

3. Upadhyaya, V. A finite element study of teeth restored with post and core: Effect of design, material, and ferrule / V. Upadhyaya, A. Bhargava, H. Parkash, B. Chittaranjan, V. Kumar // Dent. Res. J. – 2016. – №13(3). – P. 233–238.
4. Santos-Filho, P. C. Influence of ferrule, post system, and length on biomechanical behavior of endodontically treated anterior teeth / P. C. Santos-Filho, C. Verissimo, P. V. Soares, R. C. Saltarello, C. J. Soares, L. R. Marcondes Martins // J. Endod. – 2014. – №40(1). – P. 119–123.
5. Panitawat, P. Effect of different composite core materials on fracture resistance of endodontically treated teeth restored with FRC posts / P. Panitawat, P. Salimee // J. Appl. Oral Sci. – 2017. – №25(2). – P. 203–210.

УДК: 616.314.2-07

**ЦИФРОВАЯ ДИАГНОСТИКА ЗВУКОВЫХ ЯВЛЕНИЙ У ПАЦИЕНТОВ  
С ЗАБОЛЕВАНИЯМИ ВИСОЧНО-НИЖНЕЧЕЛЮСТНОГО СУСТАВА**  
С.П. РУБНИКОВИЧ, И.Н. БАРАДИНА, А.И. МАЙЗЕТ, Д.М. БОРОДИН, В.Т. МИНЧЕНЯ

*Белорусская медицинская академия последипломного образования*

**Аннотация.** Целью исследования является оценка эффективности метода цифровой диагностики звуковых явлений в области височно-нижнечелюстных суставов. На основании анализа результатов, полученных методом цифровой диагностики, установлено, что разработанный метод позволяет более точно слышать звуки, еще до звуков, слышимых самим пациентом и эффективнее их различать. При этом вероятность выявления звуковых явлений с использованием метода цифровой диагностики в 1,18 раз выше, чем метод диагностики звуков без применения акустических средств и соответственно в 1,5 раза выше при определении синхронности окклюзионного звука.

*Ключевые слова:* звуковые явления, височно-нижнечелюстной сустав, диагностика, метод.

**Abstract.** The aim of the study is to assess the effectiveness of digital method of diagnostics of sound phenomena in the temporomandibular joint area. Based on the analysis of the results obtained by the digital diagnostics method, it has been established that the designed method allows one to hear sounds accurately and even earlier than the sounds heard by the patient and to distinguish them effectively. At the same time, the probability of detecting sound phenomena using the method of digital diagnosis is 1.18 times higher than the method of diagnosing sounds without the use of acoustic means and, accordingly, 1.5 times higher in case of determining the synchronicity of occlusive sound.

*Keywords:* sound effects, temporomandibular joint, diagnostic, method.

**Введение**

По данным последних исследований от 27 % до 76 % пациентов, обращающихся к стоматологам, имеют нарушения функции височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС). В 70–89 % случаев изменения в суставе не связаны с воспалительными процессами, а являются функциональными нарушениями. Ведущее место среди заболеваний сустава (свыше 75 %) занимают дисфункции ВНЧС.

В настоящее время общепринятым считается мнение о ведущей роли жевательных мышц в формировании симптомокомплекса дисфункции ВНЧС. Исследователи концентрируют особое внимание на факторах, приводящих к нарушению функционального состояния жевательных мышц, в частности латеральных крыловидных. Дисфункции ВНЧС с внутрисуставными нарушениями возникают при появлении несоответствия между силой мышечной тяги и механическими свойствами капсульного и связочного аппарата. При отсутствии условий, ослабляющих прочность связок, дисфункция ВНЧС является следствием повышенного тонуса латеральной крыловидной мышцы. Спазматическое сокращение латеральной крыловидной мышцы, особенно верхней ее головки, является причиной смещения мениска, растяжения капсулы, что вызывает появление звуковых явлений (суставных шумов, щелчков, хлопков, громких звуков, треска, шелеста и другие, неприятные для пациента звуки) и болевых ощущений [1]. Природа болевых ощущений, по мнению ряда авторов, заключается в раздражении нервных окончаний ВНЧС в результате частичного или полного смещения внутрисуставного мениска относительно головки нижней челюсти [2]. Звуковые явления можно разделить на такие проявления как: шум трения, шелест, хруст, щелчки. Хруст в суставе обусловлен истончением диска, уменьшением количества синовиальной жидкости, деформацией суставных поверхностей при различных заболеваниях. [3]. Суставной шум, трение в области ВНЧС также связаны с уменьшением внутрисуставной смазки. Аускультативные (звуковые) признаки в суставе могут предшествовать или появляться вслед за симптомами,

которые характеризуются нарушением движения нижней челюсти или болевыми ощущениями в ЧЛЮ. [3, 4]. Своевременное выявление начальных проявлений звуковых явлений в ВНЧС позволяет на ранних стадиях изменений в связочном аппарате ВНЧС и мениске провести комплекс лечебных мероприятий, а также при проведении лечения у пациентов с заболеваниями ВНЧС позволит более точно отслеживать его результаты.

