



С.П. Ярова, И.И. Заболотная

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИКРОТВЕРДОСТИ ЭМАЛИ ПРИ РАЗЛИЧНОМ СОСТОЯНИИ ТВЕРДЫХ ТКАНЕЙ И ГЛУБИНЫ МИКРОТРЕЩИН

Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького

Ключевые слова: микротвердость, эмаль, микротрещины, клиновидный дефект, пришеечный кариес.

Представлены результаты определения микротвердости эмали зубов с клиновидным дефектом и пришеечным кариесом, их сравнение с показателями интактных зубов. Анализ проводили в зависимости от состояния твердых тканей и глубины микротрещин эмали. Обнаруженные особенности перспективно использовать для обоснования принципов лечения и профилактики прогрессирования дефектов твердых тканей зубов.

Аналіз показників мікротвердості емалі при різних станах твердих тканин і глибини мікротріщин

С.П. Ярова, І.І. Заболотна

Наведено результати визначення мікротвердості емалі зубів із клиноподібним дефектом і пришийковим карієсом, їхнє порівняння з показниками інтактних зубів. Аналіз виконано в залежності від стану твердих тканин і глибини мікротріщин емалі. Отримані особливості перспективно використовувати для обґрунтування принципів лікування і профілактики прогресування дефектів твердих тканин зубів.

Ключові слова: мікротвердість, емаль, мікротріщини, клиноподібний дефект, пришийковий карієс.

Analysis of enamel microhardness at various hard tissue states and depth of the microfissures

S.P. Yarova, I.I. Zabolotnaya

The article shows the results of the microhardness of enamel of teeth with wedge-shaped defect, teeth with precervical caries assessment in comparison with the intact teeth. The analysis was conducted depending on the state of hard tissue and the depth of enamel microfissures. The revealed features should be used for a substantiation of principles of treatment and prophylaxis of the dental hard tissues defects.

Key words: microhardness, enamel, microfissure, wedge-shaped defect, precervical caries.

В клинике довольно часто диагностируют пришеечную патологию зубов (клиновидные дефекты, микротрещины, кариес), которая представляет значительный интерес для врачей-стоматологов [1,2]. Однако нарушениям эмали всегда предшествуют более или менее длительные этапы противостояния организма (органа) повреждающему воздействию, которым характерны целесообразные биологические сдвиги в виде формирования в толще ткани участков повышенной минерализации, плотности и устойчивости [3]. Микротвердость зуба является одним из важных показателей его микромеханической прочности, связанным с физико-химическими изменениями, происходящими в эмали в результате внешних и внутренних влияний [4].

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Определить возможные различия в показателях микротвердости эмали в зависимости от глубины микротрещин и патологии твердых тканей зубов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследованы продольные шлифы 27 зубов (18 интактных, 5 с клиновидным дефектом, 4 с пришеечным кариесом) обеих челюстей, удаленных по клиническим показаниям у пациентов в возрасте 25–54 лет. На шлифах диагностировали три типа трещин (С.Б. Иванова, 1984): I – очень тонкие, заметные после тщательного высушивания поверхности зуба, при окрашивании 1% раствором метиленового синего, дополнительного освещения и бинокулярной лупы; II – обнаруживали при дополнительном освещении без дополнительного увеличения; III – определяли невооруженным глазом при обычном освещении [5]. Образцы

