



Språkinläring hos barn med hörselskador

Hur kan hörselnedsättning och användning av hörapparat/cochleaimplantat påverka förutsättningarna för utveckling av kognitiv, språklig och kommunikativ förmåga?

SPAF

9.4 2025

Cecilia Nakeva von Mentzer

SLP, PhD

Lektor Hörselvetenskap

Disposition

Vi hör och lyssnar med hjärnan

Effekten av auditiv deprivation¹

Vikten av tillgänglig talsignal

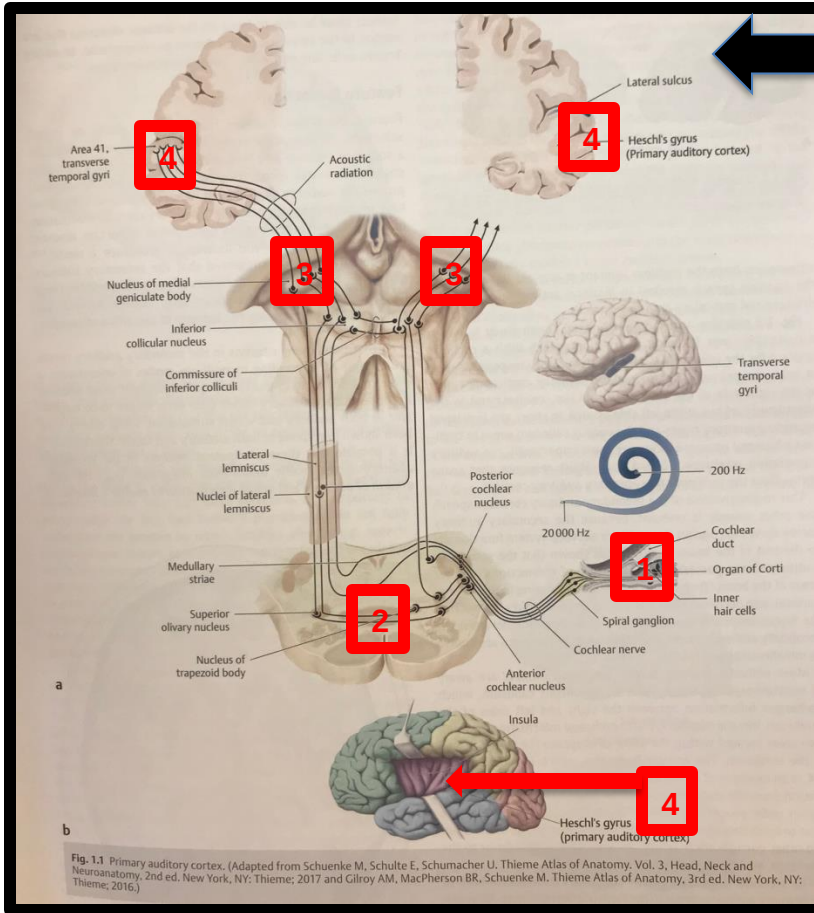
Konsekvenser av hörselnedsättning

Några forskningsresultat

Fallexempel, att utveckla talspråk tar tid

1 = utebliven ljudstimulans

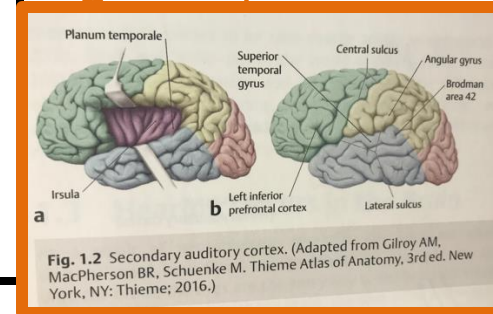
Vi hör och lyssnar med hjärnan.



Figur 1.1. visar
uppåtgående hörselbanor
Från Cortiska organet (1)
genom hjärnstammen (2),
thalamus (3) till primära
hörselcortex (4)

*Synapser i hjärnan fortgår när de får konsistent och meningsfull
stimulans från periferu sinnssystem eller andra delar av hjärnan.
"Beskårs" om de inte stimuleras: "Use it or lose it"*

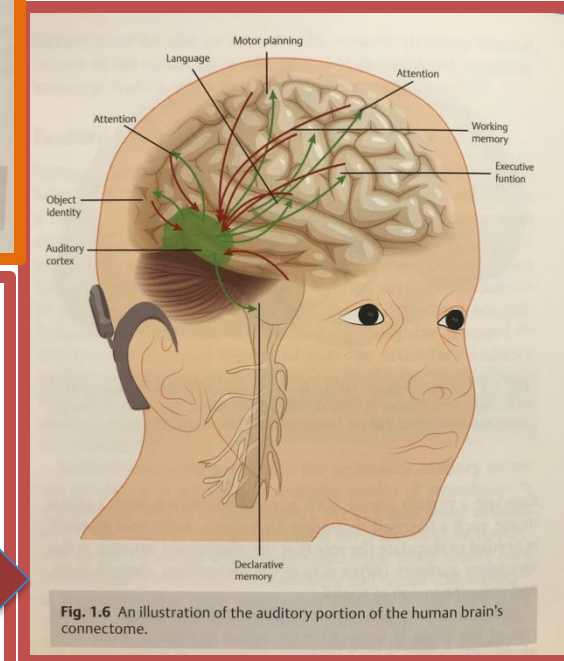
Figur 1.2, sekundära hörselcortex:



*För att ljudet ska väckas till liv och få mening krävs att det **når**
sekundära hörselcortex, fig. 1.2. Därifrån fortleds
ljudet till övriga delar av hjärnan.*

Figur 1.6. visar
auditiva delen av hjärnans
connectom.

*Varje ljud som når hjärnan reduceras till sitt egna unika mönster av
neural aktivitet genom hjärnan.*



Effekten av auditiv deprivation

"Döva barn är inte hörande barn som inte hör."

Mark Marschark

För att förklara vad detta citat innebär presenterar jag två forskningsstudier som haft stor betydelse:

- Nishimura et al. (1999). Sign language 'heard' in the auditory cortex. *Nature*, 397(6715), 116
- Sharma, A., Dorman, M.F., Spahr, A.J. (2002). A sensitive period for the development of the central auditory system in children with cochlear implants: Implications for age of implantation. *Ear & Hearing*, 23(6):532–539

Effekten av auditiv deprivation

Neuroplasticitet, Nishimura och medarbetare, 1999

Positrons-emission-tomografi (PET)-kamera¹ användes för att studera vilka hjärnområden som aktiveras av olika stimuli:

Talat språk, teckenspråk och icke-meningsbärande handrörelser

Deltagare

Vuxna barndomsdöva som erhållit cochleaimplantat i vuxen ålder

Betyder att de inte hört i barndomsåren och kommunicerat med teckenspråk

Får tillgång till ljudstimulans först i vuxen ålder

¹visar hur kroppens celler fungerar genom att använda en radioaktiv spårsubstans som injiceras i kroppen

Effekten av auditiv deprivation

Neuroplasticitet – Nishimura och medarbetare, 1999

Resultat

Primära hörselcortex visade typisk respons när de lyssnade på talat språk via sina CI

Tyder på att primära hörselcortex är förutbestämt att reagera på stimuli från perifer hörselsystemet oavsett längden på durationen av dövhet

Förutbestämt till enkel ljudidentifiering

Sekundära hörselcortex visade ingen respons när de lyssnade på talat språk via sina CI

