

10. Babelyuk VE, Gozhenko AI, Dubkova GI, Babelyuk NV, Zukow W, Kovbasnyuk MM, Popovych IL. Causal relationships between the parameters of gas discharge visualization and principal neuroendocrine factors of adaptation. *Journal of Physical Education and Sport*. 2017; 17 (2): 624-637.
11. Babelyuk VYe, Babelyuk NV, Popovych IL, Dobrovols'kyi YG, Korsuns'kyi IH, Korolyshyn TA, Kindzer BM, Zukow W. Influence of the course of electrostimulation by the device "VEB-1" on parameters of electroencephalogram at practically healthy males. *Journal of Education, Health and Sport*. 2018; 8 (4): 195-206.
12. Klecka WR. Discriminant Analysis [transl. from English to Russian] (Seventh Printing, 1986). In: Factor, Discriminant and Cluster Analysis. Moskva: Finansy i Statistika 1989: 78-138.
13. Puchko LG. Multidimensional Medicine. System of Self-diagnosis and Self-healing of Human [in Russian]. 10th ed., rev. and ext. Moskva: ANS, 2004. 432 p.
- Впервые поступила в редакцию 09.04.2019 г.
Рекомендована к печати на заседании редакционной коллегии после рецензирования*

УДК 616.314-056

DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.3251492>

ОСОБЛИВОСТІ МІКРОТВЕРДОСТІ ЕМАЛІ ПОСТІЙНИХ ПРЕМОЛЯРІВ ТА ІКЛІВ ЛЮДИНИ В РІЗНИХ ЧАСТИНАХ КОРОНКИ ЗУБА

Гуртова Я.М.¹, Шнайдер С.А.¹, Ульянов В.О.²

¹Державна установа «Інститут стоматології та щелепно-лицевої хірургії Національної академії медичних наук України», Одеса, Україна, ²Міжнародний гуманітарний університет, Одеса, Україна, ulvad@ukr.net

ОСОБЕННОСТИ МИКРОТВЕРДОСТИ ЭМАЛИ ПОСТОЯННЫХ ПРЕМОЛЯРОВ И КЛЫКОВ ЧЕЛОВЕКА В РАЗНЫХ ЧАСТЯХ КОРОНКИ ЗУБА

Гуртовая Я.М.¹, Шнайдер С.А.¹, Ульянов В.О.²

¹Государственное учреждение «Институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии Национальной академии наук Украины», Одесса, ²Международный гуманитарный университет, Одесса

THE FEATURES OF DENTAL ENAMEL MICROHARDNESS IN DIFFERENT ZONES OF CROWN OF HUMAN PERMANENT PREMOLAR AND CANINE TEETH

Gurtova Ja.M.¹, Schneider S.A.¹, Ulianov V.O.²

¹State Establishment «The Institute of Stomatology and Maxillo-Facial Surgery of the National Academy of Medical Science of Ukraine», Odessa, Ukraine, ²International humanitarian university, Odessa, Ukraine

Summary/Резюме

The microhardness of the tooth enamel of human permanent premolars and canines differs in different parts of the crown. The microhardness of the enamel is lower in the sections of the predominantly straight-line orientation of enamel prisms.

Such areas include the middle part of the crown of permanent premolars on its vestibular, lingual and lateral surfaces, the upper part of the lingual surface and the lower part of the lateral surfaces; the upper part of the crown of permanent canines on its vestibular and lingual surface. The microhardness of the enamel of deciduous canine tooth does not differ in different parts and surfaces of the crown.

Key words: *enamel microhardness, premolar teeth, canine teeth*

Топографічно різні ділянки коронки постійних премолярів та іклів людини характеризуються різною мікротвердістю. В ділянках переважно прямолінійного ходу емалевих призм, а саме в середній частині коронки постійних премолярів на її вестибулярній, язиковій та бокових поверхнях, верхній частині язикової поверхні та нижній частині бокових поверхонь; верхній частині коронки постійних іклів на її вестибулярній та язиковій поверхні мікротвердість емалі менша, ніж в інших ділянках з дугоподібним ходом емалевих призм відносно емалево-дентинної поверхні. Мікротвердість емалі молочних іклів не відрізняється в різних частинах і поверхнях коронки.

