

АКУСТИЧЕН АНАЛИЗ В ДЕНТАЛНАТА МЕДИЦИНА

М. Христозова¹, Хр. Кисов², Д. Шопова¹, Т. Божкова¹, Р. Казакова¹, Т. Балакумар³

¹асистент в катедра „Протетична дентална медицина“, Факултет по дентална медицина, Медицински университет – Пловдив, България

²професор в катедра „Протетична дентална медицина“, Факултет по дентална медицина, Медицински университет – Пловдив, България

³студент IV курс, Факултет по дентална медицина, Медицински университет – Пловдив, България

ACOUSTIC ANALYSIS IN DENTISTRY

M. Hristozova¹, Chr. Kissov², D. Shopova¹, T. Bojkova¹, R. Kazakova¹, T. Balakumar³

¹assistant professors in Department of “Prosthetic Dentistry”, Faculty of Dental Medicine, Medical University – Plovdiv, Bulgaria

²professor in Department of “Prosthetic Dentistry”, Faculty of Dental Medicine, Medical University – Plovdiv, Bulgaria

³Student of IV year, Faculty of Dental Medicine, Medical University – Plovdiv, Bulgaria

Въведение: Протетичното лечение променя гласовия канал и способността за артикулация на звуковите съчетания в речта. Запазването на характерното за пациента произношение е цел на протетичната рехабилитация, също като дъвкателната функция и естетиката.

Цел на настоящото проучване е да представи обективен метод за звуков анализ на речта.

Материали и методи: Използвахме диктофон Sony ICD-UX533 за запис в mp3-формат на характерния за пациента изговор на подбрани думи (символи), преди и след протетичното му възстановяване. Изследването обхваща деветима пациенти с неснемаеми протезни конструкции във фронталната област на възраст от 40 до 71 години, три жени и шест мъже, от тях трима със средно и шест с висше образование.

Посредством програмата Audacity конвертирахме записите в wav-формат и сегментирахме символите в подходящи фонемни съчетания. Акустичния анализ на формантите в речта осъществихме с Speech Analyzer.

Резултати и изводи: Програмата Speech Analyzer дава графична спектрограма на фонемите и автоматично отчита формантните им честоти. Дигиталният акустичен анализ на звуковите файлове е обективна и ефикасна оценка и помага да се избегне субективизма на аудитивния анализ. Не установихме съществени промени в говора при неснемаемо протезиране във фронталната област след адаптационен период от четири до пет дни. При случаите с повдигане на захапката се отчете подобрене в изговора на определени фонемите, но за статистически анализ са необходими повече данни.

Ключови думи: акустичен анализ, артикулация, говорна функция

Introduction: Prosthetic treatment alters the upper part of the vocal tract and the ability to articulate the complex sound sequences used in speech. Preservation of the specific pronunciation of the patient is one of the main goals for each prosthetic rehabilitation as are masticatory function and esthetics.

The aim of this study is to introduce an objective digital acoustic analysis of speech.

Materials and methods: We used Sony ICD-UX533 recorder to make mp3-records of patient's pronunciation of selected words (symbols). Pre-treatment records were performed and ones after the restorations were delivered.

Participants in the research included nine patients with fixed restorations in the frontal area; three women and six men aged between 40 and 71. Six were educated to a university level and the other three were educated to a secondary school level.

Audacity was used to convert the records in a wav-format and for the segmentation of the symbols in certain phoneme combinations. With the aid of Speech Analyzer we analyze digitally the formants of the speech before and after treatment.

Results and conclusion: Speech Analyzer automatically presents the graphic analysis of the frequencies of phonemes. It provides useful and objective analysis and avoids the subjective auditory assessment.

After a few days' period of adaptation, no changes were found in the speech of prosthodontically treated patients with fixed restorations in frontal area. Changes in the pronunciation of certain phonemes were detected in patients with increased occlusal vertical dimension, however more research is necessary for more accurate statistics.

Keywords: acoustic analysis, articulation, speech

ВЪВЕДЕНИЕ

Речта е от жизнено важно значение за човешката дейност и доброто познаване на фонетичните принципи позволява на зъболекаря да се справи с редица фонетични проблеми, в хода на протетичното лечение и да изработи добре приети от пациента сменяеми или фиксирани протезни реставрации (6,8,11). Нашият глас се формира главно в ларинкса и бива модифициран от езика, който непрекъснато променя формата и положението си, като контактува с устните, зъбите, алвеоларния израстък, твърдото и меко небце. Тези структури формират мускулно-скелетните клапи, контролиращи обема на преминаващата въздушна струя. Цялостта на анатомични структури е важна за артикулирането на речевите звуци (9,11,16). Промяната в артикулаторните органи засяга по-отявлено съгласните звукове в сравнение с гласните (3,14,16). Съгласните са фонемите с водещо значение от протетична гледна точка (7,11).