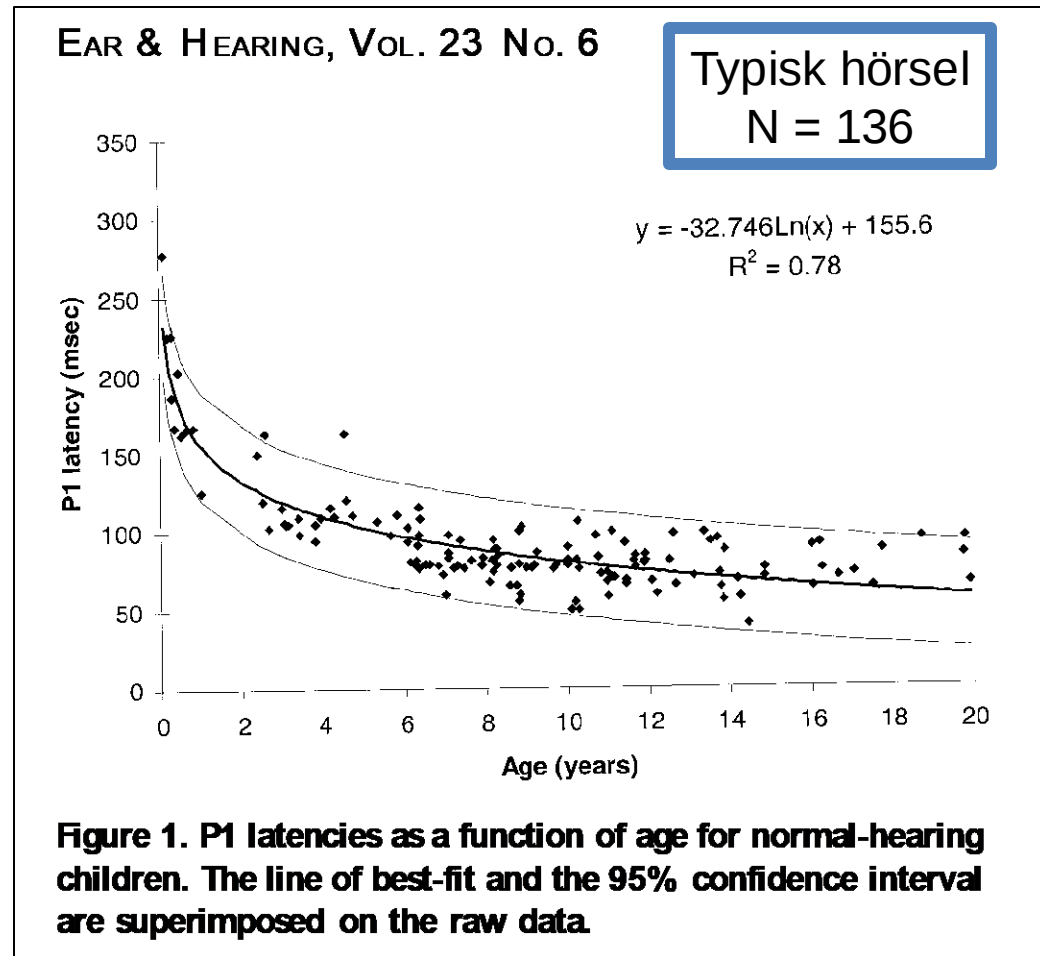
I kontrast till detta, observerades stark neural aktivitet här när deltagarna observerade en saga som berättades på teckenspråk.

*Detta fynd, att sekundära hörselcortex aktiveras som respons på teckenspråk kallas **korsmodal reorganisation**.*

Syncentrum aktiverades när de tittade på icke-meningsbärande handrörelser

Vikten av tidig ljudstimulans

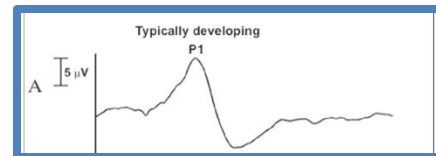
Neuroplasticitet – Sharma och medarbetare, 2002



P1 är det första positiva auditiva cortikala svaret på ljudstimuli.

P1 är en robust positivitet som uppstår vid 100-300 msek efter att ljud presenterats.

Syntetiskt tal: /da/, varade i 90 msek



Mäts vid skallen men genereras från **thalamo-cortikala** projektionsbanor till hörselcortex.

Latensen – dvs fördröjningen hos den första positiva vågtoppen är en biomarkör för centralnervös mognad¹

¹ **ex. neuroners tillväxt och differentiering myelinisering**

Vikten av tidig ljudstimulans

Neuroplasticitet – Sharma och medarbetare, 2002

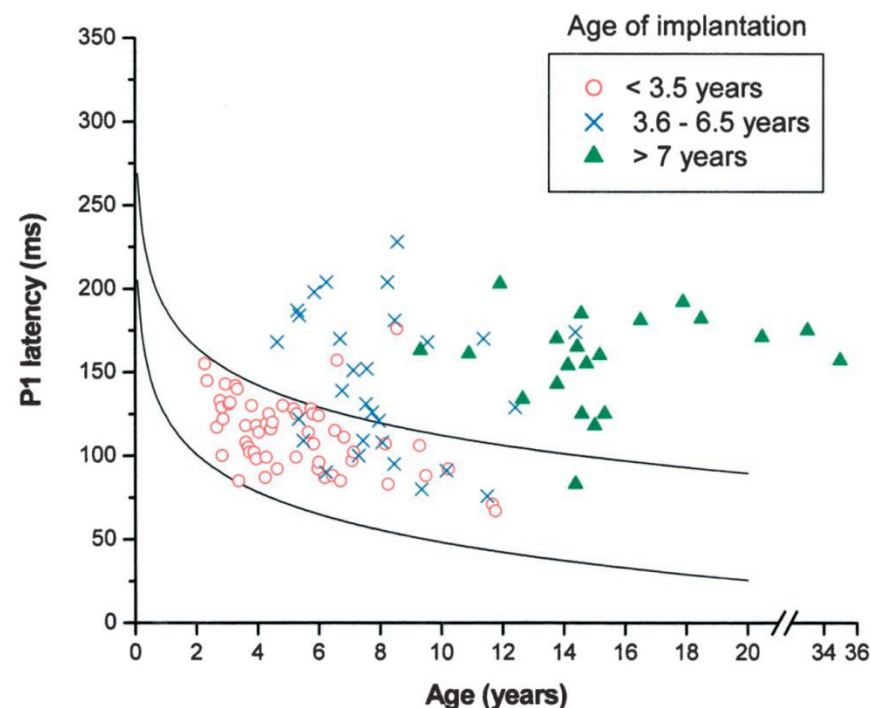


Figure 2. P1 latencies as a function of chronological age for children with cochlear implants. The solid functions are the 95% confidence limits for normal-hearing children. P1 latencies for children implanted before age 3.5 yr (early-implanted group) are shown as circles. P1 latencies for children implanted between age 3.5 yr and 6.5 yr (middle-implanted group) are shown as crosses. P1 latencies for children implanted after age 7 yr (late-implanted group) are shown as triangles.

Totalt deltog 121 barn med CI med tre olika operationsåldrar

Grafen visar resultatet för P1 för de tre grupperna:

- ○ < 3.5 år (n=57)
- × 3.6 – 6.5 år (n=29)
- ▲ > 7 år (n=21)

Implikationer: döva barn som erhållit CI före 3.5 åå hade typiska P1-svar

Deras hörselcortex reagerar på inkommande ljudstimuli med samma hastighet som typiskt hörande barn.

Hörselnedsättning har konsekvenser för språk, läsning och kognition

För barn med hörselskador sker inläring och utveckling med en grumlig talsignal som **tät följeslagare**.

Barn med hörselskador har ofta

- Svagt ordförråd

- Svag lexikal access/ordframplockning

- Svagt fonologiskt arbetsminne (bearbetning och lagring av ljudbaserad information)

Svagt talat språk reflekteras i läsningen:

- Ljudbaserad läsning kan brista, nedsatt läsförståelse (x2)

- Mindre kognitiv reservkapacitet

- Men typiskt visuellt arbetsminne.

