

Het muzikale brein

Dr. E. Baeck, Afdelingshoofd neurologie Algemeen Centrumziekenhuis Antwerpen, campus Stuivenberg.

Bewerking: K. Arts, neuroloog, Nijmegen

Dankzij moderne functionele beeldvormende technieken zoals PET (positron-emissietomografie), MEG (magneto-encefalografie) en fMRI (functionele magnetische resonantie-imaging) is de kennis van het cerebrale substraat van muzikale functies aan het eind van de vorige eeuw enorm toegenomen en op symposia wordt daar in toenemende mate aandacht aan besteed.¹⁻⁴ In dit artikel wordt het moderne onderzoek naar muziekperceptie en muziekproductie beschreven, zowel bij musici als niet-musici, en zowel bij gezonde proefpersonen als bij personen met hersenziekten.

--Expresinformatie--

Het voorkomen van afasie zonder amusie en vice versa suggereert verschillende neurale structuren voor linguïstische en muzikale functies. Melodie perceptie zou bij niet-musici holistisch gebeuren in de rechter hemisfeer en bij musici analytisch in de linker hemisfeer. De rechter hemisfeer lijkt verantwoordelijk voor de verwerking van de globale melodiecontour, de linker voor de verwerking van de intervalstructuur.

De neurologie van de muziekperceptie

Aan het einde van de 19de eeuw toonde Broca aan dat taalproductie afhankelijk was van een intacte linker hemisfeer en kort daarop liet Dejerine zien dat ook het vermogen tot lezen en het vermogen tot schrijven daarvan afhankelijk waren. Bij beschadiging van deze hemisfeer bij rechtshandigen konden afasie, alexie en agrafie ontstaan. Omdat muziek ook als een taal kan worden beschouwd, volgens sommigen zelfs als een universele taal, lag het voor de hand dat men op analoge wijze naar een cerebrale lokalisatie voor muziek zocht. Gevallen van expressieve of perceptieve amusie bij laesies in de rechter temporopariëtale cortex en observaties van afatische musici zonder amusie^{5,6}, suggereerden dat muzikale functies - in tegenstelling tot taal - in de rechter hemisfeer gelokaliseerd zijn. Het probleem was echter niet zo eenvoudig, want er werden ook gevallen beschreven van amusie zonder afasie bij patiënten met letsel in de linker hemisfeer. Maar hoe dan ook, het voorkomen van deze dubbele dissociatie (amusie zonder afasie en afasie zonder amusie) wees erop dat de neurale structuren voor linguïstische en muzikale functies op zijn minst partieel onafhankelijk zijn.

Met behulp van dichotische luistertests (waarbij ieder oor een ander geluid aangeboden krijgt) bij gezonde proefpersonen werden in 1961 de eerste antwoorden gevonden op de vragen die de bovengenoemde klinische bevindingen opwierpen.⁷ De linker hemisfeer bleek betrokken te zijn bij de perceptie van temporele, sequentiële en ritmische verschillen en de rechter hemisfeer bij de perceptie van toonhoogte, melodie en harmonie. Uit een studie met monaurale stimulatie bleek in 1974 echter dat er een onderscheid gemaakt moest worden tussen niet-musici en musici: de cerebrale dominantie voor het herkennen van melodieën was inderdaad rechts bij niet-musici, maar links bij musici. In overeenstemming met de theorie van hemisferische differentiatie zou de muzikale perceptie bij niet-musici holistisch in de rechter hemisfeer en bij musici analytisch in de linker gebeuren.⁸ Sommige auteurs concludeerden hieruit dat bij musici met beschadiging van de linker temporaalkwab, die lijden aan afasie maar niet aan amusie, de rechter hemisfeer compenseert. Professionele musici zouden gebruik kunnen maken van beide temporaal-kwabben en amusie zou daarom alleen kunnen ontstaan door bilaterale letsels.⁹ Toch kan een rechter hemisfeerletsel ook bij musici resulteren in muziekperceptiestoornissen, zoals een geval van receptieve amelodia bij een musicus met ischemie rechts temporaal in 2002 aantoonde.¹⁰

Lokalisatie van de perceptieprocessen

Meer helderheid bij het begrijpen van de verschillende verwerkingsprocessen tijdens muzikale perceptie werd verkregen in een neuropsychologisch onderzoek uit 1990, waarbij proefpersonen met een cerebrovasculair accident (CVA) werden onderzocht. Daarbij werd onder meer het bestaan van een interhemisferische afhankelijkheid bij muziekperceptie onthuld." Het bleek dat de rechter hemisfeer verantwoordelijk was voor de verwerking van de globale contour van een melodie, de linker voor de intervalstructuur, maar die had hiervoor ook een intacte rechter hemisfeer nodig. De perceptie van het ritme was afhankelijk van een intacte linker hemisfeer, maar de perceptie van het metrum kende geen hemisferische lateralisatie.

