

Både människan och aporna använder **medfödda ljudsignaler** (t.ex. gråt och skratt). Hos aporna har man definierat ett flertal olika medfödda ljud med olika innebörd.

Det mesta av människans ljudsignaler består av **inlärda ljud och ljudkombinationer**.

Miljön avgör vilket eller vilka språk som individen lär sig

Uppmaningar ges av både människor och apor

Frågar gör bara människor

Yttrar sig för informationsöverföring gör bara människor

Tore Jansson (2019): Språket före historien, Norstedts

3

Kunskapsöverföring mellan schimpanser



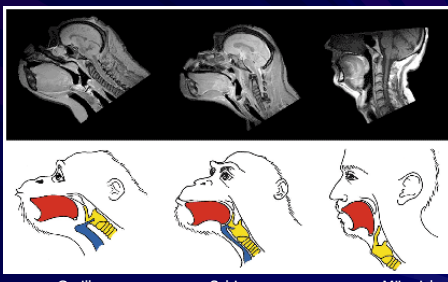
Här ser vi hur en västafrikansk schimpans knäcker nötter, medan en annan intresserat tittar på. En teknisk tradition förs vidare.

Uddenberg, N., Idéer om Livet, Natur och Kultur, 2003

4

Anatomiska skillnader

förklarar inte avsaknaden av symboliskt språk hos aporna



Gorilla Schimpans Människa

Skillnaderna mellan människor och andra hominider är huvudsakligen sänkningen av struphuvudet (gult). Luftflödet mellan struphuvudet och näsan måste passera munhålan – större möjlighet till varierande ljudyttringar (men risk för kvävning!)

5

Språket är en gåva från Gud



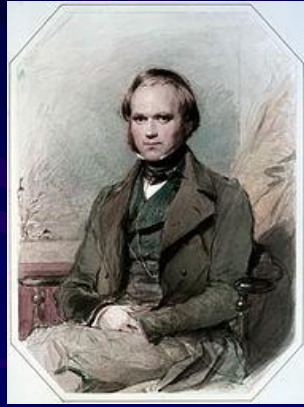
I begynnelsen var Ordet, och Ordet var hos Gud, och Ordet var Gud (Joh. 1:1)

6

Charles Darwin (1809 - 1882)
 Språket har utvecklats genom evolutionen och det naturliga urvalet (1859).

Detta synsätt blev 1866 bannlyst av det Lingvistiska Sällskapet i Paris följt av det Filologiska Sällskapet i London 1872.
 Bannlysningen kom att påverka forskningen om språkets ursprung negativt under mer än 100 år.

Pinker & Bloom (1990): Språket är ett för människan unikt komplext kommunikationssätt, som bara kan ha uppkommit genom evolutionen och det naturliga urvalet.



7

Tre stadier i den evolutionära utvecklingen av det mänskliga språket

1. Ett primitivt kommunikationssystem med olika ljud kombinerade med gester, grimaser och kroppsrörelser. Ses bl. a. hos schimpanser, gorillor och andra icke-mänskliga primater.
2. Initialt språkssystem (proto-språk) där olika ljud kombineras till ord, men utan att dessa relateras till varandra. Språket är ett lexikalt/semantiskt men inte ett grammatiskt kommunikationssystem. Möjligen hos förmänniskor (hominider) och troligen hos tidiga Homo-arter.
3. Avancerat språkssystem med ord kombinerade till meningar som följer grammatikens regler. Initialt två-ords-meningar följt av allt längre meningar under den språkliga mognaden.

Ardila 2015

8

Gest-teorin

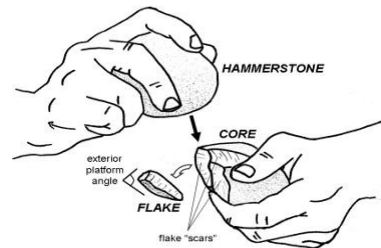
Teorin fick stöd från studier av olika teckenspråk som befanns vara lika grammatiskt och semantiskt sofistikerade som det talade språket. Utvecklades det talade språket gradvis ur teckenspråk och gester?

