

УДК 616.314:340.6

<https://doi.org/10.25587/2587-5590-2026-1-16-27>

Оригинальная научная статья

СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКАЯ ДИАГНОСТИКА СКРЫТЫХ МИКРОТРЕЩИН КОРОНКИ ЗУБА ПРИ НАСИЛЬСТВЕННОМ СЖАТИИ ЧЕЛЮСТЕЙ

А.В. Камалян

НИЦ судебной экспертизы и исследований

г. Москва, Россия

Аннотация

Цель исследования заключалась в установлении диагностически значимых морфологических и биомеханических критериев скрытых микротрещин коронки зуба, формирующихся при насильственном сжатии челюстей, позволяющих реконструировать механизм, направление и интенсивность компрессионного воздействия, на основе макро- и микроморфологического анализа твердых тканей зуба, морфометрической оценки параметров микротрещин, а также моделирования контролируемого осевого окклюзионного нагружения с последующим сопоставлением экспериментальных и экспертных образцов. Анализ основывался на изучении пространственной ориентации, глубины и плотности микроповреждений эмали, дентина и зоны дентинно-эмалевого соединения. Результаты: установлены характерные комплексы повреждений, включающие подповерхностные микротрещины эмали радиальной и косой ориентации, концентрацию дефектов в области дентинно-эмалевого соединения и деформационные изменения дентинной тубулярной структуры без деструкции органического матрикса. Длина микротрещин эмали составляла 0,4–2,1 мм, глубина их распространения достигала 80–240 мкм, а вовлечение дентина варьировало от 0,3 до 1,2 мм. Пространственная конфигурация повреждений отражала направление приложенной силы и особенности смыкания зубных рядов. Практическая значимость исследования заключается в возможности использования выявленных морфологических и морфометрических признаков в качестве объективных судебно-медицинских критериев при экспертной оценке повреждений зубочелюстного аппарата. Полученные данные позволяют повысить точность реконструкции механизма травмы и дифференциации насильственного сжатия челюстей от иных видов механического воздействия. Результаты исследования могут быть использованы при проведении судебно-медицинских и судебно-стоматологических экспертиз, а также при разработке методических рекомендаций и алгоритмов экспертной диагностики скрытых повреждений коронки зуба. Выводы. Скрытые микротрещины коронки зуба формируют устойчивый морфологический «отпечаток» компрессионного воздействия, позволяющий достоверно дифференцировать данный механизм травмы от ударных и хронических перегрузок. Комплексный анализ морфологических и количественных признаков повышает объективность судебно-медицинской оценки повреждений зубочелюстного аппарата при расследовании насильственных действий против личности.

Ключевые слова: судебная стоматология; судебная одонтология; травма при сжатии челюстей; микротрещины коронки зуба; микроповреждения эмали; деформация дентина; дентинно-эмалевое соединение; биомеханические критерии; судебно-медицинская реконструкция; судебно-медицинская экспертиза зубочелюстного аппарата

Для цитирования: Камалян А.В. Судебно-медицинская диагностика скрытых микротрещин коронки зуба при насильственном сжатии челюстей. *Вестник Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова. Vestnik of North-Eastern Federal University. Серия «Медицинские науки. Medical Sciences»*. 2026;(1):16-27. DOI: <https://doi.org/10.25587/2587-5590-2026-1-16-27>

FORENSIC MEDICAL DIAGNOSIS OF HIDDEN CROWN MICROCRACKS CAUSED BY FORCED JAW CLENCHING

Ashot V. Kamalyan

Center for Forensic Expertise and Research, Moscow, Russian Federation

Abstract

The aim of the study was to establish diagnostically significant morphological and biomechanical criteria of hidden microcracks of the tooth crown formed during forced jaw clenching, enabling reconstruction of the mechanism, direction, and intensity of compressive loading. Methods. Macro- and micromorphological analyses of hard dental tissues were applied, along with morphometric assessment of microcrack parameters and modeling of controlled axial occlusal loading followed by comparison of experimental and expert specimens. The analysis was based on the study of spatial orientation, depth, and density of microdamage in enamel, dentin, and the dentinoenamel junction. Results. Characteristic damage patterns were identified, including subsurface enamel microcracks of radial and oblique orientation, concentration of defects in the dentinoenamel junction area, and deformation changes in the dentinal tubular structure without destruction of the organic matrix. Enamel microcrack length ranged from 0.4 to 2.1 mm, their propagation depth reached 80–240 μm , and dentin involvement varied from 0.3 to 1.2 mm. The spatial configuration of damage reflected the direction of the applied force and occlusal relationships. The practical significance of the study lies in the possibility of using the identified morphological and morphometric features as objective forensic medical criteria in the expert assessment of dentoalveolar injuries. The obtained data increase the accuracy of reconstructing the trauma mechanism and differentiating violent jaw clenching from other types of mechanical impact. The results may be applied in forensic medical and forensic dental examinations, as well as in the development of methodological guidelines and diagnostic algorithms for hidden crown injuries. Conclusions. Hidden microcracks of the tooth crown form a stable morphological “imprint” of compressive loading, allowing reliable differentiation of this trauma mechanism from impact and chronic overloads. A comprehensive analysis of morphological and quantitative features enhances the objectivity of forensic medical assessment of dentoalveolar injuries in the investigation of violent acts against the person.