#### Цель работы

Определить эффективность метода цифровой диагностики звуковых явлений в области височно-нижнечелюстных суставов.

#### Объекты и методы исследования

Проведено одномоментное, поперечное исследование. Была сформирована группа наблюдения, включающая 126 пациентов в возрасте 20 - 36 лет с дисфункцией ВНЧС при бруксизме, давность заболевания – до 3-х лет. Критерием включения в группу явилось наличие звуковых явлений в области ВНЧС, болевых ощущений в ЧЛЮ и в области ВНЧС, которые усиливались во время выполнения функций и ограничивали экскурсию нижней челюсти в пространстве, чувство сжатия зубов и асимметрия лица. Проводились клинико-инструментальные, функциональные, лучевые и статистические методы исследования. При клиническом исследовании выявление звуковых нарушений проводилось с использованием двух методов.

Первый метод включал выявление звуковых нарушений без акустических средств.

Второй метод включал выявление звуковых нарушений с помощью электронного стетоскопа. Данные клинического исследования приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Встречаемость клинических признаков при бруксизме у пациентов с дисфункцией ВНЧС в начале лечения.

Метод исследования звуковых явлений у пациентов	Встречаемость клинических признаков, абс. ч.					
	Ограниченное открывание рта	Травматическая окклюзия	Неприятные ощущения в мышцах	Звуковые явления в области ВНЧС	Смещение нижней челюсти	Синхронность окклюзионного звука
Без акустических средств	119 (95,13%)	109 (86,5%)	114 (90,5%)	105 (83,3%)	114 (90,5%)	72 (57,2%)
Стетоскоп электронный	119 (95,13%)	109 (86,5%)	114 (90,5%)	124 (98,4%)	114 (90,5%)	48 (38,1%)

Примечание –  $p \leq 0,05$ .

Определение синхронности окклюзионного звука проводилось в центральной или привычной окклюзии. Нормой считается слышимый (здоровый, чёткий, короткий, синхронный) звук жевательной группы зубов при множественном равномерном межбугорковом контакте. При преждевременном окклюзионном контакте происходит вынужденное смещение нижней челюсти, при этом окклюзионный звук слышится как длинный и глухой. Звуковые явления или суставной шум определяется в динамическом положении нижней челюсти. Проверка синхронности окклюзионного звука проводилась одновременно с определением суставных шумов или звуковых явлений в области ВНЧС 2 методами: акустически без вспомогательных средств и с помощью электронного стетоскопа. Использовали электронный стетоскоп 3M Littman 3200 (рис. 1, 2), в котором система подавления окружающего шума на 85%, запись аудиоданных и их перенос осуществляется по Bluetooth на персональный компьютер. Максимальная удаленность стетоскопа от ПК составляет 10 м, которая сокращается, если на пути от стетоскопа до ПК существуют объекты (мебель, люди, стена и др.). Отображение звука и распечатывание (визуализация) осуществляется в виде фоноаудиограммы. Воспроизведение записи можно осуществить в замедленном режиме и сохранить информацию о пациенте на персональном компьютере.



Рисунок 1.

Рисунок 1. – Модель электронного стетоскопа 3M Littman 3200.

Рисунок 2.

Рисунок 2. – Головка электронного стетоскопа 3M Littman 3200 с интерфейсом.

На головке стетоскопа 3M Littman 3200 (рис.2) расположен интерфейс пользователя, который представляет собой пятикнопочную подушку и жидкокристаллический дисплей. Процесс звукообразования поддерживается при помощи цифрового сигнального процессора. Элементом питания служит одна щелочная батарейка типа АА, расположенная на головке. Стетоскоп снабжен также системой усиления и фильтрацией звука.

Фильтрация звука происходит между тремя частотными режимами, для улучшения качества звука:

1. режим «колокола» усиливает звук от 20 до 1000 Гц, и усиливает низкочастотные звуки от 20 до 200 Гц
2. режим «диафрагмы» усиливает звуки от 20 до 2000 Гц, и усиливает низкочастотные звуки от 100 до 50 Гц
3. режим «расширенный» усиливает звук от 20 до 2000 Гц, и усиливает низкочастотные звуки от 50 до 500 Гц

Уровень звука в модели стетоскопа 3M Littman 3200 может быть усилен на 8 усилительных уровней, что составляет усиление звука до 24 раз по сравнению с обычным акустическим стетоскопом. Уровень 1 приравнивается к уровню акустического стетоскопа, уровни громкости регулируются на жидкокристаллическом дисплее головки стетоскопа.

При осуществлении записи фоноаудиограммы учитывали время исчезновения записываемой иконки на головке дисплея. Если время от начала записи до конца записи было больше, чем 29 звуков, то записывали последние 29 звуков. Так запись осуществлялась следующим образом: включали персональный компьютер, на рабочем столе находили иконку с программой стетоскопа 3M Littman, кликали, выбирали зону проведения исследования – зона аускультации (при прослушивании ВНЧС выбирали коленный сустав), далее производили позиционирование головки стетоскопа 3M Littman на область ВНЧС, выбирали режим звука, нажимали клавишу М, производили запись и по налаженной связи по системе Bluetooth, затем снова нажимали клавишу М и производили остановку записи. После остановки записи фоноаудиограммы анализировали звуковые явления и записывали в карту пациента (Рис. 3).



