

## Valențe corectiv compensatorii ale metodei spectrografice

Alina BOCA<sup>1</sup>

### Abstract

*The speech intelligibility degree of the hearing impaired children speech varies widely, from completely incomprehensible to almost functional. Although a number of studies have documented typical speech disorders of the hearing impaired children compared with hearing children.*

*Most of these studies have been limited to the analysis of perceptual errors of type phonetic and phonological. In recent years of the digital technology has greatly increased the efficiency of speech acoustics study, which may provide more precise details than perceptual analysis regarding timing and frequency distribution of acoustic energy into individual segments of speech*

**Key words:** speech intelligibility, spectrogram, voice onset time, hearing impairments

### Repere teoretice

Gradul de inteligibilitate sau claritate în vorbirea copiilor cu dizabilitate neurosenzorială de auz variază considerabil, de la complet neinteligibil până la aproape funcțional. Cu toate că o serie de studii au documentat greșelile tipice de vorbire ale copiilor cu dizabilitate de auz în comparație cu copii cu auz normal, majoritatea acestor studii s-au limitat la o analiză perceptuală a greșelilor de tip fonetic și fonologic (Hudgins, Numbers, 1942; Smith, 1982; Dunn și Newton, 1986; Culbertson și Kricos, 2002).

În ultimii ani dezvoltarea tehnologiei digitale a crescut cu mult eficiența studiului acusticii vorbirii, ceea ce poate oferi detalii mai exacte decât analiza perceptuală, în ceea ce privește temporizarea și distribuția frecvenței energiei acustice, în segmente individuale de vorbire.

În timp ce, studiile perceptuale prezintă o validitate de aspect ridicată, rezultatele

acestora tind să varieze considerabil datorită naturii subiective a analizei. Analiza acustică, pe de altă parte, permite o urmărire mai precisă și mai obiectivă a schimbărilor subtile care au loc în sunetele vorbirii în ghidarea terapiei limbajului și în monitorizarea progresului (Uchanski & Geers, 2003).

În plus, caracteristicile acustice asociate greșelilor de articulare produse de către copiii cu dizabilitate de auz pot indica modul în care informația acustică ce lipsește din feedback-ul lor auditiv afectează modul în care aceștia stabilesc asocierea dintre clasificarea unui sunet și schema de producere. Astfel se pot identifica componentele lipsă care fac diferențierea și care pot fi suplimentate prin alte tipuri de feedback.

Tehnici speciale de terapie a limbajului au fost aplicate copiilor cu dizabilitate de auz pentru a le dezvolta acestora abilitatea de a vorbi corect. Astfel de tehnici de terapie implică adesea utilizarea semnalelor vizuale, tactile și cinetice pentru a compensa lipsa de acces

la semnalele auditive (Dodd, 1976; Ling, 1976).

Progresele tehnologice din ultimele câteva decenii au făcut acum ușor accesibile instrumente care oferă semnale vizuale sub forma unui afișaj vizual, în timp real, a semnalelor acustice, precum și a celor cinematice sau fiziologice. Cu toate acestea, literatura de specialitate este insuficientă în ceea ce privește eficacitatea demersului terapeutic care utilizează aceste aplicații. Este nevoie de cercetări mai aprofundate înainte ca aceste instrumente să fie acceptate de către profesioniști, în utilizarea clinică de rutină.

### **Măsurarea instrumentală a vorbirii și a vocii**

Pentru a evalua eficacitatea terapiei de reabilitare a tulburărilor de pronunție este nevoie de o metodă de identificare și diferențiere. Caracteristicile pronunției sunt, în general, identificate auditiv. Cu alte cuvinte, se bazează pe o evaluare subiectivă, perceptuală, realizată de un ascultător instruit. Alternativ, studiile au demonstrat utilitatea metodelor acustice, instrumentale de identificare și studiere a erorilor de producere a vorbirii. Folosind metode obiective se pot obține măsurători nebiasate prin intermediul cărora să se identifice diferite caracteristici ale vorbirii. Secțiunea ce urmează evidențiază utilizarea analizei acustice, inclusiv: reprezentarea spectrografică a consoanelor, vocalelor și a măsurătorilor formanților, timpul de atac vocal, analiza momentului spectral, rezonanța și calitatea vocii. Ulterior se evidențiază utilizarea electroglotografiei și urmărirea feței.

