

Een multidisciplinaire benadering bij auditieve verwerkingsproblemen

Karin Neijenhuis^{1,2} en Martin Stollman³

¹ *Koninklijke Auris Groep, Auditief Communicatief Expertisecentrum Rotterdam*

² *Hogeschool Rotterdam, opleiding logopedie*

³ *Viataal St. Michielsgestel, Diagnostisch Centrum*

Bij de ontwikkeling van gesproken taal speelt de auditieve verwerking een belangrijke rol. Een auditief verwerkingsprobleem (AVP) verwijst naar moeilijkheden in het verwerken van auditieve informatie in het centrale zenuwstelsel. Deze moeilijkheden betreffen auditieve functies zoals geluidslokalisatie, auditieve discriminatie, patroonherkenning, temporele verwerking, verstaan in achtergrondgeluid en verstaan van laag-redundante spraak.

Diverse onderzoeken hebben aangetoond dat auditieve verwerkingsproblemen als een diagnostische eenheid kunnen worden beschouwd. Hierbij staan de auditieve problemen meestal niet op zichzelf, maar meer op de voorgrond ten opzichte van andere sensorische verwerkingsproblemen. In dit artikel wordt de comorbiditeit van auditieve verwerkingsproblemen en spraak- en taalproblemen, aandachts-, lees- en leerproblemen besproken. Hierdoor wordt duidelijk dat auditieve verwerkingsproblemen niet als een uni-modaal probleem gediagnostiseerd kunnen worden en een multidisciplinaire benadering vereisen. Geconcludeerd wordt dat inzichten vanuit de neuropsychologie, zowel in de klinische praktijk als in het wetenschappelijk onderzoek, meerwaarde kunnen bieden. Er worden auditieve subprofielen besproken, die vanuit neuropsychologische inzichten zijn ontwikkeld, maar verdere wetenschappelijke validering behoeven. Nader onderzoek naar subgroepen levert mogelijk betere aanknopingspunten op voor advisering en behandeling van personen met auditieve verwerkingsproblemen.

Inleiding

Typerende klachten van personen met auditieve verwerkingsproblemen (AVP) zijn: slecht verstaan in complexe luistersituaties (bijvoorbeeld in achtergrondlawaai),

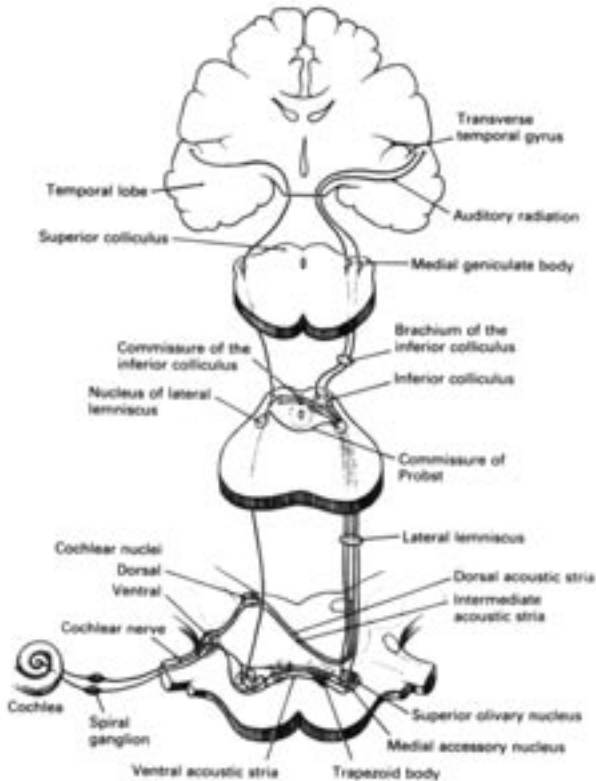
moeilijk kunnen volgen van mondelinge instructies en/of snelle, vervormde spraak. Daarnaast kan er sprake zijn van zwakke (auditieve) aandacht, problemen met richtinghoren en/of een zwak auditief geheugen (Bamiou, Musiek & Luxon, 2001; Neijenhuis, 2003a). Iemand met bovengenoemde klachten kan naar een Audiologisch Centrum worden verwezen om de auditieve vaardigheden in kaart te brengen. In de meeste gevallen is van tevoren onduidelijk of de luisterproblemen hun oorsprong vinden in slechthorendheid ('niet horen'), auditieve verwerkingsproblemen ('niet verstaan'), taal- of intelligentieproblemen ('niet begrijpen'), aandachtsproblemen ('niet luisteren') en/of gedragsproblemen ('niet willen luisteren'). Er kunnen dus vele factoren een rol spelen. Pas nadat door multidisciplinaire diagnostiek de samenhang tussen deze factoren in kaart is gebracht, kan bepaald worden wat het meest op de voorgrond staat.