промывали, очищали, хранили в формалине. Для изготовления шлифов их распиливали вдоль центральной оси через середину вестибулярной поверхности алмазными дисками с охлаждением, погружали в пластмассовые формы и заливали быстротвердеющими пластмассами «Протакрил» или «Редонт». Затем образцы шлифовали вручную на увлажненной наждачной бумаге и полировали на специальных шлифовальных машинах с охлаждением физиологическим раствором. Микротвердость определяли в наружных, средних, внутренних слоях эмали в трех топографических зонах: в области вершины бугра (режущего края), экватора и шейки зуба. Использовали метод вдавливания в испытываемый материал алмазного индентора прибора ПМТ-3 в виде правильной четырехгранной пирамидки с углом при вершине 136° под нагрузкой 50 г в течение 5 с (по ранее описанной методике С.М. Ремизова, 1965) [6]. Измерение диагоналей отпечатка производили с помощью встроенной отсчетно-проекционной системы. Величину микротвердости (в кг/мм²) рассчитывали по формуле: $H=1854 \cdot P/d^2$, где P – нагрузка на индентор в г; d – диагональ отпечатка в мкм.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На первом этапе была изучена микротвердость эмали образцов с клиновидным дефектом в зависимости от глубины микротрещин (табл. 1). Так, по результатам дисперсионного анализа определено, что в образцах с I типом дефектов наибольшие показатели микротвердости зарегистрированы в области экватора ($365,1 \pm 9,6$ кг/мм²), наименьшие – в зоне режущего края (бугра) ($352,4 \pm 12,4$ кг/мм²) ($p=0,694$). В зубах, имеющих II тип микротрещин, значения были бо-

Микротвердость эмали образцов с клиновидным дефектом в зависимости от глубины микротрещин кг/мм², $\bar{X} \pm m$

| Тип микротрещин / Область исследования | Режущий край (бугор) | Экватор | Коронковая поверхность клиновидного дефекта | Уровень значимости отличия, p |
|--|----------------------|-----------|---|-------------------------------|
| I | 352,4±12,4 | 365,1±9,6 | 355,9±13 | 0,694 |
| II | 372,1±8,3 | 368,1±5,9 | 364,2±8,0 | 0,738 |
| III | 323,2±12,4 | 333,9±9,6 | 365,2±15 | 0,075 |
| Уровень значимости отличия, p | 0,031* | 0,018* | 0,804 | |

Примечание: * – отличие между показателями статистически значимо по результатам дисперсионного анализа (или критерия Крускала-Уоллиса), p<0,05.

более высокими в области режущего края (бугра) (372,1±8,3 кг/мм²), более низкими – в зоне коронковой поверхности клиновидного дефекта (364,2±8,0 кг/мм²) (p=0,738). Возможно, это связано с тем, что исследованные образцы со II типом микротрещин, помимо клиновидного дефекта, имели физиологическую стираемость, что способствовало упрочнению эмали в зоне режущего края (бугра). Обратную тенденцию в показателях микротвердости эмали наблюдали в зубах с дефектами III типа. Так, наибольшие ее значения определены в области коронковой поверхности клиновидного дефекта (365,2±15 кг/мм²), а наименьшие – в зоне режущего края (бугра) (323,2±12,4 кг/мм²) (p=0,075). Следует отметить, что различия в микротвердости эмали образцов с клиновидным дефектом в рассмотренных топографических областях не были статистически значимыми (p>0,05).

Анализируя показатели прочности эмали, в зависимости от глубины дефектов, обнаружено, что в зоне режущего края (бугра) и экватора они статистически значимо отличались (соответственно, p=0,031 и p=0,018): наименьшие значения диагностировали в зубах с глубокими дефектами III типа, наибольшие – в образцах с дефектами II типа. Микротвердость эмали в зоне коронковой поверхности в зависимости от глубины микротрещин статистически значимо не отличалась (p=0,804): наименьшие показатели диагностировали в зубах с менее глубокими дефектами I типа, а наибольшие – с глубокими микротрещинами III типа.

Следующий этап исследования – изучение прочности эмали образцов с пришеечным кариесом в зависимости от глубины микротрещин, результаты которого представлены в таблице 2.

