

# Kleine hersenen die voor grote verrassingen zorgen

---

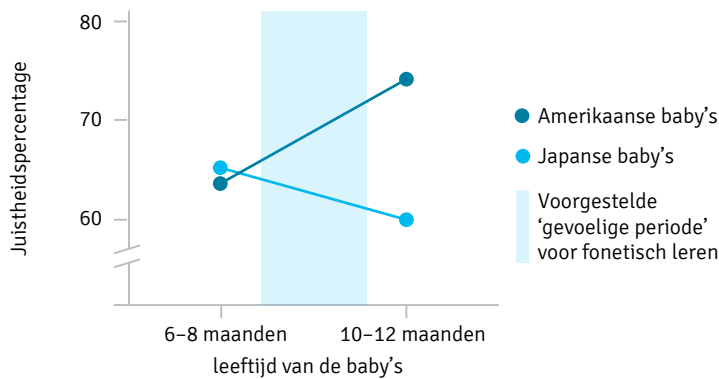
**Patricia K. Kuhl**

*Hoogleraar Spraak- en gehoorwetenschappen, mededirecteur van het Institute for Learning and Brain Sciences, Universiteit van Washington, Seattle WA, VS*

**In de afgelopen tien jaar zijn we dankzij waardevolle bijdragen van steeds meer wetenschappers veel meer te weten gekomen over het babybrein. Mijn eigen laboratorium heeft onderzoek gedaan naar taalverwerving op jonge leeftijd en sinds kort bestudeer ik zelf de effecten van muziek op het babybrein. Hieruit blijkt dat fundamentele, ogenschijnlijk onbelangrijke ervaringen – zoals een simpel spelletje als kiekeboe – kunnen leiden tot veranderingen in grote en belangrijke hersengebieden en tot verbetering van de vaardigheden die door deze hersengebieden worden gesteund.**

De hersenen groeien enorm snel in het eerste levensjaar. De hersengebieden beginnen zich te specialiseren op basis van waarneming van de omgeving. Onderzoek in mijn laboratorium heeft aangetoond dat baby's bij hun geboorte in staat zijn subtiele akoestische verschillen waar te nemen tussen alle klanken (klinkers en medeklinkers) waarmee woorden in een taal worden onderscheiden. Ze zijn 'wereldburgers' als het op taal aankomt. Als ze twaalf maanden zijn, brengt het luisteren naar ouders en andere verzorgers een belangrijke verandering teweeg – het brein van de baby begint zich te specialiseren in de klanken die specifiek zijn voor woorden in zijn eigen cultuur en onderscheidt geen klanken meer die uitsluitend in andere talen worden gebruikt.

Zo maakt de Japanse taal geen gebruik van de klanken 'r' en 'l' terwijl het Engels deze wel gebruikt om woorden als 'rake' (hark) en 'lake' (meer) van elkaar te onderscheiden. In Figuur 1 is te zien dat zowel Amerikaanse als Japanse baby's van 6 tot 8 maanden onderscheid maken tussen de klanken 'r' en 'l', maar dat Amerikaanse baby's – die hun ouders deze klanken horen uitspreken – twee maanden later, wanneer ze 8 tot 10 maanden zijn, beter zijn geworden in het onderscheiden van deze klanken, terwijl Japanse baby's – die deze klanken niet horen – daar minder goed in zijn geworden. Deze grote verandering doet zich voor vlak voordat het kind 1 jaar wordt. Het is de eerste aanwijzing dat het babybrein wordt gevormd door het horen praten van ouders en verzorgers.