De diagnostiek van auditieve verwerkingsproblemen gebeurt allereerst door het uitsluiten van perifere gehoorproblemen. Indien een duidelijk verminderd gehoor wordt vastgesteld, is in de meeste gevallen de oorzaak van het luisterprobleem reeds duidelijk. Vervolgens moet worden vastgesteld hoe de samenhang is tussen de gesignaleerde luisterproblemen en andere (cognitieve en taal-) vaardigheden. Naast een zorgvuldig audiologisch onderzoek zijn een spraak-taalonderzoek en eventueel psychologisch onderzoek noodzakelijk om de specificiteit van auditieve verwerkingsproblemen te kunnen bepalen. Bovenstaande procedure is verwerkt in de volgende definitie van auditieve verwerkingsproblemen: 'Auditieve verwerkingsproblemen zijn problemen in het horen en spraakverstaan, ondanks een normaal gehoor op basis van standaard (toon- en spraak-) audiometrie. Deze problemen zijn specifiek voor de auditieve modaliteit en (relatief) onafhankelijk van mentale vaardigheden' (Neijenhuis, 2003a).

Wat betreft de specificiteit van auditieve verwerkingsproblemen is het laatste woord nog niet geschreven. Alhoewel het belangrijk is om te bepalen of problemen specifiek zijn voor de auditieve modaliteit (McFarland en Cacace, 1995), is het vanwege de interactie van de neuro(psycho)logische processen en van de diverse gedragsfactoren tijdens de testprocedure onmogelijk om de diverse vaardigheden en modaliteiten onafhankelijk van elkaar te testen. Daarom is het consensus-document van the American Speech-Language-Hearing Association op dit vlak aangepast: '*... any definition of (C)APD that specifies complete modality-specificity as a diagnostic criterion is neurophysiologically untenable. Instead, our definition and conceptualization of (C)APD must be consistent with the manner in which auditory and related processing occurs in the CNS*' (ASHA, 2005, p.2). Bij gebrek aan objectieve instrumenten om de specificiteit aan te tonen is het des te meer van belang om discrepanties te beschrijven, waardoor de het aannemelijk gemaakt kan worden dat auditieve verwerkingsproblemen meer op de voorgrond staan dan overige problemen. Deze discrepanties worden aangetoond door vergelijkingen te maken van bijvoorbeeld spraakverstaan in stilte vs. spraakverstaan in (akoestisch) complexe situaties, of auditieve vs. niet-auditieve (bijvoorbeeld visuele) waarneming.

Auditieve verwerkingsprocessen

Auditieve verwerking vindt plaats in het centraal zenuwstelsel. In tegenstelling tot datgene wat bekend is over het functioneren van het perifere gehoor, is er over het neurale auditief systeem veel minder bekend. Wel is bekend, dat bijvoorbeeld in de hersenstam, op het niveau van de bovenste olijkern (nucleus olivarius superior; zie figuur 1), de auditieve zenuwbanen elkaar kruisen. Een stoornis op dit niveau kan het verwerken van binauraal en/of dichotisch aangeboden signalen verstoren (Musiek en Baran, 1986). Op corticaal niveau vindt meer subtiele verwerking van geluid en spraaksignalen plaats (Palmer en Summerfield, 2002). De hersenbalk (corpus callosum) speelt een belangrijke rol bij de integratie van auditieve informatie; de complementaire functies van de twee hersenhelften worden hiermee samengevoegd. Zo is de linker hersenhelft meer gespecialiseerd in verwerking van spraak en temporele aspecten, en de rechter hersenhelft in muzikale en prosodische aspecten (Musiek, 1986).



Figuur 1: neuro-anatomisch model van auditieve verwerking. Auditieve signalen komen binnen via de cochlea (linksonder) en worden vervolgens via de zenuwbanen geleid naar de hoger gelegen structuren, met als einddoel de auditieve cortex. (Uit: Scott-Brown's Otolaryngology 6th edition (1997), edited by A.G.Kerr. Oxford: Butterworth-Heinemann)

Er kunnen verschillende auditieve processen onderscheiden worden. Deze zijn gedefinieerd door een werkgroep van the American Speech-Language-Hearing Association in 1996: lokalisatie en lateralisatie van geluid, auditieve discriminatie, auditieve patroonherkenning, temporele verwerking, verstaan in achtergrondgeluid en verstaan van laag-redundante spraak. Deze auditieve processen zijn relatief onafhankelijk van elkaar en behoeven dus allemaal evenveel aandacht bij het in kaart brengen van auditieve verwerkingsproblemen. Processen, die op hoger niveau een rol spelen bij de auditieve verwerking zijn: geheugen, taalbegrip, leervermogen en aandacht. Dit is echter alleen het geval wanneer ze gerelateerd zijn aan het verwerken van akoestische signalen (Bellis, 2003).