Keywords: forensic dentistry; forensic medicine; forced jaw clenching; tooth crown microcracks; enamel damage; dentin microinjury; dentino-enamel junction; biomechanical analysis; forensic assessment

For citation: Kamalyan Ashot V. Forensic medical diagnosis of hidden crown microcracks caused by forced jaw clenching. *Vestnik of the North-Eastern Federal University. Medical Sciences*. 2026;(1):16-27. DOI: <https://doi.org/10.25587/2587-5590-2026-1-16-27>

Введение

Коронка зуба представляет собой высокоорганизованную анатомо-функциональную структуру, включающую эмаль, дентин и дентинно-эмалевое соединение, взаимодействие которых обеспечивает устойчивость зуба к окклюзионным нагрузкам и сохранение его структурной целостности. Согласованная работа данных компонентов позволяет эффективно перераспределять механическое напряжение при смыкании челюстей и предотвращать развитие разрушений в условиях физиологического нагружения. Коронка зуба относится к числу наиболее чувствительных элементов зубочелюстного аппарата при экстремальных механических воздействиях, что обуславливает ее особую диагностическую значимость в судебно-медицинской практике [1].

При насильственном сжатии челюстей коронка подвергается кратковременному воздействию высокоинтенсивных осевых и радиально-компрессионных нагрузок, превышающих адаптационные возможности твердых тканей зуба. В этих условиях нарушается микроструктурная организация эмали и дентина, прежде всего в области окклюзионных контактов и дентинно-эмалевого соединения. Формирующиеся при этом микротрещины не сопровождаются макроскопически выраженными переломами и остаются скрытыми при стандартном

клиническом и экспертном осмотре, однако фиксируют факт и механизм травмирующего воздействия.

Недостаточно изученными остаются морфологические критерии, позволяющие дифференцировать микротрещины, возникающие при насильственном сжатии челюстей, от дефектов, формирующихся при хронических перегрузках, парафункциях жевательных мышц или возрастных изменениях эмали. Отсутствие унифицированных диагностических признаков и количественных параметров повреждений затрудняет формирование обоснованных экспертных выводов о механизме травмы, степени приложенного усилия и условиях ее возникновения. Имеющиеся данные носят разрозненный характер, что препятствует стандартизации судебно-медицинской оценки данных повреждений [2].

Дополнительную сложность судебно-медицинской диагностики скрытых повреждений коронки зуба при насильственном сжатии челюстей обуславливает ограниченная информативность традиционных методов экспертного осмотра, ориентированных преимущественно на выявление макроскопически выраженных дефектов. В условиях отсутствия сколов, переломов и видимых линий трещин микроповреждения эмали и дентина остаются вне наблюдения при стандартном визуальном и пальпаторном обследовании, и это может приводить к недооценке тяжести травмирующего воздействия и искажению экспертных выводов о механизме причинения повреждений.

Современные представления о биомеханике твердых тканей зуба указывают на то, что эмаль и дентин обладают различной упругостью и сопротивляемостью нагрузке, а дентинно-эмалевое соединение выполняет роль функционального переходного слоя, перераспределяющего напряжения при окклюзионных контактах. При экстремальном компрессионном воздействии, реализуемом в условиях насильственного сжатия челюстей, данная система теряет способность к физиологической компенсации нагрузки и приводит к формированию субклинических микротрещин без нарушения общей анатомической целостности коронки.

В судебно-медицинском аспекте такие повреждения обладают высокой доказательственной значимостью и фиксируют параметры травмирующего воздействия в виде устойчивых микроструктурных изменений. Пространственная ориентация, глубина и плотность микротрещин отражают направление приложенной силы, характер смыкания зубных рядов и интенсивность компрессии и позволяет рассматривать их как своеобразный «биомеханический маркер» насильственного воздействия. Разработка объективных морфологических критериев диагностики таких повреждений является необходимым условием повышения воспроизводимости и обоснованности экспертных заключений.

Цель исследования – определить комплекс морфологических и биомеханических критериев скрытых микротрещин коронки зуба при насильственном сжатии челюстей, обеспечивающих достоверную реконструкцию механизма и условий травмирующего воздействия.

Задачи исследования:

1. Проанализировать структурные изменения эмали, дентина и дентинно-эмалевого соединения при экстремальном осевом сжатии зубных рядов.
2. Охарактеризовать морфологические особенности и пространственную ориентацию скрытых микротрещин коронки.
3. Установить диагностически значимые количественные и качественные параметры микроповреждений твердых тканей зуба.
4. Выявить биомеханические закономерности распределения напряжений в коронке при насильственном сжатии челюстей.
5. Сформировать интегративную модель судебно-медицинской диагностики скрытых микротрещин коронки.

Коронка зуба, являясь функционально нагружаемым элементом зубочелюстного аппарата, при насильственном сжатии челюстей утрачивает микроструктурную целостность и реагирует

формированием специфических микроповреждений, обладающих высокой диагностической значимостью. Способность твердых тканей зуба фиксировать параметры внешнего воздействия позволяет рассматривать скрытые микротрещины коронки как объективный морфологический субстрат для судебно-медицинской реконструкции механизма травмы лица [3].