Kritikerna av teorin poängterar hur svårt det är att förklara övergången från gester till talat språk. De anser att språket utvecklades ur primitiva läten och anrop.

Försvaren av teorin hävdar att det talade språket utgörs av **avancerade gester** som utförs av läpparna, gomseplet, stuhuvudet och tre delar av tungan.

9

Tillverkning av stenverktyg

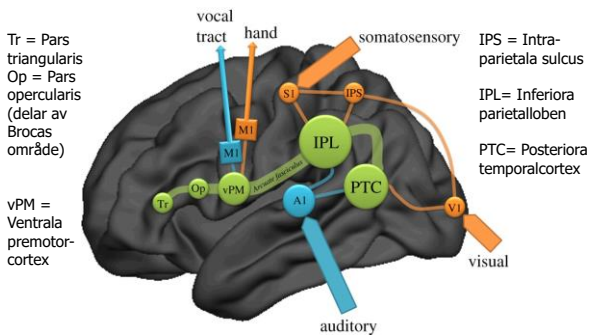


The hammerstone, held in a characteristic "three-jaw chuck" grip with the thumb and first two fingers of the dominant hand, is used to strike sharp stone flakes from the core, which must be properly supported, positioned and oriented by the non-dominant hand. Controlled fracture requires exploitation of appropriate aspects of core morphology, such as acute edge angles (reflected in the exterior platform angles of detached flakes).

Stout & Chaminade, 2007

10

Cortikala nätverk involverade i tal och verktygstillverkning



Stout D, Chaminade T Phil. Trans. R. Soc. B 2012;367:75-87



©2012 by The Royal Society

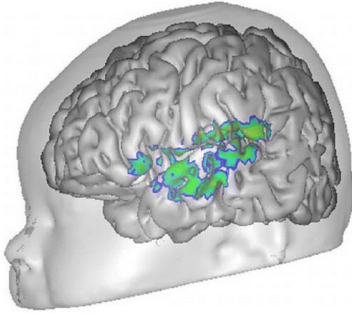
11

Human language development

- Linguistic communication is genetically determined and unique to humans.
- Early linguistic experience performs two functions:
 1. Allows infants to assimilate the words and grammar rules of their mother language.
 2. Activates genetic programs implicated in linguistic functions. In children deprived of a linguistic environment, the "linguistic genes" are deeply repressed, and the children cannot learn language later in their lives.

Arshavsky, Y.I. (2009), Brain Research Reviews, 60, 327-340.

12



The area in the left hemisphere activated in 3-month-old infants by sentences with a mean duration of 2061 ms. Functional MRI study. From Dehaene and Cohen, *Neuron* 56, October 25, 2007

13

A forkhead-domain gene is mutated in a severe speech and language disorder

Cecilia S. L. Lai¹*, Simon E. Fisher²†, Jane A. Hurst¹, Faraneh Vargha-Khadem³ & Anthony P. Monaco¹*

¹ Wellcome Trust Centre for Human Genetics, University of Oxford, Roosevelt Drive, Oxford OX3 7BN, UK
² Department of Clinical Genetics, Oxford Radcliffe Hospital, Oxford OX3 7LL, UK
³ Developmental Cognitive Neuroscience Unit, Institute of Child Health, Mecklenburgh Square, London WC1N 2AP, UK
 * These authors contributed equally to this work