De auditieve verwerkingsprocessen vinden als bottom-up proces plaats, aangezien het hier gaat om auditieve signalen die binnenkomen via het gehoor en op hoger niveau worden 'vertaald' naar een betekenisvolle boodschap. Echter, het luisteren zelf wordt ook door top-down processen beïnvloed. Met name bij het spraakverstaan in rumoer maakt men meer gebruik van talige kennis ter compensatie van de gemiste auditieve (bottom-up) input.

Diagnostiek

Gezien het aantal te onderscheiden auditieve functies wordt bij diagnostiek gebruik gemaakt van meerdere tests in een testbatterij. Een belangrijk principe in de ontwikkeling van auditieve verwerkingstests is dat van de verminderde redundantie (Bocca en Calearo, 1963). Hierbij wordt gebruik gemaakt van het feit, dat normale spraak redundant is; zelfs als het spraaksignaal niet volledig is (door vervorming of weglating van onderdelen), is een normale luisteraar in staat om het te verstaan. Iemand met een auditief verwerkingsprobleem heeft deze redundantie juist extra hard nodig bij het spraakverstaan en zal bij een vermindering van de redundantie problemen vertonen. (Spraak)geluiden worden dus in complexe luistersituaties aangeboden om het auditieve systeem als het ware 'uit te dagen'. Een voorbeeld van een test met monaurale laag-redundante spraak is een spraak-in-ruis test: door toevoeging van stoorruis aan het signaal wordt de redundantie van de spraak verminderd. Een andere categorie tests is de dichotische spraaktest; hierbij wordt aan beide oren tegelijk spraak aangeboden, waarbij het rechteroor een ander spraaksignaal krijgt aangeboden dan het linkeroor. Bij een binaurale integratietaak moet de luisteraar alle geluiden weergeven die gehoord werden, bij een binaurale separatietaak wordt gevraagd om weer te geven wat aan één bepaald oor gehoord werd. Voor een overzicht van andere categorieën van auditieve tests: zie tabel 1.

In de laatste jaren zijn er in Nederland testbatterijen ontwikkeld voor diverse leeftijdsgroepen. De 'Nijmeegse testbatterij voor auditieve verwerkingsproblemen' (Neijenhuis et al., 2002; Neijenhuis, 2003b) en de 'auditieve tests in ontwikkeling', voor basisschoolkinderen (Simkens en Verhoeven, 2000) worden reeds klinisch

toegepast. De ‘Auditieve tests voor Kleuters’ (Stollman et al., 2004) is reeds genormeerd, maar behoeft nog nader onderzoek naar de klinische toepasbaarheid. In tabel 1 vindt u een samenvatting van de Nederlandstalige auditieve verwerkingstests met de bijbehorende auditieve testcategorieën, zoals onder andere aangegeven door de ASHA (2005).

Tabel 1. Overzicht van Nederlandstalige testbatterijen voor de diagnostiek van auditieve verwerkingsproblemen, gerangschikt naar verschillende auditieve testcategorieën.

	Auditieve Tests voor Kleuters (Stollman, Neijenhuis, Simkens & Snik, 2004)	Auditieve tests in ontwikkeling (Simkens en Verhoeven, 2000)	Nijmeegse testbatterij voor AVP (Neijenhuis et al, 2002; 2003)
Leeftijdsklasse	4;0 - 7;6 jr	5;6 - 10;6 jr	> 8;6 jr
<i>Auditieve aandacht</i>	Aandachtstest		
<i>Auditieve discriminatie</i>	Auditieve discriminatie Test (ADIT-A)		Categoriale spraakwaarnemingstest
<i>Auditieve integratie/separatie</i>	Dichotische Woorden Test	Dichotische Woorden Test Woorden met competitieve ruis Woorden met competitieve spraak	Dichotische Digit Test
<i>Temporele ordening</i>	Random Gap Detection Test	ISI-test	Patroonherkenningsstest (FTP, DPT)
<i>Monaurale laag-redundante spraak</i>	Woorden-in-ruistest	Gefilterde spraaktest Woorden-in-ruistest Woordherkenningsstest (WH)	Gefilterde spraaktest Woorden-in-ruistest Zinnen-in-ruistest
<i>Binaurale interactie</i>	Binaural Masking Level Differences (BMLD)	Binaurale fusietest	Binaurale fusietest
<i>Auditief geheugen</i>			Cijferreeksen (WISC)
<i>Fonologisch bewustzijn</i>	Lindamood Auditory Conceptualization test (LAC)	Lindamood Auditory-Conceptualization test (LAC)	

