

**wat muziek  
doet met  
kinderhersen**

## wat muziek doet met kinderhersenen

Muziekonderzoek is hot. Wetenschappers hebben stijgende belangstelling voor de invloed van muziek op de hersenen. Hun voorlopige conclusie: zingen en musiceren ondersteunt de ontwikkeling van sleutelvaardigheden als luisteren en lezen en stimuleert de emotionele intelligentie. Het Jeugdcultuurfonds Nederland vroeg wetenschapsjournalist Mark Mieras om het onderzoek op een rijtje te zetten.

De stijgende wetenschappelijke belangstelling voor muziek staat haaks op de trend in het onderwijs waar muziek steeds meer terrein verliest. Activiteiten als zang en musiceren maakten de laatste jaren op veel basisscholen plaats voor cognitieve vakken als taal en rekenen, onderdelen waarop een school wordt afgerekend. Steeds meer muziekdocenten houden het in het onderwijs voor gezien, nu hun vak is gemarginaliseerd. Nieuwe leerkrachten voor het basisonderwijs hebben meestal een geringe muzikale scholing: muziek krijgt op de lerarenopleiding nog maar weinig aandacht.

Amerikaanse hersenonderzoekers maken zich zorgen over deze ontwikkeling. Augustus 2010 waarschuwden ze in Nature Reviews dat de trend om zang en muziek op te offeren aan andere schoolvakken 'op de lange termijn onze academische prestaties kan aantasten' [1]. De voor wetenschappers ongebruikelijk scherpe uitspraak werd gedaan in een overzichtsartikel over de impact van muziek op de ontwikkeling van het auditieve hersencentra; het systeem dat kinderen in staat stelt om goed te luisteren. Vooraanstaand muziekonderzoekster Nina Kraus vat de huidige staat van het onderzoek zo samen: 'Met alles dat we nu weten over de positieve effecten van muzikale training, ontkomen we er niet aan om alle kinderen een gelijke kans te geven om met muziek hun luistervaardigheid te ontwikkelen.' De vereiste grootschalige inspanning om muzikale training op jonge leeftijd aan te bieden, kan alleen worden bereikt op school, meent zij.

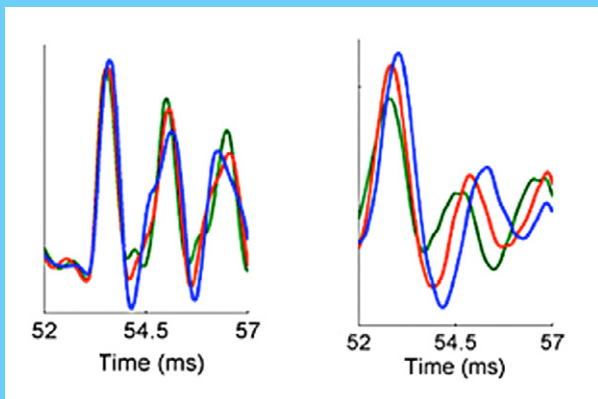
### Mozart- en Schubert-effect

Is muziek onontbeerlijk voor de ontwikkeling van kinderhersenen? Het onderzoek naar het leereffect van muziek heeft een woelige geschiedenis. In 1993 brachten onderzoekers van de Universiteit van Californië beroering met de ontdekking dat proefpersonen direct nadat ze Mozart hadden beluisterd beter scoorden op een IQ-test dan de controlegroep [2] die geen Mozart had beluisterd. De betekenis van het onderzoek werd in de populaire pers flink opgerekt. Zo ontstond de mythe dat luisteren naar Mozart de hersenen van kinderen stimuleert en helpt ontwikkelen. Het leidde vooral in Amerika tot een rage waarbij zelfs baby's werden overspoeld met muziek van de 18e eeuwse componist, als wondermiddel voor een hoog IQ. Een duurzaam effect is echter nooit bewezen. Wel werd aangetoond dat kinderen enige minuten beter blijven presteren na Mozart, maar het effect is niet specifiek: een stuk van Schubert of een verhaal van Stephen King hebben hetzelfde resultaat, mits de proefpersoon het kan waarderen [3].