Материал и методы

Материалом исследования послужили интактные и травмированные зубы человека, изъятые в рамках судебно-медицинских экспертиз по фактам насильственных воздействий, сопровождавшихся принудительным сжатием челюстей, а также экспериментальные образцы, полученные при моделировании контролируемого осевого окклюзионного нагружения. Общий объем исследуемого материала составил 42 постоянных зуба человека, из которых 26 образцов были получены в рамках судебно-медицинских экспертиз по фактам насильственных воздействий, сопровождавшихся принудительным сжатием челюстей, и 16 образцов использовались в экспериментальной части исследования при моделировании контролируемого осевого окклюзионного нагружения. В анализ включались постоянные зубы без кариозных поражений, пломбировочных материалов, ортопедических конструкций и выраженных инволюционных изменений эмали и дентина, способных существенно повлиять на характер микротрещинообразования. Отбор материала осуществлялся с учетом сохранности коронковой части и возможности оценки дентинно-эмалевого соединения по всей толщине твердых тканей зуба.

Экспериментальное моделирование насильственного сжатия челюстей проводилось с использованием универсальной испытательной машины Instron 5965 (Instron, США), оснащённой тензометрическим датчиком нагрузки с диапазоном измерений до 5 кН и погрешностью измерения не более $\pm 0,5\%$. Установка обеспечивала дозированное приложение осевого и комбинированного компрессионного воздействия с контролем величины усилия, скорости нагружения и продолжительности воздействия. Нагрузка прикладывалась через контактные элементы, имитирующие антагонистические бугры, что позволяло воспроизводить различные сценарии принудительного смыкания зубных рядов без макроскопического разрушения коронки зуба.

Механическое нагружение осуществлялось с использованием универсальной лабораторной испытательной установки компрессионного типа, обеспечивающей дозированное приложение осевой нагрузки. В ходе эксперимента создавалось контролируемое компрессионное воздействие в диапазоне 800–1500 Н с продолжительностью приложения нагрузки 1,5–3,0 с; при необходимости моделирования повторных воздействий нагрузка воспроизводилась сериями до 3 циклов. Контроль величины усилия, времени воздействия и кратности нагружения обеспечивал воспроизводимость экспериментальных условий и сопоставимость полученных микроповреждений.

После завершения нагрузочного воздействия образцы подвергались стандартной фиксации и подготовке, исключающей вторичное механическое или термическое повреждение. Особое внимание уделялось сохранению исходного состояния микротрещин, предотвращению их распространения в процессе обработки и минимизации артефактов, связанных с распилом и шлифованием твердых тканей. Подготовка образцов обеспечивала возможность прослеживания пространственного развития микротрещин от поверхности эмали к подлежащим слоям дентина.

Макроскопическая оценка включала анализ формы коронки, состояния окклюзионной поверхности, наличия или отсутствия сколов, трещин, линий напряжения и изменений прозрачности эмали. Фиксировались локализация предполагаемых зон максимального напряжения, соответствие повреждений окклюзионным контактам и симметричность изменений на антагонистических зубах. Результаты макроскопического осмотра использовались для определения участков прицельного микроморфологического исследования [4].

Микроморфологический анализ проводился на шлифах и сколах твердых тканей зуба с применением световой и электронной микроскопии. В эмали оценивались нарушение призматич-

ческой организации, наличие субповерхностных микротрещин, их ориентация относительно поверхности и степень вовлечения межпризматического вещества. В зоне дентинно-эмалевого соединения анализировались признаки концентрации напряжений, разобщения структур и переход микротрещин в подлежащий дентин. В дентине изучались характер трещинообразования, вовлечение дентинных канальцев и особенности распространения повреждений в зависимости от направления нагрузки. Все микроструктурные признаки фиксировались с учетом их пространственной ориентации и взаимосвязи между слоями твердых тканей.

Микроморфологическое исследование выполнялось с применением световой микроскопии с использованием лабораторного микроскопа исследовательского класса (увеличение $\times 40$ – $\times 400$), а также сканирующей электронной микроскопии, позволяющей анализировать микроструктурные изменения эмали, дентина и дентинно-эмалевого соединения на субмикронном уровне. Выбор указанных методов обеспечивал детальную визуализацию микротрещин, их пространственной ориентации и взаимосвязи с элементами твердотканной структуры зуба.

Морфометрическая оценка микротрещин включала определение их длины, глубины, плотности распределения и угловой ориентации относительно окклюзионной поверхности. Сопоставление количественных параметров повреждений позволяло выявить устойчивые закономерности, характерные именно для компрессионного механизма травмы, реализуемого при насильственном сжатии челюстей.

Для исключения влияния сопутствующих факторов учитывались условия хранения образцов, сроки между предполагаемым моментом травмы и проведением исследования, а также наличие признаков дополнительного механического, термического или химического воздействия. Анализ выполнялся с обязательным сопоставлением интактных и поврежденных участков в пределах одного зуба, что позволяло минимизировать влияние индивидуальных особенностей структуры твердых тканей.