Comorbiditeit

De relatie tussen auditieve processen en processen op hoger niveau (taal, geheugen, intelligentie) is in verschillende onderzoeken aangetoond; Met name kinderen met auditieve verwerkingsproblemen vertonen vaak stoornissen in gerelateerde vaardigheden. Veel voorkomende geassocieerde stoornissen zijn dyslexie, spraak-taalproblemen en ADHD. Daarnaast worden vaak periodes van middenoorproblemen gerapporteerd; in het evaluatie-onderzoek van de Nijmeegse testbatterij betrof dit 45 % van

de onderzoeksgroep kinderen en volwassenen. Tevens bleek ongeveer de helft van de kinderen (12 van de 25) twee of meer bijkomende problemen te hebben (Neijenhuis, Snik & van den Broek, 2003; zie tabel 2).

Tabel 2. Gegevens, verzameld bij 25 kinderen die het audiologisch centrum in Nijmegen bezochten vanwege klachten over de auditieve verwerking. Naast een vragenlijst, ingevuld door de leerkracht, zijn bijkomende problemen geïnventariseerd in een gesprek met de ouders (Neijenhuis, Snik & van den Broek, 2003).

		aantal kinderen met problemen
vragenlijst (n=20)	verstaan in rumoer	16
	begrijpen van meerledige opdrachten	12
	verstaan van gedegradeerde spraak	9
	Richtinghoren	12
	auditief geheugen	11
bijkomende problemen (n=25)	lees- en/of spellingsproblemen	6
	spraak-taalontwikkelingsproblemen	18
	Middenoorproblemen	11
	Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD)	2
	meer dan 1 bijkomend probleem	12

AVP en aandachtsproblemen

Aandacht en geheugen spelen een duidelijke rol bij auditieve tests. Zo is er al menig onderzoek besteed aan de differentiaaldiagnose tussen auditieve verwerkingsproblemen en ADHD (Chermak, Hall & Musiek, 1999; Keller en Tillery, 2002; Riccio et al., 1996). Hierin wordt aangetoond dat er sprake is comorbiditeit tussen AVP en ADHD, maar dat beide stoornissen ook onafhankelijk van elkaar kunnen voorkomen. In de praktijk kan deze samenhang in kaart gebracht worden door het gebruik van aandachtstests. Riccio en collega's (2005) gebruikten de 'Test of Variables of Attention' (TOVA) bij 36 kinderen met auditieve verwerkingsproblemen. Bij deze visuele 'Continuous Performance Test' reageerde het kind op een 'X' op het computerscherm door telkens op de spatiebalk te drukken. Bij vergelijking met de scores op auditieve verwerkingstests bleken er geen significante correlaties te zijn tussen auditieve vaardigheden en aandachtsscores, hetgeen zou betekenen dat auditieve verwerkingsproblemen relatief onafhankelijk zijn van aandachtsproblemen. Volgens de auteurs is deze test bruikbaar in de differentiaaldiagnose tussen ADHD en AVP. De auteurs adviseren om naast een auditieve aandachtstest een visuele aandachtstest af te nemen, zodat vastgesteld kan worden of de (eventuele) aandachtsproblemen specifiek zijn voor de auditieve modaliteit. Een auditief verwerkingsprobleem wordt dan gekenmerkt door een zwakke score op de auditieve aandachtstest, in tegenstelling tot een goede score op de visuele aandachtstest. ADHD wordt bij deze testopzet gekenmerkt door zwakke scores op aandachtstests in het algemeen (visueel en auditief).

Kinderen met ADHD blijken, naast de zwakke scores op aandachtstests, een specifiek scorepatroon te vertonen op de overige auditieve verwerkingstests. Hierbij blijkt

ook een zwak geheugen een rol te spelen. Keller en Tillery (2002) vonden vaak het AVP-subtype ‘tolerance-fading memory’ in de testcores van kinderen met ADHD. Bij dit subtype komen vooral problemen voor met korte termijn geheugen en spraak-verstaan in ruis. Ook wordt opgemerkt dat auditieve ordeningsproblemen vaak een rol spelen bij ADHD. Riccio en collega’s (2005) toonden aan dat het geheugen (gemeten door middel van zinnen nazeggen) geen onafhankelijke factor is bij de diagnostiek van auditieve verwerkingsproblemen. Enerzijds zou je hieruit kunnen afleiden dat een normale auditieve verwerkingsvaardigheid een voorwaarde is voor een goed werkend auditief geheugen. Anderzijds kan een gestoorde auditieve verwerking de werking van het auditief geheugen verstoren.