Helaas zijn CVA-letsels meestal te uitgebreid om een precieze corticale lokalisatie toe te laten. Daarom werd aanvullend onderzoek uitgevoerd bij patiënten die een rechter of linker temporale cortectomie voor onbehandelbare epilepsie hadden ondergaan.¹² De resultaten van dit onderzoek, gepubliceerd in 1998, bevestigden de bevindingen van de hierboven genoemde studie, maar toonden tegelijk aan dat niet de hele rechter hemisfeer noch de hele rechter temporale kwab verantwoordelijk is voor melodieperceptie, maar wel de bovenste temporale gyrus en voornamelijk het posterieure deel.

De rol van de linker temporale kwab bij de melodieperceptie kon niet verder worden ontrafeld, want een volledige resectie van de linker bovenste temporale gyrus met Wernickes spraakcentrum werd om klinische redenen steeds vermeden. Na een resectie van het anterieure deel van de bovenste temporale gyrus links of rechts was wel de metrumdiscriminatie gestoord maar niet het ritmegevoel. Er werd dus een dubbele dissociatie tussen ritme en metrum vastgesteld.

--Expresinformatie--

Met PET-technieken zijn neurale netwerken opgespoord die verantwoordelijk lijken voor de muziekperceptie. Muziek lezen, pianospelen en luisteren gaan gepaard met de activering van een netwerk dat over de cortices van de vier hersenkwabben en het cerebellum is verspreid. Ook netwerken voor muzikaal geheugen en muzikale verbeelding zijn beschreven.

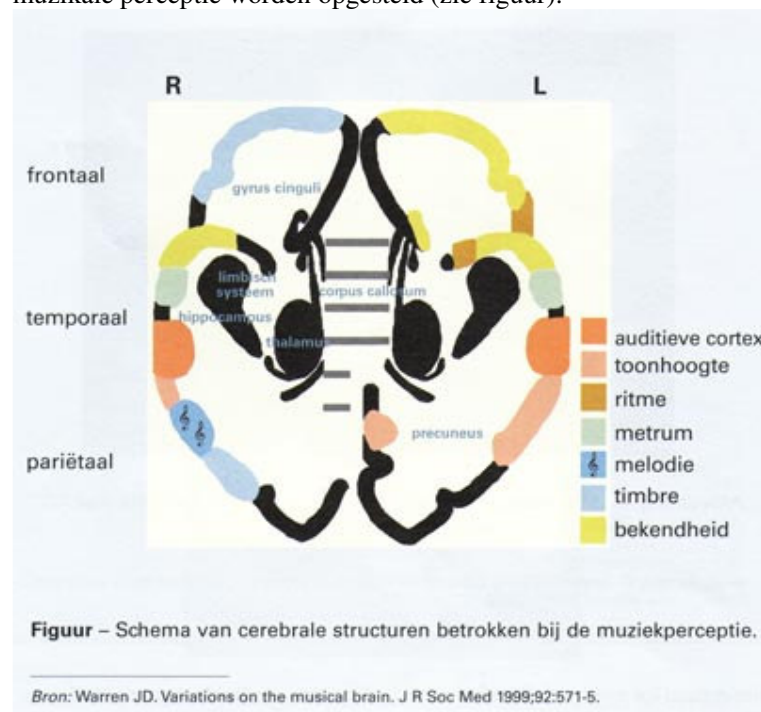
Modern onderzoek van de normale muziekperceptie

Het onderzoek naar de normale perceptie van muziek heeft erg geprofiteerd van de nieuwe onderzoeksmethoden. Met PET-technieken werden verschillende neurale netwerken ontdekt die betrokken zijn bij de muzikale perceptie. Zo beschrijft een studie uit 1992 hoe tijdens het lezen van een eenvoudig pianostuk, het uitvoeren daarvan met de (rechter)hand en het luisteren ernaar, een netwerk geactiveerd wordt dat verspreid is over de cortices van de vier hersenkwabben (linker motorische en premotorische cortex, beide temporale, pariëtale en occipitale cortices) en het (rechter) cerebellum.¹⁵ Dit netwerk functioneert relatief onafhankelijk van het netwerk dat verantwoordelijk is voor de taal, en omvat - waarschijnlijk vanwege het ruimtelijke aspect van de muzieknotatie - ook de bovenste pariëtale kwab, die normaal niet betrokken is bij verbale taken.