Интерпретация полученных данных осуществлялась путем комплексного сопоставления макроскопических, микроморфологических и морфометрических признаков. Такой подход обеспечивал выделение устойчивых диагностических комплексов, характерных для скрытых микротрещин коронки, сформированных при насильственном сжатии челюстей, и позволял обосновать их экспертную значимость для реконструкции механизма травмы в судебно-медицинской практике [5].

Результаты и их обсуждение

Морфологический анализ выявил воспроизводимые изменения твердых тканей коронки зуба при насильственном сжатии челюстей, характеризующиеся зависимостью конфигурации и глубины микроповреждений от величины осевого компрессионного усилия, направления нагрузки и особенностей окклюзионного контакта. Наиболее ранние и устойчивые изменения регистрировались в эмали окклюзионной поверхности и в зоне дентинно-эмалевого соединения, что обусловлено концентрацией напряжений в указанных участках при экстремальном смыкании зубных рядов [6].

В эмали в зоне максимального окклюзионного контакта выявлялись скрытые микротрещины протяженностью от 0,4 до 2,1 мм, ориентированные преимущественно радиально и косо по отношению к поверхности коронки (табл. 1). В ряде образцов формировались веерообразные системы трещин, исходящие из области бугров и фиссур [7]. Толщина интактного эмалевого слоя в этих зонах сохранялась в пределах физиологических значений, однако в подповерхностных слоях регистрировались зоны микродезинтеграции глубиной 80–240 мкм, не сопровождавшиеся макроскопическим сколом. Данные изменения отражали превышение предела микропрочности эмали без перехода к её тотальному разрушению (рис. 1).

Таблица 1

**Морфометрические параметры скрытых микротрещин коронки зуба
 при насильственном сжатии челюстей**

Table 1

Morphometric parameters of hidden tooth crown microcracks caused by forced jaw clenching

Параметр	Обозначение/ ед. изм.	Значение (по данным исследования)	Примечание / диагностическое значение
Длина микротрещин эмали	L, мм	0,4–2,1	Отражает протяжённость повреждений в зоне максимального окклюзионного контакта
Глубина подповерхностного распространения микротрещин эмали	h, мкм	80–240	Характеризует подповерхностный характер дефекта без макроскопического скола
Плотность микротрещин в зоне максимального напряжения	D, 1/мм ²	90–140	Указывает на выраженность микроповреждений при экстремальном компрессионном воздействии
Протяжённость распространения микротрещин вдоль дентинно-эмалевого соединения	L_DEJ, мм	0,5–1,8	Признак концентрации напряжений в зоне ДЭС
Глубина распространения микротрещин в дентине	h_d, мм	0,3–1,2	Позволяет оценивать вовлечение дентина и интенсивность нагрузки
Диаметр дентинных канальцев в зоне повреждения	d, мкм	3,8–5,2	На фоне исходных значений 2,5–3,0 мкм; отражает деформацию тубулярной структуры
Перитубулярный дентин: степень истончения	%, относит.	20–35 %	Деформационный характер повреждения при сохранности интертубулярного дентина

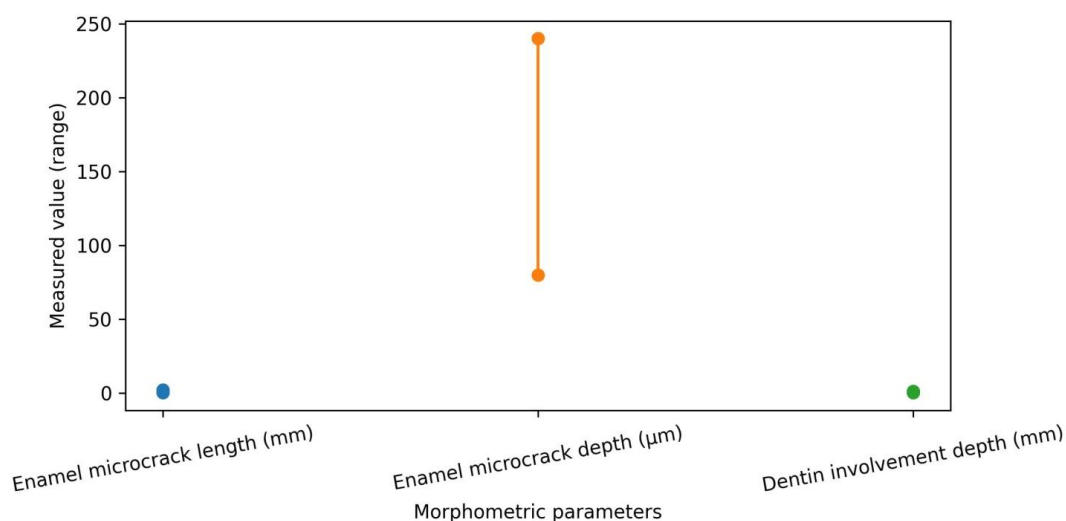


Рис. 1. Диапазоны морфометрических параметров скрытых микротрещин коронки зуба при насильственном сжатии челюстей

Fig. 1. Ranges of morphometric parameters of hidden tooth crown microcracks caused by forced jaw clenching

Далее представлена макрофотография коронки зуба, иллюстрирующая подповерхностные микротрещины эмали, сформированные в зоне максимального окклюзионного контакта при насильственном сжатии челюстей (рис. 2). Микротрещины имеют преимущественно радиальную и косую ориентацию, не достигают поверхности эмали и не сопровождаются макроскопически выраженными сколами или переломами. Выявленные изменения отражают субклиническое нарушение микроструктурной целостности эмали, характерное для кратковременного экстремального компрессионного воздействия.



