

# Феномен чувствительности дентальной пульпы при формировании постоянных зубов

© Петрикас А.Ж.<sup>1</sup>, Летуновская С.А.<sup>2</sup>, Честных Е.В.<sup>1</sup>, Медведев Д.В.<sup>1</sup>, Зиньковская Е.П.<sup>1</sup>, Ларичкин И.О.<sup>1</sup>, Куликова К.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тверской государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Тверь, Россия

<sup>2</sup>Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Ярославской области Клиническая больница имени Семашко, Ярославль, Россия

## Резюме:

**Цель.** Провести сравнительную оценку изменения болевого порога (по показателям электроодонтометрии), рентгенологической ширины корневого канала в области апекса и характера болевого ощущения центральных резцов у детей в возрасте 6,5 – 15 лет.

**Материалы и методы.** Было исследовано 280 зубов у 280 детей с 6,5 до 15 лет (центральные резцы). Пациенты разделены по возрасту на 5 групп: 1 – 6,5-7 лет; 2 – 7-8 лет; 3 – 9-10 лет; 4 – 11-12 лет; 5 – 13-15 лет. У пациентов проводилась электроодонтометрия (ЭОМ), для измерения порога чувствительности исследуемого зуба, оценивались субъективные ощущения при ЭОМ, и определялась ширина апикальной части корневого канала, по данным внутриротовой прицельной рентгенографии.

**Результаты.** В работе изучен процесс прорезывания и формирования зубов в динамике с 6,5 до 15 лет в 5 возрастных группах. Изменения электроодонтометрии (ЭОМ) значительны от 140,38 мкА (4,5 года) до 24,38 мкА (15 лет) – средние данные. Прослежена связь между возрастом и шириной корневого канала в области апекса, которая также характеризуется постепенным сужением. Пульповая боль при ЭОМ с возрастом становится более четкой и кратковременной. Корреляция между возрастом и болевым порогом менее выражена (41%), чем между возрастом и шириной апикального канала (72%).

**Выводы.** Главную роль в чувствительности зуба играют А-дельта и С нервные волокна пульпы. Установлен феномен снижения порога болевой чувствительности постоянных зубов при электроодонтометрии в процессе формирования корня за счет реакции С-волокон.

**Ключевые слова:** электроодонтометрия, А-дельта и С нервные волокна.

**Статья поступила:** 16.09.2020; **исправлена:** 23.11.2020; **принята:** 01.12.2020.

**Конфликт интересов:** Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

**Для цитирования:** Петрикас А.Ж., Летуновская С.А., Честных Е.В., Медведев Д.В., Зиньковская Е.П., Ларичкин И.О., Куликова К.В. Феномен чувствительности дентальной пульпы при формировании постоянных зубов. Эндодонтия today. 2020; 18(4):14-19. DOI: 10.36377/1683-2981-2020-18-4-14-19.

## The phenomenon of dental pulp sensitivity in the formation of permanent teeth

© A.Zh. Petrikas<sup>1</sup>, S.A. Letunovskaya<sup>2</sup>, E.V. Chestnykh<sup>1</sup>, D.V. Medvedev<sup>1</sup>, E.P. Zin'kovskaya<sup>1</sup>, I.O. Larichkin<sup>1</sup>, K.V. Kulikova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tver State Medical University, Tver, Russia

<sup>2</sup>Semashko Clinical Hospital, Yaroslavl, Russia

## Abstract:

**Aim.** To carry out a comparative assessment of the change in the pain threshold (in terms of electroodontometry), the X-ray width of the root canal in the apex area and the nature of the pain sensation of the central incisors in children aged 6.5-15 years.

**Materials and methods.** We examined 280 teeth in 280 children from 6.5 to 15 years old (central incisors). Patients are divided by age into 5 groups: 1 – 6.5-7 years old; 2 – 7-8 years old; 3 – 9-10 years old; 4 – 11-12 years old; 5 – 13-15 years old. The patients underwent electroodontometry (EOM), to measure the sensitivity threshold of the studied tooth, the subjective sensations with EOM were assessed, and the width of the apical part of the root canal was determined, according to the data of intraoral sighting radiography.

