The Role of Acoustic Rhinometry in Rhinologic Practice

At. Vlaykov, D. Mihaylov, V. Stoyanov, P. Dimov

Department of Otorhinolaryngology, Medical faculty, St. Zagora, Bulgaria

Abstract:

Objective: One of the main symptoms occurring in patients with various diseases of the nose and paranasal sinuses which significant deteriorating quality of life is difficult nasal breathing. Dictated by this is a need to develop tools for assessing the geometry of nasal structures.

Methods: By analyzing the available literature, the authors make a brief description of working principles and provide main directions for the application of acoustic rhinometry.

Results: Due to the acoustic signal generated by a source into one end of the tube of acoustic rinometer, reaching the structures of nasal cavity waves pass through it and make a change in cross-sectional area occur partial reflection of the sound. Reflected waves entering back into the handpiece where they are recorded by a microphone, analyzed by computer system and presented like graphics.

Conclusion: Acoustic rhinometry is both minimally invasive and easy carry out study. Fastest realization and absence of discomfort makes it suitable for use in any age.

Key words: acoustic rhinometry, rhinology, nasal congestion

Objective

External nose, nasal cavity and paranasal sinuses are structures of respiratory system which have an essential role in realization of breathing process. Besides a purely mechanical passage of inhaled air, there is carried out and warming moisture and mechanical cleaning, with main purpose of protection of lower respiratory tract [1]. These circumstances make them one of key organs of the respiratory system.

Being the first line of contact between human body and environment, they are also gateway for physical, chemical and biological impurities in the air and they are often exposed to aggressive influence of environmental factors. Perhaps this one of the reasons that make acute rhinosinitis the most common disease in human population, dictated by frequent attacks of external pathogens. One of the main symptoms occurring in patients with various diseases of the nose and paranasal sinuses and significant deteriorating quality of life is the difficult nasal breathing. Dictated by this is the need to develop tools for assessing the geometry of nasal structures to benefit both clinicians and researchers [2].

There are various methods for demonstration of edema of nasal mucosa and patency of nasal cavities. They can be divided into two main groups. The first consists of dynamic and the second of static measurement methods. In the dynamic group are mainly two methods – peak nasal inspiratory volume and rinomanometry. They measure swelling of nasal mucosa indirectly by recording changes in airflow. In the group with the static methods best known are rinostereometry, which is

a method for evaluation of mucosal edema through a microscope and acoustic rhinometry [4].

Methods

In making diagnosis and assessment of severity of diseases of the nose and paranasal sinuses we use number of clinical and instrumental examinations, but objective assessment of their passage is possible by imaging studies such as CT and MRI, or rinomanometry and acoustic rhinometry. As for the evaluation of nasal patency with imaging techniques, require spending much resources, then the use of the AR is performed easily. Furthermore, in

vivo studies in humans in which compare data from cross-sectional area measured by AR, with those obtained by MRI showed a close relationship.

Acoustic rhinometry is a relatively recently developed technology and this is a method for objective determining of the nasal patency, which calculates cross section area (CSA). It is especially useful for evaluating the geometry of anterior and middle thirds of nasal cavity [6-9]. There are also studies for application of examination in pathologies of nasopharynx, but they still not found clinical use in mass of this part of the upper respiratory tract.

Results

The principle of acoustic reflectometry or acoustic rhinometry is similar to this in ultrasound machines. This is a method for measuring the CSA of nasal cavity as a function of distance from the nostrils. Acoustic signal generated by a source into one end of the nozzle. This signal passes along the tube and enters into measured object. When these waves pass through the airway reflected partially acoustic signal, whenever there is a change in the CSA. Reflected waves entering back into the handpiece where they are recorded by a microphone and analyzed by a computer system [5]. Computer analysis of the reflected signal is displayed as a graph of resistance and area of measured object.

Acoustic rinometer calculates and displays the curve-surface distances. Curve usually shows two variations, following the straight line that corresponds to the tube tip. The first curve is referred to as „I-notch“, representing the cross section area

in the area of the nasal valve-isthmus. The second variation curve is called „C-notch“, corresponding to the front end of the lower nasal turbinate. I-notch is always the narrowest segment in patients without further pathology, and the second closest segment occurs at the C-Notch. After decongestion first curve does not change its position because meets of the segment that is made of cartilage and has not decongestant opportunities, like cavernous tissue of the nasal conchas [3].

