

Dorte Bisgaard, tale-hørekonsulent, Klinik Sprog og APD, Aalborg

# Musik anvendt som auditiv stimulering



Dorte Bisgaard

*Denne artikels formål er at gøre opmærksom på auditiv stimulation som metode over for elever, hvis auditive funktioner er udfordret, ikke på grund af dårlig hørelse men på grund af et neurologisk betinget besvær med at bearbejde auditive input. Der er tale om lyttevanskeligheder på trods af en normal hørelse.*

*Disse elever har, udover forskellige lytteudfordringer, også svært ved at tilegne sig skriftsproglige færdigheder, ligesom deres auditive vanskeligheder kan præge indlæring i alle skolefag og den sociale trivsel.*

*Det aktuelle stimulations program er udviklet af PhD Kjeld Johansen, og inspirationen er hentet fra mange forskellige teoretiske og praktiske felter, hvor neurologi, audiologi og pædagogik er blandt de vigtigste.*

## Baggrund

**Johansens Individualiserede Auditive Stimulation, JIAS**, blev udviklet i 1986, og lige siden er der gjort solide erfaringer med metoden gennem et internationalt samarbejde med The Institute for Neuro Physiological Psychology, INPP. Således er JIAS implementeret mange steder rundt om i verden.

Johansen blev introduceret til lyd-behandling af lektor Herman Kleener under sin studietid på Haderslev Seminarium i begyndelsen af 60'erne. Johansen erfarede, at Kleener privat praktiserede VolfAIR-metoden

til elever, der gik i øvelsesskolens hjælpekoleafdeling, hvilket gjorde ham nysgerrig på lydbehandling. Johansen begyndte at lave nogle statistiske beregninger omkring børn, der modtog lydbehandling med Volf's lydbånd.

Der var forbedringer at spore, hvilket gjorde, at han selv i en periode begyndte at arbejde med VolfAIR-metoden.

Sidenhen udviklede han sit eget auditive stimulationsprogram, hvilket blev realiseret i et samarbejde med Cand.phil i musikvidenskab og komponist Bent Peder Holbech.

## Den terapeutiske musik

Der blev arbejdet et lille års tid på at producere den musik, som danner grundlag for den auditive stimulation, som stadig benyttes i dag. Den specifikke opdeling i 7 "frekvensbånd", der anvendes, er baseret på Christian Volfs arbejde.

Udvælgelse af de musikalske parametre, rytme og puls, der synes terapeutisk virksomme, er også sket på baggrund af forslag fra den amerikanske new age-musiker Steven Halpern, der i øvrigt er inspireret af østlig musik, hvor der fokuseres på, at forskellige tonehøjder (frekven-

### Begreber

**Et audiogram** illustrerer en aktuell hørelse ved at vise høretærsklen på forskellige frekvenser. Høretærsklen viser, hvornår en tone bliver registreret. En høretærskel mellem 0 og 20 decibel betegnes som normal. Hos børn og unge forventes hørelsen at ligge ved 0 dB, og 0 dB skal derfor ikke forstås som ingen hørelse. Placerer en høretærskel sig derimod nederst i audiogrammet, omkring 60-70 dB, er der til gengæld sparsom hørelse. Mere følsom hørelse indikeres ved -10 dB.

**Decibel (dB)** anvendes til at måle lyd niveauer. Decibel aflæses i den lodrette akse på audiogrammet. Decibelskalaen er en logaritmisk skala, hvor en fordobling af lydstyrken svarer til en niveaustigning på 3 dB.

**Frekvens (Hz)** måles i hertz, og angiver antallet af svingninger i en lyd-bølge per sekund, og frekvensen aflæses i den vandrette akse. Jo højere dette tal er, desto lysere er tonen. Højfrekvente toner kunne eksempelvis være fuglekvidder. Dybe toner er eksempelvis en fjern torden eller tonerne fra en basguitar

**Auditiv lateralitet**, det dominante øre, målt på 11 forskellige frekvenser. Ligesom dominans vurderes for øje, hånd og fod.

**Auditiv perception** betyder bredt hørelse, dvs. sansning af lyd. Ofte forbindes ordet med den proces, der følger efter sansningen, altså selve lydens processering gennem hørenerven til lyden opfattes i hjernen og forstås.