**Results.** The study studied the process of teething and formation of teeth in dynamics from 6.5 to 15 years in 5 age groups. Changes in electroodontometry (EOM) are significant from 140.38  $\mu$ A (4.5 years) to 24.38  $\mu$ A (15 years) – average data. The relationship between age and the width of the root canal in the area of the apex, which is also characterized by a gradual narrowing, has been traced. Pulp pain with EOM becomes clearer and more short-lived with age. The

correlation between age and pain threshold is less pronounced (41%) than between age and apical canal width (72%). **Conclusions.** The main role in the sensitivity of the tooth is played by the A-delta and C nerve fibers of the pulp. The phenomenon of a decrease in the pain sensitivity threshold of permanent teeth during electroodontometry in the process of root formation due to the reaction of C-fibers was established.

**Keywords:** electroodontometry, A-delta and C nerve fibers.

**Received:** 16.09.2020; **revised:** 23.11.2020; **accepted:** 01.12.2020.

**Conflict of interests:** The authors declare no conflict of interests.

**For citation:** A.Zh. Petrikas, S.A. Letunovskaya, E.V. Chestnykh, D.V. Medvedev, E.P. Zin'kovskaya, I.O. Larichkin, K.V. Kulikova. The phenomenon of dental pulp sensitivity in the formation of permanent teeth. *Endodontics today*. 2020; 18(4):14-19. DOI: 10.36377/1683-2981-2020-18-4-14-19.

### АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Болевое ощущение эволюционно является первичной основой чувствительности человека [1] и оно довольно стабильно [2]. Стабильность показателей электроодонтометрии (ЭОМ) демонстрирует узкая зона болевого порога в 2-6 мкА здоровых передних зубов, которую впервые оценил Л.Р.Рубин в 1953 году [3]. Эту величину подтвердили многие отечественные исследователи [4, 5]. Рубин сделал попытку распространить её на все зубы, но показатели боковых зубов, хотя и стабильны, были на 5-15 мкА выше [6]. Важнейшая особенность чувствительности зубной пульпы заключается в том, что она представлена исключительной болевой сенсорикой [3, 5]. Её чувствительность очень высокая – 2-6 мкА. Она резко отличается от чувствительности кожи и всех окружающих тканей, включая десну и периапикальную область, которые находятся на уровне 100-200 мкА [5]. Пульпа, воспринимая тактильное, температурное и электрическое раздражение, переводит их в болевое ощущение. В человеческом зубе кровеносная и нервная системы пульпы выделены в виде тонкого мягкого тяжа в центре зуба. Она максимально защищена от внешних воздействий толстой трубкой из эмали и дентина. Нервы в пульпе составляют 20,5% по объему [7, 8].

Пульпа зуба представлена двумя главными болевыми пунктами, определяющими болевую чувствительность. В коронковой пульпе – это одонтобласты и дентинные трубочки с входящими в них на 1-2 мм нервными веточками А-дельта волокон [9]. В корне – это узкая тонкая апикальная часть канала, где плотно помещаются нервы сердцевины пульпы из С-волокон вместе с сосудами [10]. Вторичный цемент участвует в создании апикального сужения [11, 12]. Наличие у апекса миелиновых А-дельта-волокон не доказано. Болевые волокна А-дельта слегка миелинизированы и находятся в коронке, имеют более высокую скорость проводимости. Они реагируют на импульсный ток, как острое болевое ощущение. С-волокна передают позднюю, мягкую и нечеткую боль. Интересно, что все зарубежные авторы: Bjorn H. (1953) [13], Mumford J.M. (1962) [14], Chen E. (2009) [15], Jafarzadeh H. (2010) [16], Cohen (2002) [7], Reader A. (2017) [17] рассматривают механизмы электроодонтометрии с позиций теории Brännström M. [18], как дентинную стимуляцию с упором на А-дельта волокна и как ЕРТ (Electrical Pulpal Test). Зарубежные исследователи опускают реакцию болевых С-волокон, составляющих основную нервную структуру зуба. Интересно, что ЕРТ считается малоценным тестом для временных зубов или постоянных в период прорезывания [19, 20]. Многие дети с интактными зубами не отвечают на ЕРТ даже на увеличенные

стимуляционные токи [21]. Мы считаем, что для реакции всех нейрорецепторов в отдельных зубах нужен более универсальный стимулятор переменного тока с широким суммарным воздействием, включающим С-волокна.