Andere claims dat muziek intelligent maakt berusten in het verleden vaak op correlatie analyses: in een grote groep kinderen of volwassenen wordt een statistische relatie gevonden tussen muzikale activiteit en intelligentie. Mensen die concerten bezoeken en kinderen die na schooltijd muzieklessen volgen zijn succesvoller in het leven en hebben een hoger IQ. Dat lijkt overtuigender dan het is want er zit een addertje onder het gras. Zowel de intelligentie als de muzieklessen en het concertbezoek zijn namelijk gekoppeld aan sociale klasse. Er hoeft dus helemaal geen directe relatie te bestaan.

De verwarring over het Mozart-effect en over correlatie-studies laat zien dat gefundeerd onderzoek nodig is om goede bedoelingen van harde feiten te onderscheiden. En ook dat er behoefte is om het onderliggende mechanisme te begrijpen: hoe werkt muziek op het brein? Recent onderzoek naar muziek is gelukkig meer down to earth. Minder hocus pocus. Het richt zich op functies in de hersenen die direct gestimuleerd worden door muziek.

### Luisteren is complex



Goed luisteren naar wat er wordt gezegd is veel lastiger dan we vaak beseffen. De linkerfiguur geeft grafisch weer hoe het oor de klanken 'ba' (blauw) 'da' (rood) en 'ga' (groen) hoort. De verschillen zijn minder dan een duizendste seconde. De rechterfiguur laat zien wat de hersenstam er van maakt. De verschillen zijn nu groter [4]. Zo speelt de hersenstam een belangrijke rol bij het luisteren.

### Auditieve training

De anatomie van de hersenen toont een nauwe relatie ligt tussen muziek en taalverwerking. Het muziekcentrum en het gebied van Wernicke (taalverwerking) liggen gespiegeld in de hersenschors, iets boven beide oren. Ze vormen de belangrijkste asymmetrie van de hersenhelften die functioneel symmetrisch zijn opgebouwd. Een centraal gelegen hersencentrum, de thalamus, dient als verdeelpunt: muziek en de intonatie van gesproken taal worden naar rechts en woorden naar links gestuurd. De hersenstam bewerkt de geluiden voor.

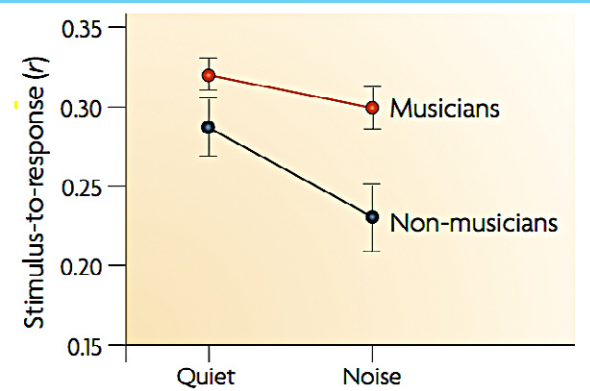
Het gehele auditieve systeem ontwikkelt zich gedurende de kindertijd sterk onder invloed van training. Het moet stap voor stap worden opgebouwd want luisteren vergt veel meer dan je oren openzetten. Het is een actief proces waarbij de geluidsprikkels worden gefilterd en bewerkt om er informatie uit te halen. Om twee letters te onderscheiden is vaak nauwkeurige timing nodig van verschillen van soms minder dan een duizendste seconde. De hersenstam maakt het verschil groter om de hersenschors in staat te stellen om het onderscheid te maken [4].

### Minder gevoelig voor stoorgeluid

In onze samenleving is de overdracht van informatie nog altijd grotendeels afhankelijk van gesproken taal, en daarmee van het 'auditieve-systeem'. Het soepel decoderen van spraak is belangrijk bij alles wat leerlingen doen en leren. Klaslokalen met vaak grote groepen schuifelende en kuchende kinderen en geluiden uit andere lokalen, storen het decoderen. In 2003 bepaalden onderzoekers in 140 klaslokalen van basisscholen in Londen het gemiddelde geluidsniveau en vergeleken die met de prestaties van de leerlingen [5]. Ook na correctie voor sociaal-economische factoren was er een duidelijke relatie: hoe

meer decibel, hoe minder de leerlingen opstaken. Het onderzoek bevestigt dat luisteren een kritische factor is bij leren en begrijpen.

### Muziek maakt minder gevoelig voor ruis



Na muzikale training zijn de hersenen beter in staat om de ruis uit het geluid weg te filteren en zich te richten op de informatie in het geluid. De figuur toont welk deel van de informatie nog wordt opgepikt wanneer de ruis toeneemt. Hoe meer ruis hoe groter het voordeel voor muzikaal getrainde hersenen [6].