Съгласните с практическа стойност за клинициста могат да бъдат групирани според анатомичните структури участващи в артикулирането им като: палатолингвални; лингводентални; дентолабиални; билабиални (2,6,8,11,12).

Протезирането на фронталните зъби с фиксирани или сменяеми възстановявания може да промени позицията, дължината, наклона им спрямо фронталната равнина, вестибулолингвалния им диаметър и това се отразява на изговора на съгласните, в чието артикулиране са ангажирани зъбите (9,11,12,15,16). Фонетичните проблеми съпътстващи подвижното протезиране са обстойно разгледани в българската и в световната литература, така че решихме да съсредоточим нашето изследване върху фонетичните промени, касаещи единствено фиксираното протезиране във видимата област (от 14 до 24 и от 44 до 34 зъб). Честотата на звуковете артикулирани в предната част на устната кухина многократно надвишава честотата на звуковата артикулация в задната част (2,3,7). Целта на настоящата статия е да илюстрира звукове типични за българската фонетична система, да предложи обективен метод за оценка на говорните смущения-спектрален анализ (15), да посочи анатомичните структури ангажирани в артикулацията им и така да предостави метод на избор за функционално-фонетична оценка на речевите проблеми при протетично лечение (7,15,16).

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИКА

За целите на проучването ни подбрахме списък от тестови думи-стимули (фиг.1), които не са свързани семантично, за да се избегне прозодията и интонацията. Тестовите думи включваха критични съгласни, характерни за

българския език: лингводентални (С, З), палатолингвални (Ч, Ш, Щ) и лабиодентални (Ф, В) (3). Съгласните бяха озвучени от гласни с различно място на реализация: предни: “И”, “Е”; задни лабиални: “О”, “У” и задни нелабиални “А”, “Ъ”. Решението ни се основаваше на твърдението, че при изговора на съгласните, езикът се придвижва и подготвя за изговор на последващата гласна, така че промяната в изговора на съгласната зависи от коартикулацията със следващата гласна (3,5). Това артикулационно приспособяване на съгласните под влияние на съседни гласни и обратното, при което основните качества на съседния звук се запазват се нарича коартикулация (1).

Фалшив вълтор	симфонен състав
чувствителен и високателен	шарен воялар
шумна веселба	запознатията униформна фуражка
Мисиски	инвалиден загар
шест съвместно	осведомит и шест
сериозен и искрен фен	честен и чест човек
изваден фирмен	шумноско светло
формално разследване	жълтест живот
пателно изследване	шесто чувство
местен свят	сладка шумка
местен състав	заклет човек
изден варненски бос	зелен шезлонг
шафранов вкус	шаронитек вал
съмнителна честота	симфоничен сбор
шестел на Шуко	шестър загат
симфоничен служител	зловонична случка
честен сос	шестов гиз
зелен сос	високи сини пламани
филм на фурия	Ще бъдат ли шестър?
шестерова сол	Симон Саксбургетски

Фиг.1.:Тестови думи-стимули.



Фиг.2.: Диктофон ICD-UХ533.

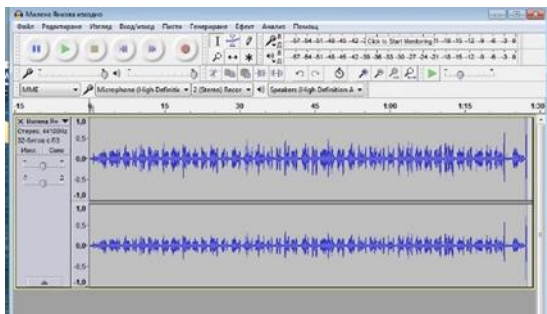
Записите бяха направени с дигитален диктофон с ниско ниво на шум Sony ICD-UХ533 (фиг.2), на ръка разстояние от пациента, при затворени прозорци и максимално тиха среда. Стаята за записи не трябва да е шумоизолирана, но е за предпочитане да не е много голяма или празна, за да се избегне ехото.

