

В.В. Положеенко

**ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ВНЕШНЕЙ
ПОВЕРХНОСТИ КОРНЯ ПРИ ИЗВЛЕЧЕНИИ ФРАГМЕНТА
ЭНДОДОНТИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
УЛЬТРАЗВУКА**

Научный руководитель: канд. мед. наук., доц. В.А. Андреева

Кафедра эндодонтии

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

V.V. Poloheyenko

**STUDYING THE DYNAMICS OF TEMPERATURE INDICATORS ON THE
EXTERNAL ROOT SURFACE DURING THE EXTRACTION OF AN
ENDODONTIC INSTRUMENT FRAGMENT USING ULTRASOUND**

Tutor: PhD in, associate professor V.A. Andreeva

Department of Endodontics

Belarusian State Medical University, Minsk

Резюме. В работе проведена сравнительная оценка изменения температуры на поверхности корня при различных режимах работы ультразвуком с целью извлечения отломка инструмента. Установлено, что наиболее эффективным и безопасным протоколом является интервальный режим работы во влажной среде (5 с – работа, 10 с – пауза). Это позволяет обеспечить эффективное рассеивание тепловой энергии и предотвратить критический перегрев тканей периодонта, в то время как непрерывная работа в «сухом» канале ведет к агрессивному нагреву до 46°C.

Ключевые слова: ультразвук, термическое повреждение, сломанный инструмент, интервальный режим, температурный порог.

Resume. The study provides a comparative evaluation of temperature changes on the root surface under various ultrasound operating modes used for the extraction of an instrument fragment. It was found that the most effective and safe protocol is the interval operating mode in a wet environment (5 s - work, 10 s - pause). This approach ensures effective dissipation of thermal energy and prevents critical overheating of periodontal tissues, whereas continuous operation in a "dry" canal leads to aggressive heating up to 46°C.

Keywords: ultrasound, thermal damage, broken instrument, interval mode, temperature threshold.

Актуальность. Проблема ятрогенного термического повреждения тканей периодонта в процессе применения ультразвука для дезобтурации корневых каналов остается значимой в современной эндодонтии, так как превышение критического температурного порога в 47°C на наружной поверхности корня неизбежно инициирует деструктивные процессы в связочном аппарате зуба, включая коагуляцию белков и риск развития термического некроза костной ткани [1]. Интерес представляет изучение изменений температуры на поверхности корня при работе ультразвуком для извлечения отломка инструмента в экспериментальных условиях [2][3].

Цель: определить наиболее безопасный режим работы ультразвуком, позволяющий минимизировать термическую нагрузку на ткани корня в процессе экстракции сломанного инструмента.

Задачи:

1. Подготовка экспериментальных образцов и установка термодатчика на наружной поверхности корня в проекции нахождения фрагмента инструмента.
2. Оценка динамики нагрева при непрерывной активации ультразвука в «сухом» корневом канале.
3. Оценка температурных изменений при непрерывном воздействии ультразвука во влажной среде.
4. Изучение эффективности интервального режима (5 с – работа, 10 с – пауза) во влажной среде.
5. Сравнительный статистический анализ термометрических данных для обоснования оптимального клинического протокола.

Материалы и методы. Эксперимент проведен на 12 однокорневых зубах, экстрагированных по медицинским показаниям. Для антисептической обработки после удаления зубы помещались в 10%-й раствор формалина комнатной температуры, после чего хранились в физиологическом растворе. Формирование полостей осуществлялось с помощью турбинного наконечника и микромотора с использованием воздушно-водяного охлаждения. Инструментальная обработка корневых каналов проводилась техникой Step-back до размера инструмента №25 по шкале ISO с использованием К-файлов и Н-файлов. Далее фрагменты К-файлов длиной 5 мм были заклинены в апикальной трети корней зубов.