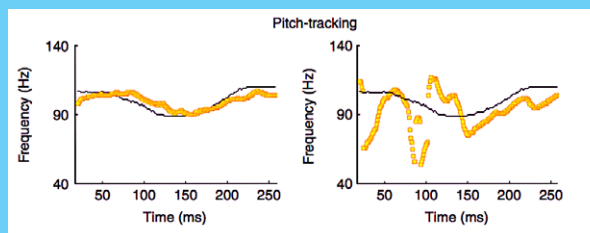
Muzikale training van kinderen lijkt bij te dragen aan de ontwikkeling van het auditieve systeem. Het onderzoek is eenduidig en vrij consistent in die conclusie. Volwassenen en kinderen met muzikale scholing zijn beter in staat om te luisteren dan anderen. Ze worden minder gestoord door het achtergrondgedruis. Onderzoekers van Northwestern University in het Amerikaanse Illinois demonstreerden dat in 2009 heel concreet door bij proefpersonen te meten wat de hersenstam oppikt van geluid dat geleidelijk opgaat in gedruis [6]. Voor hersenen zonder muzikale training ging de informatie snel kopje onder. Hersenen mét muzikale training hadden minder last van het storende geluid. Het effect was het sterkst bij beroepsmuzici maar ook mensen die alleen zo nu en dan een karaoke-bar bezochten, bleken een voorsprong te hebben op proefpersonen die dat niet deden.

### Emotionele intelligentie

Ander onderzoek bevestigt dit beeld: wie zich muzikaal ontwikkelt traint zijn auditieve systeem om de relevante informatie uit geluid te filteren en de ruis te onderdrukken. Musici zijn bijvoorbeeld veel gevoeliger voor boventonen, waarin de melodie, de belangrijkste inhoud van een muziekstuk, meestal zit. Maar ook in natuurlijke geluiden als baby-gehuil zeven de muzikaal getrainde hersenen er de meest informatierijke fragmenten uit [7]. Beroepsmuzici hebben daardoor veel minder informatie nodig om de code te breken en de essentie van de boodschap eruit te pikken. De emotie in stemgeluid zit vaak verborgen in fragmenten van niet meer dan 50 milliseconde. Muzikaal getrainde hersenen pikken die fragmenten er feilloos uit. Hoe vroeger die muzikale training van de proefpersoon in diens jeugd begon hoe beter de hersenstam zich op de emotie richt [8]: een belangrijke voorwaarde om de emotie van mensen soepel aan te voelen. Zo stimuleert muziek dus de emotionele intelligentie.

Muzikale oefening draagt dus bij aan het vermogen van de hersenstam om de verborgen boodschap van muziek en gesproken taal te decoderen. Een sprekend voorbeeld levert een onderzoek waarbij wes-

### Muzikale training helpt beter luisteren



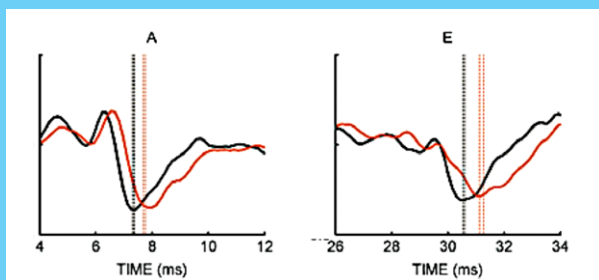
Hersenen die muzikaal getraind zijn kunnen beter luisteren. De afbeelding toont hoe de complexe intonatie van een

woord uit het Chinese Mandarijn (de zwarte lijn) verwerkt wordt door de hersenstam (de gele lijn). Muzikaal getrainde hersenen (links) hebben geen probleem. Niet muzikaal getrainde hersenen (rechts) raken de kluts kwijt [9].

terse proefpersonen luisteren naar woorden, uit het Chinese mandarijn, met een toonhoogteverloop van hoog naar laag en weer omhoog. Westerse talen kennen zo'n intonatie niet. Zonder muzikale training zet zo'n chinees woord de hersenstam op een dwaalspoor. Met muzikale training is er geen probleem [9].