**Fonologisk diskriminering** refererer til skelneevne af de enkelte sproglyde – fonemer.

**Kategorisk perception** er inden for fonetikken et fænomen, hvor et akustisk spekter, der er bredt sammensat, perceptuelt opdeles i mindre bestanddele, hvorved identificeringsevnen muliggøres.

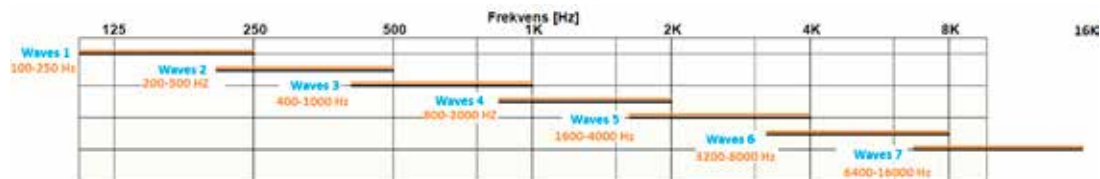


Fig. 1

ser) påvirker forskellige områder af kroppen og er knyttet til bestemte chakraer, kroppens 7 energicentre. I vestlig sammenhæng synes auditiv stimulation af vagusnerven interessant. *Vagus* betyder "den vandrende" og er kroppens 10. kranienerve, men samtidig også den længste. Den har sit udspring i bunden af hjernen og forbinder hjernen med alle vore indre organer, ligesom den også har en forgrening til trommehinden. Vagusnerven er en central del af det parasympatiske nervesystem, og er derfor vigtig i reguleringen af kroppens normale funktioner. Pga. vagusnervens forbindelse til trommehinden forekommer stimulation af den oplagt til behandling af lyttevanskeligheder og APD, Central Auditory Processing Disorder.

### JIAS - Programmet

**JIAS, Johansens Individualiserede Auditive Stimulations-program**, er en struktureret metode, der gør brug af specialkomponeret musik, der via equalizer og på grundlag af det personlige audiogram, er forstærket eller nedtonet på specifikke frekvenser, og individuelt sammensat til personlig aflytning. Eleven lytter 10 min. om dagen, 6 dage om ugen i 5 til 12 mdr.

afhængig af alder. Sammenlagt én times aflytning om ugen.

Den bearbejdede musik er designet til at aktivere de neurologiske baner, som er involverede i forarbejdning af sensorisk information. Processen påvirker hjernestammens forarbejdningsevne af de lydige signaler, der fra det indre øre via hørenerven, sendes til lydopfattelse i hjernens primære auditive modtagelse. Synapser mellem neurale netværk styrkes og nye neurale forbindelser skabes. Den auditive stimulation arbejder således på det førsproglige plan, inden de akustiske signaler omsættes til noget, der forstås sprogligt. Lyttemetoden fører til en større opmærksomhed og evne til at opfatte nuanceforskelle i talt sprog, og en øget koncentration fordi hjernens evne til at adskille samtidige lyde styrkes. Således forbedres også muligheden for at frasortere generende baggrundsstøj.

Forbedring af den neurologiske proces kan afhjælpe mange forskelligartede symptomer, der skyldes dårlig forarbejdning af alle lydindtryk incl. sproglige indtryk, og som kan bidrage til større opmærksomhed og ændrede læringsforudsætninger.

Ved alvorlige skriftsproglige van-

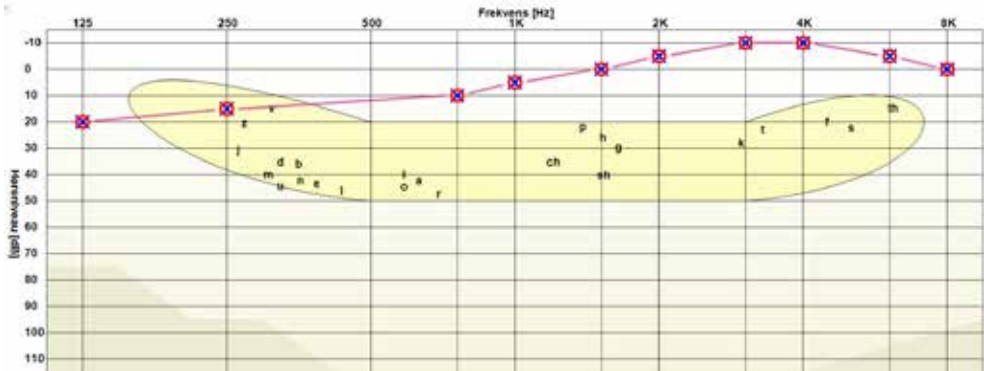


Fig 2: "Den optimale hørekurve", udarbejdet af Kjeld Johansen

skeligheder, koncentrationsbesvær og kropssuro tilsættes musikken nogle dybe interferenser (forskellige lavfrekvente lydbølger), som har sandsynlighed for at påvirke hjernen positivt ved indlæringsbesvær (Hutchison, 1986).