Individuals affected with developmental disorders of speech and language have substantial difficulty acquiring expressive and/or receptive language in the absence of any profound sensory or neurological impairment and despite adequate intelligence and opportunity¹. Although studies of twins consistently indicate that a significant genetic component is involved^{2,3}, most families segregating speech and language deficits show complex patterns of inheritance, and a gene that predisposes individuals to such disorders has not been identified. We have studied a unique three-generation pedigree, KE, in which a severe speech and language disorder is transmitted as an autosomal-dominant monogenic trait⁴. Our previous work mapped the locus responsible, *SPCH1*, to a 5.6-cM interval of region 7q31 on chromosome 7 (ref. 5). We also identified an unrelated individual, CS, in whom speech and language impairment is associated with a chromosomal translocation involving the *SPCH1* interval⁶. Here we show that the gene *FOXP2*, which encodes a putative transcription factor containing a polyglutamine tract and a forkhead DNA-binding domain, is directly disrupted by the translocation breakpoint in CS. In addition, we identify a point mutation in affected members of the KE family that alters an invariant amino-acid residue in the forkhead domain. Our findings suggest that *FOXP2* is involved in the developmental process that culminates in speech and language. NATURE | VOL 413 | 4 OCTOBER 2001 | www.nature.com

14

Aktivering med tyst språkuppgift hos KE-familjemedlemmar med och utan FOXP2-genmutation

Unaffected group Affected group

R L R L

<https://www.youtube.com/watch?v=Fg2rLOkol9Q>

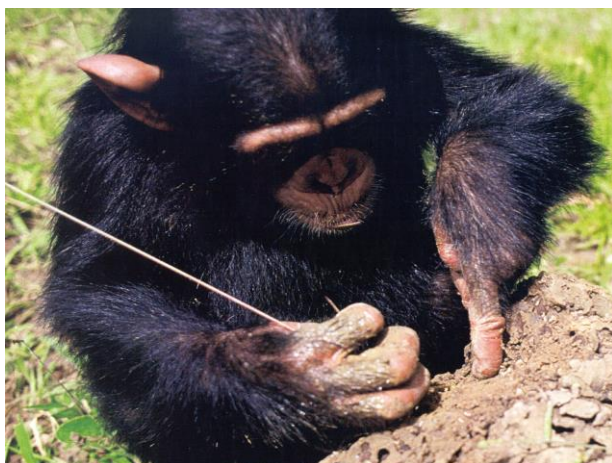
Liégeois et al. 2003, *Nature Neuroscience* 6,1230-37

15

Vad skiljer människan från schimpansen - bonobon?

- Symboliskt språk
- Kultur – kreativt skapande

16



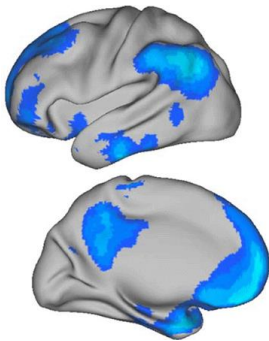
17

Vad skiljer människan från schimpansen - bonobon?

- Symboliskt språk
- Kultur – kreativt skapande
- Metakognition – "theory of mind"

18

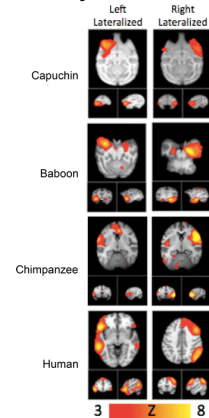
The Default Mode Network (Vilonätverket)



Buckner, R.L., Andrews-Hanna, J.R & Schacter, D.L. (2008). The brain's default network. Anatomy, function, and relevance to disease. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1124, 1-38.

19

Vilonätverket skiljer människan från andra primater



Wey et al., 2013

20

Vad skiljer människan från schimpansen - bonobon?

- Symboliskt språk
 - Kultur – kreativt skapande
 - Metakognition – ”theory of mind”
 - Episodiskt minne – tidsuppfattning
- Memories of the future – David Ingvar

21

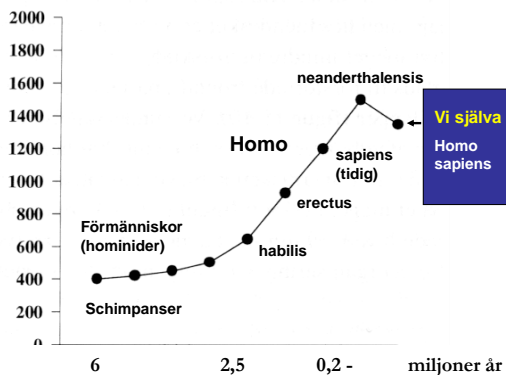
Är schimpansen eller bonobon – vår närmaste släkting?