### **Măsurători acustice**

Afișajul spectrografic oferă o reprezentare vizuală a sunetelor vorbirii, fiecare sunet având structuri caracteristice în funcție de cum și unde sunt produse în cavitatea bucală (Davenport și Hannahs, 1998). Această metodă este utilă în analiza obiectivă a vorbirii, făcând posibilă analizarea tranzițiilor articulatorii rapide și a schimbărilor subtile în frecvența formanților (Lieberman și Blumstein, 1988). Informația acustică afișată pe spectrogramă depășește ca fidelitate ceea ce poate evalua chiar și cel mai bine instruit fonetician.

### **Examinarea vocii din punct de vedere spectral-acustic**

În prezent, dezvoltarea tehnologiei digitale permite analiza procesării semnalului verbal și o evaluare rapidă și precisă, oferind în același timp reprezentări grafice și date numerice imposibil de realizat cu echipamentele analogice.

Un punct de lucru pentru analiza acustică a vocii este, în esență, constituit dintr-un calculator echipat cu programe software specializate, precum și cu accesorii necesare pentru captarea și redarea semnalului (microfon, boxe). Aceste echipamente pot fi înlocuite de placa de sunet încorporată în computere personale.

Ușurința utilizării diferitelor programe computerizate, scăderea costurilor prin folosirea acestora, a permis, pe de o parte, o simplificare considerabilă a interacțiunii dintre utilizator și tehnologie de altă parte, o răspândire considerabilă a acestor instrumente, astfel încât multe din intervențiile care se

realizau ambulator pentru diagnosticul tulburărilor și terapia vocii pot fi realizate mult mai ușor cu ajutorul sistemelor software de analiză acustică capabile să integreze și să proceseze și alte evaluări cum ar fi analiza laringostroboscopică.

Principalele teste efectuate în ambulatoriu sunt practici de examinare spectrografică folosind ferestrele lungă și scurtă, stabilirea frecvenței fundamentale ( $F_0$ ) și a amplitudinii emisiei vocale, cu tendințele lor de-a lungul timpului (curba de reglaj și intensitatea); extragerea parametrilor numerici concepuți pentru evidențierea obiectivității perturbărilor frecvenței fundamentale (Jitter) și a amplitudinii (Shimmer); studiul echilibrului energetic spectral (raportul dintre componenta periodică și neperiodică din semnalul acustic: raportul dintre armonică și zgomot), evidențierea a diplofoniei (simple sau multiple) și a pierderii temporare a vocii.

O altă metodă de analiză a vocii a fost creată pentru studiul vocii cântate, și este reprezentată de fonografie, care permite evaluări automate ale vocii chiar și la subiecții lipsiți de "ureche muzicală". Utilizarea ca bază de analiză a vocii a sistemului CSL creat de Kay Elemetrics Corp și folosirea pe scară largă a acestor metode de analiză a vocii prin răspândirea la nivel național și la nivel internațional, s-au creat diferite pachete software care permit realizarea de măsurători într-un mod simplu și rapid.

Spectrograma reprezintă variațiile de timp a conținutului spectral date de semnalele acustice. Prin aplicarea unor ferestre succesive de analiză a transformării rapide a lui Fourier (FFT: Fast Fourier Transform) se obține o serie

de spectre de potențiale (sau secțiuni), care se întind pe o durată de timp.

Informațiile din fiecare secțiune, reprezentate de frecvența și amplitudinea fiecărei armonici sunt prezentate respectiv pe axa ordonată și în numărul de pixeli, intensitatea fiind codificată în diverse variații colorimetrice. Timpul este reprezentată pe axa orizontală ca un eveniment spectral al ferestrelor succesive analizate.

Spectrograma este o reprezentare grafică tridimensională, care în comparație cu alte analize, are avantajul că nu este o analiză statică, surprinzând modificările pe o durată de timp și având posibilitatea filtrării emiterii glotice și supraglotice. Aceste aspecte pot fi indicate în timp real (folosind softuri de spectrograme în timp real), cu avantaje clare, în practica diagnosticării și reabilitării.