AVP en leesproblemen

Ook bij leesproblemen zijn verbanden aangetoond met auditieve verwerkingsproblemen. Ook hier zijn er aanwijzingen voor relaties met specifieke auditieve subtypes. Bij personen met dyslexie zijn aanwijzingen gevonden voor een onderliggend probleem in de auditieve temporele verwerking, namelijk het waarnemen van kortduurende, snel opeenvolgende auditieve signalen (o.a. Tallal, 1980). Hierdoor zouden problemen ontstaan in fonologische vaardigheden, die benodigd zijn voor het lezen. In een uitgebreid overzicht laat Rosen (2003) echter zien, dat auditieve problemen slechts in een kleine groep kinderen met dyslexie aantoonbaar zijn. Bovendien zijn deze auditieve problemen niet alleen aanwezig bij auditieve taken die de snel opeenvolgende signalen (‘rapid auditory processing’) betreffen. In een recent onderzoek van Boets et al. (2005) bij 5-jarige kinderen met een risico op dyslexie werd deze ‘rapid auditory processing’-hypothese getoetst door een aantal auditieve taken te vergelijken met fonologische vaardigheden. Hierbij bleek er een sterk verband tussen vaardigheden in spectrale auditieve verwerking en fonologisch bewustzijn (waaronder rijmen). De bovengenoemde problemen in temporele verwerking waren in deze groep niet zo prominent als verondersteld. Er was echter wel een significante relatie tussen auditieve en fonologische vaardigheden.

Simkens en Verhoeven (2000) onderzochten een groep 10-jarige kinderen met een leesachterstand van 2 jaar met de reeds eerder genoemde auditieve tests voor basisschoolkinderen. Op alle auditieve taken werd een significant verschil gevonden ten opzichte van leeftijdsgenoten. Bij fonologische taken (Lindamood Auditory Conceptualization Test en Woordherkenningstaak uit Taaltests voor Kinderen) werd echter een opvallend groter verschil gevonden.

Bij kinderen met leesproblemen kan men dus mogelijk uitval verwachten op auditieve verwerkingstests, die gerelateerd zijn aan fonologische vaardigheden. Echter, niet alle kinderen met leesproblemen vertonen auditieve verwerkingsproblemen.

AVP en spraak-taalproblemen

Bovenstaande conclusie over de relatie tussen auditieve problemen en leesproblemen geldt ook voor taalproblemen. Het is duidelijk dat auditieve problemen onderdeel kunnen zijn van een taalprobleem. In een Nederlands onderzoek naar de classifica-

tie van kinderen met ernstige spraak-taalmoeilijkheden werd aangetoond dat er een subgroep kinderen bestaat met auditieve problemen (van Daal, Verhoeven en van Balkom, 2004). Bij de indicatiestelling voor het speciaal onderwijs (cluster twee, ESM) vormt de auditieve verwerking één van de vier componenten waarmee een ernstig spraak-taalprobleem beschreven wordt. Onderzoek bij deze populatie ESM-kinderen met behulp van auditieve verwerkingstests toont met name uitval op auditieve decoderingstaken en dichotisch spraakverstaan (Simkens & Verhoeven, 2003).

Naast relaties tussen auditieve stoornissen en taalstoornissen zijn er ook relaties gevonden tussen auditieve stoornissen en spraakproductiestoornissen. Zo is onder meer aangetoond dat kinderen met spraakontwikkelingsdyspraxie problemen hebben met de categorale perceptie van fonemen (Groenen et al., 1996).

Subgroepen

De verschillen in de auditieve scoreprofielen van bovenstaande onderzoekspopulaties suggereren dat er ook binnen de populatie met auditieve verwerkingsproblemen specifieke subgroepen bestaan. Deze subgroepen zouden elk een specifiek scoreprofiel kunnen hebben, dat gerelateerd is aan de aard van de bijkomende problemen. De gezamenlijke onderliggende (neuro)psychologische processen zouden hiervoor mogelijke aanwijzingen kunnen geven.