Пациентите изчитаха стимулите с равномерен тон, с умерено темпо, без емоционални окраски, с малки паузи между отделните думи. Правихме записи преди лечението и записи след протезирането (след задължителен неколкодневен период на адаптация след циментиране на конструкцията). Проучването обхваща девет пациента с неснимаеми възстановявания във фронталната област, трима от женски пол и шест от мъжки, на възраст от 40 до 71 години, шестима с висше образование/ трима със средно.

Посредством програмата Audacity¹⁷ конвертирахме записите в wav-формат и сегментирахме символите в подходящи фонемни съчетания (фиг.3), (фиг.4), (фиг.5).

С помощта на Speech Analyzer¹⁸ направихме дигитален спектрален анализ на формантите на селектираните фонемни записани преди и след лечението.

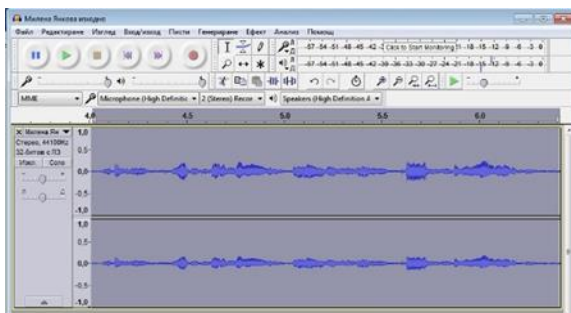
Това е свободно разпространяван софтуер за графичен анализ на речта- визуализира спектрограми, графики на форма на звуковата вълната, на основния тон, интензитета и спектъра. Програмата автоматично представя формантните честоти на гласните в долния десен ъгъл на екрана (фиг.6).



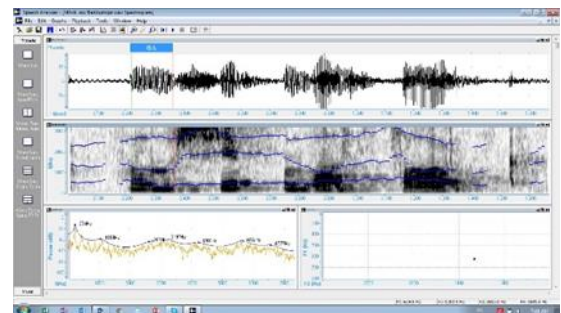
Фиг.3.: Цял звуков файл, качен в Audacity.



Фиг.4.: Маркиране и подбор на конкретен стимул “Чувствителен и възискателен”.

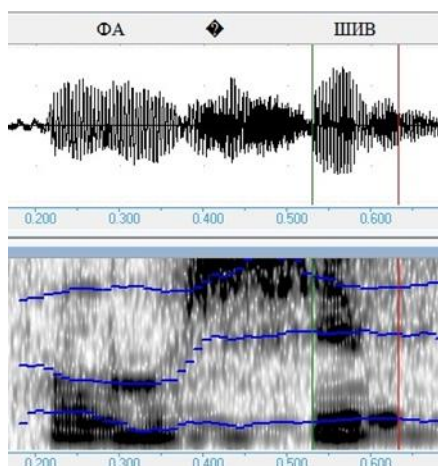


Фиг.5.: Избраният стимул “Чувствителен и възискателен” за по-прецизна сегментация.



Фиг.6.: Спектрограма на селектираната фонема „ФА“ от думата „ФАлшив“.

Speech Analyzer автоматично представя спектрограми на фонемите, думите, изречения. Спектрограмата е графика, в която по вертикалната ос се разполагат честотите на формантите, по хоризонталната- времето, а цветните линии показват интензитета (фиг.6). Фонемата е най-малката звуково неделима частица от състава на думата, която може да изпълнява смислоразличителна функция в морфемите.