### ЦЕЛЬ

Провести сравнительную оценку изменения болевого порога (по показателям электроодонтометрии), рентгенологической ширины корневого канала в области апекса и характера болевого ощущения центральных резцов у детей в возрасте 6,5 – 15 лет.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Было исследовано 280 зубов у 280 детей с 6,5 до 15 лет (центральные резцы). Пациенты разделены по возрасту на 5 групп: 1 – 6,5-7 лет; 2 – 7-8 лет; 3 – 9-10 лет; 4 – 11-12 лет; 5 – 13-15 лет.

После получения информированного добровольного согласия родителей, проводился осмотр полости рта ребёнка, пациенты и их родители инструктировались. Измерения проводились на центральном верхнем резце. Зубы изолировались от слюны, порог болевой чувствительности пульпы определялся с помощью аппарата для электроодонтометрии ИВН-01 Пульпотест-Про [22], который хорошо зарекомендовал себя во многих исследованиях [23, 24, 25, 26]. Используемый пульпотестер создает серию импульсов переменного тока, частотой 50 Гц, лишенных поляризации, с постепенно нарастающей силой тока по шкале от 0 до 200 мкА до первого ощущения: боль/предболь. Активный электрод находился в полихлорвиниловой трубке, в которую вводился контактный гель. Диаметр активного электрода составлял 4 мм. Пассивный металлический электрод находился в руке исследуемого. При возникновении первых ощущений ребёнок или медсестра отпускали кнопку, прекращая, таким образом, подачу тока, и значение ЭОМ фиксировалось на дисплее. Показания болевого порога после двукратного измерения фиксировались в протоколе.

Кроме цифрового показателя ЭОМ определялась субъективная реакция ребенка. Основным критерием болевого ощущения было его разделение на боль/предболь. "Предболь" мы определяем, как любые предболевые ощущения (тактильные, температурные и др.), которые пациент не идентифицирует как явную боль. В описании предболи учитывались её варианты, данные пациентом.

Всем пациентам проводилась рентгенография. По внутриротовым рентгеновским снимкам измерялась ширина апикальной части корневого канала зуба в миллиметрах.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Полученные результаты приведены в таблице 1 и на рисунках 1.1-1.3. Рисунки демонстрируют нисходящую кривую, сходную при всех трех исследуемых направлениях: ЭОМ, ширина апекса и болевое ощущение.

Резкое падение показателя ЭОД имело место в возрасте с 6,5 до 10 лет, с дальнейшим плавным снижением в более старшем возрасте. Наибольший показатель ЭОМ наблюдался в первой возрастной группе (140,86 мкА), превышая таковой во второй возрастной группе более чем в 1,5 раза (91,95 мкА). При этом средний показатель диаметра апекса уменьшился с 2,55 мм до 1,96 мм. По обоим параметрам различия между первой и второй возрастными группами оказались статистически значимыми ( $t = 5,70$  и  $6,8$ ;  $p < 0,05$ ). Между второй и третьей возрастными группами отличие в показателях ЭОМ более резкое – 91,95 мкА до 39,75 мкА – при практически таком же плавном уменьшении диаметра апикального отверстия (1,96 и 1,39 мм). По обоим параметрам различия между второй и третьей возрастными группами статистически значимы ( $t = 7,48$  и  $8,90$ ;  $p < 0,05$ ). Показатели ЭОМ в третьей и четвертой возрастных группах мало отличались, хотя среднее значение ЭОМ в четвертой группе несколько ниже: 35,83 мкА по сравнению с 39,75 мкА (различия статистически не значимы,  $t = 0,70$ ;  $p > 0,05$ , а диаметр апекса значительно отличался: 0,82 мм в сравнении с 1,39 мм ( $t = 11,40$ ;  $p < 0,05$ ). В четвертой и пятой возрастных группах ЭОМ, как и диаметр апекса, статистически значимо отличались, но не резко: с 35,83 до 24,35 мкА и с 0,82 до 0,72 мм ( $t = 2,21$  и  $2,36$ ;  $p < 0,05$ , соответственно).