Deze neuropsychologische benadering van auditieve verwerkingsproblemen is uitgewerkt in het Bellis-Ferre model (Bellis, 1999). Hierin wordt uitgegaan van de veronderstelling, dat een dysfunctie in de hersenen een specifieke stoornis in auditieve processen veroorzaakt. Deze auditieve processen worden in het model gerelateerd aan gedrag, andere cognitieve functies en zelfs behandelmogelijkheden. Het model wordt veel gebruikt als praktisch hulpmiddel bij de interpretatie van scores op auditieve verwerkingstests, maar het is nog niet wetenschappelijk gevalideerd. Het bevat beschrijvingen van 5 verschillende auditieve subprofielen; drie primaire en twee secundaire. De primaire subprofielen ('auditory decoding deficit', 'prosodic deficit' en 'integration deficit') zijn het meest direct gerelateerd aan auditieve vaardigheden, de secundaire subprofielen ('output-organization deficit' en 'auditory associative deficit') bevatten veel verwijzingen naar overkoepelende vaardigheden (zoals planning, organisatie). We volstaan hier met een beschrijving van de drie primaire subprofielen.

Een *auditieve decoderstoornis* wordt gekenmerkt door een bilaterale stoornis op dichotische spraaktests, gecombineerd met een bilaterale stoornis op monoraal aangeboden laag-redundante spraak. De onderliggende dysfunctie bevindt zich in de primaire auditieve cortex (linker hemisfeer). De problemen uit zich volgens Bellis in decoderingsproblemen op laag niveau, zoals bekend bij personen met een gehoorverlies: frequent misverstaan, slecht spraakverstaan in ruis, zwakke analytische vaardigheden. Een *prosodische stoornis* kenmerkt zich door een linker oorstoornis op dichotische spraaktests, gecombineerd met problemen in patroonherkenning

(zowel benoemen als neuriën). Een dysfunctie in de niet-primaire auditieve cortex en associatieve gebieden in de rechter hemisfeer zou hieraan ten grondslag liggen. Het probleem uit zich met name in een zwakke vaardigheid in de waarneming van prosodische aspecten van de taal. Bij een *integratiestoornis* hoort een linkeroorstoornis op dichotische spraaktests, gecombineerd met problemen in patroonherkenning (alleen benoemen). Hierbij zou het corpus callosum niet goed functioneren. Dit uit zich in een zwak verband leggen tussen prosodische en linguïstische bedoeling en een zwak spraakverstaan in ruis. In het algemeen is dit gerelateerd aan auditieve taken die inter-hemisferische integratie vragen.

De validiteit van deze subprofielen van het Bellis-Ferre model (Bellis, 1999) is onderzocht in twee Nederlandse studies (Neijenhuis & Snik, 2003; Nijland, 2003) bij personen met auditieve verwerkingsproblemen, onderzocht op een audiologisch centrum. Nijland (2003) onderzocht 109 kinderen in de basisschooleeftijd met de auditieve tests van Simkens en Verhoeven (2000). De studie van Neijenhuis en Snik (2003) betrof 49 kinderen (ouder dan 8 jaar) en volwassenen, waarbij gebruik werd gemaakt van de Nijmeegse testbatterij (Neijenhuis, 2003b). Bij beide studies werden de subprofielen bepaald aan de hand van het scoreprofiel, dat verkregen werd door afname van de testbatterij. Bij het indelen in subprofielen is gekozen voor een gewijzigde indeling ten opzichte van het Bellis-Ferre model. Vanwege de testopzet was er in beide studies geen onderscheid te maken tussen een prosodische en integratiestoornis (bij de patroonherkenningstest werd bijvoorbeeld geen onderscheid gemaakt tussen neuriën en benoemen). Daarnaast waren er extra categorieën nodig om de groep beter te kunnen indelen; er waren in beide onderzoeksgroepen ook personen met niet-afwijkende scores ('normale scores') en personen waarbij op nagenoeg alle auditieve tests afwijkend werd gescoord ('globale auditieve stoornis'). Een categorie 'overig' werd toegevoegd, aangezien niet iedereen in bovenstaande categorieën in te delen was. Met behulp van deze indeling bleek meer dan de helft van de personen met auditieve verwerkingsproblemen in te delen. Volwassenen en oudere kinderen lijken gemakkelijker in te delen dan basisschoolkinderen. Mogelijk is de oudere onderzoeksgroep minder heterogeen dan de jongere.

Tabel 3. Vergelijking van de resultaten van twee Nederlandse studies (Neijenhuis & Snik, 2003, n=49; Nijland, 2003, n=109), waarbij het Bellis-Ferre model is toegepast bij het indelen van de testresultaten in auditieve subprofielen.

Profiel	Nijland (2003)	Neijenhuis & Snik (2003) ¹
Normale scores	13%	11%
Auditieve decodeerstoornis	10%	26%
(Prosodische of) integratiestoornis	3%	11%
'Globale' auditieve stoornis	30%	15%
Overig	44%	38%

¹ Door afronding komt het totaal niet op 100% uit. Overigens zijn bij deze percentages de resultaten van 2 personen niet meegerekend, vanwege het ontbreken van een aantal testcores.