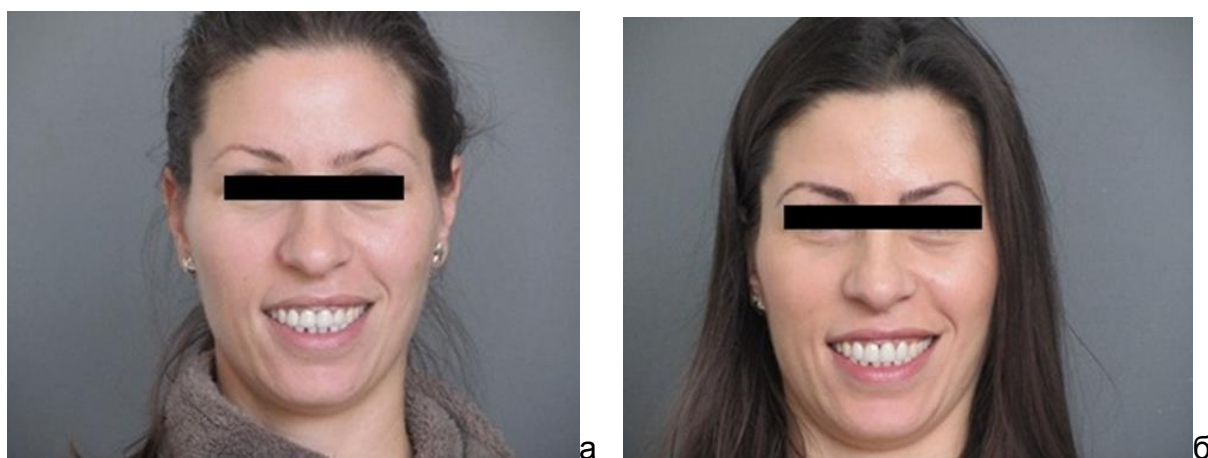


Фиг.7.: Разлика в интензитета на ударената гласна [И] и не ударената гласна [А] във „фалшив“.

Нашата цел бе да изследваме артикулацията на упоменатите критични съгласни. Поради изследването на артикулирането на изброените специфични съгласни преди и след протезиране ударението, носено от гласната, е невъзможно да се вземе под внимание във всички стимули. Нашето изследване ще приведе данни както за ударени, така и за не ударени гласни. Гласните под ударение се представят на графиките с по- голяма формантна честота, потъмен образ в спектрограмите (фиг.7). Зоната с най- голяма концентрация на енергия в гласовия канал се нарича формант (в графиката честота/време форманта изглежда като пик).

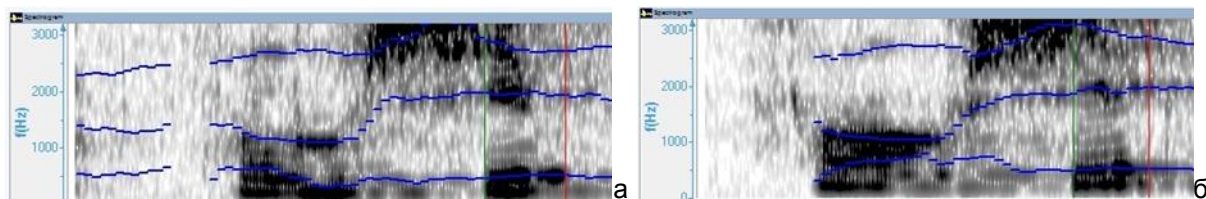
РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Ще сравним честотните стойности на конкретни стимули, произнесени от пациент -жена, предприела естетична корекция с неснимаеми конструкции на горните четири резеца. Подменените коронки са удължени и с намален вестибуло-лингвален диаметър, така че е увеличено припокритието на долните от горните резци (фиг.8).

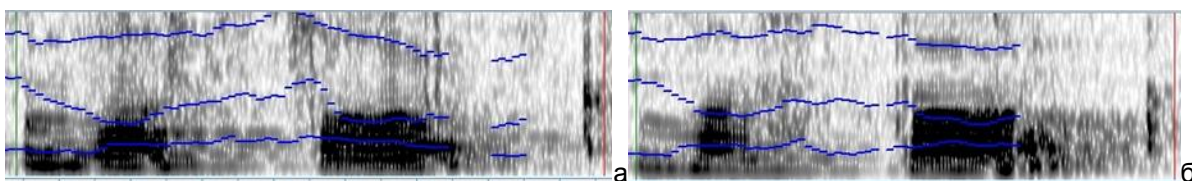


Фиг.8.: Лицето на пациентката преди а) и б) след протетичното лечение.

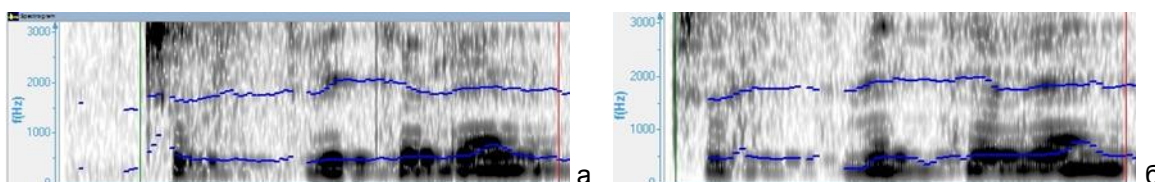
Съпоставката на спектрограмите на „ФАЛШИВ ВЪЗТОРГ“ и „ЧУВСТВИТЕЛЕН И ВЗИСКАТЕЛЕН“ записани преди и след протетичната корекция (фиг.9,10,11 и 12) показват различни стойности на F1 и F2 (табл..1,2,3,4,5,6).



