

С. С. Стенуро, А. К. Жуков
**ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ГИПОФИЗАРНУЮ ЯМКУ ЗВУКОВЫХ ВИБРАЦИЙ,
СОЗДАВАЕМЫХ ГОЛОСОМ**

Научный руководитель канд. мед. наук, доц. А. В. Сокол
Кафедра нормальной анатомии,
Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

S. O. Stepuro, A. K. Zhukov
VOICE VIBRATION EFFECT ON PITUITARY FOSSA

Tutor associate prof. A. V. Sokol
Department of normal anatomy,
Belarusian State Medical University, Minsk

Резюме. В статье рассмотрена проблема воздействия вибраций, создаваемых голосом, на область гипофизарной ямки. Особое внимание уделялось математическому моделированию распространения звукового излучения в черепе. При проведении сеанса функциональной магнитно-резонансной томографии установлено появление центра функциональной активности в области гипофизарной ямки.

Ключевые слова: хамминг, виброакустика, гипофиз, турецкое седло.

Resume. The article deals with the problem of the impact of vibrations created by the voice on the region of the pituitary fossa. Particular attention was paid to mathematical modeling of the propagation of sound radiation in the skull. During a session of functional magnetic resonance imaging, the appearance of a center of functional activity in the area of the pituitary fossa was established.

Keywords: humming, vibroacoustic, pituitary, sella turcica.

Актуальность. Клиновидная пазуха – небольшая полость в клиновидной кости, являющаяся частью сложной акустической системы и при голосообразовании функционирует как резонатор. Звуковые волны, распространяясь в пазухе многократно отражаются, сливаются, заставляя ее стенки вибрировать. Границей между гипофизом и полостью клиновидной кости служит костная основа дна турецкого седла, толщина которого составляет не более 1 мм. Анатомическая близость данных структур наводит на мысль о функциональной взаимосвязи. Стоит отметить недостаток изученности данной проблемы. Несмотря на широкую интеграцию физических аспектов в медицине, влияние звука, в частности голоса, на внутренние структуры черепа человека остается редким объектом исследований.

Цель: изучить воздействие звуковых вибраций, создаваемых голосом, на область гипофизарной ямки человека.

Задачи:

1. Разработать математическую модель, описывающую воздействие звуковых вибраций, создаваемых голосом, на область гипофизарной ямки.
2. Доказать возможность существования воздействия голоса на гипофиз.

Материал и методы. В основе теоретической части лежит математическая модель разработанная на основе схемы распространения звукового излучения, практическая часть – проведение серии снимков функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ) при голосообразовании (ом или хамминг).

Схема локализации источника звука и акцептора звуковых волн (рисунок 1). Источник звука локализован в гортани, это голосовые связки, акцептор звуковых волн – гипофизарная ямка.

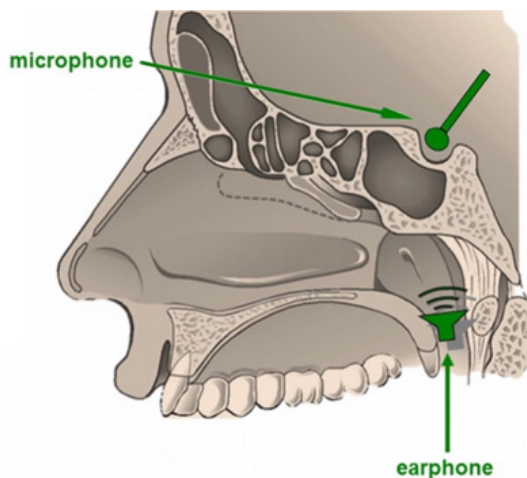


Рис. 1 – Схема расположения источника и акцептора звуковых волн

При голосообразовании, звуковые волны многократно отражаются, сливаются, поэтому рассмотрение каждой волны в отдельности не представляется возможным. Мы выделили три принципиально важных направления 1,2 – перпендикуляры волнового фронта направлены в полость рта и носа соответственно, 3 – направлены к клиновидной пазухе (рисунок 2). То есть при исключении одного из возможных выходов звука, в частности ротовой полости, волновой поток будет направлен в полость носа, что увеличивает вероятность попадания звуковых волн в клиновидную пазуху (рисунок 3). При этом субъект воспроизводит гудящий звук ом, обеспечивая хамминг. Хамминг – гудение, для данной техники характерна высота голоса на более низких частотах, соответственно энергия будет сконцентрирована в низкочастотном диапазоне, что обеспечивает эффект вибрато и прослушивание костной ткани.