Rezoluția de frecvență, care în termeni vechi era exprimată prin "banda largă de filtru" (lățimea benzii fiind de aproximativ 300 Hz) și "în bandă îngustă de filtru" (banda fiind de aproximativ 45 Hz), este acum exprimată prin fereastra de analiză (sau cadru), sau ca segment de timp constituit dintr-un număr din eșantioane (sau așa-numitele puncte de probă). O "fereastră lungă" are o foarte bună rezoluție frecvențială: este capabilă de a separa diferite armonici și este corespondenta unui filtru analog de bandă îngustă. O "fereastră scurtă" are capacitatea de rezoluție frecvențială redusă: în aplicațiile sale algoritmice ar putea fi incluse două sau mai multe armonici și este similară cu un filtru de bandă lată de frecvență.

Spectrograma din fereastra scurtă furnizează mai multe informații cu privire la caracteristicile rezonanței vocale, cu posibilitatea de a obține informații privind modul în care persoana își folosește organele articulatorii.

## **Metodologia cercetării**

### ***Obiectiv general***

Surprinderea eficienței folosirii programelor de vizualizare a vorbirii în evaluarea și reabilitarea verbală a adolescenților și tinerilor cu dizabilitate auditivă

### ***Obiective specifice***

- Evaluarea abilităților coarticulatorii pe baza informației acustice (analizei perceptive);
- Evaluarea acustică a pronunției în vederea evidențierii principalelor limitări responsabile pentru tulburările de pronunție;
- Selectarea cuvintelor și propozițiilor care vor fi folosite în evaluare și corectarea pronunției;
- Aplicarea unui program individualizat de corectare și evaluare a pronunției bazat pe folosirea metodelor de vizualizare a vocii;
- Identificarea strategiilor utile pentru îmbunătățirea terapierii specifice de reabilitare a limbajului folosind metodele de vizualizare a vorbirii.

### ***Formularea ipotezei cercetării***

Utilizarea spectrogramelor incluzând reprezentări sugestive ale modului și locului de articulare va reduce numărul tulburărilor de pronunție la tinerii cu dizabilități auditive datorită feedback-ului obiectiv și imediat oferit.

### ***Descrierea lotului de participanți la studiu***

Lotul de participanți este alcătuit din elevi ai Liceului pentru Deficienți de Auz Cluj-Napoca și din elevi cu dizabilitate auditivă integrați în învățământul de masă care beneficiază de terapii specifice și de recuperare auditiv-verbală în cadrul liceului.

Participanții prezintă diferite tipuri și grade de deficit auditiv, ce au cauze congenitale și sunt protezați corespunzător. Vârsta participanților este cuprinsă între 17 și 21 de ani.

Patru dintre participanții provin din familii de auzitori și sunt integrați în învățământul de masă, iar doi provin din familii în care există membrii cu dizabilitate auditivă și frecventează școala în regim de semi internat.

### ***Prezentarea metodologiei cercetării***

#### Metodele

Metodele utilizate în cadrul acestei cercetări se pot grupa în:

- a) Metode, procedee, probe de evaluare:

#### ***Analiza perceptivă***

presupune audierea semnalului sonor verbal și stabilirea modului de percepere și decodificare a lui de către urechea umană, astfel sunt audiate cuvinte și propoziții și se identifică tipul și procentajul erorilor/ dificultăților de pronunție;

#### ***Analiza acustică***

Se realizează analiza însușirilor fizice ale materialului verbal pe baza spectrogramelor realizate în programul Praat și anume, analiza formaților și a

spațiului vocalic; analiza momentelor spectrale, VOT.

### **Analiza formaților**

Proprietățile spectrale ale vocalelor au fost reprezentate prin măsurarea frecvențelor primilor doi formați (F<sub>1</sub> și F<sub>2</sub>) ai vocalelor „a”, „u”, „i”. Acestea au fost alese pentru că reprezintă pozițiile articulatorii ale vocalelor și evidențiază valorile extreme ale primilor doi formați (F<sub>1</sub> și F<sub>2</sub>).