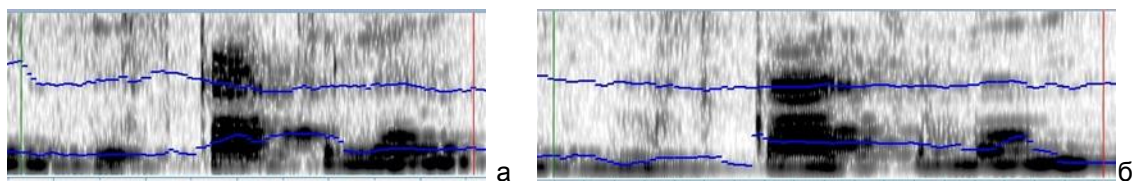
Фиг.9.: Спектрограма на думата „ФАЛШИВ“: а) преди лечение и б) след лечение.



Фиг.10.: Спектрограма на думата „ВЪЗТОРГ“: а) преди лечение и б) след лечение.



Фиг.11.: Спектрограма на думата „ЧУВСТВИТЕЛЕН“: а) преди лечение и б) след лечение.



Фиг.12.: Спектрограма на думата „ВЗИСКАТЕЛЕН“: а) преди лечение и б) след лечение.

формант (ФА)	F1	F2
преди лечение	618	1357.2
след лечение	424.4	1208.6

Табл.1. Стойности на формант „ФА“ преди и след лечение.

формант(ШИ)	F1	F2
преди лечение	471.8	1968.8
след лечение	484.9	1876.4

Табл.2. Стойности на формант „ШИ“ преди и след лечение.

формант (ВЪ)	F1	F2
преди лечение	490.2	1671.7
след лечение	488.9	1864.5

Табл.3. Стойности на формант „ВЪ“ преди и след лечение.

формант (ЧУ)	F1	F2
преди лечение	564.7	1626.7
след лечение	459.6	1565.4

Табл.4. Стойности на формант „ЧУ“ преди и след лечение.

формант(ВСТВИ)	F1	F2
преди лечение	407.5	1809.9
след лечение	273.5	1779.7

Табл.5. Стойности на формант „ВСТВИ“ преди и след лечение.

формант (ВЗИ)	F1	F2
преди лечение	425.7	1761.7
след лечение	348.5	1758.5

Табл.6. Стойности на формант „ВЗИ“ преди и след лечение.

Нека обсъдим промените в индивидуалната произносителна норма на пациентката, настъпили след протетичното лечение.

Повишаването на честотите на F1 е свързано със степента на повдигане на езика в устната кухина. По висок F1 по-отворена гласна (по-ниско разположен език, по-голям устен отвор), ниско F1 затворена гласна (по-високо разположен език, по-малък устен отвор).

F2 се свързва с артикулационното място. Високи честоти на F2 се обуславят от предната артикулация, а ниските от задната артикулация. Удължаването на гласовия канал при лабиалните гласни също понижава F2.

Гласна [А] (табл.1)

F1 на най-отворената българска гласна са най-високи в сравнение с другите вокали (1). F1 след протезиране намалява, т.е. [А] се произнася по-затворено. F2 се понижава, по-задно артикулиране на [Ф], след удължаване на режещите ръбове.

Гласна [И] показва най-високи стойности за F2 – предноезичен вокал е (1). При озвучаването на /Ш/ F1 на гласната [И] се повишава незначително. При коартикулация с /ВЗ/ и /ВСТВ/ F1 намалява [И] – се произнася по-затворено (припокриването на долните от горните резци е увеличено). Стойностите на F2 на вокала [И] са най-високи в сравнение с другите вокали-най-предноезично артикулиране. Те се понижават при коартикулацията с /Ш/ и /ВСТВ/ и незначително в позиция след /ВЗ/. Долна устна достига максиларните режещи ръбове при артикулацията на /В/ в по-дистална позиция.

Гласната [Ъ] е нелабиална задна. При озвучаването на /В/ F1 се понижава незначително. F2 нараства- [Ъ] се коартикулира в по-предноезична позиция.