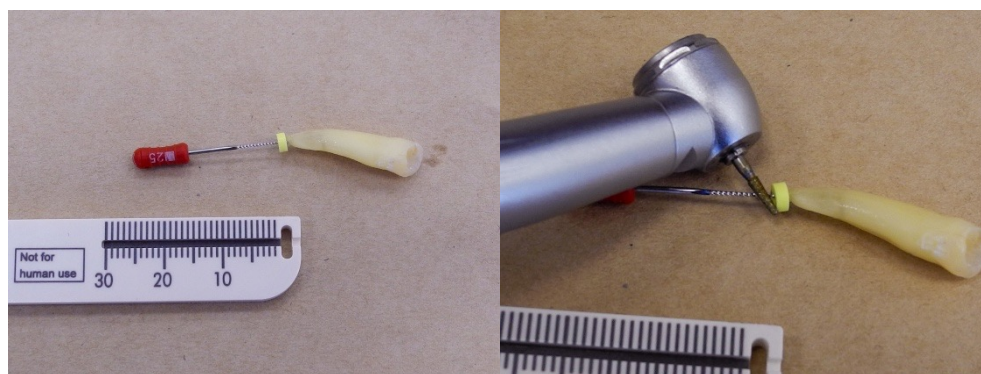


Рис. 1 – Подготовка образцов к исследованию: а) измерение размера фрагмента К-файла №25 (5 мм) б) заклинивание фрагмента К-файла в апикальной трети

Все образцы были разделены на 3 группы, по 4 зуба ($n=4$) в каждой, в зависимости от протокола работы: непрерывная работа в канале без использования водного охлаждения (в «сухом» канале), непрерывная работа во влажной среде и интервальный режим (5 с – работа, 10 с – пауза) во влажной среде.

Перед проведением измерений образцы выдерживались в термостате при температуре $36,6^{\circ}\text{C}$ для достижения физиологических показателей, соответствующих естественной температуре тканей зуба в полости рта. Термодатчик был установлен на наружной поверхности корня в проекции нахождения отломков. Работа проводилась с помощью ультразвукового скейлера и системы цифровой термометрии. Во всех группах использовались одна и та же мощность УЗ-аппарата, одинаковый тип насадки. Время работы в корневом канале составило 2 минуты, изменения температуры фиксировались каждые 30 секунд.

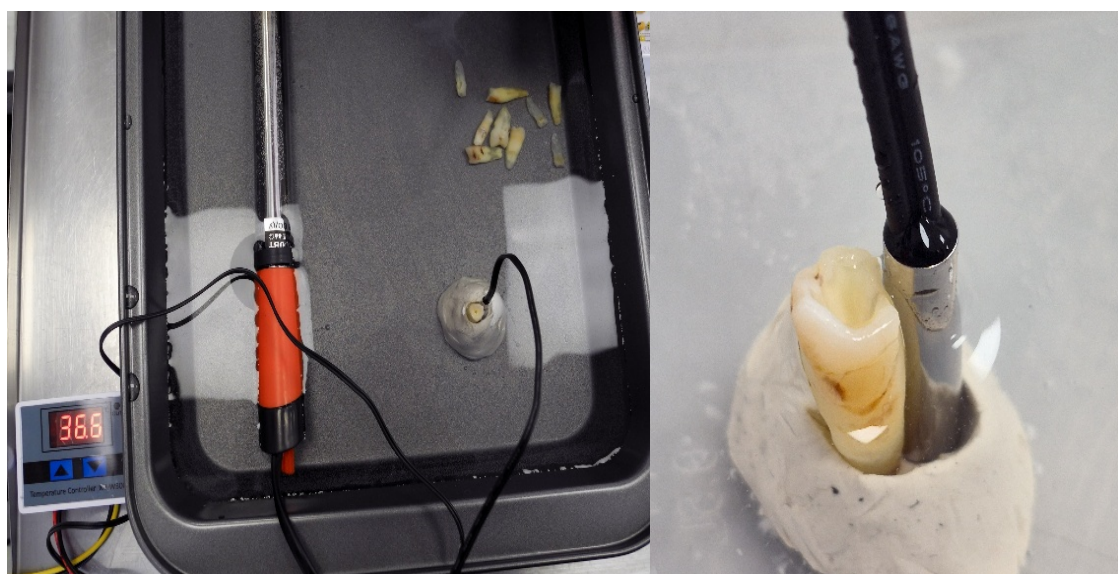


Рис. 2 – Подготовка к проведению измерений: а) термостатирование образцов при температуре 36,6°C; б) фиксация датчика температуры

Результаты и их обсуждение. При непрерывной работе в «сухом» канале зафиксирована наиболее агрессивная динамика нагрева: температурный градиент превысил безопасные значения и составил в среднем 46,1°C (до 46,6°C), что подтверждает статус данного метода как протокола максимального риска, требующего строгого временного лимита.