Ook het muzikaal geheugen en de muzikale verbeelding werden met PET onderzocht. Voor een studie uit 1994 moesten de proefpersonen afzonderlijke tonen en melodieën analyseren.¹⁶ Vergelijken van de toonhoogte van de eerste en laatste toon van een melodie veronderstelt het opslaan van de eerste toon gedurende een bepaald tijdsinterval (kortetermijngeheugen) en hiervoor bleek interactie nodig tussen de associatieve gehoorcortex in de rechter temporaalkwab en de frontale cortex. Hetzelfde onderzoeksteam kon in twee PET-studies, respectievelijk in 1996¹⁷ en 1999¹⁸, aantonen dat tijdens muzikale verbeelding, wanneer men een melodie in zijn hoofd hoort zonder reële auditieve stimulatie, er een uitgebreid netwerk actief is. Hierbij waren niet alleen de secundaire auditieve cortices in de temporale kwabben, de frontale kwabben, de supplementaire motorische area (SMA) en de linker pariëtale kwab betrokken, zoals bij effectieve melodieperceptie, maar ook de rechter auditieve associatiecortex en de inferieure frontopolaire cortex beiderzijds.

Afzonderlijke componenten van de muzikale perceptie, zoals bekendheid met een melodie, toonhoogte, ritme en timbre, werden geanalyseerd in een PET-studie bij niet-musici, gepubliceerd in 1997.¹⁹ Timbrediscriminatie bleek samen te gaan met een activatie in de rechter hemisfeer; in de

linker-hemisfeer werden activaties gevonden bij bekendheidstaken (foci in *Brodman area 47* en *22*), bij de toonhoogtetaak (in *area 18 & 19*), bij de ritmetaak (in *area 44 & 6* - het onderste deel van de *Broca area* - en in de insula). Vooral de activatie links in *area 18* en *19* bij de toonhoogtetaak was een onverwachte bevinding in deze studie van niet-musici. Daarbij moet worden opgemerkt dat deze taak voor de proefpersonen het moeilijkst was, vooral omdat deze om een meer analytische aanpak vroeg. Ondanks al deze opmerkelijke bevindingen blijft de kennis van de muziekperceptie nog fragmentarisch, vanwege de inherente beperkingen van de onderzoeksmethoden. Ten eerste is de totaalervaring van een muziekkuitvoering veel complexer dan de elementaire muzikale componenten die in een experimenteel onderzoek worden ontleed. Functionele beeldvorming geeft zo een overmatig gesimplificeerd beeld. Ten tweede vindt in een experimentele setting niet de normale manier van muziek beluisteren plaats en in deze omstandigheden kan muziekperceptie een activatie veroorzaken in cerebrale regio's die niet noodzakelijk betrokken zijn bij normaal luisteren. Ten slotte wordt in deze onderzoeken de rol van emoties, en dus van dieper gelegen cerebrale structuren als het limbische systeem, verwaarloosd. Functionele beeldvorming wordt dan misleidend. Met de gegevens uit beeldvormende technieken kan een voorlopig anatomisch schema voor de muzikale perceptie worden opgesteld (zie figuur).²⁰



Het akoestisch signaal komt langs de ascenderende auditieve banen via de hersenstam terecht in de primaire auditieve cortex van de bovenste temporale gyrus. Van hieruit worden componenten van de geluidsstimulus gezonden naar de aangrenzende associatiezones van de temporale kwab en naar verder gelegen cortexgebieden die verbonden zijn door neurale netwerken betrokken bij specifieke aspecten van de muzikale verwerking. Melodie en timbre worden voornamelijk verwerkt in de rechter hemisfeer, ritme in de linker. Hoewel hemisferische lateralisatie dus zeker bestaat, is een interhemisferische afhankelijkheid zeker niet uitgesloten: intervallenonderscheid is door de linker hemisfeer alleen mogelijk wanneer eerst de globale melodiecontour door de rechter is waargenomen. Uit verder onderzoek blijkt ook dat het cerebraal substraat van muziekperceptie niet alleen afhankelijk is van het type van de muzikale stimulus, maar ook van de graad van muzikale competentie (musicus of niet-musicus), van de manier van luisteren (oplettend luisteren of op achtergrond horen) en van het geslacht (bij vrouwelijke niet-musici een meer uitgesproken rechter dominantie).