Forskning HEADs [forskarskola](#) 2009-2014
Wie et al., 2020



Hörselnedsättning har också konsekvenser för kommunikationsförmåga

90 % av barns språkkunskap tillägnas genom att överhöra andras samtal

Lär barnet en mängd olika saker

Att begära ordet

Starta ett samtal

Be om något

Lösa problem

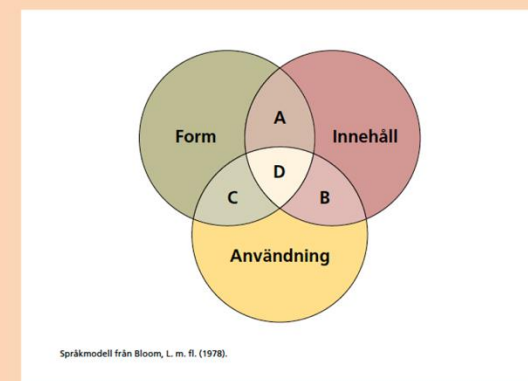
Förhandla

Kompromissa

Skämta

Retas

Använda sarkasm



Vikten av tillgänglig talsignal

Oavsett hörselskadors omfattning kan de innebära att **ljuden blir svagare, oskarpare, att vissa ljudområden faller bort, att ljudet förvrids och att ljud blir svåra att skilja från varandra.**

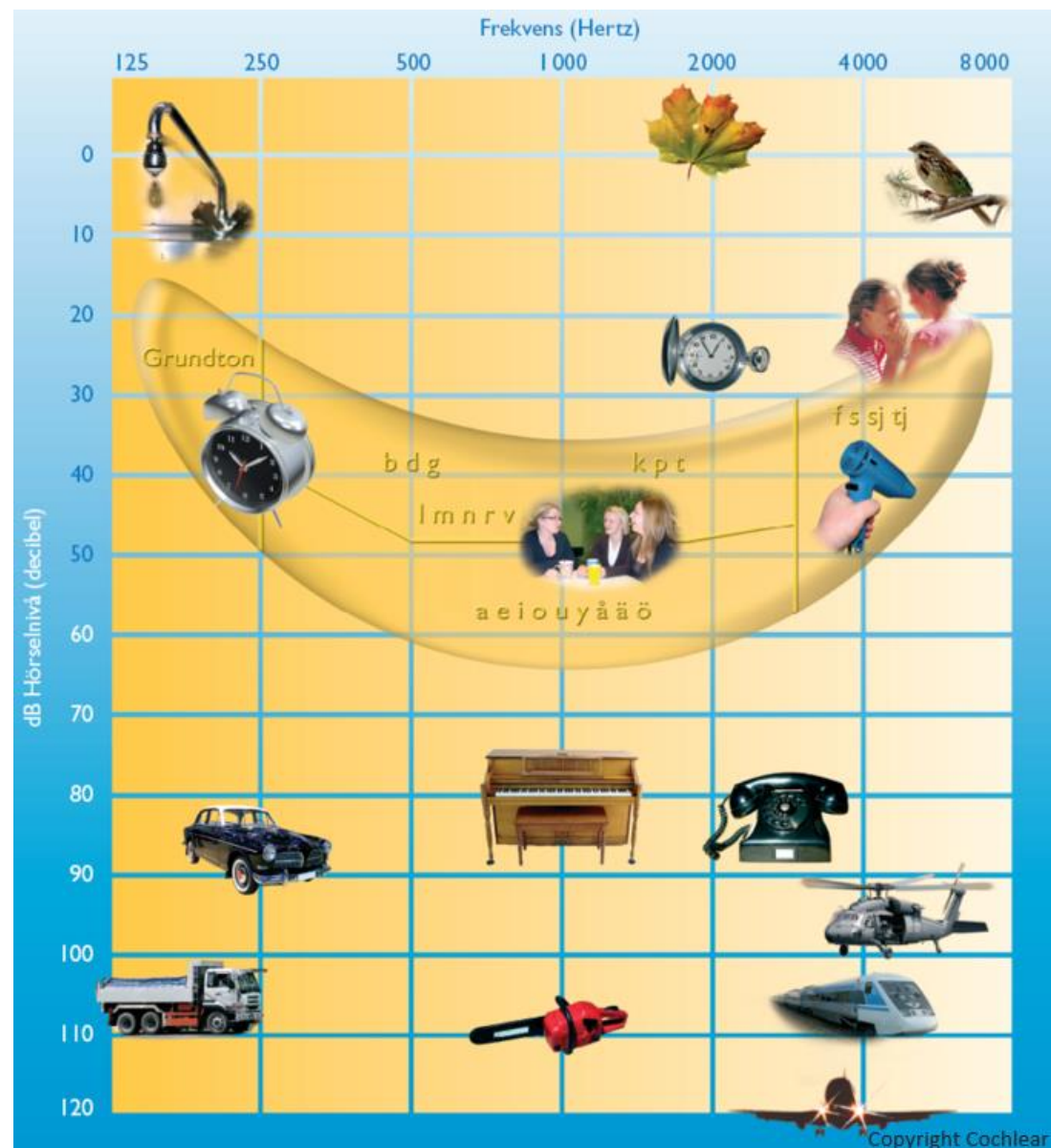
Bilderna i diagrammet representerar ett normalt hörselområde vid **olika volym (dB HL, y-axeln)** och **tonhöjd (Hz, x-axeln)**.

Ljuden spänner från mycket svaga, som en viskning, till mycket starka, som ett flygplan, och från mycket mörka, som motorljud, till mycket ljusa, som fågelkvitter.