De hersenstam doet de eerste bewerking van de geluidsprikkel, voor die informatie wordt doorgestuurd naar de auditieve schors, waar geluid betekenis krijgt: het eigenlijke luisteren. Luisteren gebeurt dus op twee niveaus en die twee niveaus werken interactief samen. Zodra de auditieve schors betekenis in het geluid ontdekt stuurt die een signaal terug naar beneden zodat de hersenschors hierop kan afstemmen. Muzikale training verdicht vermoedelijk de bundels verbindingen voor de terugkoppeling. Daardoor kan het gehele systeem beter presteren en wordt luisteren gemakkelijker en kost het minder mentale inspanning.

### Dyslectische kinderen luisteren anders



Zo'n twintig procent van de kinderen heeft leesproblemen. De oorzaak schuilt mede in de hersenstam die de klanken van de letters minder goed verwerkt. De twee figuren laten zien hoe goede (zwart) en slechte lezers (rood) de klanken van de letters 'A' en 'E' verwerken [10]. Het verschil verdwijnt na muzikale training.

### Dyslexie

Taalproblemen behoren tot de meest voorkomende ontwikkelingsstoornissen. Zo'n twintig procent van de kinderen kampt met de vorming van lezen en schrijven. Kinderen uit deze groep met leesproblemen hebben vaak ook moeite met luisteren: hun hersenstam maakt bijvoorbeeld opvallend veel fouten bij het onderscheid van de aangeboden klanken 'ba', 'da' en 'ga' [4].

Goed kunnen luisteren is essentieel om goed te leren lezen. De klanken in de taal zijn bewegelijk en lopen vaak in elkaar over: de ene 'o' en de andere 'o' kunnen flink van elkaar verschillen terwijl verschillende letters (de 'o' en de 'oe' bijvoorbeeld) in klank juist dicht bij elkaar kunnen liggen. Een kind dat start met lezen moet leren de juiste klankgrenzen te trekken.

Hoe lastig dat is kunnen we ons later nauwelijks meer voorstellen omdat volwassen hersenen de klanken meestal feilloos op de letters projecteren. We horen niet meer wat de oren daadwerkelijk registreren maar wat ze idealiter zouden moeten registreren. Gebrekkig luisteren kan een kind bij het koppelen van letters en klanken op een dwaalspoor zetten, waarmee het soms de rest van het leven blijft worstelen. Zelfs een relatief korte muzikale training van zes maanden kan het luisteren flink verbeteren en dus helpen om het probleem op te lossen [10].

Dyslexie is zeker niet alleen een auditief probleem. Dyslectische kinderen hebben meestal op meer vlakken moeite met automatiseren. De rode draad is een te geringe terugkoppeling vanuit de hersenschors naar de hersenstam [12]. De leesproblemen zijn daarvan een symptoom waarbij het haperende auditieve systeem - het onvermogen om goed te luisteren - de directe oorzaak is. Vandaar ook dat achtergrondgeluid de problemen bij dyslectische kinderen versterkt zoals Franse onderzoekers in 2009 vaststelden [13].

Muziek traint kanalen in de hersenen die een belangrijke rol spelen bij leren lezen. Tijdens de basisschool zijn de betrokken hersendelen sterk in ontwikkeling en daardoor extra gevoelig voor de training. Juist in deze periode kan muziek daarom optimaal bijdragen aan leesprestaties en emotionele intelligentie. Robuuste experimenten om dit effect direct aan te tonen laten nog op zich wachten. Dergelijke 'longitudinale studies' zijn complex en tijdrovend.

### Integratie van hersendelen

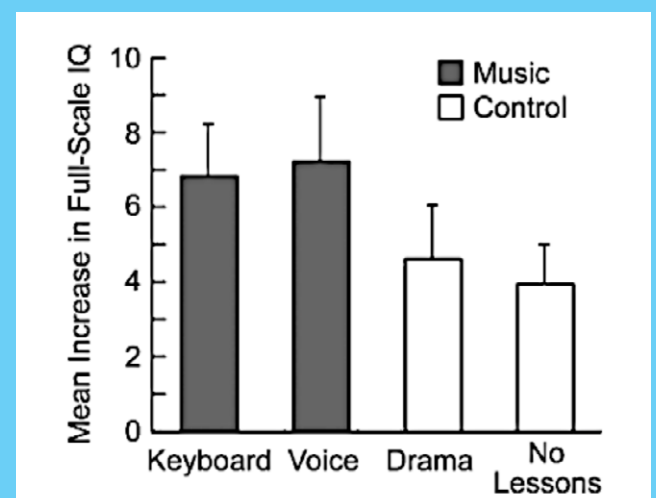
De ontwikkeling van het auditieve systeem is het meest tot in detail onderzochte en waarschijnlijk ook het meest basale effect van muzikale training. Maar er zijn ook andere effecten op de hersenen aangetoond. Muziek doet behalve op het gehoor ook een beroep op de integratie van auditieve, visuele, motorische en emotionele prikkels. Tijdens een longitudinaal onderzoek [15] werden kinderen zonder muzikale achtergrond vijftien maanden getraind om een muziekinstrument te bespelen. Daarna was er niet alleen een opvallende toename in de activiteit van hun auditieve en motorische centra, ook de linker posterior pericingulate had zich sterk ontwikkeld. Dit is het overgangsgebied tussen de visuele schors en de emotionele hersenen (het limbisch systeem).