Lateralisatie in het brein van de musicus

Muziekontvankelijkheid en muzikaal talent zijn kwalitatief verschillende aspecten van muzikaliteit. Het eerste is een vrijwel universeel gegeven dat tot het receptieve beperkt blijft, het tweede een specifieke begaafdheid, die zich in uitvoerende en compositorische prestaties uitdrukt. Dat er een verschil bestaat tussen de breinen van musici en niet-musici, werd al in 1982 aangetoond met een PET-studie waarbij de cerebrale verwerking van auditieve stimuli werd bestudeerd. Bij niet-musici gaven tonale geheugentaken (toonsequentietest) meer activiteit rechts en bij musici juist meer activiteit links, conform de respectievelijke holistische of analytische discriminatiestrategie. Het luisteren naar verschillende akkoorden (timbretest) resulteerde daarentegen ook bij musici in een overwicht van metabole activiteit in de rechter hemisfeer.¹⁴ In 1999 bevestigden de resultaten van transcraniale dopplersonografie het onderscheid in lateralisatie tussen niet-musici en musici.¹³ Bij niet-musici, en vooral bij vrouwen, vond men een toename van cerebrale bloed-stroomsnelheid in de rechter hemisfeer tijdens harmonieperceptie maar niet tijdens ritmeperceptie. Bij musici was de toename van bloedstroom in de linker hemisfeer onafhankelijk van de stimulus. Bij achtergrondmuziek, waarbij dus niet analytisch werd geluisterd, was er in beide groepen een toename van de bloedstroom in de rechter hemisfeer tijdens harmonieperceptie.

--Expresinformatie--

Mannelijke musici hebben gemiddeld een relatief groter cerebellair volume dan mannelijke niet-musici. Bij violisten hebben de vingers van de linkerhand een grotere representatie in de primaire somatosensorische cortex. De auditieve corticale representatie van muzikale tonen is toegenomen bij musici ten opzichte van niet-musici.

Grotere cerebrale representaties bij musici

Er zijn niet alleen verschillen in lateralisatie tussen musici en niet-musici, ook de grootte van de cerebrale representaties kan verschillen. In 2001 werd door vergelijkend onderzoek van scans uit een databank van anatomische MRI-beelden vastgesteld dat mannelijke musici gemiddeld een relatief groter cerebellair volume hebben dan mannelijke niet-musici.²¹ Dit verschil zou het gevolg kunnen zijn van microstructurele aanpassing van het cerebellum door vroeg begonnen complexe bimanuele vingeroefeningen. Bij vrouwen werd een dergelijk verschil niet gevonden, mogelijk omdat het cerebellum bij vrouwen tijdens de ontwikkeling het volwassen volume vroeger bereikt dan bij mannen en het relatief cerebellair volume bij vrouwen groter is dan bij mannen, zodat er bij hen misschien al een plafond is bereikt voordat ze met een muziekstudie beginnen.

Met magneto-encefalografie (MEG) werd in 1995 aangetoond dat de vingers van de linkerhand bij violisten een grotere representatie in de primaire somatosensorische cortex hebben dan bij een controlegroep.²² Dit was vooral duidelijk voor vingers 2 tot 5 die de snaren bespelen, minder duidelijk voor de duim die de hals van het instrument vasthoudt, en gold niet voor de rechterhand die de strijkstok beweegt. De toename van het dipoolmoment (de totale sterkte van corticale activering, dat wil zeggen het aantal neuronen betrokken bij de corticale respons) bleek gecorreleerd aan de leeftijd waarop met vioolstudie was gestart.

Met dezelfde techniek werd in 1998 ook een toegenomen auditieve corticale representatie bij musici aangetoond.²³ De geregistreerde dipoolmomenten voor pianotonen, maar niet voor zuivere tonen van dezelfde frequentie en sterkte, waren bij musici 25% groter dan bij controles. Deze bevinding was gecorreleerd met de beginleeftijd van muziekstudie: hoe jonger (vóór de leeftijd van 9 jaar), des te groter het effect. Bij de controlegroep was er daarentegen geen verschil in dipoolmomenten tussen piano- en zuivere tonen.