- Hos schimpanserna kan hanarna dra ut och jaga i grupp vilket bonoboerna aldrig gör. <http://www.youtube.com/watch?v=a7XuXi3mqYM>
- De aggressiva hanarna, de underkuvade honorna, som ses hos schimpanserna, finns inte hos bonoboerna. Hos dem är det honorna som dominerar.
- Bonoboer löser konflikter med sex.
- Bonoboerna sover tillsammans medan schimpansen försöker hitta en egen sovplats.
- Bonoboer är gruppöverskridande till skillnad från schimpanser.

22

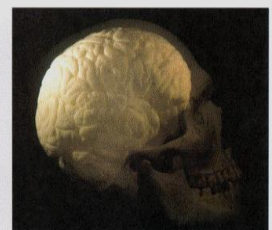
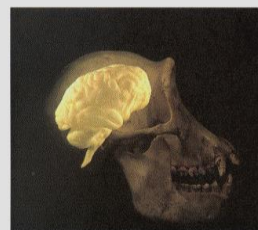
Hjärnans vikt i gram



23

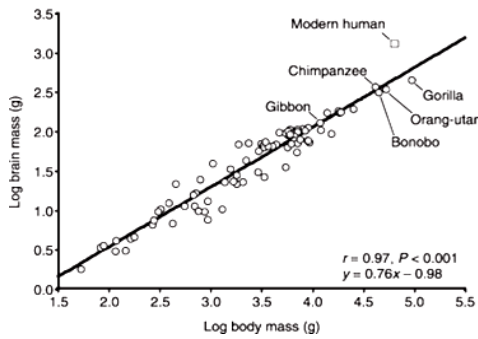
Schimpans

Människa



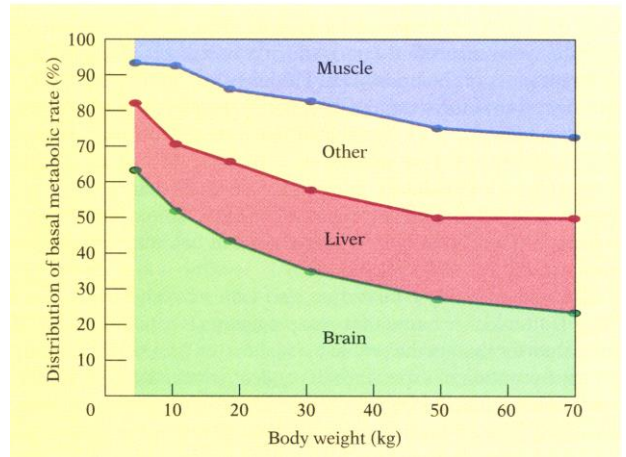
24

Moderna människors hjärnor är ungefär tre gånger större än vad som förväntas för en primat med samma kroppsvikt