Гласна [У] е задна лабиална. След лечението F1 намалява в коартикулация с /Ч/- произнася се по-затворено, доближава се до нормативния изговор и звучене. F2 намалява- по-задно артикулиране, при произнасянето на [ЧУ].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Най-често срещаната техника за изследване на качеството на звуково произносителните норми на речта е субективният анализ на тестовите думи от логопед. Всяко произнасяне на членоразделен звук е уникално и невъзпроизводимо събитие. Анализът зависи от слуховите способности, тренираността и субективната оценка на оценяващия. Разбираемостта на речта може да се прецени само от някой, който възприема и интерпретира

говоримото послание. Недостатъците могат да бъдат избегнати, като се направят оценки на записа от няколко проверяващи.(15)

Спектралният анализ е най-често използваната техника в научните изследвания. Софтуерните програми за дигитален спектрален анализ на говора прави тази техника прецизен и обективен метод.

Speech Analyzer осигурява полезен анализ, фокусиран върху обективни акустични параметри (F1 и F2) и избягва субективната слухова оценка.(5)

КНИГОПИС:

1. Бояджиев Т, Тилков Д. Фонетика на българския книжовен език. Абагар, Велико Търново, 1999.
2. Георгиев Г, Попов П. Говорна функция. Медицина и физкултура, София, 1985.
3. Георгиев Г. Взаимозависимостта говорна функция- степен на обеззъбяване и сменяеми зъбни протези. Автореферат на дисертация за получаване на ОНС „Доктор на медицинските науки“, Пловдив, 1989.
4. Чочева Н. Акустичен анализ на вариантността на гласните във френския и българския език: модели за чуждо езиково обучение. Дисертация за присъждане на ОНС „Доктор“, Пловдив, 2014.
5. Чочева Н. Акустичен анализ на вариантността на гласните във френския и българския език: модели за чуждо езиково обучение. Автореферат на дисертация за получаване на ОНС „Доктор“, Пловдив, 2014.
6. Abdullah Al Kheraif AA, Ramakrishnaiah R. Phonetics related to Prostodontics. Middle-East Journal of Scientific Research 2012; 12 (1):31-35.
7. Bizyaev AA, Konnov VV, Lepilin AV, Maslennikov DN, Bizyaeva ND. Modern methods of control over phonetic adaptation of patients to orthopedic constructions of dentures. Russian Open Medical Journal 2012; 1: 0310.
8. Balu K, Karthic. Speech in Prostodontics. JIAD 2011; 2(2): 79-81.
9. Bloom DR, P.J. Increasing occlusal vertical dimension- Why, when and how. British Dental Journal 2006:251-256.
10. Hattori M, Sumata YI, Taniguchi H. Automatic evaluation of speech impairment caused by wearing a dental appliance. Open Journal of Stomatology 2013; 3: 365-369.

11. Hu X, Stohwasser C, Mehrhof J, Schaller P, Beuer F, Nelson K, Nahles S. Grundlagen der artikulatorischen Phonetik der deutschen Sprache für die prothetische Rehabilitation (Essentials of German phonetics for prosthetic dentistry). Deutscher Ärzte-Verlag | zzi | Z Zahnarzt | Impl 2012;28(4): 304-313.

12. Jain CD, Bhaskar DJ, Agali CR, Singh H, Gandhri R. Phonetics in Dentistry. Int J Dent Med Res 2014; 1 (1): 31-37.

13. Pribil J, Pribilova A, Durackova D. An experiment with spectral analysis of emotional speech affected by orthodontic appliances. Journal of electrical engineering 2012; 63 (5): 296-302.

14. Rodrigues LCB, Pegoraro LF, Brasolotto AG, Berretin-Felix G, Gerano KF. A fala diferentes modalidades de reabilitação oral protética em idosos (Speech in different oral prosthetic rehabilitation modalities for elderly individuals). Pro- Revista de Atualização Científica 2010; 22(2): 151-156.

15. Runte C, Tawana D, Dirksen D, Runte B, Dinnesen A, Bollmann F, Seifert E, Danesh G. Spectral analysis of /s/ sound with changing angulation of the maxillary central incisor. The international Journal of Prosthodontics 2002;15(3): 254-258.

16. Teodorescu HNL. Voice analysis in dentistry. Journal of Romanian Medical Dentistry 2010; 14(3): 171- 186.

17. <http://www.audacityteam.org/download/>

18. <http://download.freownloadmanager.org/Windows-PC/Speech-Analyzer/FREE-3.0.1.html>