<

**Figuur 1** Invloed van leeftijd op de waarneming van het fonetische verschil tussen het Engelse /ra/ en /la/ door Amerikaanse en Japanse baby's van 6-8 en 10-12 maanden oud

Bron: Kuhl (2004)

Ons laboratorium was één van de eerste instituten ter wereld dat met behulp van magneto-encefalografie (MEG) onderzoek deed naar het babybrein. Zoals te zien is in Figuur 2, ziet het MEG-apparaat eruit als een haardroger voor marsmannetjes. Het is voorzien van een kap met 306 sensoren die magnetische velden oppikken die het vuren van neuronen in het babybrein weergeven. Hoe meer neuronen gelijktijdig vuren, hoe meer activiteit we waarnemen. Het MEG-apparaat is volstrekt veilig en niet-invasief – het verricht metingen van buitenaf, net als een stethoscoop. Het is bovendien compleet geruisloos, zodat we baby's klanken kunnen laten horen en de reacties van hun hersenen kunnen registreren. Op de foto is gebruikgemaakt van een verstelbare stoel op maat waarmee de hoogte van de baby kon worden afgesteld en het hoofd van de baby tijdens de opnamen in een optimale positie onder de MEG-sensoren kon worden geplaatst.



<

**Figuur 2** Baby in een MEG-apparaat tijdens meting

Foto: Patricia Kuhl, Universiteit van Washington, Institute for Learning and Brain Sciences

We hebben nog een andere vraag onderzocht: zouden baby's klanken die ze op tv horen, op dezelfde wijze kunnen leren onderscheiden als de wijze waarop ze klanken onderscheiden die ze van mensen horen? We stelden twee groepen baby's van negen maanden oud bloot aan een taal die ze niet eerder hadden gehoord (Figuur 3a). De ene groep onderging twaalf sessies sociaal spel, waarin ze met een iemand in een voor hen nog onbekende taal boekjes lazen en met speelgoed speelden. De andere groep werd in dezelfde ruimte gedurende hetzelfde aantal sessies blootgesteld aan hetzelfde materiaal, maar dan via een televisiescherm (Kuhl *et al.*, 2003). Vervolgens onderzochten we door middel van het MEG-apparaat of de baby's hadden geleerd klanken in de onbekende taal te onderscheiden.

▷

**Figuur 3a** Blootstelling aan een vreemde taal

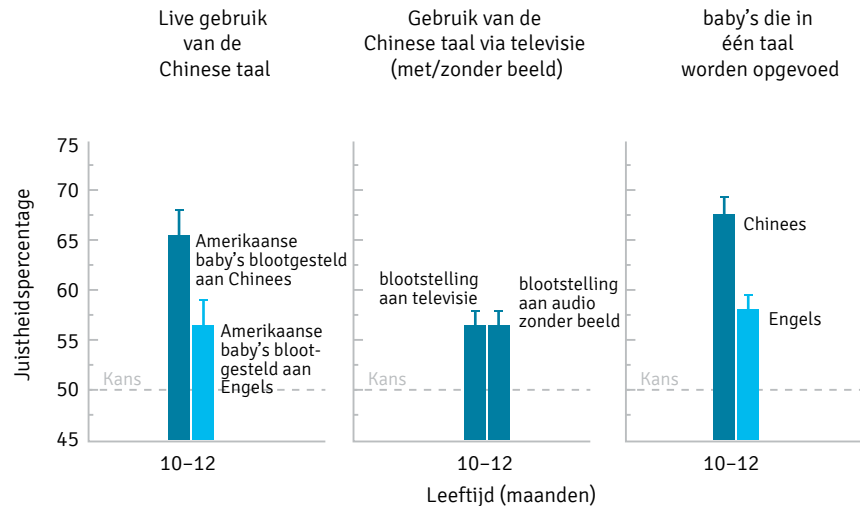
Bron: aanpassing van Kuhl *et al.* (2003)



▷

**Figuur 3b** Fonetisch onderscheid Mandarijns Chinees

Bron: aanpassing van Kuhl *et al.* (2003)



Uit Figuur 3b blijkt dat de baby's die naar de videobeelden keken, niets leerden. Tijdens de sessies keken ze weliswaar aandachtig naar het scherm, maar ze waren niet beter in het onderscheiden van klanken dan een controlegroep van baby's die Engels hoorden tijdens dezelfde soort taalspelsessies. De baby's die de vreemde taal hoorden van iemand die live contact met hen maakte, leerden echter enorm veel. Na slechts twaalf sessies waren ze statistisch gezien even goed in het onderscheiden van klanken als baby's in het vreemde land die 10,5 maanden naar de taal hadden geluisterd.

