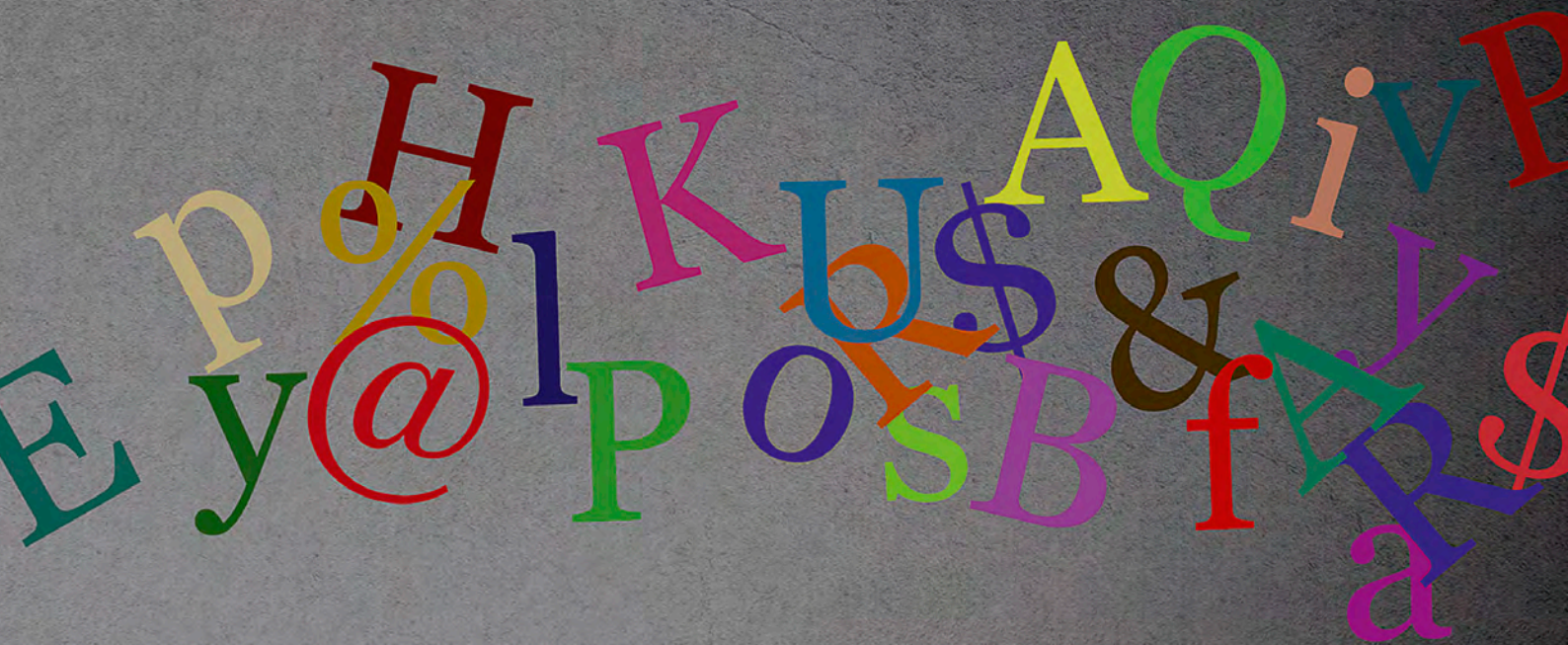




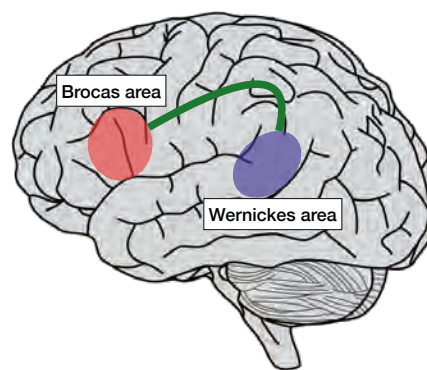
Forskare har avslöjat nya insikter om hur hjärnan bearbetar tal och lyssnande under samtal genom avancerade undersökningar med funktionell magnetresonanstomografi (fMRI). I en banbrytande studie vid Stockholms universitet, publicerad i tidskriften *Cerebral Cortex*, har forskarna jämfört hjärnaktiviteten hos personer när de både talar och lyssnar under naturliga samtalssituationer. "Det här är en förmåga som vi i andra studier visat utvecklas under ungdomsåren," säger **Caroline Arvidsson**, doktorand i neurolingvistik vid Institutionen för lingvistik, vid Stockholms universitet, och som här skriver om forskningen som öppnar upp nya dörrar för förståelsen av hjärnans språknätverk och dess koppling till social interaktion.