Изменения показателей ЭОМ были связаны с изменением диаметра апекса. Коэффициент корреляции составил 0,85. R-квадрат составил 0,72, то есть, параметр ЭОМ обусловлен диаметром апекса на 72%. Регрессионный анализ показал, что наиболее слабая связь прослеживается между возрастом и данными ЭОМ (коэффициент корреляции – 0,65, а R-квадрат – 0,41), то есть, сам по себе возраст далеко не всегда определяет ожидаемые показатели ЭОМ, а лишь на 41%. Однако возраст, согласно регрессионному анализу, достаточно тесно связан с диаметром апекса у детей.

По данным таблицы 1 и рисунков 1.1-1.3 также видно, что в первой возрастной группе у 13 испытуемых

вообще не наблюдалось болевых ощущений, а у 6 испытуемых возникло ощущение предболи, как тактильное (38%). Во второй группе у 4 детей не наблюдалось болевых ощущений, а у 5 возникло ощущение предболи в виде холода или тепла с распространением в десну над зубом (14,5%). В группе 9-10 лет у 4 испытуемых возникло ощущение предболи (7,14%), в 11-12 лет – в 5%, в 13-15 лет – в 1,92% (рисунок 2). Осторожное про-

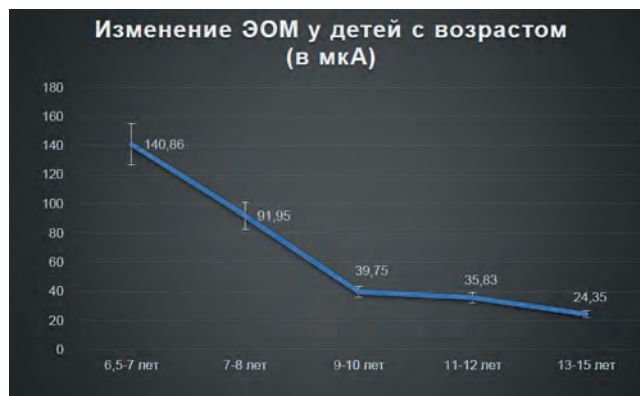


Таблица 1. Электроодонтометрия зубов, диаметр апекса и ощущения (боль/предболь) у 280 детей разного возраста.

Table 1. Electroodontometry of teeth, apex diameter and sensation (pain/pre-pain) in 280 children of different ages.

Показатели	6,5-7 лет	7-8 лет	9-10 лет	11-12 лет	13-15 лет
ЭОМ					
n	50	62	56	60	52
M (мкА)	140,86	91,95	26,55	0,82	0,72
SD	43,31	47,29	3,55	0,26	0,24
Апекс					
M (мм)	2,55	1,96	1,34	0,82	0,72
SD	0,53	0,36	0,31	0,26	0,24
Предболь (%)	38%	14,5%	7,34%	5%	1,92%

Где n – число единиц наблюдения; M – средняя арифметическая; SD – среднеквадратическое отклонение.

Рис. 1.1-1.3. Измерение болевой чувствительности постоянного верхнего центрального резца и ширины апикального сужения этого зуба с помощью пульпотестера ИВН-01 ПРО и с помощью аппарата для внутриротовой и панорамной рентгенографии у 280 детей: 1 – 6,5-7 лет; 2 – 7-8 лет; 3 – 9-10 лет; 4 – 11-12 лет; 5 – 13-15 лет.