Так, в образцах с I и II типами дефектов эмали наименьшие показатели зарегистрированы в области режущего края (бугра) (321,1±14,0 кг/мм² и 301,0±8,4 кг/мм² соответственно), а наибольшие – в зоне экватора (330,3±11,6 кг/мм² и 362,0±11,1 кг/мм² соответственно). Обнаруженные отличия в значениях микротвердости эмали были статистически достоверными только в зубах со II типом микротрещин (p=0,004). При сравнении показателей в зоне режущего края (бугра) и коронковой поверхности пришеечного кариеса определено, что в зубах с I и II типами дефектов они были выше в области последней. В образцах с микротрещинами III типа в зоне режущего края (бугра) зарегистрированы наибольшие показатели (364,7±8,9 кг/мм²), а наименьшие – в области коронковой поверхности пришеечного кариеса (348,4±4,0 кг/мм², p=0,489). Следует отметить, что разница в значениях микротвердости эмали образцов, в зависимости от глубины дефектов, была статистически значимой только в области режущего края (бугра) (p=0,017). В зонах же экватора и коронковой поверхности пришеечного кариеса показатели, в зависимости от типа обнаруженных микротрещин, статистически значимо не отличались (p=0,183 и p=0,387 соответственно). Вместе с тем, отмечена некоторая тенденция к снижению микротвердости образцов, имеющих I тип микротрещин, в этих топографических областях.

Затем проведен сравнительный анализ показателей прочности эмали в зависимости от состояния твердых тканей зубов. За интактные принимали образцы, имеющие микротрещины эмали и без патологии твердых тканей. Так, в области режущего края (бугра) зубов, имеющих дефекты

Таблица 2

Микротвердость эмали образцов с пришеечным кариесом в зависимости от глубины микротрещин кг/мм², $\bar{X} \pm m$

| Тип микротрещин / Область исследования | Режущий край (бугор) | Экватор | Коронковая поверхность пришеечного кариеса | Уровень значимости отличия, p |
|--|----------------------|------------|--|-------------------------------|
| I | 321,1±14,0 | 330,3±11,6 | 325,0±28,0 | 0,887 |
| II | 301,0±8,4 | 362,0±11,1 | 330,6±7,0 | 0,004* |
| III | 364,7±8,9 | 356,1±7,6 | 348,4±4,0 | 0,489 |
| Уровень значимости отличия, p | 0,017* | 0,183 | 0,387 | |

Примечание: * – отличие между показателями статистически значимо по результатам дисперсионного анализа (или критерия Крускала-Уоллиса), p<0,05.



I типа, наибольшие показатели микротвердости эмали зарегистрированы при условии интактности твердых тканей ($361,9 \pm 5,6$ кг/мм²), с дефектами II типа – при наличии клиновидного дефекта ($372,1 \pm 8,3$ кг/мм²), с дефектами III типа – с пришеечным кариесом ($364,7 \pm 9,0$ кг/мм²). Прочность эмали образцов с I типом микротрещин в зависимости от состояния твердых тканей различали следующим образом: по сравнению с интактными зубами в зубах с клиновидным дефектом она была меньше на 2,7%, с пришеечным кариесом – на 12,7%. Показатели образцов со II типом дефектов в случае интактности твердых тканей ($330,0 \pm 8,3$ кг/мм²) были ниже на 12,8%, чем зубов с клиновидными дефектами, и на 9,6% выше по сравнению с зубами, имеющими кариозный процесс. Наибольшее отличие в значениях твердости эмали интактных зубов по сравнению с образцами, имеющими некариозную патологию, вероятно, связано с тем, что последние, помимо клиновидного дефекта, имели физиологическую стираемость. В интактных образцах с III типом микротрещин ($361,3 \pm 7,2$ кг/мм²) прочность эмали практически не отличалась от таковой зубов с пришеечным кариесом (была меньше на 0,9%) и выше на 11,8%, чем зубов с клиновидным дефектом. Таким образом, наименьшие значения прочности эмали в области режущего края (бугра) среди образцов с I и II типами микротрещин диагностировали в зубах с пришеечным кариесом, а при наличии дефектов эмали III типа – в образцах с клиновидным дефектом. Последние были на 12,8% меньше по сравнению с зубами, имеющими кариозный процесс, где данные значения максимальны. Различия в показателях, в зависимости от состояния твердых тканей зубов, были статистически значимыми при наличии дефектов эмали I и II типов ($p < 0,001$ и $p = 0,004$ соответственно).