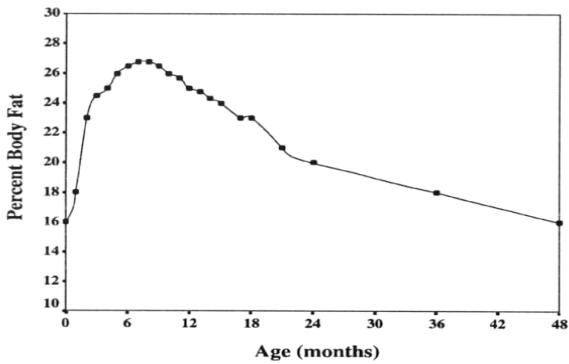
Sherwood et al., 2008

25



26

Changes in percent body fat in human infants



Leonard et al., Comp. Biochem. Physiol., 136, 5-15, 2003

27

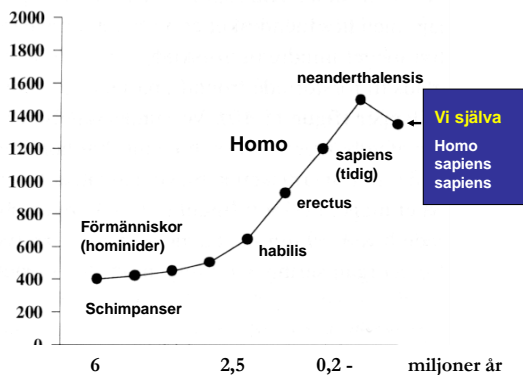
Survival of the fattest

- Fat babies were the key to evolution of the large human brain.
- The fattest infants became mentally the fittest adults.
- Body fat in infants provided fuel store for the brain.
- Fresh- and salt-water shorelines provided the food supply for evolving body fat and larger brains in human infants.

Cunnane & Crawford, Comp. Biochem. Physiol., 136, 17-26, 2003

28

Hjärnans vikt i gram



29



30



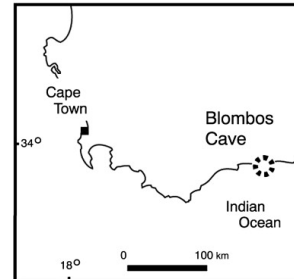
Den Kreativa "Explosionen" (?)

- * Inträffade först i Afrika (de f.n. tidigaste fynden är ca 80.000 år gamla) och sedan i Europa med början för ca 40.000 år sedan.
- * Under de tidigare årmiljonerna hade kreativiteten, avspeglad i tekniken att tillverka stenverktyg, utvecklats mycket långsamt.

31

South Africa

Enlarged



32



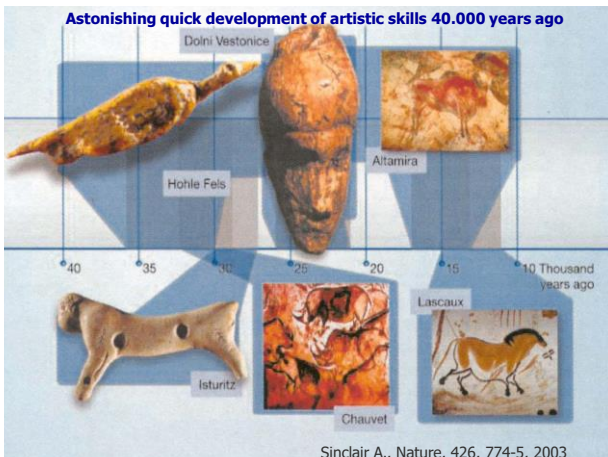
33

80.000 år gamla snäckskalshalsband och graverade ockrasteren från Blombos grottan



34

Astonishing quick development of artistic skills 40.000 years ago



35

Konstyttringar och abstrakt tänkande



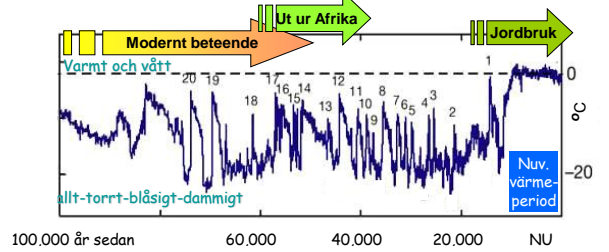
36



At least 35,000 years ago the sound of music filled a cave in what is now southwestern Germany. At the same place and time early Homo sapiens were also carving the oldest known examples of figurative art in the world. Music and sculpture, expressions of artistic creativity, emerged in tandem among some of the first modern humans, when they began spreading through Europe. Conard et al., *Nature* **460**, 737-740, 2009.