Fig. 1.1-1.3. Measurement of the pain sensitivity of the permanent upper central incisor and the width of the apical narrowing of this tooth using the IVN-01 PRO pulp tester and using the apparatus for intraoral and panoramic radiography in 280 children: 1 – 6.5-7 years old; 2-7-8 years old; 3 – 9-10 years old; 4 – 11-12 years old; 5 – 13-15 years old.





**Рис. 2. Центральные резцы девочки 6,5 лет. ЭОД 199 и 195 мкА (3 мм; номер измерения 30,31). При измерении нет боли.**

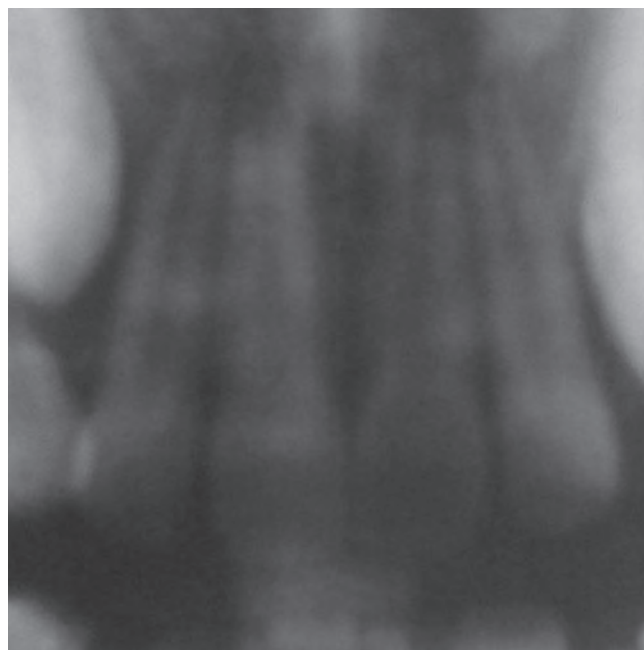
**Fig. 2. The central incisors of a 6.5-year-old girl. EOD 199 and 195  $\mu$ A (3 mm; measurement number 30.31). There is no pain when measuring.**

ведение процедуры электротестирования обязательно с медсестрой и тщательным соблюдением подробной инструкции, разработанной Ефановым О.И. и Волковым А.Г., не создавало проблем непосредственно во время процедуры ЭОМ у всех задействованных детей. Интересно, что у 13 пациентов не было ощущений на серийное тестирование переменным электрическим током до 200 мкА.

#### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Боль – это главное чувство. С возрастом оно совершенствуется. Разница в оценке ощущения боли видна на графике (рисунок 1). У самых юных пациентов ощущение предболи самое выраженное. Дети подменяли реальную боль ощущениями холода, тепла и др. Мы его объединили в понятие «предболь».

В клиническом исследовании было оценено изменение болевой чувствительности постоянных зубов (центральных резцов) на этапе формирования корня, в котором, в отличие от экспериментов на животных, имеется контакт исследователя с субъектом. Установлен феномен резкого снижения порога чувствительности постоянных зубов при электроодонтометрии, находящихся в процессе формирования корня. За полученную в ответ на электрический стимул "предболь" клинически отвечают С-волокна. Диагностиче-



**Рис. 3. Центральные резцы девочки 12 лет, ЭОД 13 и 15 мкА (0.8 мм; номер измерения 3, 4).**

**Fig. 3. Central incisors of a 12-year-old girl, EDI 13 and 15  $\mu$ A (0.8 mm; measurement number 3, 4).**

ская роль А-дельта волокон при этом не установлена. Не установлена связь между реакцией А-дельта волокон с диагностическим током, в отличие от С-волокон. В импульсных аппаратах при тестировании недооценивается роль С-волокон – основы нервной системы каждого зуба. Электрический ток за счет его силы и большой площади электрода охватывает всю пульпу, как коронковую, так и апикальную. В нашей литературе прослеживается тенденция критики аппаратов, работающих на переменном синусоидальном токе с частотой 50 Гц [4, 9].