Ключевые слова: *микротвердость эмали, премоляры, клыки*

Топографічно різні ділянки коронки постійних премолярів та іклів людини характеризуються різною мікротвердістю. В ділянках переважно прямолінійного ходу емалевих призм, а саме в середній частині коронки постійних премолярів на її вестибулярній, язиковій та бокових поверхнях, верхній частині язикової поверхні та нижній частині бокових поверхонь; верхній частині коронки постійних іклів на її вестибулярній та язиковій поверхні мікротвердість емалі менша, ніж в інших ділянках з дугоподібним ходом емалевих призм відносно емалево-дентинної поверхні. Мікротвердість емалі молочних іклів не відрізняється в різних частинах і поверхнях коронки.

Ключові слова: *мікротвердість емалі, премоляри, ікла*

Эмаль зуба людини можна розглядати як біокомпозит з багатокомпонентною і багаторівневою структурою. Дослідження залежності між характеристиками міцності емалі зуба і особливостями її мікроструктури дозволить зрозуміти механізми деформації емалі [1, 2]. У свою чергу відомості про мікроструктурні і міцнісні властивості емалі зуба лежать в основі розробки нових матеріалів для лікування стоматологічних захворювань з заданими показниками високої механічної міцності в поєднанні з відносною пружністю і сумісністю з тканинами.

В останні роки було розроблено кілька підходів для створення або регенерації емалі зуба: інженерія емалевої тканини, синтез емалі з використанням

фізико-хімічних засобів, ріст кристалів емалі на основі білкової матриці, ремінералізація поверхні емалі, емаль на основі клітинної інженерії і біологічна регенерація емалі, заснована на індукції морфогенезу зубів *de novo* [3].

Однак дослідження твердих тканин зуба пов'язані з труднощами отримання біоматеріалу, різними підходами до вивчення мікроструктури емалі і її міцності властивостей. Для вирішення цієї проблеми розробляються математичні моделі [4], але і вони вимагають мінімально достатніх відомостей про структуру і властивості емалі. В даний час існують неповні, іноді суперечливі дані про структуру та міцності властивості емалі в топографічно різних ділянках коронки зубів різних функціональ-

них груп. Для усунення цих прогалин необхідні дослідження морфофункціональних властивостей емалі зубів у верхній, середній і нижній частині коронки на її вестибулярних, оральних і бічних поверхнях.

Мета роботи: визначити особливості мікротвердості емалі в топографічно різних ділянках коронки постійних премолярів і іклів людини.

Матеріали та методи.

Клінічні дослідження проводились на базі ДУ «Інститут стоматології та щелепно-лицевої хірургії НАМН України» за умови інформованої згоди пацієнтів. Для клінічних досліджень були відібрані 40 постійних премолярів та іклів, з інтактною емаллю, видалених внаслідок травми або за ортодонтичними показаннями, а також 10 молочних ікла. Після видалення зуби фіксувалися у 10 % розчині формаліну, надалі їх розпилювали на фрагменти товщиною 0,5-1 мм з яких готували шліфи товщиною 50-90 мкм за розробленою методикою [5]. Шліфи готували розтинаючи фрагменти зубів в двох напрямках: в мезіо-дистальному для дослідження оральної та вестибулярної поверхні коронок та у вестибуло-оральному для дослідження бокових поверхонь. Досліджували мікротвердість емалі за методикою Віккерса [6] на відстані до 50 мкм; 100-500 мкм від емалево-дентинної межі, на відстані 150-250 мкм та 100 мкм від зовнішньої поверхні емалі у кожній з досліджуваних топографічних зон емалі: на кожній поверхні в нижній, середній та верхній третинах коронки. Достовірність відмінностей між групами порівняння оцінювали за допомогою дисперсійного аналізу, у разі якщо нульова гіпотеза відкидалась застосовували критерій Ньюмена-Кейлса.

Результати досліджень та їх обговорення

В результаті проведених дослід-

жень з'ясовані особливості мікротвердості емалі постійних премолярів (табл. 1) та іклів (табл. 2) людини в різних ділянках коронки. Встановлено що в глибоких шарах емалі на відстані 50-500 мкм від емалево-дентинної межі статистично достовірні відмінності мікротвердості емалі премолярів та іклів в різних частинах коронки відсутні, хоча спостерігалася тенденція до її збільшення в бік зовнішньої поверхні емалі. На відстані 150-250 мкм від зовнішньої поверхні емалі мікротвердість в емалі премолярів збільшується на 78 HV і складає в середньому 424 HV, в емалі іклів на 148 HV і складає в середньому 49 HV. На відстані 100 мкм від зовнішньої поверхні емалі мікротвердість сягає максимальних величин і складає в середньому 632 HV в премолярах і 627 HV в іклах.