### **Analiza spațiului vocalic**

Spațiul vocal, este măsura spațiului delimitat de analiza plot a frecvențelor celor trei vocale alese și este calculat pe baza valorilor medii ale fiecărei vocale. Spațiul vocal se calculează pentru stabilirea corectitudinii articulării și diferențierii vocalice (Monsen, 1976), în care un spațiu vocalic restrâns indică o apropiere a proximității vocalelor și mai puțin diferențierea vocalică. Formula de calcul folosită pentru calculul spațiului acustic vocalic așa cum a fost realizată de Liu, Tsao and Kuhl (2005), a fost:

Vowel triangle area (Hz<sup>2</sup>) =  $ABS\{[F_{1i}*(F_{2a}-F_{2u}) + F_{1a}*(F_{2u}-F_{2i}) + F_{1u}*(F_{2i}-F_{2a})]/2\}$ , Unde “ABS” este valoarea absolută, “F<sub>1i</sub>” simbolizează valoarea F<sub>1</sub> a vocalei /i/, “F<sub>2a</sub>” simbolizează valoarea F<sub>2</sub> a vocalei/a/, etc.

### **Momentele spectrale**

Proprietățile spectrale ale consoanelor au fost analizate prin analiza momentelor spectrale, care calculează localizarea tendinței centrale a frecvenței și distribuția energiei semnalului verbal.

Primul moment (M<sub>1</sub>) este media, reprezentând centru de energie sau concentrația spectrului.

Momentul al doilea este deviația standard, reprezentând distribuția energiei

Momentul al treilea este distorsiunea (skeweness), reprezentând asimetria înclinațiilor spectrale a distribuției energiei. O distribuție simetrică, este indicată de o distorsiune zero. O distorsiune negativă indică creștere a energiei pe frecvențele înalte, pe când o distorsiune pozitivă indică a concentrare a energiei pe frecvențele joase.

Momentul 4 (M<sub>4</sub>) este kurtosis, reprezentând un anumit grad de “ascuțire” sau măsura (proporția, spațiu, cantitatea) cea mai înaltă valoare a distribuției frecvenței față de forma normală a distribuției. Un kurtosis pozitiv indică o distribuție foarte ascuțită și reflectă un spectru clar definit, pe când unul negativ indică o distribuție plată.

### **Voice onset Time (VOT)**

Este o altă metodă acustică utilă de măsurare a vorbirii care se poate extrage din analiza spectrografică este timpul de atac vocal. Acesta este definit ca fiind timpul dintre momentul eliberării bruște a aerului la explozive și momentul în care corzile vocale încep să vibreze (Uchanski & Geers, 2003; Liberman & Blumsein, 1988; Zemlin, 1998).

Măsurarea timpului de atac vocal la vorbirea copiilor deficienți de auz poate oferi informații cu privire la percepția lor asupra contrastul sonor. Timpul de atac vocal creează o importantă distincție perceptuală între sunete analoge surde și sonore (Lisker, Leigh & Abramson, 1964).

b) Metode și probe utilizate în cadrul intervenției terapeutice:

- Program individualizat;
- Observația directă, fișe logopedice.

Pentru investigarea eficacității utilizării în practica terapeutică a programelor de vizualizare a vocii, metoda de investigație aleasă a fost aceea a experimentului cu un singur subiect. Această alegere se datorează heterogenității grupului de participanți și numeroaselor variabile care intervin pe parcursul experimentului în fiecare caz în parte.

### ***Descrierea procedurii de realizare a cercetării***

Etape:

1. *Prima etapă* a constat în *culegerea informațiilor* referitoare la fiecare dintre tineri cuprinși în studiu, la mediul din care provin, la intervențiile anterioare. În această etapă s-au strâns informații din timpul discuțiilor cu cadrele didactice care lucrează sau au lucrat anterior cu tinerii, prin intermediul analizei fișelor de observație și a caracterizărilor psihopedagogice realizate în cadrul centrului și al liceului, audiograme anterioare sau rezultate la examinări audiologice obiective.
2. În *etapa a doua* s-a realizat evaluarea pronunției participanților la cercetare cărora li s-a cerut să citească o listă de 45 de cuvinte și 20 de propoziții adaptate după listele de cuvinte echilibrate fonetic ale lui Florin Constantinescu (Constantinescu, 1964). Producțiile verbale rezultate au fost înregistrate

cu ajutorul programului Praat. Ulterior pe baza audiției producției verbale înregistrate am realizat analiza perceptivă și consemnarea erorilor de pronunție ale participanților, precum și o prima analiza acustică și spectrografică.