Рис. 2. Подповерхностные микротрещины эмали коронки зуба в зоне окклюзионного контакта при насильственном сжатии челюстей

Fig. 2. Subsurface enamel microcracks of the tooth crown in the occlusal contact area caused by forced jaw clenching

Микроструктурный анализ эмали показал нарушение призматической организации в зонах прохождения микротрещин. Отмечалась дезориентация эмалевых призм с отклонением их оси на $15\text{--}35^\circ$ от нормального направления, а ширина межпризматических промежутков увеличивалась с исходных $0,1\text{--}0,2$ мкм до $0,6\text{--}1,0$ мкм. Плотность микротрещин в зоне максимального напряжения достигала $90\text{--}140$ на 1 мм^2 , что формировало условия для вторичного распространения повреждений при последующих нагрузках. Пространственная ориентация трещин соответствовала направлению действующей компрессионной силы и позволяла реконструировать характер смыкания зубных рядов [8].

В области дентинно-эмалевого соединения регистрировалась выраженная концентрация микроповреждений. Трещины эмали в большинстве случаев достигали данной зоны и распространялись вдоль неё на протяжении $0,5\text{--}1,8$ мм, формируя характерные подповерхностные дефекты. Это указывало на роль дентинно-эмалевого соединения как зоны перераспределения напряжений и одновременно критического участка инициирования микротрещинообразования при осевом сжатии [9].

На рис. 3 представлена макрофотография зоны дентинно-эмалевого соединения, на которой визуализируется распространение микротрещин эмали вдоль границы с подлежащим дентином. Микроповреждения ориентированы преимущественно параллельно дентинно-эмалевому соединению и формируют протяжённые подповерхностные дефекты, отражающие концентрацию и перераспределение напряжений при осевом компрессионном воздействии. Отсутствие выраженной деструкции твердых тканей подтверждает компрессионный характер механизма травмы.



Рис. 3. Распространение микротрещин эмали вдоль дентинно-эмалевого соединения при насильственном сжатии челюстей

Fig. 3. Propagation of enamel microcracks along the dentino-enamel junction caused by forced jaw clenching

В дентине выявлялись микротрещины преимущественно продольной и дугообразной конфигурации, ориентированные вдоль направления дентинных канальцев. Диаметр канальцев в зонах повреждения увеличивался с 2,5–3,0 мкм до 3,8–5,2 мкм, что отражало локальную деформацию минерально-органической структуры. Перитубулярный дентин демонстрировал очаговое истончение на 20–35 %, тогда как интертубулярный дентин сохранял относительную целостность, что свидетельствовало о преимущественно механическом, а не деструктивном характере воздействия. Глубина распространения дентинных микротрещин варьировала от 0,3 до 1,2 мм и возрастала при увеличении приложенного усилия [10].

Макрофотография дентина, демонстрирующая деформационные изменения дентинной тубулярной структуры, сформированные при насильственном сжатии челюстей представлена на рис. 4. Отмечается расширение просветов дентинных канальцев и истончение перитубулярного дентина при сохранности интертубулярного матрикса. Выявленные изменения отражают преимущественно механическую деформацию твердых тканей без признаков их деструкции, что является характерным морфологическим признаком компрессионного механизма повреждения.

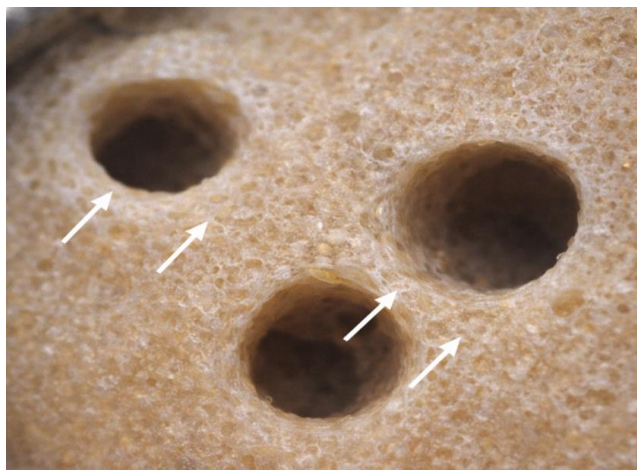


Рис. 4. Деформационные изменения дентинной тубулярной структуры при насильственном сжатии челюстей

Fig. 4. Deformational changes in the dentinal tubular structure caused by forced jaw clenching

Количественный анализ показал, что при кратковременном экстремальном сжатии преобладали единичные или малочисленные системы микротрещин, тогда как при повторных или пролонгированных компрессионных воздействиях формировались плотные сети микроповреждений с перекрёстным характером ветвления. Плотность микротрещин в таких случаях возрастала в 1,8–2,4 раза по сравнению с однократным воздействием, что имело значение для оценки кратности травмирующих эпизодов [11].