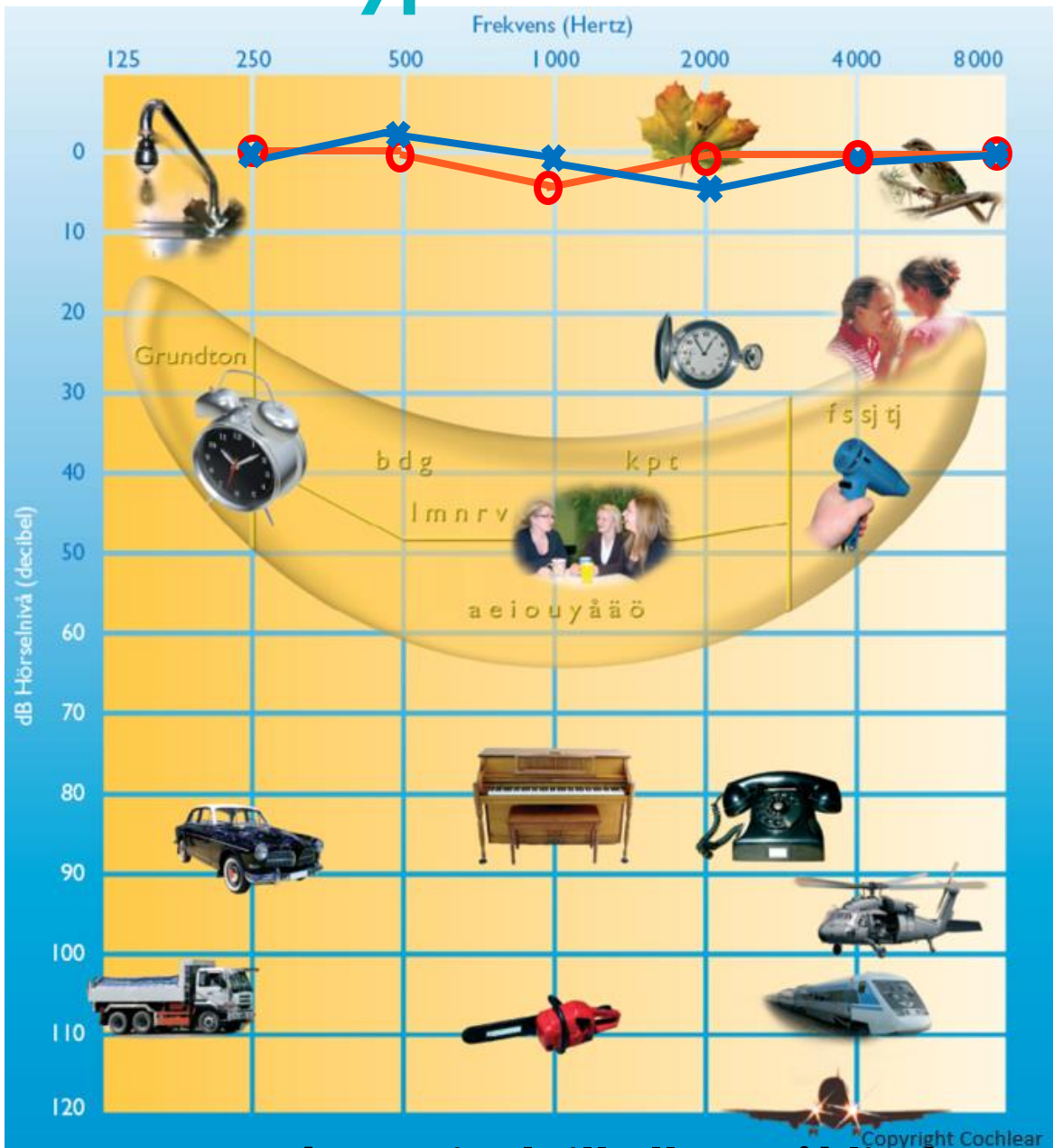
I den bananliknande skuggan i diagrammet nedan finns svenska språkets talljud. En hörselnedsättning som påverkar förmågan att uppfatta tal ligger inom detta område och kallas därför **"talbananen"**.

Ju längre ned ett talljud ligger längs y-axeln desto större ljudstyrka och energi har det. Basen ligger till vänster och diskanten ligger till höger på x-axeln.

Brusljud som s, f, sj och tj ligger kring 3-8 kHz medan rösters grundton ligger vid ca 100-200 Hz. Vokaler har mest energi av alla talljud, och ligger längst ner av talljuden.