Найбільші відмінності мікротвердості емалі спостерігали в топографічно різних ділянках коронки премолярів та іклів на відстані 150-250 мкм від зовнішньої поверхні емалі. Так на вестибулярній поверхні коронок премолярів мікротвердість в верхній та нижній її частині була більшою, ніж в середній відповідно на 13,3 та 12,3 %. В верхній частині бічної поверхні коронки мікротвердість була більшою, ніж в середній та нижній частині відповідно на 13,3 та 10,7 %. В нижній частині язикової поверхні коронки порівняно з середньою і верхньою частиною мікротвердість емалі була більшою на 11,2 та 15,0 % відповідно (табл.1).

В свою чергу на вестибулярній поверхні коронок іклів мікротвердість в верхній її частині була меншою ніж в середній та нижній відповідно на 15,9 та 17,7 %. В верхній частині язикової поверхні коронки мікротвердість була меншою ніж в середній та нижній частині відповідно на 16,0 та 15,0 %. Відмінностей між мікротвердістю емалі на бічній поверхні коронки в верхній,

Таблиця 1 різних ділянках коронки.

Мікротвердість емалі в різних частинах коронки постійних премолярів людини (M ± m, n = 40, HV)

Поверхня коронки	Частина коронки	Шари емалі			
		50 мкм від емалево-дентинної межі	100-500 мкм від емалево-дентинної межі	150-250 мкм від зовнішньої поверхні емалі	100 мкм від зовнішньої поверхні емалі
Вестибулярна	Верхня	321 ± 12	349 ± 12	511 ± 23 ^{*1,2,5}	639 ± 26 ^{*1}
	Середня	313 ± 14	346 ± 15	443 ± 21 ^{*1}	623 ± 23 ^{*1}
	Нижня	317 ± 13	340 ± 11	505 ± 21 ^{*1,2,6}	631 ± 19 ^{*1}
Язикова	Верхня	328 ± 11	351 ± 15	448 ± 13 ^{*1}	619 ± 21 ^{*1}
	Середня	318 ± 12	338 ± 14	468 ± 19 ^{*1}	628 ± 22 ^{*1}
	Нижня	319 ± 13	349 ± 18	527 ± 18 ^{*1,2,3,6}	644 ± 25 ^{*1}
Бокова	Верхня	321 ± 11	352 ± 17	497 ± 20 ^{*1,2,4,5}	638 ± 21 ^{*1}
	Середня	329 ± 17	341 ± 13	431 ± 19 ^{*1}	629 ± 23 ^{*1}
	Нижня	316 ± 12	348 ± 14	441 ± 20 ^{*1}	641 ± 23 ^{*1}

Примітки:

- ^{*1} — p < 0,05, порівняно з більш глибоко розташованим шаром емалі;
- ^{*2} — p < 0,05, порівняно з середньою третьою коронки;
- ^{*3} — p < 0,05, порівняно з верхньою третьою коронки;
- ^{*4} — p < 0,05, порівняно з нижньою третьою коронки;
- ^{*5} — p < 0,05, порівняно з язиковою поверхнею коронки;
- ^{*6} — p < 0,05, порівняно з боковою поверхнею коронки.

Встановлено, що в премолярах людини в середній частині коронки на її вестибулярній, язичній та бокових поверхнях, а також в нижній частині бокової поверхні та верхній частині язикової поверхні спостерігається переважно прямолінійний хід емалевих призм, а в інших частинах дугоподібний. В іклах переважно прямолінійних хід емалевих призм спостерігається в верхній частині коронки на вестибулярній та язиковій поверхнях. В

середній та нижній її частині не виявлено (табл.2).

Щодо молочних іклів, не виявлено статистично достовірних відмінностей мікротвердості емалі в різних частинах коронки та на різних її поверхнях. В середньому мікротвердість емалі на відстані 150-250 мкм від зовнішньої поверхні емалі молочних іклів складала 398 ± 15 HV. Також зазначимо, що у всіх досліджуваних топографічних ділянках емалі молочних іклів виявлено переважно прямолінійних хід емалевих призм.