Аналогично проведен анализ показателей в области экватора образцов. Определено, что наибольшие значения в данной топографической области зубов, имеющих дефекты I и III типов, зарегистрированы при условии интактности твердых тканей ($370,6 \pm 6,3$ кг/мм² и $357,9 \pm 6,0$ кг/мм² соответственно), с микротрещинами II типа – при наличии клиновидного дефекта ($368,1 \pm 5,9$ кг/мм²). Прочность эмали образцов с I типом микротрещин различна в зависимости от состояния твердых тканей. Так, в зубах с клиновидным дефектом этот показатель был на 1,5%, с пришеечным кариесом – на 12,2% меньше по сравнению с интактными образцами. Микротвердость эмали интактных образцов, имеющих дефекты II типа ($336,6 \pm 8,5$ кг/мм²), была на 9,4% ниже, чем зубов с клиновидным дефектом. Значения прочности образцов с пришеечным кариесом отличались от данного показателя зубов с клиновидным дефектом на 1,7%. Микротвердость эмали интактных образцов с III типом микротрещин была незначительно выше по сравнению с зубами, имеющими пришеечный кариес, на 0,5%. Более существенная разница (7,2%) в значениях отмечена между интактными образцами и зубами с клиновидным дефектом. Таким образом, в зоне экватора исследованных зубов с I и II типами микротрещин определена тенденция аналогичная эмали области режущего края (бугра). Наименьшие значе-

ния прочности эмали диагностировали в образцах с I типом микротрещин, имеющих пришеечный кариес, со II типом микротрещин – при условии интактности твердых тканей, в группе с III типом микротрещин – в зубах с клиновидным дефектом. В зоне экватора образцов с I и III типами дефектов наименьшие показатели зарегистрированы при тех же состояниях твердых тканей зубов, что и в области режущего края (бугра). Следует отметить, что разница в полученных значениях микротвердости эмали, в зависимости от состояния твердых тканей, была статистически значимой только при наличии дефектов I типа ($p = 0,024$).

В дальнейшем проанализированы показатели в пришеечной области в зависимости от состояния твердых тканей и глубины микротрещин. За пришеечную область образцов с клиновидным дефектом и пришеечным кариесом принимали коронковую поверхность дефекта твердых тканей. Наибольшие показатели определены при наличии дефектов I типа – в интактных зубах ($372,4 \pm 5,5$ кг/мм²), дефектов II и III типов – в зубах с клиновидным дефектом ($364,2 \pm 7,7$ кг/мм² и $365,2 \pm 15,0$ кг/мм² соответственно). Наименьшие значения прочности эмали независимо от глубины микротрещин диагностировали в зубах с пришеечным кариесом. Так, при наличии дефектов I типа показатели микротвердости эмали интактных зубов были выше, чем образцов с клиновидным дефектом и пришеечным кариесом на 4,6% и 14,6% соответственно. Прочность эмали интактных образцов, имеющих дефекты II типа ($346,9 \pm 8,0$ кг/мм²), была на 5,0% ниже, чем зубов с клиновидным дефектом. Показатели образцов с пришеечным кариесом и некариозной патологией отличались более существенно (на 10,2%). Микротвердость интактных зубов с III типом микротрещин ($361,4 \pm 9,0$ кг/мм²) была незначительно ниже (на 1,1%) по сравнению с зубами, имеющими клиновидный дефект. Более существенная разница в значениях данного показателя отмечена между зубами, имеющими пришеечный кариес и клиновидный дефект (4,8%).