### Optimal hørelse

Johansen var vedholdende omkring sin interesse for hørelsen, og han ønskede at undersøge, hvordan høreprofilen hos meget velfungerende læsere så ud. I 1964 fik han en aftale med skolelederen på Klemensker skole om, at lave audiogrammer på de to bedste læsere i alle klasser fra 1.- 9<sup>1</sup>. Høreundersøgelserne omfattede mere end 35 elever, og Johansen udarbejdede en "gennemsnitshørekurve" for gode læsere. Nogle år senere læste han tilfældigt en artikel af psykolog Paul Madaule om den franske ørelæge Alfred A. Tomatis. Artiklen indeholdt en afbildning af den hørekurve, som Tomatis betragtede som den "optimale" for sangere og musikalsk velfungerende personer. Kurven var gengivet i

en bog af Tomatis fra 1963 og lignede til forveksling "gennemsnitskurven" fra Klemensker.

Den optimale hørekurve<sup>2</sup> går fra 20 dB ved 125 Hz til 0 dB ved 3000-4000 Hz, og herefter et fald til 0 dB ved 8000 Hz. Ved 3000-4000 Hz mener Johansen, at det menneskelige øre er mere fintfølede end 0 dB og sætter optimal hørelse til -10 dB, dvs. at det normale øre kan høre de lyseste toner ved meget svag styrke. En normal hørelse besidder denne fleksibilitet, og har dermed ikke problemer med at opfatte og adskille de forskellige vigtige højfrekvente sproglyde. "Den optimale hørekurve" bruges som referencekurve i JIAS og danner udgangspunkt for undersøgelse og et individuelt tilpasset lyttetræningsprogram, hvor begge ører stimuleres, hver for sig gennem stereohovedtelefoner, i forhold til "den optimale hørekurve".

"Talebananen", indtegnet med gult, som alle tale-hørelærere er bekendt med, viser forholdet mellem frekvens og decibel for de forskellige

<sup>2</sup> Se fig. 2

sproglyde. Johansen mener, at "talebananen" er for unuanceret i forhold til overtonerne i de enkelte sproglyde, og at evnen til at opfatte og bearbejde disse overtoner er vigtige for optimal auditiv perception af specielt området 2000 Hz og derover. Til sammenligning siger international standardisering fra 1964, at 0 til 20 dB på audiogrammet repræsenterer et normalt høreniveau for samtlige frekvenser for personer i alderen 0 til 25 år.

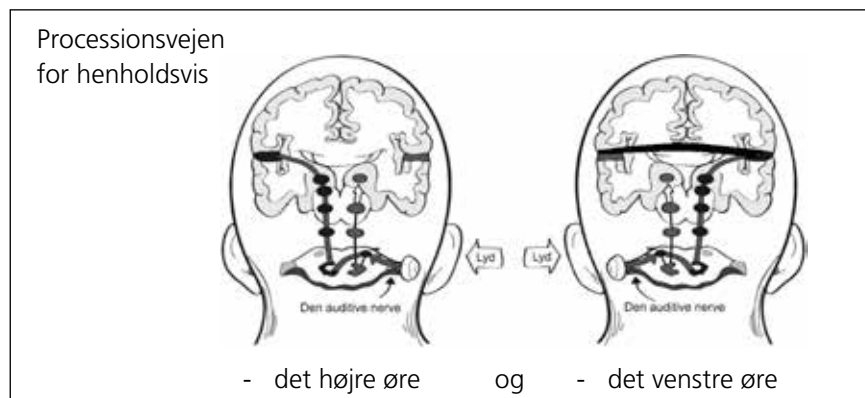
### Læsning og auditiv perception

I dag er der stor enighed om, at fonologiske vanskeligheder er et fællestrekk for børn med skriftsproglige vanskeligheder. Auditiv perception er vigtig for fonologisk diskriminering og bearbejdning af sproglig information, og reduceret auditiv perception har indflydelse på børns evne til bl.a. fonologisk diskriminering. Forskere på området vurderer også denne sammenhæng som relevant for læseevnen (Berninger 2001, Merzenich og Jenkins 1995).