Skillnader i hjärnaktivitet mellan att tala och lyssna

Hur den mänskliga hjärnan möjliggör vår unika förmåga att förstå och producera språk har länge varit en central fråga inom neurovetenskapen. Redan under 1800-talet började pionjärer inom fältet undersöka afasipatienters hjärnor post-mortem för att kunna kartlägga hur specifika hjärnregioner kopplar till olika aspekter av språkförmågan.^{1,2} Till de kändaste exemplen hör neurologen Paul Brocas patient Monsieur Leborgne, eller Tan som han också kom att kallas. Tan kallades så eftersom han, förutom några enstaka svordomar, enbart kunde säga ”tan-tan”. Trots dessa svårigheter att producera språk hade Tan en tillsynes intakt språkförståelse. Broca noterade att Tan råkat ut för en skada i en del av hjärnbarkens vänstra halva: den posteriora inferiora frontala vindlingen, ibland kallad Brocas area. Några år senare beskrev neurologen Carl Wernicke patienter som i stället hade svårt att förstå språklig input. Wernicke noterade att dessa patienter hade skador i den posteriora superiora temporala vindlingen, även känd som Wernickes area. Ur tidiga fynd som dessa föddes den så kallade klassiska modellen över språkets neurobiologi [Figur 1], där språkförståelse och språkproduktion beskrevs stödjas av varsitt område i den vänstra hjärnbarken.

Över ett och ett halvt århundrade senare har bilden över hur hjärnan bearbetar språk utvecklats avsevärt. Språkproduktion och språkperception kan ses som två system som involverar en mängd olika kognitiva processer. Tack vare utvecklingen av hjärnabbildningstekniker förstår vi också att dessa processer engagerar områden distribuerade över en mycket större del av hjärnan än man ursprungligen antagit. Områdena som stödjer språk utgör ett helt nätverk. Det här nätverket karaktäriseras av att det involverar de områden som angränsar till sidofåran, inklusive de två områden som Broca och Wernicke beskrev [Figur 2], samt att det är vänsterdominant.³ En viktig insikt från modern hjärnabbildningsforskning är också att både produktion och förståelse

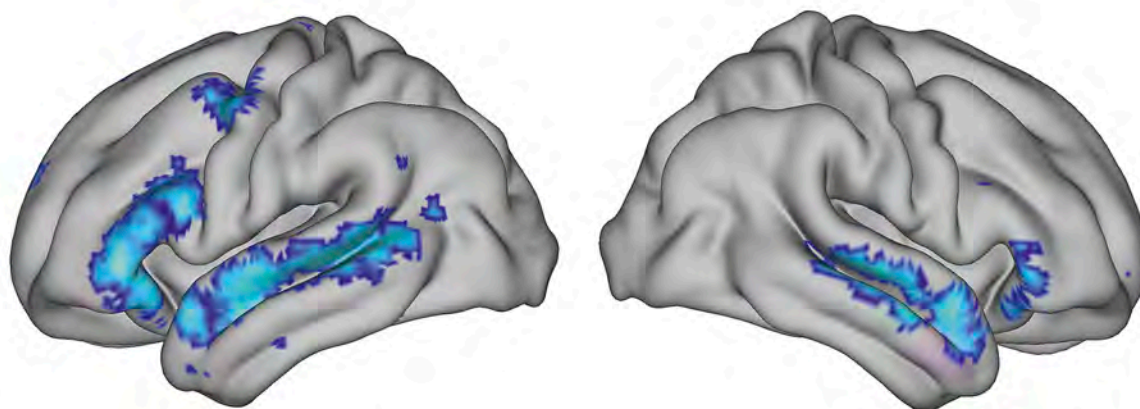


Figur 1. Skiss av den klassiska modellen över språkets neurobiologi som idag ses som förlegad. Man tänkte att Brocas area (röd) skötte språkproduktion, medan Wernickes area (blå) skötte språkförståelse.