37

Klimatförändringar kan ha påskyndat den Kreativa Explosionen



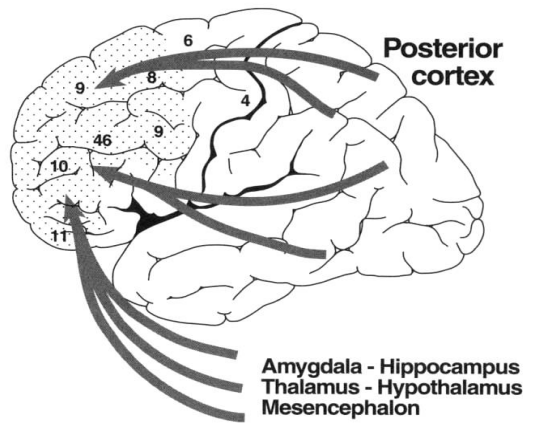
Efter William H. Calvin 2005

38



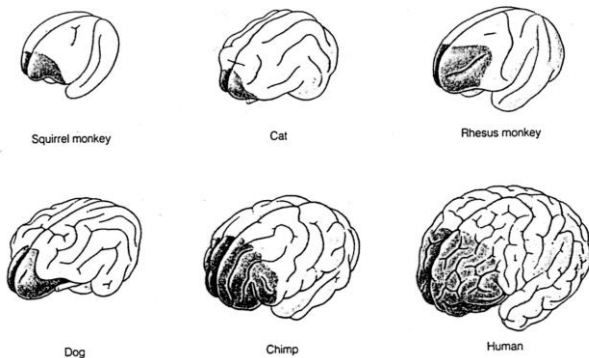
De vita områdena på kartan ovan representerar inlandsisens utbredning för 20 000–17 000 år sedan. Det var under denna period som den senaste inlandsisen hade sin maximala utbredning i norra Europa. Eftersom stora mängder vatten var uppbundet i inlandsisar så stod havsytan betydligt lägre än idag. Den nutida kustlinjen är markerad med en svag grön linje. Eftersom klimatet var betydligt kallare än idag rådde tundraförhållanden i stora delar av Mellaneuropa (brunt). I södra Europa bredde en stäpp med sporadiska förekomster av träd ut sig. (Från SGU:s hemsida)

39



40

Vi har länge trott att människan har mycket större pannlober jämfört med aporna



41

The relative size of the frontal cortex.

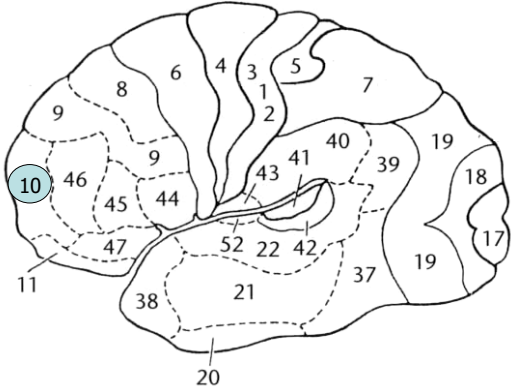
	Brodman (1909) ^{7*}	Blinkov & Glezer (1965) ^{8*}	Present study ^{**}
Human	36.3	32.8	37.7 (± 0.9)
Chimpanzee	30.5	22.1	35.4 (± 1.9)
Bonobo	NA	NA	34.7 (± 0.6)
Gorilla	NA	NA	35.0 and 36.9
Orangutan	NA	21.3	37.6 (± 1.1)
Gibbon	21.4	21.2	29.4 (± 1.8)
Macaque	NA	NA	30.6 (± 1.5)
Cebus	22.5	NA	29.6 and 31.5

*Surface of frontal cortex in % of surface of cortex of cerebral hemispheres. **Volume of frontal cortex in % of volume of cortex of cerebral hemispheres. NA, not available.