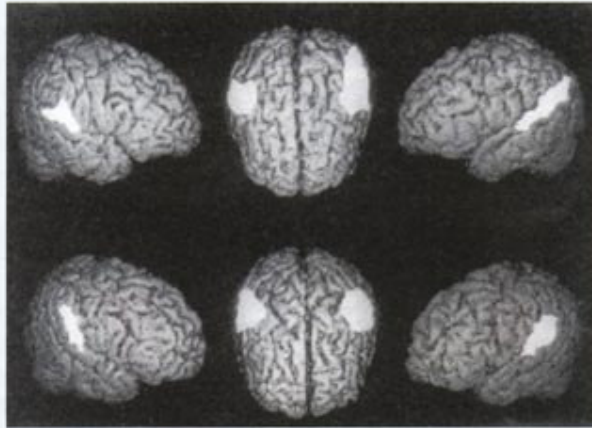
Dat in de sensorische hersenschors een functionele reorganisatie optreedt afhankelijk van de sensorische input die tijdens het muzikaal leerproces wordt verwerkt, kon in 2001 nogmaals bevestigd worden in een vergelijkende MEG-studie van violisten en trompettisten bij wie de auditieve corticale representatie voor muzikale timbres werd onderzocht.²⁴ Men vond een grotere auditieve corticale representatie voor het timbre van het hoofdinstrument (viool bij violisten en trompet bij trompettisten) vergeleken met het timbre van het andere instrument (viool voor trompettisten en trompet voor violisten): in beide groepen waren de dipoolmomenten opgewekt door de muzikale tonen van viool en trompet groter dan bij zuivere tonen en het meest uitgesproken voor het timbre van hoofdinstrument. De corticale representatie voor timbres is dus specifiek.

--Expresinformatie--

Bij musici met een absoluut gehoor is het linker planum temporale groter dan bij musici met een relatief gehoor en bij niet-musici. Bij het luisteren naar een muzikale toon treedt er bij musici met een absoluut gehoor een activatie op in de linker postérieure dorsolaterale frontale cortex, die bij musici met een relatief gehoor tijdens deze luistertest niet wordt geactiveerd.

Absoluut gehoor en planum temporale

Ook binnen de groep van musici worden verschillen aangetroffen met betrekking tot corticale representaties. Sinds 1968 is uit postmortemonderzoek bekend dat het planum temporale (het achterste deel van de auditieve cortex aan de bovenkant van de temporale kwab) links meestal een grotere oppervlakte heeft dan rechts en postérieur ongeveer 9 mm langer is. In 1995 werd deze anatomische asymmetrie in vivo bevestigd door morfometrie met magnetische resonantie (MRI) (zie afbeelding 1).²⁵



Afbeelding 1 – MRI-morfometrie van planum temporale: musicus met AG (boven) versus niet-musicus (onder).

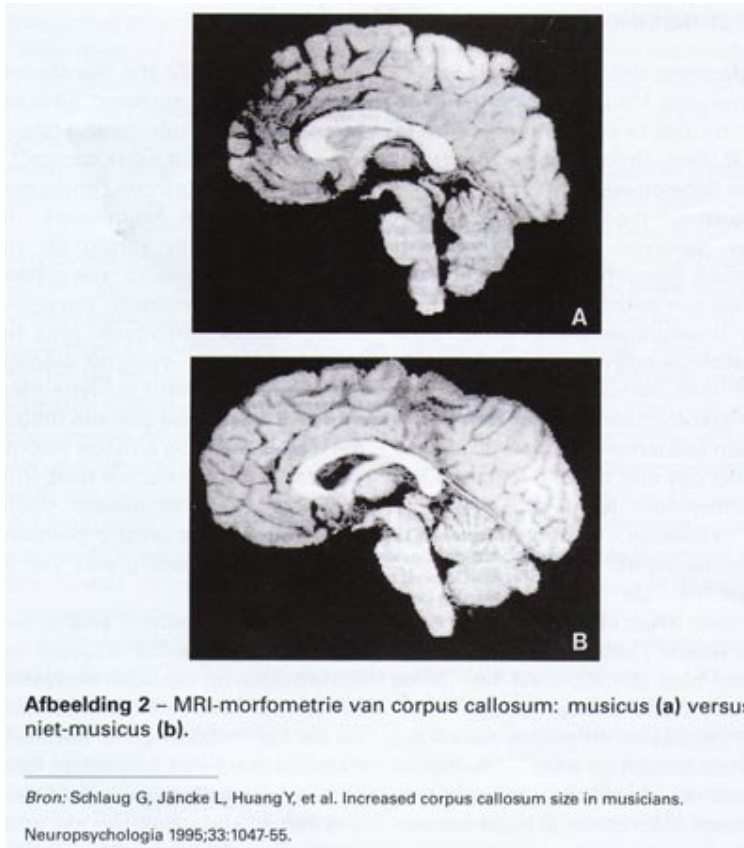
Bron: Schlaug G, Jäncke L, Huang Y, Steinmetz H. In vivo evidence of structural brain asymmetry in musicians. Science 1995;267:699-701.