ВЫВОДЫ

Полученные результаты свидетельствуют об уменьшении прочности эмали зубов с микротрещинами по сравнению с видимо интактными в среднем на 10%, в большей степени в области режущего края (бугра), в меньшей – в зоне экватора [6]. В интактных зубах, имеющих клиновидный дефект и с микротрещинами, показатели статистически значимо отличались в зависимости от глубины дефектов в области режущего края (бугра) и экватора (наименьшие отличия отмечены при глубоких микротрещинах III типа, $p = 0,031$ и $p = 0,018$ соответственно). Противоположную картину наблюдали в образцах с пришеечным кариесом. Так, статистически значимое отличие в показателях микротвердости эмали, в зависимости от глубины дефектов, определено только в зоне режущего края (бугра): в образцах с глубокими микротрещинами эмали III типа они были наибольшими ($p = 0,017$).

Особое внимание уделено пришеечной области, где наибольшие значения микротвердости эмали обнаружены при наличии дефектов I типа в интактных зубах, дефектов II и III типов в зубах с клиновидным дефектом. Наименьшие показатели независимо от глубины микротрещин диагно-



стировали в зубах с пришеечным кариесом. В образцах с кариозной и некариозной патологией наибольшая микротвердость эмали в пришеечной зоне зарегистрирована при наличии глубоких микротрещин III типа, а наименьшая – в зубах с дефектами I типа. В интактных образцах, наоборот, прочность эмали была выше при незначительных дефектах I типа, ниже – при наличии микротрещин II типа. Изменение механических свойств эмали происходит из-за изменения ее химического состава, что подтверждается результатами микрорентгеноспектрального анализа. Так, содержание кальция и фосфора в пришеечной области статистически значимо отличается в зависимости от патологии твердых тканей ($p < 0,05$). Больше содержание макроэлементов определили при наличии клиновидных дефектов [7]. Некоторое несоответствие в значениях микротвердости эмали с глубиной микротрещин указывает на то, что сложные адаптационные процессы, происходящие в твердых тканях зубов, протекают во всей их толще, а не только в эмали. Обнаруженные различия в прочности эмали, в зависимости от глубины микротрещин и патологии твердых тканей, требуют дальнейшего изучения.

Сведения об авторах:

Ярова С.П., д. мед. н., профессор, зав. каф. общей стоматологии факультета интернатуры и последипломного образования ДонНМУ им. М. Горького.

Заболотная И.И., к. мед. н., доцент каф. общей стоматологии факультета интернатуры и последипломного образования ДонНМУ им. М. Горького.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белоклицкая Г.Ф. Лечение некариозных поражений твердых тканей зубов с применением материалов фирмы ВОКО (Собщ. 1) / Г.Ф. Белоклицкая, В.И. Гуренок // Современная стоматология. – 2002. – №2. – С. 23–26.
2. Луцкая И.К. Частота трещин эмали и дентина в постоянных зубах / И.К. Луцкая, Г.С. Ничипорович // Стоматологический журнал. – 2006. – №2. – С. 87–91.
3. Окушко В.Р. Основы физиологии зуба / В.Р. Окушко – М.: Newdent, 2008. – 238 с.
4. Гайдарова Т.А. Способ прижизненного измерения твердости тканей зуба / Т.А. Гайдарова, Н.А. // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2007. – №6 (58). – С. 92–95.
5. Петрикас А.Ж. Трещины твердых тканей зубов и их значение в клинической практике / А.Ж. Петрикас, С.Б. Иванова // Стоматология. – 1985. – Т. 64, №2. – С. 79–82.
6. Ремизов С.М. Определение микротвердости для сравнительной оценки зубной ткани здоровых и больных зубов человека / С.М. Ремизов // Стоматология. – 1965. – №3. – С. 33–37.
7. Заболотная И.И. Результаты количественного рентгеноспектрального анализа пришеечной области зубов / И.И. Заболотная // Медицинский журнал. – 2013. – №1. – С. 86–87.

Поступила в редакцию 23.04.2013 г.