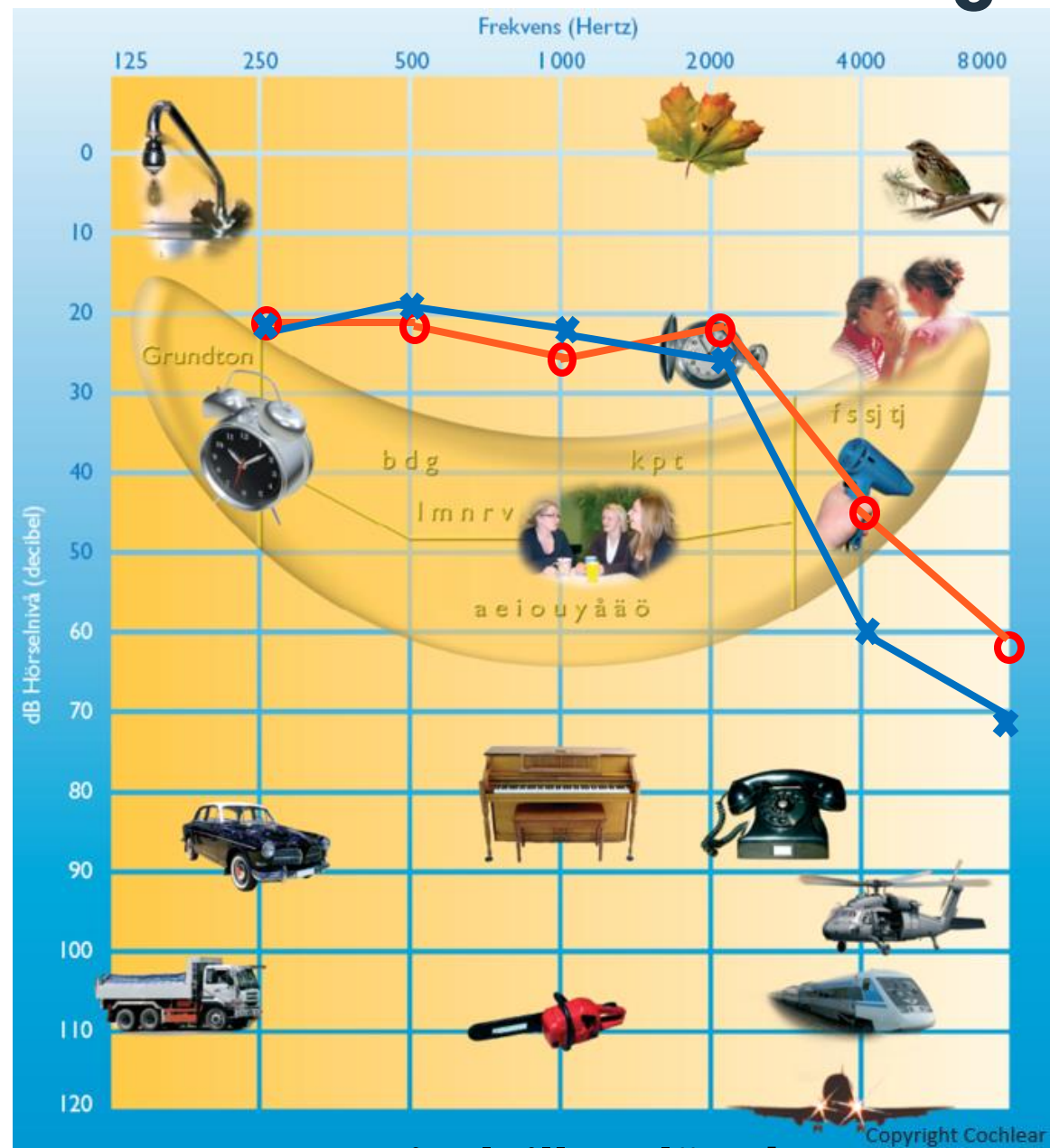


Typisk hörsel



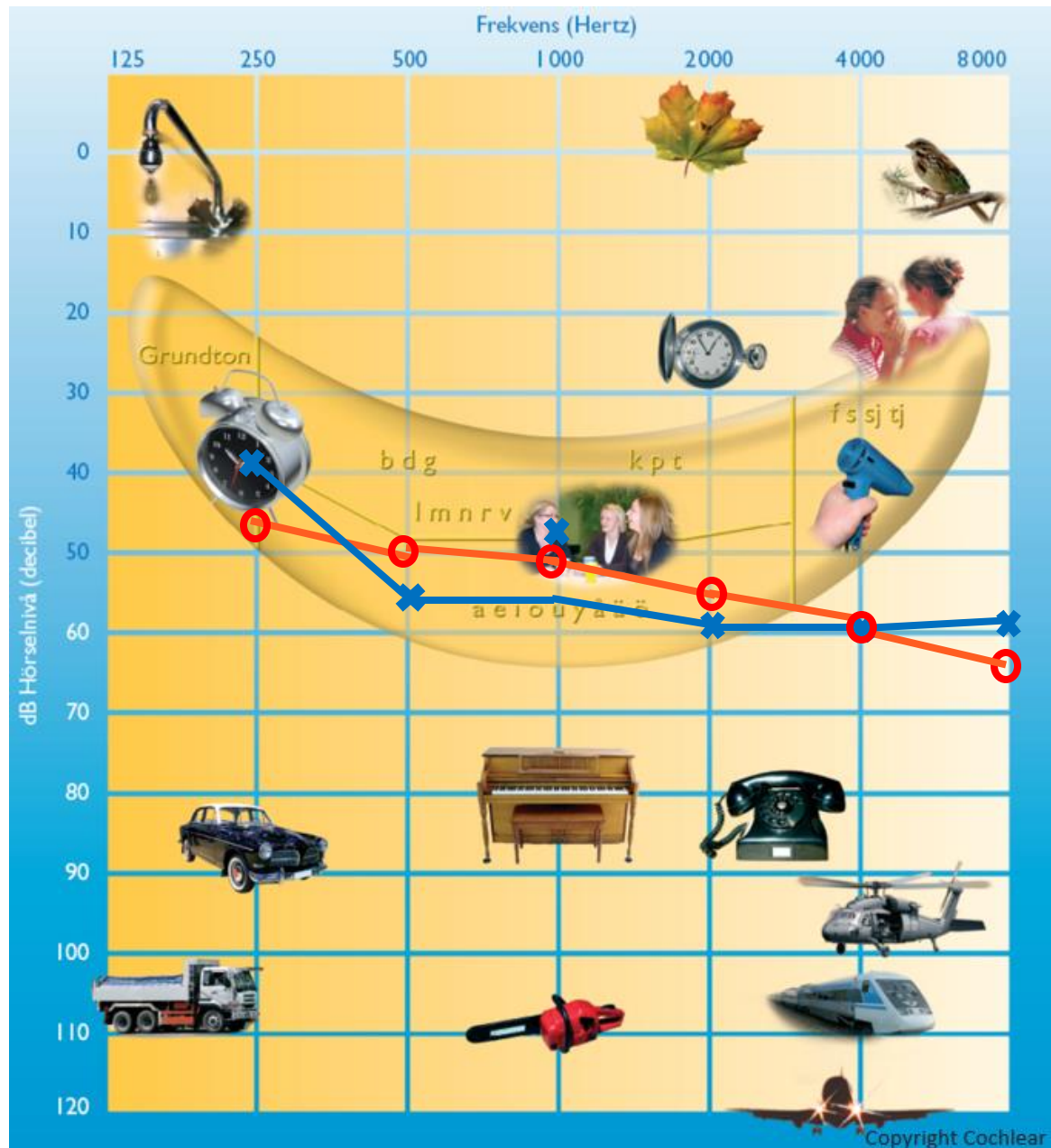
God marginal till alla språkljud

Lätt hörselnedsättning



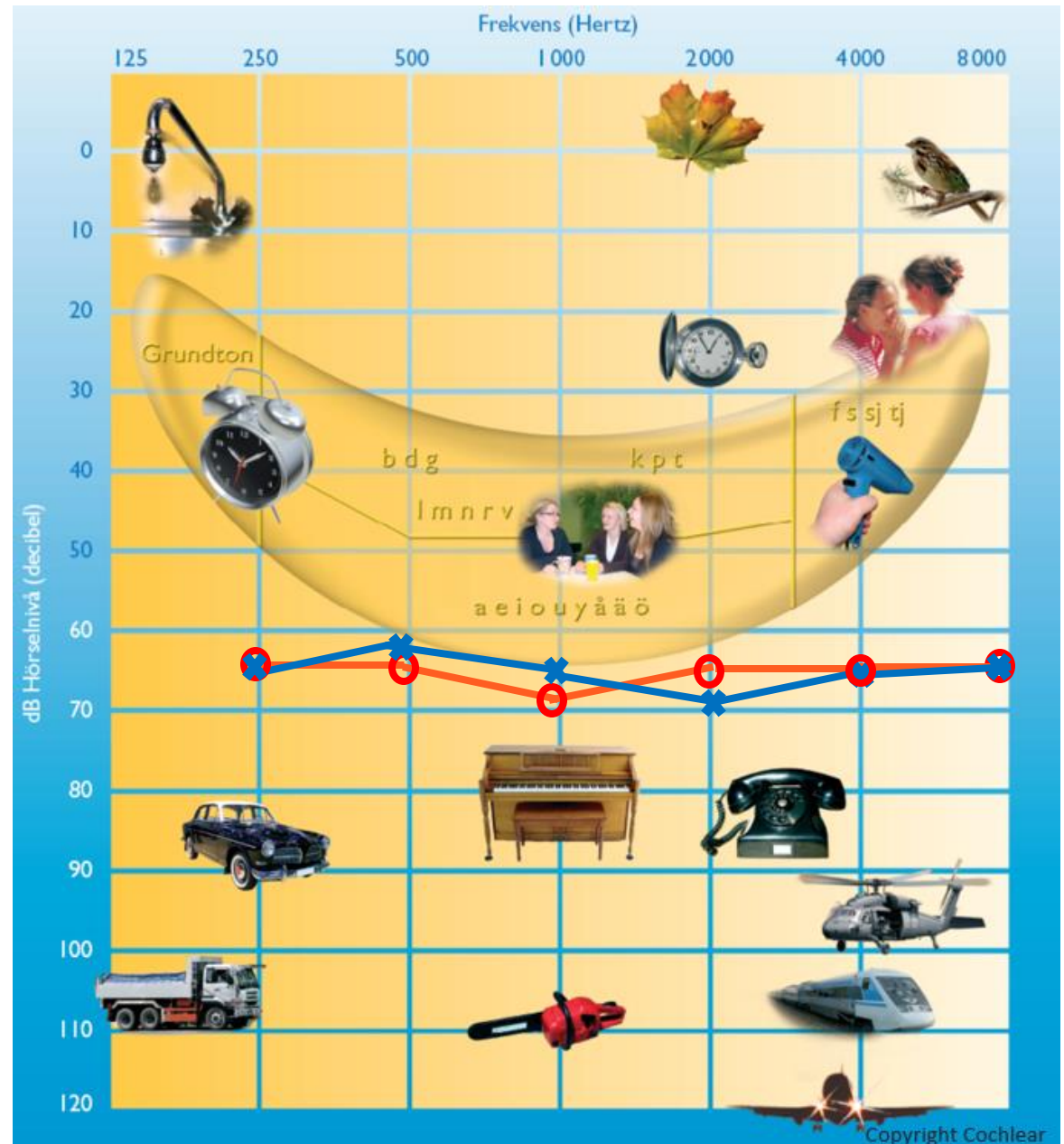
Knapp marginal till tonlösa konsonanter

Måttlig hörselnedsättning



Majoriteten av konsonanterna svåra att höra

Uttalad hörselnedsättning



Majoriteten av konsonanterna och vokaler svåra att höra

Hörapparat och cochleaimplantat

Hörapparat



- Hörapparat **förstärker** ljud och **använder den vanliga hörselvägen**:
- Det **förstärkta ljudet** går således via luft från yttöra, omvandlas till mekanisk energi i mellanöra och in till det vätskefyllda inneröra där det omvandlas till elektriska impulser

Cochlea-implantat:

- När hörapparater inte räcker till
- För svåra till grava hörselnedsättningar

Cochleaimplantat



- Cochleaimplantat försöker **efterlikna det skadade inneröra**.
- Levererar det signalbehandlade ljudet i form av **elektriska signaler direkt till hörselnerven** och sedan upp till hjärnan.
- De **naturliga ljudbearbetningsfunktionerna** i yttre-, mellan- och inneröra **används ej**.