3. *Etapa a treia* a constat în trainingul participanților în folosirea feedback-ului vizual/programelor de vizualizare a vorbirii cu evidențierea pe spectogramă a diferențelor dintre reprezentarea propriei voci și vocii unui auzitor. În perioada de training participanților li s-a cerut să repete o lista de cuvinte împreună cu vizualizarea spectrogramei pentru identificarea structurilor diferitelor segmente de vorbire și pentru a evalua corectitudinea propriei pronunții a unor cuvinte și propoziții date.
4. În *etapa a patra* s-a reevaluat pronunția participanților prin reaplicare testului inițial și analiza perceptivă, acustică și spectrografică a producțiilor verbale.

### **Analiza și interpretarea rezultatelor**

#### ***Analiza rezultatelor lotului de participanți***

În această secțiune am descris rezultatele evaluării inițiale pentru a identifica erorile în pronunție care vor fi vizate în etapa de formare, dar și evoluția rezultatelor de-a lungul experimentului pe baza analizei perceptive și acustice.

#### ***Identificarea erorilor de pronunție***

Pe baza analizei perceptive a itemilor din testul administrat în faza inițială, cele mai frecvente s-au evidențiat șapte tipuri de erori de pronunție și anume deliția consoanelor finale (omisii consoanelor

finale), reducția clusterelor consonantice, substituiri ale consoanelor, neutralizarea vocalelor, erori în coarticularea diftongilor, fragmentarea cuvintelor în silabe. Dintre acestea am ales pentru perioada de training am ales deliția consoanelor finale, reducția clusterelor consonantice, care pe de o parte au fost cele mai frecvente defecte de pronunție manifeste, iar pe de altă parte sunt ușor de evidențiat pe spectrograme în cadrul training-ului de folosire a programelor de vizualizare a vocii.

### **Analiza perceptivă**

Rezultatele obținute de participanți la evaluarea inițială și finală sunt prezentate în Figura 3. În urma folosirii programelor de vizualizare a vocii, rezultatele tuturor participanților arată o ușoară îmbunătățire a pronunției prin scăderea numărului de erori și creșterea procentului de cuvinte emise corect. Astfel, putem spune că folosirea feedback-ului vizual a determinat un transfer benefic în pronunția corectă.

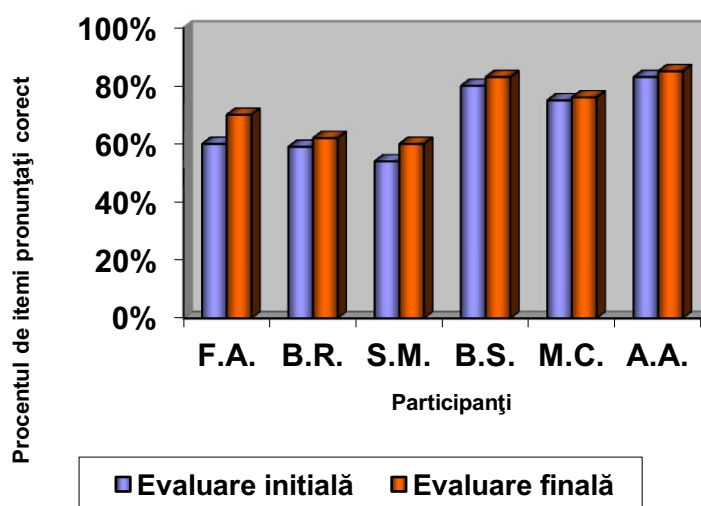


Figura 3. Grafic privind evoluția pronunției înainte și după folosirea metodelor de vizualizare a vocii

### **Rezultate Voice onset Time (VOT)**

VOT reprezintă timpul dintre momentul eliberării bruște a aerului la explozive și momentul în care corzile vocale încep să vibreze (Uchanski & Geers, 2003; Liberman & Blumsein, 1988; Zemlin, 1998). Măsurarea timpului de atac vocal în vorbirea copiilor deficienți de auz oferă informații despre cum percep aceștia contrastul sonor. Timpul de atac vocal creează o importantă distincție

perceptuală între sunete analoge surde și sonore.