Рисунок 3. – Изображена фоноаудиограмма левого ВНЧС пациента Б. 29 лет с диагнозом: бруксизм, дисфункция ВНЧС, подвывих суставного диска слева.

Статистическая обработка полученных данных при диагностике и в процессе лечения произведена при помощи языка программирования R (Выпуск: 3.2.5, 14 апреля 2016 года) в IDE RStudio. Также использовалась библиотека ggplot2 для визуализации получаемых данных. Пользовались статистическими методами однофакторного дисперсионного анализа, критерием хи-квадрат с поправкой Йетса, а также точным критерием Фишера. Количественные показатели представлены в виде среднего значения  $\pm$  стандартная ошибка среднего значения ( $M \pm m$ ). Различия между изучаемыми параметрами признавались статистически значимыми при  $p \leq 0,05$ .

### Результаты исследования и их обсуждение

Анализ результатов исследования показал статистически значимые различия выявления удельного веса пациентов со звуковыми явлениями и синхронностью окклюзионного звука различными методами диагностики. Использование предложенного метода цифровой диагностики звуковых явлений в ВНЧС позволило выявить их у 98,4% пациентов, а без использования акустических средств у 83,3% пациентов. Соответственно при исследовании синхронности окклюзион-

ного звука получили данные, свидетельствующие о том, что он синхронен у 57,2% без применения акустических средств и у 38,1% синхронен с применением цифрового стетоскопа. При этом вероятность выявления звуковых явлений с использованием метода цифровой диагностики в 1,18 раз выше, чем метод диагностики звуков без применения акустических средств и соответственно в 1,5 раза выше при определении синхронности окклюзионного звука.

#### **Заключение**

Результаты исследования показали, что метод цифровой диагностики звуковых явлений можно использовать для выявления внутрисуставных нарушений в ВНЧС, наличия нарушений окклюзии зубов у стоматологических пациентов, а также производить динамическое наблюдение за процессом лечения.

#### **Литература**

- 1 Annual review of selected dental literature: report of the committee on scientific investigation of the American Academy of Restorative Dentistry / E. P. Allen [et al.] // The J. of Prosth. Dent. – 2011. – Vol. 86, № 1. – P. 33–56.
- 2 Anatomy of the temporomandibular joint / X. Alomar [et al.] // Semin. In Ultrasound CT and MR. – 2007. – Vol. 28, № 3. – P. 170–83.
- 3 I. Khomich, S. Rubnikovich, I. Baradzina, D. Baradzin Algorithm of diagnostic measures in patients with temporomandibular joint disorders and bruxism / Abstracts of the 23<sup>rd</sup> International Conference on Oral and Maxillofacial Surgery, Hong Kong 31 May – 3 April, p.270.
- 4 I. Khomich, S. Rubnikovich, I. Baradzina, D. Baradzin Diagnosis and prognosis of development of bruxism / Abstracts of the 23<sup>rd</sup> International Conference on Oral and Maxillofacial Surgery, Hong Kong 31 May – 3 April, P. 360.

УДК: 616.314-089.843:615.837.3

### **ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ОСТЕОИНТЕГРАЦИИ ДЕНТАЛЬНЫХ ИМПЛАНТАТОВ**

С.П. РУБНИКОВИЧ, И.С.ХОМИЧ

*Белорусская медицинская академия последипломного образования*

**Аннотация.** Целью исследования была разработка и экспериментальное обоснование эффективности низкочастотного ультразвука при дентальной имплантации.

Была разработана экспериментальная модель и проведены морфологические и морфометрические исследования гистологических препаратов для определения изменений в периимплантных тканях после комбинированного воздействия низкочастотным низкоинтенсивным ультразвуком.

В результате исследований установлено, что воздействие низкочастотным ультразвуком на титановые дентальные имплантаты положительно влияет на увеличение контакта кость-имплантат и остеоинтеграцию дентальных имлантатов.

**Ключевые слова:** низкочастотный ультразвук, смачиваемость поверхности, остеоинтеграция, имплантат, дентальная имплантация.

**Abstract.** The aim of the study was to develop and experimentally substantiate the effectiveness of low-frequency ultrasound during dental implantation.

An experimental model was developed and morphological and morphometric studies of histological preparations were carried out to determine changes in the peri-implant tissues after combined exposure to low-frequency, low-intensity ultrasound.

As a result of the research, it has been established that exposure to low-frequency ultrasound on titanium dental implants has a positive effect on the increase in bone-implant contact and osseointegration of dental implants.

**Keywords:** low-frequency ultrasound, surface wettability, osseointegration, dental implants, dental implantology.

#### **Введение**

Остеоинтеграция определяется как прямое образование кости на поверхности имплантата и представляет собой функциональный анкилоз. Эта концепция была описана проф. П. И. Бранемарком и в 1977 г. им был сформулирован феномен остеоинтеграции: «Прямая структурная