av språk i viss utsträckning stöds av samma områden inom språknätverket. Däremot är forskare oense om hur mycket de överlappar.^{4,5,6}

Hjärnabbildning under samtal är viktigt för att förstå språkets neurobiologi

Trots stora framsteg inom fältet finns i nuläget väldigt lite förståelse för hur språkbearbetning går till i mer naturliga sammanhang. En av dessa sammanhang är när människor samtalar med varandra. Vi vet för lite om språkbearbetning under samtal eftersom tidigare hjärnabbildningsstudier nästan exklusivt använt så kallade isolationsparadigm. I isolationsparadigm finns ingen interaktion mellan människor. Exempel på isolationsparadigm är när man mäter hjärnans aktivering medan deltagare lyssnar på inspelningar eller medan de repeterar något de precis läst. Den här typen av språkbearbetning i isolation skiljer sig givetvis från den typ av språkbearbetning som krävs när vi samtalar med varandra. I samtal överlappar ofta förståelse- och produktionsprocesser i tid: för att hinna planera och



Figur 2. Områden som regelbundet aktiveras i fMRI-studier som undersöker språkbearbetning. Aktiveringarna är baserade på resultaten av 107 studier (sökord: ”language comprehension” på neurosynth.com).



svara så fort ens samtalspartner talat färdigt så kan talare nämligen behöva förutspå vad deras samtalspartner håller på att säga innan denne pratat färdigt.⁷ Det här innebär att produktionsprocesser stjälar tid och kognitiva resurser från förståelseprocesser. Den här typen av givande och tagande mellan produktion och förståelse kan inte uppstå och kommer därför inte kunna observeras med hjälp av isolationsparadigm.

En annan viktig aspekt av språkbearbetning i naturliga sammanhang är att tolkning av språklig input ofta är kontextbetingad. Till exempel så skiljer sig betydelsen av yttrandet ”det är väldigt svårt att skriva en artikel” om det följde frågan ”hur svårt är det att skriva en artikel?” jämfört med om det följde frågan ”vad tyckte du om min senaste artikel?”. De otaliga krav som vardagsprat innebär, som att integrera samtalskontexten med det man precis hört eller sett (som i fallet med teckenspråk), har troligtvis en stor inverkan på vilka hjärnområden som engageras och hur mycket de engageras när man bearbetar ett yttrande. I förlängningen innebär även detta att hjärnavbildningsstudier som tittar på samtal blir nödvändiga för att förstå vilka neurala korrelater som stödjer produktion och förståelse av språk.

Ett nytt fMRI-dataset med samtal i scannern

Skillnaderna mellan språkbearbetning i samtal jämfört med språkbearbetning i isolation var en av de faktorer som motiverade mig och mina kollegor (Julia Uddén på Stockholms universitet, samt André Pereira och Ekaterina Torubarova på Kungliga Tekniska Högskolan) till att forska på hur hjärnan navigerar under samtal. Vi mätte friska, unga vuxnas hjärnresponser medan vi skannade dem med funktionell magnetresonanstomografi, som brukar förkortas fMRI. Med fMRI mäts nivåerna av blodtillförsel till hjärnan.

Datainsamlingen skedde på Stockholm University Imaging Center, SUBIC. Datasetet har samlats in under våren, och är just nu i en bearbetningsfas, där ljudfiler från drygt 25 timmar av fria samtal transkriberas. Datasetet kommer bestå av ljudfiler, transkriptioner, hjärnavbildningsdata, videofiler, samt eye-tracking-data som visar deltagarnas blickriktning under samtalet. Datasetet kommer mest sannolikt att utgöra det i nuläget största existerande samtalsdatasetet med fMRI-data. Inspelningsuppsättningen kan också vara bland de mest komplicerade i SUBICs historia. Datainsamlingen

»Vi mätte friska, unga vuxnas hjärnresponser medan vi skannade dem med funktionell magnetresonanstomografi, som brukar förkortas fMRI.«

finansierades av Digital Futures och är en del av ett forskningsprojekt som leds av Julia Uddén och André Pereira.