Analiza rezultatelor VOT indică reducerea acestui indice odată cu folosirea trainingului vizual ceea ce poate fi interpretat ca o îmbunătățire a percepției contrastului sonor. Rezultatele obținute de participanți pot fi urmărite în graficele următoare:

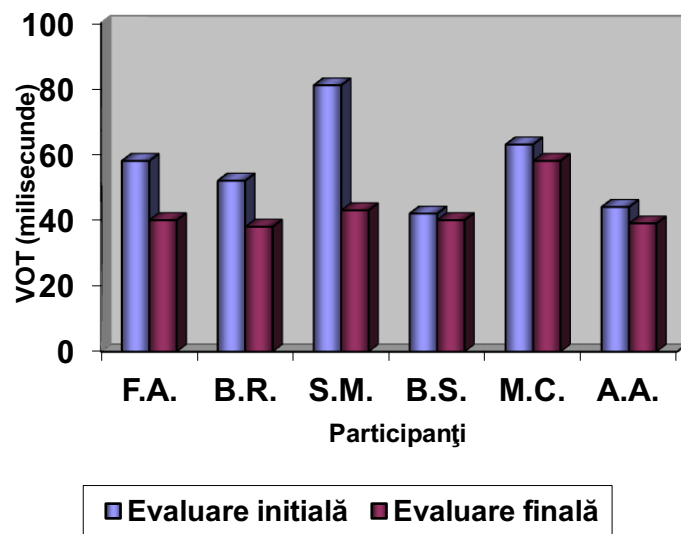


Fig.4. Evoluția mediilor VOT obținute de participanți pentru fonemul consonantic „p”

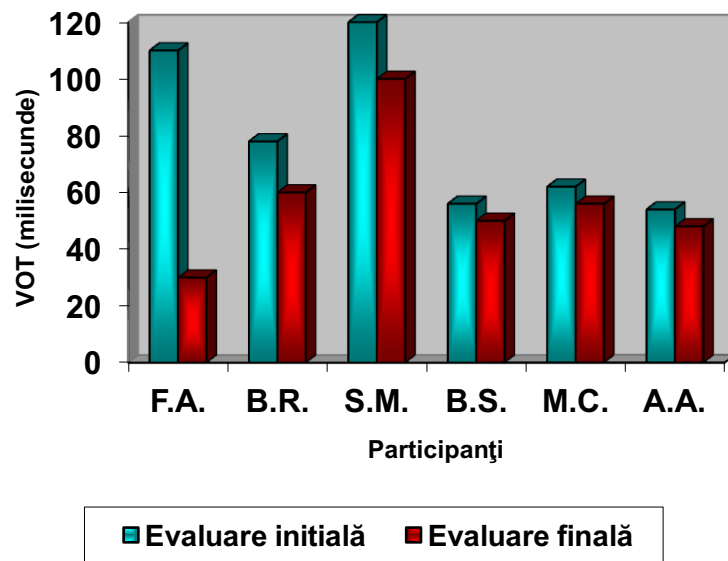


Fig.5. Evoluția mediilor VOT obținute de participanți pentru fonemul consonantic „t”



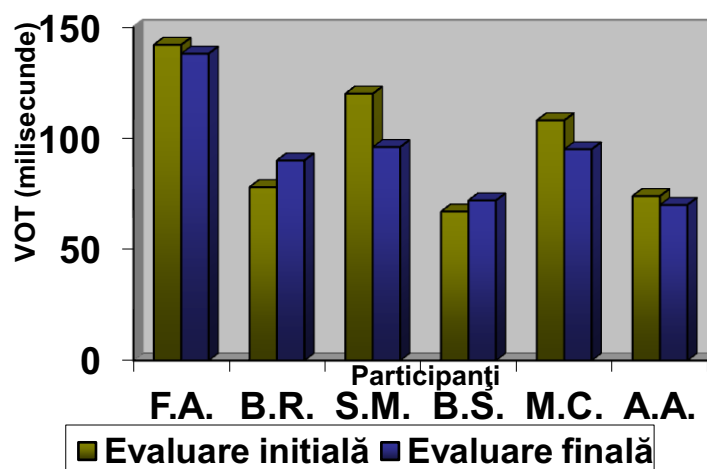


Fig.6. Evoluția mediilor VOT obținute de participanți pentru fonemul consonantic „k”

Observăm că media VOT pentru /p/ se reduce pentru toți participanți după trainingul de folosire a metodelor de vizualizare a vorbirii. Valorile VOT pentru /t/ sunt foarte variabile în funcție de fiecare participant dar și aceste valori scad după o anumită perioadă de training. Valorile medii VOT pentru /k/ se reduc pentru toți participanții. Aceste valori indică creșterea capacității de diferențiere perceptuală între sunete analoge surde și sonore.