The resulting data can be stored on digital and paper format. Method permits the measurement of the amount of cross section area to be made at any point along the nasal cavity and thereby can be calculated also volume of the cavity between the two points.

An important condition when we use acoustic rinometer tip is to be positioned close to the nostril, and it is sometimes necessary placement of contact gel, to prevent dissipation of the signal. Patient

should be advised not to move her/his body during the survey, because it is easy to dislocate the tip and to occur dispersion of the acoustic signal. Analysis of the data is carried out after twice measurement, respectively before and after nasal decongestion [7, 8].

The main application of acoustic rhinometry is in conditions characterized by unilateral or bilateral obstructed nasal airflow. As a single diagnostic method is rarely sufficient for a final diagnosis, but in complex with other instrumental and physical research methods, substantially support differential diagnostic process. AR is especially useful in patients with deviated nasal septum, where the operator becomes clear picture of the exact location of the deviation and accurately determine the position subjected to surgical correction. It is widely used in patients with allergic rhinitis, benign and malignant tumors of the nasal cavity to give a further insight into geometry of nasal cavities [9-11].

Conclusion

Except in diagnostic process, essential information is obtained and in monitoring of patients during treatment – surgical or medicamentous. Into surgeon hands has a powerful weapon for evaluation of treatment excluding too subjective assessment of the patient.

Acoustic rhinometry is both minimally invasive and easily carry study. The fast realization and absence of any discomfort makes it suitable for use, even in childhood. Acoustic rhinometry will undoubtedly discover new niches in otorhinology and allergology and will be a valuable addition to existing methods of examination. It is an invaluable method for pre and postoperative analysis of patients with invasive interventions in area of nose and paranasal sinuses, and rapid noninvasive assessment of intranasal provocative tests. When used in conjunction with rinomanometry is able to create a complete picture of respiratory function and geometry of nasal cavity.

Literature:

1. Behrbohm H, O. Kaschke, T. Nawka, A. Smith, Ear, nose, and throat diseases: with head and neck surgery (3rd ed ed.), Stuttgart 2009, Thieme, 150.
2. Gershwin M, G. Incaudo, Disease of the sinuses – a comprehensive textbook of diagnosis and treatment, Humana Press Inc, New Jersey, 1996, 455-459.
3. Kennedy D, P. Hwang, Rhinology: diseases of the nose, sinuses, and skull base, Thieme, New York 2012, 70-90.
4. Howart P, C. Persson, E. Meltzer et all. Objective monitorig of nasal airway inflammation in rhinitis. J Allergy Clin Immunol, 2005, 115(3): 414-40.
5. Pirila T, J. Nuutinen, Acoustic rhinometry, rinomanometry and the amount of nasal secretion in the clinical monitoring of the nasal provocaion test, Clinical and Experimental Allergy, 1998, 28: 468-77.
6. Вичева Д. Акустична ринометрия. Монография, 2003 год., Издателство “Бойкинг” – Пловдив. ISBN 954-91 362-1-3.
7. Вичева Д. Технически аспекти и възможности на метода – акустична ринометрия. Оториноларингология, ISSN 0473-5609; Година IV; 3-4, 2000, стр. 59-66.
8. Вичева Д. Приложение на акустичната ринометрия в детската възраст. Педиатрия ISSN 0479-7876; 2001; 2: 34-38.
9. Вичева Д. Я. Ковачев. Диагностика на алергичния ринит посредством акустична ринометрия. Алергия и астма 2001, 2: 46-49.
10. Вичева Д. Изследване на носните пътища чрез акустична ринометрия. Първа Национална Дискусионна Седмица по проблеми на здравеопазването “Тримед”, Пловдив, 15-20.03.2001. CD-ROM
11. Вичева Д. Функционално носно дишане. Международен Бюлетин по оториноларингология, 2005, 2: 43-47.

Роля на акустичната ринометрия в ринологичната практика

Ат. Влайков, Д. Михайлов, В. Стоянов, П. Димов

Клиника по оториноларингология, Медицински факултет – Стара Загора, България

Резюме:

Увод: Един от основните симптоми, срещащ се при пациентите с различните заболявания на носа и околоносните кухини и влошаващ съществено качеството на живот, е затрудненото носово дишане. Продиктувано от това се явява нуждата от разработване на средства за оценка на геометрията на носните структури.

Методи: Чрез анализирането на достъпната литература авторите правят кратко описание на принципите на работа и дават основни насоки на приложение на акустичната ринометрия.