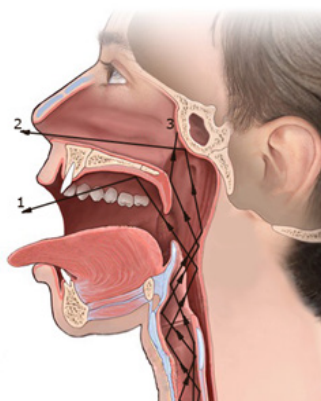


Рис. 2 – Схема распространения звуковых волн при речи

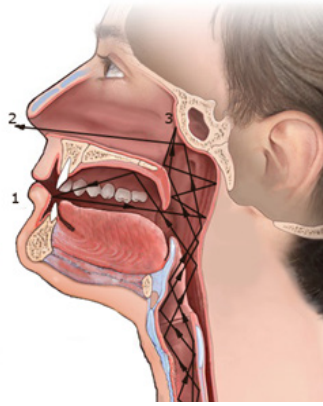


Рис. 3 – Схема распространения звуковых волн при хамминге

Изначально, звуковая волна переносит энергию, отражаясь она передает часть энергии кости, эта энергия в последующем будет передана и гипофизу, стимулируя его при голосообразовании. Все сводится к расчету энергопотерь в системе. Расчеты осуществлялись посредством преобразованных формул Френеля. В модели считалось что волна плоская и монохроматическая, среда сплошная, изотропная и с плоскими границами. В основе метода лежит оценка передаваемой энергии звуковой волной при прохождении из одной среды в другую. Расчет велся по акустическим аналогам формул Френеля для потенциалов отраженной и прошедшей волн при падении на границу сред (1), а также полученным в результате коэффициентов прохождения продольных (2) и поперечных (3) волн [1, с. 466].

$$v_0 = \frac{m(A^2 + 4ctg^2\theta_0\alpha_t\alpha_l) - n_t^4(1 + ctg^2\theta_0)^2\alpha_l}{m(A^2 + 4ctg^2\theta_0\alpha_t\alpha_l) + n_t^4(1 + ctg^2\theta_0)^2\alpha_l} \quad (1)$$

$$W_l = \frac{2n_t^2(1 + ctg^2\theta_0)A}{m(A^2 + 4ctg^2\theta_0\alpha_t\alpha_l) + n_t^4(1 + ctg^2\theta_0)^2\alpha_l} \quad (2)$$

$$W_t = \frac{4n_t^2ctg^2\theta_0(1 + ctg^2\theta_0)\alpha_l}{m(A^2 + 4ctg^2\theta_0\alpha_t\alpha_l) + n_t^4(1 + ctg^2\theta_0)^2\alpha_l} \quad (3)$$

Где введены обозначения:

$$A = n_t^2 + (n_t^2 - 2)ctg^2\theta_0 \quad (4)$$

$$\alpha_t = \sqrt{n_t^2 + (n_t^2 - 1)ctg^2\theta_0} \quad (5)$$

$$\alpha_l = \sqrt{n_l^2 + (n_l^2 - 1)ctg^2\theta_0} \quad (6)$$

Где m – отношение плотностей сред, θ_0 – угол скольжения падающей волны, n_l и n_t – показатели преломления продольных и поперечных волн в теле относительно среды.

В основе практической части лежит проведение серии снимков функциональной магнитно-резонансной (фМРТ) при голосообразовании. фМРТ – это метод нейровизуализации, направленной на выявление центров функциональной активности мозга. фМРТ показывает работу головного мозга в реальное время. В основе метода лежит измерение гемодинамического ответа. Возбуждаясь, нейроны нуждаются в интенсивной оксигенации, следовательно, расширяются артериолы, выходит оксигемоглобин, который является эндогенным контрастным агентом, улавливающий фМРТ излучение. Гипофиз, будучи железой, обильно кровоснабжается, что обеспечивает выраженный гемодинамический ответ при функциональных изменениях.

Исследование выполнялось при сотрудничестве с отделом лучевой диагностики в РНПЦ онкологии и медицинской радиологии имени Александра на томографе мощностью магнитного поля 1,5 тесла и включало голосовую стимуляцию гипофиза т.е. хамминг в течение 5 минут.