Een andere manier om meer inzicht te krijgen in mogelijke subgroepen in auditieve verwerkingsproblemen, is het toepassen van factoranalyses om clusters van samenhangende testcores op te sporen. Zowel voor de Nijmeegse testbatterij als voor de auditieve tests voor basisschoolkinderen zijn deze analyses verricht (Neijenhuis et al., 2004; Simkens en Verhoeven, 2003). Bij beide testbatterijen zijn drie clusters van auditieve tests geformuleerd, waarbij het ‘verstaan/decoderen van laag-redundante spraak’ en ‘binaurale integratie’ gemeenschappelijke componenten zijn. Overige componenten zijn waarschijnlijk specifiek voor de testopzet en de leeftijdsgroep; ‘auditieve ordening’ bij de volwassenen en ‘fonologisch bewustzijn’ bij de kinderen.

Tabel 4. Auditieve componenten, resulterend uit factoranalyse van twee Nederlandse auditieve testbatterijen.

Nijmeegse testbatterij (Neijenhuis et al, 2003)	auditieve tests in ontwikkeling (Simkens en Verhoeven, 2000)
auditieve decodering	in redundantie verminderde spraak
auditieve integratie	binaurale integratie en segmentatie
auditieve ordening	fonologisch bewustzijn

Bovengenoemde subprofielen en indeling in componenten kunnen gebruikt worden ter vergemakkelijking van de interpretatie van auditieve testcores. Mogelijk kunnen hierdoor ook relaties gelegd worden met andere (logopedische en psychologische) scoreprofielen.

Conclusie

Auditieve verwerkingsproblemen worden vaak geassocieerd met andere neuro-cognitieve stoornissen, zoals aandachtsproblemen en taal(leer)problemen. Echter, de precieze aard van deze relaties is niet duidelijk. Daarnaast vertoont de populatie personen met auditieve verwerkingsproblemen heterogeniteit. Het gebruik van subprofielen en factoranalyses bij de beschrijving ervan werkt verhelderend, maar verdient nog nader wetenschappelijk onderzoek. Tenslotte kan kennis op het gebied van gereleerde neurocognitieve vaardigheden een meerwaarde bieden, zowel op klinisch als op wetenschappelijk vlak. Wat betreft de klinische diagnostiek van auditieve verwerkingsproblemen is het zinvol om door middel van neuropsychologisch onderzoek de relaties met neurocognitieve stoornissen, zoals bijvoorbeeld aandachtsproblemen, te beschrijven. Daarnaast lijkt het zinvol om wetenschappelijk bewijs te zoeken voor de subprofielen van het op neuropsychologische inzichten gebaseerde Bellis-Ferre model. Door de auditieve verwerkingsvaardigheden van personen met AVP te vergelijken met scores op neuropsychologische (en eventueel elektrofysiologische) tests zou het model gevalideerd kunnen worden. Het zal echter moeilijk blijven om een groep personen met AVP te definiëren, aangezien voor het vaststellen van auditieve

verwerkingsproblemen nog steeds een gouden standaard ontbreekt. In plaats daarvan lijkt de 'klinische standaard' het meest aangewezen middel: de combinatie van subjectieve gegevens (vragenlijsten, observaties) en (gedrags)testgegevens op het gebied van auditieve verwerking, aangevuld met differentiaaldiagnostische gegevens op het gebied van taal- en (neuro-)cognitieve vaardigheden.