## Reduceret auditiv perception har indflydelse på børns evne til bl.a. fonologisk diskriminering

Allerede midt i 60'erne - 70'erne undersøgte Johansen børn med reduceret hørelse. Han undrede sig over, at de børn, som havde reduceret hørelse på det højre øre, eller som havde haft mellemørebetændelse på det højre øre, var hyppigere repræsenteret i gruppen af 10 årige med skriftsproglige vanskeligheder end børn, som havde reduceret hørelse kun på det venstre øre. Hjerneforskning og hemisfæteorier støtter hans erfaringer; auditive stimuli har en kortere vej fra det højre øre til venstre hemisfære og dets hovedsprogcenter, sammenholdt med venstre øres stimuli, som må turen omkring højre hemisfære før ankomst til sprogcentret i venstre hemisfære.

Fig. 3 (Bisgaard og Mogensen 2015)



Sproglydene strømmer ind gennem ørerne; lydene fra det højre øre går direkte til sprogområdet i venstre hemisfære, og opfattes derfor hurtigere end sproglydene fra det venstre øre. Sproglydene fra venstre øre tager en omvej til højre hemisfære, inden de, via Corpus Callosum, kommer i mål og bliver sproglig forstået i det venstre auditive cortex. Lydene fra det venstre øre opfattes derfor senere og opleves som svagere.

Der er således et misforhold i *timing* af signaler, der "tager turen" fra det højre øre i forhold til signaler fra det venstre øre, der "tager den længere rute" til det venstre auditive cortex. Dette får betydning for opfattelse af sprogets lyde (Tallal, 1993).

Kognitive neuroforskere mener, at dyslektiske børns hjerner har problemer med at fortolke hurtigt skiftende stavelser som eksempelvis /ba/ og /da/, muligvis fordi sprogprocessering fortrinsvis foregår via højre hemisfæres sprogområde. Hjernes to hemisfærer har forskelligt artede neuroner, og signaloverførslen mellem cellerne afhænger af, hvor finmasket cellens dendritforgreninger er. Hvis lydene ændrer sig langsomt, reagerer begge hemisfærer fuldstændigt på samme måde. Hvis lydene ændrer sig hurtigt, er det kun det venstre auditive cortex, der reagerer pga. mange flere dendritgrene og derfor også flere synapser i venstre hemisfære end i højre hemisfære. Højre auditive cortex viser således betydeligt reduceret aktivitet ved hurtigt skiftende stimuli, hvilket viser en funktionel asymmetri i den temporale auditi-

ve processering. Rozenblatt (2014) fandt, at børn med dysleksi havde vanskeligt ved at processere de hurtigt skiftende lyde i talesproget, og Geschwind og Galaburda (1987) har ligeledes beskrevet, hvordan opfattelsen af skriftsproget af den årsag vanskeliggøres.

Elever med skriftsproglige vanskeligheder har generelt en hørelse i normalområdet. Men med en mindre følsom hørelse (5 til 10 dB), på specielt det højre øre, i et snævert frekvensområde, er eleven i risiko for, at enkelte formanter opfattes bedst via det venstre øre, hvilket giver problemer, fordi sprogopfattelsen besværliggøres pga. den længere "rejse" til sprogcentret, med risiko for at formanten hæmmes.

## Fonemer og formanter

Den mindste betydningsbærende sprogdelt betegnes et *fonem*, og fonemer er enkeltstående sproglyde f.eks. /p/, /b/, /s/, /a/ m.fl. Det er de mindste enheder af lyd, der kan ændre en betydning, f.eks. pil / bil.

Fonemer består af små lydpakker, kaldet formanter. Formanter er byggestenene i fonemer, og det er kombinationen af disse, der kendetegner hvert enkelt fonem. Hvis man bruger en terminologi hentet fra fysik, kan et fonem også forstås som "et sprogligt molekyle" og en formant som "et sprogligt atom". Hvis et atom udskiftes med et andet atom, får man et andet molekyle. Dét er netop tilfældet her. En formant er karakteriseret ved frekvens, volumen (lydstyrke) og tid. Hvis bare et af disse karak-

teristika ændres, får man en anden formant og dermed et andet fonem. Disse lydpakker, der kaldes formanter, artikuleres samtidig og danner altså tilsammen fonemet. Hvis en enkelt af fonemets formanter ændrer frekvens, får det indflydelse på, hvordan fonemet opfattes. Sprogforskere har fortrinsvis fokuseret på fonemdiskrimination, men ikke beskæftiget sig meget med sansning og perception af formanter, som jo faktisk er dét, vort auditive system er indrettet til at afkode. Netop dyslektikere har hyppigt en mere upræcis opfattelse af de enkelte formanter (dårligere kategorisk perception) og kommer derfor ofte til at opfatte fonemerne "lidt skævt" (Bertucci, 2003).