Deze uitkomst was verrassend, omdat wetenschappers op dat moment niet veel waarde hechtten aan sociale interactie op alledaagse momenten. Sociale interactie werd beschouwd als essentieel voor de sociale en emotionele ontwikkeling van een kind, maar het idee dat de sociale interactie tussen baby's en verzorgers de cognitieve ontwikkeling kon stimuleren, was nog niet algemeen aanvaard.

## Het babybrein en muziek

Tijdens 'cruciale fasen' in de ontwikkeling van een kind worden de hersenen ingesteld op het 'verwachten' van input uit de omgeving. Babyhersenen zijn, zoals we dat noemen, 'in afwachting van ervaring'. Als de omgeving op het cruciale moment de juiste soort input levert, worden op basis daarvan hersennetwerken gevormd. Als de baby 6 tot 12 maanden oud is, 'verwachten' zijn hersenen taal en verwachten ze die in een sociale context. Als dat gebeurt, wordt er buitengewoon veel geleerd. Ons onderzoek heeft aangetoond dat als baby's betrokken worden bij verbale uitwisselingen, niet alleen de auditieve hersengebieden worden geactiveerd, maar ook de gebieden die baby's gebruiken wanneer ze contact maken en terugpraten – waarbij een soort tweegesprek tussen de ouder en het kind ontstaat.

Een promovendus in mijn laboratorium, Christina Zhao, was benieuwd naar de effecten van muziek op het babybrein. Christina is concertpianiste en vroeg zich af of de cognitieve ontwikkeling van baby's bevorderd zou worden door muziekexperimenten in sociale spelgroepen. Als musicus vermoedde zij dat er veel meer zou gebeuren dan alleen het trainen van het auditieve systeem om muzieknoden waar te nemen.

Samen ontwikkelden we een experiment waarin we de experimenten nabootsten die ik had uitgevoerd met betrekking tot het leren van een taal door baby's. Baby's van 9 tot 10 maanden oud, de fase waarin hun hersenen de klanken van taal leren, werden blootgesteld aan twaalf sessies sociaal spel. Maar in plaats van een nieuwe taal te horen, hoorden ze een bepaald muziekrítme – allerlei soorten walsen, van 'An der schönen blauen Donau' tot 'Take Me Out to the Ballgame'. De studie voldeed aan de voorwaarden waarvan bekend was dat essentieel zijn voor het leren van baby's: het was een sociaal experiment, de zintuigen werden op verschillende manieren geprikkeld en de baby's en hun ouders reageerden op de maat van de muziek – ouders

'Babyhersenen zijn, zoals we dat noemen, 'in afwachting van ervaring'. Als de omgeving op het cruciale moment de juiste soort input levert, worden op basis daarvan hersennetwerken gevormd.'

stimuleerden hun baby's hun voeten of handen mee te bewegen met de muziek of sloegen met hamertjes de maat van de muziek mee op trommels (Zhao and Kuhl, 2016).

Baby's werden willekeurig toegewezen aan het muzikale experiment of aan een controlegroep van baby's van dezelfde leeftijd. De controlekinderen werden met hun ouders ook ingedeeld in sociale groepen die twaalf sessies ondergingen waarin ze ook met trommels en hamertjes en dergelijke speelden, maar waarin ze geen ritme en geen muziek hoorden. Na de twaalf sessies werden de baby's uit beide groepen getest met het MEG-apparaat: we lieten een nieuwe wals horen en verstoorden de maat door de verwachte noot een fractie van een seconde later af te spelen, om te zien of hun hersenen zouden reageren.

Dat de baby's in de muziekgroep meer neurale activiteit in de auditieve hersengebieden zouden vertonen dan de baby's in de controlegroep, hadden we verwacht, maar – tot onze verrassing – vertoonden ze ook veel meer neuronenvuur in de prefrontale cortex, het gebied waar de aandacht wordt geregeld en patronen worden herkend. Het experiment had dus invloed op een groter, hoger gelegen hersengebied, dat baby's helpt bij het voorspellen van patronen in de omgeving.