Результаты и их обсуждение. В результате исследования, было изучено воздействие вибраций, создаваемых голосом, на область гипофизарной ямки. Разработана математическая модель, описывающая данное воздействие. Интенсивность звуковой волны оценена порядком 10-12 Вт/м². На фМРТ снимках был выявлен центр функциональной активности в области гипофиза при голосовой стимуляции железы, это подтверждает гипотезу о возможности воздействия голоса на гипофиз. Наличие остальных функциональных центров обусловлено добавочной активностью головного мозга пациентки (рисунок 4).

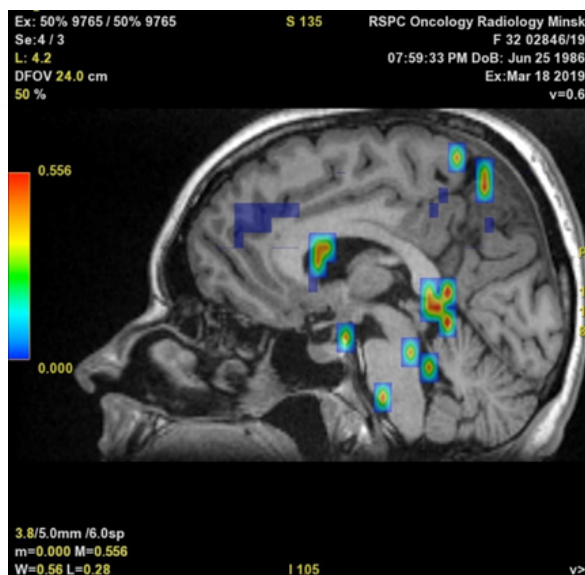


Рис. 4 – фМРТ снимок головного мозга во время хамминга

Выводы:

Изучено воздействие вибраций, создаваемых голосом, на область гипофизарной ямки человека.

Разработана математическая модель, описывающая воздействие вибраций, создаваемых голосом на область гипофизарной ямки, посредством интенсивности, переносимой звуковой волной, порядок которой можно оценить 10-12 Вт/м².

При проведении функциональной магнитно-резонансной томографии во время голосовой стимуляции гипофиза был выявлен центр функциональной активности в области гипофизарной ямки. Это дает возможность полагать, что тысячелетняя культура медитации, в частности хамминг, имеет морфологическое обоснование.

Литература

- 1.Исакович, М. А. Общая акустика/ М. А. Исакович. - Москва: «Наука» - 1973. - 502 с.
- 2.Contribution of Paranasal Sinuses to the Acoustic Properties of the Nasal Tract/ Miriam Havel Gert Hofmann and etc.//Folia Phoniatr Logop - 2014. - № 66. - p. 109-114.
- 3.Eliminating paranasal sinus resonance and its effects on acoustic properties of the nasal tract/ Miriam Havel, Tanja Korne and etc.// Logopedics Phoniatics Vocology. - 2014. - p. 1-8.
- 4.Gülnaz Mars, an, Evren Öztas Incidence of bridging and dimensions of sella turcica in class I and III turkish adult female patients// World journal of orthodontics. - 2009. - p. 99-103.
- 5.Haydar Aygün Predictions of angle dependent tortuosity and elasticity effects on sound propagation in cancellous bone/ Haydar Aygün// The Journal of the Acoustical Society of America. - 2009. - № 6. - p. 3286-3290.
- 6.Heinrich Kuttruff Acoustics: an introduction/ Heinrich Kuttruff - New York: Taylor&Francis, 2007. - 472 p.
- 7.Jianwu Dang, Kiyoshi Honda Acoustic characteristics of the human paranasal sinuses derived from transmission characteristic measurement and morphological observation/Jianwu Dang, Kiyoshi Honda//ATR Human Information Processing Research Laboratories. - 1996. - № 17. - p. 3374-3383.
- 8.Kozo Saito, Kazunori Kuwana Scale modeling vibro-acoustics/ Kozo Saito, Kazunori Kuwana// Acoust. Sci. & Tech. - 2017. - № 3 - p. 113-119.
- 9.Rajkishore Prasad, Fumitoshi Matsuno Does Humming Sound Play Healing Role in Bhramari

Репозиторий БГМУ