Полученные данные свидетельствуют, что скрытые микротрещины коронки зуба обладают выраженной диагностической устойчивостью и сохраняют информативность даже при отсутствии сопутствующих макроскопических повреждений. В отличие от дефектов, формирующихся при ударной травме, где ведущую роль играют локальные зоны разрушения и утраты твердых тканей, микротрещины при насильственном сжатии челюстей характеризуются подповерхностным расположением и системным распределением в пределах коронки. Это обстоятельство принципиально важно для дифференциальной судебно-медицинской оценки механизма травмы.

Биомеханический анализ показал, что при осевом компрессионном нагружении напряжения концентрируются не только в зоне непосредственного окклюзионного контакта, но и распространяются вдоль дентинно-эмалевого соединения, формируя протяжённые зоны микроповреждений. Данный эффект объясняет высокую воспроизводимость вовлечения дентинно-эмалевого соединения в процесс микротрещинообразования и подтверждает его роль как ключевого элемента в формировании диагностического комплекса повреждений.

Особое значение имеет выявленная зависимость морфометрических параметров микротрещин от величины и кратности компрессионного воздействия. Увеличение плотности и глубины микроповреждений при повторных нагрузках позволяет использовать количественные характеристики микротрещин не только для установления факта насильственного сжатия челюстей, но и для ориентировочной оценки интенсивности и повторяемости травмирующих воздействий. Это расширяет возможности судебно-медицинской реконструкции событий и повышает доказательственную ценность стоматологических данных при расследовании насильственных действий.

Сопоставление экспериментальных и экспертных образцов показало высокую воспроизводимость выявленных морфологических признаков. Даже при наличии вторичных изменений, связанных с обработкой или хранением образцов, пространственная ориентация микротрещин, их локализация и связь с зонами окклюзионного контакта сохранялись. Это подтверждало устойчивость данных признаков и их пригодность для судебно-медицинской интерпретации [12].

Характер выявленных повреждений отражал биомеханический механизм насильственного сжатия челюстей. Преобладание осевых и радиальных напряжений приводило к формированию микротрещин без выраженной утраты ткани, в отличие от ударных воздействий, при которых доминируют сколы и переломы [13]. Совокупность признаков – ориентация трещин, их подповерхностный характер, вовлечение дентинно-эмалевого соединения и ограниченная глубина распространения – формировала устойчивый морфологический комплекс, позволяющий дифференцировать данный механизм травмы [14].

Твердые ткани коронки сохраняли структурный «отпечаток» насильственного компрессионного воздействия, даже при отсутствии внешне выраженных повреждений зуба. Системы микротрещин эмали, деформация дентинных канальцев и характерное вовлечение дентинно-эмалевого соединения образовывали взаимосвязанный диагностический комплекс, пригодный для реконструкции механизма, направления и интенсивности сжатия челюстей. Совокупность полученных морфологических и количественных данных обеспечивает возможность объективной судебно-медицинской оценки скрытых повреждений коронки зуба при насильственных действиях [15].

Выводы

Проведённое исследование показало, что насильственное сжатие челюстей формирует специфический комплекс скрытых микроповреждений коронки зуба, отражающих биомеханические особенности компрессионного воздействия и существенно отличающихся от дефектов, возникающих при ударной травме или хронических перегрузках. Твёрдые ткани коронки реагируют на экстремальное осевое нагружение нарушением микроструктурной целостности без формирования макроскопически выраженных переломов, что обуславливает латентный характер повреждений и их высокую судебно-медицинскую значимость.

Установлено, что наиболее информативные изменения локализуются в эмали окклюзионной поверхности и в зоне дентинно-эмалевого соединения, где происходит концентрация напряжений при принудительном смыкании зубных рядов. Формирование радиально и косо ориентированных микротрещин, их подповерхностное распространение и вовлечение дентинно-эмалевого соединения отражают направление и характер приложенной силы, позволяя реконструировать механизм травмирующего воздействия. Выявленные параметры микротрещинообразования свидетельствуют о превышении предела микропрочности твёрдых тканей при сохранении общей анатомической целостности коронки.

Показано, что микроповреждения дентина при насильственном сжатии челюстей носят преимущественно деформационный характер и сопровождаются изменениями тубулярной архитектоники без выраженной деструкции органического матрикса. Ограниченная глубина распространения дентинных микротрещин и их ориентация вдоль дентинных канальцев формируют диагностически значимый признак компрессионного механизма травмы. Количественные характеристики микротрещин позволяют оценивать не только факт воздействия, но и его интенсивность, а также кратность травмирующих эпизодов.

Сопоставление экспериментальных и экспертных образцов подтвердило воспроизводимость выявленных морфологических признаков и их устойчивость к влиянию вторичных факторов. Пространственная организация микротрещин, их связь с окклюзионными зонами и дентинно-эмалевым соединением сохраняются даже при отсутствии внешне выраженных повреждений, что расширяет диагностические возможности судебно-медицинской стоматологии в случаях скрытой травмы.