'Wij denken dat de hersenen van baby's door de meest simpele routines sterker worden.'

We vroegen ons af de baby's door ons muziekexperiment beter waren geworden in het herkennen van andere patronen dan muziek. We testten ze dus verder aan de hand van een taal die ze niet kenden, het Japans; we lieten een lettergreep uit de maat vallen om te testen of de baby's die fout in het spraakritme zouden opmerken. Baby's in de muziekgroep vertoonden inderdaad meer hersenactiviteit in zowel de auditieve gebieden als de prefrontale cortex; doordat ze hadden geleerd maat te houden met het ritme van de wals, waren ze ook beter in staat patronen in een vreemde taal te herkennen.

De resultaten wijzen erop dat als baby's volgens bepaalde patronen auditief, visueel of haptisch worden geprikkeld, ze niet alleen hun zintuigen – oren, ogen of huid – trainen, maar ook leren patronen in de wereld te herkennen en te voorspellen.

## Waarom is het herkennen van patronen belangrijk?

We leven in een wereld waarin niemand precies weet wat er het volgende moment gaat gebeuren. Als je kunt voorspellen wat er gaat gebeuren, is je leven echter rustiger en houd je hersencapaciteit over voor creativiteit. Als je weet hoe je naar je werk moet rijden en waar de groenteboer en de bank zijn, heeft je geest meer ruimte om na te denken over spannendere, nieuwe en creatieve dingen.

Als baby's patronen en routines aanleren, maken ze hun geest ook vrij voor creatievere activiteiten. Wij denken dat de hersenen van baby's door de meest simpele routines sterker worden in gebieden die te maken hebben met patroonherkenning: als we muziek laten horen en baby's op de maat van de muziek laten meebewegen, of kiekeboe of soortgelijke andere spelletjes met hen spelen, herhalen we de patronen steeds opnieuw. Baby's weten dat ze aan het einde 'boe' zullen horen en genieten van de routine omdat ze die kunnen voorspellen. Baby's die deze activiteiten meemaken, verwachten dat de wereld logisch in elkaar zit en beginnen patronen in de wereld te zoeken, en dat is heel nuttig.

De tegenovergestelde situatie is evengoed denkbaar – een kind in een wereld die niet altijd logisch is. De wereld van sommige kinderen is ronduit chaotisch. Toxische stress bestaat: kinderen die worden misbruikt of verwaarloosd of die leven in een complete chaotische thuissituatie. Ze ervaren geen routinematige speelse patronen die veilig voorspellen wat er het volgende moment gaat gebeuren. Ze hebben geen verzorgers die voorspelbaar handelen als het gaat om eten, spelen en wassen – normale activiteiten waardoor kinderen een gevoel van geborgenheid en vertrouwen kunnen opbouwen. Het enige wat deze kinderen misschien kunnen voorspellen, is dat ze er op ieder moment weer van langs kunnen krijgen of op zichzelf aangewezen zullen zijn. Dat is een compleet andere wereld voor het kind. We verwachten dat de hersenen van een verwaarloosd kind zich volgens een heel ander patroon ontwikkelen.

Ervaringen op jonge leeftijd zijn krachtig omdat ze patronen aandragen. Wij denken dat deze patronen van grote invloed zijn op de samenstelling van het babybrein en dat deze vroege hersenontwikkeling grote invloed heeft op de hersenontwikkeling en de vaardigheden van het kind in de toekomst.

## Verwijzingen

---

Kuhl, P.K. (2004). Early language acquisition: cracking the speech code. *Nature Reviews Neuroscience* 5: 831–43.

Kuhl, P.K., Tsao, F.-M. and Liu, H.-M. (2003). Foreign-language experience in infancy: effects of short-term exposure and social interaction on phonetic learning. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* 100: 9096–101.

Zhao, T.C and Kuhl, P.K. (2016). Musical intervention enhances infants' neural processing of temporal structure in music and speech. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* 113: 5212–17.