Определены закономерности между степенью прорезывания зуба и снижением его болевого порога до минимального уровня, а также уменьшением при этом апикального сужения, четкости болевого ответа у более старших детей. Формирование апекса заключается в его постепенном сужении, в том числе за счёт вставания цемента внутрь апикальной части корневого канала. Здесь преобладают С-волокна, которые составляют сердцевину пульпы. Импульсные пульпотестеры не "слышат" пульпу в прорезывающихся зубах.

Следует отметить, что при окончательном формировании апекса не всегда пороговая величина соответствовала признанной ранее норме в 2-6 мкА. У одного 15-летнего субъекта исходный болевой порог составил 125 мкА.

#### ВЫВОДЫ

Установлен феномен снижения порога болевой чувствительности постоянных зубов при электроодонтометрии, находящихся в стадии формирования корня, за счет реакции С-волокон. Импульсные электропульпотесты не работают в прорезывающихся зубах.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Кассиль Г.Н. Внутренняя среда человека. Г.Н.Кассиль. Академия наук СССР, Наука.1978: 224.
2. Beecher H.K. Measurement of subjective responses. H. K. Beecher. Oxford University Press, New York.1959: 499.
3. Рубин Л.Р. Электроодонтодиагностика. М. 1976: 136.

4. Макеева И.М. Эффективность электроодонтодиагностики с помощью различных видов тока. Стоматология. 2018;6: 34-37.
5. Петрикас А.Ж. Обезболивание в эндодонтии. Учебное пособие. МИА.2009: 212.
6. Мухин Н.А. Возрастные особенности электровозбудимости интактных постоянных зубов. Клиника и лечение врожденных и

приобретенных дефектов челюстно-лицевой области. 1969: 179–181.

7. Cohen S. Pathways of the Pulp. S. Cohen. 9th ed. 2006 Mosby, An Imprint of Elsevier. 2006: 1-18.

8. Närhi M., Jyväsjärvi E., Virtanen A. Role intra dental A- and C-type nerve fibres in dental pain mechanisms. ProcFinnDentSoc. 1992; 8 (Suppl 1):507.

9. Byers M. Dental sensory receptors. IntRevNeurobiol. 1984; 25: 39.

10. Schumacher G.H., Schmidt H. Anatomie und biochemie der zahne. Verlag Gesundheit, Berlin. 1982: 569.

11. Чуйкин С.В. Морфология временных и постоянных зубов у детей. Учебное пособие. Уфа. 2011: 70.

12. Harty F.J. Endodontic in clinical practice. Bristol. 1976: 235.

13. Bjorn H. Electric stimulation threshold of teeth with regard to sensitivity in operations involving dentin and pulp. H. Bjorn. Sven TandlakTidskr. 1953.No.46-P.314.

14. Mumford J.M., Björn H. Problems in electrical pulp-testing and dental algesimetry. Int Dent J. 1962; 12: 161.

15. Chen E., Abbott P.V. Dental Pulp Testing: A Review. E. Chen, P.V. Abbot. Int J Dentistry. 2009

16. Jafarzadeh, Review of pulp sensibility tests. Part I: general information and thermal tests/Jafarzadeh. International Endodontic Journal. 2010. 43(9): 738–762.

17. Reader A., Nusstein J., Drum M. Successful Local Anesthesia for Restorative Dentistry and Endodontics. A. Reader, J. Nusstein, M. Drum. Quintessence Publishing Co, Inc 2016046585. 2017: 240.

## REFERENCES:

1. Kassil G.N. The internal environment of a person. G.N. Kassil. USSR Academy of Sciences, Science. 1978: 224.

2. Beecher H.K. Measurement of subjective responses. H. K. Beecher. Oxford University Press, New York. 1959: 499.

3. Rubin L.R. Electroodontodiagnostics. M. 1976: 136.

4. Makeeva I.M. Efficiency of electroodontodiagnostics using various types of current. Dentistry. 2018; 6: 34-37.

5. Petrikas A.Zh. Anesthesia in endodontics. Textbook. MIA. 2009: 212.

6. Mukhin N.A. Age features of electrical excitability of intact permanent teeth. Clinical picture and treatment of congenital and acquired defects of the maxillofacial region. 1969: 179-181.