De opmerkelijkste bevinding van dit onderzoek was evenwel dat het linker planum temporale groter is bij musici met een absoluut gehoor (AG). Een AG is een relatief zeldzame eigenschap, die erop neer komt dat men de toonhoogte van een noot kan identificeren en benoemen, zonder referentie aan andere noten. Bij musici zonder AG is het linker planum temporale even groot als bij de controlegroep, bestaande uit niet-musici. De ontdekkers van deze grotere asymmetrie van het planum temporale bij AG-bezitters verwezen terloops naar andere studies waaruit bleek dat AG bijna uitsluitend voorkomt wanneer de muziekstudie wordt aangevangen vóór het 7de jaar en bijna nooit na het 11 de jaar.

Waarschijnlijk hangt dit samen met de rijping van het centrale zenuwstelsel. De vezelstrengen en de intracorticale neuropil rijpen nog door tot de leeftijd van 7 jaar.

Deze grotere asymmetrie van het planum temporale bij musici met een AG is in overeenstemming met de hypothese dat de efficiëntie van de informatieverwerking wordt bevorderd wanneer de betreffende functies zo veel mogelijk in één hemisfeer zijn gelokaliseerd, omdat een interhemisferische transfer meer tijd zou vragen.

Vrijwel tegelijkertijd vonden dezelfde onderzoekers met *high resolution MRI* nog een ander neuroanatomisch substraat dat de snelheid van informatieoverdracht kan beïnvloeden.²⁶ Zij vonden bij musici die op jonge leeftijd (vóór het 7de jaar) met muziekstudies waren begonnen, in de voorste helft van het corpus callosum een duidelijke vergroting in vergelijking met de controlegroep en eveneens in vergelijking met musici die later hun studie hadden aangevangen (afbeelding 2).



De interhemisferische communicatie tussen de frontale cortices (de premotorische en de supplementaire motorische cortex), die verantwoordelijk zijn voor complexe bimanuele motorische handelingen, zou hierdoor bevorderd worden. Geïnterpreteerd als een adaptief structureel-functioneel proces dat het gevolg is van langdurige verhoogde stimulusintensiteit, past deze bevinding tevens bij het algemene concept van cerebrale plasticiteit.

Het absolute gehoor beter begrepen

In 1998 werd de neurale basis van AG verder ontrafeld in een functioneel-anatomische studie met PET en MRL.²⁷ Bij het luisteren naar een muzikale toon hadden twee groepen musici, één met een AG en één met een RG, dezelfde bloedstroomtoename in de auditieve cortex beiderzijds, maar de AG-groep toonde bovendien een activatie in de linker posterieure dorsolaterale frontale cortex. Bij het benoemen van intervallen werd ook bij de RG-groep in de linker posterieure dorsolaterale frontale cortex een activatie gevonden, maar bovendien was er een activatie in de rechter inferieure frontale cortex, die niet bij de AG-groep optrad. Het is dus mogelijk dat musici met een AG geen gebruik hoeven te maken van een werkgeheugen. De eerder genoemde asymmetrie van het linker planum temporale bij musici met een AG werd ook bij deze studie gevonden. Wanneer we bedenken dat dit planum temporale een auditieve associatiecortex bevat die rechtstreeks projecteert op de posterieure dorsolaterale frontale cortex, zou een AG dus mogelijk te danken kunnen zijn aan een bepaald regionaal activatiepatroon van een gespecialiseerd neuraal netwerk dat betrokken is in het herkennen van verbaal-tonale associaties.

In 1999 bevestigde een MEG-studie nogmaals de hypertrofie van het linker planum temporale bij musici met AG.²⁷ De ECD's (*equivalent current dipoles*) in de auditieve cortex van de linker hemisfeer waren bij musici met AG 6 mm meer posterieur gelokaliseerd dan bij niet-musici; in de rechter hemisfeer was er geen verschil. Tijdens het discrimineren van toonhoogte ontstaan bij musici met AG dus specifieke neuronale activiteiten in de auditieve cortex links.