В результаті проведених досліджень було з'ясовані особливості розташування емалевих призм в топографічно

інших досліджуваних ділянках коронки іклів в емалі виявлено дугоподібний хід емалевих призм. При співставленні даних про просторове розташування емалевих призм в товщині емалі [7] з даними про її мікротвердість встановле-

Таблиця 2

Мікротвердість емалі в різних частинах коронки постійних іклів людини, (M ± m, n = 40, HV)

Поверхня коронки	Частина коронки	Шари емалі			
		50 мкм від емалево-дентинної межі	100-500 мкм від емалево-дентинної межі	150-250 мкм від зовнішньої поверхні емалі	100 мкм від зовнішньої поверхні емалі
Вестибулярна	Верхня	317 ± 11	338 ± 16	427 ± 15 ^{*1,2,4,5}	628 ± 23 ^{*1}
	Середня	318 ± 13	343 ± 17	508 ± 14 ^{*1,3}	633 ± 17 ^{*1}
	Нижня	308 ± 12	337 ± 18	519 ± 15 ^{*1,3}	618 ± 21 ^{*1}
Язикова	Верхня	321 ± 14	342 ± 14	419 ± 17 ^{*1,2,4,5}	638 ± 19 ^{*1}
	Середня	320 ± 18	351 ± 12	499 ± 13 ^{*1,3,4}	627 ± 23 ^{*1}
	Нижня	314 ± 14	337 ± 18	493 ± 15 ^{*1,2,3}	630 ± 22 ^{*1}
Бокова	Верхня	309 ± 17	349 ± 12	521 ± 17 ^{*1}	631 ± 18 ^{*1}
	Середня	320 ± 15	353 ± 14	519 ± 18 ^{*1}	620 ± 19 ^{*1}
	Нижня	319 ± 11	342 ± 13	522 ± 17 ^{*1}	619 ± 22 ^{*1}

Примітки:

- ^{*1} — p < 0,05, порівняно з більш глибоко розташованим шаром емалі;
- ^{*2} — p < 0,05, порівняно з середньою третьою коронки;
- ^{*3} — p < 0,05, порівняно з верхньою третьою коронки;
- ^{*4} — p < 0,05, порівняно з нижньою третьою коронки;
- ^{*5} — p < 0,05, порівняно з боковою поверхнею коронки.

но, що в ділянках прямолінійного розташування емалевих призм спостерігається статистично достовірно менша мікротвердість емалі.

Отримані дані корелюють з аналогічними дослідженнями розташування емалевих призм та мікротвердості емалі постійних та молочних молярів людини [8, 9]. На відміну від зазначених досліджень моляри, премоляри та ікла відрізняються по ходу емалевих призм в товщині емалі топографічно різних ділянок коронки. Але у всіх групах зазначених зубів ділянки з прямолінійним ходом емалевих призм характеризуються меншою мікротвердістю емалі. Таким чином хід емалевих призм в товщі емалі є одним з ключових факторів які впливають на її мікротвердість.

Висновки

Топографічно різні ділянки коронки постійних премолярів та іклів людини характеризуються різною мікротвердістю. В ділянках переважно прямолінійного ходу емалевих призм, а саме в середній частині коронки постійних премолярів на її вестибулярній, язиковій та бокових поверхнях, верхній частині язикової поверхні та нижній частині бокових поверхонь; верхній частині коронки постійних іклів на її вестибулярній та язиковій поверхні мікротвердість емалі менша, ніж в інших ділянках з дугоподібним ходом емалевих призм відносно емалево-дентинної поверхні. Мікротвердість емалі молочних іклів не відрізняється в різних частинах і поверхнях коронки.

Література

1. Зайцев Д.В. Прочностные свойства дентина и эмали зубов человека при одноосном сжатии / Д.В. Зайцев, П.Е. Панфилов // Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки. — 2016. — Т. 21, вып. 3. — С. 802–804.
2. Зайцев Д.В. Прочностные свойства дентина и эмали / Д.В. Зайцев, Е.В. Бу-