7. Cohen S. Pathways of the Pulp. S. Cohen. 9th ed. 2006 Mosby, An Imprint of Elsevier. 2006: 1-18.

8. Närhi M., Jyväsjärvi E., Virtanen A. Role intra dental A- and C-type nerve fibres in dental pain mechanisms. ProcFinnDentSoc. 1992; 8 (Suppl 1): 507.

9. Byers M. Dental sensory receptors. IntRevNeurobiol. 1984; 25: 39.

10. Schumacher G. H., Schmidt H. Anatomie und biochemie der zahne. Verlag Gesundheit, Berlin. 1982 : 569.

11. Чуикин С.В. Морфология временных и постоянных зубов у детей. Учебное пособие. Уфа. 2011: 70.

12. Harty F.J. Endodontic in clinical practice. Bristol. 1976: 235.

13. Bjorn H. Electric stimulation threshold of teeth with regard to sensitivity in operations involving dentin and pulp. H. Bjorn. Sven TandlakTidskr. 1953.No.46-P.314.

14. Mumford J.M., Björn H. Problems in electrical pulp-testing and dental algesimetry. Int Dent J. 1962; 12: 161.

15. Chen E., Abbott P.V. Dental Pulp Testing: A Review. E. Chen, P.V. Abbot. Int J Dentistry. 2009

16. Jafarzadeh, Review of pulp sensibility tests. Part I: general information and thermal tests / Jafarzadeh. International Endodontic Journal. 2010. 43 (9): 738–762.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Петрикас А.Ж.<sup>1</sup> – д.м.н., профессор кафедры терапевтической стоматологии.

Летуновская С.А.<sup>2</sup> – к.м.н., врач – стоматолог-ортопед.

Честных Е.В.<sup>1</sup> – к.м.н., доцент кафедры терапевтической стоматологии.

Медведев Д.В.<sup>1</sup> – к.м.н., доцент кафедры терапевтической стоматологии.

Зиньковская Е.П.<sup>1</sup> – к.м.н., доцент кафедры терапевтической стоматологии.

Ларичкин И.О.<sup>1</sup> – ассистент кафедры терапевтической стоматологии, ORCID ID: 0000-0001-8317-8100.

Куликова К.В.<sup>1</sup> – ассистент кафедры терапевтической стоматологии.

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тверской государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Тверь, Россия.

<sup>2</sup>Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Ярославской области Клиническая больница имени Семашко, Ярославль, Россия.

18. Brannstrom M. The hydrodynamic theory of dental pain: sensation in preparations, caries, and the dental crack syndrome. J Endod. 1986 Oct; 12(10):453-7.

19. Cohen S. Pathways of the Pulp. S. Cohen. 8ed, Electric pulp tests. 2002: 15-17.

20. Trombidge H., Kim S., Structure and function Pulp Complex. H. Trombidge, S. Kim. In: Cohen S, Burn R.C. Pathways of the pulp. Mosby. 2002: 430-431.

21. Camp J.H., Barrett E.J., Pulver F. Pediatric endodontic: endodontic treatment for the primary and young permanent dentition. J. H. Camp, E.J. Barret, F. Pulver. Pathway of the pulp. Eight ed. 2002" 804-807.

22. Ефанов О.И., Волков А.Г. Электроодонтодиагностика. М. 1999: 22.

23. Медведев Д.В., Петрикас А.Ж., Нечаева А.А. Изменения показателей сердечно-сосудистой системы при интратригемментарной анестезии. Д.В.Медведев, А.Ж. Петрикас, А.А. Нечаева. Эндодонтия today. 2014; 4: 18-22.

24. Петрикас А.Ж., Медведев Д.В. Аспирация при внутрикостных, интратригемментарных и интрасептальных дентальных инъекциях. Эндодонтия today. 2013; 3: 49-54.