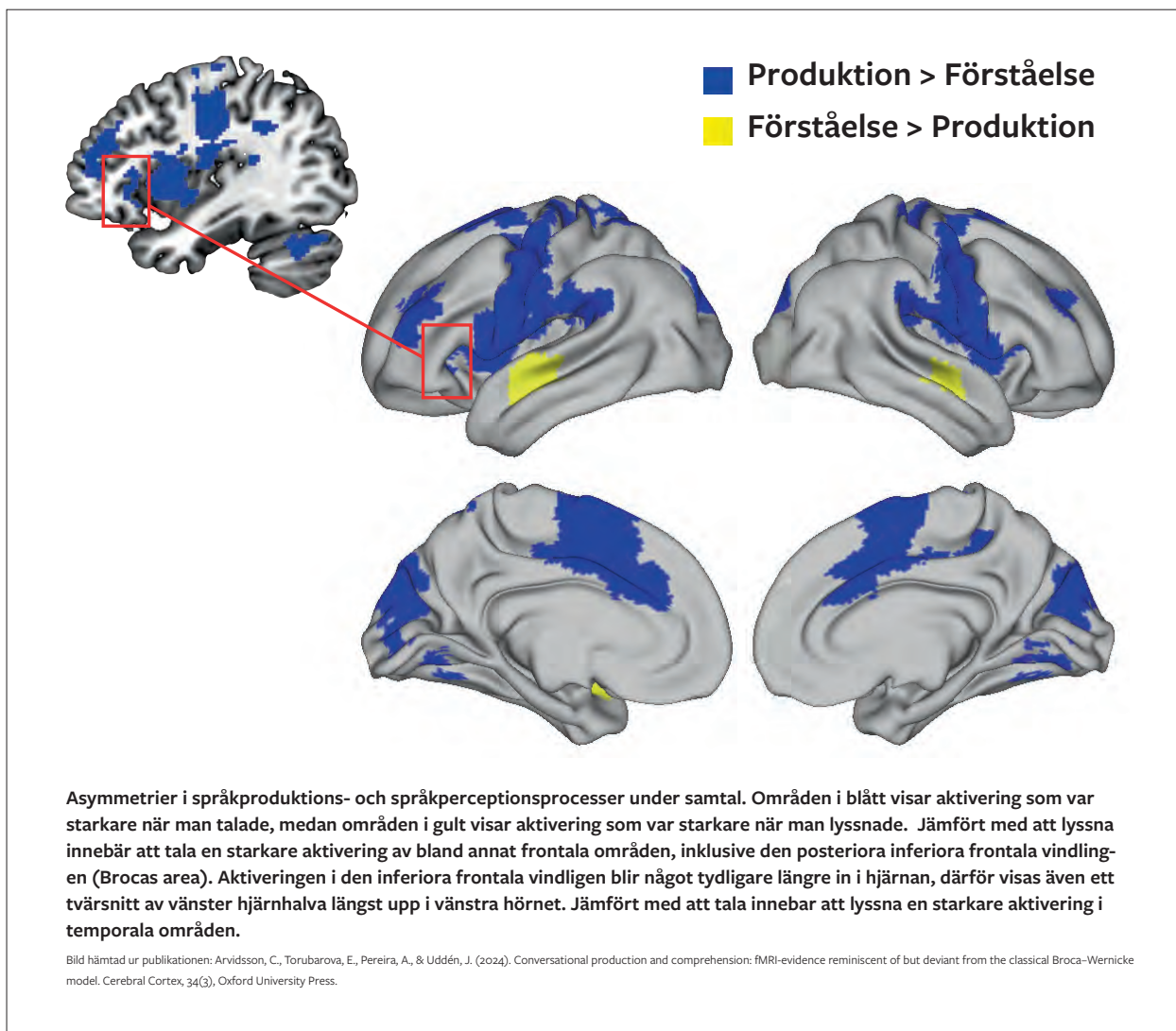
Undersökningar av hjärnans aktivitet under samtal ger nya perspektiv

Innan datasetet från SUBIC är redo att analyseras har jag och mina kollegor genomfört ett antal inledande undersökningar med hjälp av ett annat, mindre, fMRI-dataset. I en nyligen publicerad studie⁴ undersökte vi hjärnans responser när man talar (språkproduktion) och när man lyssnar (språkförståelse) under samtal. Både att tala och att lyssna visade sig engagera det tidigare nämnda språknätverket, det vill säga, de frontala och temporala områden som angränsar till (i huvudsak den vänstra) sidofäran. Det här fyndet ger stöd åt idén om ett språknätverk gemensamt för produktion och förståelse.