- зова, П.Е. Панфилов // Вестник ТГУ. — 2010. — Т. 15, вып. 3. — С. 1198–1202.
3. Mirali P. Enamel biomimetics — fiction or future of dentistry / P. Mirali, T.G.H. Diekwisch // Int J Oral Sci. — 2019. — Vol. 11, №1. — P. 8.
4. Pro J.W. Discrete element models of tooth enamel, a complex three-dimensional biological composite / J.W. Pro, F. Barthelat // Acta Biomater. — 2019 May 3. pii: S1742- 7061 (19)30301-0. Электронный ресурс. Режим доступа: [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31055119]
5. Пат. 70387 Україна, МПК (2012.01): G01N 1/00, A61C 1/00, G01N 33/48. Спосіб отримання серійних різноплощинних шліфів з одного зуба / Бреус В.Є., Ульянов В.О.; заявник та патентовласник Одес. нац. мед. ун-т. “ № u201113531; заявл. 17.11.11.; опубл. 11.06.12, Бюл. № 11. “ 2 с.
6. Chen Z.Q. Oral materials / Z.Q. Chen, M. Zhang, J.K. Zhang. Beijing: People's Medical Publishing House, 2008. — 15 с.
7. Гуртова Я.М. Розташування емалевих призм в різних частинах і поверхнях коронки постійних премолярів людини / Я.М. Гуртова, В.Є. Бреус // «Vedecy pokrok na prelomu tysyachalety»: міжнародна науково-практична конференція, 22-30 квітня 2019 року: матеріали. Praha: Publishing House «Education and Science». — 2019. — С. 23–25.
8. Тодорова А.В. Особливості розташування емалевих призм на різних поверхнях коронки постійних молярів людини / А.В. Тодорова, В.Є. Бреус, В.О. Ульянов // Одеський медичний журнал. — 2016. — № 3. — С. 54–58.
9. Особливості мікротвердості зубної емалі у топографічно різних зонах коронки постійних молярів людини та їх взаємозв'язок із внутрішньою будовою емалі. Інтегративна антропологія / А.В. Тодорова, В.О. Ульянов, В.Є. Бреус, О.В. Горностаї. — 2018. — № 1. — С. 68–71.

References

1. Zaytsev DV, Panfilov PE Prochnostnyie svoystva dentina i emali zubov cheloveka pri odnoosnom szhatii. Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya

- Estestvennyie i tehicheskie nauki. 2016; 21 (3): 802–804 [in Russian].
2. Zaytsev DV, Panfilov PE, Buzova E.V. Prochnostnyie svoystva dentina i emali. Vestnik TGU. 2010; 15 (3): 1198–1202.
 3. Mirali P, TGH Diekwisch Enamel biomimetics—fiction or future of dentistry. Int J Oral Sci. 2019; 11 (1): 8.
 4. Pro JW, Barthelat F Discrete element models of tooth enamel, a complex three-dimensional biological composite Acta Biomater. — 2019 May 3. pii: S1742-7061 (19)30301-0. doi: 10.1016/j.actbio.2019.04.058. [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31055119]
 5. Breus VYe, Ulianov VO, vynakhidnyky; Odes. derzh. med. un-t, patentovlasnyk. Sposib otrimannya seriy nih riznoploschinnih shlifiv z odnogo zuba. Patent Ukrainy № u201113531. 2011 11.06.12. — № 11 [in Ukrainian]
 6. Chen ZQ, Zhang M, Zhang JK. Oral materials. 4th ed. Beijing: People’s Medical Publishing House; 2008, p.15
 7. Gurtova YaM, Breus VYe Roztashuvanya emalevih prizm v riznih chastinah i poverhnyah koronki postiy nih premolyariv lyudini «Vedecky pokrok na prelomu tysyachalety»: mizhnarodna naukovopraktichna konferentsiya, 22-30 kvitnya 2019 roku: materialy. Praha: Publishing House «Education and Science»; 2019; 8: 23–25 [in Ukrainian].
 8. Todorova AV, Breus VYe, Ulianov VO Osoblyvosti roztashuvannya emalevykh prizm na riznykh poverhnyakh koronky postiy nih molyariv lyudyny. Odeskyj medychnyj zhurnal. 2016; 3: 54–58 [in Ukrainian].
 9. Todorova AV, Breus VYe, Ulianov VO, Gornostay OV Osoblyvosti mikrotverdosti zubnoyi emali u topografichno riznykh zonakh koronky postiy nih molyariv lyudyny ta yih vzayemozvyazok iz vnutrishnoyu budovoyu emali. Integratyvna antropologiya 2018; 1: 68–71 [in Ukrainian].
- Впервые поступила в редакцию 02.04.2019 г.
Рекомендована к печати на заседании редакционной коллегии после рецензирования*