Of de boven beschreven karakteristieke aspecten van de hersenen van musici verklaard worden door corticale plasticiteit onder invloed van training, door een aangeboren structurele eigenschap, of door beide, blijft voorlopig een open vraag. Het is immers niet bekend in welke mate de expressie van

neuroplastische processen gemoduleerd wordt door genetische en in welke mate door omgevingsfactoren.²⁹ Verdedigers van prenatale factoren wijzen er op dat asymmetrie van het planum temporale reeds optreedt bij de foetus tussen de 29ste en 31ste week. Volgens de ontdekkers van de timbre-specifieke vergroting van de auditieve corticale representatie is een neuroplastische verklaring echter eenvoudiger dan een genetische. Een genetische basis zou immers impliceren dat er mechanismen bestaan die coderen voor complexe tonen met een specifieke spectrale structuur, en dat deze genetische code voor spectrale structuur uiteindelijk bepaalt of iemand later voor bijvoorbeeld een viool- of een trompetstudie zal gaan kiezen.

--Expresinformatie--

Hoewel muziekontvankelijkheid een vrijwel universeel gegeven is, zijn gevallen beschreven van personen met een selectieve stoornis (congenitale amusie) van muziekperceptie, -geheugen en -uitvoering. Merkwaardige muzikale vaardigheden kunnen voorkomen bij mensen die licht tot zwaar verstandelijk gehandicapt zijn. Bij dementie blijven muzikale vaardigheden in sommige gevallen relatief goed bewaard in vergelijking met andere functies.

Modern onderzoek van afwijkende muzikaliteit

Het begrijpen van pathologie is altijd een essentiële motivatie voor geneeskundig onderzoek geweest. Daarnaast heeft kennis van de oorzaken van pathologie vaak bijgedragen tot een beter begrip van de normale fysiologie. Vóór de introductie van neurofysiologische methodes en in-vivobeeldvormingstechnieken bij gezonde proefpersonen, waren neuropathologisch en neuropsychologisch onderzoek van patiënten met unilaterale hersenletsels, bijvoorbeeld door CVA of neurochirurgische interventies, de enige mogelijkheid om het cerebrale substraat van muzikaliteit te doorgronden - zoals we zagen in het begin van dit artikel. Het moderne genetische, neuroanatomische en neurobiochemische onderzoek van aangeboren of degeneratieve cerebrale aandoeningen kan echter ook bijdragen tot een beter begrip van de relatie tussen muziek en hersenen.

Op het gebied van de muziekperceptie boekt dit moderne onderzoek in veel gevallen vooruitgang, bijvoorbeeld bij het onderzoek naar amusie en bij het onderzoek naar muzikale begaafdheid bij “idiots savants”.

Amusie

In 1878 zijn de eerste gevallen van congenitale amusie (*tone-deafness*) beschreven,³⁰ maar pas in 2002 verscheen de eerste systematische studie over deze zeldzame aandoening. Mensen met amusie zijn niet in staat zijn om enigerlei muzikale kennis te verwerven, ondanks elementair muziekonderricht en een normaal algemeen opleidingsniveau.³¹ Toch herkennen deze personen een normale spraakprosodie, omgevingsgeluiden en de menselijke stem, zodat hun handicap klaarblijkelijk specifiek op muziek betrekking heeft, met ernstige tekorten op de terreinen perceptie, geheugen en uitvoering. Deze congenitale amusie berust waarschijnlijk op een gering neuronaal schakeldefect in de auditieve cortex, resulterend in een stoornis van de toonhoogteperceptie. Beeldvormingstechnieken hebben dit schakeldefect nog niet aangetoond, maar de hypothese is interessant, want kennis van de oorzaken van congenitale amusie zou een antwoord kunnen geven op de vraag of muziekperceptie en -verwerking iets te maken hebben met een werkelijke cerebrale specialisatie.