Forskningsfynd

- Fonologi
- Ordförråd
- Semantik
- Grammatik
- Social kommunikation och hälsorelaterad livskvalitet

Fonologi - reduplicerat stavelsejoller

Löfkvist et al. (2019)

- Elva barn med HNS, 9-21 mån
 - HA n = 5, CI n = 6
 - Ledningshinder n = 3
 - Sensorineural n = 8
- 22 hörande barn (NH), köns- och åldersmatchade
- Canonical Babbel (CB-ratio)
= andel stavelsejoller av totala yttranden

Nära statistiskt signifikant skillnad mellan hörande barn och barn med HNS, $p = 0.05$
Statistisk signifikant skillnad mellan hörande barn och barn med HA, $p = 0.03$
Ingen skillnad mellan hörande barn och barn med CI

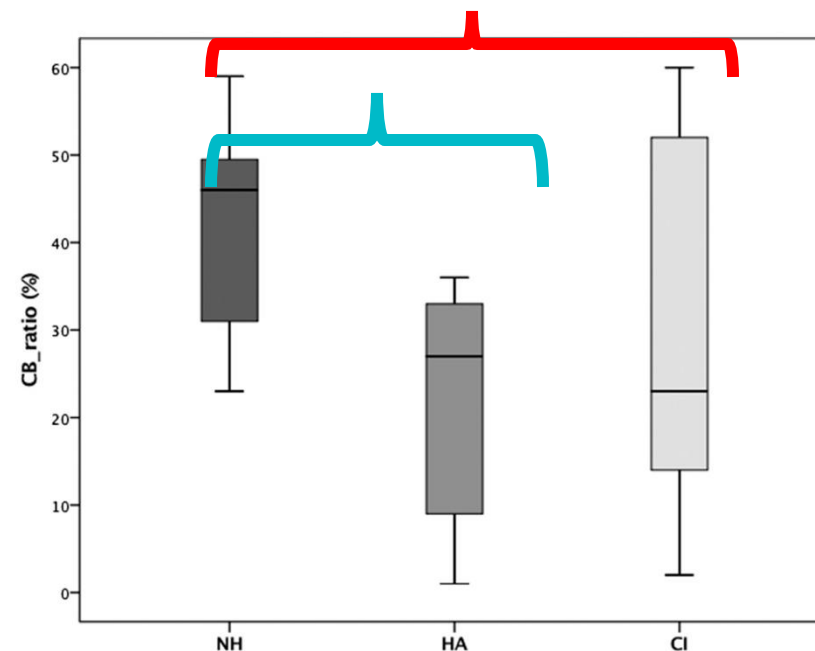


Figure 1. CB ratio (%) in children with normal hearing (NH) ($n = 22$) and children with HI divided by those with hearing aids (HA) ($n = 5$) and cochlear implants (CI) ($n = 6$).

Obs att barn med CI hade högre hörålder (8 mån) än barn med HA (5 mån)

Fonologi - segmenten

Persson et al., 2022

Svenska barn måttlig HNS

**Talproduktion mättes vid
18, 24 och 30 månader**

Sanna konsonanter:

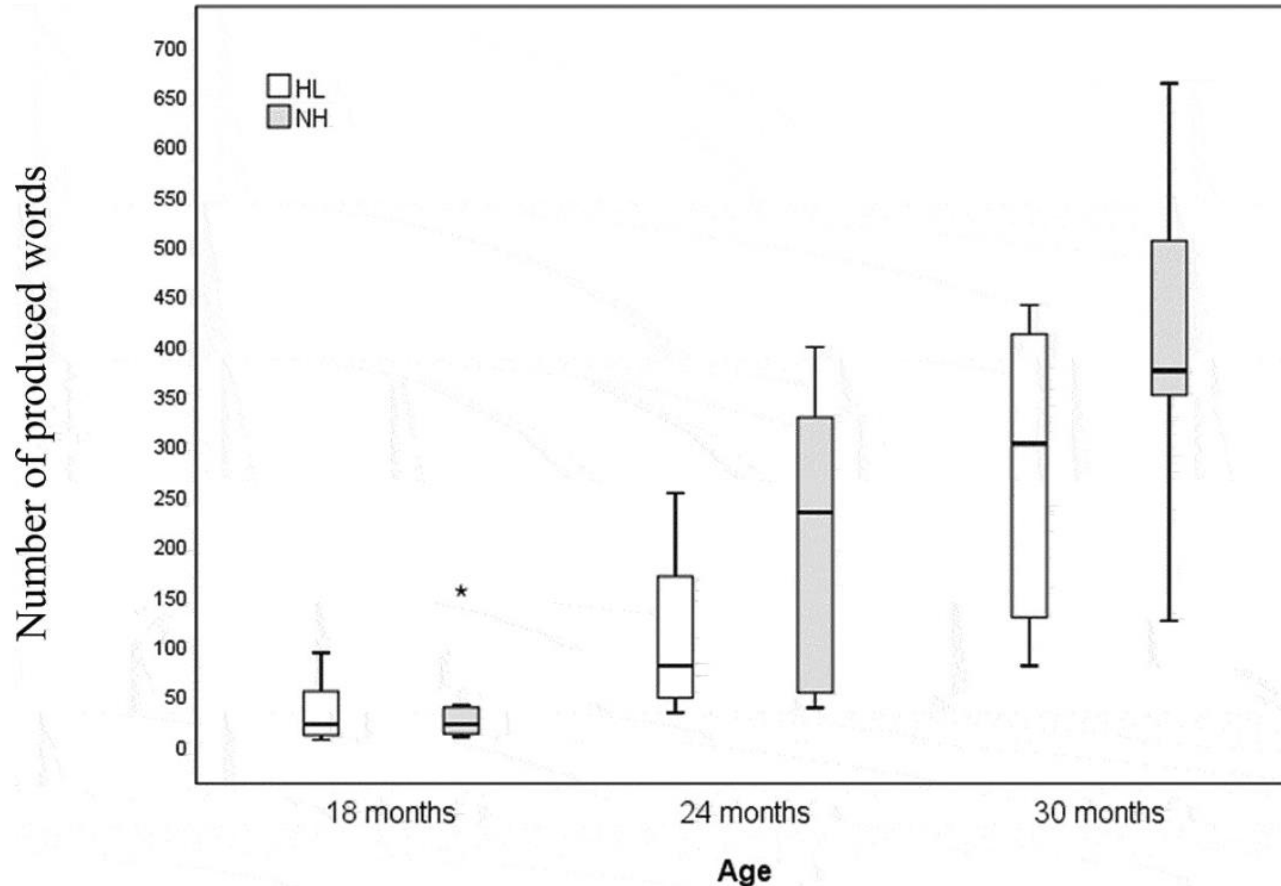
For example, [b], [d], and [k]
are true consonants because
they consistently involve a
complete or partial closure of
the vocal tract

Table 4. Descriptive statistics for each participant in the group of children with normal hearing (NH) and children with hearing loss (HL), on number of different true consonants at 18 months, number of words produced based on parent reports (SECDI-II) and (in brackets) mean complexity sum of the words reported at 18, 24 and 30 months.

Participants	Number of different true consonants	Number of reported words and mean phonological complexity of target form of reported words		
		18 months	24 months	30 months
<i>NH</i>				
ID1	3	2 (1.00)	47 (1.85)	381 (2.48)
ID2	7	6 (0.83)	36 (2.05)	421 (2.36)
ID3	4	17 (1.17)	200 (2.27)	334 (2.35)
ID4	6	26 (1.11)	376 (2.26)	650 (2.49)
ID5	5	149 (2.14)	243 (2.42)	565 (2.45)
ID6	4	13 (1.69)	44 (2.23)	115 (2.37)
ID7	8	30 (1.93)	280 (2.44)	337 (2.41)
ID8	8	11 (1.64)	360 (2.49)	349 (2.50)
<i>HL</i>				
P1	0	83 (1.80)	241 (2.27)	398 (2.47)
P2	3	4 (1.50)	140 (2.52)	404 (2.55)
P3	0	15 (1.47)	26 (1.50)	69 (1.75)
P4	2	26 (1.54)	66 (2.17)	152 (2.31)
P5	2	6 (1.50)	34 (1.85)	87 (2.01)
P6	1	10 (1.40)	41 (2.39)	310 (2.40)
P7	1	5 (1.60)	77 (2.51)	277 (2.46)
P8	3	68 (0.79)	177 (2.29)	431 (2.39)

Lexikon – producerade ord svenska barn

Persson et al., 2022



Svenska versionen av MacArthur-Bates Communicative Developmental Inventory (MCDI) – Words and Sentences (SECDI-II) användes för att **dokumentera den expressiva ordförrådsutvecklingen** (Berglund & Eriksson, 2000b; Fenson m.fl., 1993).