### **Analiza spațiului vocal**

Spațiul vocal, este măsura spațiului delimitat de analiza plot a frecvențelor celor trei vocale alese și este calculat pe baza valorilor medii ale fiecărei vocale. Spațiul vocal se calculează pentru stabilirea corectitudinii articulării și diferențierii vocalice. Un spațiu vocalic restrâns indică o apropiere a proximității vocalelor și mai puțin diferențierea vocalică. În tabelul de mai jos se află triunghiul vocalic pentru trei din participanți în parte

Tabel 1. Triunghiul vocalic înainte și după training

Participanți	Pre-training	Post-training
F.A.	282035 Hertz pătrați	294051 Hertz pătrați
B.R.	89251 Hertz pătrați	114830 Hertz pătrați
S.M.	267584 Hertz pătrați	348406 Hertz pătrați

Observăm creșterea ariei triunghiului vocalic pentru majoritatea participanților acesta determinând îmbunătățirea corectitudinii articulării și diferențierii vocalice la toți participanții

### **Concluzii**

Toți participanții la studiu și-au îmbunătățit calitatea pronunției prin reducerea greșelilor comise prin folosirea feedback-ului vizual oferit în cadrul metodelor de vizualizare a vorbirii. Participanții și-a îmbunătățit rezultatele atât în ceea ce privește evaluarea perceptivă cât și evaluarea acustică referitoare la reducerea erorilor de pronunție.

Folosirea metodelor de vizualizare s-a dovedit a fi o metodă eficientă de terapia limbajului, participanții manifestând interes pentru această nouă abordare

Ipoteza a fost că folosirea spectrogramelor în terapiile specifice și de recuperare va reduce numărul tulburărilor de pronunție la adolescenții și tinerii cu dizabilitate auditivă datorită feedback-ului obiectiv și imediat oferit. Fiecare dintre participanții la program au prezentat îmbunătățiri ale pronunției dar evoluția și rezultatele folosirii metodelor de vizualizare a vorbirii au fost diferite. O influență importantă asupra rezultatelor a avut-o și particularitățile individuale, stilul de învățare, motivația spre învățare, voința și dorința de autodepășire precum și personalitatea participanților.

Rezultatele obținute confirmă faptul că, evaluările pronunției și vorbirii cu ajutorul metodei spectrofice sunt mai relevante și mai obiective decât evaluările tradiționale ale pronunției datorită faptului că, analiza acustică poate evidenția mai multe detalii acustice ale caracteristicilor vorbirii

## Bibliografie

- Constantinescu, F. (1964). Contribuții la fundamentarea științifică a audiometriei vocale. *Probleme de defectologie*, EDP, București
- Culbertson, D.N. & Kricos, P.B. (2002) Language and speech of the deaf and hard of hearing. In R.L. Schow & M.A. Ling (Eds.), *Introduction to Audiologic Rehabilitation* (4<sup>th</sup> Ed.) (pp.183-224). Boston: Allyn and Bacon.
- Davenport, M., & Hannahs, S. J. (1998). *Introducing phonetics & phonology*. Oxford University Press Inc., New York.
- Dodd, B. (1976). The phonological systems of deaf children. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 41(2), 185-197.
- Dunn, C & Newton, L. (1986). A comprehensive model for speech development in hearing impaired children. *Topics in Language Disorders*, 6(3), 25-46.
- Hudgins, C. & Numbers, F. (1942). *An investigation of the intelligibility of the speech of deaf and normal subjects*. Genetic Psychology Monographs, 25, 286-392.
- Ling, D.L. (1976). *Speech and the Hearing-Impaired Child: Theory and Practice*. Washington: Alexander Graham Bell Association for the Deaf. Ling, D. (1989). *Foundations of spoken language for hearing-impaired children*. Washington: Alexander Graham Bell Association for the Deaf.
- Liberman, P., & Blumstein, S. E. (1988). *Speech physiology, speech perception, and acoustic phonetics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lisker, Leigh and Arthur Abramson. 1964. *A cross-language study of voicing in initial stops: Acoustical measurements*. *Word* 20(3).527-565. Reprinted, with permission from John R. Costello, Editor, WORD.
- Smith, B.L. (1982). Some observations concerning pre-meaningful vocalisation of hearing impaired infants. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 47, 439-441.