Literatuurlijst

- American Speech-Language- Hearing Association (ASHA) (2005). *(Central) Auditory Processing Disorders*. Technical report.
- American Speech-Language- Hearing Association (ASHA) (1996). Central auditory processing: current research and implications for clinical practice. *American Journal of Audiology*, 5(2), 41-54.
- Bamiou, D. E., Musiek, F. E., & Luxon, L. M. (2001). Aetiology and clinical presentations of auditory processing disorders--a review. *Arch Dis Child*, 85(5), 361-365.
- Bellis, T. J. (2003). *Assessment and management of central auditory processing disorders in the educational setting; from science to practice* (2nd ed.). Clifton Park (USA): Thomson/Delmar Learning.
- Bellis, T. J. (1999). Subprofiles of central auditory processing disorders. *Educational audiology review*, Spring, 4-9.
- Bocca, E., & Calearo, C. (1963). Central hearing processes. In J. Jerger (Ed.), *Modern developments in audiology* (pp. 337-370). New York: Academic Press.
- Boets, B., Wouters, J., van Wieringen, A., & Ghesquiere, P. (2005). Auditory temporal information processing in preschool children at family risk for dyslexia: Relations with phonological abilities and developing literacy skills. *Brain Lang*, 18, (in druk)
- Chermak, G. D., Hall, J. W. r., & Musiek, F. E. (1999). Differential diagnosis and management of central auditory processing disorder and attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of the American Academy of Audiology*, 10(6), 289-303.
- Daal, J. van, Verhoeven, L., & van Balkom, H. (2004). Subtypes of severe speech and language impairments: psychometric evidence from 4-year-old children in The Netherlands. *J Speech Lang Hear Res*, 47(6), 1411-1423.
- Groenen, P., Maassen, B., Crul, T., & Thoonen, G. (1996). The specific relation between perception and production errors for place of articulation in developmental apraxia of speech. *J Speech Hear Res*, 39(3), 468-482.
- Keller, W. D., & Tillery, K. L. (2002). Reliable differential diagnosis and effective management of auditory processing and attention deficit hyperactivity disorders. *Seminars in Hearing*, 23(4), 337-348.
- McFarland, D. J., & Cacace, A. T. (1995). Modality specificity as a criterion for diagnosing central auditory processing disorders. *American Journal of Audiology*, 4(3), 36-48.
- Musiek, F. E. (1986). Neuroanatomy, neurophysiology, and central auditory assessment. Part III: Corpus callosum and efferent pathways. *Ear Hear*, 7(6), 349-358.
- Musiek, F. E., & Baran, J. A. (1986). Neuroanatomy, neurophysiology, and central auditory assessment. Part I: Brain stem. *Ear Hear*, 7(4), 207-219.
- Neijenhuis, K. (2003a). *Auditory processing disorders - development and evaluation of a test battery*, Proefschrift Radboud Universiteit Nijmegen.

- Neijenhuis, K. (2003b). *Handleiding 'Nijmeegse testbatterij voor auditieve verwerkingsproblemen'*. Nijmegen: UMC St. Radboud, afd. KNO/audiologisch centrum.
- Neijenhuis, K., & Snik, A. (2003). *Effects of age and hearing loss on the diagnosis of auditory processing disorders*. Voordracht ASHA annual convention, Chicago (USA). Abstract in: *The ASHA Leader*, vol. 8 issue 15, p.77.
- Neijenhuis, K., Snik, A., & van den Broek, P. (2003). Auditory processing disorders in adults and children; evaluation of a test battery. *International Journal of Audiology*, 42(7), 391-400.
- Neijenhuis, K., Snik, A., Priester, G., Kordenoordt Van, S., & van den Broek, P. (2002). Age effects and normative data on a Dutch test battery for auditory processing disorders. *International Journal of Audiology*, 41(6), 334-346.
- Neijenhuis, K., van Toor, T., Tschur, H., & Snik, A. (2004). Evaluatie van de Nijmeegse testbatterij voor auditieve verwerkingsproblemen bij volwassenen. *Stem-, spraak- en taalpathologie*, 12(3), 203-219.
- Nijland, L. (2003). Subgroepen van auditieve verwerkingsstoornissen bij kinderen. *Logopedie & Foniatrie*, 75(12), 386-393.
- Palmer, A. R., & Summerfield, A. Q. (2002). Microelectrode and neuroimaging studies of central auditory function. *Br Med Bull*, 63, 95-105.
- Riccio, C. A., Cohen, M. J., Hynd, G. W., & Keith, R. W. (1996). Validity of the Auditory Continuous Performance Test in differentiating central processing auditory disorders with and without ADHD. *Journal of Learning Disabilities*, 29(5), 561-566.
- Riccio, C. A., Cohen, M. J., Garrison, T., & Smith, B. (2005). Auditory processing measures: correlation with neuropsychological measures of attention, memory, and behavior. *Neuropsychol Dev Cogn C Child Neuropsychol*, 11(4), 363-372.
- Rosen, S. (2003). Auditory processing in dyslexia and specific language impairment: is there a deficit? What is its nature? Does it explain anything? *Journal of Phonetics*, 31, 509-527.
- Simkens, H., & Verhoeven, L. (2000). Auditieve vaardigheden bij kinderen; voortgang en voorlopige resultaten van lopend onderzoek. *Van Horen Zeggen*, 41(4).
- Stollman, M., Neijenhuis, K., Jansen, S., Simkens, H., Snik, A., & van den Broek, P. (2004). Development of an auditory test battery for young children: a pilot study. *International Journal of Audiology*, 43(6), 330-338.
- Tallal, P. (1980). Auditory temporal perception, phonics and reading disability in children. *Brain and Language*, 9(2), 182-198.