Muzikale training draagt bij aan de integratie van de hersenen. Die integratie ontwikkelt zich gedurende de kindertijd. Vooral samen musiceren of zingen stimuleert de integratie, denken onderzoekers. Beroepsmusici gebruiken ook hun ogen om goed te kunnen luisteren naar het spel van hun collega's - zien hoe de strijkstok beweegt helpt hen om beter naar vioolmuziek te kunnen luisteren. Het combineren van ogen en oren komt ook van pas tijdens een gesprek: musici zijn betere liplezers [16]. Andere studies hebben aangetoond dat vroege muzikale training bij kinderen het voorste deel van de hersenbalk laat groeien [14]. Dit is een dikke streng verbindingen die de twee hersenhelften verbindt. Het voorste deel verbindt de prefrontaalkwab (bij het voorhoofd) en de motorische centra (bij de kruin). Waarschijnlijk is het de coördinatie van de handen bij het bespelen van een muziekinstrument die voor de ontwikkeling zorgt. Het is niet eenvoudig om precies aan te geven wat de integratie van hersengebieden precies oplevert. De integratie is in verband gebracht met eigenschappen als creativiteit, associatief denken en verbeeldingskracht. Een voorspoedige integratie draagt vermoedelijk ook bij aan vlot leren lezen.

### Vocabulair en redeneren

En het vermeende effect op intelligentie, wat blijft daarvan overeind? Een opvallend effect van muzikale training is betere aandacht en een beter werkgeheugen [17]. Ook dat is niet verrassend omdat musiceren daarop een krachtig beroep doet. Een goed werkgeheugen is behulpzaam bij het oplossen van problemen, en draagt zo bij aan intelligentie. Dit verklaart het bescheiden maar significante effect van muzikale training op IQ-scores dat werd aangetoond met een uitgebreid onderzoek waarbij kinderen van zes jaar

### Muziek heeft een bescheiden invloed op het IQ



Zesjarige kinderen kregen één jaar les in piano, zang of toneel. Het IQ werd bij aanvang en na afloop gemeten. De sprong van het IQ was het grootst voor de muzikale groepen [18]. Het is onduidelijk of en hoe het verschil blijft groeien als de training wordt voortgezet.

werden ingedeeld in groepen die een jaar lang zang-, pianoles of toneel kregen, plus een controlegroep met kinderen die niets extra's kregen. Hun IQ werd vooraf en achteraf gemeten. De muzikaal getrainde kinderen ontwikkelden een bescheiden voorsprong in intelligentie op de rest [18]. Het is onduidelijk of en in welke mate de voorsprong blijft groeien als de lessen langer dan een jaar worden voortgezet.

In de vorige eeuw is muziek vaak in verband gebracht met ruimtelijk inzicht en wiskundige vaardigheden. Een onderzoek waarbij kinderen vijftien maanden een muziekinstrument leerden bespelen [15], gaf echter in deze vaardigheden geen opvallende ontwikkeling te zien, mogelijk omdat vijftien maanden muzikale training niet toereikend is voor een meetbaar effect. Misschien ook schoot de intensiteit van de training te kort om hier iets tot stand te brengen, schrijven de onderzoekers. In een ander onderzoek ontwikkelden kinderen die minimaal drie jaar een muziekinstrument bespeelden wel een voorsprong in vocabulair en niet verbaal redeneren [19]. Kennelijk is er vrij veel muzikale training nodig om effect te hebben op dergelijke cognitieve eigenschappen.