Резултати: Благодарение на звуков сигнал, който се генерира от източник в единия край на накрайника на акустичния ринометър, достигайки до структурите на носната кухина, вълните преминават през нея и при промяна в напречното сечение настъпва частично отражение на звуков сигнал. Отразените вълни навлизат обратно в наконечника, при което се записват от микрофон, анализират от компютърна система и представят под формата на графика.

Заклучение: Акустичната ринометрия е едновременно минимално инвазивно и осъществяващо се с лекота изследване. Бързото приложение и липсата на дискомфорт го правят подходящо за приложение във всяка възраст.

Увод

Външният нос, носната кухина и околоносните синуси са структури на дихателната система, имащи основна роля в осъществяването на дихателния процес. Освен чисто механично преминаване на вдишания въздух, там се осъществява и неговото затопляне, овлажняване и механично пречистване с основна цел протекция на ДДП. Тези обстоятелства им отреждат мястото на едни от ключовите органи на дихателната система. Бидейки на първа линия на контакта между човешкия организъм и околната среда, те се явяват и входна врата за всички физични, химични и биологични примеси във въздуха, поради което често са подложени на агресивното въздействие на факторите на околната среда. Вероятно това е една от причините най-честото заболяване сред човешката популация да е именно острият риносинусит, продиктувано от честото атакуване от външните патогени.

Един от основните симптоми, срещащ се при пациентите с различните заболявания на носа и околоносните кухини и влошаващ съществено качеството на живот, е затрудненото носово дишане. Продиктувано от това се явява нуждата от разработване на средства за оценка на геометрията на носните структури, в полза както за клиницисти, така и за изследователи.

Съществуват различни методи за обективизиране на отока на носната лигавица и проходимостта на носните кухини. Те могат да бъдат разделени в две групи. Първата се състои от динамични, а втората от статични методи за измерване. В динамичната

група попадат главно два метода – върхов назален инспираторен обем и риноманометрия. Те измерват подуването на лигавицата на носа косвено, чрез записване на промените във въздушния поток. В групата със статичните методи най-известни са риностереометрията, която е метод за оценка на лигавичния оток чрез микроскоп и акустичната ринометрия.

Методи

При поставянето на диагнозата и оценката на степента на тежест на заболяванията на носа и околоносните кухини си служим с редица клинични и инструментални изследвания, но обективната оценка на тяхната проходимост е възможна или чрез образните изследвания, каквито са КТ и ЯМР, или с риноманометрия и акустична ринометрия. Докато за оценка на назалната проходимост с изобразяващи методики се изисква изразходване на много ресурс, то използването на АР се осъществява лесно. Освен това *in vivo* изследвания върху хора, при които се сравняват данните от напречното сечение, измерено с АР, с тези, получени от ядрено-магнитен резонанс, показват тясна връзка.

Акустичната ринометрия е сравнително скоро разработена технология и представлява метод за

обективно определяне на носната проходимост, който изчислява напречното сечение (CSA). Той е особено полезен за оценка на геометрията в предната и средната третини на носната кухина. Съществуват и проучвания за приложението на изследването при патологии на назофаринкса, но все още не намира масово клинично приложение в тази част на горните дихателни пътища.

Резултати

Принципът на акустичната рефлектометрия или акустичната ринометрия е близък до този на ехографските апарати. Това е метод за измерване на CSA на носната кухина като функция на разстоянието от ноздрите. Звуков сигнал се генерира от източник в единия край на крайника. Този сигнал преминава по протежение тръбата и навлиза в измервания обект. Когато тези вълни преминават през дихателните пътища, частично се отразява звуков сигнал, щом е налице промяна в CSA. Отразените вълни навлизат обратно в крайника, при което се записват от микрофон и анализират от компютърна система. Компютърният анализ на отразения сигнал се визуализира като графика на съпротивлението и площта на измерения обект.

Акустичният ринометър изчислява и показва крива-площ разстояния. Кривата обикновено показва две отклонения след правата линия, която съответства на тръбния крайник. Първата крива се нарича „I-notch“, представляваща напречното сечение в областта на носната клапа-истмус. Второто отклонение на кривата е наречена „C-notch“, съответстващо на предния

край на долната носна конха. I-notch е винаги най-тесният сегмент при пациенти без допълнителна патология, а вторият най-тесен сегмент се среща при C-Notch. След деконгестия първата крива не променя своето положение, тъй като отговаря на сегмент, който е изграден от хрущяли и няма отбъбващи възможности, както кавернозните тела на носните конхи.