*Sprogforskere har fortrinsvis fokuseret på fonemdiskrimination, men ikke beskæftiget sig meget med sansning og perception af formanter*

Mange talelyde (fonemer) adskiller sig kun ved korte spektrale og/eller tidsmæssige ændringer, specifikt inden for 10 millisekunder, og disse få millisekunder kan bestemme, hvilken stavelse vi hører.

Nedenstående spektrogram (hentet fra Tallal) viser to forskellige fonemkombinationer /ba/ og /da/, hver sammensat af 3 formanter:

1. formant 0-1000 Hz
2. formant 2000-2500 Hz
3. formant 3200-4000 Hz

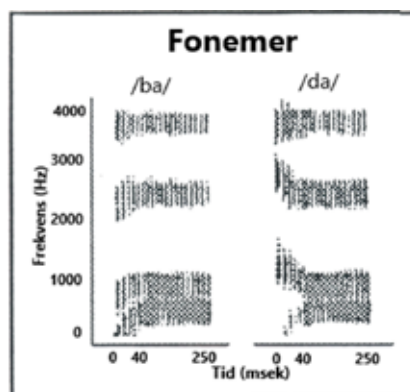


Fig. 4 efter Tallal

Et tænkt eksempel på et tilfælde, der skaber problemer, kunne være, at hørelsen på *specielt det højre øre* er lettere reduceret i et snævert frekvensområde på 3200-4000 Hz. Når det højre øre således er reduceret vil 3. formant primært blive opfattet via det venstre øre og derfor ankomme til sprogcentret i venstre hemisfære med en halv snes millisekunders forsinkelse, netop pga. omvejen forbi den højre hemisfære. Derfor vil formanten, der er forskudt i tid, være mindsket i styrke ved ankomsten til sprogcentret i venstre hemisfære, og den sproglyd, der opfattes, bliver en anden.

Hvis nogle formanter inden for et fonem "rejser" via én rute, mens andre "rejser" via den anden rute, kan den rækkefølge de ankommer i tillige være uorganiseret. Når sproglyde ankommer på denne uorganiserede måde, som følge af procesering af en ukorrekt rækkefølge, vil detaljerne i lyde opleves forvirrende. Hvor auditiv lateralitet er blandet eller inkonsekvent, kan fonemer blive misforstået pga. de tidsmæssige

forskelle mellem de individuelle for-manter. Det er derfor vigtigt, at der er en auditiv dominans, og det kan JIAS medvirke til. Efter en periode med lyttetræning kan eleven med auditivt betingede sproglige vanskeligheder bedre høre de forskellige fonetiske komponenter i sproget, noget som også har en positiv indflydelse på bl.a. læseprocessen. Det indikerer, at der er en vis sammenhæng mellem graden af lateralitet og den sproglige udvikling (Johansen, 1993). Det er derfor vigtigt at kortlægge personens auditive lateralitet.

*Efter en periode med lyttetræning kan eleven med auditivt betingede sproglige vanskeligheder bedre høre de forskellige fonetiske komponenter i sproget*

### **Auditiv lateralitet – øredominans**

Der er brug for at screene for auditiv lateralitet i to omgange: Dels ved dikotisk lytning og dels ved binaural-entone-hørescreening.

Dikotisk lytning er en neuropsychologisk sprogttest, hvor man måler elevens evne til at opfatte og adskille samtidige og dermed konkurrerende sproglige input til det højre og venstre øre. Dikotisk lytning er en metode til at studere sprogprocesserne i hjernen og er et mål på auditiv funktionel lateralisering (Hugdahl, 2003;

Johansen 1993). Ved dikotisk lytning forstås, at der gennem hovedtelefoner sendes forskellige stimuli til begge ører; et ord til det ene øre og et andet ord til det andet øre, på samme tid med samme styrke. Hvis hørelsen er optimal formår personen at diskriminere stort set samtlige lyde, f.eks. non-ord og stavelser i ord.