Uchanski, R.M. & Geers, A.E. (2003). Acoustic characteristics of the speech of young cochlear implant users: A comparison with normal-hearing age-mates. *Ear and Hearing*, 24(1S), 90S-105S.

Zemlin, W. R. (1998). Articulation. In W. R. Zemlin (Eds.), *Speech and Hearing science* (p197-230). Boston: Allyn and Bacon.

<sup>1</sup>Prof. logoped,  
[alinaboca@hotmail.com](mailto:alinaboca@hotmail.com)

E-mail:



Pentru mai multe informații cu privire la implanturile cohleare, vă rugăm să luați legătura cu:

**Valentin Chiticaru**

Customer Experience Manager

Tel.: 0728.678.910

E-mail: [valentin.chiticaru@fixi.ro](mailto:valentin.chiticaru@fixi.ro)



# SISTEMUL COCHLEAR™ NUCLEUS® 6



## Cum funcționează auzul cu un implant cohlear.

Implantul Nucleus® 6 trimite semnale direct la nervul auditiv ocolind acele părți ale urechii care nu mai funcționează cum trebuie.

- 1 Microfonul procesorului de sunet preia sunetele și le transformă în informație digitală.
- 2 Aceasta informație digitală este transmisă prin antena externă la implantul aflat sub piele.
- 3 Implantul convertește informația în impulsuri electrice care se transmit electrozilor aflați în cohlee.
- 4 Electrozii implantului stimulează nervul auditiv care transmite impulsurile la creier care le interpretează ca sunet.

### OPȚIONAL

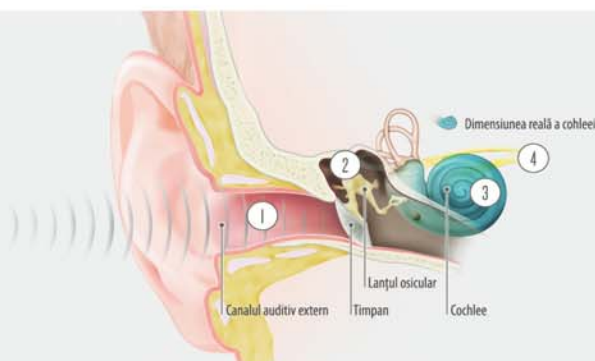
O componentă acustică purtată în canalul auditiv amplifică sunetele naturale cu frecvență joasă care se combină cu semnalele implantului. Acest "auz hibrid" îmbunătățește calitatea sunetului, percepția muzicii și înțelegerea vorbirii.



## Cum funcționează auzul natural

Sunetul este perceput în mod natural prin aer și prin conducție osoasă.




- 1 Undele sonore sunt captate prin canalul auditiv și conduse spre timpan.
- 2 Aceste unde sonore fac ca timpanul și cele trei oase din centrul urechii să vibreze.
- 3 Vibrațiile sunt transmise către lichidul urechii interne numită cohlee determinând cilii din aceasta să vibreze.
- 4 Mișcarea cililor produce impulsuri nervoase care sunt transportate de-a lungul nervului acustic la creier unde sunt interpretate ca sunet.



**fix**

Unic distribuitor în România  
SC Fix Import Export SRL, Str. Vârful Înalt, Nr. 75,  
013132 București, Sector 1, Tel: +40 215.280.391,  
Fax: +40 215.280.390, e-mail: office@fixi.ro

Pentru mai multe informații contactați reprezentantul local sau vizitați siteul  
[www.cochlear.ro](http://www.cochlear.ro)

Ne poți urmări și pe:   

Cochlear, Hear now. And always, Nucleus și logo-ul eliptic sunt mărci comerciale sau mărci înregistrate ale Cochlear Limited. N36672F ISS2 DEC14

Hear now. And always

  
Cochlear®