Semendeferi et al., *Nature Neuroscience*, 5, 272-6, 2002

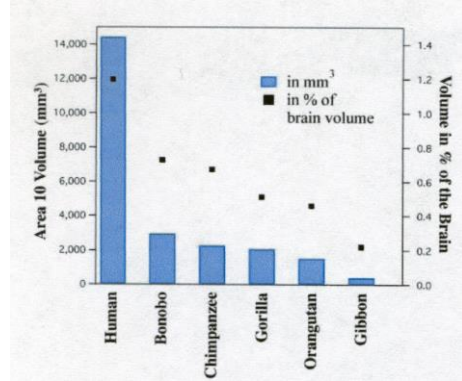
42

Brodmann's areas



43

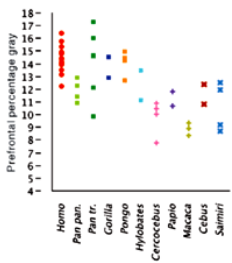
Larger area 10 in humans than in apes?



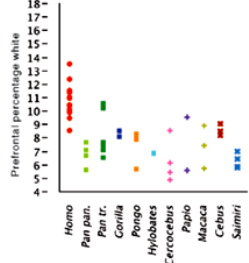
Semendeferi et al., Am. J. Phys. Anthropol., 114, 224-241, 2001

44

Prefrontal volym av grå vävnad/total volym



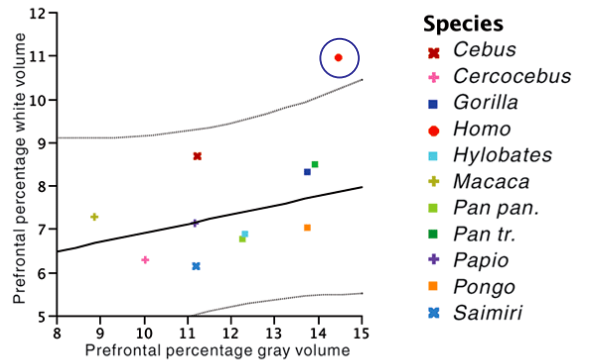
Prefrontal volym av vit vävnad/total volym



Schoenemann et al., 2005, Nature Neuroscience

45

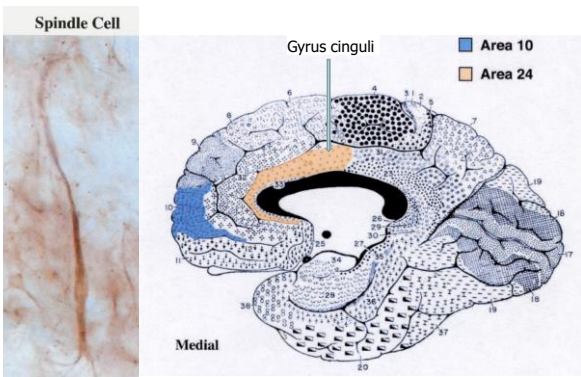
Prefrontal % vitvävnadsvolym / prefrontal % gråvävnadsvolym



Schoenemann et al., 2005, Nature Neuroscience

46

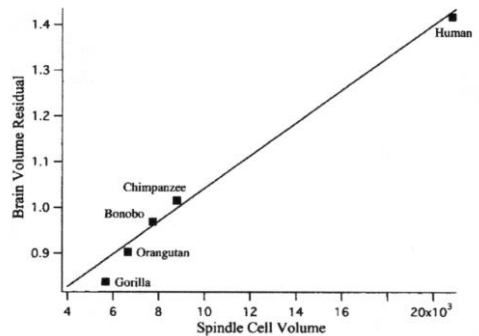
Människas och de stora apornas unika "spolceller"



Nimchinsky et al., PNAS, 1999

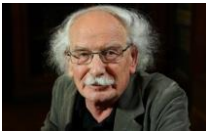
Allman et al., The Neuroscientist, 8, 2002