Ud over fastsættelse af personens evne til at opfatte og adskille konkurrerende sproglyde via dikotisk lyttetest, undersøges den auditive dominans yderligere overfor samtidigt præsenterede rene toner, også kaldet binaural hørescreening. Ved fastsættelse af binaural screening forstås, at der sættes lyd til begge ører på samme tid, og testpersonen skal tilkendegive, i hvilket øre lyden høres. Der måles både på 20 dB og på tærskelværdien på samtlige 11 frekvenser. Herefter udregnes Højre-Venstre scoren. Højrehændede dyslektikere udviser ofte ved én eller flere tests venstresidig øre-præference i modsætning til ikke-dyslektikere.

### **APD Auditiv processeringsvanskeligheder**

I denne artikel har fokus været lagt på skriftsproglige vanskeligheder, hvilket også var det oprindelige formål med JIAS, nemlig at forbedre vilkårene for læsesvage, men årsagen til mange elevers sproglige m.fl. vanskeligheder kan i mange tilfælde skyldes diagnosen APD Auditory Processing Disorder. Et par væsentlige bøger redigeret af Gail D. Chermak og Frank E. Musiek (2007); Handbook of Auditory



Processing Disorder, 1 & 2 giver tilsammen en fremragende oversigt over, hvor væsentlig den auditive sansning og perception er for ikke bare barnets sproglige udvikling. Forskere er selvfølgelig forsigtige med at tale om årsager og virkning, når to fænomener optræder samtidigt. Der er imidlertid ingen tvivl om, at man ofte ser samtidig forekomst af auditive perceptionsvanskeligheder i forbindelse med talevanskeligheder, skriftsproglige vanskeligheder, generelle indlæringsvanskeligheder, autisme, ADD og ADHD.

### Forbedret auditiv perception med JIAS

Den nye viden om neuronudvikling og hjernes plasticitet giver gode muligheder for at behandle auditive vanskeligheder med målrettet stimulation via det auditive system, såvel verbalt som non-verbalt (Bellis, 2003). På samme måde som fysisk aktivitet påvirker den fysiske form og personens velbefindende, kan musik påvirke hjernen, fordi lytteevnen stimuleres (Johansen, 1993).

Det er meget positivt, at hørelsen kan stimuleres, både til at blive mindre sensitiv, men også til forbedret sensitivitet og bevidsthed i forhold til lyde, som personen ikke har kunnet høre og opfatte tidligere. Det er erfaringen, at intensiv og målrettet stimulation af det auditive system med JIAS har positiv indvirkning på alle de ovenfor nævnte vanskeligheder.<sup>3</sup>

JIAS har paralleller til fonologisk opmærksomhedstræning, som er

almment anvendt i den basale læseindlæring. Forskellen ligger blot i, at der til JIAS metoden anvendes auditiv stimulation med musik i modsætning til sprogbaseret lytte-træning med intervention i form af traditionel undervisning, der er langt mere tidsforbrugende og krævende for eleven.

*JIAS har paralleller til fonologisk opmærksomhedstræning, som er alment anvendt i den basale læseindlæring*

For mit eget vedkommende blev jeg inspireret af en artikel i Dansk Audiologopædi 2004 af Jenny Gøtze: "Afdækning af en mulig sammenhæng mellem auditiv perception og fonologiske vanskeligheder", og da hun dengang var tale-høre-pædagog i min hjemkommune, kontaktede jeg hende efterfølgende for ved selvsyn at overvære en testtagning af elever på den lokale skole.

Jeg oplevede elever i 12 års alderen, der glade fortalte Jenny, at de nu havde fået gang i deres læseproces via JIAS, hvilket virkede overbevisende for mig, og metoden forekom tiltalende skånsom overfor eleven. Øvelsen bestod jo blot i passiv lyttetræning. Idet jeg imidlertid selv, som kommunal tale-høre-pædagog, stod med flere elever med svære sproglige udfordringer, forskellige former for indlæringsbesvær, koncentrationsbesvær

<sup>3</sup> Se bl.a. Merete Wolf og Dorte Bisgaard: Dikotisk lytning. Specialpædagogik 1 · 2020  
Kjeld Johansen: Lydterapi – måske alligevel en mulighed. Specialpædagogik 5 · 2006

samt en sensitivitet overfor bestemte lyde, blev jeg også på den baggrund meget interesseret i metoden, hvorfor jeg søgte kontakt til Kjeld Johansen, Baltic Dyslexia Research Lab, Bornholm for yderligere. Måske burde vi ikke være så bange for at åbne vore ører - specielt det højre, for nye idéer og vinklinger, som kan forbedre hverdagen for de, som har problemer, der er auditivt betinget.