Во второй группе использование ирриганта в качестве теплового демпфера обеспечило замедление темпов теплообразования, однако не предотвратило кумулятивный нагрев при длительной экспозиции в среднем 43,6°C (до 43,9°C), что указывает на необходимость периодического обновления жидкости в канале [4].

Наилучшие показатели продемонстрировал интервальный режим в третьей группе, где десятисекундные паузы обеспечили эффективное рассеивание тепловой энергии через дентинные структуры, позволяя сохранять температуру наружной поверхности корня в пределах физиологической нормы - в среднем 37,4°C (до 37,5°C) даже при многократных циклах работы.

Интерпретация этих результатов позволила обосновать превосходство интервальной методики при работе в апикальной трети корня во влажном канале.

Табл. 1. Значения подъёма температуры в группах

Время	1-я группа (значения для каждого образца / среднее)	2-я группа (значения для каждого образца / среднее)	3-я группа (значения для каждого образца / среднее)
0 с	36,6; 36,9; 36,7; 36,6 / 36,7	36,8; 37,0; 36,9; 36,8 / 36,9	36,7; 37,0; 36,8; 36,7 / 36,8
30 с	38,7; 39,1; 39,0; 38,8 / 38,9	38,2; 38,9; 38,4; 38,5 / 38,5	36,8; 37,3; 36,9; 37,0 / 37,0

Продолжение таблицы 1

Время	1-я группа (значения для каждого образца / среднее)	2-я группа (значения для каждого образца / среднее)	3-я группа (значения для каждого образца / среднее)
60 с	39,7; 42,3; 40,4; 41,6 / 41,0	39,4; 41,7; 40,1; 40,8 / 40,5	37,0; 37,2; 37,0; 37,2 / 37,1
90 с	42,5; 45,2; 43,1; 44,8 / 43,9	40,6; 43,4; 40,7; 41,8 / 41,5	37,1; 37,3; 37,2; 37,5 / 37,3
120 с	45,6; 46,6; 45,9; 46,3 / 46,1	43,1; 43,9; 43,5; 43,9 / 43,6	37,3; 37,4; 37,4; 37,5 / 37,4

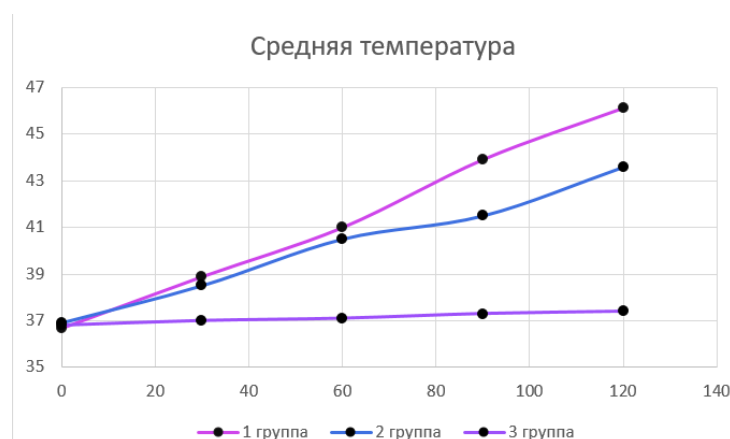


Рис. 3 – График подъема температуры в группах

Выводы. Проведенный анализ полученных термометрических данных выявил корреляционную зависимость между выбранным протоколом и скоростью достижения критического порога гипертермии. Интервальный режим работы ультразвуковым методом во влажном корневом канале при извлечении отломка инструмента обеспечивает эффективное рассеивание тепловой энергии, предотвращая критический перегрев тканей периодонта, что является профилактикой осложнений.

Литература

1. Eriksson, A. R., & Albrektsson, T. (1983). Temperature threshold levels for heat-induced bone tissue injury: a vital-microscopic study in the rabbit. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 50(1), 101–107.
2. Hashem, A. A. R. (2007). Ultrasonic vibration: temperature rise on external root surface during broken instrument removal. *Journal of Endodontics*, 33(9), 1070–1073.
3. Madarati, A. A., Qualtrough, A. J., & Watts, D. C. (2008). Temperature rise on the external root surface during removal of broken instruments using ultrasonics. *International Endodontic Journal*, 41(8), 698–706.
4. Митронин, А. В., Рабинович, И. М., & Корчагина, В. В. (2018). Современные подходы к удалению фрагментов эндодонтических инструментов из корневых каналов зубов. *Эндодонтия Today*, (2), 45–50.