Получените данни могат да се съхраняват на дигитален и хартиен носител. Методът позволява измерване на размера на напречното сечение да се направи във всяка точка по протежение на носната кухина и по този начин може да бъде изчислен също обемът на кухината между две точки.

Важно условие при работа с акустичен ринометър е крайникът да бъде поставен плътно до ноздрата, като понякога е нужно поставянето на контактен гел, за да се предотврати разсейването на сигнала. Пациентът трябва да се посъветва да не движи тялото по време на изследването, тъй като лесно може да се размести наконечника и да настъпи разсейване на акустичния сигнал. Анализирането на данните се извършва след двукратно измерване, съответно преди и след деконгестия на носната кухина.

Основното приложение на акустичната ринометрия е при състояния, характеризирани се с едностранно или двустранно затруднена носна проходимост. Като самостоятелен диагностичен метод рядко е достатъчен за поставянето на окончателната диагноза, но в комплекс с други апаратни и физикални методи на изследване съществено подпомага диференциално-диагностичния процес. Особено полезен е при пациенти с девиация на носната преграда, където операторът придобива ясна представа за точната локализация на девиацията и с точност определя мястото, подлежащо на хирургична

корекция. Намира широко приложение и при пациенти с алергичен ринит, доброкачествени и злокачествени тумори на носната кухина, давайки допълнителна представа за геометрията на носните кухини.

Заклучение

Освен в диагностичния процес, незаменима информация се получава и при проследяване на пациентите в хода на терапията. Била тя медикаментозна или хирургична, в ръцете на ринолога има мощно оръжие за оценка на резултатите от лечението, не разчитайки на твърде субективната оценка на пациента.

Акустичната ринометрия е едновременно минимално инвазивно и осъществяващо се с лекота изследване. Бързото приложение и липсата на всякакъв дискомфорт го прави подходящ за приложение дори в детска възраст. Акустичната ринометрия несъмнено ще открива нови ниши в ринологията и алергологията и ще бъде ценна добавка към съществуващите методи на изследване. Тя е безценен метод за пред- и постоперативен анализ при пациенти с инвазивна намеса в областта на носа и околоносните кухини, както и за бързи неинвазивни оценки на интраназалните провокационни проби. Когато се използва заедно с риноманометрия, има възможност да се създаде цялостна картина на дихателната функция и геометрия на носните кухини.

Литература

- Behrbohm H, O. Kaschke, T. Nawka, A. Smith, Ear, nose, and throat diseases: with head and neck surgery (3rd ed ed.), Stuttgart 2009, Thieme, 150.
- Gershwin M, G. Incaudo, Disease of the sinuses – a comprehensive textbook of diagnosis and treatment, Humana Press Inc, New Jersey, 1996, 455-459.
- Kennedy D, P. Hwang, Rhinology: diseases of the nose, sinuses, and skull base, Thieme, New York 2012, 70-90.
- Howart P, C. Persson, E. Meltzer et all. Objective monitoring of nasal airway inflammation in rhinitis. J Allergy Clin Immunol, 2005, 115(3): 414-40.
- Pirila T, J. Nuutinen, Acoustic rhinometry, rhinomanometry and the amount of nasal secretion in the clinical monitoring of the nasal provocation test, Clinical and Experimental Allergy, 1998, 28:468-77.
- Вичева Д. Акустична ринометрия. Монография, 2003 год., Издателство „Бойкинг“ – Пловдив. ISBN 954-91 362-1-3.
- Вичева Д. Технически аспекти и възможности на метода – Акустична ринометрия. Оториноларингология, ISSN 0473-5609; Година IV; 3-4, 2000, стр. 59-66.
- Вичева Д. Приложение на акустичната ринометрия в детската възраст. Педиатрия ISSN 0479-7876; 2001; 2: 34-38.
- Вичева Д. Я. Ковачев. Диагностика на алергичния ринит посредством акустична ринометрия. Алергия и астма 2001, 2: 46-49.
- Вичева Д. Изследване на носните пътища чрез акустична ринометрия. Първа Национална Дискусионна Седмица по проблеми на здравеопазването „Тримед“, Пловдив, 15-20.03.2001. CD-ROM
- Вичева Д. Функционално носно дишане. Международен бюлетин по оториноларингология, 2005, 2: 43-47.