### Conclusie

Het onderzoek naar de effecten van muzikale training is nog in volle gang en zal de komende jaren nog meer licht werpen op de invloed van muziek op hersenontwikkeling. De belangrijkste conclusies kunnen reeds worden getrokken. Zelf muziek maken heeft aanzienlijk meer impact dan passief luisteren naar muziek. Door de invloed op de ontwikkeling van het auditieve systeem raakt muzikale training bij kinderen aan primaire functies als luisteren, taalverwerving, leesvaardigheid en emotionele intelligentie. Muzikale training ondersteunt de behandeling van dyslexie. Deze trainingseffecten zijn laagdrempelig: ze treden al op bij extensieve muzikale activiteit. Intensievere muzikale training heeft nog bredere effecten, onder andere door verbeterde concentratie en een verhoogde integratie van hersendelen.

Muziek is een belangrijk onderdeel van onze cultuur. Kinderen in aanraking brengen met muziek is daarom waardevol. Maar muziek is meer dan dat. Zingen en muziek maken is een instrument voor de ontwikkeling van jonge hersenen.

### Mark Mieras

*Mark Mieras is fysicus en wetenschapsjournalist, gespecialiseerd in hersenonderzoek.*

*Hij is auteur van Ben ik dat? en Liefde en schrijft onder andere voor de Volkskrant en Psychologie Magazine.*

*Hij is betrokken bij de nascholing van huisartsen en psychiaters.*

## Referenties

- [1] Kraus, N. et al, 'Music training for the development of auditory skills', *Nature Review* Vol 11, (2010).
- [2] Rauscher, F. et al, 'Music and spatial task performance', *Nature*, Vol 365, (1993) .
- [3] Nantais, K.M. et al, 'The Mozart effect: an artifact of preference', *Psychological Science* 10:4 (1999), 370.
- [4] Hornickela, J. et al, 'Subcortical differentiation of stop consonants relates to reading and speech-in-noise perception', 10.1073, *PNAS* (2009).
- [5] Shield, B.M. et al, 'The effect of noise on children at school', *J. Building Acoustics* 10(2) (2003), 97-106.
- [6] Parbery-Clark, A. et al, 'Musical experience limits the degradative effects of background noise on the neural processing of sound', *J. Neurosci.* vol 29 (2009), 14100-14107.
- [7] Lee, K. M. et al, 'Selective subcortical enhancement of musical intervals in musicians', *J. Neurosci.* 29, 5832-5840 (2009). 45-46.
- [8] Strait, D.L. 'Musical Experience Promotes Subcortical Efficiency in Processing Emotional Vocal Sounds', *Ann. N.Y. Acad. Sci.* (2009), 1169: 209-213.
- [9] Wong, P.C.M., 'Musical experience shapes human brainstem encoding of linguistic pitch patterns', *Nature Neuroscience* (2007), 10, 420-422.
- [10] Besson, M. et al, 'Influence of musical expertise and musical training on pitch processing in music and language', *Restorative Neurology and Neuroscience* 25 (2007) 399-410 399.
- [11] Banai, K. et al. 'Reading and subcortical auditory function'. *Cereb. Cortex* 19 (2009), 2699-2707.
- [12] Ramus, F. et al, 'Theories of developmental dyslexia: insights from a multiple case study of dyslexic adults', *Neuron*, vol 126 (2003), p. 841-865.
- [13] Ziegler, J.C. et al, 'Speech-perception-in-noise deficits in dyslexia', *Developmental Science* (2009), 12:5, pp 732-745.
- [14] Schlaug, G. et al, 'Training-induced Neuroplasticity in Young Children', *Annals of the New York Academy of Sciences* (2009) 1169: 205-208.
- [15] Hyde, K.L. et al, 'Musical Training Shapes Structural Brain Development', *The Journal of Neuroscience*, maart 11, (2009), 29(10): 3019-3025 3019.
- [16] Musacchia, G. et al, 'Musicians have enhanced subcortical auditory and audiovisual processing of speech and music', *PNAS*, (2007), vol. 104, no. 40, 15895.
- [17] Parbery-Clark, A. et al, 'Musician Enhancement for Speech-In-Noise', *Ear & Hearing*, (2009), 30, 653-661.
- [18] Schellenberg, E.C., 'Music Lessons Enhance IQ', *Psychological Science*, vol 15—Number 8 (2004).
- [19] Forgeard, M., 'Practicing a Musical Instrument in Childhood is Associated with Enhanced Verbal Ability and Nonverbal Reasoning', *Plos one*, Vol 3 (2008).