Таким образом, скрытые микротрещины коронки зуба представляют собой объективный морфологический субстрат, фиксирующий параметры насильственного сжатия челюстей. Комплексный анализ их морфологии и количественных характеристик позволяет достоверно реконструировать механизм травмы, направление и интенсивность воздействия, а также дифференцировать данный вид повреждения от иных форм механического влияния. Полученные результаты обосновывают целесообразность включения оценки скрытых микротрещин коронки в алгоритмы судебно-медицинской экспертизы повреждений зубочелюстного аппарата и повышают доказательственную ценность стоматологических данных в экспертной практике.

Литература

1. Пиголкин Ю.И., Золотенкова Г.В., Веленко П.С., Изотов Б.Н. Исследование аминокислотного состава зуба в целях судебно-медицинской идентификации личности // *Судебно-медицинская экспертиза*. 2017;(1):42–45. 2018;34(1):1–20. DOI: 10.1007/s11282-017-0289-7 URL: https://elibrary.ru/ip_restricted.asp?page=https%3A%2F%2Felibrary%2Eru%2Fitem%2Easp%3Fid%3D28401376
2. Артюшкевич А.С., Артюшкевич В.С. Клинико-морфологические и биомеханические аспекты травматических повреждений мягких тканей и костей лица. *Стоматология. Эстетика. Инновации*. 2020;4(4):357–364. URL: <https://elibrary.ru> DOI: отсутствует.
3. Гажва С.И., Манукян А.Г., Тетерин А.И., Янышева К.А., Якубова Е.Ю. Влияние различных способов одонтопрепарирования на структуру и микроэлементный состав эмали. *Клиническая стоматология*. 2023;26(1):24–31. URL: <https://elibrary.ru> DOI: отсутствует.

4. Иорданишвили А.К., Сериков А.А. Травмы зубов и челюстей: клинико-морфологические и экспертные критерии. *Российский стоматологический журнал*. 2020;24(3):147–153. URL: [https:// urait.ru](https://urait.ru) DOI: отсутствует.
5. Пашинян Г.А., Ромодановский П.О., Баринов Е.Х. Судебная стоматология. Москва: ГЭОТАР-Медиа; 2020. URL: <https://elibrary.ru> ISBN: 978-5-9704-5074-7.
6. Полтавченко О.Н., Лефтер А.Д., Арнаут Е.А. Влияние внешних факторов окружающей среды на потенциал здоровья. Ответственный редактор. 2023;50(19):49. URL: <https://elibrary.ru> DOI: отсутствует.
7. Попов В.Л., Клевно В.А., Кузнецов В.В. Механические повреждения зубочелюстной системы: судебно-медицинские аспекты. *Медицинская экспертиза и право*. 2018;(4):23–28. URL: <https://elibrary.ru> DOI: отсутствует.
8. Судебная стоматология: учебник для вузов / под ред. П.О. Ромодановского, Е.Х. Баринова. 2-е изд. Москва: Юрайт; 2025. URL: <https:// urait.ru> ISBN: 978-5-534-20184-1.
9. Судебно-медицинская экспертиза: учебник и практикум / под ред. В. Л. Попова. Москва: Юрайт; 2025. URL: <https:// urait.ru> ISBN: 978-5-534-20276-3.
10. Тумасян М.Г., Тумасян С.Г., Сатыго Е.А. Концентрация некоторых макроэлементов эмали зубов у пациентов, проживающих в районах с разными уровнями фторида в питьевой воде. *Вестник СЗГМУ им. И. И. Мечникова*. 2024;16(1):25–30. URL: <https://elibrary.ru> DOI: отсутствует.
11. Ойдинов А.Э. Судебно-медицинская оценка повреждений зубов. *Судебно-медицинская экспертиза*. 2020;(4):41–45. URL: <https://elibrary.ru> DOI: отсутствует.
12. Пиголкин Ю.И., Золотенкова Г.В., Веленко П.С., Изотов Б.Н. Исследование аминокислотного состава зуба в целях судебно-медицинской идентификации личности. *Судебно-медицинская экспертиза*. 2019;62(5):39–42. URL: <https://elibrary.ru> DOI: отсутствует.
13. Berryman HE, Symes SA. Recognizing blunt force trauma to teeth and jaws in forensic contexts. *Forensic Sci Int*. 2020;314:110416. DOI: 10.1016/j.forsciint.2020.110416 URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037907382030476X>
14. Domagalska J, Ćwielaĝ-Drabek M, Dziubanek G, Ulatowska N, Bortlik S, Piekut A. Teeth as an indicator of environmental exposure of Silesia province’s inhabitants to metallic trace elements. *Toxics*. 2024;12(1):90. DOI: 10.3390/toxics12010090 URL: <https://www.mdpi.com/2305-6304/12/1/90>
15. Sweet D, DiZinno JA. Personal identification through dental evidence: recent advances. *Forensic Sci Int*. 2020;313:110343. DOI: 10.1016/j.forsciint.2020.110343 URL: <https://www.sciencedirect.com/>