Fonologi och ordförråd

- Persson et al. (2022) visade att barn med HNS ($n = 8$) producerade ett liknande antal ord som NH ($n = 8$) vid 18 månader, **men färre vid 24 och 30 månader.**
- Timmar av HA-användning visade signifikanta korrelationer med antalet ord.
- Antalet olika sanna konsonanter vid 18 månader för hela gruppen visade ett signifikant samband med antalet ord som producerades vid 24 månader.
- Inga signifikanta skillnader hittades mellan barn med HL- och NH-barn när det gäller fonologisk komplexitet hos rapporterade ord.
- Resultaten indikerar att de barn som föds med måttlig HL och som fick hörapparater (HA) före 6 månaders ålder är i riskzonen för sämre ordförrådsutveckling.
- Användning av HAs på heltid och kontroll av tidig konsonantanvändning bör uppmuntras vid tidiga insatser av denna målgrupp

Semantik

Löfkvist et al., 2014

- 97 barn, 6-9 år uppdelade i fyra grupper deltog, CI (n = 34), LI (n = 12), ASD (n = 12) och NH (n = 39).
- Ett batteri av tester, inklusive bildbenämning, receptivt ordförråd och kunskap om semantiska egenskaper, användes för bedömning.
- En semantisk responsanalys av de felaktiga svaren på bildbenämningstestet utfördes

Semantik

Löfkvist et al., 2014

Barn med CI uppvisade en bildbenämningsförmåga jämförbar med den hos de åldersmatchade barnen med NH, och de hade också en relevant semantisk kunskap om vissa ord som de inte kunde namnge korrekt.

Barn med CI hade en betydligt bättre förståelse för ord jämfört med barnen med LI och ASD, men en sämre förståelse än de med TH.

De signifikanta skillnaderna mellan grupperna kvarstod efter kontroll för ålder och icke-verbal kognitiv förmåga.

Table 2. Test results for picture naming (BNT), receptive vocabulary (PPVT III), and the Semantic Feature Test (Pictures and Questions) (mean $\pm$ SD, range) divided into groups (NH, CI, LI, and ASD).

	NH	CI	LI	ASD
BNT	37 $\pm$ 7 (25–50)	35 $\pm$ 7 (19–45)	19 $\pm$ 6 (12–29)	25 $\pm$ 9 (15–41)
PPVT III	122 $\pm$ 23 (74–162)	102 $\pm$ 27 (53–157)	77 $\pm$ 18 (52–112)	72 $\pm$ 44 (22–151)
Semantic Feature Test (P)	15 $\pm$ 3 (11–19)	14 $\pm$ 3 (8–19)	9 $\pm$ 4 (2–14)	8 $\pm$ 4 (3–16)
Semantic Feature Test (Q)	14 $\pm$ 3 (7–19)	12 $\pm$ 3 (5–16)	10 $\pm$ 3 (5–14)	10 $\pm$ 3 (7–16)

Table 3. Results of error analysis including semantically relevant, semantically irrelevant, and omitted responses on the Boston Naming Test (BNT) (mean $\pm$ SD) in the groups of children (NH, CI, LI, and ASD).

	NH	CI	LI	ASD
Semantically relevant	7.7 $\pm$ 2.7	8.3 $\pm$ 3.3	5.4 $\pm$ 2.6	4.8 $\pm$ 2.0
Semantically irrelevant	6.2 $\pm$ 3.3	6.4 $\pm$ 3.3	8.9 $\pm$ 5.2	16.2 $\pm$ 9.3
Omitted responses	8.8 $\pm$ 5.1	10.7 $\pm$ 5.8	26.2 $\pm$ 10.5	14.0 $\pm$ 9.2

Grammatik – svenska barn CI

Karltorp et al., 2019

N = 103,

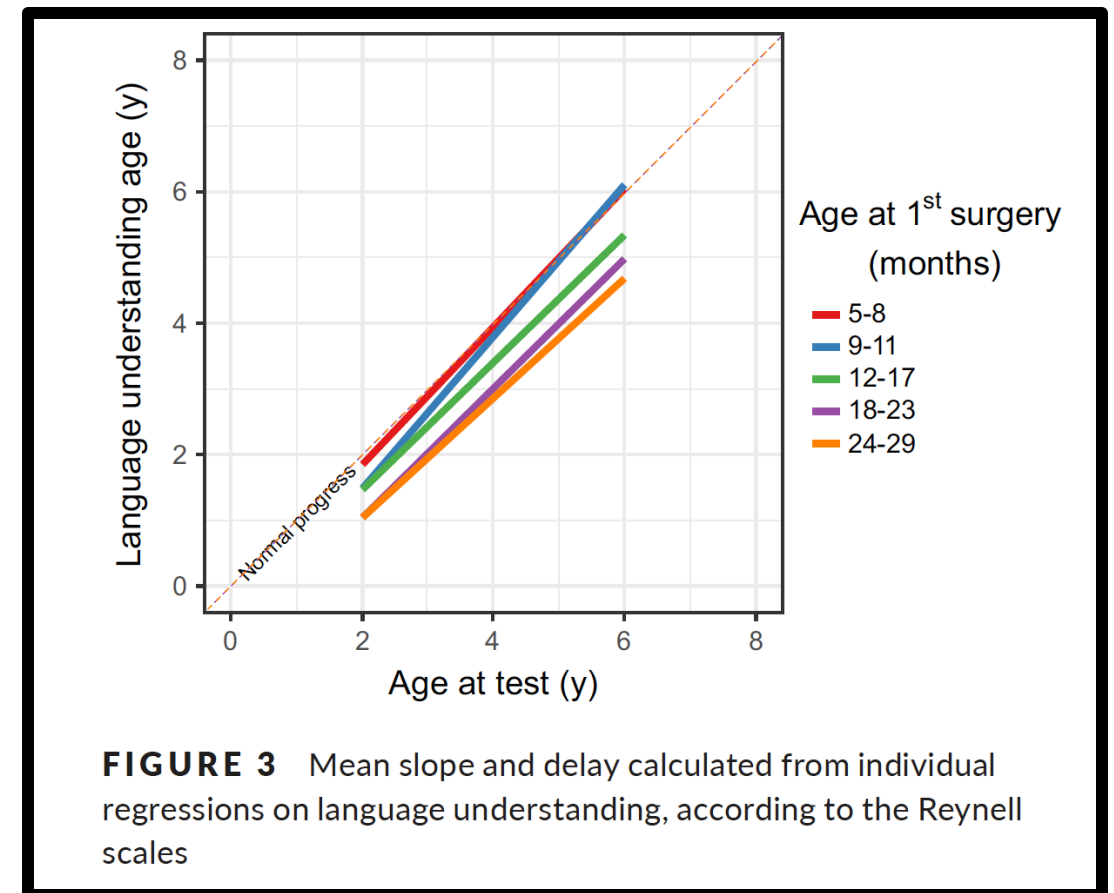
5-29 månader operationsålder

Operation vid 9 mån var säker

Barn implanterade vid 5-11 månader nådde en åldersekvivalent nivå av språkförståelse och bättre ordförrådsresultat än undergrupper implanterade senare.