Jeg håber meget, at denne artikel kan give inspiration til fagpersoner og andre, som møder og arbejder med børn og unge i skriftsproglige vanskeligheder og forskellige kommunikative udfordringer.

## Litteraturliste

- Bellis, T.J (2003). *When the brain can't hear: Unraveling the mystery of auditory processing disorder*. New York. Pocket books.
- Berninger, V. W. (2001). Understanding the 'lexia' in dyslexia: A multidisciplinary team approach to learning disabilities. *Annals of Dyslexia*, 51, 23 – 48.
- Bertucci et al. (2003). Vowel Perception and Production in Adolescents with Reading Disabilities. *Annals of Dyslexia*. Vol 53, 174-197.
- Bisgaard, D. & Mogensen, H.O. (2015). *Når hjernen ikke lytter*. Dansk Psykologisk Forlag.
- Chermak, G.D. (2007). *Differential Diagnosis of Central Auditory Processing Disorder and Attention Deficit/Hyperactivity Disorder*. I F.E. Musiek & G.D. Chermak (2007): *Handbook of (Central) Auditory Processing Disorder*. Auditory Neuroscience and Diagnosis (1). San Diego: Plural Publishing.
- Chermak, G.D. & Musiek, F.E. (2007). *Handbook of Central Auditory Processing Disorder*. Comprehensive Intervention (2). San Diego: Plural Publishing
- Hugdahl, K. (2003). *Dichotic listening: Probing temporal lobe functional integrity*. I: R.J. Davidson & K. Hugdahl. *Brain asymmetry* (s. 123-156). Cambridge, MA, UAS: MIT Press.
- Hutchison, M (1986). *Megabrain. New tools and techniques for brain growth and mind expansion*. New York
- Gaab, N. (2007): *Sound Training Rewires Dyslexic Children's Brains for Reading*. Children's Hospital Boston. ScienceDaily.
- Geschwind, N. og Galaburda, A.M. (1987). *Cerebral Lateralization. Biologiske mekanismer, foreninger og patologi*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Gøtze, J. (2004). Afdækning af en mulig sammenhæng mellem auditiv perception og fonologiske vanskeligheder. *Dansk Audiologopædi*, marts 04. s.10-13.
- Johansen, K.V. (1993). *Lyd, hørelse og sprogudvikling: Receptiv lyd-/musikterapi som supplement til skolens almindelige specialundervisning*. Ålykke. Horsens Forlag, pædagogisk serie.
- Johansen, K. (2012): Hørelse og indlæring. *Tidsskriftet Specialpædagogik*, 32. årg., nr. 3, maj.
- Merzenich, M.M. & Jenkins, W.M. 1995. *Maturational Windows and Adult Plasticity*. Ed. by B. Julesz and I. Kovaks. New York: Addison-Wesley.
- Rozenblatt, S. (2014). *Learn To Read Through Sound. Cognitive Neuroscientists use training to help Dyslexic children read*. Advanced Psychological Assessment.
- Sohlman, B. (2000). *Möjligheterna finns*. Täby, SE: Sama förlag AB.
- Tallal, P., Galaburda, A.M., Llinás, R.R., von Euler, C. (Eds.), (1993). *Temporal Information Processing in the Nervous System. Special Reference to Dyslexia and Dysphasia*. New York. The New York Academy of Sciences.
- Spektrogram vedr. formanter* er hentet fra Paula Tallal. Kompendium ved INPP International conference, Madrid d. 12.-13. maj 2018.
- Tomatis, Alfred A. (1964). *L'Oreille et le langage*. Paris: Editions du Seuil. English translation: Tomatis, Alfred A. *The Ear and Language*, editing and translation in collaboration with Billie M. Thompson. Norval: Ontario, Moulin Publishing, 1996.
- [www.johansenias.com](http://www.johansenias.com)  
[www.JIAS.dk](http://www.JIAS.dk)  
[www.sprogogapd.dk](http://www.sprogogapd.dk)  
[www.dyslexia-lab.dk](http://www.dyslexia-lab.dk)