Muzikale idiots savants

In 1968 werd de casus gepubliceerd van een 16-jarige, verstandelijk en motorisch gehandicapte patiënte die niet kon schrijven of lezen, maar desondanks buitengewoon goed piano kon spelen.³² Retrospectief gezien betrof het waarschijnlijk een Angelmansyndroom,³³ want de patiënte had epileptische aanvallen in de eerste levensjaren, begon pas te lopen met 4,5 jaar en te spreken rond de leeftijd van 6 jaar, zonder hierin veel vooruitgang te boeken. Het meisje leek een absoluut gehoor te hebben, speelde niet alleen melodieën die ze had gehoord, maar begeleidde ze op de piano ook harmonisch, soms zelfs contrapuntisch, in verschillende toonaarden, wat pleit voor een groot akoestisch voorstellingsvermogen en geheugen. Ondanks haar zwakzinnigheid bleken de cerebrale netwerken voor muzikale vaardigheden dus prima te functioneren.

Ook bij het syndroom van Williams functioneren deze netwerken blijkbaar uitstekend. Patiënten met dit genetisch bepaalde syndroom hebben een elfach-tige gelaatsuitdrukking, cardiovasculaire

afwijkingen en een lichte tot matige mentale retardatie.³⁴ Hun neuropsychologische profiel vertoont een merkwaardige dissociatie tussen een relatief zwak visueel-spatieel vermogen en een opvallend goed verbaal en muzikaal uitdrukkingsvermogen. Ze kunnen langdurig naar muziek luisteren, hebben een uitstekend ritmisch gevoel en een goed (absoluut?) gehoor. Ze zingen, bespelen instrumenten, improviseren en componeren, hoewel ze meestal geen noten kunnen lezen.³⁵ Net als bij de hierboven beschreven professionele musici werd er bij hen een hypertrofie van het linker planum temporale gevonden.

Een mogelijke verklaring voor dit opmerkelijke neuropsychologische profiel van patiënten met het Williams syndroom is misschien te vinden in het corticale volume. Net als bij patiënten met het Downsyndroom is dit kleiner dan bij normale leeftijdsgenoten, maar de frontale kwabben en het limbisch systeem zijn beter ontwikkeld dan bij Downpatiënten en het cerebellum is normaal. Het neocerebellum van Williamspatiënten kan zelfs groter zijn dan bij normale individuen van dezelfde leeftijd. Misschien wordt dit effect tenietgedaan door de - met magnetische resonantie-spectroscopie (MRS) vastgestelde -verlaging van neuronale N-acetyl-aspartaat in het cerebellum van Williamspatiënten, want hogere N-acetyl-aspartaatwaarden zijn gecorreleerd met betere scores op psychometrische tests.³⁶ Toch suggereren deze bevindingen bij Williamspatiënten - net als de in eerdere paragrafen genoemde onderzoeksresultaten - dat het cerebellum een belangrijke rol speelt bij muzikale vaardigheden, mogelijk door middel van connecties met de frontale kwabben via intermediaire synapsen in de ventrolaterale thalamuskernen.

Muzikaliteit bij patiënten met dementie

In de literatuur bestaan casuïstische mededelingen over patiënten die specifieke cognitieve vaardigheden behielden ondanks een ernstig dementeringsproces.³⁷ Zo is het geval beschreven van een trombonist met de ziekte van Alzheimer die in alle dagelijkse bezigheden geholpen moest worden en ook de twee schuifbuizen van zijn instrument niet meer in elkaar kon steken. Wanneer de trombone echter aan zijn lippen werd gezet, bleek hij nog in staat om kleine deuntjes te spelen.³⁸ Het is echter de vraag of dit musiceren mag worden genoemd.

Er zijn twee gevallen van frontotemporale dementie beschreven waarbij een wijziging van de muzikale smaak optrad.³⁹ Eén patiënt was een liefhebber van klassieke muziek, maar in de loop van zijn ziekte luisterde hij naar niets anders meer dan popmuziek, die hij vroeger als 'slechts lawaai' karakteriseerde. De tweede patiënte had voor haar ziekte weinig belangstelling voor muziek, behalve voor dansmuziek, maar werd nadien een fan van popmuziek.

De auteurs van deze casuïstische mededelingen vragen zich weliswaar af of het overschakelen van klassieke muziek naar popmuziek als een verlies moet worden beschouwd, maar durven toch niet te stellen dat popliefhebbers een frontale disfunctie zouden hebben. Niettemin suggereren hun bevindingen dat sommige netwerken die verband houden met muzikale perceptie en appreciatie, door letsels van de frontale en temporale cortex kunnen worden beschadigd.

Dat ook een degeneratieve, diffuse of focale, atrofie de muzikale vermogens kan aantasten, wordt geïllustreerd door het leven van de beroemde componist Maurice Ravel (1875-1937) (zie 'De muzikale neergang van Maurice Ravel').⁴⁰