47



Allman et al., The Neuroscientist, 8, 2002

48



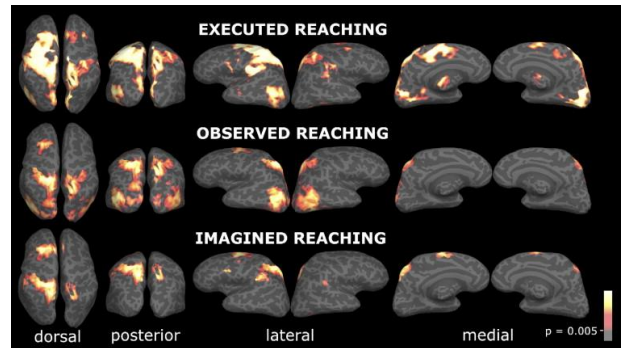
Giacomo Rizzolatti

Spegelneuron Mirror neurons



49

fMRI-aktiveringar hos 15 friska individer som sträcker sig efter ett föremål, observerar när någon annan sträcker sig och föreställer sig en sträckning mot föremålet

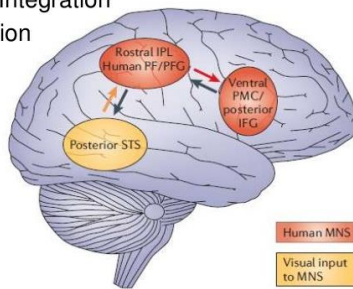


Filimon, F. et al. NeuroImage, Volume 37, Issue 4, 2007, 1315-1328

50

The Parieto-Frontal Mirror Network

- Sensorimotor Integration
- Basis of Imitation



51

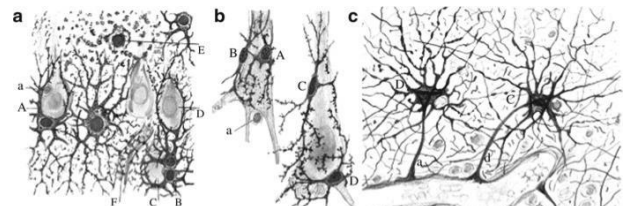


52



53

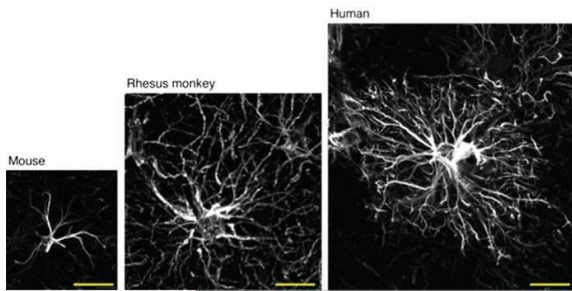
Cajals avbildningar av gliaceller



Det finns uppskattningsvis 140.000.000.000 gliaceller i hjärnan.
De vanligaste gliacellerna är protoplasmiska astrocyter som kan ha upp 2 miljoner utskott. Utskotten är i kontakt med och reglerar nervceller, synapser, blodkärl och angränsande astrocyter. Kan vara underlag för känslor, minnen och medvetande!

54

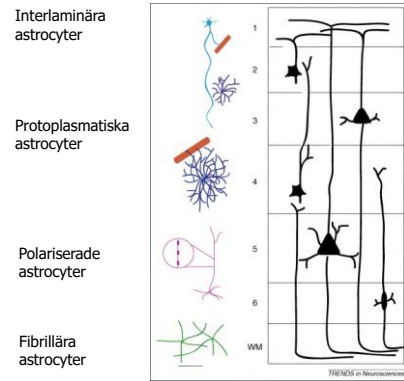
Människans protoplasmatiske astrocyter är större och mer komplexa än musens och apans



Oberheim et al., 2012

55

Astrocyternas komplexitet utmärker den mänskliga hjärnan



Oberheim et al. Trends in Neurosciences, Volume 29, Issue 10, 2006, 547 - 553

56



57