Barn som opererades vid 12-29 månader visade mer atypiska och fördröjda språkförmågor över tid.

Tidig implantation, helst före 9 månader, kan leda till en mer typisk bana av talad språkutveckling.



Social kommunikation och livskvalitet

Haukedal et al., 2022

45 barn HA

23 barn TH

Mellan 5 och 13 år gamla

Måttlig till uttalad HNS

- **Föräldrar skattade strukturellt språk/social kommunikation (CCC-2) och hälsorelaterad livskvalitet (PedsQL)**

Table 1. Participant characteristics.

	HA group (n=45, 21 male (47%))			TH matched group (n=43, 20 male (47%))		
	Mean	Range	SD	Mean	Range	SD
Age at assessment (in months)	105.5	66.5–152.9	24.7	111.4	68.1–158.8	29.3
Nonverbal IQ	98.9	75.0–135.0	15.8	97.1	85.0–115.0	8.5
Degree of hearing loss						
Moderate* (41–60dB HL)	37 (82.2%)					
Severe (61–80dB HL)	8 (17.8%)					
Profound (>80dB HL)	0 (0%)					
Missing	0 (0%)					

Social kommunikation och livskvalitet

- Resultaten på CCC-2 visade signifikanta skillnader mellan grupperna (medelvärden i rutor).
- Barnen med HA skiljde sig från sina hörande kamrater på strukturellt språk, social kommunikation och totalpoängen på CCC-2.

	HA				TH							
Structural language index	7.7	3.2	7.7	5	10.1	2.3	10.3	4	.855	<.001	.37	
Social communication	8.1	2.7	8.0	4	10.2	2.1	10.6	3	.886	<.001	.41	
Overall communication (GCC, total score)	61.8	20.8	61.0	30	81.6	13.7	83.0	21	.953	<.001	.49	

Social kommunikation och livskvalitet

- Resultaten på hälsorelaterad livskvalitet visade signifikanta skillnader mellan grupperna med sämre livskvalitet i HA-gruppen
- En serie regressioner visade att **skolfunktion** förklarade störst andel varians av den uppkomna skillnaden

Table 3. Scores on the HR-QOL measure, PedsQL in the HA and NH group.

	HA		NH		Alpha
	Mean	SD	Mean	SD	
Total score	81.1	13.6	89.3	8.1	.912
Physical health	88.3	13.1	93.4	8.8	.776
Emotional functioning	72.9	18.6	81.2	14.0	.826
Social functioning	83.0	15.2	92.3	11.0	.792
School functioning	75.2	17.7	88.0	12.4	.776
Psychosocial health	77.2	15.3	87.2	10.2	.901

Note. Mean score for the HA group and the matched NH group. SD=standard deviation. Scale from 0 to 100, with a higher score indicating better HR-QOL.

Social kommunikation och livskvalitet – what to do?

Haukedal et al., 2022

- Many parents reported having received little support to facilitate language development in their children.
- Interventions targeting structural aspects of language are thus especially important in children with hearing loss, although structural language improvements may not necessarily translate into gains in social communication.

Social kommunikation och livskvalitet – what to do?

- Taking social or pragmatic communication difficulties into account in planning language interventions for children with hearing loss by **including parent-coaching** in use of promotion strategies of social communication in [everyday life](#), learning **how we adapt language according to whom we speak**, training programs for [mentalization](#) and [theory of mind](#), **learning unspoken social rules**, and **training group communication skills**, may positively affect their well-being.
- Furthermore, in school, teachers may be educated on how classroom communication can be adjusted to better suit the needs of children with hearing loss

Fall, Nittrouer, 2002

- **En dag** efter hennes 3-åriga dotter började använda hörapparat
- Blev uppkallad till förskolan och föreståndarens kontor
 - -Din dotters hörapparater verkar inte fungera.
 - -Märkligt jag kollade hörapparaterna varje morgon och de fungerade alldeles utmärkt
 - -Hmm, efter ett tag förstod jag att förskolepersonalen trodde att så fort hennes flicka satte på sig HA skulle hon förstå allt de sa!



Jag förklarade för personalen: Anledningen till den uppenbara oförmågan att höra hade med min dotters språkförsening att göra.

Den akustiska signalen nådde henne men hon kunde inte ännu förstå vad den betydde.

Fall, Nittrouer

- **1 år senare** (under tiden dottern gick i intensiv språk- och lyssningsträning) hade hon bilateral otit
- En dag under samma period skulle jag hämta upp henne och möttes av en glad förskolelärare som sa:
- -Din dotters hörsel har förbättrats, jag tycker hon hör även utan sina hörapparater!
- Självkligt hade inte hörtrösklarna förbättrats men språkförmågan hade.



Dottern började nu kunna **skapa mening i det hon hörde** trots en begränsad akustisk signal.

Slutsats fall Nittrouer

Vad den här historien illustrerar är hur starkt språket ligger till grund för kommunikativa och perceptuella processer.

Språket påverkar till och med själva mottagningen av den akustiska talsignalen.

Förstaspråksbakgrund och allmän språkförmåga påverkar **hur** och **hur väl** vi uppfattar fonologisk struktur från den akustiska talsignalen och hur vi skapar mening i det vi hör.

Att utveckla språk tar tid. Rik språkstimulans i optimal lyssningsmiljö är nödvändigt.

Referenser

Haukedal, C. L., Wie, O. B., Schaubert, S. K., Lyxell, B., Fitzpatrick, E. M., & von Koss Torkildsen, J. (2022). Social communication and quality of life in children using hearing aids. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*, 152, 111000.

Madell, Jane, R. & Flexer, Carol, Wolfe, Jace, & Schafer Erin C. (2019). Kapitel 1 i *Pediatric Audiology. Diagnosis, Technology and Management*. Thieme.

Nakeva von Mentzer, C. (2014). Rethinking sound. Computer assisted reading intervention for deaf and hard of hearing children using cochlear implants or hearing aids. (Doctoral thesis in Disability Research), Linköping University. Linköping. doi: 10.3384/diss.diva-108902

Nakeva von Mentzer, C. & Löfkvist, U. (2024). Språkutveckling och utvecklingsrelaterad språkstörning vid hörselskador. I L. Hartelius, K. Johansson, M. Levlin, E. Schalling & M. Södersten (red.), Grundbok i Logopedi. Studentlitteratur

Nittrouer, S. (2002). From ear to cortex. *Language, speech and hearing services in schools*, 33, 237-252.

Referenser

Löfkvist, U., Almkvist, O., Lyxell, B., & Tallberg, M. (2014). Lexical and semantic ability in groups of children with cochlear implants, language impairment and autism spectrum disorder. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*, 78(2), 253-263.

Nishimura, H., Hashikawa, K., Iwaki, T., Watanabe, Y., Kusuoka, H., Nishimura, T., & Kubo, T. (1999). Sign language 'heard' in the auditory cortex. *Nature*, 397(6715), 116

Sharma, A., Dorman, M.F., Spahr A.J. (2002). A sensitive period for the development of the central auditory system in children with cochlear implants: Implications for age of implantation. *Ear & Hearing*, 23(6):532–539

Wass, M. (2009). Children with cochlear implants: Cognition and reading ability . (Doctoral dissertation, Linköping University Electronic Press

Wie, O. B., von Koss Torkildsen, J., Schaubert, S., Busch, T., & Litovsky, R. (2020). Long-term language development in children with early simultaneous bilateral cochlear implants. *Ear and hearing*, 41(5), 1294-1305.