25. Петрикас А.Ж., Медведев Д.В., Честных Е.В., Ольховская Е.Б. Модификация классификации способов местной анестезии. А.Ж.Петрикас, Д.В. Медведев, Е.В.Честных, Е.Б. Ольховская. Эндодонтия today. 2017: 49-54.

26. Петрикас А.Ж., Червинец В.М., Медведев Д.В., Шедякова Н.В., Нечаева А.А. Подготовка к инъекционной дентальной анестезии. Эндодонтия Today. 2017; 2: 13-17.

17. Reader A., Nusstein J., Drum M. Successful Local Anesthesia for Restorative Dentistry and Endodontics. A. Reader, J. Nusstein, M. Drum. Quintessence Publishing Co, Inc 2016046585. 2017: 240.

18. Brannstrom M. The hydrodynamic theory of dental pain: sensation in preparations, caries, and the dental crack syndrome. J Endod. 1986 Oct; 12 (10): 453-7.

19. Cohen S. Pathways of the Pulp. S. Cohen. 8ed, Electric pulp tests. 2002: 15-17.

20. Trombidge H., Kim S., Structure and function Pulp Complex. H. Trombidge, S. Kim. In: Cohen S, Burn R.C. Pathways of the pulp. Mosby. 2002: 430-431.

21. Camp J.H., Barrett E.J., Pulver F. Pediatric endodontic: endodontic treatment for the primary and young permanent dentition. J. H. Camp, E.J. Barret, F. Pulver. Pathway of the pulp. Eight ed. 2002 "804-807.

22. Ефанов О.И., Волков А.Г. Электроодонтодиагностика. М. 1999: 22.

23. Medvedev D.V., Petrikas A.Zh., Nechaeva A.A. Changes in indicators of the cardiovascular system during intraligamentary anesthesia. D. V. Medvedev, A. Zh. Petrikas, A.A. Nechaev. Endodontics today. 2014; 4: 18-22.

24. Petrikas A.Zh., Medvedev D.V. Aspiration for intraosseous, intraligamentary and intraseptal dental injections. Endodontics today. 2013; 3: 49-54.

25. Petrikas A.Zh., Medvedev D.V., Chestnykh E.V., Olkhovskaya E.B. Modification of the classification of methods of local anesthesia. A. Zh. Petrikas, D.V. Medvedev, E.V. Chestnykh, E.B. Olkhovskaya. Endodontics today. 2017: 49-54.

26. Petrikas A.Zh., Chervinets V.M., Medvedev D.V., Shedyakova N.V., Nechaeva A.A. Preparation for injection dental anesthesia. Endodontics Today. 2017; 2: 13-17.

**AUTHOR INFORMATION:**

*A.Zh. Petrikas*<sup>1</sup> – MD, Professor, Department of Therapeutic Dentistry.

*S.A. Letunovskaya*<sup>2</sup> – PhD, Prosthodontic dentist.

*E.V. Chestnykh*<sup>1</sup> – PhD, Associate Professor, Department of Therapeutic Dentistry.

*D.V. Medvedev*<sup>1</sup> – PhD, Associate Professor, Department of Therapeutic Dentistry.

*E.P. Zin'kovskaya*<sup>1</sup> – PhD, Associate Professor, Department of Therapeutic Dentistry.

*I.O. Larichkin*<sup>1</sup> – Assistant, Department of Therapeutic Dentistry, ORCID ID: 0000-0001-8317-8100.

*K.V. Kulikova*<sup>1</sup> – Assistant, Department of Therapeutic Dentistry.

<sup>1</sup>Tver State Medical University, Tver, Russia.

<sup>2</sup>Semashko Clinical Hospital, Yaroslavl, Russia.

**Координаты для связи с авторами / Coordinates for communication with authors:**

Ларичкин И.О. / I.O. Larichkin, E-mail: [don.larichckin2013@yandex.ru](mailto:don.larichckin2013@yandex.ru)