References

1. Pigolkin Yu.I., Zolotenkova G.V., Velenko P.S., Izotov B.N. Study of the amino acid composition of a tooth for the purposes of forensic medical identification of a person. *Forensic Medical Examination*. 2017;(1):42–45. 2018;34(1):1–20 (in Russian). DOI: 10.1007/s11282-017-0289-7 Available at: https://elibrary.ru/ip_restricted.asp?rpage=https%3A%2F%2Felibrary%2Eru%2Fitem%2Easp%3Fid%3D28401376.
2. Artyushkevich A.S., Artyushkevich V.S. Clinical, morphological and biomechanical aspects of traumatic injuries of soft tissues and bones of the face. *Dentistry. Aesthetics. Innovations*. 2020;4(4):357–364. Available at: <https://elibrary.ru> (in Russian).
3. Gazhva S.I., Manukyan A.G., Teterin A.I., et al. The influence of various methods of odontopreparation on the structure and microelement composition of enamel. *Clinical Dentistry*. 2023;26(1):24–31. Available at: <https://elibrary.ru> (in Russian).
4. Iordanishvili A.K., Serikov A.A. Tooth and jaw injuries: clinical, morphological, and expert criteria. *Russian Dental Journal*. 2020;24(3):147–153. Available at: <https://urait.ru> (in Russian).
5. Pashinyan G.A., Romodanovsky P.O., Barinov E.Kh. *Forensic Dentistry*. Moscow: GEOTAR-Media; 2020. Available at: <https://elibrary.ru> ISBN: 978-5-9704-5074-7 (in Russian).
6. Poltavchenko O. N., Lefter A. D., Arnaut E. A. The Impact of External Environmental Factors on Health Potential. *Editor-in-Chief*. 2023;50(19):49. Available at: <https://elibrary.ru> (in Russian).
7. Popov V. L., Klevno V. A., Kuznetsov V. V. Mechanical damage to the dentoalveolar system: Forensic medical aspects. *Medical Examination and Law*. 2018;(4):23–28. Available at: <https://elibrary.ru> (in Russian).
8. Romodanovsky P.O., Barinov E.Kh. (eds.) *Forensic Dentistry: Textbook for Universities*. Moscow: Yurait; 2025. Available at: <https://urait.ru> (in Russian).

9. Forensic Medical Examination: Textbook and Workshop / edited by V. L. Popov. Moscow: Yurait; 2025. Available at: <https://urait.ru> (in Russian).

10. Tumasyan M.G., Tumasyan S.G., Satygo E.A. Concentration of some macroelements of tooth enamel in patients living in areas with different fluoride levels in drinking water. *Bulletin of the I. I. Mechnikov North-Western State Medical University*. 2024;16(1):25–30. Available at: <https://elibrary.ru> (in Russian).

11. Oydinov A.E. Forensic assessment of dental injuries. *Forensic Medical Examination*. 2020;(4):41–45. Available at: <https://elibrary.ru> (in Russian).

12. Pigolkin Yu.I., Zolotenkova G.V., Velenko P.S., Izotov B.N. Study of the amino acid composition of a tooth for the purposes of forensic personal identification. *Forensic Medical Examination*. 2019;62(5):39–42. Available at: <https://elibrary.ru> (in Russian).

13. Berryman H.E., Symes S.A. Recognizing blunt force trauma to teeth and jaws in forensic contexts. *Forensic Sci Int*. 2020;314:110416. DOI: 10.1016/j.forsciint.2020.110416. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037907382030476X>.

14. Domagalska J., Ćwieląg-Drabek M., Dziubanek G., et al. Teeth as an indicator of environmental exposure of Silesia province's inhabitants to metallic trace elements. *Toxics*. 2024;12(1):90. DOI: 10.3390/toxics12010090. Available at: <https://www.mdpi.com/2305-6304/12/1/90>.

15. Sweet D, DiZinno JA. Personal identification through dental evidence: recent advances. *Forensic Sci Int*. 2020;313:110343. DOI: 10.1016/j.forsciint.2020.110343. Available at: <https://www.sciencedirect.com/>.

Об авторе

КАМАЛЯН Ашот Владимирович, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник ООО «Научно-исследовательский центр судебной экспертизы и исследований». Адрес: Россия, г. Москва; e-mail: 9262465066@mail.ru, тел.: +7(926) 246-50-66. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6139-0898>, SPIN-код: 7603-6169, Web of Science ResearcherID: OKR-5851-2025, eLIBRARY Author ID: 30305933, Google Scholar Citations ID: eqi-53YAAAAJ

KAMALYAN, Ashot Vladimirovich, Cand. Sci. (Medicine), Senior Researcher, Center for Forensic Expertise and Research, Moscow, Russian Federation, ORCID: 0009-0004-6139-0898, SPIN-код: 7603-6169, Web of Science ResearcherID: OKR-5851-2025, eLIBRARY Author ID: 30305933, Google Scholar Citations ID: eqi-53YAAAAJ, e-mail: 9262465066@mail.ru.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests

The author declares no conflict of interests.

Поступила в редакцию / Submitted 24.12.2025

Поступила после рецензирования / Revised 15.03.2026

Принята к публикации / Accepted 21.03.2026