Studien avslöjade även att talande och lyssnande i samtal skiljer sig i hur mycket resurser de kräver av områden inom språknätverket. Inferiora frontala områden (motsvarande Brocas area) var mer engagerade när deltagarna talade, medan anteriora temporala områden var mer engagerade när deltagarna lyssnade. Det här asymmetrin i vilken frontala områden engageras mer i produktion och temporala områden engageras mer i förståelse påminner lite om den klassiska modellen över språkets neurobiologi. Det här resultatet fungerar även som en viktig pusselbit i en aktuell debatt om hur mycket språkproduktion och språkförståelse egentligen har gemensamt. Vissa har till exempel hypotiserat att produktion och förståelse består av samma processer, men att produktion alltid kommer att vara mer



En av experimentledarna, Caroline Arvidsson, samtalar med en deltagare i scannern. Deltagarna såg och hörde experimentledaren genom en video- och audio-länk. Experimentledaren hörde deltagaren genom en brusreducerad ljudsignal från en mikrofon i scannern.



krävande för språknätverket eftersom det kräver att talaren artikulerar. Våra fynd talar emot den hypotesen, eftersom förståelse visade sig vara mer krävande för temporala språkområden jämfört med produktion. Den starkare temporala aktiveringen i förståelse kan bero på det tidigare nämnda kravet att integrera kontext för att komma fram till ett yttrandes betydelse.

Ett annat intressant resultat från studien är att talande engagerade mediala frontala områden utanför språknätverket i större utsträckning än lyssnande. En potentiell förklaring till det här resultatet är att språkproduktion är särskilt krävande på så kallade socio-pragmatiska processer. Socio-pragmatiska processer är viktiga när det kommer till att nå kommunikativa mål i interaktion med andra. Att samtala med andra kräver ofta att man anpassar det man säger efter sin samtalspartner; om jag pratar om ett ämne som jag antar att min samtalspartner inte har koll på så kommer jag ägna en hel del kognitiv kapacitet åt att lägga det jag säger på en nivå som gör det jag säger förståeligt. Det kan handla om att ta andras perspektiv, eller att inhibera det egna perspektivet och minnas ens samtalspartners perspektiv medan man planerar och artikulerar sina yttranden.



Text CAROLINE ARVIDSSON
Doktorand i neurolingvistik
vid Institutionen för lingvistik,
vid Stockholms universitet.
caroline.arvidsson@ling.su.se

Referenser

1. Wernicke, C. (1885). Recent works on aphasia. G. Eggert, Wernicke's Works on Aphasia. La Haya: Mouton, 173-205.
2. Rutten, G. J. (2022). Broca-Wernicke theories: A historical perspective. *Handbook of Clinical Neurology*, 185, 25-34.
3. Fedorenko, E., & Thompson-Schill, S. L. (2014). Reworking the language network. *Trends in cognitive sciences*, 18(3), 120-126.
4. Arvidsson, C., Torubarova, E., Pereira, A., & Uddén, J. (2024). Conversational production and comprehension: fMRI-evidence reminiscent of but deviant from the classical Broca-Wernicke model. *Cerebral Cortex*, 34(3), Oxford University Press
5. Hu, J., Small, H., Kean, H., Takahashi, A., Zekelman, L., Kleinman, D., ... & Fedorenko, E. (2023). Precision fMRI reveals that the language-selective network supports both phrase-structure building and lexical access during language production. *Cerebral Cortex*, 33(8), 4384-4404.
6. Matchin, W., & Hickok, G. (2020). The cortical organization of syntax. *Cerebral Cortex*, 30(3), 1481-1498.
7. Bögels, S. (2020). Neural correlates of turn-taking in the wild: Response planning starts early in free interviews. *Cognition*, 203, 104347.